

Rancang Bangun *Prototype* Alat Pengering Tepung Pati Aren Tipe Efek Rumah Kaca (ERK)

Design and Build Prototype of Palm Flour Starch Dryer Tool with Greenhouse Effect Types (ERK)

Wahyu K Sugandi*, M. Hafizh Ulwan, Ahmad Thoriq, Asep Yusuf, Muhammad Achirul Nanda

Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, 45363, Indonesia

*E-mail: wahyu.sugandi@unpad.ac.id

Diterima: 30 Mei 2023; Disetujui: 27 Juli 2023

ABSTRAK

Tepung pati aren merupakan hasil ekstraksi empulur pada batang aren. Proses pengeringan tepung pati aren bertujuan untuk memperpanjang umur simpan dan meningkatkan nilai harga jual tepung. Pengeringan tepung pati aren yang dilakukan saat ini masih menggunakan cara tradisional atau konvensional dengan menggunakan terpal sebagai lantai pengeringan. Proses pengeringan tersebut menyebabkan tepung pati aren tidak kering sempurna, membutuhkan waktu pengeringan yang lama serta berpotensi masuknya kontaminan seperti debu dan benda asing yang dapat merusak mutu tepung pati aren. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan rancang bangun dan uji kinerja alat pengering efek rumah kaca (ERK). Alat pengering hasil rancangan diharapkan dapat mempercepat proses pengeringan serta meningkatkan mutu tepung pati aren. Metode penelitian yang digunakan adalah metode rancang bangun alat. Tahapan penelitian, diantaranya adalah identifikasi masalah, penetapan kriteria perancangan, perancangan alat pengering tipe ERK, perhitungan analisis teknik, pembuatan gambar teknik, pembuatan alat, uji kinerja alat serta pengolahan data. Alat pengering tepung pati aren tipe ERK yang telah dibuat memiliki panjang 4 m, lebar 2 m dan tinggi 1,5 m. Rangka alat pengering menggunakan konstruksi kayu dengan atap pengering berbentuk setengah oval menggunakan plastik UV 6%. Hasil dari pengujian alat didapatkan profil suhu rata-rata alat sebesar 37,2°C, RH rata-rata alat sebesar 41,85%, intensitas cahaya matahari rata-rata alat sebesar 301,16 W/m², suhu bahan rata-rata alat sebesar 31,94°C, kadar air hasil pengeringan bahan rata-rata sebesar 15,46% (bb), laju pengeringan rata-rata sebesar 4,10% (bb)/jam, efisiensi alat sebesar 35,94%, serta efisiensi proses pengeringan sebesar 76,69%.

Kata kunci: alat pengering ERK; rancang bangun; uji kinerja; tepung pati aren; plastik UV

ABSTRACT

Palm starch flour is the result of extracting the pith of the palm stem. The drying process of palm starch flour aims to extend the shelf life and increase the selling price of flour. The drying of palm starch flour currently being carried out is still using the traditional method of using a tarpaulin as a drying floor. The drying process causes palm starch flour not to dry completely, requires a long drying time and can potentially enter contaminants such as dust and foreign objects that can damage the quality of palm starch flour. This study aims to design and test the greenhouse effect dryer's (ERK) performance. The designed dryer is expected to speed up the drying process and improve the quality of palm starch flour. The research method used is the engineering method. The research stages, including problem identification, determining design criteria, designing ERK-type dryers, calculating technical analysis, making technical drawings, making tools, testing tool performance and data processing. The ERK-type palm starch dryer that has been made has a length of 4 m, a width of 2 m and a height of 1.5 m. The dryer frame uses a wooden construction with a semi-oval-shaped drying roof using 6% UV plastic. The results of the testing of the tool obtained that the average temperature profile of the tool is 37.2°C, the average RH of the tool is 41.85%, the average light intensity of the tool is 38.121.8 lux, the average material temperature of the tool is 31.94°C, the average moisture content of drying material is 15.46% (bb), the average drying rate is 4.10% (bb)/hour, the equipment efficiency is 35.94%, and the drying process efficiency is 76.69%.

Keywords: ERK Dryer; design; performance test; palm starch flour; UV Plastic

PENDAHULUAN

Tanaman Aren (*Arengapinnata Merr*) merupakan tanaman palma yang termasuk dalam famili *Arenga Pinnata*. Tanaman Aren memiliki banyak manfaat dan hampir semua bagian tanaman ini dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia. Tanaman ini tersebar hampir di seluruh Indonesia, menurut Astuti (2014), populasi tanaman aren yang tumbuh di Indonesia tersebar di 14 provinsi, yaitu Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Bengkulu, Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, Kalimantan Selatan, Sulawesi Utara, Sulawesi

Selatan, Sulawesi Tenggara, Maluku, Maluku Utara serta Papua, dengan total luas areal sekitar 70.000 Ha. Tanaman aren merupakan tanaman pangan yang relatif mudah untuk dibudidayakan. Hal tersebut membuat tanaman aren menjadi komoditas pertanian yang memiliki prospek menjanjikan.

Tanaman aren menghasilkan banyak produk olahan hasil pertanian (Coniwanti dkk, 2014). Salah satu produk olahan hasil pertanian yang sudah banyak pemanfaatannya adalah tepung pati aren. Tepung pati aren merupakan pati hasil ekstraksi empulur atau bagian sentral batang yang berwarna

putih dan lunak yang terdapat pada batang aren. Menurut Lempang (2012), pati yang diperoleh dari ekstraksi bagian empulur batang aren biasanya dilakukan setelah pohon tidak lagi produktif menghasilkan nira. Kebutuhan pasar untuk tepung pati aren sangat banyak. Tepung pati Aren merupakan bahan dasar pembuatan mie glosor yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat luas. Selain itu, tepung aren juga digunakan dalam pembuatan makanan lain seperti soun atau bihun, cendol, bakmi, pempek, dan hun kwe (Setyabudi, 2013). Salah satu daerah penghasil tepung pati aren adalah Desa Sukamaju, Kecamatan Rancakalong, Kabupaten Sumedang.



Gambar 1. Proses pengeringan tepung pati aren secara konvensional

Pabrik pengolahan pati aren yang terdapat di Desa Sukamaju salah satunya adalah pabrik aci kawung pak endang. Pabrik pengolahan pati aren ini berdiri sejak tahun 2013. Setiap hari pabrik mulai beroperasi pada pukul 7.30 WIB hingga pukul 17.00 WIB dan beroperasi mulai dari hari Senin hingga hari Minggu, kecuali pada hari Jumat pabrik tidak beroperasi. Berdasarkan hasil survey dan wawancara, dalam sehari pabriknya dapat memarut batang aren sebanyak 35 batang dengan panjang berkisar antara 50 cm – 60 cm. Kapasitas produksi dari pabrik pengolahan pati aren ini dalam sehari menghasilkan tepung aren kondisi basah sebanyak 300 kg - 400 kg dan dikemas ke dalam karung. Pabrik ini menjual tepung kondisi basah seharga 4.000 rupiah/ kg dan kering seharga 7.000 rupiah/kg. Pasar dari tepung aren hasil olahan pabrik ini dijual ke daerah Bandung dan Sumedang.

Proses produksi tepung pati aren yang ada di pabrik aci kawung sukamaju tergolong masih dilakukan secara tradisional atau konvensional. Salah satu proses produksi yang masih dilakukan secara konvensional adalah proses pengeringan tepung pati aren yang masih menggunakan terpal sebagai lantai pengeringan. Proses pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan tepung mencapai 13 % sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroba dan aktivitas enzim penyebab kerusakan mutu bahan (Lisa dkk., 2015). Proses pengeringan secara konvensional tersebut dapat menyebabkan kontaminan seperti debu, kerikil dan kotoran merusak mutu pati aren. Sedangkan menurut SNI 01-3724 (1995), menyebutkan bahwa mutu tepung aren yang baik yaitu terhindar dari benda asing. Proses pengeringan seperti ini juga membutuhkan waktu pengeringan yang relatif lama yaitu 7-8 Jam dan tidak optimal saat musim penghujan. Pada musim penghujan proses pengeringan menggunakan terpal tidak dapat dilakukan karena minimnya penyinaran sinar matahari serta turunnya hujan membuat kadar air tepung kurang teruapkan. Proses pengeringan yang dilakukan di pabrik tersebut dapat

dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu dilakukan rancang bangun *prototype* alat pengering tepung pati aren tipe efek rumah kaca (ERK) dengan kapasitas pengeringan ± 30 Kg dan mampu mengurangi kadar air hingga 13%. (SNI 01-3724, 1995). Alat pengering tipe ERK dipilih karena memiliki desain sederhana mengingat pabrik aci kawung sukamaju berskala *home industry*.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2021 sampai dengan Februari 2022. Pembuatan alat hingga pengujian bahan dilakukan pada beberapa tempat diantaranya, pembuatan alat serta pengujian alat dilakukan di pabrik pengolahan tepung pati aren, Desa Sukamaju, Rancakalong, Sumedang. Sementara pengujian bahan dilakukan di Laboratorium teknologi proses agroindustri, Fakultas teknologi industri pertanian, Universitas Padjadjaran, Kabupaten Sumedang.

Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas alat yang digunakan untuk membuat konstruksi dan pengujian dari alat pengering tepung pati aren tipe efek rumah kaca (ERK) seperti alat tulis, busur derajat, gergaji kayu, golok, meteran, pisau, palu, tang, timbangan, termometer, laptop, lutron LM-8010 dan lux meter, serta alat yang digunakan untuk mengukur kadar air tepung pati aren hasil pengeringan seperti Cawan alumunium, Desikator, Timbangan ohaus dan Oven blower.

Bahan yang digunakan pada penelitian kali ini terdiri atas bahan pembuatan konstruksi alat pengering efek rumah kaca (ERK) seperti Bambu, Kayu kaso, Kayu reng, Multiplek, Paku, Plastik UV 6%, Seng galvanis dan bahan yang digunakan untuk pengujian kadar air bahan berupa tepung pati aren yang dalam kondisi basah (ditiriskan selama 1 malam dari proses pengolahan). Prosedur Penelitian kali ini disajikan dalam bentuk diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 2. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian kali ini sebagai berikut:

Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penelitian ini dilakukan dengan metode lapangan pada lokasi pabrik pengolahan tepung pati aren di Desa Sukamaju serta wawancara langsung kepada pemilik pabrik meliputi proses pengolahan tepung pati aren mulai dari penyediaan bahan baku hingga proses penjualan. Data pendukung maupun informasi tambahan didapatkan dari penelitian sebelumnya maupun penelitian pendahuluan yang dilakukan.

Penetapan Kriteria Penelitian

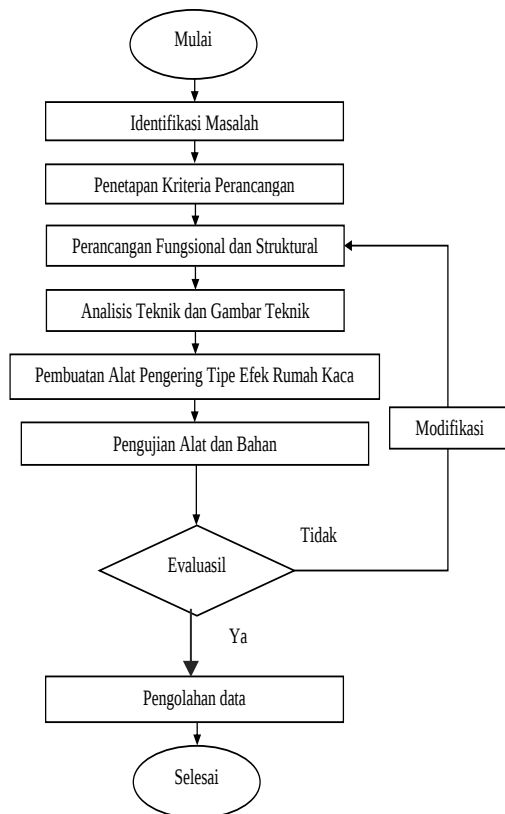
Penetapan kriteria perancangan didapat dari survei lapangan serta wawancara langsung terhadap pelaku usaha pengolahan tepung pati aren. Alat yang dirancang disesuaikan dengan tujuan penelitian serta kondisi yang ada di lapangan.

Perancangan Fungsional dan Struktural

Perancangan fungsional merupakan tahapan penelitian yang ditujukan untuk menentukan komponen alat sehingga mendukung fungsi utama dari alat pengering tipe efek rumah kaca (ERK). Pada tahap ini dilakukan pemilihan komponen alat yang paling tepat dari beberapa alternatif komponen yang ada ditinjau dari fungsi dan kesesuaian dengan desain alat secara umum.

Sementara rancangan struktural merupakan tahapan untuk menentukan dimensi, posisi dan bentuk dari setiap komponen penyusun alat pengering tipe efek rumah kaca untuk mendukung mekanisme alat tersebut. Desain

komponen penyusun harus dibuat secara detail dan menyeluruh sebagai dasar untuk melakukan analisis teknik.



Gambar 2. Diagram alir prosedur penelitian

Analisis Teknik dan Gambar Teknik

Analisis teknik merupakan tahapan menganalisis desain atau rancangan alat. Tahapan analisis teknik bertujuan untuk menentukan dimensi atau ukuran dari bagian-bagian alat agar dapat memudahkan proses gambar teknik serta realisasi alat. Analisis teknik yang dilakukan meliputi analisis kekuatan rangka dan analisis kapasitas teoritis. Perhitungan analisis kekuatan rangka menggunakan metode perhitungan *truss* dan defleksi. Persamaan yang digunakan adalah sigma momen pada Persamaan 1 (Murfihenni, 2014).

$$\Sigma M_A = 0; R_A \times L_1 - R_B \times L_2 = 0 \quad (1)$$

Keterangan:

ΣM_A : jumlah momen yang terjadi pada benda (N);
 R_A : reaksi di titik A; dan
 L_1 : panjang lengan beban (N).

Sigma momen adalah penjumlahan dari keseluruhan gaya yang bekerja pada balok kayu dikalikan dengan jarak. Defleksi Balok adalah lendutan balok dari posisi awal tanpa pembebanan. Defleksi (Lendutan) diukur dari permukaan netral awal ke permukaan netral setelah balok mengalami deformasi atau dengan Persamaan 2 dan 3. Sementara untuk menghitung momen Inersia dari balok kayu terdapat pada Persamaan 4 (Afrizal dkk, 2019).

$$\delta_{\text{merata}} = \frac{5 \times q \times L^4}{384 \times E \times I} \quad (2)$$

$$\delta_{\text{terpusat}} = \frac{Mx}{E \times I} \quad (3)$$

$$I = (L)^4 \quad (4)$$

Keterangan:

L : panjang Benda (m);
 E : modulus elastisitas pada balok kayu (N/m²);
 I : momen inersia dari balok kayu (kg.m²).

Tahapan gambar teknik merupakan tahapan menggambar desain alat yang akan dirancang ke dalam bentuk 2D maupun 3D. Tahapan ini bertujuan agar desain rancangan alat dapat mudah dilihat dan mendetail untuk selanjutnya di realisasikan. Gambar teknik meliputi desain struktural dari alat yang akan dibuat dengan disertai dimensi dari setiap komponen alat. Pada penelitian ini proses gambar teknik alat pengering dengan sistem efek rumah kaca untuk pengeringan tepung pati aren menggunakan *software Solidwork 2013*.

Pembuatan Alat Pengering Tipe ERK

Pembuatan kerangka alat merupakan hal yang penting dari proses rancang bangun yaitu membuat dan merangkai alat dengan spesifikasi yang sesuai berdasarkan rancangan desain. Terdapat 2 tahap pembuatan alat pada penelitian ini, yaitu tahapan pembuatan rangka pengering dan tahapan pembuatan ruang pengering.

Pembuatan kerangka alat pengering ini memerlukan bahan kaso 5x7 cm, kaso 4x6 cm dan paku. Dimana kaso merupakan bahan utama dari penyusunan rangka alat pengering yang akan dirancang sedangkan paku merupakan bahan pendukung untuk merekatkan konstruksi rangka. Tahapan selanjutnya adalah pembuatan ruang pengering yang memerlukan bambu ikat, multiplek, seng anti karat, paku, kayu reng dan plastik UV 6%. Nilai UV 6% dipilih karena memiliki nilai absorpsi pada sinar UV yang lebih kecil dan dapat mentransmisikan cahaya jauh lebih baik dibandingkan plastik UV lainnya.

Pengujian Alat dan Bahan

Tahapan pengujian pada penelitian kali ini dibagi kedalam dua tahap selama 14 hari. Tahapan yang pertama merupakan pengujian alat pengering tepung pati aren tipe ERK yang telah dirancang dan dibangun. Pengujian alat pengering tipe ERK bertujuan untuk mengetahui profil suhu, RH serta intensitas cahaya matahari yang masuk pada alat pengering tipe efek rumah kaca (ERK) dengan membandingkan hasil pengukuran di dalam ruang pengering dengan di luar ruang pengering selama waktu pengeringan. Proses pengujian dilakukan dengan menempatkan alat ukur dalam pengujian seperti Termometer alkohol, LM-1080 serta Termometer digital pada ruang pengering ERK yang selanjutnya mencatat hasil dari pengukuran kedalam form pengujian yang telah tersedia. Pengujian suhu dilakukan di 5 titik pengukuran baik di dalam ruang pengering (RP) maupun di luar ruang pengering (LK) dengan menggunakan sensor suhu dan kelembaban dengan alat RH meter.

Tahapan yang kedua merupakan pengujian bahan yaitu tepung pati aren. Pengujian menggunakan bahan ditujukan untuk mengetahui suhu bahan saat proses pengeringan, berat bahan, kadar air bahan yang teruapkan, laju pengeringan, efisiensi pengeringan serta konsumsi energi spesifik (KES) pada alat pengering tipe efek rumah kaca. Metode pengujian kadar air bahan menggunakan metode (AOAC, 1995) sesuai Persamaan 5.

$$K_a (\%bb) = \frac{(W_1 - (W_2 - W_0))}{W_1} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan:

W_0 : massa cawan (g);
 W_1 : massa tepung sebelum dikeringkan (g);
 W_2 : massa tepung setelah dikeringkan (g).

Parameter pengujian bahan salah satunya adalah berat bahan (W_b) pada satuan Kilogram (Kg). Pengujian berat bahan dilakukan untuk menghasilkan adanya keterkaitan antara suhu bahan (T_b), berat bahan (W_b) serta kadar air bahan yang teruapkan (K_a) terhadap waktu pada satuan jam. Proses perhitungan berat bahan dilakukan dengan menggunakan wadah atau plat untuk memudahkan proses penimbangan menggunakan timbangan digital. Pengukuran jumlah air yang diuapkan selama proses pengeringan dihitung berdasarkan basis kering atau basis basah (Henderson & Perry, 1976). Konsumsi energi spesifik pada proses pengeringan menggunakan Persamaan 8.

$$Q_s = 3,6 \times I_g \times A_p \times t \times t \quad (6)$$

$$\dot{m}_{uap} = \frac{\Delta_{mt}}{t_{uap}} \quad (7)$$

$$\eta_{pengeringan} = \frac{Q_T}{Q_s} \times 100\% \quad (8)$$

$$ES = \frac{Q_s}{\dot{m}_{uap}} \quad (9)$$

Keterangan:

Q_s : jumlah energi surya yang diterima ERK (kJ);

Q_T : jumlah energi total untuk pengeringan (kJ);

$\dot{m}_{uap}$: laju penguapan (kg/jam);

KES : konsumsi energi spesifik (kJ/kg);

$\eta_{pengeringan}$: efisiensi pengeringan.

Evaluasi

Tahapan evaluasi merupakan proses pengambilan keputusan dari hasil pengujian alat yang telah dibuat. Evaluasi menghasilkan alur maju ketika alat yang dirancang sesuai dengan kriteria perancangan, sementara evaluasi menghasilkan alur mundur atau berbalik ketika hasil pengujian dari alat yang dirancang tidak sesuai dengan kriteria perancangan. Selanjutnya dilakukan tahapan modifikasi dimana pada tahapan ini dapat dimulai kembali dari perancangan fungsional dan struktural, tahapan analisis teknik dan gambar teknik maupun tahapan pembuatan alat.

Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data dilakukan setelah evaluasi dari hasil perancangan hingga pengujian alat dilaksanakan. Tahapan pengolahan data pada penelitian kali ini menggunakan software microsoft excel 365. Pengolahan data yang dilakukan adalah dengan metode analisis teknik yaitu berupa mekanika teknik, analisis pindah panas serta analisis kadar air bahan dan analisis deskriptif. Hasil akhir dari tahapan pengolahan data menghasilkan tabel performansi dari alat pengering tepung pati aren tipe ERK.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Alat Pengering ERK

Alat pengering tepung pati aren tipe efek rumah kaca (ERK) terdiri atas rangka, plat pengering (seng anti karat) serta ruang pengering. Dimensi dari alat pengering tipe ERK memiliki panjang keseluruhan sebesar 4,010 m, lebar 2 m dan tinggi 1,527 m. Struktur utama dari alat pengering ini menggunakan material kayu mahoni, kayu albasia, dan juga bambu. Kapasitas teoritis dari perancangan alat pengering adalah 41,27 Kg dengan ketebalan 3 cm dalam satu proses pengeringan, namun pada proses pengujian di lapangan kapasitas aktual yang dihasilkan adalah 30 kg untuk satu kali proses pengeringan. Hasil perancangan alat yang dapat

dilihat pada Gambar 3, sedangkan hasil rancang bangun alat pengering tipe ERK secara aktual dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Rancangan alat pengering tepung pati aren tipe ERK



Gambar 4. Hasil rancang bangun alat pengering tepung pati aren tipe ERK



Gambar 5. Sistem pembalikan bahan tepung

Prinsip kerja dari alat pengering tepung pati aren tipe efek rumah kaca (ERK) dioperasikan dengan memanfaatkan radiasi panas matahari yang terperangkap pada ruang pengeringan yang dirancang menggunakan plastik UV dengan kandungan protektor 6% sebagai kolektor panas. Selanjutnya udara masuk kedalam ruang pengering melalui ventilasi. Udara yang telah masuk mulai memanaskan melalui mekanisme konveksi. Suhu udara pengering sangat dipengaruhi oleh panas sinar matahari. Udara yang telah dipanaskan berhembus melalui tepung pati aren yang dikeringkan. Setelah melewati panas pada bahan, udara dilepaskan ke atmosfer melalui ventilasi yang lainnya. Alat

pengering dengan sistem efek rumah kaca ini memungkinkan pengguna melakukan proses pengeringan tepung pati aren dalam kondisi hujan dengan intensitas rendah. Sistem kerja pembalikkan bahan dilakukan secara manual setiap 3 jam sekali (Gambar 5). Apabila terjadi hujan makan sudah disiapkan penutup samping berupa plastik yang didesain setelah lingkaran. Untuk malam hari tidak ada aktivitas penjemuran. Tepung aren diambil hingga pukul 5 sore baik dalam kondisi kering maupun basah seperti halnya pengeringan konvensional. Hal tersebut untuk menghindari tepung dari serangan hama dan serangga. Dan ketika pagi hari tiba bila bahan tepung belum mencapai kadar air yang diharapkan maka pengeringan dilanjutkan.

Kinerja Alat Pengering ERK

Kinerja alat pengering tepung pati aren tipe efek rumah kaca (ERK) merupakan hasil dari parameter yang diukur untuk memenuhi kriteria perancangan itu sendiri. Kinerja alat pengering tepung pati aren tipe ERK didapatkan dengan melakukan uji kinerja alat. Pengujian dilakukan dalam 5 kali pengulangan pada setiap proses perlakuan (kadar air bahan, lama pengeringan, dan suhu pengeringan). Hal tersebut bertujuan untuk menghasilkan rata-rata dari data yang didapatkan di lapangan agar dapat mewakili kondisi yang ada saat pengujian dilakukan. Dalam proses uji kinerja dihasilkan data performansi dari alat pengering tepung pati aren tipe ERK

Tabel 1. Data performansi hasil uji kinerja alat pengering tepung pati aren tipe ERK

No.	Keterangan	Hasil	
		ERK	Terpal
1	Massa awal tepung (kg)	30,00	30,00
2	Massa akhir tepung (kg)	20,28	22,02
3	Kadar air awal (%bb)	44,18	44,18
4	Kadar air akhir (%bb)	15,46	18,89
5	Lama pengeringan (jam)	7	7
6	Laju pengeringan (%bb/jam)	4,10	3,61
7	Kelembaban (RH) (%)	41,86	45,81
8	Intensitas matahari (W/m ²)	425,41	501,59
9	Suhu pengeringan (°C)	37,20	34,30
10	Efisiensi pengeringan (%)	35,94	-
11	Kebutuhan energi spesifik (kJ/kg uap air)	7321,15	-

Hasil yang diperlihatkan oleh Tabel 1 menunjukan parameter yang diukur agar didapatkan data performansi alat pengering tipe ERK. Parameter massa akhir tepung dalam satuan kilogram (kg) terdapat perbedaan 1,74 kg, hal tersebut membuktikan bahwa pengeringan menggunakan ERK menguapkan air bahan lebih banyak dibandingkan dengan pengeringan menggunakan terpal. Selanjutnya pada parameter kadar air akhir bahan dalam basis basah (bb%) terlihat perbedaan yang signifikan terjadi dimana selama proses pengeringan alat pengering ERK dapat mengurangi kadar air bahan yang dikeringkan sebanyak 28,73%. Sedangkan pada pengeringan menggunakan terpal hanya 25,29%, pada laju pengeringan alat pengering tipe ERK dapat mengurangi 4,10% (bb) per jam Sedangkan pada pengeringan menggunakan terpal hanya 3,61% (bb) per jam. Parameter suhu udara pengeringan, dimana pada pengeringan ERK memiliki suhu udara lebih tinggi 2,9°C dibandingkan dengan pengeringan terpal. Tingginya suhu udara pada pengeringan tipe ERK disebabkan oleh plastik UV 6% yang dipasang pada atap serta dinding ruang pengering.

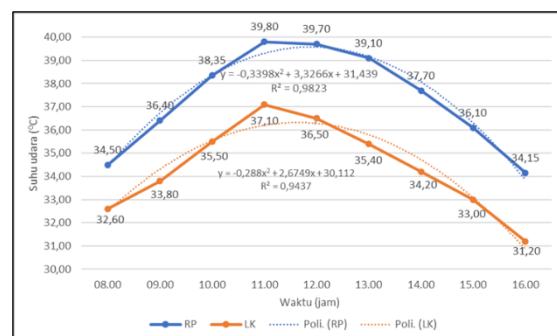
Karakteristik Proses Pengeringan

Karakteristik proses pengeringan menggunakan alat pengering tipe efek rumah kaca (ERK) ditentukan berdasarkan data yang didapat pada pengujian alat dan bahan yang dikeringkan. Parameter yang diukur pada pengujian alat meliputi suhu udara, kelembaban relatif (RH), intensitas cahaya matahari, suhu bahan, berat bahan serta kadar air bahan.

Suhu Udara Pengeringan

Karakteristik proses pengeringan menggunakan alat pengering tipe ERK diawali dengan profil suhu udara pengeringan yang dihasilkan selama proses pengeringan

berlangsung. Profil suhu udara yang dihasilkan merupakan rata-rata dari tiap pengulangan pengujian yang dilakukan sebanyak lima kali. Perbandingan karakteristik suhu udara pada pengeringan konvensional serta Pengeringan menggunakan alat pengering tipe ERK dapat dilihat pada Gambar 6.



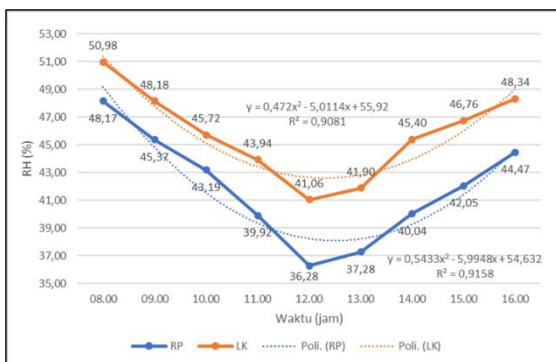
Gambar 6. Grafik perbandingan nilai suhu udara terhadap waktu

Berdasarkan grafik berikut profil suhu udara yang dihasilkan alat pengering memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan suhu udara yang dihasilkan pada pengeringan terpal atau lingkungan. Hal tersebut diperlihatkan oleh nilai rata-rata lebih besar yakni 37,31 °C dibandingkan dengan nilai rata-rata yakni 34,37 °C. Terjadi puncak data dari nilai suhu udara pada kedua perlakuan yang terjadi pukul 11.00 WIB. Pada grafik ini nilai suhu cenderung lebih naik setiap waktunya, namun pada waktu pukul 12.00 WIB terjadi penurunan nilai suhu udara hampir 1-2 °C. hal tersebut terjadi akibat cuaca yang ada saat itu lebih berawan daripada biasanya yang berpengaruh

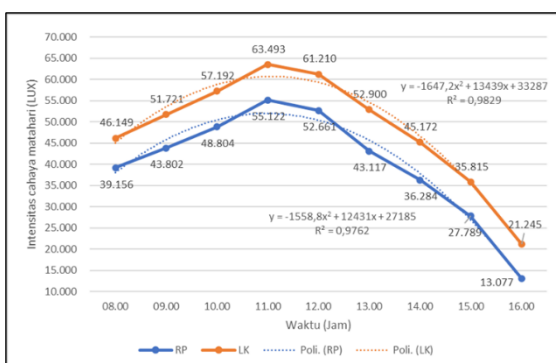
terhadap nilai suhu yang diukur. Terjadi penurunan nilai suhu udara mulai pukul 12.00 WIB hingga akhir proses pengeringan.

Relative Humidity (RH)

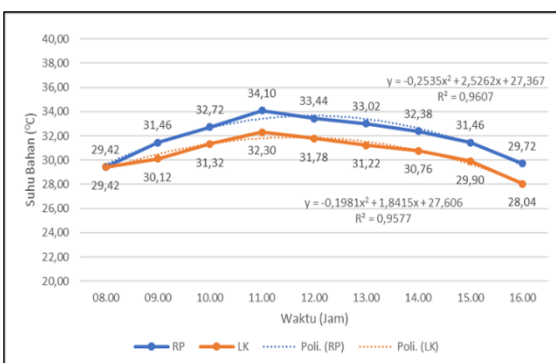
Karakteristik proses pengeringan selanjutnya adalah RH atau kelembaban relatif. Nilai RH (*relative humidity*) yang didapatkan pada pengujian dengan bahan kali ini menghasilkan nilai RH pada ruang pengering yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai RH pada lingkungan, dimana nilai rata-rata RH yang dihasilkan alat pengering ERK menghasilkan nilai 41,86%. Sedangkan nilai rata-rata RH yang dihasilkan pada pengeringan konvensional yakni 45,81%. Hal ini karena di dalam ruang pengering terdapat uap air yang berasal dari tepung pati aren pada saat pengeringan berlangsung. Grafik perbandingan nilai RH selama proses pengeringan antara alat pengering tipe ERK dengan lingkungan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik perbandingan nilai RH terhadap waktu



Gambar 8. Grafik perbandingan nilai intensitas cahaya matahari terhadap waktu



Gambar 9. Grafik perbandingan nilai suhu bahan yang dikeringkan terhadap waktu

Berdasarkan grafik berikut nilai RH pada alat pengering tipe ERK selalu lebih rendah dibandingkan dengan nilai RH lingkungan. Nilai RH tertinggi dari masing-masing perlakuan berada saat dimulainya proses pengeringan yaitu pukul 08.00 WIB, dimana nilai RH pada alat pengering tipe ERK adalah 48,17% sedangkan nilai RH lingkungan tertinggi adalah 50,98%. Sementara untuk rata-rata nilai RH terendah pada setiap perlakuan berada di waktu yang berbeda. Berdasarkan grafik diatas nilai RH terendah pada alat pengering tipe ERK adalah 36,28 yang terjadi pada pukul 12.00 WIB, sementara nilai RH terendah pada lingkungan yaitu 41,06 yang terjadi pada pukul 12.00 WIB. Menurut Sandi (2016), kelembaban relatif udara berubah berbanding terbalik dengan perubahan suhu udara, yaitu bila udara dingin maka kelembaban meningkat dan bila udara panas maka kelembaban menurun.

Intensitas Cahaya Matahari

Parameter selanjutnya yang dianalisis adalah intensitas cahaya matahari, dimana intensitas cahaya matahari sangat berpengaruh terhadap perubahan suhu yang terjadi selama proses pengeringan. Perubahan intensitas cahaya matahari merupakan salah satu faktor penting dalam proses perubahan suhu pengeringan, semakin tinggi intensitas cahaya matahari semakin tinggi pula suhu dalam ruang pengering (Zamharir dkk., 2016). Grafik perbandingan nilai intensitas cahaya yang diterima selama proses pengeringan dalam satuan lux dapat dilihat pada Gambar 8.

Berdasarkan Gambar 8 nilai intensitas cahaya matahari yang masuk kedalam ruang pengering memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai intensitas cahaya matahari pada lingkungan. Nilai intensitas cahaya matahari tertinggi pada setiap perlakuan terjadi pada pukul 11.00 WIB dimana pada alat pengering ERK memiliki nilai 435,46 W/m², sedangkan pada lingkungan memiliki nilai 501,59 W/m². Nilai terendah untuk intensitas cahaya matahari pada setiap perlakuan terjadi pada sore hari yaitu pukul 16.00 WIB atau di waktu terakhir proses pengeringan. Nilai terendah dari IntRK adalah 130,77 W/m² sedangkan nilai terendah dari IntLK adalah sebesar 167,83 W/m². Nilai total dari IntRP memiliki nilai sebesar 2.838,61 W/m², sedangkan nilai IntLK memiliki nilai sebesar 3.435,69 W/m². Rendahnya nilai IntRP dibandingkan dengan nilai IntLK dipengaruhi oleh tingkat keburaman dari plastik UV yang digunakan pada ruang pengering.

Suhu Bahan

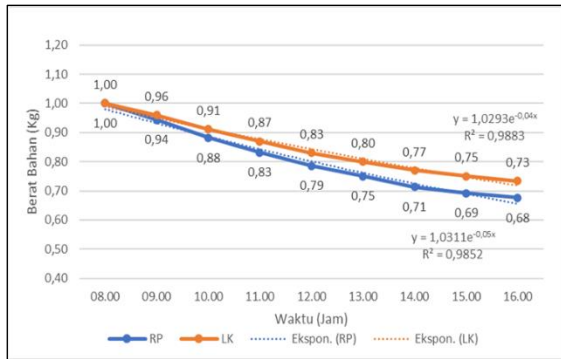
Karakteristik lain pada proses pengeringan yaitu suhu bahan yang dikeringkan dimana bahan yang dikeringkan merupakan tepung pati aren yang telah melalui proses pengolahan satu hari sebelumnya dan telah ditiriskan pada malam sebelumnya sehingga menghasilkan kadar air awal bahan sebesar 44,18%. Suhu bahan awal memiliki nilai yang sama yaitu 29,42 °C karena belum dipengaruhi oleh proses pengeringan manapun. Perbandingan nilai suhu bahan yang dihasilkan selama proses pengeringan dapat dilihat pada Gambar 9.

Suhu bahan yang dihasilkan pada pengeringan ERK menghasilkan nilai rata-rata suhu bahan sebesar 31,97 °C, sedangkan nilai dari suhu bahan pada pengeringan konvensional yakni sebesar 30,54 °C. Suhu bahan tertinggi yang didapatkan pada pengukuran kali ini berada pada pukul 11.00 WIB atau pada waktu 3 jam pengeringan. Nilai tertinggi yang dihasilkan pada suhu bahan oleh ruang pengering adalah 34,10 °C, sedangkan pada suhu bahan oleh pengeringan terpal atau konvensional berada pada angka 32,30 °C. Hasil ini membuktikan bahwa alat pengering tipe efek rumah kaca (ERK) dapat meningkatkan suhu bahan pengeringan lebih baik dibandingkan dengan pengeringan konvensional. Berdasarkan grafik diatas dapat dikatakan

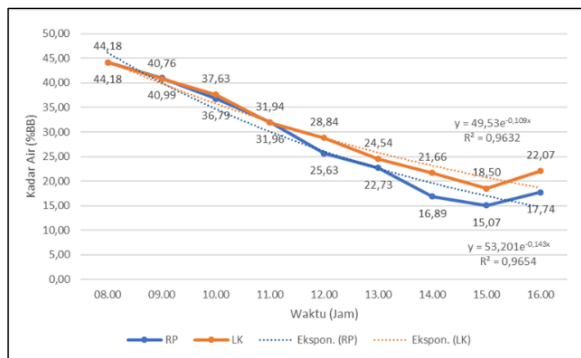
bahwa naik turun nya suhu pada bahan yang dikeringkan dipengaruhi oleh suhu udara pada ruang pengering.

Berat Bahan

Berdasarkan perhitungan perbandingan dari proses pengujian berat bahan selama pengeringan disajikan dalam Gambar 10.



Gambar 10. Grafik perbandingan nilai berat bahan yang dikeringkan terhadap waktu.



Gambar 11. Grafik perbandingan nilai kadar air bahan terhadap waktu

Pada Gambar 10 diperlihatkan bahwa nilai awal berat bahan disamakan yaitu 1 kg. Selanjutnya, proses penimbangan berat bahan dilakukan setiap satu jam. Hasil yang didapatkan untuk nilai berat bahan yang dikeringkan pada ruang pengering menghasilkan nilai rata-rata 0,68 Kg. Sedangkan pada berat bahan hasil pengeringan yang dikeringkan dengan terpal atau pengeringan konvensional dihasilkan nilai rata-rata sebesar 0,73 kg. Hasil ini membuktikan bahwa pengeringan menggunakan efek rumah kaca (ERK) lebih baik dalam mereduksi berat bahan yang dikeringkan dibandingkan dengan pengeringan konvensional menggunakan terpal. Hasil tersebut juga membuktikan bahwa kadar air bahan yang dikeringkan menggunakan alat pengering tipe ERK lebih banyak diuapkan dibandingkan dengan kadar air bahan yang dikeringkan menggunakan terpal.

Kadar Air Bahan

Kadar air bahan (Ka) merupakan parameter terakhir yang dianalisis pada pengujian bahan. Persentase kadar air yang digunakan merupakan persentase basis basah atau bobot basah (BB) hal tersebut dikarenakan bahan yang dikeringkan merupakan bahan pangan. Proses pengukuran kadar air bahan dilakukan dengan selang waktu 24 jam setelah proses pengambilan sampel yang dikeringkan (Gambar 11). Pengambilan sampel pengujian dilakukan per

1 jam selama proses pengeringan.

Hasil yang ditunjukkan pada gambar berikut memperlihatkan nilai kadar air bahan pada proses pengeringan menggunakan alat pengering tipe ERK memiliki nilai rata-rata kadar air yang lebih rendah yaitu sebesar 15,07%, sementara pada pengeringan konvensional menggunakan terpal memiliki kadar air bahan 18,50%. Kadar air yang tereduksi pada alat pengering tipe ERK yaitu sebesar 28,73% selama 7 jam proses pengeringan. Sementara kadar air yang tereduksi pada pengeringan menggunakan terpal memiliki nilai sebesar 25,29%. Dari hasil berikut maka didapatkan persentase kadar air yang hilang per jam selama proses pengeringan. Hasil yang didapatkan pada proses pengeringan menggunakan alat pengering tipe ERK sebesar 4,10% per jam selama proses pengeringan bahan. Sementara pada proses pengeringan menggunakan terpal didapatkan nilai sebesar 3,61% per jam. Hal tersebut membuktikan bahwa proses pengeringan menggunakan alat pengering tipe ERK dapat mereduksi kadar air bahan lebih baik dibandingkan dengan proses pengeringan menggunakan terpal.

Dilihat dari grafik perubahan kadar air bahan terhadap waktu terjadi peningkatan kembali kadar air bahan pada waktu akhir pengeringan. Hal tersebut dipengaruhi oleh suhu udara yang mulai menurun sehingga kelembaban dari lingkungan pun berangsur naik.

Laju Pengeringan

Laju pengeringan merupakan banyaknya air yang diuapkan per satuan waktu. Laju pengeringan pada penelitian kali ini adalah dengan membandingkan kadar air awal pada setiap perlakuan pengeringan dikurangi dengan kadar air akhir bahan pada setiap perlakuan pengeringan dibagi dengan selang waktu selama proses pengeringan. Semakin tinggi suhu pengeringan, maka semakin cepat laju pengeringan yang terjadi karena semakin banyak kandungan air bahan yang teruapkan (Manfaati dkk., 2019). Nilai rata-rata dari laju pengeringan alat pengering tipe ERK adalah sebesar 4,10% bb/jam. Sementara untuk pengeringan konvensional menggunakan terpal adalah 3,61% bb/jam.

Efisiensi Pengeringan

Kinerja proses pengeringan tepung pati aren menggunakan alat pengering tipe ERK tidak terlepas dari proses pindah panas yang terjadi akibat energi panas yang dapat menguapkan air dalam bahan yang dikeringkan. Selama proses pengeringan dibutuhkan energi untuk memanaskan dan menaikkan suhu tepung pati aren sebesar 698,982 kJ, energi untuk menguapkan air bahan sebesar 25.435,64 kJ dan energi untuk proses pengeringan tepung pati aren sebesar 26134,622 kJ. Proses pengeluaran kandungan air produk bergantung pada proses perpindahan panas konveksi antara produk dengan aliran udara di atasnya yang dipengaruhi oleh kecepatan aliran udara, perbedaan temperatur rata-rata antara produk dan udara, luas permukaan produk yang bersinggungan dengan aliran udara dan sifat-sifat udara (Soedjono dkk., 2015).

Efisiensi proses pengeringan adalah 76,69% yang artinya proses pengeringan menggunakan alat pengering tipe ERK lebih cepat mengeringkan tepung pati aren dibandingkan dengan pengeringan konvensional menggunakan terpal. Efisiensi alat pengering tepung pati aren tipe ERK adalah sebesar 35,94 % dimana energi surya yang ditangkap oleh alat pengering sebesar 72.699,02 kJ serta konsumsi energi spesifik sebesar 7321,15 kJ/kg uap air. Rendahnya efisiensi pengeringan tepung pati aren menggunakan alat pengering tipe ERK tidak terlepas dari

faktor cuaca saat proses pengeringan. Dimana energi yang dihasilkan oleh alat pengering berasal dari energi cahaya matahari (surya) yang dihasilkan sepanjang waktu pengeringan.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut: alat pengering ERK mampu mereduksi kadar air bahan hingga 13,44% berat basah (bb) pada pengulangan pertama, namun masih belum memenuhi standar SNI 01:3724, 1995 sebesar 10%. Rancang bangun prototype alat pengering tepung pati aren tipe efek rumah kaca (ERK) menghasilkan dimensi Panjang 4,050 m, lebar 2 m serta tinggi 1,527 m dengan kapasitas aktual mencapai 30 kg. Atap pengering menggunakan desain setengah oval, bahan rangka terbuat dari kayu, plat pengering menggunakan multiplek dengan ketebalan 3 mm yang dilapisi oleh seng galvanis, atap pengeringan menggunakan bahan plastik UV6% serta ventilasi menggunakan ventilasi terbuka. Berdasarkan hasil uji kinerja dari alat pengering tipe ERK didapatkan profil suhu rata-rata ruang pengering sebesar 37,3°C, RH sebesar 41,86%, intensitas cahaya matahari sebesar 39.979,20 lux, suhu bahan mencapai 31,97 °C, kadar air akhir bahan rata-rata sebesar 15,07% (bb), laju pengeringan alat mencapai 4,10% (bb)/jam, efisiensi pengeringan jika dibandingkan dengan pengeringan menggunakan terpal sebesar 76,69%, efisiensi alat pengering tipe ERK sebesar 35,94% serta konsumsi energi spesifik alat sebesar 7321,15 KJ/kg uap air.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. (1995). Official Methods of Analysis of AOAC International. In JourAbdullah, K. (1998). Penerapan Energi Surya Dalam Proses Termal Pengolahan Hasil Pertanian. Jurnal Keteknikan Pertanian, 12(1), 56–73. Jurnal Keteknikan Pertanian, 12(1), 56–73.
- Afrizal, D. Z., Dewi, S. M., & Remayanti, C. (2019). Defleksi Balok Melintang Dan Tegangan Batang Diagonal Tepi Jembatan “Boomerang Bridge” Akibat Variasi Posisi Pembebanan. Universitas Brawijaya.
- Astuti, M., Hafizah, Yuningsih, E., Nasution M., I., Mustikawati, D., Wasingun, R., A. (2014). Pedoman Budidaya Aren (Arengapinnata MERR) yang Baik. Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Coniwanti, P., Pertiwi, D., & Pratiwi, D. M. (2014). Pengaruh peningkatan konsentrasi gliserol dan vco (virgin coconut oil) terhadap karakteristik edible film dari tepung aren. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(2).
- Darmawati, E., & Sakti, G. A. W. (2011). Kajian ventilasi dan perubahan suhu dalam kemasan karton dengan komoditas tomat. Prosiding Seminar Nasional Perteta, 1, 227–235.
- Henderson, S. M. and R. L. Perry. 1976. “Agricultural Process Engineering.” 3rd ed. The AVI Publ. Co., Inc, Wesport, Connecticut, USA.
- Lempang, M. (2012). Pohon Aren dan Manfaat Produksinya. Info Teknis EBONI, 9(1), 37–54.
- Lisa, M., Lutfi, M., & Susilo, B. (2015). Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap mutu tepung jamur tiram putih (*Plaerotus ostreatus*). Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem, 3(3), 270–279. <http://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/view/293/256>
- Manfaati, R., Baskoro, H., & Rifai, M. M. (2019). Pengaruh Waktu dan Suhu terhadap Proses Pengeringan Bawang Merah menggunakan Tray Dryer. *Fluida*, 12(2), 43–49. <https://doi.org/10.35313/fluida.v12i2.1596>
- Murfiheenni, W. (2014). Mekanika Teknik Semester 1 (1 Ed., Vol. 1). Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Nasional, B. S. (1995). Sni 01-3724. Bsn. www.bsn.go.id
- Official Methods of Analysis of AOAC International. (1995). In Journal of AOAC International (16 ed., Vol. 78, Nomor 3). [https://doi.org/10.1016/s0021-9673\(01\)83549-4](https://doi.org/10.1016/s0021-9673(01)83549-4)
- S. M. Henderson & R. L. Perry. (1976). Agricultural Process Engineering (2nd ed.). The AVI Publishing Co. Inc.
- Sandi, I. N. (2016). Pengaruh Suhu Dan Kelembaban Relatif Udara Terhadap Penampilan Fisik. Prosiding Seminar Nasional Prodi Biologi F. MIPA UNHI, IV(5), 270–276.
- Setyabudi, A. (2013). Pengembangan Mi Glosor Instan dari Tepung Sagu Aren dengan Substitusi Tepung Labu Kuning Sebagai Alternatif untuk Diversifikasi Pangan. Institut Pertanian Bogogr.
- SNI, 3751. (2009). Tepung Terigu sebagai Bahan Makanan. Badan Standardisasi Nasional, 2.
- Soedjono, D. M. E., Sarsetiyanto, J., Noor, D. Z., & Widiyono, E. (2015). Rancang Bangun Oven Untuk Proses Pengeringan Kulit Ikan. Seminar Nasional Teknologi 2015, 59–67.
- Sugandi, W. K., Thoriq, A., Yusuf, A., & Purwonugroho, A. (2019). Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Alat Pengering Tembakau Mole Tipe Efek Rumah Kaca (Erk) Konstruksi Bambu. Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem, 7(2), 185–195. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v7i2.128>
- Zamharir, Sukmawaty, S., & Priyati, A. (2016). Analisis Pemanfaatan Energi Panas pada Pengeringan Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan menggunakan Alat Pengering Efek Rumah Kaca (ERK). Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem, 4(2), 264–274.