

**ANALISIS PENGARUH HUKUM TERMODINAMIKA 3 DALAM PROSES
PENGERINGAN PADA JAGUNG MENGGUNAKAN ALAT *FLUIDIZED BED
DRYER***

Wiwik Wulandari¹, Dinda Ayu Rahmadani², Desi Tri Ambar Wati³, Kamelia Fernanda Putri⁴, Norma Widya Hanifah⁵

S-1 Pendidikan IPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, 60231, Indonesia

E-mail: wiwik.22093@mhs.unesa.ac.id, dinda.22094@mhs.unesa.ac.id,
desi22110@mhs.unesa.ac.id, norma.22114@mhs.unesa.ac.id,
kamelia.22112@mhs.unesa.ac.id

Abstract

Technology is one of the main keys in increasing the efficiency of agricultural processes in this modern era, including in the drying of agricultural products such as corn. This article discusses the relationship between the laws of thermodynamics and the use of a Fluidized Bed Dryer in the corn drying process. Corn requires effective post-harvest handling to maintain its quality. One efficient drying method is using a Fluidized Bed Dryer which works based on the principle of hot air fluidization. The drying process involves thermodynamic concepts, such as the first law which emphasizes energy balance, the second law which discusses energy quality, and the third law which relates entropy to the phase change of water to steam during corn drying. This research also compares the drying efficiency with a Fluidized Bed Dryer and natural drying using solar energy, showing that this tool is faster and more efficient in drying corn. The relationship between the solar energy utilized in this tool and thermodynamic concepts provides an insight into how technology can utilize physical principles to increase the efficiency and quality of agricultural production

Key words: *Fluidized Bed Dryer, laws of thermodynamics, Corn drying*

Abstrak

Teknologi menjadi salah satu kunci utama dalam meningkatkan efisiensi proses pertanian dalam zaman modern ini, termasuk dalam pengeringan hasil pertanian seperti jagung. Artikel ini membahas hubungan antara hukum termodinamika dengan penggunaan alat *Fluidized Bed Dryer* dalam proses pengeringan jagung. Jagung membutuhkan penanganan pasca panen yang efektif agar dapat mempertahankan kualitasnya. Metode pengeringan yang efisien adalah salah satunya menggunakan *Fluidized Bed Dryer* yang bekerja berdasarkan prinsip fluidisasi udara panas. Proses pengeringan yang dilakukan melibatkan konsep termodinamika, seperti hukum pertama yang menegaskan keseimbangan energi, hukum kedua yang membahas kualitas energi, dan hukum ketiga yang mengaitkan entropi dengan perubahan fase air menjadi uap selama pengeringan jagung. penelitian ini juga membandingkan efisiensi pengeringan dengan alat *Fluidized Bed Dryer* dan pengeringan alami menggunakan energi matahari, menunjukkan bahwa alat ini lebih cepat dan efisien dalam mengeringkan jagung. Hubungan antara energi matahari yang dimanfaatkan dalam alat ini dengan konsep-konsep termodinamika memberikan pandangan tentang bagaimana teknologi dapat memanfaatkan prinsip-prinsip fisika untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi pertanian.

Kata kunci : *Fluidized Bed Dryer, Hukum termodinamika, Pengeringan jagung.*

PENDAHULUAN

Pada era modern ini, pemanfaatan teknologi menjadi kunci utama untuk meningkatkan efisiensi

proses pertanian, termasuk dalam pengeringan hasil pertanian seperti jagung. Salah satu teknologi maju yang dimanfaatkan dalam proses ini adalah *Fluidized Bed Dryer*, yang bekerja berdasarkan prinsip fluidisasi udara panas. *Fluidized Bed Dryer* memiliki berbagai keunggulan dibandingkan dengan metode pengeringan tradisional, seperti keunggulan mengeringkan bahan baku dengan cepat dan merata, peningkatan koefisien perpindahan panas dan massa, serta pengendalian suhu dan kelembaban yang lebih baik, yang terpenting untuk menjaga kualitas bahan yang dikeringkan. Selain itu, *Fluidized Bed Dryer* mengurangi risiko kontaminasi dari jangkauan luar karena pengeringan dilakukan dalam ruang tertutup, dan juga mengurangi ketergantungan pada kondisi cuaca, memberikan fleksibilitas yang lebih besar kepada petani. Proses pengeringan *Fluidized Bed Dryer* melibatkan konsep-konsep penting dalam termodinamika, dalam cabang ilmu fisika yang mempelajari hubungan antara panas, kerja, dan energi dalam suatu sistem. Termodinamika terdiri dari beberapa hukum fundamental. Hukum pertama termodinamika menyatakan bahwa prinsip kekekalan energi, yaitu energi dalam suatu sistem tertutup adalah konstan dan dapat berubah bentuk dari satu jenis energi ke jenis lainnya. Hukum kedua termodinamika membahas entropi, yang menyatakan bahwa setiap proses alamiah cenderung meningkatkan total entropi sistem, sehingga energi menjadi kurang dapat dimanfaatkan untuk melakukan kerja. Hukum ketiga termodinamika menyatakan bahwa pada saat suhu mendekati nol mutlak, entropi sebuah sistem akan mendekati nilai minimum yang konstan.

Dalam konteks pengeringan jagung menggunakan *Fluidized Bed Dryer*, hukum ketiga termodinamika sangat relevan. Entropi menggambarkan tingkat ketidakteraturan dalam sistem, dan dalam pengeringan, entropi meningkat seiring dengan perubahan fase air dari cair menjadi uap. Saat jagung terkena panas dari *Fluidized Bed Dryer*, molekul air di dalamnya bergerak lebih cepat, meningkatkan entropi sistem. Penelitian oleh Batman et al. (2021) menunjukkan bahwa penggunaan *Fluidized Bed Dryer* dalam proses pengeringan jagung lebih efisien dibandingkan metode pengeringan alami menggunakan energi matahari. Penelitian ini membahas hukum ketiga termodinamika, tetapi prinsip peningkatan entropi sangat relevan dalam menjelaskan efisiensi pengeringan yang lebih tinggi yang dicapai oleh alat ini. *Fluidized Bed Dryer* mempercepat perpindahan panas dan massa, yang sesuai dengan prinsip-prinsip termodinamika, khususnya dalam memaksimalkan perubahan fase dan peningkatan entropi selama proses pengeringan. Dalam artikel ini, kami mendiskusikan penerapan hukum termodinamika ketiga dalam proses pengeringan jagung menggunakan alat *Fluidized Bed Dryer*, serta menganalisis bagaimana teknologi ini bekerja secara optimal dalam efisiensi dan kualitas dalam industri pertanian.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan jenis studi literatur (literature review) untuk menggambarkan hasil temuan dari berbagai artikel yang relevan. Metode literature review bertujuan untuk mengumpulkan, mengevaluasi, dan mensintesis informasi yang telah ada terkait dengan subjek penelitian, sehingga dapat memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai topik yang diteliti. Proses ini melibatkan identifikasi sumber literatur, evaluasi kualitas sumber, analisis, dan sintesis informasi, serta pengembangan kerangka teori yang menjelaskan hubungan antara hukum termodinamika dan proses pengeringan jagung menggunakan *Fluidized Bed Dryer*. Metode ini memungkinkan peneliti untuk memperoleh wawasan mendalam tentang topik penelitian tanpa melakukan eksperimen langsung, serta membantu mengidentifikasi perkembangan terbaru dalam penelitian terkait (Aryana, 2021).

PEMBAHASAN

1. Hukum Termodinamika

Termodinamika merupakan ilmu yang mempelajari energi, khususnya mengenai hubungan antara panas, kerja, entropi, dan spontanitas suatu proses. Termodinamika adalah teori utama dalam fisika yang membahas hubungan energi dalam sistem dan mempelajari besaran fisika tertentu serta perilaku zat di bawah pengaruh panas. Termodinamika memiliki beberapa peran signifikan dalam memeriksa sistem yang terlibat dalam perpindahan energi (Yolanda, 2021). Menurut (Hetharia, 2018) Energi bisa berubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya, baik itu secara alami maupun karena campur tangan manusia. Hukum Termodinamika ketiga memperkenalkan konsep entropi, yang penting untuk memahami perubahan fase air dari cair menjadi uap saat mengeringkan jagung menggunakan Fluidized Bed Dryer. Entropi menunjukkan tingkat ketidakteraturan dalam suatu sistem, dan dalam hal ini maka semakin tinggi entropi akan semakin besar perubahan fase air menjadi uap. Dalam pengeringan jagung, entropi memainkan peran kunci dalam perubahan air dari cair menjadi uap. Ketika biji jagung dipanaskan dengan Fluidized Bed Dryer, molekul air di dalamnya mulai bergerak lebih cepat, meningkatkan entropi sistem. Dengan peningkatan entropi, air dalam biji jagung berubah fase menjadi uap, sehingga mengeringkan jagung. Namun, karena proses ini berlangsung pada suhu yang jauh di atas nol mutlak, entropi sistem tidak akan pernah mencapai mutlak.

2. Alat Fluidized Bed Dryer

a. Fluidized bed dryer

Menurut (Cahyaningsih et al., 2023) *Fluidized Bed Dryer* adalah mesin pengering yang didalamnya menerapkan prinsip fluidisasi udara panas yang digunakan dengan tujuan mengeringkan bahan dengan efisien. Prinsip kerja *Fluidized Bed Dryer* yaitu dengan memanfaatkan udara yang dipanaskan menggunakan pemanas dan dialirkan pada saluran yang menuju ruang pengering berisi bahan yang akan dikeringkan, seperti jagung. udara panas ini menciptakan kondisi dimana bahan dalam ruang pengering terangkat dan tercampur dengan efektif oleh aliran udara yang bergerak. Proses fluidisasi ini meningkatkan koefisien perpindahan panas antara udara panas dan bahan, sehingga memungkinkan pengeringan terjadi lebih cepat dan merata. Penggunaan alat tersebut memungkinkan proses pengeringan jagung menjadi lebih optimal, menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi dan kualitas yang lebih baik. Teknologi dapat meningkatkan efisiensi dalam industri pertanian dengan menerapkan prinsip-prinsip fisika untuk mempercepat perpindahan panas dan massa antara udara panas dan bahan yang sedang dikeringkan.

b. Prinsip Kerja Alat

Pengering fluidisasi (*fluidized bed dryer*) adalah alat pengering yang bekerja berdasarkan prinsip fluidisasi. Prinsip kerja mesin ini melibatkan hembusan udara panas oleh kipas peniup (blower) melalui saluran menuju bak pengering. Dengan metode ini, bahan yang dikeringkan akan tercampur secara merata, meningkatkan koefisien perpindahan panas, dan mengakibatkan proses pengeringan menjadi lebih cepat. Namun, jika udara dibiarkan keluar melalui lapisan bahan bubuk padat dengan kecepatan yang lebih tinggi daripada laju pengendapan partikel, partikel padat dapat pecah dan terbawa dalam aliran udara. Pada titik ini, lapisan padat menyerupai cairan yang sedang mendidih, sehingga fase ini disebut sebagai terfluidisasi. Pemanfaatan udara panas untuk proses fluidisasi akan meningkatkan kecepatan pengeringan material. Alat ini memiliki ruang berbahan baja tahan karat yang dilengkapi dengan mangkuk yang dapat dilepas di bagian bawahnya. Bahan yang akan dikeringkan dimasukkan ke dalam mangkuk tersebut. Udara dimasukkan ke dalam mangkuk dari bagian bawahnya dan dipanaskan hingga mencapai suhu yang diinginkan oleh pemanas. Udara tersebut kemudian disaring melalui filter sebelum melintasi lapisan material. Aliran udara dibuat oleh kipas yang terpasang di

bagian atas peralatan. Pengaturan laju aliran dan suhu operasional dilakukan melalui panel kontrol. Ketika aliran udara meningkat, lapisan yang disebut sebagai kantong akan mengembang dan partikel-partikel bubuk akan mulai bergerak secara turbulen. Melalui kontak yang berkelanjutan dengan udara, bahan menjadi kering. Udara yang keluar dari perangkat akan melewati filter untuk menangkap partikel halus dari material tersebut (Cahyaningsih et al., 2023).

3. Optimalisasi Proses Pengeringan

a. Faktor yang mempengaruhi proses pengeringan

Terdapat dua faktor yang mempengaruhi proses pengeringan, yaitu faktor yang berkaitan dengan udara pengering dan faktor yang berkaitan dengan sifat-sifat bahan yang dikeringkan. Faktor suhu, kecepatan aliran, dan kelembaban udara merupakan faktor yang terkait dengan udara pengering. Sementara itu, faktor ukuran partikel, kadar air awal, dan tekanan parsial di dalam bahan merupakan faktor yang berkaitan dengan karakteristik bahan. Kadar kelembaban udara mempengaruhi transisi uap air. Pada tingkat kelembaban udara yang tinggi, perbedaan tekanan uap air di dalam dan di luar bahan menjadi minimal, sehingga mengurangi laju pengeluaran uap air dari bahan ke lingkungan sekitar (Cahyaningsih et al., 2023). Pengaturan suhu dan durasi pengeringan dilakukan dengan mengontrol kotak alat pengering menggunakan alat pemanas, seperti aliran udara panas atau pemanas lainnya. Suhu pengeringan akan berdampak pada kelembaban udara di dalam perangkat pengering dan kecepatan pengeringan untuk bahan yang sedang diproses. Pada kondisi kelembaban udara yang tinggi, laju penguapan air dari bahan akan berlangsung lebih lambat daripada pada keadaan kelembaban yang rendah. Faktor ini memiliki dampak yang signifikan dalam proses pengeringan jagung. Variasi dalam kelembaban udara, suhu lingkungan, dan karakteristik jagung dapat mempengaruhi efisiensi keseluruhan dari proses pengeringan.

b. Perbandingan Proses Pengeringan Dengan Alat Fluidized Bed Dryer dengan Energi Matahari

Prinsip pengeringan adalah untuk mengurangi kadar air dalam bahan hingga mencapai tingkat yang aman untuk proses pengolahan atau penyimpanan. Menurut ketentuan standar SNI 01-4483-1998 mengenai jagung sebagai bahan baku pakan, jagung harus memiliki kadar air tidak lebih dari 14%. Pengeringan adalah satu-satunya metode untuk mengurangi kadar air jagung hingga memenuhi standar yang ditetapkan, menjadikannya bagian krusial dalam produksi jagung berkualitas. Menurut Batman, L. P., Sariwahyuni, & Passaribu, M. (2021). Rata-rata, biji jagung yang tersedia di pasaran masih memiliki kadar air yang tinggi, sehingga tidak memenuhi syarat untuk diekspor ke luar negeri atau disimpan dalam jangka waktu yang lama, terutama untuk kebutuhan industri yang memperbolehkan kadar air maksimal 14%. Menentukan kadar air dalam suatu bahan sangat dibutuhkan dalam berbagai bidang, khususnya dalam bidang pertanian. Kualitas jagung sangat bergantung pada kadar airnya, semakin tinggi kadar air pada jagung, akan semakin rendah mutunya. Kadar air jagung yang tinggi bisa menyebabkan kerusakan pada jagung. Menurut Batman, L. P., Sariwahyuni, & Passaribu, M. (2021) petani di Pohuwato hanya mengeringkan jagung tanpa memeriksa kadar airnya sebelum dan sesudah proses pengeringan, yang berdampak pada kualitas jagung yang dihasilkan.

Berdasarkan cepat lambatnya pengeringan biji jagung lebih efisien menggunakan mesin fluidized bed dryer daripada matahari. Hal ini dikarenakan ketika jagung yang dipanen dari kebun setelah dikupas dan dipisahkan dari batangnya perlu melakukan proses pengeringan. Orang zaman dahulu membutuhkan waktu lama dari 3-4 hari untuk mengeringkan jagung. Belum lagi proses pemisahan jagung dari batangnya yang

memakan waktu juga begitu lama (Batman et al., 2021). Dari proses tersebut dibuatlah mesin terbaru untuk meringankan sedikit pekerjaan para petani yaitu dengan menggunakan alat *fluidized bed dryer* yang tidak membutuhkan waktu lama untuk mengeringkan jagung. Hal ini dapat disimpulkan bahwa dengan adanya teknologi baru dapat mempercepat pekerjaan masyarakat dengan hasil yang memuaskan pula. Selain itu ketika kita menggunakan alat tersebut tidak beresiko untuk kehilangan biji jagung yang dimakan hewan seperti ayam jika dipanaskan dibawah terik matahari. Hal ini terdapat pula hubungan antara energi matahari yang ada pada alat *fluidized bed dryer* dengan hukum termodinamika yang akan dibahas.

4. Hubungan Antara Hukum Termodinamika dengan Alat *Fluidized Bed Dryer* Hubungan antara hukum termodinamika ketiga dengan alat *Fluidized Bed Dryer*, adalah pada prinsip kerja *Fluidized Bed Dryer* yang mempengaruhi perubahan entropi dalam sistem pengeringan. Prinsip pada alat *Fluidized Bed Dryer* mempercepat proses pengeringan dengan meningkatkan efisiensi transfer panas dan massa antara bahan dan udara. Hukum termodinamika ketiga menyatakan bahwa dalam sistem tertutup, entropi akan meningkat atau tetap konstan. Ketika udara panas disemprotkan ke dalam *Fluidized Bed Dryer*, terjadi interaksi antara udara panas dan bahan yang dikeringkan. Pada titik ini, terjadi penyerapan energi panas oleh bahan yang mengakibatkan penguapan air dari permukaan bahan. Proses penguapan ini meningkatkan kekacauan dalam sistem karena terjadi perubahan fasa dari cair menjadi gas, sehingga meningkatkan entropi sistem. Udara panas yang telah memberikan energi panas pada bahan yang dikeringkan, keluar dari *Fluidized Bed Dryer* dengan entropi yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan udara panas kehilangan sebagian energinya dalam proses penguapan air dari bahan. Meskipun udara panas masih memiliki entropi yang tinggi dalam konteks sistem yang lebih luas, namun terjadi penurunan entropi dalam sistem *Fluidized Bed Dryer* secara lokal. Dalam proses pengeringan, tujuan utamanya adalah mencapai kecepatan pengeringan yang optimal, sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan perpindahan panas dan massa. Perpindahan massa yang dimaksud adalah proses keluarnya air dari bahan yang sedang dikeringkan selama proses pengeringan (Amdana, 2021). Sehingga penggunaan *Fluidized Bed Dryer* dalam proses pengeringan jagung menciptakan lingkungan di mana terjadi perubahan entropi dalam sistem, sesuai dengan hukum termodinamika ketiga.

PENUTUP

Kesimpulan

Fluidized Bed Dryer merupakan alat yang digunakan dalam proses pengeringan jagung memiliki hubungan yang erat dengan prinsip-prinsip hukum termodinamika. Penggunaan alat ini memanfaatkan prinsip fluidisasi udara panas untuk meningkatkan efisiensi pengeringan dengan cara mempercepat transfer panas dan massa antara bahan dan udara. Penggunaan alat *Fluidized Bed Dryer* lebih cepat daripada pengeringan alami menggunakan energi matahari, terutama dalam menghasilkan jagung dengan kadar air yang sesuai standar kualitas. Penggunaan alat *Fluidized Bed Dryer* juga mengikuti prinsip-prinsip hukum termodinamika, seperti hukum pertama yang menegaskan keseimbangan energi, hukum kedua yang membahas kualitas energi, dan hukum ketiga yang mengaitkan entropi dengan perubahan fase air menjadi uap selama proses pengeringan jagung. Prinsip-prinsip ini memberikan pemahaman lebih dalam tentang teknologi dapat dimanfaatkan dalam konsep konsep fisika untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi pertanian.

Ucapan Terimakasih

Dengan terselesaikannya artikel ini, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penulisan artikel ini. terimakasih kepada Allah SWT yang telah memberi nikmat berupa kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan artikel ini. Kemudian juga ucapan terimakasih kepada Dr. Sapti Puspitarini, S.si.,M.Si. selaku dosen pembimbing atas arahan dan masukan dalam artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amdana, M. R. (2021). Analisis Laju Aliran Udara Panas Pada Alat Pengering Produk Perkebunan Kopi. Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area, 1–67.
- Aryana, S. (2021). Studi Literatur: Analisis Penerapan dan Pengembangan Penilaian Autentik Kurikulum 2013 pada Jurnal Nasional dan Internasional. In Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (PROSNAMPAS) (Vol. 4, No. 1, pp. 368-374).
- Batman, L. P., & Passaribu, M. (2021). Pengaruh waktu pengeringan jagung (*Zea mays*) terhadap berat, laju penurunan kadar air dan kontaminasi jamur. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI) VII*, 362-366.
- Cahyaningsih, U., Muhandri, T., & Nugraha, A. (2023). Pendampingan Pengeringan Tanaman Obat dengan Tipe Fluidized Bed Dryer untuk Usaha Mikro, Kecil dan Menengah di Kota Bogor. *Agrokreatif: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, 9(2), 242-247. <https://doi.org/10.29244/agrokreatif.9.2.242-247>
- Hetharia, M. (2018). Analisis Energi Pada Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan Cycle Tempo. *Jurnal Voering*, 3(1), 1-8.
- Yolanda, Y. (2021). Pengembangan Modul Ajar Fisika Termodinamika Berbasis Kontekstual. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 1(3), 80-95