

Pengeringan Buah Pinang Belah (*Areca catechu L*) Menggunakan Pengeringan Surya ERK (GHE) Solar Dryer

(Drying of split areca nut (*areca catechu l*) fruit using ERK (GHE) solar dryer)

Wahyudin¹, Ramayanty Bulan¹, Andriani Lubis^{1*}, Mustaqimah¹

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

*Corresponding author: ramayantybulan@unsyiah.ac.id

Abstrak. Buah pinang (*Areca catechu L*) memiliki nilai potensi dan nilai ekonomi yang lumayan tinggi sehingga sangat cocok sebagai peluang kegiatan ekspor yang pastinya diminati pasar internasional. Pada umumnya petani biasanya akan mengeringkan buah pinang dengan cara tradisional atau dengan metode manual yaitu dengan menebarkan terpal dan meletakkan bahan yang akan dikeringkan di atas terpal. Pengeringan jenis ini menggunakan sinar matahari sebagai elemen utama dalam proses pengeringan. Cara ini banyak digunakan petani karena alat dan bahan yang disediakan murah dan mudah sehingga tidak membutuhkan biaya yang relatif tinggi. Pada pengujian ini menggunakan alat pengering ERK solar dryer yaitu salah satu teknologi pengering yang digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan sinar matahari dalam proses pengeringan, dengan mengkonversi sinar matahari menjadi energi panas yang dilakukan menggunakan suatu alat pengumpul/kolektor panas. Adapun buah pinang yang diuji yaitu buah pinang hijau, pinang orange dan pinang coklat. Buah pinang akan dibagi menjadi 6 rak, 3 rak pengeringan konvensional dan 3 alat pengering ERK akan dikeringkan selama 27 jam pengujian. Hasil penelitian diperoleh suhu didalam ruang pengering dominan lebih tinggi dibandingkan suhu lingkungan. Dalam hal ini menunjukkan bahwa alat pengering ERK solar dryer ini dapat menyimpan panas. Suhu ruang pengering mencapai 74°C dan nilai iradiasi matahari yang didapat berfluktuasi, dengan nilai iradiasi matahari tertinggi yaitu mencapai 891 W/m². Penurunan massa kadar air pada setiap jenis pinangnya sangat berbeda dimana pinang dengan jenis hijau yang paling muda sangat turun drastis karena kandungan air yang masih sangat banyak yang airnya masih banyak terikat dan juga jenis pinang ini sangat cepat kering mencapai 10-15 %, pada jenis pinang orange penurunan massa yang terjadi stabil ini dikarenakan kandungan air yang terikat tidak banyak, pada jenis pinang coklat penurunan kadar air sangat rendah karena ini merupakan jenis pinang tua yang tingkat kandungan air terikat paling rendah.

Kata kunci : Pengeringan, Pinang, Kadar Air

Abstract: Areca nut (*Areca catechu L*) has quite high potential and economic value so it is very suitable as an export activity opportunity which is certainly in demand by the international market. In general, farmers usually dry betel nuts using the traditional method or manual method, namely by spreading a tarpaulin and placing the material to be dried on the tarpaulin. This type of drying uses sunlight as the main element in the drying process. This method is widely used by farmers because the tools and materials provided are cheap and easy so they do not require relatively high costs. In this test, the ERK solar dryer was used, which is one of the drying technologies used to optimize the use of sunlight in the drying process, by converting sunlight into heat energy using a heat collector. The areca nuts tested were green areca nut, orange areca nut and brown betel nut. The betel nuts will be divided into 6 racks, 3 conventional drying racks and 3 ERK dryers will be dried for 27 hours of testing. The research results showed that the temperature in the drying room was predominantly higher than the ambient temperature. In this case, it shows that the ERK solar dryer can store heat. The drying room temperature reached 74°C and the solar irradiation value obtained fluctuated, with the highest solar irradiation value reaching 891 W/m². The decrease in the mass of water content in each type of areca nut is very different, where the youngest green type of areca nut decreases drastically because the water content is still very large, the water is still tied up and also this type of areca nut dries very quickly, reaching 10-15%, in the areca nut type. orange, the decrease in mass that occurs is stable because the bound water content is not much, in the brown type of areca nut the decrease in water content is very low because this is an old type of areca nut with the lowest level of bound water content.

Keywords: Drayer, Areca Nut, Moisture Content

PENDAHULUAN

Pohon pinang merupakan sejenis tanaman tropis yang lebih sensitif dibandingkan dengan tanaman tropis lainnya dimana tanaman pinang sangat mudah kering dan sebaiknya ditanam di tanah lempung dengan pengairan yang mencukupi untuk tumbuh secara maksimal. Pinang umumnya ditanam di pekarangan, di taman atau dibudidayakan dan terkadang tumbuh liar di tepi sungai atau di tempat-tempat lain. Buah pinang (*Areca catechu L*) merupakan sejenis

palma yang biasa tumbuh di daerah Pasifik, Asia dan Afrika bagian timur.

Pengeringan konvensional dipengaruhi oleh sinar matahari yang tidak stabil dan berubah seiring waktu. Pengeringan konvensional memiliki banyak kerugian, seperti membutuhkan lahan yang luas, terpengaruh cuaca, dan memerlukan waktu yang lama, buah pinang mudah terkontaminasi dalam kondisi berangin, serta harus dilindungi dari serangan hama. Indonesia adalah negara tropis, sehingga bukan hanya produksi sinar matahari yang tinggi, tetapi juga produksi curah hujan. Hal inilah yang menghambat proses pengeringan tradisional, dan memerlukan waktu lama untuk periode pengeringan.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi oleh para petani pada proses pengeringan buah pinang secara tradisional. Maka, salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah melalui rancangan alat pengering buah pinang tipe parabolik. Dibutuhkan proses uji kinerja dengan tujuan dari rancangan ini dapat mengeringkan buah pinang dengan memakan waktu yang lebih singkat dan dapat menjaga kualitas buah pinang dengan tipe parabolik ini dengan kemampuan maksimum.

Meskipun matahari bergerak tidak berpengaruh secara signifikan pada kemampuan mengumpulkan cahaya matahari (Suwito dan Darsopusito, 2013). Dengan didapatkan energi maksimum pengumpulan energi matahari tipe parabolik dengan harapan pengeringan buah pinang menjadi lebih cepat dan efisien. Pengeringan buah pinang menggunakan alat tipe parabolik ERK solar dryer, alat pengering diletakkan diruangan terbuka dengan memanfaatkan sinar matahari. Panas didalam ruang pengering dipertahankan pada suhu yang relatif konstan agar produk yang dikeringkan mendapatkan hasil yang baik.

Adapun tujuan pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui perbedaan metode pengeringan buah pinang yang sudah dibelah menggunakan alat pengering surya efek rumah kaca (ERK) solar dryer dengan metode pengeringan konvensional serta dapat melihat pengaruh alat pengering surya ERK pada proses pengeringan dan menguji alat pengering surya ERK apakah efisien untuk pengeringan buah pinang yang dibelah.

Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui perbedaan perbandingan antara metode pengeringan buah pinang yang dibelah menggunakan alat pengering surya ERK solar dryer dengan metode pengeringan konvensional, dan memberikan manfaat alternatif pengering buah pinang dibelah yang dapat dimanfaatkan oleh petani agar dapat menghasilkan kualitas buah pinang yang baik serta dapat mempersingkat waktu pengeringan untuk meningkatkan hasil produksi yang lebih murah, efektif, serta penggunaan energi yang lebih efisien.

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat mengetahui perbedaan perbandingan antara metode pengeringan buah pinang yang dibelah menggunakan alat pengering surya ERK solar dryer dengan metode pengeringan konvensional, dan memberikan manfaat alternatif pengering buah pinang dibelah yang dapat dimanfaatkan oleh petani agar dapat menghasilkan kualitas buah pinang yang baik serta dapat mempersingkat waktu pengeringan untuk meningkatkan hasil produksi yang lebih murah, efektif, serta penggunaan energi yang lebih efisien.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan dilapangan terbuka disamping Laboratorium perbengkelan Alat dan Mesin Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 9 agustus 2022 sampai dengan 14 Agustus 2023.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi mesin pengering surya efek rumah kaca (ERK) solar dryer, rak pengering, timbangan, termometer digital, pyranometer, anemometer, stopwatch, oven dan lainnya. Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini

yaitu buah pinang hijau, buah pinang orange, dan buah pinang coklat yang diambil langsung dari perkebunan masyarakat.

Metode Penelitian

Prosedur pengujian ini diawali dengan mempersiapkan alat dan bahan sebelum melakukan pengujian, yaitu meletakkan alat pengering dilapangan terbuka tanpa terhalang sinar matahari, kemudian bahan yang digunakan yaitu 2 kg jenis pinang berwarna hijau, 2 kg orange, 2 kg pinang coklat yang belum tua semua jenis pinangnya dibelah menjadi dua menggunakan parang, kemudian dibagi per 1 kg pada 6 rak, dimana akan dibagi 3 rak untuk pengujian alat pengering dan 3 rak lagi untuk pengujian konvensional.

Persiapan Sampel

pengujian ini diawali dengan mempersiapkan alat dan bahan sebelum melakukan pengujian, yaitu meletakkan alat pengering dilapangan terbuka tanpa terhalang sinar matahari, kemudian bahan yang digunakan yaitu jenis pinang berwarna hijau, orange, coklat pinang yang belum tua semua jenis pinangnya dibelah menjadi dua yang akan mengeringkan dibawah sinar matahari dengan metode pengeringan menggunakan alat dan metode manual.

Uji Laboratorium Kadar Air Basah %Kabb

Kadar air biji pinang segar sebesar 67,27%, dan rata rata kadar air pinang kering adalah 6,49%. Kadar air biji pinang kering sudah mencapai kadar air aman untuk penyimpanan menurut Agusra (2019). Pada pengecekan kadar air basah pada pinang belah, masing masing pinang dicek persentase kadar air awal terlebih dahulu menggunakan oven selama 24 jam ini berguna untuk mengetahui kadar air awal setiap jenis pinangnya yang masih basis basah untuk selanjutnya akan dikeringkan. pada pengujian menggunakan oven dapat diperoleh data awal basis basah pinang,

Pengaturan Alat Pengering ERK

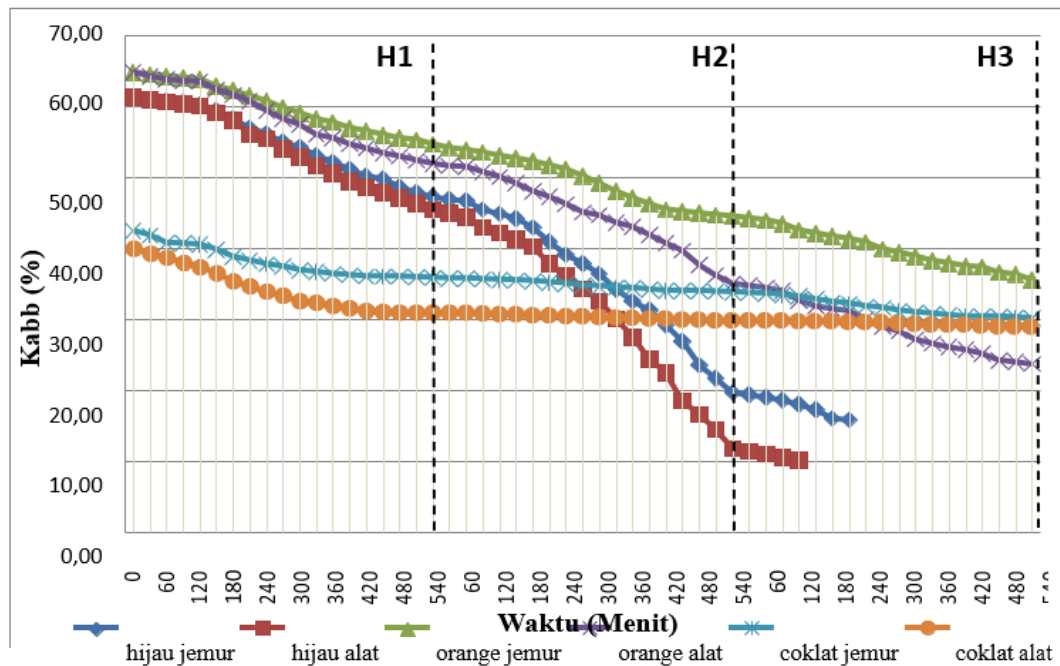
Pada alat pengering ERK Tipe Parabolik dirancang dan didesain menggunakan *softwareSolidWorks 2017*. Pengering ERK dirancang dengan ukuran (220 x 90 x 80) cm dan memiliki 3 rak dengan tinggi rak yaitu 20 cm dan lebar masing-masing rak yaitu 73,3 cm. Pengering ERK dirancang dengan tipe atap parabolik yang memiliki dua kipas *inlet* dan satu buah kipas *outlet*. Atap didesain dengan menggunakan plastik UV.

Cara kerja pengering surya ERK yaitu udara panas dari sinar matahari dialirkan menuju ruang pengering dengan bantuan kipas *inlet*. Kipas *inlet* adalah kipas yang digunakan untuk menyerap udara panas dari lingkungan serta mengalirkannya ke seluruh rak yang berada dalam pengering. Kemudian, udara yang telah dipakai untuk mengeringkan pinang dibelah dikeluarkan melalui kipas *outlet*. Sehingga, udara dalam pengering mengalami sirkulasi atau pertukaran udara dengan baik.

Pengering surya ERK memiliki kelebihan, yaitu sebagai berikut : Dapat dengan mudah untuk dipindahkan, Bahan pangan akan lebih terjaga tingkat higienisnya, mempersingkat waktu pengeringan. Selain mempunyai kelebihan, pengering surya ERK juga mempunyai kekurangan seperti proses pengeringan tidak dapat bekerja secara maksimal jika tidak ada energi matahari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penurunan Kadar Air



Gambar 1. Grafik 3 hari Pengujian

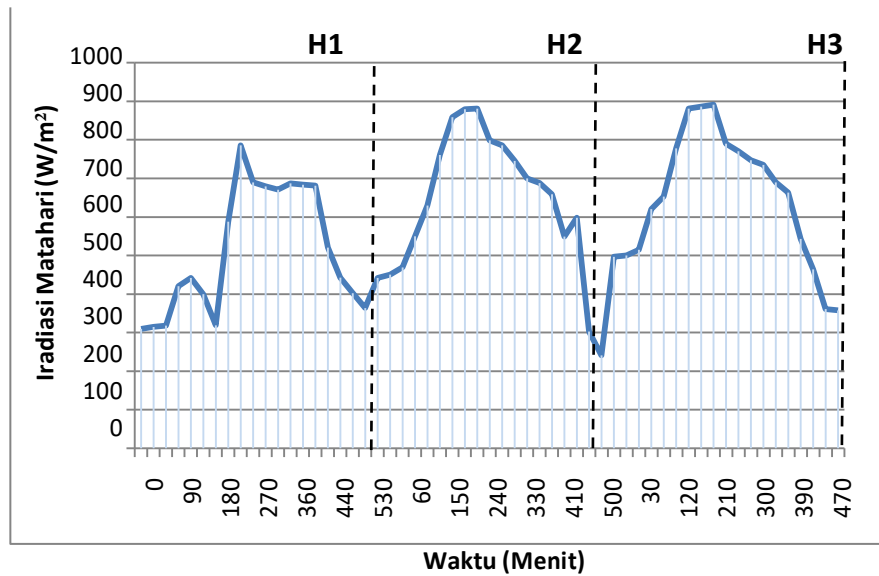
Pada gambar 1 dapat diperhatikan penurunan drastis kadar air dimulai pada hari pertama sampai hari ketiga dengan pengambilan data per 30 menit dari jam 08:00 WIB sampai 17:00 WIB dengan total waktu pengeringan yaitu 27 jam, pada grafik diatas terlihat penurunan persentase kadar air pada pinang hijau belah turun sangat drastis, pada metode jemur turun kadar air dari 61,43 % sampai dengan 47,24 % pada hari pertama, kemudian di lanjutkan pengeringan pada hari kedua dengan penurunan dari 47,24 % sampai dengan 19,65%, pada hari ketiga terlihat penurunan dari 19,65 % sampai dengan 15,82 %, untuk total penurunannya dari pertama ke hari ketiga yaitu sebanyak 45,61 %. Kemudian penurunan pada pinang hijau belah dengan menggunakan metode alat pengering dimana terdapat hasil sampai ke 10 % turun kadar air, pada hari pertama penurunan terjadi dari 61,35 % turun hingga 45,43%. Selanjutnya pada grafik di atas dapat diperhatikan penurunan kadar air yang stabil terjadi pada jenis pinang orange dengan metode pengeringan jemur dan alat, pada metode jemur penurunan hari pertama yaitu dari 64,77 % sampai dengan 54,67 %, dan di lanjut pengeringan pada hari kedua yaitu dari 54,67 % sampai dengan 44,49 %, kemudian pada pengujian pengeringan pada hari terakhir yaitu dimulai dari 44,49 % sampai dengan 35,32 %, untuk total penurunannya yaitu 29,45 %.

Pada jenis pinang coklat persentase penurunannya tidak begitu banyak karena dari segi karakter jenis pinang ini yaitu pinang tua sudah tidak banyak lagi mengandung kadar air basah , Pada grafik diatas dapat diperhatikan penurunan kadar air pada pengujian pengeringan jenis pinang coklat dengan metode pengeringan jemur, terdapat pada hari pertama penurunan kadar air di mulai dari 42,50 % sampai dengan 35,84 %, kemudian dilanjutkan pada pengujian hari kedua yaitu dimulai dengan 35,84 % sampai dengan 33,78 %, dan pada pengujian terakhir hari ketiga yaitu 33,78 % sampai dengan 30,12 %. Untuk total penurunannya yaitu 12,38 %.

Suhu Udara Pengering

Tingginya nilai temperatur pada lingkungan dan nilai iradiasi matahari selama tiga hari pengujian pada pengeringan ini membuat kinerja pada pengeringan menjadi lebih efektif sehingga pinang yang akan dikeringkan pada ruang pengering tersebut akan lebih mudah kering. Hal ini sesuai pernyataannya Taib (1998) yang menyatakan proses pengeringan dengan menggunakan temperatur yang tinggi dalam waktu yang singkat akan lebih kecil kemungkinan untuk merusak bahan yang akan dikeringkan dibandingkan dengan proses pengeringan dengan temperatur yang rendah dan dalam waktu yang lama.

Iradiasi Matahari



Gambar 2. Pengukuran iradiasi surya

Gambar 2 dapat dilihat proses naik turunnya iradiasi selama 3 hari pengujian dimana terik dan mendungnya cuaca diawali dari mulai terbit matahari sampai beranjak terbenam, dapat diperhatikan rata rata suhu iradiasi matahari pada hari pertama yaitu 512 W/m² dengan suhu terendahnya yaitu 310 W/m² pada pukul 17:00 WIB sore ini disebabkan karna cuaca yang sudah redup dan suhu tertinggi yaitu mencapai 786 W/m² pada pukul 12:00 WIB siang merupakan puncak panasnya matahari dengan standar deviasi iradiasi matahari pengujian hari pertama yaitu 162 W/m².

Suhu Ruang Pengering

Tabel 1. Parameter Statistik Suhu Ruang Pengering

Statistik Deskriptif	Suhu Rak Ruang Pengering (°C)		
	H1	H2	H3
Rata-rata	57,1	57,1	57
Minimal	40,4	38	38,3
Maksimal	74,7	73,7	72,6
Standar Deviasi	6,1	6	5,96

Pada Tabel 1 diatas dapat dilihat parameter statistik deskriptif suhu ruang pengering dari hari pertama sampai hari ketiga, dimana nilai rata rata suhu pada hari pertama yaitu 57,1°C dengan suhu tertinggi yaitu 74,7°C pada rak ke 3 jenis pinang coklat pada pukul 12:00 WIB

siang dimana puncak temperatur intensitas matahari naik lebih tinggi dan nilai suhu terendah yaitu 40,4°C terdapat pada rak ke 3 jenis pinang coklat pada pukul 08:00 WIB pagi ini dikarenakan intensitas matahari masih rendah, standar deviasi hari pertama yaitu $\pm 6,1^{\circ}\text{C}$.

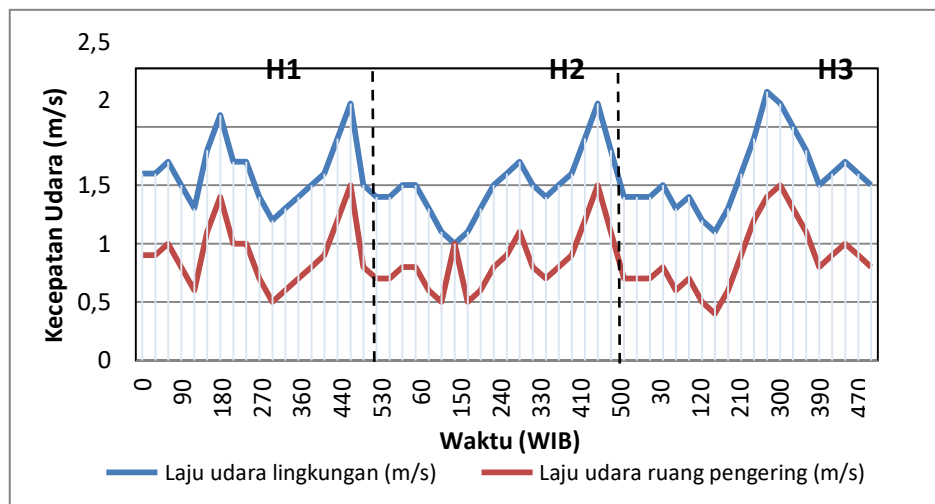
Suhu Udara Lingkungan

Tabel 2. Parameter Statistik Suhu pada ruang lingkungan

Statistik Dekriptif	Suhu Rak Ruang Lingkungan ($^{\circ}\text{C}$)		
	H1	H2	H3
Rata-rata	44,52	43,34	44,41
Minimal	38,1	37,2	37,8
Maksimal	50,2	50,3	50,1
Standar Deviasi	2,71	2,91	3,25

Pada Tabel 2 diatas dapat dilihat parameter statistik suhu pada lingkungan pengeringan dari hari pertama sampai hari ketiga, dimana nilai rata rata suhu pada hari pertama yaitu 44,52°C dengan suhu tertinggi yaitu 50,2°C pada rak ke 2 jenis pinang orange pada pukul 12:00 WIB siang dimana puncak suhu intensitas matahari naik lebih tinggi dan nilai suhu terendahnya yaitu 38,1°C terdapat pada rak ke 3 jenis pinang coklat pada pukul 17:00 WIB sore ini dikarenakan intensitas matahari sudah redup karna mau menuju ke waktu terbenam, standar deviasi hari pertama yaitu $\pm 2,71^{\circ}\text{C}$.

Kecepatan Udara



Gambar 3. Pengukuran Kecepatan Udara

Pada gambar 3 dapat diperhatikan perbedaan antara kecepatan udara didalam alat pengering dan diluar pada lingkungan sekitar, pada alat pengering angin dihasilkan dari pengelola udara pada kipas yang terpasang di alat dengan sistem kipas *outlet* keluar dan *inlet* masuk. Kipas *inlet* adalah kipas yang digunakan untuk menyerap udara panas dari lingkungan serta mengalirkannya keseluruhan rak yang berada dalam pengering. Kemudian, udara yang telah dipakai untuk mengeringkan pinang dikeluarkan melalui kipas *outlet*. Sehingga udara dalam pengering mengalami sirkulasi atau pertukaran udara yang baik, sedangkan diluar alat kecepatan udara lingkungan mengalir bebas karena tidak ada pengaruh penahan udara.

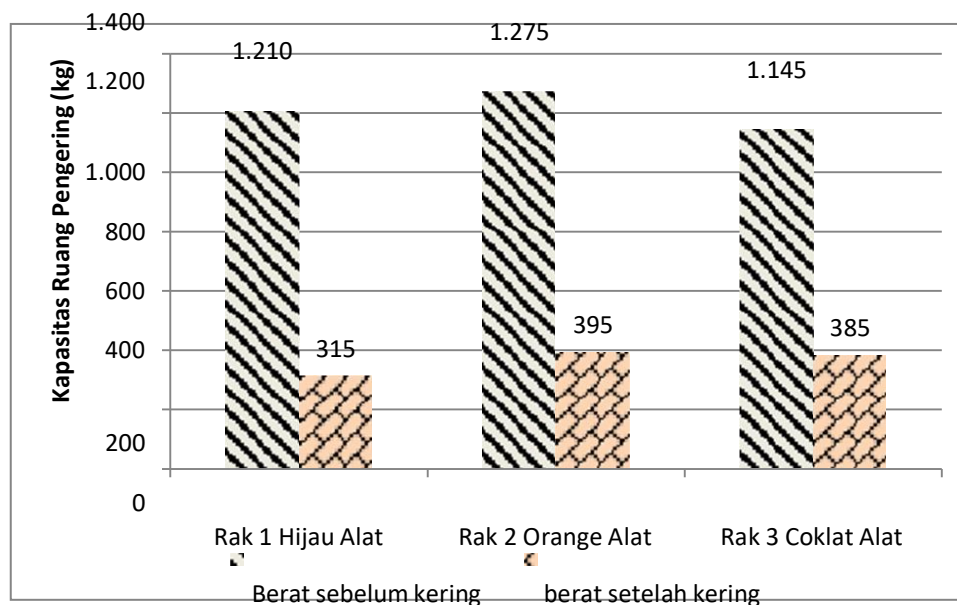
Pada gambar 3 di atas dapat dilihat nilai rata rata pada hari pertama pada alat pengering

yaitu 0,9 m/s dan pada lingkungan 1,6 m/s, dengan kecepatan udara paling tinggi pada alat yaitu

1,5 m/s dan lingkungan 2,2 dimana lebih dominan tinggi di lingkungan sama pada jam 16:00 Wib sore dimana di sore hari kecepatan udara lebih kencang, dan kecepatan udara terendah terjadi pada pukul 13:00 WIB siang dimana pada siang hari angin lebih rendah pada alat pengering dengan kecepatan udara 0,5 m/s dan dilingkungan sebesar 1,2 m/s.

Kapasitas Alat Pengering ERK solar drayer

Uji kinerja pada alat ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan pengering ERK solar drayer dalam mengeringkan pinang yang dibelah dengan varian pinang hijau, orange dan coklat menunjukkan bahwa pengering ERK dapat berfungsi dengan baik dalam melakukan pengeringan. Perbandingan kerja alat pengering dengan metode pengeringan secara manual terbilang cukup baik dimana bahan dengan pengaruh suhu kolektor alat lebih dominan turun kadar air yang tinggi dibanding dengan metode manual turun kadar air yang rendah ini menunjukkan bahwa penggunaan alat pengering ERK solar drayer lebih efisien walaupun dengan persentase perbedaan yang tidak terlalu jauh namun sangat berguna untuk solusi pengeringan yang lebih akurasi dari segi waktu kering dan tingkat kualitas bahan yang dikeringkan lebih terjaga karna dilindungi dari alat itu sendiri. Untuk tingkat perbandingan massa kadar air antara metode alat dan manual yang bisa dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. Berat basah dan kering alat pengering

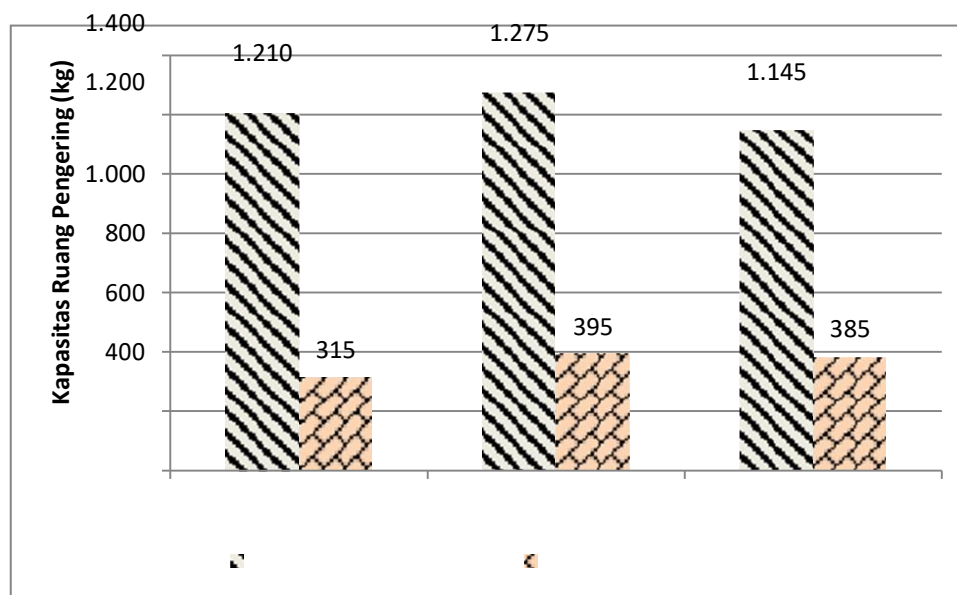
Gambar 4 di atas dapat diperhatikan penurunan drastis yang terjadi pada alat pengering selama 3 hari pengujian dimana pada jenis pinang hijau berat awal sebelum kering yaitu 1.210 kg dan berat setelah kering selama 3 hari pengujian yaitu 315 kg pada jenis pinang hijau penurunan kadar air paling banyak turun karena jenis pinang muda ini yang masi segar dan banyak kandungan air didalamnya, selanjutnya pada pinang orange berat sebelum kering yaitu 1.275 kg setelah pengujian total berat setelah kering yaitu 395 kg pada jenis pinang ini terjadi penurunan yang stabil karena jenis pinang tidak muda dan tidak tua, pada jenis pinang coklat yang terakhir berat sebelum kering yaitu 1.145 kg dengan total setelah 3 hari pengujian yaitu

385 kg penurunan pada jenis pinang ini tidak terlalu banyak karena kapasitas kandungan air

yang sudah sedikit karena umur pinang yang sudah tua. Dari beberapa pernyataan diatas dapat disimpulkan kapasitas ruang pengering sangat efisien.

Kapasitas Alat Pengering ERK solar drayer

Uji kinerja pada alat ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan pengering ERK solar drayer dalam mengeringkan pinang yang dibelah dengan varian pinang hijau, orange dan coklat menunjukkan bahwa pengering ERK dapat berfungsi dengan baik dalam melakukan pengeringan. Perbandingan kerja alat pengering dengan metode pengeringan secara manual terbilang cukup baik dimana bahan dengan pengaruh suhu kolektor alat lebih dominan turun kadar air yang tinggi dibanding dengan metode manual turun kadar air yang rendah ini menunjukkan bahwa penggunaan alat pengering ERK solar drayer lebih efisien walaupun dengan persentase perbedaan yang tidak terlalu jauh namun sangat berguna untuk solusi pengeringan yang lebih akurasi dari segi waktu kering dan tingkat kualitas bahan yang dikeringkan lebih terjaga karna dilindungi dari alat itu sendiri. Untuk tingkat perbandingan massa kadar air antara metode alat dan manual yang bisa dilihat pada grafik berikut.



200

0

Rak 1 Hijau Alat Rak 2 Orange Alat Rak 3 Coklat Alat
Berat sebelum kering berat setelah kering

Gambar 4. Berat basah dan kering alat pengering

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Adapun diperoleh kesimpulan berdasarkan hasil penelitian ini adalah :

1. Massa kadar air pinang lebih dominan turun persentasenya menggunakan alat pengering ERK solar dryer dibandingkan dengan pengeringan secara konvensional.
2. Suhu pada alat pengering ERK solar dryer dominan lebih tinggi dibandingkan suhu pada pengeringan secara konvensional
3. Kecepatan udara maksimum pada lingkungan pengujian mencapai 2,3 m/s pada hari ketiga pengujian dan kecepatan maksimum pada alat ERK yaitu hanya 1,5 m/s pada ketiga hari pengujian

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memodifikasi kapasitas kerja alat sesuai kriteria alat pengering dengan menambahkan pemanas tambahan untuk meningkatkan efisiensi pengeringan yang lebih baik, dan juga menggantikan bahan pada rak pengering dari bahan yang mudah dikeluarkan dan dimasukkan rak kedalam alat. Dan juga perlu modifikasi ukuran alat pengering menjadi lebih besar guna untuk kapasitas bahan pengering bisa menjadi lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abasi, S., Saeid, M., dan M. H. Khoshtaghaza. (2016). Performance of a recirculating dryer equipped with a desiccant wheel. 34(8): 863-870.
- Adawyah, R. (2014). Pengolahan dan Pengawetan Ikan. Sinar Grafika Offset. Jakarta.
- Adhuri, I. K., Kristina, T. N., & Antari, A. L., (2018), Perbedaan Potensi Antibakteri Bawang Putih Tunggal Dengan Bawang Putih Majemuk Terhadap Salmonella Typhi, Jurnal Kedokteran Diponegoro, Volume 7, Nomor 2, 415-423.
- Agusta, A. (2001). Awas bahaya tumbuhan obat. Laboratorium Fitokimia, Puslitbang Biologi-LIPI, Bogor.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia (1989). Material Medika Indonesia jilid keenam. Direktorat jendral pengawasan obat dan makanan, Jakarta
- Estiasih, T., & Ahmadi, K. (2009). Teknologi Pengolahan Pangan. Bumi Aksara. Jakarta.
- Transient”, Jurnal Teknik Mesin, Universitas Kristen Petra Jakarta.
- Handoyono, T, and Morita, N. (2006). Structural and functional properties of Fermented Soybean (tempeh) by using *Rhizopus Oligosporus*. Int J food prop 9(2) : 375-355
- Harahap, B. (2013). Pengaruh jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin savonius tipe L. Jurnal mahasiswa mesin FT-UB, volume II, No. 78.24. VII.360.

- Haryadi, T. (2018). Pengaruh suhu operasi terhadap penentuan karakteristik pengeringan busa sari buah tomat menggunakan tray dryer. *Jurnal Rekayasa Proses*. 12(2) : 104-113.
- Hasibuan, R. (2005). *Proses Pengeringan*, Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara.
- Ilimi, R. (2022). Karakteristik Pengeringan Pisang Kepok (*musa paradisiaca*) Berdasarkan Bentuk Irisan Pada Pengeringan Surya Efek Rumah Kaca (ERK). *Jurnal Teknik Pertanian Universitas Syiah Kuala*. Banda Aceh.
- Kristina, M. (2018). Alat Pengatur Kelembaban Tanah secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega8535.
- Mahardika, A. (2019). Kajian Keceragaman Pengeringan Biji Pinang (*areca catechu*) Menggunakan alat Pengering Tipe Hohenheim. *Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala*. Banda Aceh.
- Noviati, A. (2002). Fermentasi Bahan Pakan Limbah Industri Pertanian dengan Menggunakan T. Harzianum. Skripsi. Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Fapet IPB, Bogor.
- Risman, H, kiman, S, dan Diswandi, N. (2017). Modifikasi dan Uji kinerja alat pengering energi surya hibrid tipe rak untuk Pengeringan ikan teri. *Jurnal rona Teknik Pertanian*, Banda Aceh.
- Rohman, A. Riyanto, S. Dahliyanti, R. dan Pratomo, D. (2009). Penangkapan Radikal 2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil oleh Ekstrak Buah Psidium Guajava. L dan Averrhoa. Carambola L. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. 7 (1) : 1-5.
- Rosidin dan Cushman, Benoit, (2007). *Wind Energy system* .bandung.
- Soelaiman, (2006). Pengaruh bentuk sudu terhadap unjuk kerja turbin angin savonius, *Majalah Ilmiah STTR*, Cepu.
- Subroto, M.A. (2006). ParaLaskar Formalin. *Majalah Trubus*. Nomer 435: 78- 79. Semarang.
- Taib. G., Said. G., dan Wiraaatmadja, S. (1987). Operasi Pengeringan Ubi Kayu Tipe Rak Dengan Memanfaatkan Energi Surya. *Prosiding Seminar Nasional*, 3(1), 49-54.
- Taufiq, M. (2004). Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Pengeringan jagung Pada Pengeringan Konvensioanl dan Fluididizel Bed. *Fakultas Teknik*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Yadav , dan Prakash. (2016). Dental Caries: A Review. *Asian Journal Of Biomedical and pharmaceutical Sciences*, 6(53). 1-7. Semarang.
- Winarno, F. G. (1997). *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Widayana, Gede. (2012). Percobaan Pendahuluan Pemanfaatan Energi Surya. *JPTK, UNDIKSHA, VOL. 9, Nol. 1, januari 2012: 37-46*. Universitas Pendidikan ganesha, Bali.
- Zainuddin, Dahnil. (1990), *Solar teknik 1 & 2*, Universitas Andalas, padang.