

MODIFIKASI PENGERING ERK DMT 2 UNTUK PENGERINGAN SERBA GUNA DENGAN VARIASI SUMBER PANAS DAN KECEPATAN ANGIN BLOWER *OUTPUT*

ERK Dryer Modification for Multi-Purpose Drying with a Variation of Heat Sources and Blower Output Wind Speeds

Ary Mustofa Ahmad^{1,*}, Anang Lastriyanto², Arini Robbil Izzati Ulinnuha³

¹ Departemen Teknik Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang

* Email: arymustofa@ub.ac.id

DOI: <http://dx.doi.org/10.20884/1.jaber.2023.4.2.9436>

Naskah ini diterima pada 06 Agustus 2023; revisi pada 23 Agustus 2023; disetujui untuk dipublikasikan pada 16 Oktober 2023

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara agraris dengan hasil pertaniannya yang begitu besar, baik dari kategori buah, sayur, umbi, dan lainnya. Melimpahnya produk pertanian dan pemenuhan kebutuhan pangan di Indonesia, menjadikan proses pasca panen menjadi hal yang sangat penting. Hal ini harus dilakukan karena produk pertanian yang baru dipanen mayoritas tidak memiliki umur simpan yang panjang. Dan ketika memasuki musim panen, akan sangat berpengaruh terhadap rantai pasok dan bisa mengakibatkan terjadinya ketidakstabilan harga jual dipasaran. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka komoditas pertanian harus mendapatkan perlakuan khusus yaitu salah satunya yaitu melalui proses pengeringan. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi alat pengering ERK DMT 2 sebagai pengering serba guna, yaitu dengan membuat *prototype* pengering menggunakan bahan *polycarbonate* menggantikan plastik UV pada alat pengering sebelumnya (ERK DMT 1). Tujuannya adalah meningkatkan efisiensi kinerja pengering ERK dan menyempurnakan kekurangan pada alat sebelumnya. Bahan uji yang digunakan adalah ubi jalar ungu yang diiris tipis kemudian dikeringkan menjadi bentuk *chips*. Hasil modifikasi pengering ERK DMT 2 memiliki dimensi panjang 500 mm, lebar 450 mm, dan tinggi 550 mm. Alat pengering ini dapat tetap digunakan pada saat musim hujan dengan nilai efisiensi sebesar 13-17%, memberikan nilai yang lebih baik daripada pengering tipe DMT 1 yang memberikan efisiensi sebesar 11-42%.

Kata kunci: *Polycarbonaete*, modifikasi, pengering, ubi ungu, pengeringan

ABSTRACT

Indonesia is an agricultural country with a large number of agricultural products, such kind of fruits, vegetables, tubers, and others. The abundance of agricultural products and the fulfillment of food needs in Indonesia, makes the post-harvest process a very important thing. This must be done because the majority of agricultural products don't have a long shelf life. And when entering the harvest season, it will greatly affect the supply chain and can lead to instability in market prices. So, agricultural commodities must get special treatment, one of which is through the drying process. In this study, a modification of the ERK DMT 2 dryer was carried out by making a prototype dryer using polycarbonate material to replace UV plastic in the previous dryer (ERK DMT 1). The aim is to improve the performance efficiency of the first ERK dryer. The test material used is purple sweet potato which is thinly sliced and then dried into chips. The dimension of ERK DMT 2 dryer are 500, 450, and 550 mm. This dryer can still be used during the rainy season with an efficiency value of 13-17%, providing a better value than the DMT 1 type dryer with an efficiency of 11-42%.

Keywords: *Polycarbonaete*, modification, desiccant, purple sweet potato, drying process (Times New Roman, 10, italic, single line spacing)

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris dengan hasil pertaniannya yang begitu besar, baik dari kategori buah-buahan, sayur-sayuran, umbi-umbian, dan lainnya. Berkenaan dengan kebutuhan pangan di Indonesia, ketersediaan pangan yang ada juga harus diperhatikan. Selain tantangan budidaya, masalah lain yang sering dihadapi oleh petani biasanya terjadi pada saat pasca panen. Pemrosesan komoditas pertanian setelah dipanen adalah hal yang sangat penting karena produk pertanian memiliki sifat yang tidak tahan lama sehingga mudah rusak. Kerusakan dapat terjadi karena produk pertanian memiliki kadar air yang begitu tinggi sehingga menjadikan hasil panen lebih cepat membusuk dikarenakan adanya aktivitas mikroorganisme yang berlangsung. Hal ini tentunya akan sangat berpengaruh terhadap kualitas produk tersebut. Apalagi jika telah memasuki masa panen raya, jumlah produk pertanian yang tersedia sangatlah melimpah sehingga dapat berpengaruh terhadap rantai pasok dan mengakibatkan terjadinya ketidakstabilan harga jual dipasaran.

Untuk menjaga kualitas produk pertanian agar memiliki umur simpan yang lebih lama, harus mendapatkan penanganan khusus salah satunya yaitu melalui proses pengeringan. Pengeringan merupakan pengolahan pascapanen yang dapat dilakukan sebagai *treatment* terhadap produk pertanian untuk menjaga kualitas dan meningkatkan nilai produk. Secara tradisional, proses pengeringan sebenarnya sudah dilakukan sejak jaman dahulu dengan memanfaatkan energi panas matahari yang terpancar disiang hari. Namun hal ini memiliki kelemahan yaitu hanya bisa efektif dilakukan pada saat musim kemarau saja. Karena pada saat musim hujan sinar matahari yang terpancar sangatlah terbatas. Hal ini menjadi salah satu masalah yang dihadapi oleh para petani karena tidak dapat melakukan proses pengeringan ketika sudah tiba musim hujan.

Semakin berkembangnya teknologi, proses pengeringan juga mengalami banyak perkembangan. Berbagai jenis alat pengering yang sering digunakan untuk proses pengeringan seperti tipe *tray dryer*, *spray dryer*, *rotary dryer*, pengering efek rumah kaca (ERK) dan lain sebagainya. Dalam hal ini kebutuhan energi menjadi salah satu faktor yang sangat penting untuk dipertimbangkan karena akan berhubungan dengan efisiensi alat dan biaya yang akan dikeluarkan. Pengimplementasian alat pengering yang tepat guna dan bisa dijangkau oleh kalangan masyarakat menengah juga menjadi pertimbangan khusus dalam penelitian ini. Oleh karena itu, alat pengering efek rumah kaca menjadi solusi pengering yang cocok untuk diaplikasikan oleh para petani karena dapat mengeringkan produk pertanian dengan energi yang rendah dan dapat digunakan pada saat musim kemarau maupun penghujan.

Pengembangan pengering ERK DMT 1 telah dilakukan oleh (Faishal, 2019). Alat ini terbuat dari plastik UV dan berbentuk seperti tenda pramuka kemudian dibagian dalam diberi rak susun untuk meletakkan bahan yang akan dikeringkan. Alat ini dapat bekerja pada siang hari maupun malam hari. Pada saat siang hari menggunakan energi surya dari matahari sedangkan pada malam hari menggunakan bahan bakar elpiji. Model pengering ERK pertama dibuat *heat exchanger* dengan blower dimasukkan ke ruang pengering. Namun model ini memiliki kelemahan yaitu boros energi dan hanya efektif digunakan pada saat musim kemarau. Karena dengan menggunakan elpiji ukuran 5 kg hanya mampu bertahan selama 5 jam untuk proses pengeringan. Kemudian ketika diaplikasikan pada saat musim hujan model ini kurang efektif karena udara panas yang dimasukkan ke dalam ruang pengering ternyata masih mengandung uap air sehingga kelembapannya masih tinggi. Selain itu, penggunaan plastik UV juga masih kurang efektif karena tidak tahan terhadap tiupan angin luar yang kencang dan masih memberikan banyak celah untuk udara masuk dari bagian bawah. Oleh karena itu, perlu dilakukan modifikasi alat dengan mengganti bahan plastik UV dengan polycarbonate, membuat kerangka, meletakkan sumber panas di dalam pengering, dan ditambahkan blower output pada dinding pengering. Sehingga dengan adanya modifikasi alat pengering ERK DMP 2 ini, perbaikan yang diberikan diharapkan bisa memberikan efisiensi energi yang lebih baik dan dapat digunakan pada saat musim hujan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2020 sampai Maret 2021 di Kota Malang. Alat yang digunakan untuk membuat *prototype* yaitu gerinda tangan, bor tangan, las listrik, tang rivet, gergaji, palu, cutter, fan 12 cm x 12 cm, adaptor DC 12 V, modul motor DC, pisau, dan kompor portable. Dan beberapa alat ukur seperti timbangan digital, anemometer, termometer, higrometer, luxmeter, serta stopwatch. Sedangkan bahan yang dibutuhkan untuk membuat *prototype* ERK DMT 2 yaitu besi hollow, lembaran *polycarbonate*, dan triplek. Serta ubi ungu digunakan untuk bahan uji coba proses pengeringan.

Prosedur dan Desain Penelitian

Tahapan pelaksanaan meliputi pembuatan rancangan struktural yang bertujuan untuk mengetahui bentuk dan dimensi alat serta bahan yang akan digunakan. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan rancangan fungsional untuk menganalisa setiap fungsi dari masing-masing komponen penyusun alat pengereng ERK DMT 2. Proses analisa data menggunakan metode deskriptif dan metode Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF). Metode deskriptif digunakan untuk mengetahui hubungan antara suhu dan kelembapan (RH) pada proses pengeringan. Analisa dilakukan dengan cara membuat grafik hubungan suhu dan kelembapan (RH) berdasarkan data penelitian yang telah didapatkan kemudian dijelaskan masing-masing nilai beserta alasannya. Sedangkan metode Rancangan Acak Kelompok Faktorial RAKF digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan kecepatan angin dan lama waktu pengeringan terhadap penurunan kadar air. Pada metode ini menggunakan 2 jenis perlakuan. Perlakuan pertama yaitu pengaruh variasi kecepatan angin pada blower *output* yaitu kecepatan angin 1,5; 2; dan 2,5 m/s. Faktor perlakuan yang kedua yaitu besar kecilnya nyala api yang ditentukan berdasarkan putaran bukaan gas pada kompor *portable*, yaitu sebesar 60°, 90°, dan 120°. Setiap pengambilan data dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.

Pengolahan Data

Parameter utama yang diamati dalam penelitian ini adalah kadar air bahan uji, kebutuhan energi untuk pengeringan, serta efisiensi yang didapatkan oleh pengereng ERK DMT 2. Adapun perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut.

a. Kadar air bahan

$$KA (bb\%) = \frac{(W_a - W_b)}{W_a} \times 100\%$$

dimana :

KA = nilai kadar air (%)

W_b = massa sampel setelah pengeringan (gram)

W_a = massa sampel sebelum pengeringan (gram)

b. Laju pengeringan

$$Wa = \frac{m_0 - m_1}{\text{waktu pengeringan}}$$

dimana:

Wa = laju nassa air yang dikeringkan (gram/menit)

m₀ = massa air dalam bahan (gram)

m₁ = massa bahan produk kering (gram)

c. Beban uap air

$$W_{uap} = \frac{(m_1 - m_2) \times 100}{(100 - m_1)(100 - m_2)} \times Wd$$

dimana :

W_{uap} = beban uap aor (kg H₂O)
 m_1 = kadar air awal (%)
 m_2 = kadar air akhir (%)
 W_d = berat bahan kering (kg)

d. Energi matahari

$$Q_{sun} = I \times \tau \times A \times t$$

dimana:

I = Intensitas cahaya matahari (Watt/m²)
 τ = Transmisivitas *polycarbonate*
 A = Luas bidang (m²)
 T = waktu pengeringan (s)

e. Energi LPG

Setiap penurunan berat 1 kg LPG = 5015.99 kJ

f. Energi untuk menguapkan bahan

$$Q_1 = W_{uap} \times H_{fg}$$
$$Q_{air} / Q_2 = m \times C_p \times \Delta T$$
$$Q = Q_1 + Q_2$$

dimana:

Q = jumlah panas yang digunakan untuk memanaskan dan menguapkan air dari bahan (kJ)
 Q_1 = jumlah panas yang digunakan untuk menguapkan air dari bahan (kJ)
 Q_{air} / Q_2 = jumlah panas yang digunakan untuk memanaskan air dari bahan (kJ)
 W_{uap} = beban uap air (kgH₂O)
 H_{fg} = panas laten (kJ/kg)
 M = massa bahan (kg)
 C_p = panas jenis bahan (kJ/kg⁰C)
 T = suhu (⁰C)
 ΔT = selisih suhu (⁰C)

g. Efisiensi pengeringan

$$Eff = \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100\%$$

dimana:

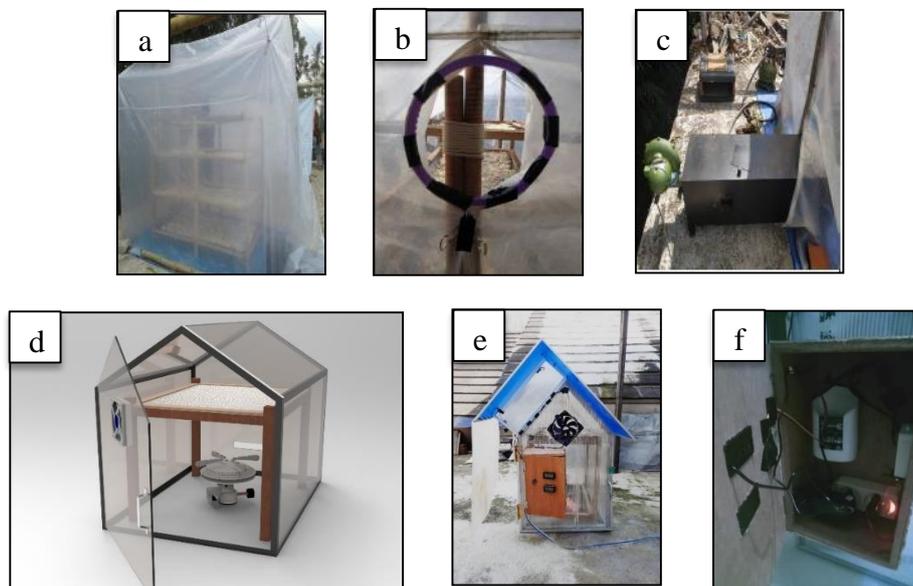
Eff = efisiensi pengeringan (%)
 Q_{out} = energi yang digunakan untuk memanaskan bahan dan menguapkan air (kJ)
 Q_{in} = energi yang dihasilkan oleh sumber energi yang masuk ke dalam ruang pengering (kJ)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil modifikasi

Berdasarkan desain dan rancangan struktural yang telah dibuat sebelumnya, terdapat beberapa bagian alat yang berbeda dengan desain awal yaitu adanya penambahan atap, box kontrol, serta lampu. Adapun atap dan box kontrol dibuat untuk melindungi alat dan komponen kelistrikan ketika pengoperasian alat pada saat musim hujan, sedangkan lampu berfungsi sebagai penerangan ketika malam hari. Dalam proses pembuatannya terdapat beberapa tahapan perlakuan pada bahan yaitu pengukuran, pemotongan, pengelasan, pengeboran, penyambungan dengan paku rivet dan

cabl tise, penyolderan, serta pengeleman. Pada komponen kelistrikan didalam box kontrol terdiri dari stopkontak 2 lubang, saklar lampu, adaptor DC 12 V, modul motor DC, serta 2 buah termohigrometer. Kemudian, setelah alat jadidilakukan *trial and eror* selama beberapa kali untuk mengetahui dan memastikan bahwa setiap bagian dari alat dapat berfungsi dengan baik. Pada tahap ini sempat mengalami beberapa kendala diantaranya tidak berfungsinya adaptor DC yang mengakibatkan berhentinya putaran fan untuk *blower output* dan menjadikan *fan* meleleh, terjadi kekosongan,serta rusaknya termohigrometer untuk sensor suhu dan kelembapan di dalam ruang pengering. Prosedur pengoperasian alat dilakukan mulai pukul 09.00 WIB hingga 14.00 WIB. Pada saat pengoperasian disiang hari, alat diletakkan dibawah sinar hari dan atapmenghadap kearah utara dan selatan. Sedangkan untuk pintu dihadapkan ke arah timur ataubarat. Hal ini dilakukan agar pada saat proses pengeringan berlangsung, cahaya matahari yang datang bisa sejajar dengan arah atap pada pengering. Sehingga persebaran panas yangakan diteruskan melalui dinding pengering bisa tersebar merata. Kemudian setelah dilakukanuji coba dan perbaikan alat, lalu dilakukan proses pengamatan dan pengambilan data.



Gambar 1. (a) pengering ERK DMT 1, (b) ventilasi buatan, (c) blower dan gas LPG, (d) desain pengering *protortype* ERK DMT 2, (e) *protortype* pengering ERK DMT 2, (f) box kontrol

Pengaruh variasi perlakuan terhadap suhu dan RH

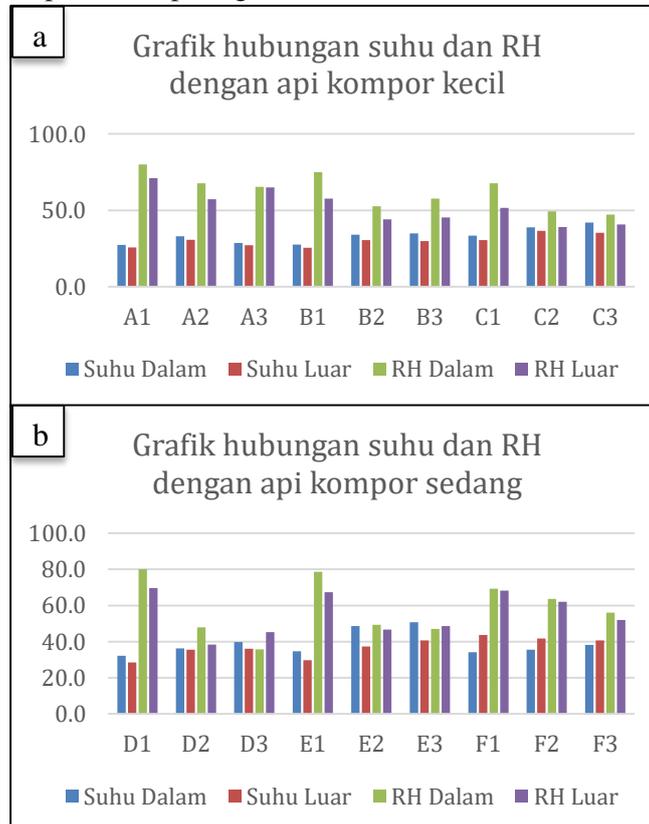
Pengambilan data pengeringan ubi ungu dilakukan sebanyak 27 kali yang didapatkan melalui 9 kombinasi perlakuan yaitu 3 variasi kecepatan angin pada *fan blower output* serta 3 variasi besar kecilnya api pemanas. Dari 9 kombinasi perlakuan tersebut masing-masing dilakukan ulangan sebanyak 3 kali dan data diambil setiap satu jam sekali selama 3 jam. Berdasarkan 9 jenis kombinasi perlakuan tersebut, didapatkan data hasil penelitian yang selanjutnya dianalisis dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) menggunakan aplikasi pengolahan data statistik Minitab 17. Dari hasil ANOVA dapat diketahui bahwa pada tingkat kepercayaan 95%, variasi perlakuan kecepatan angin dan nyala api memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap suhu didalam ruang pengering. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai P-Value pada nyala api, kecepatan angin, dan jam ke- $<0,05$. Kemudian P-Value pada nyala api*kecepatan angin sertakecepatan angin*jam ke- menunjukkan nilai $<0,05$ berarti bahwa ada interaksi antara nyala api dan kecepatan angin terhadap nilai suhu serta ada interaksi antara kecepatan angin dan jam ke- terhadap nilai suhu. Kemudian P-Value pada ulangan menunjukkan nilai $<0,05$ berarti bahwa adanya faktor ulangan berpengaruh nyata terhadap nilai suhu. Namun, pada interaksiantara nyala api dan jam ke- menunjukkan nilai $>0,05$ yang berarti interaksi tersebut

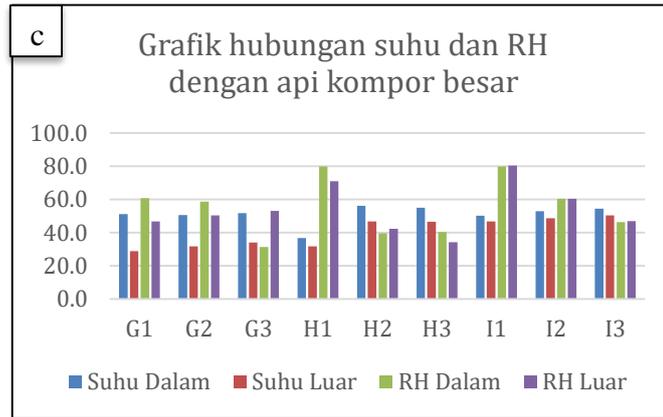
tidak berpengaruh nyata terhadap nilai suhu yang didapatkan. Sehingga pada *model summary* dapat dilihat nilai R-sq sebesar 91,22 % sehingga disimpulkan bahwa sebanyak 8,78 % dipengaruhi oleh faktor lain (eksternal) yang tidak terangkum dalam analisis ini.

Kemudian pada analisis data hasil penelitian mengenai pengaruh variasi perlakuan terhadap RH juga menggunakan metode ANOVA. Dari hasil ANOVA dengan tingkat kepercayaan 95%, dapat diketahui bahwa nilai P-Value pada nyala api, jam ke-, dan ulangan <0,05, sehingga ketiga faktor tersebut berpengaruh nyata terhadap RH yang terukur didalam ruang pengereng. Kemudian pada P-Value nyala api*kecepatan angin, nyala api*jam ke-, kecepatan angin*jam ke-, nyala api*kecepatan angin*jam ke- menunjukkan nilai <0,05 yang berarti bahwa terdapat interaksi antara ketiga faktor tersebut terhadap nilai RH yang terukur. Sedangkan P-Value pada kecepatan angin menunjukkan nilai 0,116 yang berarti bahwa adanya faktor kecepatan angin saja tidak berpengaruh nyata terhadap nilai RH. Sehingga dapat disimpulkan pada *model summary* bahwa nilai R-sq yang didapat pada analisa ini yaitu sebesar 95,14 % yang berarti sebanyak 4,86 % nilai RH yang terukur dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak terangkum dalam analisis ini. Setelah dilakukan analisis ANOVA, kemudian dilakukan uji lanjut Tukey untuk membandingkan antara variasi kecepatan angin dan nyala api terhadap suhu yang dihasilkan. Jadi, dalam proses pengambilan data terdapat 9 kombinasi perlakuan pemberian kecepatan angin dan nyala api para proses pengeringan ini sehingga menunjukkan notasi yang berbeda atau memiliki efek yang signifikan terhadap nilai suhu. Nilai rata-rata tertinggi diperoleh pada kombinasi nyala api besar dengan kecepatan angin 2,5 m/s yaitu sebesar 52,4778 yang berarti kombinasi perlakuan terburuk. Kemudian untuk nilai rata-rata terendah yaitu kombinasi nyala api kecil dengan kecepatan angin 1,5 m/s yaitu sebesar 29,7000 yang berarti kombinasi perlakuan terbaik. Sehingga untuk penelitian kedepannya untuk mendapatkan nilai suhu yang paling baik dipilih perlakuan menggunakan kecepatan angin 1,5 m/s dan dengan nyala api yang kecil.

Persebaran Suhu dan RH Pengereng

Berdasarkan data penelitian yang didapatkan dapat diketahui bahwa dalam proses pengeringan yang dilakukan terdapat perbedaan suhu antara didalam dan diluar ruang pengereng. Nilai rata-rata suhu pada proses pengeringan untuk ketiga jenis kecepatan angin dan besar kecilnya api pemanas dapat dilihat pada gambar berikut.





Gambar 2. (a) Perlakuan variasi kecepatan angin dengan api kompor kecil (b) Perlakuan variasi kecepatan angin dengan api kompor kecil (c) Perlakuan variasi kecepatan angin dengan api kompor besar

Seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 2** diatas bahwa pada pengambilan data suhu pengeringan dan kelembapan udara didapatkan hasil yang berbeda-beda. Pada perlakuan kecepatan angin sebesar 1,5 m/s dengan nyala api kompor kecil didapatkan nilai rata-rata suhu dalam sebesar 27,3 °C, 33,1 °C, dan 28,6 °C pada satu jam pertama, kedua, dan ketiga. Kemudian untuk suhu luar ruang pengering relatif lebih rendah dari pada suhu didalam ruang pengering, yaitu sebesar 25,7 °C, 30,7 °C, dan 27,2 °C pada satu jam pertama, kedua, dan ketiga. Kemudian untuk kelembapan udara yang terukur didalam dan diluar ruang pengering juga mengalami perbedaan, yaitu pada jam pertama, kedua, dan ketiga RH dalam sebesar 80%, 67,7%, 65,3%. Sedangkan RH luar sebesar 71%, 57,3%, dan 65% pada jam pertama, kedua, dan ketiga. Pada kecepatan angin 2 m/s dengan nyala api kompor kecil didapatkan hasil rata-rata suhu dalam sebesar 27,5 °C, 34 °C, dan 34,8 °C pada satu jam pertama, kedua, dan ketiga. Pada suhu luar ruangan didapatkan nilai suhu sebesar 25,4 °C, 30,6 °C, dan 29,9 °C pada jam pertama, kedua dan ketiga. Kemudian pada RH dalam dan luar pada jam pertama yaitu sebesar 75% dan 57,7%, pada jam kedua sebesar 52,7% dan 44%, serta pada jam ketiga yaitu sebesar 57,7%, dan 45,3%. Pada kecepatan 2,5 m/s didapatkan nilai suhu dalam ruang pengering sebesar 33,4 °C, 38,9 °C, dan 42,1 °C pada jam pertama, kedua, dan ketiga. Sedangkan untuk suhu luar pengering didapatkan nilai 30,5 °C, 36,6 °C, dan 35,3 °C. Kemudian untuk nilai RH dalam ruangan pada jam pertama, kedua, dan ketiga yaitu sebesar 67,7%, 49,3%, dan 47,3%. Pada RH luar ruangan mendapatkan hasil rata-rata sebesar 51,7%, 39%, dan 40,7%.

Pada perlakuan penyalaan api kompor sedang dengan kecepatan angin 1,5 m/s didapatkan hasil suhu dalam dan luar sebesar 32,2 °C dan 28,4°C pada jam kesatu, 36,3 °C dan 35,5 °C pada jam kedua, serta 39,8 °C dan 36 °C pada jam ketiga. Kemudian untuk nilai RH dalam dan luar yaitu sebesar 80 % dan 69,7 % pada jam kesatu, 48 dan 38,3 pada jam kedua, serta 35,7 dan 45,3 pada jam ketiga. Pada kecepatan angin sebesar 2 m/s dengan nyala api kompor sedang didapatkan hasil sebesar 34,7 °C, 48,7 °C, dan 50,7 °C untuk suhu dalam dan 29,7 °C, 37,3 °C, dan 40,7 °C untuk suhu luar. Kemudian untuk nilai kelembapan yang didapatkan didalam ruangan pada jam kesatu, kedua, dan ketiga sebesar 78,7%, 49,3 %, dan 47 %. Sedangkan RH diluar ruang pengering yaitu sebesar 67,3%, 46,7%, dan 48,7% pada jam pertama, kedua, dan ketiga. Pada kecepatan angin 2,5 m/s memiliki nilai suhu dan RH yang relatif lebih kecil. Untuk nyala api sedang dengan kecepatan angin 2,5 m/s didapatkan nilai suhu dalam dan luar pengering sebesar 34,1 °C dan 43,7 °C pada jam pertama, 35,5 °C dan 41,7 °C pada jam kedua, serta 38,2 °C dan 40,7 °C pada jam ketiga. Selanjutnya juga ditunjukkan nilai RH didalam ruang pengering sebesar 69,3 %, 63,7 %, dan 56 % serta nilai RH luar ruang pengering sebesar 68,3 %, 62 %, dan 52%. Pada perlakuan nyala api besar dengan kecepatan angin 1,5 m/s didapatkan nilai suhu dalam ruang pengering pada jam pertama, kedua, dan ketiga sebesar 51,1 °C, 50,6 °C, dan 51,7 °C. Untuk nilai suhu luar pada jam pertama, kedua, dan ketiga yaitu sebesar 28,8°C, 31,7°C, dan 34°C. Lalu untuk nilai RH dalam dan luar yaitu sebesar

60,7% dan 46,7% pada jam pertama, 58,7 % dan 50,3% pada jam kedua, serta 31,3% dan 53% pada jam ketiga. Untuk kecepatan angin 2 m/s didapatkan nilai suhu dalam dan luar ruang pengering yaitu sebesar 36,7°C dan 31,7 °C pada jam pertama, 56,2 °C dan 46,7 °C pada jam kedua, serta 55 °C dan 46,5 °C pada jam ketiga. Sedangkan nilai RH dalam dan luar yang didapatkan pada jam pertama sebesar 79,7% dan 71%, pada jam kedua sebesar 39,7% dan 42,3%, pada jam ketiga sebesar 40,3% dan 34,3%. Pada kecepatan angin 2,5 m/s dengan api kompor besar didapatkan hasil suhu dalam sebesar 50,2 °C, 52,8 °C, serta 54,4 °C pada jam pertama, kedua, dan ketiga. Sedangkan untuk suhu luar ruang pengering didapatkan nilai sebesar 46,7°C, 48,7 °C, dan 50,3 pada jam pertama, kedua, dan ketiga. Selanjutnya nilai RH dalam dan RH luar pengering didapatkan nilai sebesar 79,7% dan 80,3% pada jam pertama, 60,3% dan 60,3% pada jam kedua, serta 46,3% dan 47% pada jam ketiga. Perbedaan suhu didalam dan diluar ruang pengering ini disebabkan karena diruangan bagian dalam terdapat sumber panas tambahan yang digunakan untuk mempercepat proses pengeringan. Sumber panas ini berasal dari nyala tapipada kompor *portable* yang diatur dengan nyala api kecil. Sedangkan untuk bagian luar pengering hanya mendapatkan panas dari cahaya matahari, sehingga nilainya menjadi lebih kecil. Perbedaan RH ini disebabkan karena perbedaan aliran udara yang masuk kedalam ruang pengering dan keluar dari ruang pengering. Pada penelitian ini didapatkan data suhu secara fluktuatif naik dan turun dikarenakan adanya faktor eksternal yang mempengaruhi proses pengeringan seperti intensitas cahaya matahari dan cuaca. Sedangkan pada grafik RH secara umum menunjukkan bahwa RH didalam dan diluar pengering mengalami penurunan secara linier. Hal ini disebabkan karena semakin lama ruangan terkena radiasi panas maka juga akan menurunkan nilai RH didalam ruang pengering karena udara panas yang ditiup keluar ruang pengering melalui blower *output*. Perbedaan suhu dalam dan suhu luar disebabkan karena diruangan bagian dalam diberikan tambahan sumber panas sehingga didapatkan hasil lebih tinggi, sedangkan RH diluar lebih tinggi karena kondisi lingkungan yang ada diluar ruang pengering lebih lembab daripada didalam ruang pengering.

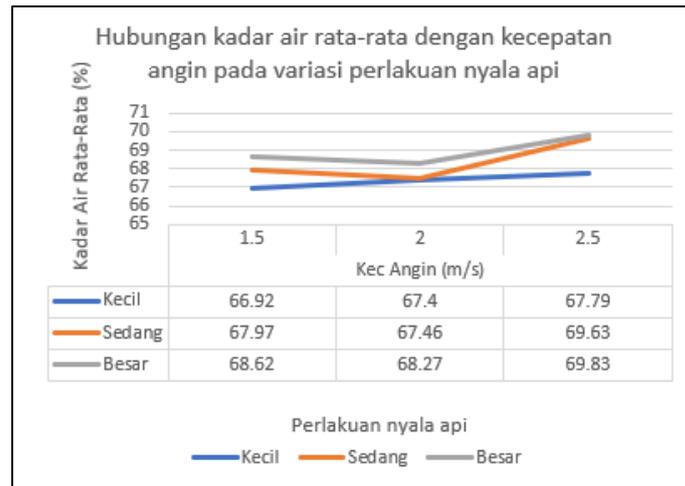
Menurut Kristiawan (2008), suhu rata-rata didalam pengering ERK sebesar 34-40 C, sedangkan diluar pengering ERK sebesar 32-35 C. Menurut Murad (2019), suhu didalam pengering ERK berkisar 24-52 C, sedangkan suhu diluar pengering ERK berkisar antara 24-36 C. Menurut Mahfuz (2017), nilai rata-rata kelembapan udara didalam ruang pengering ERK berkisar antara 39-40 %. Menurut Nurhayati (2020), nilai rata-rata kelembapan udara didalam ruang pengering ERK berkisar antara 59-65%. Menurut Murad (2019), RH didalam ruang pengering ERK berkisar antara 85-52%, sedangkan RH diluar ruang pengering ERK yaitu antara 99-58 %. Pada penelitian ini, dengan berbagai macam kombinasi perlakuan yang diberikan terdapat kondisi suhu dan RH baik didalam maupun ruang pengering yang sesuai dengan literatur dan juga terdapat kondisi yang tidak sesuai dengan literatur. Hal ini dapat terjadi karena perbedaan faktor cuaca dan adanya faktor eksternal yang mempengaruhi proses pengeringan.

Kadar Air Rata-Rata pada Bahan

Berdasarkan data hasil penelitian yang didapatkan diketahui bahwa dalam setiap jam proses pengeringan terjadi penurunan kadar air bahan yang dibuktikan dari adanya pengurangan massa sample pada saat sebelum dan setelah dikeringkan.

Berdasarkan **Gambar 3** diatas dapat diketahui bahwa untuk kadar air rata-rata yaitu berkisar antara 66-69%. Secara umum, variasi kadar air yang didapat tidak terlalu signifikan meskipun diberikan perlakuan pada kecepatan angin blower output. Pada nyala api kecil dengan kecepatan angin blower 1,5 m/s kadar air sebesar 66,92%, pada nyala api kecil dengan kecepatan angin blower 2 m/s kadar air sebesar 67,4%, pada nyala api kecil dengan kecepatan angin blower 2,5 m/s kadar air sebesar 67,79%. Kemudian pada perlakuan nyala api sedang didapatkan nilai kadar air yang lebih tinggi yaitu sebesar 67,97% pada kecepatan angin 1,5 m/s, sebesar 67,46% pada kecepatan angin 2 m/s, serta sebesar 69,63% pada kecepatan angin 2,5 m/s. Lalu pada perlakuan nyala api yang terbesar didapatkan nilai kadar air 68,62%; 68,27%, dan 69,83% pada kecepatan angin 1,5 m/s, 2 m/s, dan 2,5 m/s. Perbedaan ini dapat terjadi karena semakin besar nyala api yang

diberikan dan semakin besar kecepatan angin pada blower output, maka udara dan uap panas yang dihasilkan dari proses pengeringan akan semakin banyak yang dikeluarkan sehingga panas yang digunakan untuk menghilangkan massa air pada bahan menjadi berkurang. Namun, apabila dengan nyala api kecil dan kecepatan angin pada blower kecil maka uap panas yang dikeluarkan melalui blower juga lebih sedikit sehingga panas yang dihasilkan oleh kompor bisa digunakan lebih optimal untuk proses pengeringan. Menurut Hardoko (2010), jumlah karbohidrat pada ubi jalar ungu dapat mencapai 27,9% dengan kadar air sebesar 68,9%. Sehingga pada penelitian ini kadar air yang didapatkan sudah sesuai dengan literatur.



Gambar 3. Grafik hubungan kadar air rata-rata dengan kecepatan angin pada variasi perlakuan nyala api

4.5 Energi yang Digunakan selama Proses Pengeringan

Dalam proses pengeringan terjadi tahap penguapan air dari bahan ke udara untuk mengurangi massa air dalam bahan. Untuk mengetahui jumlah energi yang digunakan yaitu dengan cara menghitung energi yang dihasilkan dari panas api pada kompor *portable* ditambahkan dengan panas paparan sinar matahari. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai dari energi panas yang dihasilkan oleh matahari yaitu intensitas cahaya matahari, transmisivitas *polycarbonate*, luas bidang, serta lama waktu pengeringan. Menurut Rahman (2017), dalam penelitiannya tentang pengeringan sale pisang menyebutkan bahwa nilai dari transmisivitas dari *polycarbonate* yaitu sebesar 77%. Kemudian untuk luas bidang kolektor didapatkan dari total luas permukaan model pengereng ERK DMT2 yang dapat terkena paparan sinar matahari yaitu sebesar 12487,25 cm² Sedangkan lama waktu pengeringan yaitu selama 3 jam. Perbedaan jumlah energi panas yang diperoleh dari matahari ini sangat mempengaruhi lamanya proses pengeringan. Semakin besar energi panas yang didapat maka proses pengeringan menggunakan ERK DMT2 ini akan semakin cepat, begitu juga sebaliknya. Apabila cuaca sedang mendung maka besar energi panas matahari juga akan menurun sehingga proses pengeringan bisa menjadi lebih lama (lebih dari 3 jam). Berdasarkan data yang didapatkan dijelaskan bahwa dalam setiap pengambilan data jumlah energi matahari yang dipancarkan berbeda-beda yang mana hal ini dipengaruhi oleh faktor cuaca yang dapat diketahui melalui besar kecilnya intensitas matahari yang terukur.

Tinggi dan rendahnya intensitas cahaya matahari berpengaruh terhadap kenaikan suhu di dalam ruang pengereng dan penurunan kadar air bahan yang di keringkan. Waktu yang dibutuhkan untuk proses pengeringan bahan hasil pertanian tergantung dari intensitas cahaya matahari yang

masuk ke dalam ruang pengereng. Intensitas radiasi matahari yang mencapai permukaan bumi memiliki nilai yang berbedabeda. Hal ini dikarenakan pergerakan bumi pada sebuah orbit elips dan dari arah miring (dalam hubungannya dengan orbit elips) atau sumbu putarnya. Orbit elips adalah suatu posisi/koordinat dari benda-benda di luar angkasa baik planet maupun satelit atau benda angkasa lainnya yang berbentuk elips. Selain itu juga disebabkan perubahan sudut tampa (deklinasi) sinar matahari sepanjang tahun. Secara alami, nilai radiasi matahari dipengaruhi oleh sudut dan arah jatuhnya matahari pada permukaan bumi (Martiani, 2017).

Selain menggunakan energi matahari, untuk mengeringkan bahan menggunakan ERK DMT 2 ini juga dibantu oleh panas yang dihasilkan oleh api dari kompor *portable*. Faktor yang mempengaruhi nilai panas yang dihasilkan yaitu besar kecilnya variasi nyala api pada kompor serta banyak sedikitnya oksigen yang masuk ke dalam pengereng melalui ventilasi pada bagian dinding belakang alat. Dalam penelitian ini perhitungan energi yang dihasilkan oleh kompor dihitung dengan metode konversi yaitu jumlah energi pada kompor sama dengan jumlah panas yang digunakan untuk memanaskan air dari bahan. Dalam uji kinerja alat pengereng ERK DMT 2 ini energi panas yang dibutuhkan adalah sebesar 200,84 kJ.

4.6 Efisiensi Pengereng

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan energi, didapatkan nilai dari efisiensi pengereng ubi ungu yang menggunakan 2 jenis perlakuan yaitu perbedaan kecepatan angin pada blower *output*, serta besar kecilnya api sebagai sumber panas di dalam ruang pengereng. Dari data tersebut dapat diketahui nilai dari efisiensi pengereng ubi jalar ungu menggunakan pengereng ERK DMT 2 berkisar antara 13-17%. Melalui grafik perbedaan efisiensi pengereng ubi ungu. Nilai efisiensi terendah yaitu 13% terdapat pada pengereng bahan menggunakan kecepatan angin sebesar 2,5 m/s dan dengan nyala api besar. Sedangkan untuk nilai efisiensi terbaik yaitu 17,21% didapatkan dengan perlakuan kecepatan angin sebesar 2 m/s dan dengan nyala api kecil. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan angin pada blower *output* maka memberikan nilai efisiensi pengereng lebih kecil. Namun, dalam proses pengambilan data yang telah dilakukan, nilai efisiensi alat pengereng ERK DMT 2 masih bisa berubah-ubah karena terdapat beberapa faktor yang masih dikontrol secara manual dan beberapa faktor yang belum terkontrol. Namun, dari hasil modifikasi alat yang dilakukan, model pengereng ERK DMT 2 ini dapat berfungsi lebih baik dari pada model pengereng sebelumnya yaitu ERK DMT 1 pada saat kondisi cuaca sedang tidak terlalu panas, hujan, maupun pada saat malam hari. Pada kondisi dimana panas matahari kurang optimal dan kelembapan udara yang tinggi akibat hujan proses pengereng tetap dapat dilakukan.

KESIMPULAN

- a. Hasil modifikasi pengereng ERK DMT 2 memiliki dimensi panjang 500 mm, lebar 450 mm, dan tinggi 550 mm, dibuat dengan menggunakan bahan dari *polycarbonate* menggantikan bahan plastic UV pada pengereng ERK DMT 1
- b. Prototype alat pengereng ERK DMT 2 dapat bekerja lebih baik ketika dioperasikan pada kondisi cuaca yang kurang baik (musim hujan) apabila dibandingkan dengan alat pengereng ERK DMT 1
- c. Berdasarkan hasil *chips* yang didapatkan, diketahui bahwa secara umum terdapat 6 tingkat kualitas ubi jalar kering (*chips*) yang berbeda-beda
- d. Prototype alat pengereng ERK DMT 2 memiliki nilai efisiensi sebesar 13-17%, sedangkan pada alat pengereng DMT 1 memiliki nilai efisiensi berkisar antara 11-42%. Faktor yang mempengaruhi variasi ini adalah faktor perlakuan yang diberikan pada setiap pengujian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Universitas Brawijaya yang telah memberikan dana penelitian melalui program Hibah Doktor Non Lektor Kepala sehingga tujuan yang telah dirancang dapat terlaksana dan memberikan hasil yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Faishal, Hristo Dio. (2019). Pengaruh Variasi Waktu dan Lebar Ventilasi Terhadap Pengerengan Sawut Singkong Dengan Menggunakan Pengereng Tipe Hybrid. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya
- Hardoko, Liana Hendarto, Tagor Marsillam Siregar. (2010). Pemanfaatan Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas L. poir*) sebagai Pengganti Sebagian Tepung Terigu dan Sumber Antioksidan pada Roti Tawar. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol. XXI, No. 1, Thn 2010
- Kristiawan, Budi, Rendy Adhi Rachmanto, Waluyo Triyono. (2008). *Analisis Performansi Prototype Pengereng Jamur Kuping Dengan Memanfaatkan Efek Rumah Kaca dan Energi Suplemen dari Biobriket Limbah Log Ba*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
- Mahfuz, Husni, Herpandi, Ace Baehaki. (2017). Analisis Kimia dan Sensoris Kerupuk Ikan yang Dikeringkan dengan Pengereng Efek Rumah Kaca (ERK). *Fishtech-Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. Vol. 6, No.1: 39-46, Mei 2017
- Martiani, Erni, Murad, Guyup Mahardhian Dwi Putra. (2017). Modifikasi dan Uji Performansi Alat Pengereng *Hybrid* (Surya-Biomassa) Tipe Rak. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertaniandan Biosistem*. Vol. 5, No. 1, Maret 2017
- Murad, Rahmat Sabani, Hary Kurniawan, Surya Abdul Muttalib, Fakhrol Irfan Khalil. (2019). Karakteristik Pengerengan Sawut Mocaf Menggunakan Alat Pengereng Tenaga Surya Tipe Greenhouse. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, Vol. 7, No. 1, Maret 2019
- Nurhayati, Elok. (2020). Rancang Bangun Alat RH Meter Digital dengan Sensor DHT22 pada Ruang Pengereng Tepung Efek Rumah Kaca Berbasis IoT (Internet of Things). *Skripsi*. Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya
- Rahman, Arief Fazlul, Sukmawaty, dan Rahmat Sabani. (2017). Evaluasi Pengerengan Pisang Sale (*Musa Paradisiaca L.*) Pada Alat Pengereng Hybrid (Surya-Listrik) Tipe Rak. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. Vol.5, No. 1, Maret 2017