

PENGARUH LAJU ALIRAN MASSA UDARA PANAS TERHADAP KINERJA MESIN PENGERING RAK TELUR

Nasruddin Aziz, Zuryati Djafar, Dian Kusumawati

Departemen Teknik Mesin Universitas Hasanuddin

Email : nas.unhas@gmail.com

ABSTRACT : The Effect of Hot Air Mass Flow Rate on The Performance of Egg Tray Drying Machine.

Egg rack drying machines with stoves fueled with rice husk are designed to help egg rack manufacturers to avoid the problem of drying during the rainy season, during which the drying process is carried out by conventional methods of using solar heat. This machine is designed by utilizing hot air from the combustion of rice husk and then passed into the 2.0 Compact-plate heat exchanger where the hot air mixes with environmental air and enters the oven to dry the egg rack. Data retrieval is done by data on egg rack temperature, egg rack water content, initial mass and end of egg rack and velocity of air flow from environmental air blowers and hot air from burning husk on egg rack drying machines. With variations in the mass flow rate of hot air, which is 0.041 kg/s, 0.043 kg/s, 0.049 kg/s, 0.053 kg/s and the velocity of environmental air flow is 17 m/s, 18 m/s, 19 m/s, 20 m/s.

The drying rate is strongly influenced by variations in the speed of the air flow environment and the flow rate of hot air from combustion where the optimal air flow velocity is around 19 m/s, the mass flow rate of hot air is 0.049 kg / s with an air blower rotation speed of 2800 rpm for clean air and hot air from burning rice husks. By decreasing the water content value every 15-20 minutes during the drying process of the egg racks, a large change in the moisture content is around 19% -20%. From the fourth variation of the mass heat flow rate obtained the highest drying efficiency value of 36.01% for the mass flow rate of hot air of 0.043 kg/s and the lowest drying efficiency value of 32.87% at the mass flow rate of hot air of 0.053 kg/s.

ABSTRAK : Pengaruh Laju Aliran Massa Udara Panas terhadap Kinerja Mesin Pengereng Rak Telur.

Mesin pengering rak telur dengan tungku berbahan bakar sekam padi dirancang untuk membantu produsen rak telur agar terhindar dari masalah pengeringan saat musim hujan, di mana selama ini proses pengeringan dilakukan dengan metode konvensional yaitu menggunakan panas matahari. Mesin ini dirancang dengan memanfaatkan udara panas dari hasil pembakaran sekam padi kemudian diteruskan masuk pada Compact heat exchanger plate-fin 2.0 di mana udara panas tersebut bercampur dengan udara lingkungan dan masuk ke dalam oven untuk mengeringkan rak telur. Dalam penelitian ini dilakukan pengambilan data yang dilakukan yaitu data temperatur rak telur, kadar air rak telur, massa awal dan akhir rak telur dan kecepatan aliran udara dari blower udara lingkungan maupun udara panas hasil pembakaran sekam pada mesin pengering rak telur. Dengan variasi laju aliran massa udara panas yaitu 0.041 kg/s, 0.043 kg/s, 0.049 kg/s, 0.053 kg/s dan kecepatan aliran udara lingkungan yaitu 17 m/s, 18 m/s, 19 m/s, 20 m/s

Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju pengeringan sangat dipengaruhi oleh variasi kecepatan aliran udara lingkungan dan laju aliran udara panas hasil pembakaran di mana kecepatan aliran udara yang optimal yaitu sekitar 19 m/s, laju aliran massa udara panas 0.049 kg/s dengan kecepatan putaran blower udara yaitu 2800 rpm baik itu untuk udara bersih maupun udara panas hasil pembakaran sekam padi. Dengan penurunan nilai kadar air setiap 15-20 menit selama proses pengeringan rak telur, besar perubahan kadar air sekitar 19%-20%. Dari keempat variasi laju aliran massa udara panas diperoleh nilai efisiensi pengeringan yang paling tinggi yaitu sebesar 36.01% untuk laju aliran massa udara panas sebesar 0,043 kg/s dan nilai efisiensi pengeringan yang paling rendah yaitu sebesar 32.87% pada laju aliran massa udara panas sebesar 0,053 kg/s.

Kata Kunci : Mesin Pengereng Rak Telur, Alat Penukar Kalor, Laju Aliran Massa, Laju Pengeringan.

PENDAHULUAN

Salah satu jenis produk yang dihasilkan dari pengolahan limbah kertas adalah rak telur. Rak telur saat ini memiliki potensi bisnis yang cukup baik karena tersedianya pasar serta bahan baku yang mudah diperoleh. Dalam pembuatan rak telur, dibutuhkan proses pengeringan setelah melewati proses pencetakan. Proses pengeringan bisa dilakukan secara alami dengan menggunakan sinar matahari dan dapat pula menggunakan bantuan mesin pengering.

Pengeringan dengan penjemuran bahan pada sinar matahari mempunyai keuntungan karena sederhana, tidak membutuhkan biaya yang besar dengan kapasitas bahan yang dikeringkan tidak terbatas. Sementara kerugiannya adalah sangat tergantung pada kondisi cuaca (Rahbini, et al. 2016), sehingga hal ini membuat sulit dikontrol dengan area yang luas serta kurang terjaga kebersihannya (Mujumdar, 2006; Simson dan Straus, 2010). Kadar air yang tinggi dan cuaca yang tidak mendukung juga merupakan kendala yang sulit diatasi (Taib, Gumbira, dan Wiraatmadja, 1987).

Proses pengeringan yang masih mengandalkan energi matahari membutuhkan teknologi pengeringan yang lebih baik agar dapat lebih efektif dan efisien. Liemena dkk., meneliti sistem pengering tempat telur karton yang ada di atas troli secara otomatis. Sistem yang dibangun menggunakan mikrokontroler untuk mengontrol pergerakan rak telur berdasarkan informasi dari sensor cahaya dan temperatur udara. Dengan demikian sistem dapat menentukan posisi troli-troli penjemur. (Liemena, Lestariningsih, dan Agustine 2007).

Selain itu, proses pengeringan dapat juga dilakukan dengan berbagai jenis alat pengering, misalnya oven, microwave dryer, dan spray dryer. Sumber energi pengeringan dapat menggunakan energi listrik ataupun kalor buang dari peralatan yang menghasilkan panas, misalnya kondensor AC (Suntivarakorn et al., 2009), dan gas buang mesin pembakaran (Azis et

al., 2015). Selain itu dapat juga diperoleh dari energi panas pembakaran, baik dengan bahan bakar fosil maupun biomassa. Biomasa merupakan material organik yang berasal dari makhluk hidup yang dapat digunakan sebagai bahan bakar (Arief, 2015). Pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar alternatif terbarukan merupakan solusi yang lebih baik atas permasalahan yang muncul akibat penggunaan bahan bakar fosil (Kong, 2010). Salah satunya dengan menggunakan sekam padi yang cukup potensial dikembangkan oleh karena ketersediaan dan keberlanjutannya untuk memenuhi kebutuhan energi yang masih sangat besar, namun pemanfaatannya belum maksimal (Karekesi, Lata, dan Coelo, 2004).

Pemilihan alat pengering yang digunakan dapat ditentukan dengan bahan yang dikeringkan, misalnya rak telur dengan menggunakan oven karena berbentuk lembaran dan memiliki berat kering dan kadar air yang tertentu sehingga dapat dipasarkan. Di mana, laju pengeringan dengan menggunakan oven lebih cepat prosesnya (Nainggolan et al., 2014).

Tahap proses pengeringan terdiri dari proses perpindahan massa air yang berasal dari permukaan bahan, karena adanya perbedaan tekanan uap air antara permukaan bahan dengan udara pengering, sampai air bebas pada permukaan telah hilang. Kemudian proses pengeringan masih berlanjut sampai diperoleh kadar air kesetimbangan. Kadar air kesetimbangan merupakan kadar air terendah yang dapat dicapai pada suhu dan kelembaban tertentu (Handerson dan Perry, 1976). Pengeringan dipengaruhi oleh dua hal, yaitu berkaitan dengan udara pengering seperti temperatur, kecepatan aliran udara pengering, dan kelembaban udara. Kemudian yang berkaitan dengan sifat bahan yang dikeringkan yaitu ukuran bahan, kadar air awal, dan tekanan parsial dalam bahan (Adawyah, 2011). Sifat udara yang

dibutuhkan agar pengeringan optimal adalah temperatur yang tinggi dengan kelembaban relatif yang rendah dan kecepatan aliran udara yang tinggi (Hui 1992). Secara umum, untuk memperoleh kecepatan pengeringan maksimum, perlu diperhatikan kondisi luas permukaan, temperatur, kecepatan udara, kelembapan udara, tekanan atm dan waktu.

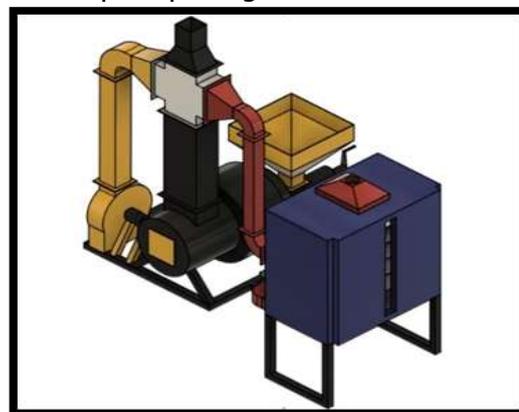
Masalah utama sering terjadi adalah pengeringan produk yang tidak seragam. Hal ini disebabkan oleh aliran udara pengering, suhu dan RH udara pengering yang tidak seragam. Kendala lain yang sering dihadapi adalah kehilangan air yang sangat cepat pada bahan yang terletak dekat dengan udara masuk. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan rotasi rak atau dengan menggunakan aliran udara berlawanan arah pada waktu tertentu selama proses pengeringan terjadi (Heldman dan Singh 1981).

Dari uraian di atas dapat dilihat bahwa, faktor utama yang mempercepat proses pengeringan adalah kecepatan udara yang mengalir. Apabila ada udara yang tidak mengalir menyebabkan kandungan uap air di sekitar bahan yang dikeringkan semakin jenuh sehingga pengeringan semakin lambat. Sehingga hal ini dapat mempengaruhi proses pengeringan yang dilakukan. Oleh karena itu perlu diinvestigasi lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh variasi laju aliran massa udara terhadap laju pengeringan rak telur yang diproduksi dengan menggunakan mesin pengering berupa alat penukar kalor dari gas hasil pembakaran sekam padi yang disalurkan ke oven pengering.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental untuk mengetahui pengaruh variasi laju aliran massa udara panas terhadap laju pengeringan rak telur pada mesin pengering rak telur dengan tungku berbahan bakar sekam. Tahapan penelitian mencakup studi kasus dan literatur, persiapan alat dan bahan,

pengambilan data, serta analisa data dan evaluasi. Penelitian ini dilakukan di salah satu workshop PT.Rak Nusatara, produsen rak telur yang berada di Kabupaten Sidenreng Rappang, Sulawesi Selatan. Skema alat pengujian mesin Pengering rak telur seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Mesin Pengering Pemasangan instrumen alat control dan alat ukur pada mesin pengering untuk mengatur putaran blower dan mendapatkan data temperatur, kecepatan dan kadar air, seperti diperlihatkan pada gambar 2.



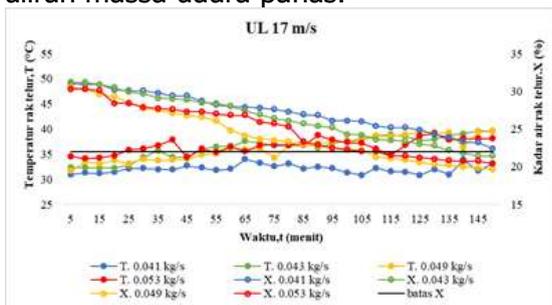
Gambar 2. Instrumen yang digunakan: a. *Moisture meter*, b. *Speed Controler*, c. *Digital thermocouple*, d. *Digital Anemometer* Sebelum mesin pengering rak telur dioperasikan, seluruh bagian sistem dan peralatan pengukuran dipastikan dalam kondisi baik. Mesin Pengering Rak Telur dioperasikan selama 150 menit dengan pengambilan data yang dilakukan tiap 5 menit. Pengukuran dan pengambilan data dilakukan selama 150 menit, meliputi:

- a. Temperatur dan kadar air rak telur.
- b. Temperatur lingkungan.
- c. Massa awal pengeringan rak telur.
- d. Massa akhir pengeringan rak telur.

Perubahan variasi laju aliran massa udara panas dengan cara mengubah putaran blower udara panas sehingga diperoleh kecepatan aliran udara panas yang digunakan untuk memperoleh nilai variasi laju aliran massa udara panas. Selanjutnya, perubahan kecepatan aliran udara lingkungan dengan terlebih dahulu mengubah putaran blower udara lingkungan. Pengambilan data diulangi untuk beberapa variasi kecepatan yang telah ditentukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari Hasil pengujian yang dilakukan dengan variasi laju aliran massa udara panas terhadap laju pengeringan rak telur, diperoleh data hasil pengukuran rata-rata talang untuk masing-masing kecepatan aliran udara lingkungan 17 m/s, 18 m/s, 19 m/s dan 20 m/s dengan 4 variasi laju aliran massa udara panas.



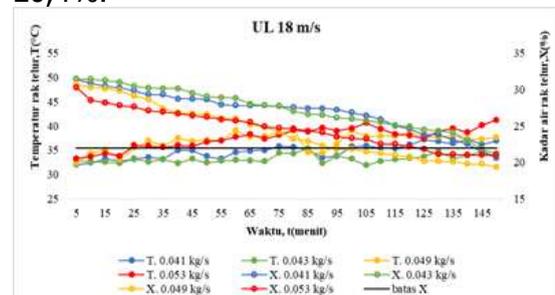
Gambar 3. Distribusi Temperatur rata-rata dan Kadar Air Rak Telur pada Laju aliran udara lingkungan 17 m/s dengan 4 variasi putaran blower udara.

Pada gambar 3 diperlihatkan temperatur rata-rata rak telur setiap lima menit yang terletak pada talang pertama hingga talang kelima dengan laju aliran udara lingkungan 17 m/s dengan variasi laju aliran massa udara panas 0,053 kg/s, 0,049 kg/s, 0,043 kg/s, dan 0,041 kg/s. Pada variasi laju aliran massa udara panas 0,041 kg/s cenderung mengalami perubahan yang berkisar 1°C sampai 2°C setiap lima menit, hingga temperatur akhir dari rak telur yang diperoleh mencapai 33,1°C. Data temperatur rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,043 kg/s yaitu berkisar 36°C kemudian mengalami perubahan berkisar 1°C sampai 2°C hingga temperatur akhir

menjadi 39,6°C. Kemudian data temperatur rata-rata rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,049 kg/s setiap lima menit menunjukkan perubahan 1°C sampai 3°C, hingga temperatur akhir rak telur mencapai 39,6°C. Temperatur rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,053 kg/s pada lima menit pertama yaitu 34,5°C selanjutnya cenderung mengalami perubahan berkisar 1°C sampai 2°C hingga temperatur rata-rata akhir dari rak telur yaitu 38,1°C.

Untuk perubahan kadar air rak rata-rata telur setiap lima menit yang terletak pada talang pertama hingga talang kelima dengan variasi laju aliran udara lingkungan 17 m/s dengan laju aliran massa udara panas 0,053 kg/s, 0,049 kg/s, 0,043 kg/s dan 0,041 kg/s. Data pada variasi kecepatan laju aliran massa udara panas 0,041 kg/s mengalami penurunan hingga kadar air rata-rata akhir dari rak telur yang diperoleh mencapai 22,4%.

Data kadar air rata-rata rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,043 kg/s yaitu mulai 31,2% hingga 21,4% pada 150 menit. Kemudian data perubahan kadar air rata-rata rak telur pada variasi kecepatan laju aliran massa udara panas 0,049 kg/s setiap lima menit menunjukkan penurunan hingga kadar air rata-rata akhir rak telur mencapai 19,6%. Sedangkan kadar air rata-rata rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,053 kg/s pada lima menit pertama yaitu 30,3% selanjutnya cenderung turun hingga kadar air akhir dari rak telur yaitu 20,4%.



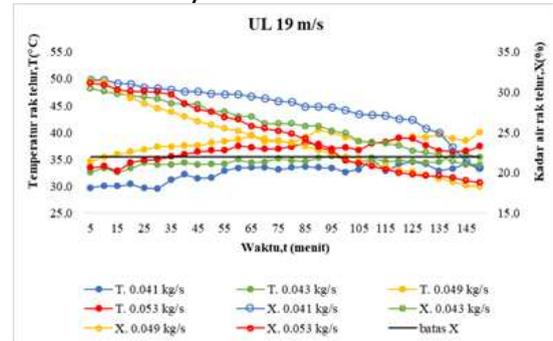
Gambar 4. Distribusi Temperatur rata-rata dan Kadar Air Rak Telur pada Laju aliran udara lingkungan 18 m/s dengan 4 variasi laju aliran massa udara panas.

Gambar 4 memperlihatkan temperatur rata-rata rak telur setiap lima menit yang terletak pada talang pertama hingga talang kelima dengan laju aliran udara lingkungan 18 m/s dengan variasi laju aliran massa udara panas 0,053 kg/s, 0,049 kg/s, 0,043 kg/s, dan 0,041 kg/s. Pada variasi putaran blower 0,041 kg/s mengalami perubahan 0,3°C sampai 1°C hingga temperatur akhir dari rak telur yang diperoleh mencapai 36,9°C. Data temperatur rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,043 kg/s yaitu berkisar 32°C kemudian mengalami perubahan 0,2°C sampai 1°C hingga temperatur akhir menjadi 35,4°C.

Temperatur rata-rata rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,049 kg/s setiap lima menit menunjukkan pada 80 menit mencapai temperatur rata-rata sebesar 39°C kemudian turun hingga 34,6°C pada 90 menit. Setelah itu naik, kemudian perubahannya berkisar 0,2°C sampai 2°C hingga temperatur akhir rak telur mencapai 37,6°C. Temperatur rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,053 kg/s pada lima menit pertama yaitu 33,3°C selanjutnya cenderung mengalami perubahan berkisar 0,4°C sampai 1°C hingga temperatur rata-rata akhir dari rak telur yaitu 41,2°C.

Sementara, perubahan kadar air rak rata-rata telur setiap lima menit yang terletak pada talang pertama hingga talang kelima dengan variasi laju aliran udara lingkungan 18 m/s dengan laju aliran massa udara panas 0,053 kg/s, 0,049 kg/s, 0,043 kg/s dan 0,041 kg/s. Pada variasi kecepatan laju aliran massa udara panas 0,041 kg/s mengalami penurunan hingga kadar air rata-rata akhir dari rak telur yang diperoleh mencapai 20,6%. Data kadar air rata-rata rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,043 kg/s yaitu mulai 31,4% hingga 21,2% pada 150 menit. Kemudian data perubahan kadar air rata-rata rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,049 kg/s setiap lima menit menunjukkan penurunan hingga kadar air rata-rata akhir rak telur mencapai 19,4%. Sedangkan

kadar air rata-rata rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,053 kg/s pada lima menit pertama yaitu 30,3% selanjutnya turun hingga kadar air akhir dari rak telur yaitu 21%.



Gambar 5. Distribusi Temperatur rata-rata dan Kadar Air Rak Telur pada Laju aliran udara lingkungan 19 m/s dengan 4 variasi laju aliran massa udara panas.

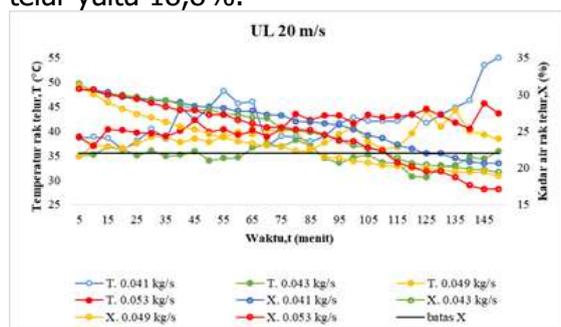
Gambar 5 menunjukkan temperatur rata-rata rak telur setiap lima menit yang terletak pada talang pertama hingga talang kelima dengan laju aliran udara lingkungan 19 m/s dengan variasi laju aliran massa udara panas 0,053 kg/s, 0,049 kg/s, 0,043 kg/s, dan 0,041 kg/s. Temperatur rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,041 kg/s cenderung mengalami perubahan yang berkisar 1°C sampai 2°C setiap lima menit, hingga temperatur akhir dari rak telur yang diperoleh mencapai 33,3°C. Kemudian data temperatur rata-rata rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,043 kg/s yaitu berkisar 34°C kemudian mengalami perubahan berkisar 1°C sampai 2°C setiap lima menit hingga temperatur akhir menjadi 35,4°C. Data temperatur rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,049 kg/s setiap lima menit menunjukkan perubahan 1°C sampai 2°C, hingga temperatur akhir rak telur mencapai 40°C.

Adapun data pada variasi laju aliran massa udara panas 0,053 kg/s pada lima menit pertama yaitu 33,4°C selanjutnya cenderung mengalami perubahan berkisar 1°C sampai 2°C hingga temperatur rata-rata akhir dari rak telur yaitu 37,4°C. Jadi perubahan temperatur rata-rata rak telur cenderung konstan pada setiap laju aliran

udara lingkungan 19 m/s dengan variasi laju aliran massa udara panas 0,053 kg/s, 0,049 kg/s, 0,043 kg/s dan 0,041 kg/s.

Perubahan kadar air rak rata-rata telur setiap lima menit yang terletak pada talang pertama hingga talang kelima dengan variasi laju aliran udara lingkungan 19 m/s dengan laju aliran massa udara panas 0,053 kg/s, 0,049 kg/s, 0,043 kg/s dan 0,041 kg/s. Pada variasi laju aliran massa udara panas 0,041 kg/s mengalami penurunan berkisar 0,4% sampai 1% hingga kadar air rata-rata akhir dari rak telur yang diperoleh mencapai 20,6%.

Data kadar air rata-rata rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,043 kg/s yaitu mulai 30,5% menunjukkan penurunan berkisar 0,4% sampai 1% hingga kadar air akhirnya menjadi 21%. Kemudian data perubahan kadar air rata-rata rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,049 kg/s setiap lima menit menunjukkan penurunan berkisar 0,6% sampai 1%, hingga kadar air rata-rata akhir rak telur mencapai 18,3%. Sedangkan kadar air rata-rata rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,053 kg/s pada lima menit pertama yaitu 31,1% selanjutnya cenderung menunjukkan penurunan berkisar 0,3% sampai 1% hingga kadar air akhir dari rak telur yaitu 18,8%.



Gambar 6. Distribusi Temperatur rata-rata dan Kadar Air Rak Telur pada Laju aliran udara lingkungan 20 m/s dengan 4 variasi laju aliran massa udara panas.

Gambar 6 menunjukkan temperatur rata-rata rak telur setiap lima menit yang terletak pada talang pertama hingga talang kelima dengan laju aliran udara lingkungan 20 m/s dengan variasi laju

aliran massa udara panas 0,053 kg/s, 0,049 kg/s, 0,043 kg/s, dan 0,041 kg/s. Data pada variasi putaran blower 0,041 kg/s cenderung mengalami perubahan yang berkisar 0,2°C sampai 2°C setiap lima menit, hingga temperatur akhir dari rak telur yang diperoleh mencapai 55°C. Data temperatur rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,043 kg/s yaitu berkisar 34,9°C kemudian mengalami perubahan 1°C sampai 2°C hingga temperatur akhir menjadi 35,9°C.

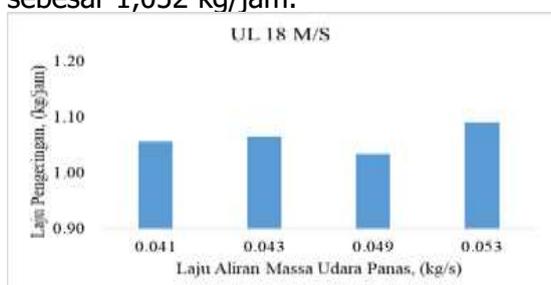
Temperatur rata-rata rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,049 kg/s setiap lima menit menunjukkan perubahan 1°C sampai 3°C hingga temperatur akhir rak telur mencapai 38,3°C. Sedangkan temperatur rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,053 kg/s pada lima menit pertama yaitu 38,7°C selanjutnya cenderung mengalami perubahan 1°C sampai 3°C hingga temperatur rata-rata akhir dari rak telur yaitu 43,6°C.

Dari gambar 6 juga dapat diketahui perubahan kadar air rak rata-rata telur setiap lima menit yang terletak pada talang pertama hingga talang kelima dengan variasi laju aliran udara lingkungan 20 m/s dengan laju aliran massa udara panas 0,053 kg/s, 0,049 kg/s, 0,043 kg/s dan 0,041 kg/s. Pada variasi kecepatan laju aliran massa udara panas 0,041 kg/s mengalami penurunan hingga kadar air rata-rata akhir dari rak telur yang diperoleh mencapai 20,6%. Data kadar air rata-rata rak telur pada variasi laju aliran massa udara panas 0,043 kg/s yaitu mulai 31,4% hingga 19,4% pada 150 menit.

Sementara perubahan kadar air rata-rata rak telur pada variasi kecepatan laju aliran massa udara panas 0,049 kg/s setiap lima menit menunjukkan penurunan hingga kadar air rata-rata akhir rak telur mencapai 18,9%. Sedangkan kadar air rata-rata rak telur pada variasi kecepatan laju aliran massa udara panas 0,053 kg/s pada lima menit pertama yaitu 30,7% selanjutnya turun hingga kadar air akhir dari rak telur yaitu 17,1%.



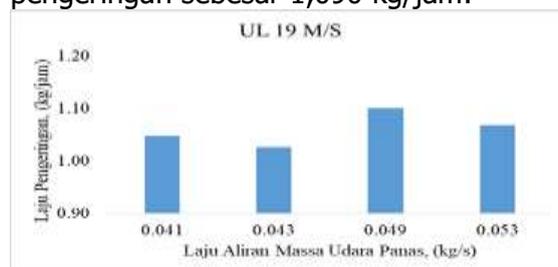
Gambar 7. Hubungan Laju Pengeringan terhadap 4 Variasi Laju Aliran Massa Udara Panas untuk Rata-Rata Talang pada kecepatan aliran udara lingkungan 17 m/s
Gambar 7 sampai 10 memperlihatkan hubungan laju pengeringan terhadap laju aliran massa udara panas untuk rata-rata talang pada berbagai kecepatan aliran udara. Gambar 7 menunjukkan pada kecepatan 17 m/s, di mana laju aliran massa udara panas 0,041 kg/s memiliki laju pengeringan sebesar 1,080 kg/jam, kemudian untuk laju aliran massa udara panas 0,043 kg/s memiliki laju pengeringan sebesar 1,042 kg/jam. Data laju aliran massa udara panas 0,049 kg/s memiliki laju pengeringan sebesar 1,050 kg/jam, sedangkan laju aliran massa udara panas 0,053 kg/s memiliki laju pengeringan sebesar 1,052 kg/jam.



Gambar 8. Hubungan Laju Pengeringan terhadap 4 Variasi Laju Aliran Massa Udara Panas untuk Rata-Rata Talang pada kecepatan aliran udara lingkungan 18 m/s

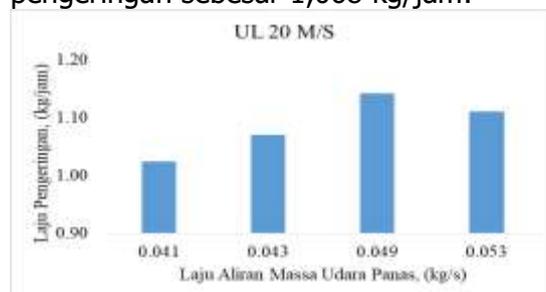
Untuk kecepatan 18 m/s diperlihatkan pada gambar 8. Pada laju aliran massa udara panas 0,041 kg/s memiliki laju pengeringan sebesar 1,056 kg/jam, kemudian untuk laju aliran massa udara panas 0,043 kg/s memiliki laju pengeringan sebesar 1,066 kg/jam. Data laju aliran massa udara panas 0,049 kg/s memiliki laju pengeringan sebesar 1,034 kg/jam, sedangkan laju aliran massa

udara panas 0,053 kg/s memiliki laju pengeringan sebesar 1,090 kg/jam.



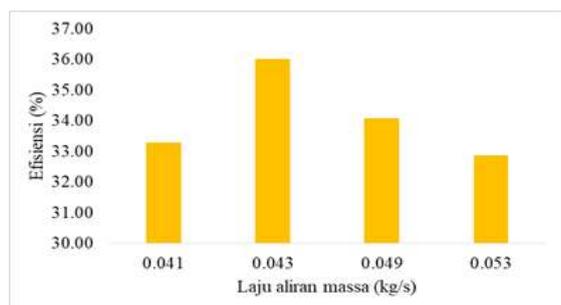
Gambar 9. Hubungan Laju Pengeringan terhadap 4 Variasi Laju Aliran Massa Udara Panas untuk Rata-Rata Talang pada kecepatan aliran udara lingkungan 19 m/s

Pada gambar 9 memperlihatkan hubungan laju pengeringan terhadap laju aliran massa udara panas pada kecepatan aliran udara 19 m/s. Pada laju aliran massa udara panas 0,041 kg/s memiliki laju pengeringan sebesar 1,048 kg/jam, kemudian untuk laju aliran massa udara panas 0,043 kg/s memiliki laju pengeringan sebesar 1,026 kg/jam. Data laju aliran massa udara panas 0,049 kg/s memiliki laju pengeringan sebesar 1,100 kg/jam, sedangkan laju aliran massa udara panas 0,053 kg/s memiliki laju pengeringan sebesar 1,068 kg/jam.



Gambar 10. Hubungan Laju Pengeringan terhadap 4 Variasi Laju Aliran Massa Udara Panas untuk Rata-Rata Talang pada kecepatan aliran udara lingkungan 20 m/s

Kemudian pada gambar 10, untuk kecepatan aliran udara 20 m/s, di mana pada laju aliran massa udara panas 0,041 kg/s memiliki laju pengeringan sebesar 1,024 kg/jam, kemudian untuk laju aliran massa udara panas 0,043 kg/s memiliki laju pengeringan sebesar 1,070 kg/jam. Data laju aliran massa udara panas 0,049 kg/s memiliki laju pengeringan sebesar 1,142 kg/jam, sedangkan laju aliran massa udara panas 0,053 kg/s memiliki laju pengeringan sebesar 1,110 kg/jam.



Gambar 11. Hubungan Efisiensi Pengeringan terhadap 4 Variasi Laju Aliran Massa Udara Panas

Gambar 11 memperlihatkan hubungan efisiensi pengeringan terhadap variasi laju aliran massa udara panas. Pada laju aliran massa udara panas 0,041 kg/s memiliki efisiensi sebesar 33,27% kemudian efisiensi pengeringan naik menjadi 36,01% pada laju aliran massa udara panas 0,043 kg/s. Untuk laju aliran massa udara panas 0,49 kg/s memiliki efisiensi pengeringan paling besar yaitu 34,06%, sedangkan laju aliran massa udara panas 0,53 kg/s memiliki efisiensi pengeringan 32,87%. Dari gambar 10 dapat dilihat bahwa, kinerja optimal pengeringan tidak dicapai pada laju aliran massa udara panas yang terlalu rendah ataupun terlalu tinggi. Pada laju aliran udara panas yang rendah, proses pengeringan oleh udara panas tidak mencukupi untuk terjadinya penguapan (proses penguapan yang lambat), sementara pada laju aliran yang terlalu tinggi, proses penguapan yang terjadi, di mana nilai input energi yang terpakai oleh produk yang dikeringkan sudah tidak sebanding dengan total output energi pada sistem pengering yang diberikan. Dari data hasil pengujian ditemukan bahwa terdapat suhu optimum yang telah dicapai dari proses pengeringan pada laju aliran tertentu, sehingga penambahan laju aliran tidak lagi berpengaruh signifikan terhadap kinerja mesin pengering yang diuji.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu: Dari keempat variasi laju aliran massa udara panas yang digunakan pada proses pengeringan rak

telur yaitu 0,041 kg/s, 0,043 kg/s, 0,049 kg/s, dan 0,053 kg/s diperoleh bahwa proses pengeringan rak telur semakin cepat hingga mencapai laju aliran massa udara panas yang optimum yaitu 0,049 kg/s dan akan melambat kembali setelah nilai optimum tersebut.

Dari keempat variasi laju aliran massa udara panas diperoleh bahwa karakteristik temperatur rak telur cenderung mengalami perubahan sekitar 1°C sampai 2°C untuk kecepatan aliran udara lingkungan 17 m/s, 18 m/s, 19 m/s dengan variasi laju aliran massa udara panas 0,041 kg/s, 0,043 kg/s, 0,049 kg/s, dan 0,053 kg/s. Sedangkan untuk karakteristik temperatur rak telur pada kecepatan aliran udara lingkungan 20 m/s dengan variasi laju aliran massa udara panas 0,041 kg/s, 0,043 kg/s, 0,049 kg/s, dan 0,053 kg/s cenderung mengalami fluktuasi sekitar 1°C sampai 3°C.

Dari keempat variasi laju aliran massa udara panas diperoleh nilai efisiensi pengeringan yang paling tinggi yaitu sebesar 36,01% untuk laju aliran massa udara panas sebesar 0,043 kg/s dan nilai efisiensi pengeringan yang paling rendah yaitu sebesar 32,87% pada laju aliran massa udara panas sebesar 0,053 kg/s.

DAFTAR RUJUKAN

- Adawyah, Rabiatul. 2011. *Pengolahan Dan Pengawetan Ikan*. Jakarta: Bumi aksara.
- Arief, Tajalli. 2015. *Panduan Penilaian Potensi Biomassa Sebagai Sumber Energi Alternatif Di Indonesia*. Penabulu Alliance.
- Azis, Nasruddin, Mursalim, Wahyu H. Piarah, and Supratomo. 2015. "Calculation of Cogeneration Technology System in Waste Heat Recovery of Diesel Engine Exhaust Gases for Grain Dryers." *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)* Vol. 9 (Issue 9): 616–20.
- Handerson, S.M., and R.L. Perry. 1976. *Agricultural Process Engineering*. Westport, Connecticut, USA.: The AVI Publishing Company Incorporation.

- Heldman, D.R., and R.P. Singh. 1981. *Food Process Engineering*. 2nd edition. Westport, Connecticut, USA.: The AVI Publishing Co. Inc.,.
- Hui, YH. 1992. *Encyclopedia of Food and Technology*. New York: John Wiley & Sons.
- Karekesi, S., K. Lata, and S.T. Coelo. 2004. "Traditional Biomass Energy-Improving Its Use and Moving to Modern Energy Use." In *Proceedings International Conference for Renewable Energi, Born*.
- Kong, G.T. 2010. *Peran Biomassa Bagi Energi Terbarukan*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Liemena, Hendri Aldriek, Diana Lestariningsih, and Lanny Agustine. 2007. "Sistem Pengering Tempat Telur Karton Yang Ada Di Atas Troli Secara Otomatis." *WIDYA TEKNIK* Vol.6 (No.2): 152-62.
- Mujumdar, A.S. 2006. *Handbook of Industrial Drying*. Singapore: Taylor & Francis Group, LLC.
- Nainggolan, Sri Rezeky Meylani, Tamrin, Warji, and Budianto Lanya. 2014. "Uji Kinerja Alat Pengering Tipe Batch Skala Lab Untuk Pengeringan Gabah Dengan Menggunakan Bahan Bakar Sekam Padi." *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* Vol. 2 (No. 3): 161-72.
- Rahbini, Heryanto, Basuki Rachmat, and Rhofita Erry Ika. 2016. "Rancang Bangun Alat Pengering Tipe Rak Sistem Double Blower." In *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Aplikasinya Tahun 2016*. Vol. 7. Malang.
- Simson, S.P., and M.C. Straus. 2010. *Post-Harvest Technology of Horticultural Crops*. Jaipur, India: Oxford Book company.
- Suntivarakorn, P., S. Satmarong, C. Benjapiyaporn, and S. Theerakulpisut. 2009. "An Experimental Study on Clothes Drying Using Waste Heat from Split Type Air Conditioner." *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Mechanical and Mechatronics Engineering* Vol. 3 (No. 5): 483-88.
- Taib, Gunarif, Said Gumbira, and Sutedja Wiraatmadja. 1987. *Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian, Jakarta*. Jakarta: Mediyatama Sarana Perkasa.