Jurnal Fisika dan Pembelajarannya (PHYDAGOGIC) **Volume 7, Issue 1, Oktober 2024**
ISSN 2654-2641 (online) DOI: 10.31605/phy.v7i1.3886
http://ojs.unsulbar.ac.id/index.php/phy

STUDI LITERATUR: ANALISIS PEMANFAATAN FLUIDA DALAM TEKNOLOGI AGROINDUSTRI BERUPA ALAT PENGERING DALAM PENGOLAHAN HASIL PERTANIAN

Achmad Dzikri Fadholi Robbi[1], Arinda Maharani[2], Mayang Maharika[3], Firdha Kusuma Ayu Anggraeni[4*], Kendid Mahmudi[5]
[1,2,3,4,5]Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember, Indonesia
e-mail : firdhakusuma@unej.ac.id

Abstrak

Proses pengeringan terjadi karena perbedaan kandungan dari uap air antara udara dan bahan yang akan dikeringkan, dimana air dari suatu bahan tersebut menguap ke udara. Salah satu pilihan yang sangat strategis untuk mendayagunakan sektor pertanian yaitu dengan pengembangan agroindustri. Teknologi sangat berperan besar dalam agroindustri, dimana teknologi dapat memudahkan para petani dalam pengolahan hasil pertanian. Pemanfaatan fluida dalam teknologi agroindustri, khususnya pada alat pengering, memegang peranan penting dalam pengolahan hasil pertanian. Penelitian ini menggunakan pendekatan kajian literatur untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi dari berbagai sumber. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi berbagai pemanfaatan alat pengering pada agroindustrial dalam proses pengeringannya dengan menggunakan konsep fluida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan alat pengering dalam agroindustrial dalam proses pengeringannya menggunakan beberapa prinsip seperti perpindahan panas dan massa, dinamika fluida, arduino, mekanika fluida, konduksi, dan konveksi berperan penting.

Kata kunci : Pengeringan, Agroindustri, Teknologi, Fluida.

LITERATURE STUDY: ANALYSIS OF THE USE OF FLUID IN AGROINDUSTRIAL TECHNOLOGY IN THE FORM OF DRYING EQUIPMENT IN PROCESSING AGRICULTURAL PRODUCTS

Abstract

The drying process occurs due to the difference in the content of water vapor between the air and the material to be dried, where the water from the material evaporates into the air. One very strategic option to utilize the agricultural sector is the development of agro-industry. Technology plays a big role in agro-industry, where technology can facilitate farmers in processing agricultural products. Fluid utilization in agro-industrial technology, especially in dryers, plays an important role in processing agricultural products. This research uses a literature review approach to collect and analyze information from various sources. This research aims to identify various utilization of dryers in agro-industrial in the drying process by using the concept of fluid. The results showed that the utilization of agro-industrial dryers in the drying process using several principles such as heat and mass transfer, fluid dynamics, arduino, fluid mechanics, conduction, and convection plays an important role.

Keywords: *Drying, Agro-industry, Technology, Fluid*

PENDAHULUAN

Sebagian besar masyarakat di Indonesia bergantung pada sektor pertanian, hal ini dikarenakan Indonesia merupakan negara agraris [1]. Agroindustri adalah suatu kegiatan yang mengolah produk dari hasil pertanian baik tanaman pangan, non pangan, ataupun perikanan. Agroindustri ialah mekanisme industri pada produk pertanian untuk memajukan nilai serta daya saing produk pertanian yang dihasilkan [2]. Salah satu pilihan yang sangat strategis untuk mendayagunakan sektor pertanian yaitu dengan pengembangan

OPEN ACCESS CC BY NC

agroindustri. Dengan strategi operasional serta mengikuti berbagai kebijakan akan menghasilkan nilai yang bertambah besar [3] Pengembangan agroindustri adalah suatu upaya dalam pengembangan agroindustri dengan cara menggunakan teknologi. Semakin berkembangnya teknologi maka alat yang dihasilkan akan bermacam – macam contohnya yaitu alat pengering, alat pengupas, dan lain sebagainya pada agroindustri. Teknologi sangat berperan besar dalam agroindustri, dimana teknologi dapat memudahkan para petani dalam pengolahan hasil pertanian. Saat ini cuaca di Indonesia sering kali berubah secara tak terduga. Ketika penghujan petani kesulitan dalam mengeringkan hasil panen mereka. Sehingga, diperlukan alat pengering yang dapat membantu para petani untuk mengeringkan hasil panen mereka. Selama ini, proses pengeringan menggunakan cara yang alami yaitu dengan penjemuran matahari. Proses pengeringan ini membutuhkan waktu yang lumayan lama dan juga kualitas produknya menurun. Selain itu, pembeli tidak akan menerima atau menolak jika kadar air yang di bawah standar [4].

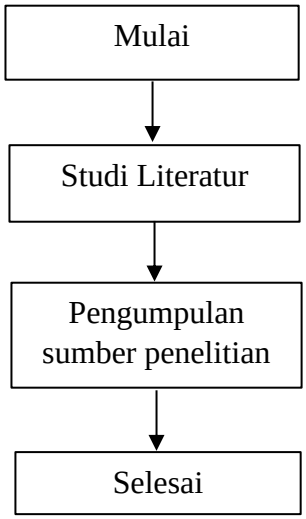
Pada dunia agroindustri, pengeringan merupakan salah satu proses yang penting dalam menentukan kualitas akhir produk pertanian. Proses ini tidak hanya mempengaruhi daya simpan, tetapi juga memainkan peran penting dalam menjaga nilai nutrisi dan organoleptik. Oleh karena itu, pemilihan alat pengering yang tepat menjadi keharusan. Suatu proses pengeringan menggunakan energi panas untuk mengurangi kadar air bahan atau dengan memisahkan air dengan jumlah yang lumayan sedikit dari bahan. Proses pengeringan bertujuan supaya bahan tidak mudah rusak serta dapat disimpan dengan waktu yang cukup lama [5]. Pada dasarnya proses pengeringan terjadi karena perbedaan kandungan dari uap air antara udara dan bahan yang akan dikeringkan, dimana air dari suatu bahan tersebut menguap ke udara. Supaya bahan dapat mengering, udara harus mempunyai kandungan air rendah daripada bahan yang akan mengering. Terjadinya proses pengeringan yaitu dengan perpindahan panas serta perpindahan massa air secara bersamaan. Bahan yang mengalami pengeringan membutuhkan panas agar dapat menguapkan airnya. Dimana suhu bahan menjadi lebih rendah daripada suhu udara, hal ini yang menyebabkan terjadinya penguapan [6]. Para petani melakukan proses pengeringan hasil pertaniannya masih menggunakan panas matahari, ini dilakukan dengan cara yang relatif sederhana. Hal tersebut memerlukan waktu yang banyak serta kurang efisien [7]. Pengeringan digunakan untuk mengurangi kadar air dalam makanan dan bahan biologis lainnya. Ini dilakukan untuk memperpanjang masa penyimpanannya, mengurangi kemungkinan berkembangnya jamur, dan memudahkan pemrosesan lebih lanjut untuk menghasilkan produk jadi yang dapat dikonsumsi, dimanfaatkan, dan digunakan untuk berbagai tujuan [8].

Pengeringan adalah ketika panas dan uap air dipindahkan secara bersamaan, diperlukan energi panas untuk melakukannya menghilangkan kadar air dari permukaan bahan. Proses ini dilakukan dengan menggunakan media pengering yang umumnya berupa panas. Sasaran utama dari pengeringan adalah mengurangi jumlah air dalam bahan hingga batas di mana pertumbuhan mikroorganisme dan aktivitas enzim yang dapat berpotensi menyebabkan pembusukan dapat dihentikan. Hal ini membuat bahan yang telah dikeringkan dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama [9]. Metode penguapan suatu bahan untuk menghilangkan sebagian airnya ialah pengeringan. Proses pengeringan yang terjadi dibagi menjadi dua fenomena penting, yaitu perpindahan panas dan perpindahan massa, yang berlangsung secara bersamaan [10]. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air hingga mencapai tingkat keseimbangan air, sehingga dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang menyebabkan pembusukan. Proses pengeringan dapat dilakukan secara konvensional atau dengan menggunakan alat pengering. Alat pengering merupakan contoh tempat terjadinya perpindahan panas. Untuk meningkatkan suhu selama proses pengeringan, alat pengering dilengkapi dengan penukar kalor [11]. Alat pengering dimaksudkan untuk meningkatkan hasil panen dan mempercepat proses pengeringan. Sekarang ini, teknologi pengeringan mengalami perkembangan yang pesat. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk memperoleh panas yang diperlukan dalam pengeringan , seperti menggunakan kayu bakar atau jenis bahan bakar lainnya. Jenis-jenis mesin yang sedang berkembang saat ini meliputi tipe rotary dryer, tray dryer, penangkap energi surya, tipe konveksi, dan lain-lain [12]. Tujuan dari

penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi berbagai pemanfaatan alat pengering pada agroindustrial dalam proses pengeringannya dengan menggunakan konsep fluida.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kajian literatur untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi dari berbagai sumber. Kajian literatur, atau literature review, merupakan proses menyusun ulasan dari berbagai artikel ilmiah yang menyediakan teori dan data terkait. Proses ini melibatkan seleksi topik, pencarian artikel relevan, dan pemilihan sumber yang akan dikaji lebih lanjut. Penelitian ini menggunakan 7 jurnal sebagai sumber penelitian kami dan 12 jurnal sebagai sumber referensi yang relevan dengan penelitian kami dengan rentan waktu 2019-2023. Melalui analisis komprehensif, studi ini berhasil menyimpulkan temuan dari artikel-artikel yang telah ditelaah. Fokus utama dari penelitian ini adalah mengeksplorasi literatur yang berkaitan dengan analisis pemanfaatan fluida dalam teknologi agroindustri khususnya alat pengering. Hasil dari literature review ini memberikan wawasan tentang evolusi dan pemanfaatan energi matahari yang berkelanjutan seiring berjalannya waktu.



Gambar 1. Metode penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemanfaatan fluida dalam teknologi agroindustri, khususnya pada alat pengering, memegang peranan penting dalam pengolahan hasil pertanian. Alat pengering berfungsi untuk menurunkan jumlah air yang terkandung dalam produk pertanian, sehingga memperpanjang masa simpan dan produk yang kualitasnya lebih baik. Berikut beberapa pemanfaatan alat pengering dalam agroindustrial.

a. Pemanfaatan Alat Pengering pada Padi

Desain pengering padi yang memanfaatkan panas dari pembakaran sekam padi dirancang untuk menurunkan tingkat kelembaban biji padi sampai pada tingkat yang mencegah kerusakan yang disebabkan oleh proses biologis atau reaksi kimia. Pengering ini umumnya memakai mekanisme tray dryer untuk melaksanakan pengeringan secara tradisional. Pada proses pengeringan, udara dipanaskan di dalam sebuah kompartemen pembakaran menggunakan sekam padi, lalu udara yang telah dipanaskan tersebut disalurkan ke dalam kompartemen pengeringan dengan menggunakan pipa dan blower. Teknik ini memungkinkan pengeringan biji agar lebih efisien dan apapun keadaannya dan tidak terpengaruh kondisi cuaca, yang sangat penting di musim penghujan dimana pengeringan dengan sinar matahari menjadi tidak mungkin [13].

Penggunaan sekam padi sebagai bahan bakar juga mengurangi jumlah limbah dari proses penggilingan padi dan menawarkan solusi energi yang lebih ekonomis untuk pengeringan. Kapasitas yang dapat mencapai 1000 kg per jam, pengering ini meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam proses pasca panen biji padi. Pada alat ini melibatkan beberapa konsep fisika, berikut konsep fisika yang digunakan.

1. Prinsip Termodinamika

Proses pengeringan dalam agroindustri melibatkan perpindahan panas dan massa, yang merupakan aplikasi langsung dari hukum termodinamika. Panas yang diberikan kepada bahan pertanian menyebabkan air di dalamnya menguap, yang merupakan contoh dari perpindahan panas. Sementara itu, uap air yang terbentuk kemudian berpindah ke udara sekitar, menunjukkan perpindahan massa.

2. Dinamika Fluida

Aliran udara yang digunakan untuk mengeringkan hasil pertanian juga merupakan contoh dari dinamika fluida. Kecepatan dan tekanan udara yang diatur dengan baik dapat memaksimalkan efisiensi pengeringan. Ini berkaitan dengan persamaan Bernoulli yang

menjelaskan hubungan antara kecepatan fluida dan tekanannya.

3. Konduksi dan Konveksi

Pada konteks fisika, proses pengeringan melibatkan konduksi (perpindahan panas melalui bahan) dan konveksi (perpindahan panas melalui aliran fluida). Ini penting untuk memahami bagaimana panas disebarkan melalui bahan pertanian dan bagaimana udara panas membantu menguapkan kelembaban.

4. Efisiensi Energi

Penggunaan teknologi dalam agroindustri, seperti alat pengering, harus mempertimbangkan efisiensi energi. Ini berarti bahwa proses harus dirancang untuk meminimalkan penggunaan energi sambil memaksimalkan hasil pengeringan, yang sesuai dengan hukum kekekalan energi dalam fisika

.

b. Alat pengering tipe rak berputar untuk proses pengeringan hasil pertanian

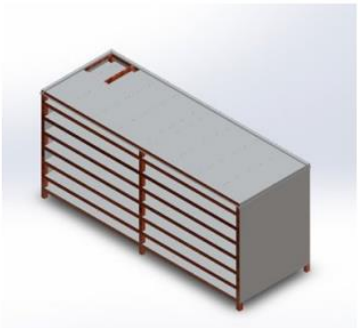
Pada dasarnya proses pengeringan adalah mengenai pemindahan panas serta massa terjadi bersamaan. Untuk memulainya, kalor ditransfer ke bahan dari suatu medium pemanas. Setelah air menguap, pindahkan uap air yang terbentuk ke medium di sekitar bahan dengan melalui strukturnya. Proses tersebut bersangkutan dengan aliran fluida, selama proses pengeringan berlangsung cairan ditransfer dengan melalui struktur bahannya. Oleh karena itu, panas diberikan untuk menguapkan air, serta air harus dipindahkan dengan berbagai tahanan supaya bisa melepas dari bahan dan menjadi uap air bebas. Lamanya proses pengeringan bervariasi sesuai dengan bahan yang dikeringkan serta dengan metode pemanasan yang digunakan.

Gambar 2. Alat Pengering Tipe Rak Berputar

Pada alat pengering tipe rak berputar memiliki dua ruangan pengering, yakni sebelah kanan dan sebelah kiri yang ditutupi dengan dinding jernih supaya energi matahari bisa digunakan untuk sumber pemanas. Ruang pengering bagian dalam terdiri dari empat rak berbentuk persegi panjang dapat memutar dengan menggunakan motor. Heat exchanger atau alat penukar panas, terletak di bagian tengah alat pengering dan berfungsi memindahkan energi panas dari tungku biomassa ke ruangan pengering. Tungku biomassa terletak di bagian bawah, yang fungsinya sebagai sumber tambahan untuk pemanas disaat sumber pemanas yang berasal dari sinar matahari tidak cukup. Cerobong keluarnya asap terletak di bagian atas, dan blower terletak di dinding pengering yang fungsinya untuk menarik energi panas dari alat penukar panas dan mengeluarkan uap air dari bahan ke lingkungan sekitar [6].

c. Rancang bangun mesin pengering untuk hasil pertanian

Menurut Bahri, alat pengering merupakan perangkat yang memiliki ruang pengering serta pemanas, yang digunakan untuk mengeringkan bahan dengan metode susun nampan yang sederhana. Alat ini menggunakan udara panas yang memasuki chamber untuk mengeringkan material di dalamnya, dengan distribusi aliran udara panas yang berasal dari energi panas yang dihasilkan oleh penukar panas dan kipas angin. Alat pengering merupakan alat yang penting dalam proses pengelolaan produk pertanian untuk meningkatkan kualitas hasil pertanian sebelum dijual atau diolah lebih lanjut.



Gambar 3. Rancangan Alat Pengering Hasil Pertanian

Pengeringan menggunakan mesin pengering yang memiliki kelebihan seperti kecepatan pengeringan, tidak tergantung cuaca, dan biaya produksi yang lebih rendah. Tetapi, masih ada beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki, seperti distribusi panas yang belum merata dan kondisi bahan konstruksi yang perlu

diperhatikan. Saran untuk perbaikan meliputi peningkatan aliran panas yang stabil, perbaikan kondisi bahan konstruksi, dan peningkatan tata letak alat untuk optimalisasi pengeringan. Mesin pengering ini menggunakan sumber panas dari tungku tradisional dan memiliki variasi suhu dan waktu di setiap rak. Proses pengeringan stabil dengan penurunan berat dan kadar air yang stabil. Saat hujan, mesin pengering ini murah dan memiliki waktu pengeringan yang cepat, serta berfungsi sebagai pengganti sinar matahari. Alat pengering teknologi industri menggunakan fluida untuk hasil pertanian, merupakan jenis alat pengering batch. Adapun bagian-bagian Alat tersebut diantaranya :

1. Rak Pengering: Tempat dimana bahan pertanian seperti umbi gadung ditempatkan untuk proses pengeringan.
2. Tungku Tradisional: Sebagai sumber panas untuk menghasilkan udara panas yang akan mengeringkan bahan.
3. Distributor Panas: Memastikan panas dari tungku tradisional didistribusikan secara merata ke ruang pengering.
4. Aliran Udara: Memastikan udara panas mengalir secara optimal di dalam ruang pengering.
5. Sensor Suhu: Untuk mengontrol suhu dalam ruang pengering agar tetap stabil.

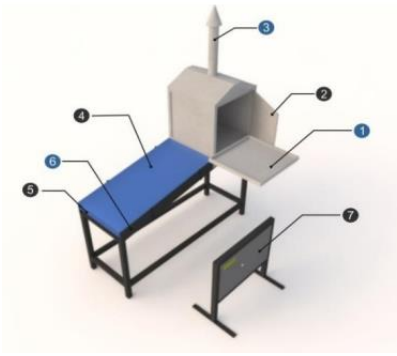
Pada alat pengering, terjadi perpindahan panas melalui proses konveksi dan konduksi. Panas yang berpindah secara konveksi terjadi antara fluida yang tidak mengalir secara paksa serta permukaan yang padat. Perpindahan panas konduksi terjadi antara partikel panas dan partikel dingin tanpa adanya gerakan partikel. Dengan mengikuti prosedur eksperimen yang terinci ini, peneliti dapat memperoleh data yang akurat untuk mengevaluasi kinerja mesin pengering teknologi industri menggunakan fluida dalam proses pengeringan hasil pertanian. Prinsip termodinamika yang berlaku pada alat pengering teknologi industri menggunakan fluida melibatkan konversi energi panas dan perpindahan panas. Hukum pertama termodinamika sistem tertutup digunakan untuk memberikan gambaran tentang koefisien perpindahan panas dalam alat tersebut. Prinsip ini memastikan bahwa energi panas yang dihasilkan dari tungku tradisional dikonversikan dengan efisien untuk proses pengeringan bahan pertanian. Selain itu, hukum Fourier digunakan untuk menghitung laju perpindahan panas konduksi di dalam alat pengering, yang mempengaruhi efektivitas proses pengeringan. Perhitungan dilakukan berdasarkan rumus-rumus termodinamika yang relevan. Mesin pengering ini merupakan solusi yang efektif untuk mengatasi kendala cuaca hujan dalam proses pengeringan hasil pertanian. Dengan biaya yang terjangkau, petani dapat meningkatkan kualitas produk pertanian sebelum dijual ke konsumen [14].

d. Peningkatan Efisiensi Termal Kolektor Surya Plat Datar Dengan Penutup Kaca Bersusun Pada Alat Pengering Jagung.

Penurunan kadar air gabah terhadap waktu pengukuran dapat dilihat berdasarkan hubungan antara kadar air gabah (M) dengan waktu pengeringan (t) menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengukuran, kadar air jagung semakin berkurang. Hal ini disebabkan oleh penguapan air dalam jagung yang terus-menerus hingga mencapai kadar air sesuai standar Bulog yaitu 14%. Proses pengeringan dimulai pada pukul 08.45 (t = 0). Laju penurunan kadar air jagung rata-rata setiap 45 menit sebesar ±2% dapat dilihat pada Lampiran A.3. Seiring peningkatan intensitas cahaya matahari, suhu rata-rata yang diterima oleh kolektor meningkat sekitar ±28°C, sehingga laju aliran udara yang masuk ke dalam ruang pengering. juga meningkat.

Pengeringan jagung bertujuan untuk menurunkan kadar air dari 22,75% hingga mencapai 14%. Pengering jagung yang menggunakan kolektor dengan pelat datar dan penutup kaca tunggal mengalami penurunan kadar air lebih lama dibandingkan dengan yang menggunakan pengumpul pelat dengan penutup kaca bersusun. Proses pengeringan membutuhkan waktu 6 jam di kolektor pelat datar yang dilengkapi dengan penutup kaca tunggal, sedangkan kolektor pelat datar dengan penutup kaca bersusun membutuhkan waktu 5,15 jam untuk mencapai kadar air 14%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi kolektor pelat datar dengan penutup kaca tunggal adalah 26,466%, sementara efisiensi kolektor plat datar dengan penutup kaca bersusun adalah 31,416%. Penggunaan kolektor surya pelat datar dengan penutup kaca bersusun lebih efisien dibandingkan dengan penutup kaca tunggal dalam proses pengeringan jagung. Penutup kaca bersusun tidak hanya mempercepat waktu pengeringan tetapi juga

meningkatkan efisiensi termal alat pengering [7].



Gambar 4. Alat Pengering Jagung

Konsep fluida berperan penting dalam mekanisme pengeringan jagung menggunakan kolektor surya pelat datar. Konsep fluida yang diterapkan:

1. *Pelat Penyerap (Absorber Plate):*

Pelat penyerap digunakan untuk menyerap energi dari radiasi matahari bahan yang digunakan diteruskan oleh penutup transparan. biasanya adalah logam seperti tembaga, baja, aluminium, atau seng yang memiliki konduktivitas termal tinggi untuk meningkatkan efisiensi penyerapannya. Permukaan pelat dicat hitam untuk memaksimalkan penyerapan radiasi.

2. *Saluran Alir (Flow Passage):*

Saluran alir merupakan tempat di mana fluida kerja mengalir dalam kolektor. Jika fluida kerjanya adalah air, salurannya pipa-pipa yang dipasang pada pelat kolektor. Jika fluida kerjanya udara, salurannya berupa ruang di antara pelat penyerap dan penutup transparan. Pada pengeringan jagung ini, udara dipanaskan saat mengalir melalui saluran di bawah plat penyerap.

3. *Penutup Transparan:*

Penutup yang tembus pandang dibuat dari bahan yang setengah transparan. seperti kaca atau plastik yang mampu mentransfer sebagian besar energi radiasi matahari. Fungsi utamanya agar mengurangi kehilangan kalor melalui konveksi dan radiasi ke lingkungan sekitar. Penutup ini juga membantu menjaga suhu dalam kolektor agar tetap tinggi.

4. *Insulator:*

Insulator digunakan untuk mengurangi kehilangan panas pada bagian dasar kolektor. Bahan isolator memiliki konduktivitas termal yang rendah sehingga panas yang diserap oleh pelat penyerap tidak mudah hilang ke lingkungan.

5. *Efisiensi Kolektor:*

Efisiensi kolektor ditentukan oleh kemampuan pelat penyerap dalam menyerap dan menghantarkan panas ke udara yang mengalir melaluinya. Pada penelitian ini, kolektor pelat datar dengan penutup kaca bersusun memiliki efisiensi lebih tinggi dibandingkan dengan penutup kaca tunggal karena mampu mempertahankan panas lebih baik dan meningkatkan laju pengeringan jagung.

e. *Perpindahan Panas pada Pengering Tipe Drum Berputar pada Kondisi Tanpa Beban Heat Transfer of Rotating Drum Dryer in No-Load Conditions.*

Pada alat pengering tipe drum berputar, konsep fluida terjadi melalui aliran udara yang digunakan dalam proses pengeringan. Udara kalor yang dihasilkan dari penukar panas ditarik oleh blower untuk melewati silinder pengering dan mengeringkan produk yang ditempatkan di dalamnya. Proses aliran udara ini membantu dalam menghilangkan kadar air dari produk yang dikeringkan. Mekanisme pindah panas dan efisiensi pada alat pengering tipe drum berputar. Panas efektif tertinggi terdapat pada subsistem tungku pembakaran, sedangkan efisiensi tertinggi terdapat pada subsistem penukar panas. Kehilangan panas terbesar terjadi pada subsistem tungku pembakaran. Efisiensi termal sistem dihitung berdasarkan Perbandingan antara panas efektif dan energi yang diterima sebagai perbandingan antara jumlah panas yang benar-benar digunakan dengan total energi yang diterima. setiap subsistem dan total sistem. Kebutuhan energi selama proses pengeringan tanpa muatan berlangsung 5,71 kg dengan energi panas yang dihasilkan sebesar 263,231 MJ. Pindah kalor terjadi melalui konduksi dan konveksi, dengan kehilangan energi kalor dapat terjadi melalui konduksi dan konveksi.

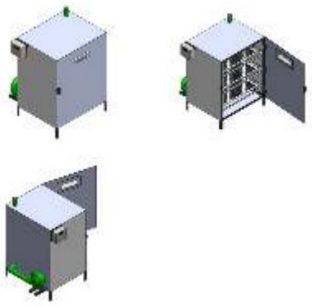
Gambar 5. Pengering tipe drum berputar yang dikembangkan: (a) subsistem tungku pembakaran, (b) subsistem tangki air, (c) subsistem penukar panas, dan (d) subsistem silinder pengering

Panas efektif tertinggi terdapat pada subsistem tungku pembakaran, sedangkan efisiensi tertinggi terdapat pada subsistem penukar panas. Kehilangan panas terbesar terjadi pada subsistem tungku pembakaran. Pindah panas melalui konduksi dan konveksi, dengan kehilangan energi kalor dapat terjadi melalui konduksi dan konveksi. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih dalam mengenai mekanisme pindah panas dan efisiensi pada alat pengering tipe drum berputar dalam kondisi tanpa beban [15].

f. Perancangan Alat Pengering Cengkeh Berkapasitas 30 kg Berbasis Arduino

Perancangan alat pengering cengkeh mampu mengeringkan cengkeh seberat 30 kg. Proses Pengeringan menggunakan elemen pemanas listrik untuk mengeringkan cengkeh hingga suhu 75°C dengan kalor total yang dibutuhkan sebesar 37.097.086,294 Joule. Efisiensi laju kalor masuk ke ruang pengering sebesar 0,5 kW dan laju energi pengeringan sebesar 0,005 kW, menghasilkan efisiensi termal sebesar 10%. Kadar Air cengkeh yang dihasilkan sebesar 9,27%.

Spesifikasi Teknis Alat Kapasitas memiliki kapasitas sebesar 30 kg. Sistem kendali menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Menggunakan blower type *centrifugal blower* ukuran 3 inch berputar maksimal 3000 rpm, debit 8,1 m^3/min, daya 370 Watt, tegangan 220 V, dan arus 2 A dengan adjustable flow. Dimensi Rangka yang digunakan 1000 × 800 × 1200mm, elemen pemanas yang digunakan *Finned Tubular Heater* 700 Watt, material rangka yang digunakan besi siku 40×40 mm, dan sensor yang digunakan Sensor DHT22 untuk deteksi kelembaban dan suhu.



Gambar 6. Alat Pengering Cengkeh

Alat pengering cengkeh yang dirancang mampu mengeringkan cengkeh secara efektif dengan memanfaatkan elemen pemanas listrik. Hasil pengeringan menunjukkan bahwa alat ini dapat menurunkan kadar air cengkeh menjadi 9,27%, yang cukup baik untuk diterapkan dalam skala masyarakat. Spesifikasi alat yang dirancang, termasuk penggunaan mikrokontroler Arduino Uno dan blower tipe centrifugal, menunjukkan bahwa alat ini mampu mengatur suhu dan kelembaban secara efektif. Dimensi dan material rangka juga memastikan alat ini kuat dan tahan lama. Efisiensi termal sebesar 10%, alat ini cukup efisien untuk digunakan dalam pengeringan

cengkeh di kalangan masyarakat. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengeringkan cengkeh dengan konsumsi energi yang relatif rendah dan hasil yang memuaskan. Secara keseluruhan, alat pengering cengkeh yang dirancang dalam penelitian ini memberikan solusi yang efisien dan praktis untuk pengeringan cengkeh dalam skala kecil hingga menengah, sehingga bermanfaat bagi masyarakat petani cengkeh [16].

Konsep fluida dari alat pengering cengkeh berbasis Arduino ini melibatkan beberapa aspek penting dalam mekanika fluida dan perpindahan panas untuk memastikan proses pengeringan berjalan secara efisien. Berikut adalah penjelasan tentang konsep fluida yang diterapkan:

1. *Sirkulasi Udara*

Blower Sentrifugal: Alat ini menggunakan blower tipe sentrifugal yang bertujuan untuk aliran udara panas ke dalam ruang pengering. Blower sentrifugal dipilih karena kemampuannya untuk menghasilkan aliran udara yang kuat dan merata. Udara dipaksa melalui elemen pemanas, di mana udara akan menyerap panas sebelum masuk ke ruang pengering.

2. *Perpindahan Panas*

Elemen Pemanas (Tubular Heater): Elemen pemanas digunakan untuk memanaskan udara yang kemudian dialirkan oleh blower. Elemen pemanas mengubah energi listrik menjadi energi panas, yang kemudian ditransfer ke udara.

Konveksi Paksa: Udara panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas dan dihembuskan oleh blower menyebabkan konveksi paksa. Konveksi paksa ini meningkatkan efisiensi pengeringan dengan memastikan distribusi panas yang merata di seluruh ruang pengering.

3. *Pengaturan Suhu dan Kelembaban*

Sensor DHT22: Sensor ini digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembaban dalam ruang pengering. Data dari sensor ini digunakan oleh mikrokontroler Arduino Uno untuk mengatur elemen pemanas dan blower agar suhu dan kelembaban tetap dalam batas yang diinginkan.

Mikrokontroler Arduino Uno: Mikrokontroler ini memproses data dari sensor dan mengontrol operasi elemen pemanas serta blower untuk menjaga kondisi optimal dalam ruang pengering.

4. *Aliran Udara dan Distribusi Panas*

Distribusi Panas: Udara panas dari blower didistribusikan secara merata ke seluruh ruang pengering. Blower memastikan bahwa udara panas tidak hanya terfokus pada satu area saja, tetapi tersebar secara merata untuk mencapai pengeringan yang konsisten.

Sirkulasi Udara dalam Ruang Pengering: Aliran udara panas terus bergerak melalui bahan yang dikeringkan (cengkeh), mengambil kelembaban dari cengkeh dan membawanya keluar dari ruang pengering. Proses ini memastikan bahwa kelembaban di dalam cengkeh berkurang secara bertahap dan merata.

5. *Efisiensi Termal*

Laju Energi Panas: Efisiensi termal alat diukur dengan membandingkan laju Energi panas yang diperlukan untuk mengubah air menjadi uap dari cengkeh dengan total energi panas yang masuk ke ruang pengering. Dalam kasus alat ini, efisiensi termal adalah sekitar 10%.

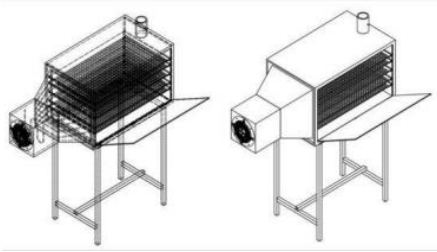
6. *Pengendalian Aliran*

Kecepatan Aliran Udara: Blower dengan kecepatan tinggi memungkinkan kontrol yang baik terhadap laju aliran udara, yang penting untuk memastikan bahwa proses pengeringan berlangsung dengan efisien. Kecepatan udara yang tinggi dapat meningkatkan laju penguapan air dari cengkeh.

Secara keseluruhan, konsep fluida yang diterapkan dalam alat pengering cengkeh ini mencakup prinsip-prinsip dasar mekanika fluida dan perpindahan panas, yang dirancang untuk memastikan proses pengeringan yang efektif dan efisien.

g. Perancangan dan Simulasi Alat Pengering Opak Ketan Tipe Rak Kapasitas 1,5 Kg/Jam Menggunakan Komputasi Dinamika Fluida

Alat pengering opak ketan, dengan kapasitas 1,6 kg per rak, laju aliran massa fluida tercatat sebesar 10,8 kg/s, dan panas membutuhkan 622,375 kJ/s. Daya heater yang diperlukan sebesar 180 watt. Material utama alat ini adalah stainless steel dan baja. Hasil simulasi menunjukkan bahwa suhu 50°C bisa mengurangi 310 gram kandungan air dalam satu jam. Dibutuhkan waktu 1 jam untuk mengurangi kadar air secara total. sebanyak 367 gram sehingga mencapai kadar air yang diinginkan



Gambar 7. Alat Pengering Tipe Rak

Konsep Fluida pada alat pengering opak ketan memanfaatkan prinsip-prinsip mekanika fluida dan perpindahan panas untuk mengeringkan opak ketan secara efisien. Konsep fluida yang diterapkan:

1. Sirkulasi Udara Panas

Penggunaan Blower: Blower berfungsi untuk mengalirkan udara ke dalam ruangan pengering. Udara dipaksa untuk bergerak melalui elemen pemanas, udara yang masuk ke ruang pengering sudah dalam kondisi panas.

Distribusi Udara Panas: Udara panas yang dihasilkan blower disirkulasikan secara merata ke seluruh rak dalam ruang pengering. Ini memastikan bahwa seluruh permukaan opak ketan terkena aliran udara panas secara merata.

2. Perpindahan Panas Konvektif

Konveksi Paksa: Dengan bantuan blower, udara panas dipaksa untuk bergerak melewati opak ketan yang berada di rak pengering. Proses konveksi paksa ini meningkatkan efisiensi pengeringan karena udara panas yang bergerak terus-menerus akan membawa pergi uap air yang menguap dari opak ketan.

Efisiensi Pengeringan: Konveksi paksa meningkatkan laju perpindahan panas dari udara panas ke opak ketan, mempercepat pengeringan. Kecepatan aliran fluida yang dicatat sebesar 10,8 kg/s menunjukkan bahwa volume udara yang besar dapat dipanaskan dan disirkulasikan dalam sistem ini.

3. Kontrol Suhu dan Kelembaban

Sensor Suhu dan Kelembaban: Alat ini dilengkapi sensor untuk mengukur temperatur dan tingkat kelembapan di dalam ruang pengering. Sensor ini membantu dalam mengatur elemen pemanas untuk menjaga suhu pada tingkat optimal.

Mikrokontroler: Sistem kendali mikrokontroler digunakan untuk mengatur elemen pemanas dan blower berdasarkan data dari sensor. Ini memastikan bahwa suhu dan kelembaban dalam ruang pengering tetap stabil dan sesuai dengan kebutuhan pengeringan.

4. Desain Ruang Pengering

Material: Penggunaan material seperti stainless steel dan baja memastikan bahwa ruang pengering mampu menahan suhu tinggi dan korosi, serta memberikan konduktivitas termal yang baik.

Dimensi dan Kapasitas: Desain alat yang memungkinkan kapasitas 1,6 kg per rak memastikan ada cukup ruang bagi udara panas untuk bersirkulasi dan mencapai semua bagian opak ketan.

5. Efisiensi Termal

Daya Pemanas: Daya heater yang digunakan sebesar 180 watt dirancang untuk memberikan jumlah panas yang cukup untuk menguapkan air dari opak ketan tanpa membakar atau merusak produk.

Pengurangan Kadar Air: Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada suhu 50°C, alat ini Dapat mengurangi 310 gram kelembaban dalam satu jam. Total waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi kadar air yang diharapkan adalah 1 jam 18 menit, menunjukkan efisiensi alat dalam mengurangi kadar air secara cepat dan merata.

Secara keseluruhan, konsep fluida dalam alat pengering opak ketan ini mencakup penggunaan konveksi paksa untuk sirkulasi udara panas, pengaturan suhu dan kelembaban melalui sensor dan mikrokontroler, serta desain ruang pengering yang optimal untuk memastikan proses pengeringan yang efisien dan merata.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa proses pengeringan merupakan elemen kunci yang menentukan kualitas akhir produk pertanian. Penggunaan teknologi dalam pengeringan hasil pertanian menjadi semakin penting untuk meningkatkan kualitas produk. Dalam upaya ini, berbagai jenis alat pengering telah dikembangkan, mulai dari pengering tradisional hingga mesin pengering modern. Dalam proses pengeringan, beberapa prinsip fisika seperti perpindahan panas dan massa, dinamika fluida, arduino, mekanika fluida, konduksi, dan konveksi berperan penting. Dengan demikian panas efektif tertinggi terdapat pada subsistem tungku pembakaran. Alat pengering modern dirancang berdasarkan prinsip termodinamika, bertujuan untuk memastikan efisien dan perpindahan panas yang optimal. Penggunaan

alat pengering efisien dapat mengurangi pembakaran biomassa dan emisi gas rumah kaca, untuk mengatasi perubahan iklim global. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap literatur yang ada mengenai sistem pengeringan dalam agroindustri dan menjadi panduan bagi pengambil keputusan dalam memilih sistem pengering yang paling sesuai dengan kebutuhan mereka.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Gunawan, T. A. 2022. ANALISIS TEKNIK POMPA TANPA MOTOR DAN PENERAPANNYA UNTUK PENGAIRAN LAHAN SAWAH DI DESA TANJUNG PERING. *Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AVoER)*, *14*(1).

[2] Maryam, D., Setiawan, I., dan Isyanto, A. Y. 2020. Analisis Nilai Tambah Agroindustri Keripik Beledag di Desa Citeureup Kecamatan Kawali Kabupaten Ciamis. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, *7*(3), 789-796.

[3] Suwandi, A., Daulay, N., Imnur, R. H. I., Lubis, S. P. Z. L., Siregar, S. N. S., Pranata, S., & Wulandari, S. 2022. Peranan dan kendala pengembangan agroindustri di Indonesia. *Jurnal Inovasi Penelitian*, *2*(10), 3185-3192.

[4] Syska, K., dan Ropiudin, R. 2023. KARAKTERISTIK PENGERINGAN DAN MUTU HEDONIK GULA KELAPA KRISTAL MENGGUNAKAN PENGERING TIPE RAK BERPUTAR BERENERGI LIMBAH TERMAL DAN BIOMASSA. Jurnal Agritechno, 19-28.

[5] Handoyo, D. L. Y., & Pranoto, M. E. 2020. Pengaruh variasi suhu pengeringan terhadap pembuatan simplisia daun mimba (Azadirachta indica). *Jurnal Farmasi Tinctura*, *1*(2), 45-54.

[6] Sukmawaty, S., Priyati, A., Putra, G. M. D., Setiawati, D. A., dan Abdullah, S. H. 2019. Introduksi Alat Pengering Tipe Rak Berputar Sebagai Upaya Mempercepat Proses Pengeringan Hasil Petanian. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, *3*(1), 41-47.

[7] Haslinda, H. S., Ramli, R., dan Nur, M. I. 2022. PENINGKATAN TEMPERATUR UDARA MASUK RUANG PENGERING PADA ALAT PENGERING JAGUNG PELAT DATAR DENGAN PENUTUP KACA BERSUSUN. *Jurnal Tematis (Teknologi, Manufaktur dan Industri)*, *4*(1), 36-43.

[8] Ante, A. M., Elepaño, A. R., Yaptenco, K. F., dan Suministrado, D. C. 2023. Numerical modeling of the drying behavior of A dlai (Coix lacryma-jobi L.) grain.

[9] Ivanto, M., Wiranto, W., Eka, E., Syahrullah, M., Herman, H., dan Yudha, N. K. 2021. Rancang Bangun Alat Pengering Akar Kayu Bajakah Dengan Memanfaatkan Tenaga Surya (Solar Dryer) dan Kompor Biomassa. *Agroindustrial Technology Journal*, *5*(2), 27-37.

[10] Kurniawan, H., Septiyana, K. R., Adnand, M., Adriansyah, I., & Nurkayanti, H. 2020. Karakteristik Pengeringan Gula Semut Menggunakan Alat Pengering Silinder Tipe Rak. *Rona Teknik Pertanian*, *13*(2), 1-13.

[11] Alit, I. B., & Susana, I. G. B. 2020. Pengaruh kecepatan udara pada alat pengering jagung dengan mekanisme penukar kalor. Jurnal Rekayasa Mesin, 11(1), 77-84.

[12] Rahmalina, D., Suwandi, A., Edi, D. H., dan Martonggo, R. 2022. Rancang bangun alat pengering cabai skala laboratorium dengan pemanfaatan concentrated solar power. *Jurnal Asiimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Inovasi*, 105-116.

[13] Gede, I. N., Monintja, N. C., dan Luntungan, H. 2021. Perencanaan Alat Pengering Padi Kapasitas 1000 Kg/Jam Dengan Menggunakan Pemanas Sekam Padi. *Jurnal Tekno Mesin*, *7*(2).

[14] Nursafin, M., dan Kestiawan, I. M. 2022. RANCANG BANGUN MESIN PENGERING UNTUK HASIL PERTANIAN (STUDI KASUS PADA UMBI GADUNG). In *Senakama: Prosiding Seminar Nasional Karya Ilmiah Mahasiswa* (Vol. 1, No. 1, pp. 319-332).

[15] Syska, K., dan Ropiudin, R. 2020. Perpindahan Panas pada Pengering Tipe Drum Berputar pada Kondisi Tanpa Beban. Agroteknika, 3(1), 1-15.

[16] Hariri, H. 2021. Perancangan Alat Pengering Cengkeh Berkapasitas 30 kg Berbasis Arduino. Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin, 11(2), 122-128