JURNAL METAL

VOLUME 1 NOMOR 2 TAHUN 2023

p-ISSN 2988-2206, e-ISSN 2988-2214 artikel 1, hal 01-08, Desember 2023

ANALYSIS OF VARIATION IN HEAT CONDUCTING PIPE POSITION AND AIR VELOCITY ON DRYING RATE, MOISTURE CONTENT AND DRYING EFFICIENCY OF TAPIOCA CRACKERS

Amriadi[1], Mietra Anggara[2]

[1,2]Program Studi Teknik Mesin-Fakultas Rekaya Sistem-Universitas Teknologi Sumbawa

Email: abangam31@gmail.com,amriadisbw@gmail.com,mitra anggara@uts.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima:
27 Juli 2023

Naskah Disetujui:
22 September 2023

Naskah Diterbitkan:
30 Desember 2023

ABSTRACT

One of the essential processes in the production of krupuk (crackers) is the drying process, commonly carried out using traditional sun-drying methods. Effective drying necessitates even heat distribution, which can be challenging to achieve with direct sun drying due to weather fluctuations. However, with technological advancements, natural drying methods have been improved to enhance drying efficiency. Moreover, the development of drying equipment has shifted from natural drying to forced drying using the principle of fluidization. Experimental testing of the heat pipe position and air velocity can be conducted to understand the heat distribution during the drying process. The objective of this research is to investigate the variation of heat pipe positions and air velocities' influence on the drying rate, moisture content, and drying efficiency of krupuk. The study involves three research variables: Independent Variables: a. Designing the heat pipe in a vertical position. b. Designing the heat pipe in a horizontal position. Air Velocity: a. Air velocity of 2 m/s. b. Air velocity of 1.5 m/s. c. Air velocity of 1 m/s. Based on the comparison of values from the two positions, it was found that the vertical heat pipe resulted in the best drying rate of 1.65 g/minute, while the horizontal heat pipe yielded 1.67 g/minute. Regarding moisture content, the vertical heat pipe had a value of 3.6%, while the horizontal pipe had 2.6%. For the best efficiency, the vertical heat pipe achieved 1.9%, and the horizontal pipe achieved 2%. It can be concluded that the drying rate and moisture reduction significantly affect the efficiency of the kerupuk drying machine. The higher the quantity of material dried, the higher the efficiency achieved with the same fuel.

Keywords: *drying rate, moisture content of crackers and drying efficiency*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini sangat mencengangkan. Ini mendorong kemampuan kita untuk mulai menciptakan teknologi baru. Ada teknologi yang diadaptasi dari yang sudah ada, dan teknologi yang belum ada sebelumnya, dan sebagian besar teknologi yang sedang dikembangkan saat ini adalah teknologi retrofit. Peralatan yang tadinya tidak berfungsi optimal dimodifikasi agar berfungsi sebaik mungkin. Salah satu proses dalam pembuatan kerupuk adalah proses pengeringan, proses pengeringan yang masih dilakukan kebayakan orang yaitu penjemuran tradisional dan penggunaan cahaya matahari. Pengeringan yang baik membutuhkan panas yang merata, tidak terlalu banyak dengan cepat agar tidak terbentuk retakan dan kadar air menjadi stabil. Penjemuran langsung di bawah sinar matahari sulit untuk memenuhi kebutuhan,hal ini karena sulit mengontrol intensitas panas matahari. Masalah terbesar

p-ISSN 2988-2206, e-ISSN 2988-2214 artikel 1, hal 01-08, Desember 2023

menggunakan pengeringan matahari adalah perubahan cuaca.(Rahmat M., dkk., 2019) [1].

Gambar 1. Penjemuran Kerupuk Konvensioanal

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rahayu (2012), dilakukan rancang bangun mesin pengering RH (Relative Humidity) rendah dengan sistem dehumidifier. Dimensi ruang pengering dari mesin tersebut adalah 1 meter, dengan tinggi 1 meter, dan lebar 0,5 meter tanpa ada rak di dalam ruang pengering. Pada penelitian tersebut, dilakukan pengujian tanpa menggunakan bahan. Variasi yang digunakan dalam pengujian adalah debit udara dan suhu pemanasan. debit udara divariasikan dengan cara membuka pintu masuk udara sebesar 0 (tidak dibuka), ¼, ½. ¾, dan 1 (dibuka penuh) serta suhu pemanasan 25, 30, dan 35°C. Analisa yang dicari pada pengujian tersebut adalah untuk menghasilkan nilai RH terendah di dalam ruang pengering. Pada penelitian yang dilakukan, nilai RH terendah yang diperoleh sebesar 36,6% dengan suhu bola kering sebesar 36°C. Nilai RH terendah tersebut pada perlakuan bukaan debit udara 0,014 m3 /s dengan suhu pemanasan 35°C. Penelitian tersebut menunjukan, semakin rendah debit udara, maka nilai RH semakin rendah. Sedangkan semakin tinggi suhu pemanasan, maka RH semakin rendah[2].

Namun dengan perkembangan teknologi, pengeringan alami telah diperbaiki untuk meningkatkan kinerja pengeringan. Selanjutnya dengan berkembangnya teknologi, perkembangan alat pengering berubah dari pengeringan alami menjadi pengeringan paksa atau pengering dengan prinsip fluidisasi. Prinsip kerja dari fluidized system dryer adalah dengan meniupkan udara panas melalui saluran diatas barel pengering melalui blower, memiliki beberapa keuntungan yaitu tidak terpengaruh oleh cuaca, kapasitas pengeringan dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan, dan kondisi pengeringan dapat dikontrol. Salah satu kendala yang dihadapi masyarakat dalam menerapkan pengeringan buatan adalah kurangnya efisiensi energi yang diperlukan untuk melakukannya (Taufiq,2004). Plat penyerap merupakan salah satu logam suatu alat yang di rancang untuk menyerap panas dari sumber panas seperti matahari dan dari kompor[3].

Konsumsi energi spesifik menunjukkan besarnya jumlah energi yang digunakan untuk menghasilkan produk. Dengan menggunakan energi yang diberikan oleh M. Evit Kurniawan dkk 2020, satu pengumpul dapat mengeringkan 2,2 kg biskuit dengan kadar air hingga 50%, membutuhkan penyinaran selama 18 jam. Secara umum alat dengan nilai konsumsi energi yang rendah dapat dikatakan sebagai alat dengan kinerja yang relatif baik[4]. Hal ini sesuai dengan penelitian Aisyah, pada tahun 2015 dihitung nilai konsumsi energi spesifik kerupuk kering dengan menggunakan energi surya fotovoltaik sebesar 2.842,105 kJ/kg, dan energi suplai berupa kolektor panas sebesar 6.380,297 kJ/kg[5]. Proses pengeringan biasanya terdiri dari dua fase utama, fase laju pengeringan konstan dan fase laju pengeringan menurun (Henderson & Perry 1976). Kadar air di mana laju pengeringan berubah dari laju pengeringan konstan ke laju pengeringan menurun disebut titik kritis. Proses pengeringan dengan laju tetap untuk mengeringkan produk biologis dengan kadar air lebih dari 70% pada basis basah. Penurunan laju pengeringan meliputi dua proses, yaitu perpindahan uap air dari bagian dalam material ke permukaan dan perpindahan uap air dari permukaan material ke udara sekitarnya. Semakin besar luas permukaan yang dikeringkan, semakin besar perbedaan antara tekanan uap air permukaan dan udara, dan semakin cepat kecepatannya. (Nurba, 2008) [6]. SNI (SNI 01-4307-1996), 01-3551-1994 tentang " kerupuk udang" dan SNI 01-2971 – 1994 tentang "Kerupuk ikan" menetapkan bahwa kadar air kering tidakboleh lebih dari 10 %.SNI juga menetapkan batasan kadar air jenis kerupuk lainnya,misalnya untuk kerupuk singkong tidak boleh lebih dari 8% dan untuk kerupuk kulit tiak boleh dari 12%.Kadar air pada kerupuk nasi sebelum pengeringsn dapat bervariasi tergantung pada bahan baku yang digunakan dan proses pembuatannya.kadar air untuk kerupuk maksimal sebesar 12%. Kadar air pada kerupuk nasi sebelum pengeringan dapat bervariasi tergantung pada bahan baku yang digunakan dan proses pembuatannya. Namun, secara umum, kadar air pada kerupuk nasi segar sebelum pengeringan dapat mencapai sekitar 30-40% (Fathoni, et al., 2019) [9]. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju pengeringan,kadar air kerupuk dan efisisensi terhadap pengeringan kerupuk tapioca.

METODE PENELITIAN

Penentuan variabel penelitian ini, terbagi atas:

1. Mesin pengering
2. Stopwatch
3. Blower
4. Timbangan digital

p-ISSN 2988-2206, e-ISSN 2988-2214 artikel 1, hal 01-08, Desember 2023

Bahan Penelitian

1. Kerupuk
2. Pipa 3/4 inch

Variabel Penelitian

Pada penelitian terdapat 3 variabel penelitian yang di gunakan, yaitu:

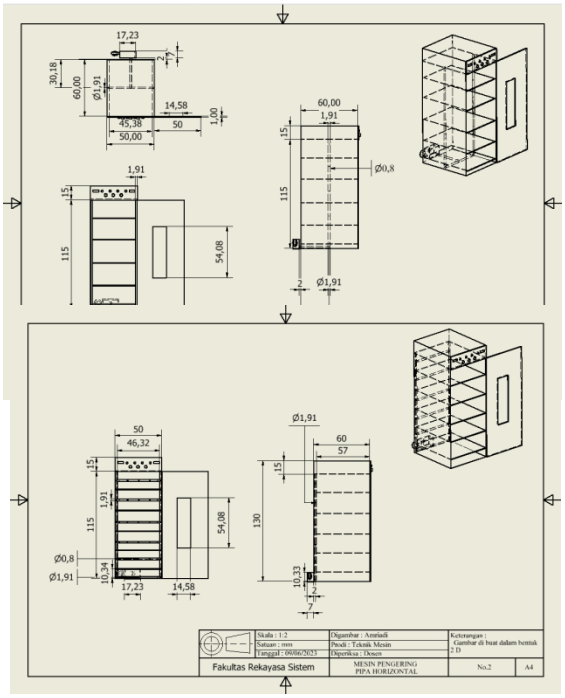
a) Variabel bebas
   1. Posisi pipa
      - Perancangan posisi pipa Vertikal
      - Perancangan posisi pipa horizontal
   2. Kecepatan udara
      - 2 m/s
      - 1,5 m/s
      - 1 m/s

b) Variabel terkontrol.
   - Waktu pengeringan 180 menit
   - Temperatur 60°C

c) Variabel terikat.
   - Laju pengeringan (g/menit)
   - Kadar air (%)
   - Efesiensi Pengeringan kerupuk (%)

Bahan dan Alat

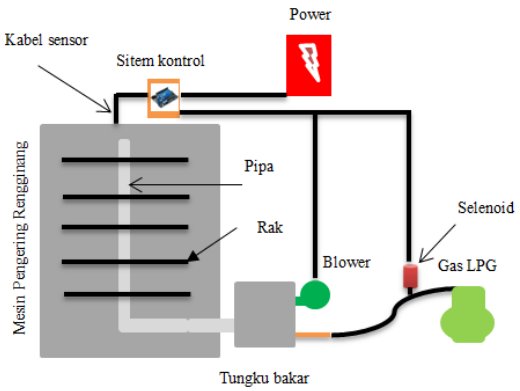
Bahan yang digunakan adalah pipa ¾ inch dan kerupuk tapioka dengan proses pembuatan spesimen sebagai berikut:



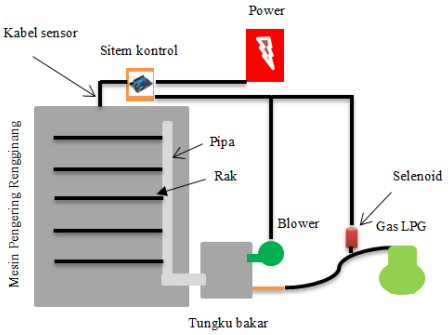
Gambar 2. Desain 2D Dan 3D Posisi Pipa Vertical

Gambar 3. Desain 2D Dan 3D Posisi Pipa Horizontal

Skema Penelitian



Gambar 4. Skema Penelitian Posisi Pipa Vertikal



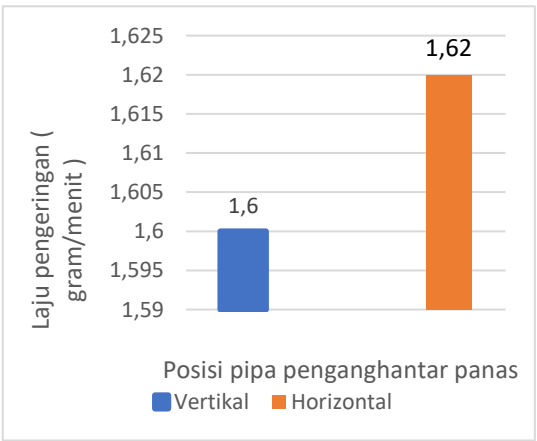
Gambar 5. Skema Penelitian Posisi Pipa Horizontal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh variasi posisi pipa penghantar panas dan kecepatan udara terhadap laju pengeringan kerupuk tapioka

- **Pengaruh variasi posisi pipa penghantar panas terhadap laju pengeringan kerupuk tapioca**

1. Pada kecepatan udara 1 m/s



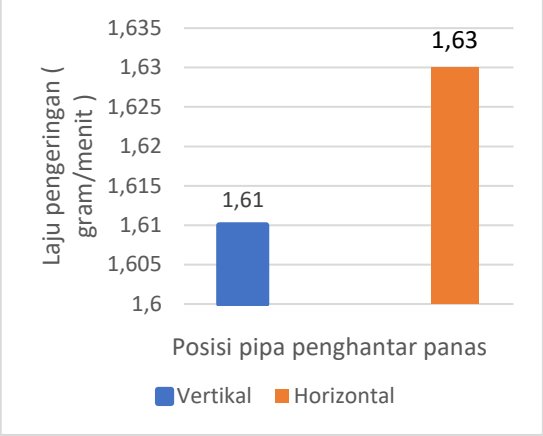
Gambar 6.A. Grafik Posisi Pipa Vs Laju Pengeringan

Dari gambar 6.A di atas pada posisi pipa vertikal nilai laju pengeringan nya sebesar 1.6 g/menit

p-ISSN 2988-2206, e-ISSN 2988-2214 artikel 1, hal 01-08, Desember 2023

dan nilainya naik pada posisi pipa horizontal sebesar 1.62 g/menit.

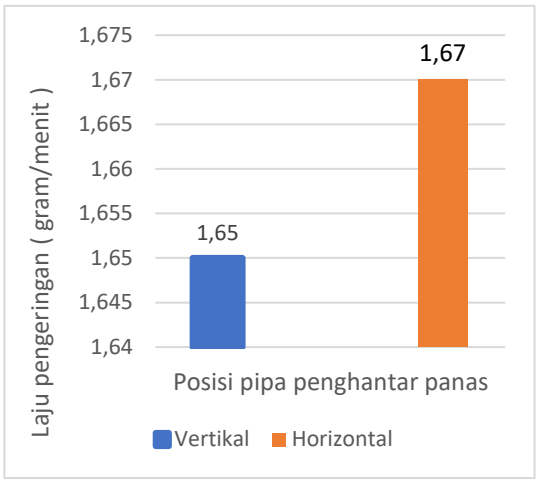
2. Pada kecepatan udara 1.5 m/s



Gambar 6.B. Grafik Posisi Pipa Vs Laju Pengeringan

Dari gambar 6.B di atas pada posisi pipa vertikal nilai laju pengeringan nya sebesar 1.61 g/menit dan nilainya naik pada posisi pipa horizontal sebesar 1.63 g/menit.

3. Pada kecepatan udara 2 m/s

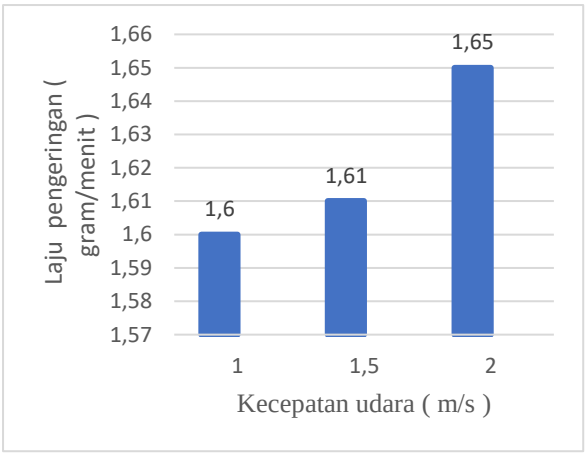


Gambar 6.C. Grafik Posisi Pipa Vs Laju Pengeringan

Dari ketiga gambar (6.A;B;C) posisi pipa vs laju pengeringan di atas terlihat nilai laju pengeringan pada posisi pipa horizontal lebih besar dibandingkan dengan posisi pipa vertikal di karenakan distribusi panas yang tidak merata pada posisi vertikal dan hanya mengeluarkan kalor panas tidak langsung ke bahan sedangkan di posisi horizontal nilai laju pengeringannya lebih besar karena distribusi panas yang di hasilkan merata dan kalor panas yang di hasilkan pipa horizontal langsung kearah bahan yang di keringkan.

Pengaruh variasi kecepatan udara terhadap laju pengeringan kerupuk tapioca

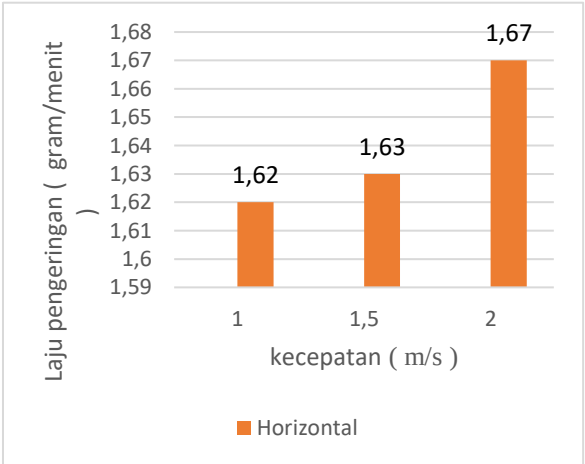
1. Pipa penghantar panas vertikal



Gambar 6.D. Grafik Kecepatan Udara Vs Laju Pengeringan

Dari gambar 6.D di atas pada kecepatan 1 m/s menghasilkan pipa vertikal nilai laju pengeringan nya sebesar 1.6 g/menit dan nilainya naik pada pipa horizontal sebesar 1.62 g/menit dilanjutkan dengan kecepatan 1.5 m/s menghasilkan pipa vertikal nilai laju pengeringan nya sebesar 1.61 g/menit dan naik pada pipa horizontal sebesar 1.63 g/menit dan pada kecepatan 2 m/s pipa vertikal menghasilkan nilai laju pengeringannya sebesar 1.65 g/menit untuk pipa horizontal menghasilkan nilai laju pengeringannya sebesar 1.67 g/menit.

2. Pipa penghantar panas horizontal



p-ISSN 2988-2206, e-ISSN 2988-2214 artikel 1, hal 01-08, Desember 2023

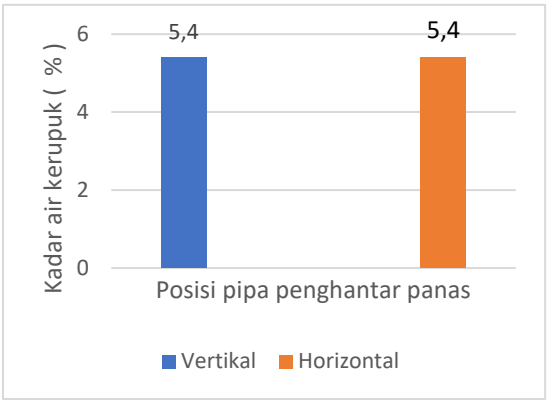
Gambar 6.E. Grafik Kecepatan Vs Laju Pengeringan

Dari gambar 6.E di atas pada kecepatan 1 m/s menghasilkan pipa horizontal nilai laju pengeringan nya sebesar 1.62 g/menit dan nilainya turun pada pipa vertikal sebesar 1.6 g/menit dilanjutkan dengan kecepatan 1.5 m/s menghasilkan pipa horizontal nilai laju pengeringan nya sebesar 1.63 g/menit dan nilainya turun pada pipa vertikal sebesar 1.61 g/menit dan pada kecepatan 2 m/s pipa horizontal menghasilkan nilai laju pengeringannya sebesar 1.67 g/menit untuk pipa vertikal menghasilkan nilai laju pengeringannya sebesar 1.65 g/menit.

Pengaruh variasi posisi pipa penghantar panas terhadap kadar air kerupuk tapioka

- **Pengaruh variasi posisi pipa penghantar panas terhadap kadar air kerupuk.**

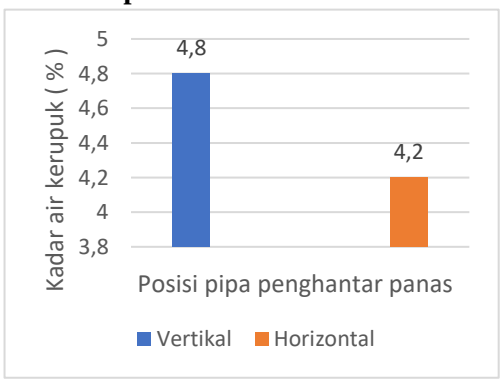
1. Pada kecepatan udara 1 m/s



Gambar 7.A. Grafik Posisi Pipa Vs Kadar Air Kerupuk

Dari gambar 7.A di atas pada posisi pipa vertikal kadar air kerupuk nya menghasilkan sebesar 5,4 % dan nilainya sama pada posisi pipa horizontal menghasilkan sebesar 5.4 %.

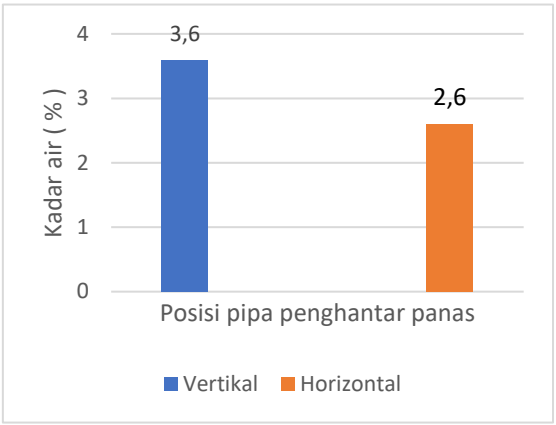
2. Pada kecepatan udara 1.5 m/s



Gambar 7.B. Grafik Posisi Pipa Vs Kadar Air Kerupuk

Dari gambar 7.B di atas pada posisi pipa vertikal kadar air kerupuk nya menghasilkan sebesar 4.8 % dan nilainya turun pada posisi pipa horizontal menghasilkan sebesar 4.2 %.

3. Kecepatan udara 2 m/s



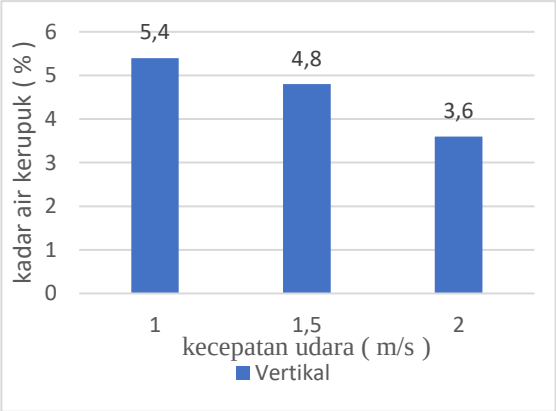
Gambar 7.C. Grafik Posisi Pipa Vs Kadar Air Kerupuk

Dari ketiga gambar (7.A;B;C) posisi pipa vs kadar air kerupuk di atas terlihat nilai kada air pada kerupuk pada posisi pipa horizontal lebih kecil dibandingkan dengan posisi pipa vertikal di karenakan distribusi panas yang tidak merata pada posisi vertikal dan hanya mengeluarkan kalor panas tidak langsung ke bahan sedangkan di posisi horizontal nilai kadar airnya lebih kecil karena distribusi panas yang di hasilkan merata dan kalor panas yang di hasilkan pipa horizontal langsung kearah bahan yang di keringkan semakin rendah kadar air kerupuk maka kualitas kerupuk semakin bagus.

Pengaruh kecepatan udara penghantar panas terhadap kadar air kerupuk.

p-ISSN 2988-2206, e-ISSN 2988-2214 artikel 1, hal 01-08, Desember 2023

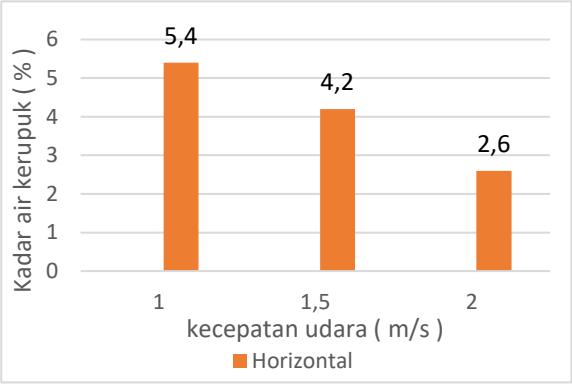
1. Pipa penghantar panas vertikal



Gambar 7.D. Grafik Kecepatan Udara Vs Kadar Air Kerupuk

Dari gambar 7.D di atas pada kecepatan 1 m/s menghasilkan pipa vertikal nilai kadar air kerupuk nya sebesar 5.4 % dan nilainya sama pada pipa horizontal sebesar 5.4 % dilanjutkan dengan kecepatan 1.5 m/s menghasilkan pipa vertikal nilai kadar air kerupuknya sebesar 4.8 % dan turun nilainya pada pipa horizontal sebesar 4.2 % dan pada kecepatan 2 m/s pipa vertikal menghasilkan nilai kadar air kerupuknya sebesar 3,6 % untuk pipa horizontal menghasilkan nilai kadar air kerupuknya sebesar 2.6 %.

2. Pipa penghantar panas horizontal



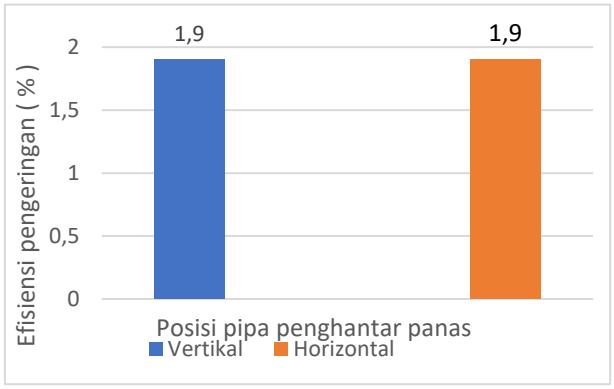
Gambar 7.E. Grafik Kecepatan Udara Vs Kadar Air Kerupuk

Dari gambar 7.E di atas pada kecepatan 1 m/s menghasilkan pipa horizontal nilai kadar air kerupuk nya sebesar 5.4 % dan nilainya sama pada pipa vertikal sebesar 5.4 % dilanjutkan dengan kecepatan 1.5 m/s menghasilkan pipa horizontal nilai kadar air kerupuknya sebesar 4.2 % dan nilainya naik pada pipa vertikal sebesar 4.8 % dan pada kecepatan 2 m/s pipa horizontal menghasilkan nilai kadar air kerupuknya sebesar 2.6 % untuk pipa vertikal menghasilkan nilai kadar air kerupuknya sebesar 3.6 %. maka dapat disimpulkan bahwa penurunan kadar air pada bahan sangat berpengaruh terhadap distribusi panas dan jumlah lubang ke ruang pengering dengan energi kalor yang di hasilkan lebih banyak semakin rendah kadar air maka semakin bagus kualitas kerupuk.

Pengaruh variasi posisi pipa penghantar panas dan kecepatan udara terhadap Efisiensi pengeringan kerupuk tapioka

- **Pengaruh variasi posisi pipa penghantar panas terhadap efisiensi pengeringan kerupuk.**

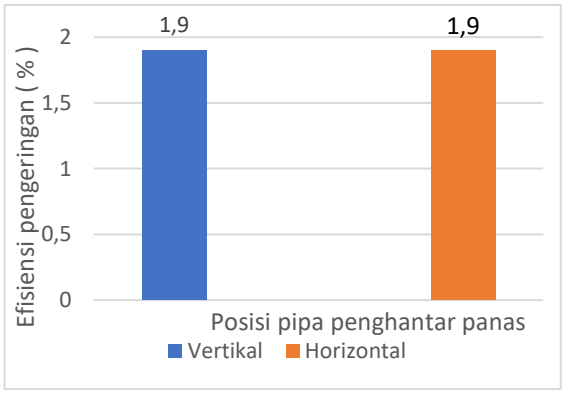
1. **Kecepatan udara 1 m/s**



Gambar 8.A. Grafik Posisi Pipa Vs Efisiensi Pengeringan

Dari gambar 8.A di atas pada posisi pipa vertikal efisiensi nya menghasilkan sebesar 1.9 % dan nilainya sama pada posisi pipa horizontal efisiensinya menghasilkan sebesar 1.9 %.

2. **kecepatan udara 1.5 m/s**

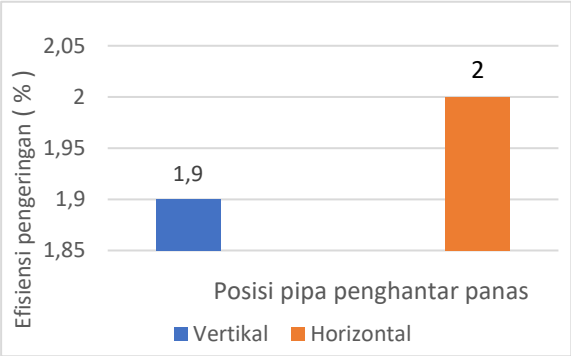


Gambar 8.B. Gambar Posisi Pipa Vs Efisiensi Pengeringan

Dari grafik di atas pada posisi pipa vertikal efisiensi nya menghasilkan sebesar 1.9 % dan nilainya sama pada posisi pipa horizontal efisiensinya menghasilkan sebesar 1.9 %.

p-ISSN 2988-2206, e-ISSN 2988-2214 artikel 1, hal 01-08, Desember 2023

3. Kecepatan udara 2 m/s

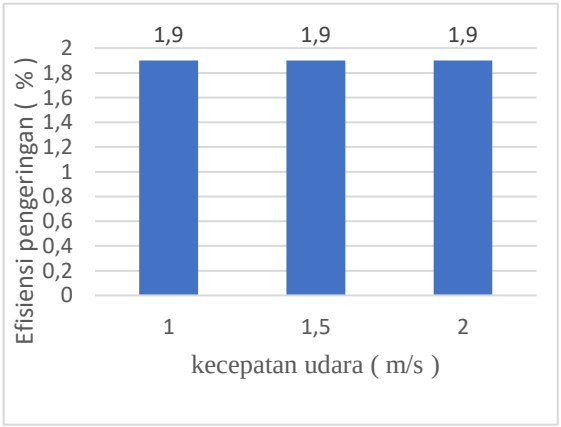


Gambar 8.C. Grafik Posisi Pipa Vs Efisiensi Pengeringan

Dari gambar 8.C di atas pada kecepatan 1 m/s menghasilkan pipa vertikal nilai efisiensi pengeringan nya sebesar 1,9 % dan nilainya sama pada pipa horizontal sebesar 1,9 % dilanjutkan dengan kecepatan 1.5 m/s menghasilkan pipa vertikal nilai efisiensi penegeringannya sebesar 1.9 % dan untuk nilai efisiensi pada pipa horizontal sebesar 1.9 % dan pada kecepatan 2 m/s pipa vertikal menghasilkan nilai efisiensi pengeringannya sebesar 1.9 % untuk pipa horizontal nilai efeisiensi pengeringannya naik dan menghasilkan sebesar 2 % maka efisisensi mesin pengering sangat berpengaruh terhadap energi kalor yang didistribusikan keruang pengering semakin banyak lubang ke ruang pengering maka efeisien mesin pengering lebih tinggi maka akan mempercepat laju pengeringan dan penurunan kadar air pada bahan kerupuk tapioka di karenakan energi kalor pembakaran lebih banyak.

Pengaruh variasi kecepatan udara terhadap efisiensi pengeringan kerupuk.

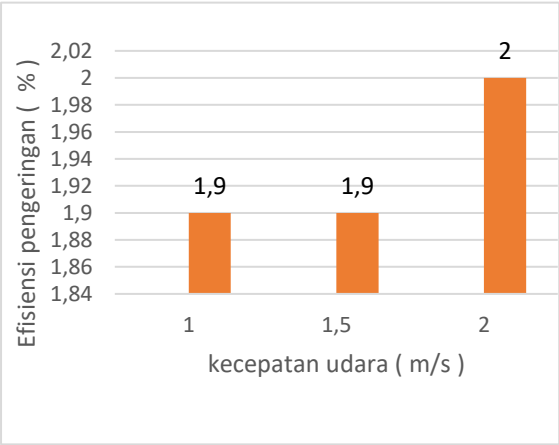
1. Pipa penghantar panas vertikal



Gambar 8.D. Grafik Kecepatan Udara Vs Efisiensi Pengeringan

Dari gambar 8.D di atas pada kecepatan 1 m/s menghasilkan pipa vertikal nilai efisiensi pengeringan nya sebesar 1,9 % dan nilainya sama pada pipa horizontal sebesar 1,9 % dilanjutkan dengan kecepatan 1.5 m/s menghasilkan pipa vertikal nilai efisiensi penegeringannya sebesar 1.9 % dan untuk nilai efisiensi pada pipa horizontal sebesar 1.9 % dan pada kecepatan 2 m/s pipa vertikal menghasilkan enilai efisiensi pengeringannya sebesar 1.9 % untuk pipa horizontal nilai efeisiensi pengeringannya naik dan menghasilkan sebesar 2. %.

2. Pipa penghantar panas horizontal



Gambar 8.E. Grafik Kecepatan Udara Vs Efisiensi Pengeringan

Dari gambar 8.E di atas pada kecepatan 1 m/s menghasilkan pipa horizontal nilai efisiensi pengeringan nya sebesar 1,9 % dan nilainya sama pada pipa vertikal sebesar 1,9 % dilanjutkan dengan kecepatan 1.5 m/s menghasilkan pipa horizontal nilai efisiensi penegeringannya sebesar 1.9 % dan untuk nilai efisiensi pada pipa Vertikal sebesar 1.9 % dan pada kecepatan 2 m/s pipa horizontal menghasilkan enilai efisiensi pengeringannya sebesar 2 % untuk pipa vertikal nilai efeisiensi pengeringannya turun dan menghasilkan nilai sebesar 1.9 %. maka dapat disimpulkan bahwa laju pengeringan dan penurunan kadar air pada bahan sangat berpengaruh terhadap efisiensi mesin pengering kerupuk semakin banyak banyak bahan yang di keringkan makan efisiensi lebih tinggi dengan bahan bakar yang sama.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil hasil dan pembahasan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

p-ISSN 2988-2206, e-ISSN 2988-2214 artikel 1, hal 01-08, Desember 2023

Setelah melakukan proses menganalisa hasil pengolahan data pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengujian laju pengeringan dengan posisi vertikal dan horizontal.laju pengeringan vertikal memiliki nilai laju pengeringan yang paling baik sebesar 1. 65 g/menit dan untuk posisi Horizonal menghasilkan nilai laju pengeringan yang baik sebesar 1.67 g/menit untuk nilai terendah menghasilkan sebesar 1.60 g/menit.
2. Pengujian kadar air kerupuk yang dilakukan dengan variasi posisi pipa pengahantar panas vertikal dan horizontal.kadar air kerupuk tapioka dengan posisi vertikal mengahsilkan nilai yang paling rendah pada perlakuan di kecepatan 1 m/s menghasilkan kadar air sebesar 3.6% dan untuk perlakuan posisi Horizontal menghasilkan kadar air kerupuk paling rendah diperlakuan 2 m/s memiliki nilai sebesar 2.6% untuk nilai kadar air paling tinggi menghasilkan sebesar 5.4%.
3. Pengujian efisiensi pengeringan pada temperatur 60°C selama 180 menit dengan posisi vertikal dan horizontal, dengan posisi vertikal menghasilkan nilai efisiensi pengeringan yang baik sebesar 1,9 % dan posisi Horizontal memiliki nilai efisiensi pengeringan yang baik sebesar 2 %.

REFERENSI

[1] Rahayu, I. S. 2012. Rancang Bangun Mesin Pengering RH (Relative Humidity) Rendah untuk Memperbaiki Kualitas Pengeringan Pada Bahan Pangan yang Sensitif Terhadap Panas. Skripsi Sarjana. Malang: Universitas Brawijaya.

[2] Afifah. 2012. Investigasi Tingkat Inovasi Usaha Para Pengusaha Kerupuk Sanjai Bukittinggi. Polibisnis, Volume 4 No. 2 Oktober 2012.

[3] Taufik 2004, pengaruh temperature laju pengeringan jagung pada pengering konvensioanl dan Fliudzer Bed Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret,Surakarta.

[4] Efriyanto. J.M. Yusuf, dan H.E. Handayani 2012. Pengaruh kecepatan angin terhadap kenaikan temperatur dan lamanya waktu proses swabakar Batubara BA-61, BA-63 pada skala laboratorium. *skripsi*. Sumatra: Universitas Sriwijaya.

[5] Aisyah, Nyayu. RANCANG BANGUN ALAT PENGERING SURYA TEKNOLOGI DUAL (Uji Kinerja Alat Pengering Surya Teknologi Fotovoltaik Termal Ditinjau Dari Konsumsi Energi Spesifik Pada Pengeringan Kerupuk). Diss. Politeknik Negeri Sriwijaya, 2015.

[6] Pupung.Mietra Anggara.(2021).Anlisa Plat Penyerap Panas Terhadap Lau Pengeringan dan Kalor Berguna Pada Mesin Pengering Ikan Teri.Jurnal SJME Kinematika Vol.6.No.1. 30 (juni) : 21-23

[7] Kamil, M., Widayat, W., & Rahayu, S. (2014). Optimalisasi Kadar Air Pada Pengeringan Rumput Laut Menggunakan Alat Pengering Solar Dryer. Jurnal 41 Universitas Teknologi Sumbawa Teknik Kimia USU, 3(3), 61-67

[8] Brooker,et all.2004.jurnal" Mengukur Faktor – faktor Pengeringan dalam proses pengeringan".

[9] Henderson, S. M., & Perry, R. L. (1976). The two-period drying process. Chemical Engineering Science, 31(4), 297-304.