

Eksperimen Rumah Pengering Ikan Sarden Model Ultra Violet (UV) Solar Dryer Kombinasi dengan Sistem Solar Air Heater Melalui Variasi Kecepatan Udara Keluar

Rolandi Punuf¹, Defmit B. N. Riwu², Verdy A. Koehuan^{3*}

¹⁻³) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp. (0380)881597

*Corresponding author: riwu_defmit@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Pengembangan dan pemanfaatan energi surya harus terus dikembangkan dengan beberapa teknologi diantaranya Solar Air Heater. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen pada rumah pengering pengering sinar matahari Ultra Violet untuk pengeringan ikan sarden dengan tambahan penyerapan panas radiasi matahari menggunakan sistem solar air heater. Konfigurasi ini bekerja dengan menarik udara dari selubung bangunan atau dari lingkungan luar dan melewatkannya melalui kolektor dimana udara dihangatkan secara konduksi dan konveksi di dalam penyerap. Analisis penelitian ini mengenai kecepatan aliran udara yang keluar dari ruang pengering yaitu 1,0 m/s, 1,5 m/s dan 1,8 m/s, sedangkan kecepatan aliran udara pada solar panel (exhaust fan) adalah 3,5 m/s (konstan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan panas melalui panel solar air heater dapat mempercepat proses pengeringan pada ruang pengering. Perbedaan suhu pada panel surya meningkatkan penyerapan panas melalui aliran udara panas, yang juga meningkatkan efisiensi panel surya. Efisiensi tertinggi rumah pengering sebesar 48,05 % terjadi pada laju aliran udara keluar 1,8 m/s. Perbedaan temperatur ruang pengering dan peningkatan udara ambien cenderung meningkatkan efisiensi ruang pengering dimana pada penelitian ini diperoleh nilai tertinggi sebesar 48,05% pada kecepatan 1,8 m/s.

ABSTRACT

The technique for preserving a new product is by using a drying technique. The development and utilization of solar energy must continue to be developed with several technologies including the Solar Air Heater. The research method used was an experimental method on Ultra-Violet solar dryer drying houses for drying sardines with additional absorption of solar radiation heat using a solar air heater system. This configuration works by drawing air from the building envelope or from the outside environment and passing it through a collector where the air is warmed by conduction and convection in the absorber. The analysis of this study is regarding the velocity of the airflow coming out of the drying chamber, namely 1.0 m/s, 1.5 m/s and 1.8 m/s, while the airflow velocity in the solar panel (exhaust fan) is 3.5 m/s (constant). The results of the study show that the addition of heat through the solar air heater panel can speed up the drying process in the drying chamber. The temperature difference in the solar panel increases the heat absorbed through the hot air flow which also increases the efficiency of the solar panel. The highest efficiency of the drying house is 48.05 % occurring at the outlet air flow rate of 1.8 m/s. The temperature difference in the drying chamber and the increased ambient air tends to increase the efficiency of the drying chamber where in this study the highest value of 48.05% was obtained at a speed of 1.8 m/s.

Keywords: House Dryer, Ultra-Viole, Solar Dryer, Outlet Air Velocity, Solar Air Heater.

PENDAHULUAN

Ketersediaan sumber daya energi di dunia semakin hari semakin berkurang. Lebih banyak ilmuwan mencari sumber daya terbarukan lainnya. Pemanas udara surya adalah alat yang menggunakan energi dengan

cara menyerap radiasi matahari kemudian diubah menjadi energi panas. Energi panas ini memanaskan udara dalam rumah pengering yang kemudian menguapkan kandungan air dari bahan yang dikeringkan. Menurut Yuliasdini dkk., (2020) dalam Muarif 2013, kecepatan pengeringan akan naik apabila kecepatan udara yang masuk dan keluar

memiliki peningkatan. Kadar air akhir apabila mulai mencapai kesetimbangannya, maka akan membuat waktu pengeringan juga ikut naik atau dengan kata lain lebih cepat.

Proses pengolahan dan pengawetan ikan merupakan salah satu bagian penting dari mata rantai industri perikanan. Tanpa adanya kedua proses tersebut, peningkatan produksi ikan yang telah dicapai selama ini akan sia-sia, karena tidak semua produk perikanan dapat dimanfaatkan oleh konsumen dalam keadaan baik. Pengawetan ikan secara tradisional bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam tubuh ikan, sehingga tidak memberikan kesempatan bagi bakteri untuk berkembang biak. Untuk mendapatkan hasil awetan yang bermutu tinggi diperlukan perlakuan yang baik (Djamalu, 2016; Imbir dkk., 2015).

Faktor yang dapat mempengaruhi pengeringan suatu bahan pangan antara lain menurut Lestari, (2019) dalam Buckl, dkk.1987, sifat fisik dan sifat kimia bahan pangan, pengaturan susunan bahan pangan, sifat fisik dari lingkungan sekitar alat pengering, proses pemindahan dari media pemanas ke bahan yang dikeringkan melalui dua tahapan proses selama pengeringan yaitu: proses pemindahan panas terjadinya penguapan air dari bahan yang dikeringkan ,dan proses perubahan air yang terkandung dalam media yang dikeringkan mengupkan air menjadi gas. Prinsip pengeringan biasanya akan melibatkan dua kejadian, yaitu panas yang harus diberikan pada bahan yang akan dikeringkan dan air harus dikeluarkan dari dalam bahan. Dua fenomena ini menyangkut perpindahan panas ke dalam dan perpindahan masa keluar. Selain kecepatan tekanan pada blower adapun faktor lain yang mempengaruhi dalam kecepatan pengering yaitu luas permukaan rumah pengering, perbedaan suhu sekitar, dan kecepatan aliran udara. Menurut Abdullah (2003), proses pengeringan pada prinsipnya adalah proses mengurangi kadar air, untuk mencegah bakteri dan enzyme bekerja dalam , selain mengurangi kadar air, diperlukan juga pengendalian temperatur dan RH udara tempat penyimpanan ikan. Beberapa variabel yang

penting dalam proses pengeringan adalah temperatur, RH dan laju aliran udara serta waktu pengeringan. Abdullah (2003) mengatakan bahwa kadar air ikan bervariasi antara 50% - 80%. Untuk mengurangi aktivitas bakteri dan enzim, kadar air sebaiknya dijaga dibawah 25%.

Ikan sarden (*Sardinella fimbriata*) merupakan salah satu sumber daya ikan yang memiliki nilai ekonomis serta peranan penting dalam perikanan Indonesia. Salah satu daerah yang memiliki potensi perikanan tambang yang sangat baik di Indonesia adalah perairan Nusa Tenggara Timur (NTT). Pentingnya sumber daya ikan bagi kebutuhan manusia, baik untuk pemenuhan gizi maupun kegiatan perekonomian, mendorong manusia mengeksploitasi sumber daya sebanyak-banyaknya, termasuk ikan sarden. Pemanfaatan intensif terhadap sumberdaya ini menuntut adanya upaya pengelolaan yang baik. Hasil tangkapan dominan yang didaratkan adalah ikan sarden. Musim penangkapan ikan sarden berlangsung dari Mei-September, sedangkan musim paceklik berada pada maret. Prediksi keuntungan ekonomi dapat diestimasi melalui perhitungan pendapatan perbulan. Harga ikan sarden yang bernilai jual rendah berkisar Rp. 5.000,- s.d Rp. 15.000, membuatnya banyak diminati masyarakat, permintaan yang terus meningkat menjadikannya salah satu target utama tangkapan nelayan. Tangkapan yang berlebihan dikhawatirkan akan mempengaruhi status stok sumber daya ikan sarden. Hal inilah yang mendorong perlunya pengkajian stok sumber daya ikan sarden berbasis panjang untuk itu diperlukan pengeringan pada ikan sarden. Dengan demikian perlu penanganan yang cepat, tepat dan benar untuk menjaga kualitasnya sebelum dipasarkan dan sampai ke tangan konsumen, maka perlu adanya pengawetan untuk memperpanjang daya awet (Abdullah, 2003).

Pengembangan dan pemanfaatan energi matahari harus terus dikembangkan dengan beberapa teknologi diantaranya yaitu *Solar Air Heater*. *Solar Air Heater* adalah salah satu tipe pemanas udara tenaga matahari. Prinsip

kerja dari pemanas Udara tenaga Surya yaitu dengan memanfaatkan tenaga energi radiasi matahari yang melewati kaca transparan dan diserap oleh absorber dan kemudian mengubah energi matahari yang diterima menjadi energi panas. Pengeringan mekanik dengan metode pengeringan *ultra violet (UV) solar dryer* dikombinasikan dengan system *solar air heater* sehingga proses pengeringan dapat mendapatkan hasil yang maksimal (Khanlari dkk., 2020). Sehubungan dengan hal ini, maka perlu untuk melakukan penelitian studi pengaruh pembebanan dan lama pengeringan ikan asin dihubungkan dengan kadar air dan laju pengeringan.

Metode pengeringan dengan efek rumah kaca (*ultra violet solar dryer*) relatif murah karena biaya operasionalnya yang rendah, selain itu distribusi temperatur dalam rumah pengering juga relatif seragam dengan tingkat kelembaban yang mudah diatur melalui penggunaan *exhaust fan* untuk sirkulasi udara dalam rumah pengering (Nofrianto, 2018). Metode pengeringan ini juga dapat dikombinasikan dengan sumber panas lain (hybrid) seperti biomassa, penggunaan gas alam, maupun udara panas dari solar air heater. Metode pengeringan hybrid ini bertujuan untuk meningkatkan temperatur udara ruang pengering dan laju pengeringan sesuai dengan kebutuhan bahan yang akan dikeringkan (Riansyah dkk., 2013; Runesi dkk., 2020; Sharma & Wadhawan, 2018).

Pada penelitian ini, penulis mengembangkan suatu alat yang dapat digunakan untuk membantu proses pengeringan dalam rumah pengering plastik UV *Ultra Violet (UV Solar Dryer)* melalui penambahan sistem *solar air heater* dengan pemanfaatan energi surya menggunakan panel surya sebagai pemanas udara tambahan. *Solar air heater* ini diharapkan mampu menjawab kebutuhan akan pengeringan produk dalam proses pengeringan didalam rumah pengering. Untuk menjaga keseimbangan temperatur dalam rumah pengering, dalam penelitian ini dilakukan variasi kecepatan udara keluar rumah pengering dengan mengatur putaran blower yang ditempatkan pada sisi udara keluar rumah pengering.

METODE PENELITIAN

Waktu Dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Cendana dari bulan Maret tahun 2022 sampai selesai.

Alat dan Bahan

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : papan lebar 15 cm tebal 2 cm, tripleks atau kalsiboard tebal 4 mm 1 lembar, kaca tebal 5 mm , besi *hollow* (besi kotak 4 x 4) baja ringan 7 batang.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Tang, obeng, gunting baja ringan, gurinda, palu, travo las, bor, timbangan digital, dan blower.

Desain solar air heater

Metode penelitian yang dilaksanakan adalah metode eksperimen terhadap sistem panel surya *solar air heater*. Konfigurasi ini bekerja dengan menarik udara panas dari dalam panel surya melalui saluran keluar yang terhubung dengan pipa kotak (besi *hollow* baja ringan) ke luar lingkungan atau dihubungkan ke dalam rumah pengering. Sedangkan desain model *solar air heater* seperti pada Gambar 1 hingga Gambar 4.

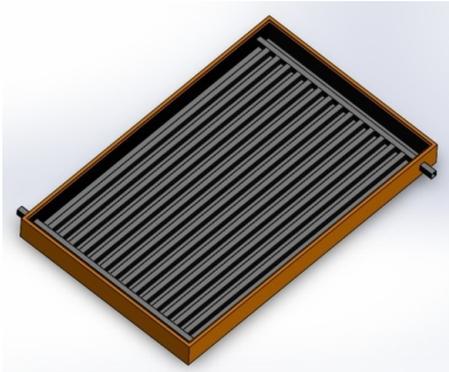
Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

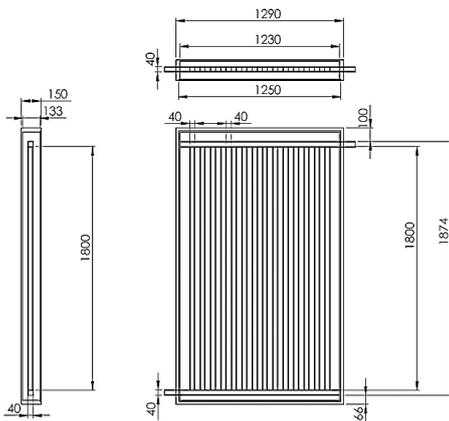
1. Variabel bebas (*independent variable*)

Variabel bebas adalah variabel yang ditentukan oleh peneliti dan ditentukan sebelum penelitian dilakukan yaitu :

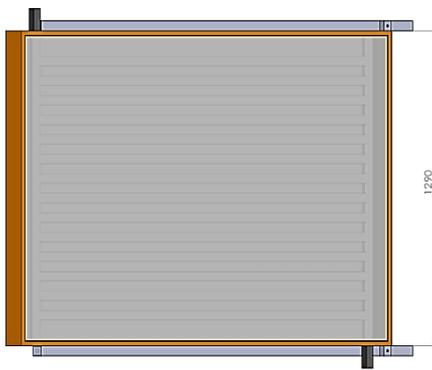
- Waktu pengujian dimulai dari pukul 09.00 sampai dengan pukul 15.00
- Variasi kecepatan aliran udara panas yang keluar ke dalam rumah pengering sebesar 1,0 m/s, 1,5 m/s dan 1,8 m/s



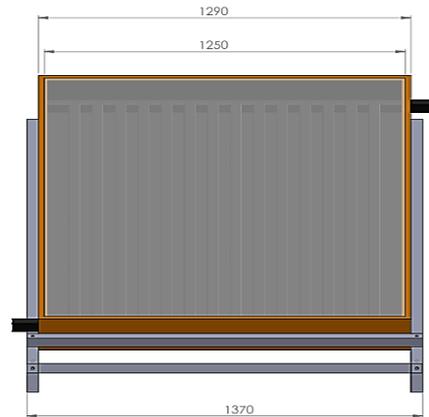
Gambar 1. Desain 3-D panel surya (*solar air heater*).



Gambar 2. Desain panel surya (*solar air heater*), (satuan dalam mm).



Gambar 3. Desain panel surya (*solar air heater*) dengan rangka dudukan, tampak atas (satuan dalam mm).



Gambar 4. Desain panel surya (*solar air heater*) dengan rangka dudukan, tampak depan (satuan dalam mm).

2. Variabel terikat (*dependent variable*)

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung pada variabel bebas dan besarnya dapat diketahui setelah penelitian dilakukan. Adapun variabel terikat pada penelitian ini adalah

- Temperatur di dalam rumah pengering, kelembaban udara.
- Temperatur rata-rata udara dalam panel surya,
- Temperatur rata-rata pada permukaan absorber,
- Temperatur udara masuk dan keluar panel surya yang mengalir di dalam besi kotak (absorber).

3. Variabel terkontrol (*controlled variable*)

Dimensi rumah pengering seperti volume ruangan dan luas permukaan atau dinding yang tertutupi oleh plastik UV. Plastik Ultra Violet (UV *solar dryer*) dengan tebal 0,2 mm berfungsi sebagai penutup rumah pengering untuk penyerapan radiasi matahari dengan UV protector 6%. Panel *solar air heater* yang dicat warna hitam dop sebagai penerima panas udara surya. Beban pengeringan berupa massa atau bobot ikan sarden (kondisi masih basah) dengan beban pengeringan konstan dan seragam sebesar 2 kg/m^2 pada setiap rak jemur dan massa 7,41 kg. Sudut kemiringan panel surya seperti pada Gambar 3.9, yakni 35° .

Prosedur pengambilan data

Pengambilan data penelitian ini dilakukan setelah tahapan pembuatan panel surya *solar air heater* dengan mengikuti prosedur sebagai berikut :

- Memasang panel surya pada lokasi pengujian dengan posisi menghadap ke arah utara dengan sudut 35°
- Memasang blower dan alat ukur kecepatan pada saluran udara keluar panel surya.
- Menempatkan alat ukur temperatur pada sisi aliran masuk maupun aliran keluar panel surya serta beberapa titik pengukuran temperatur pada bagian dalam panel surya termasuk temperatur dinding absorber.
- Pengambilan data temperatur hari pertama sampai hari ketiga dengan variasi kecepatan $1,0$ m/s orientasi panel surya menghadap ke arah utara matahari dengan sudut kemiringan panel 35° dimulai dari jam 09.00 sampai dengan 15.00.
- Pengambilan data dilanjutkan untuk hari kedua dan ketiga masing-masing untuk variasi kecepatan $1,0$ m/s, $1,5$ dan $1,8$ m/s dengan arah panel surya konstan menghadap arah utara matahari dengan sudut 35°

Metode Analisa Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu data primer. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lapangan tempat dilakukan penelitian tersebut. Berdasarkan data rancangan panel *solar air heater* dan data hasil pengukuran dari pengujian kemudian dilakukan analisis data untuk diperoleh efisiensi dari panel surya (*solar air heater*). Data yang diambil pada saat penelitian adalah temperatur pada sisi aliran masuk maupun aliran keluar, suhu udara luar pada panel dan suhu yang ada di *absorber* dengan sudut kemiringan 35° .

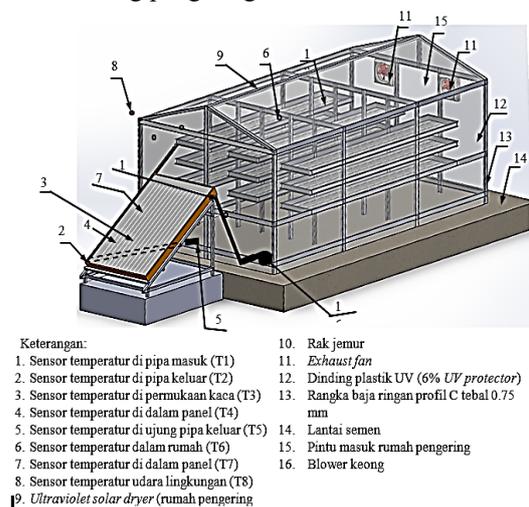
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran dan Analisis Temperatur

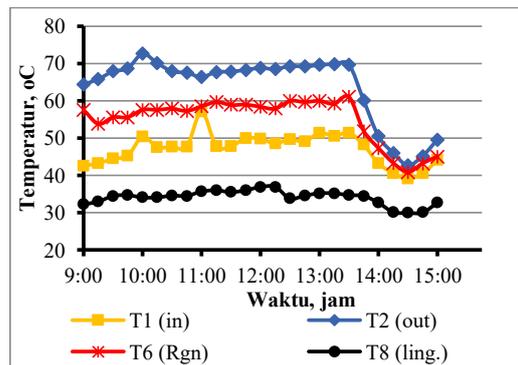
Pada pengujian ini data temperatur dan kelembaban di dalam rumah pengering dan panel *solar air heater* diukur dengan menggunakan alat ukur berupa sensor Temperatur dan humidity data logger atau *Elitech* (RC-1, RC-2, RC-3, RC-HK), dan *Termocouple type K* yang diambil pada jam 09.00-15.00 WITA. Sudut kemiringan panel *solar air heater* adalah 35° dengan arah utara. Penempatan sensor temperatur seperti terlihat pada Gambar 5. Alat ukur RC-1 (T5) berada di dalam rumah pengering di dalam saluran pipa dari panel *solar air heater* kedalam rumah pengering, RC-HK (T6) berfungsi untuk mengukur temperatur sekaligus mengukur kelembaban di dalam rumah pengering. Alat ukur RC-2 (T8) untuk mengukur temperatur lingkungan, RC-3 (T7) berfungsi untuk mengukur temperatur udara panas yang ada di dalam panel *solar air heater*. Sedangkan *Termocouple type K* terdapat 4 sensor untuk mengukur temperatur di panel *solar air heater* (T1) berada pada saluran pipa dari blower keluar rumah pengering ke panel *solar air heater*, (T2) berada saluran pipa dari panel *solar air heater* kedalam rumah pengering, (T3) berada permukaan kaca panel *solar air heater*, dan (T4) berada pada di dalam panel *solar air heater*.

Hasil pengukuran temperatur dengan variasi kecepatan udara keluar dari rumah pengering, yakni $1,0$ m/s, $1,5$ m/s, $1,8$ m/s selama 3 hari dari jam 09.00 hingga 15.00 dan kecepatan angin blower keong konstan pada kecepatan $3,5$ m/s ditunjukkan pada Gambar 6 hingga Gambar 9. Temperatur udara panas keluar dari panel surya dengan tren tertinggi, kemudian diikuti dengan temperatur udara masuk panel surya, temperatur udara dalam rumah pengering, dan terendah adalah temperatur lingkungan. Dari Gambar 8 untuk pengujian dengan kecepatan udara keluar $1,8$ m/s (tanpa beban) dan Gambar 9 untuk pengujian dengan kecepatan udara keluar $1,5$ m/s (dengan beban), terlihat bahwa temperatur

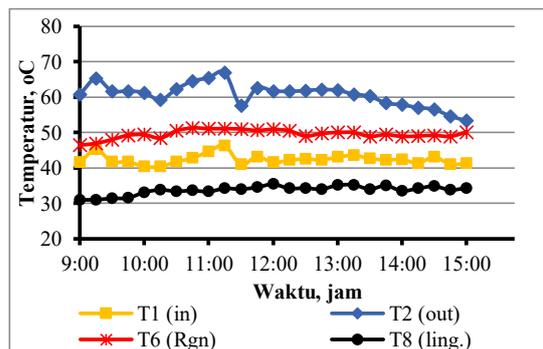
udara panas masuk panel (dari rumah pengering) dan temperatur udara dalam rumah pengering menunjukkan tren yang hampir sama. Sementara pada pengujian dengan kecepatan udara panas keluar rumah pengering yang lebih rendah (1 m/s dan 1,5 m/s), udara panas keluar dari panel surya cenderung lebih tinggi dari temperatur udara dalam ruang pengering.



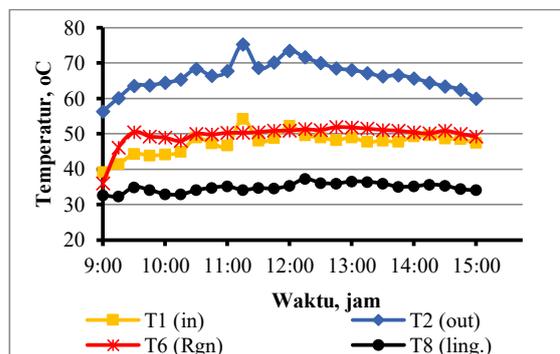
Gambar 5. Penempatan alat ukur pada Rumah Pengering Plastik UV dengan solar air heater.



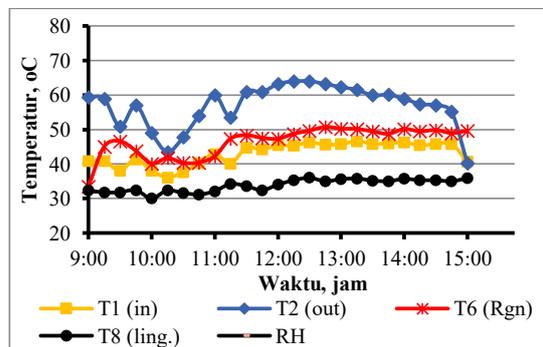
Gambar 6. Hasil Pengukuran temperatur dalam rumah pengering dan dalam solar panel dengan kecepatan udara keluar 1 m/s tanpa beban



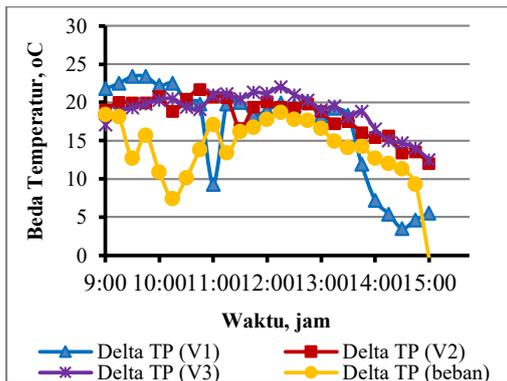
Gambar 7. Hasil Pengukuran temperatur dalam rumah pengering dan solar panel dengan kecepatan udara keluar 1,5 m/s tanpa beban.



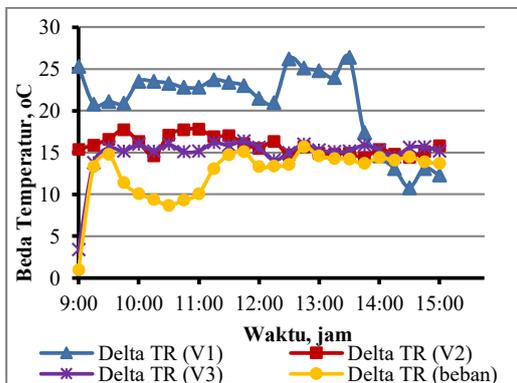
Gambar 8. Hasil Pengukuran temperatur dalam rumah pengering dan solar panel dengan kecepatan udara keluar 1,8 m/s tanpa beban.



Gambar 9. Hasil Pengukuran temperatur dalam rumah pengering dan solar panel dengan kecepatan udara keluar 1,5 m/s dengan beban ikan.



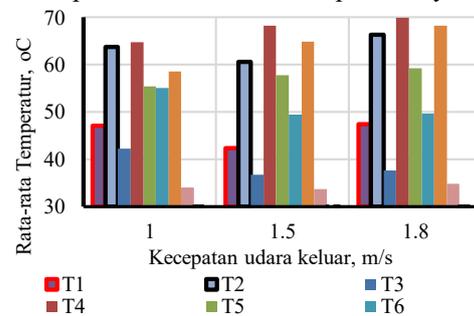
Gambar 10. Beda temperatur antara udara panas masuk (T1) dan keluar panel surya (T2), dengan kecepatan udara keluar V1=1,0 m/s, V2=1,5 m/s dan V3=1,8 m/s tanpa beban serta kecepatan 1,5 m/s dengan beban



Gambar 11. Beda temperatur antara udara panas dalam rumah pengering (T6) dan lingkungan (T8), dengan kecepatan udara keluar V1=1,0 m/s, V2=1,5 m/s dan V3=1,8 m/s tanpa beban serta kecepatan 1,5 m/s dengan beban

Gambar 10 dan Gambar 11 di atas, masing-masing menunjukkan beda temperatur udara panas masuk (T1) dan keluar panel surya (T2) serta udara panas dalam rumah pengering (T6) dan lingkungan (T8) terhadap variasi kecepatan udara keluar. Terlihat bahwa beda temperatur udara panas dalam rumah pengering dan lingkungan cenderung rendah terjadi pada pengujian dengan beban pengeringan, sebaliknya beda temperatur tertinggi terjadi pada kecepatan udara keluar 1,0 m/s. Sedangkan beda temperatur antara

udara panas masuk dan keluar panel surya, terendah terjadi pada pengujian dengan beban pengeringan. Sementara variasi kecepatan udara keluar rumah pengering relatif tidak banyak berpengaruh pada beda temperatur udara panas masuk dan keluar panel surya.

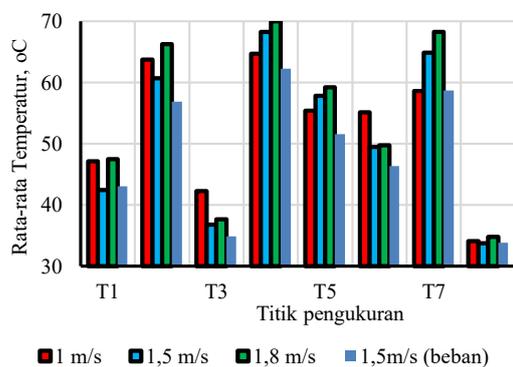


Gambar 12. Hasil Pengukuran temperatur ruangan (tanpa beban) dengan kecepatan udara keluar 1 m/s, 1,5 m/s, dan 1,8 m/s.

Gambar 12 menunjukkan hasil pengukuran dengan kecepatan udara keluar 1 m/s menunjukkan bahwa selama berjalannya waktu pengeringan, temperatur di dalam rumah pengering (T6) terlihat seragam dengan nilai temperatur rata-rata ruangan 55,1°C. Temperatur ini lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur lingkungan (T8) 34,1°C, sedangkan temperatur rata-rata dari solar air heater (T4, T7) 64,72°C lebih tinggi dibandingkan dengan nilai temperatur dari ruangan rumah pengering. Temperatur permukaan kaca (T3) 42,23°C terlihat lebih rendah karna terjadinya proses kesetimbangan energi ke lingkungan. Hasil pengukuran dengan kecepatan udara keluar 1,5 m/s menunjukkan bahwa selama berjalannya waktu pengeringan, temperatur di dalam rumah pengering (T6) terlihat seragam dengan nilai temperatur rata-rata ruangan 49,50°C. Temperatur ini lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur lingkungan (T8) 33,70°C, temperatur rata-rata dari solar air heater (T4, T7) 66,28°C lebih tinggi dibandingkan dengan nilai temperatur dari ruangan rumah pengering. Sedangkan pada nilai temperatur permukaan kaca (T3) 36,76°C terlihat lebih rendah karna terjadinya proses kesetimbangan energi ke lingkungan. Hasil pengukuran

dengan kecepatan udara keluar 1,8 m/s menunjukkan bahwa selama berjalannya waktu pengeringan, temperatur di dalam rumah pengering (T6) terlihat seragam dengan nilai temperatur rata-rata ruangan 49,7°C. Temperatur ini lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur lingkungan (T8) 34,8°C, sedangkan temperatur rata-rata dari solar air heater (T4, T7) 62,30°C lebih tinggi dibandingkan dengan nilai temperatur dari ruangan rumah pengering. Sedangkan pada nilai temperatur permukaan kaca (T3) 34,90°C terlihat lebih rendah karna terjadinya proses kesetimbangan energi ke lingkungan.

Gambar 4.9 berikut ini adalah nilai rata-rata hasil pengukuran temperatur ruangan rumah pengering dan panel surya (T1 hingga T8) terhadap variasi kecepatan aliran udara keluar rumah pengering pada pengeringan tanpa dan dengan beban ikan. Terlihat bahwa pada pengujian dengan kecepatan udara keluar 1,8 m/s dengan rata-rata temperatur lingkungan tertinggi (T8). Namun sebaliknya rata-rata temperatur udara dalam rumah pengering tertinggi (T6) terjadi pada kecepatan udara keluar 1,0 m/s. Sebagai akibat dari kondisi lingkungan dengan temperatur tertinggi, pada pengujian dengan kecepatan 1,8 m/s juga diperoleh rata-rata temperatur udara panas dalam solar panel tertinggi (T2, T4, T5, dan T7).

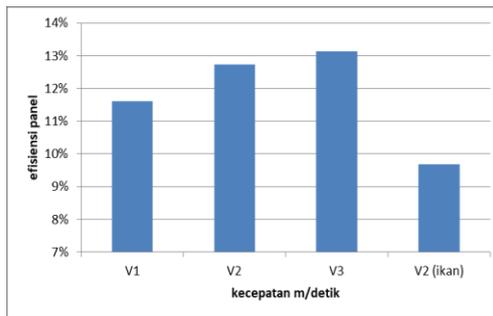


Gambar 13. Hasil pengukuran temperatur ruangan pada kecepatan udara keluar 1 m/s, 1,5 m/s, 1,8 m/s dan dengan beban pada kecepatan 1,5 m/s.

Analisis efisiensi panel Solar Air Heater

Analisis efisiensi pada panel solar air heater dapat dihitung berdasarkan jumlah panas radiasi yang masuk. Analisis perpindahan panas secara konveksi diawali dengan menghitung Δt , dan sifat fisik udara koefisien perpindahan panas, $C_p = 1006,43 \text{ J/kg } ^\circ\text{C} = 1,00643 \text{ KJ/kg } ^\circ\text{C}$. Berikut ini adalah contoh perhitungan pada penelitian dengan variasi arah orientasi pada panel surya solar air heater menghadap ke arah utara dengan variasi sudut kemiringan panel 35° selama 6 jam. Hasil pengukuran temperatur keluar panel $T_2 = 60,66 \text{ } ^\circ\text{C}$ dan temperatur masuk panel $T_1 = 42,43 \text{ } ^\circ\text{C}$ serta panjang panel surya $L = 191 \text{ cm} = 1,91 \text{ m}$ dengan kecepatan aliran udara panas ke dalam panel surya dipertahankan pada 3,5 m/s.

Gambar 14 menunjukkan hasil analisis efisiensi panel surya (solar air heater) terhadap variasi kecepatan aliran udara panas keluar rumah pengering. Panas berguna yang dihasilkan oleh panel surya berupa energi panas sensible, yakni karena adanya laju aliran massa, beda temperatur dan lama waktu pemanasan. Analisis dilakukan dengan mengabaikan rugi-rugi panas maupun aliran dalam panel surya serta dengan laju aliran dan lama waktu pemanasan konstan, maka panas berguna ini hanya dipengaruhi oleh beda temperatur udara masuk dan keluar panel surya. Gambar 14 menunjukkan efisiensi panel surya (solar air heater) terhadap variasi kecepatan udara keluar relatif terjadi sedikit peningkatan (11,6% pada kecepatan $V_1=1,0 \text{ m/s}$ hingga 13,14% pada kecepatan $V_3=1,8 \text{ m/s}$) tanpa beban pengering. Sementara efisiensi panel surya terendah terjadi pada kecepatan udara keluar 1,5 m/s dengan beban pengeringan, yaitu sebesar 9,69 %. Peningkatan atau penurunan efisiensi panel ini sejalan dengan tren peningkatan atau penurunan beda temperatur seperti pada Gambar 11. Hal ini menunjukkan bahwa untuk meningkatkan efisiensi panel solar air heater, tentu parameter beda temperatur ini harus ditingkatkan agar dapat meningkatkan pula transfer panas yang berguna dari panel surya.



Gambar 14 Efisiensi panel surya solar air heater dengan arah orientasi utara 35°C terhadap kecepatan udara keluar

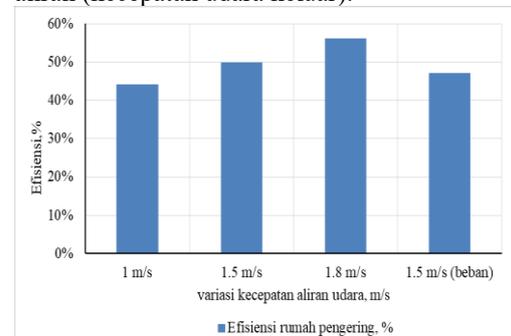
Analisis efisiensi dari rumah pengering dapat dihitung berdasarkan jumlah panas radiasi yang masuk yang berguna untuk proses pengeringan bahan dan panas yang hilang akibat proses perpindahan panas secara konduksi, konveksi, maupun radiasi. Analisis perpindahan panas secara konveksi diawali dengan menghitung *Grashof Number* (Incropera 2011). Viskositas kinematik $\nu = 16,19 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$, viskositas dinamik $\mu = 1,983 \times 10^{-5} \text{ N.s/m}^2$, koefisien perpindahan panas $C_p = 1006,43 \text{ J/kg.K}$, konduktivitas termal $k = 0,0242 \text{ W/m.K}$ dengan nilai percepatan gravitasi $= 9,81 \text{ m/s}^2$. Berikut ini adalah contoh perhitungan pada kecepatan aliran udara keluar 1,5 m/s, dengan waktu 6 jam untuk temperatur di dalam ruangan $T_r = 49,53^\circ\text{C}$ dan temperatur lingkungan $T_l = 33,70^\circ\text{C}$ serta panjang rumah pengering $L = 550 \text{ cm} = 5,5 \text{ m}$.

Efisiensi termal rumah pengering merupakan perbandingan antara energi panas berguna pada bahan yang dikeringkan ditambah energi panas yang masuk melalui udara untuk menaikkan suhu ruangan dengan energi total sistem. Sementara efisiensi pengeringan merupakan perbandingan antara energi panas yang berguna pada bahan yang dikeringkan dengan energi total sistem, sehingga untuk pengeringan tanpa beban tentu tidak dapat menganalisis efisiensi pengeringan.

Gambar 15 menunjukkan hasil analisis efisiensi rumah pengering terhadap variasi kecepatan aliran udara panas keluar rumah

pengering. Panas berguna pada rumah pengering hanya digunakan untuk memanaskan udara ruangan (tanpa beban). Energi panas untuk memanaskan udara ruangan berupa energi panas sensible, yakni karena adanya laju aliran massa masuk dan keluar rumah pengering, beda temperatur antara ruangan dan luar rumah pengering serta lama waktu pemanasan. Analisis dilakukan dengan mengabaikan rugi-rugi panas maupun aliran dalam rumah pengering serta dengan asumsi laju aliran steady dan lama waktu pemanasan konstan. Oleh karena itu, panas berguna ini hanya dipengaruhi oleh laju aliran keluar rumah pengering, beda temperatur udara dalam dan luar rumah pengering.

Gambar 15 menunjukkan efisiensi rumah pengering tanpa beban pengeringan (efisiensi termal) terhadap variasi kecepatan udara keluar cenderung mengalami peningkatan terhadap kenaikan kecepatan. Efisiensi termal tertinggi terjadi pada kecepatan $V_3 = 1,8 \text{ m/s}$ sebesar 56,21 %, sementara efisiensi termal terendah adalah 44,12% pada kecepatan $V_1 = 1,0 \text{ m/s}$. Sementara efisiensi rumah pengering ini ketika terdapat beban pengeringan dengan kecepatan udara keluar $V = 1,5 \text{ m/s}$ adalah 47,08%. Peningkatan atau penurunan efisiensi rumah pengering (efisiensi termal) ini tidak sejalan dengan tren peningkatan atau penurunan beda temperatur seperti pada Gambar 11. Tetapi sebaliknya peningkatan efisiensi rumah pengering tanpa beban ini mengikuti tren peningkatan laju aliran (kecepatan udara keluar).



Gambar 15 Grafik efisiensi Rumah Pengering

Pembahasan

Analisis pada penelitian ini mengenai kecepatan aliran udara dari dalam ruang rumah pengering dengan variasi kecepatan udara keluar 1,0 m/s, 1,5 m/s, 1,8 m/s dengan udara masuk dari panel surya 3,5 m/s (konstan). Dalam penelitian ini memanfaatkan energi surya dari sinar matahari dengan bantuan dari panel *solar air heater* sebagai pemanas tambahan untuk menyerap panas lalu kemudian didistribusikan ke dalam ruang rumah pengering berupa udara panas dengan bantuan blower.

Temperatur rata-rata pada penelitian ini dengan variasi kecepatan aliran udara 1,0 m/s, 1,5 m/s, 1,8 m/s arah utara sudut 35° pada panel *solar air heater*. Terlihat bahwa temperatur rata-rata tertinggi untuk pengujian ini menggunakan rumah pengering *UV solar dryer* dengan kecepatan aliran udara keluar 1,0 m/s. Hasil analisis menunjukkan nilai temperatur rata-rata didalam ruangan rumah pengering (T6) 55,1°C dan temperatur rata-rata panel *solar air heater* (T4, T7) 64,72°C dengan rata-rata temperatur lingkungan (T8) 34,1°C. Pada kecepatan aliran udara keluar rumah pengering 1,5 m/s menunjukkan rata-rata temperatur di dalam ruangan rumah pengering (T6) 49,5°C dan temperatur panel *solar air heater* (T4, T7) 68,28°C dengan temperatur lingkungan (T8) 33,7°C. Sedangkan pada kecepatan aliran udara keluar 1,8 m/s menunjukkan rata-rata temperatur di dalam ruangan rumah pengering (T6) 49,7°C dan temperatur panel *solar air heater* (T4, T7) 69,98°C dengan temperatur lingkungan (T8) 34,8°C. Efisiensi panel *solar air heater* tertinggi diperoleh pada kecepatan udara keluar 1,8 m/s, sedangkan pada kecepatan 1,0 m/s dan 1,5 m/s efisiensi panel mengalami penurunan. Hal ini dapat dilihat pada (Gambar 14) grafik efisiensi panel *solar air heater* yang menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan aliran udara keluar rumah pengering maka efisiensi panel juga ikut meningkat. Demikian juga efisien rumah pengering menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan aliran udara keluar rumah pengering, maka efisiensi termal rumah

pengering juga ikut meningkat. Hal ini ditunjukkan pada (Gambar 15) grafik efisiensi rumah pengering.

Beda temperatur udara masuk dan keluar panel surya terhadap variasi kecepatan udara keluar rumah pengering tanpa pembebanan relatif menunjukkan tren yang sama, kecuali pada pengujian dengan diberi pembebanan (ikan), dimana beda temperatur akan cenderung menurun. Hal ini dipengaruhi oleh temperatur udara yang disirkulasikan dari rumah pengering ke panel surya mengalami penurunan akibat adanya penyerapan panas dari penguapan air bahan ikan. Sebaliknya pada pengujian dengan kecepatan udara keluar rumah pengering yang lebih rendah (1,0 m/s), dimana tanpa beban pengering (ikan) beda temperatur menunjukkan tren tertinggi. Hal ini karena laju aliran udara keluar rumah pengering yang rendah dan tanpa ada beban pengeringan yang menyebabkan energi panas yang ada memanaskan dan menaikkan temperatur udara dalam rumah pengering. Pada pengujian dengan kecepatan udara keluar 1,8 m/s (tanpa beban) dan pengujian dengan kecepatan udara keluar 1,5 m/s (dengan beban), terlihat bahwa temperatur udara panas masuk panel (dari rumah pengering) dan temperatur udara dalam rumah pengering menunjukkan tren yang hampir sama.

Efisiensi panel surya maupun efisiensi termal rumah pengering, masing-masing menunjukkan tren meningkat terhadap kenaikan kecepatan laju aliran udara keluar. Namun terjadi perbedaan mekanisme perpindahan energi panas ketika ada pembebanan (ikan), proses penguapan air dari bahan akan menyerap sejumlah energi termal yang menyebabkan penurunan temperatur maupun efisiensi panel surya dan rumah pengering. Efisiensi panel surya maupun efisiensi termal rumah pengering akan menurun ketika diberi beban pengeringan (ikan). Hal ini dipengaruhi oleh beda temperatur udara masuk dan keluar panel maupun peningkatan laju aliran udara keluar rumah pengering yang cenderung juga menaikkan beda temperatur pada kondisi tanpa beban. Pada pengujian dengan diberi beban

pengering (ikan) menyebabkan beda temperatur udara baik dalam panel surya maupun dalam rumah pengering mengalami penurunan, sehingga efisiensinya juga mengalami penurunan.

Panas berguna yang dihasilkan oleh panel surya yang berupa energi panas sensible, yakni adanya laju aliran massa, beda temperatur dan lama waktu pemanasan. Disamping itu, analisis dilakukan dengan mengabaikan rugi-rugi panas maupun aliran dalam panel surya serta dengan laju aliran dan lama waktu pemanasan konstan, maka panas berguna ini hanya dipengaruhi oleh beda temperatur udara masuk dan keluar panel surya. Gambar 14 menunjukkan efisiensi panel surya (*solar air heater*) terhadap variasi kecepatan udara keluar relatif terjadi sedikit peningkatan (11,6% pada kecepatan $V_1=1,0$ m/s hingga 13,14% pada kecepatan $V_3=1,8$ m/s) tanpa beban pengering. Sementara efisiensi panel surya terendah terjadi pada kecepatan udara keluar 1,5 m/s dengan beban pengeringan, yaitu sebesar 9,69 %. Peningkatan atau penurunan efisiensi panel ini sejalan dengan tren peningkatan atau penurunan beda temperatur seperti pada Gambar 11. Hal ini menunjukkan bahwa untuk meningkatkan efisiensi panel *solar air heater*, tentu parameter beda temperatur ini harus ditingkatkan agar dapat meningkatkan pula transfer panas yang berguna dari panel surya

Efisiensi rumah pengering meningkat terhadap kenaikan kecepatan aliran udara panas keluar rumah pengering. Sementara pada pengujian dengan kecepatan udara panas keluar rumah pengering yang lebih rendah (1 m/s dan 1,5 m/s), beda temperatur udara panas dalam rumah pengering dan lingkungan cenderung lebih tinggi dari pada pengujian dengan kecepatan aliran udara keluar yang lebih tinggi. Selain itu, kecepatan udara keluar rumah pengering relatif tidak banyak berpengaruh pada beda temperatur udara panas masuk dan keluar panel surya. Panas berguna pada rumah pengering hanya digunakan untuk memanaskan udara ruangan (tanpa beban). Energi panas untuk memanaskan udara ruangan berupa energi panas sensible, yakni karena adanya laju aliran

massa masuk dan keluar rumah pengering, beda temperatur antara ruangan dan luar rumah pengering serta lama waktu pemanasan. Oleh karena itu, panas berguna ini hanya dipengaruhi oleh laju aliran keluar rumah pengering, sebaliknya beda temperatur udara yang tinggi antara di dalam rumah pengering dan lingkungan pada kecepatan aliran udara keluar yang rendah tidak berpengaruh langsung terhadap efisiensi rumah pengering. Gambar 15 menunjukkan efisiensi rumah pengering tanpa beban pengeringan (efisiensi termal) terhadap variasi kecepatan udara keluar cenderung mengalami peningkatan terhadap kenaikan kecepatan. Efisiensi termal tertinggi terjadi pada kecepatan $V_3=1,8$ m/s sebesar 56,21 %, sementara efisiensi termal terendah adalah 44,12% pada kecepatan $V_1=1,0$ m/s. Sementara efisiensi rumah pengering ini ketika terdapat beban pengeringan dengan kecepatan udara keluar $V=1,5$ m/s adalah 47,08%. Peningkatan atau penurunan efisiensi rumah pengering (efisiensi termal) ini tidak sejalan dengan tren peningkatan atau penurunan beda temperatur seperti pada Gambar 11. Tetapi sebaliknya peningkatan efisiensi rumah pengering tanpa beban ini mengikuti tren peningkatan laju aliran (kecepatan udara keluar).

Hasil wawancara penulis terhadap proses pengeringan konvensional (alami), biasanya sebelum melakukan proses pengeringan ikan sarden akan digarami terlebih dulu selama satu malam. Ikan yang dikeringkan secara konvensional ini membutuhkan waktu selama 3 hari dalam proses pengeringan menggunakan garam kasar 3- 4kg untuk satu box ikan kira-kira 6-7 kg ikan. Jika cuaca mendung, maka proses pengeringan akan sampai 4 hari atau lebih. Proses pengeringan yang digunakan secara tradisional ini dengan cara menjemur langsung dibawah matahari dengan meletakkan produk (ikan basah) di atas jaring ikan, para-para, tikar, hamparan lantai semen, bentangan seng bekas dan ditempatkan di tempat terbuka di bawah sinar matahari.

Berikut ini adalah Dokumentasi hasil wawancara penggaraman dan penjemuran ikan konvensional (Gambar 16).



a.)



b.)

Gambar 16. (a) Proses penggaraman ikan dan Gambar (b) proses pengeringan ikan konvensional (Dokumentasi Pribadi)

Metode pengeringan ini sangat tidak higienis dan bisa menyebabkan tingkat kehilangan hasil yang tinggi (Mustaqim ah dkk, 2020). Selain itu juga produk akan dihindangi lalat, mudah terkena debu dan mudah terkontaminasi yang dapat mengganggu kesehatan konsumen. Masalah-masalah tersebut menyebabkan kuantitas dan kualitas produksi tidak sesuai dengan yang diharapkan. Permasalahan yang dihadapi dengan sistem pengeringan konvensional antara lain; sangat tergantung pada cuaca, ketika cuaca mendung dan musim penghujan, pengeringan tidak bisa dilakukan sehingga produk olahan terbengkalai. Pengeringan dengan sistem terbuka juga seringkali mendapat gangguan seperti burung, kucing dan selanjutnya kontaminasi debu juga tidak dapat dihindari, sehingga produk yang dihasilkan kurang higienis.

Dengan melihat hasil penelitian ini dan hasil wawancara yang dilakukan penulis maka dapat disimpulkan bahwa pengeringan ikan sarden menggunakan rumah *ultra violet* ini lebih efisien dibandingkan dengan proses pengeringan konvensional (alamiah) karna selain membutuhkan waktu yang lebih cepat, masyarakat juga mendapat hasil pengeringan yang lebih *hiegenis*

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian rumah pengering *ultra-violet solar dryer* yang dikombinasikan dengan panel surya (*solar air heater*) melalui variasi kecepatan udara keluar rumah pengering dengan beban ikan sarden dan tanpa pembebanan, disimpulkan sebagai berikut:

- Pengaruh variasi kecepatan udara keluar rumah pengering melalui exhaust fan (konstan), memberikan kontribusi terhadap distribusi temperatur udara di dalam rumah pengering menjadi seragam.
- Pengaruh laju aliran udara keluar terhadap temperatur dalam rumah pengering jika laju aliran lambat maka temperatur akan mengalami peningkatan sedangkan, sebaliknya jika laju aliran meningkat maka temperatur akan mengalami penurunan.
- Proses pengeringan ikan asin menggunakan Rumah Ultra-Violet Solar Dryer kombinasi dengan sistem *Solar Air Heater* membutuhkan waktu lebih singkat dan hasil produk ikan asin lebih *hiegenis* dibandingkan pengeringan konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Abadi, F. R., Ahmadi, N. R., & Nurhasanah, A. (2018). Keragaan Pengeri ng Hybrid Energi Surya dan Biomasa untuk Pengeri ng Sawut Ubi Kayu Terfermentasi. *Buletin Palawija*, 16(2), 54–64.
- [2]. Abdullah, K. (2003). Fish drying using solar energy. *Lectures and Workshop*

- Exercises on Drying of Agricultural and Marine Products: Regional Workshops on Drying Technology, Jakarta*, 159–191.
- [3]. Djamalu, Y. (2016). Analisa Perpindahan Panas Keadaan Tunak Pada Pengering Jagung Tipe Rumah Kaca Variasi Lubang Ventilasi Dan Rak Aluminium. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 9(1), 23–28.
- [4]. DJAMALU, Y. (2016). Peningkatan kualitas ikan asin dengan proses pengeringan efek rumah kaca variasi hybrid. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 4(1), 6–18.
- [5]. Geankoplis, C. J. (2003). Transport Processes and Separation. In *Process Principles*. Prentice Hall NJ.
- [6]. Holman, J. P. (1997). Perpindahan kalor edisi ke enam, alih bahasa, Ir. E. Jasfi M. Sc. *Lemigas Erlangga*.
- [7]. Imbir, E., Onibala, H., & Pongoh, J. (2015). Studi pengeringan ikan layang (*Decapterus* sp) asin dengan penggunaan alat pengering surya. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 3(1).
- [8]. Khanlari, A., Sözen, A., Şirin, C., Tuncer, A. D., & Gungor, A. (2020). Performance enhancement of a greenhouse dryer: Analysis of a cost-effective alternative solar air heater. *Journal of Cleaner Production*, 251, 119672.
- [9]. LESTARI, Y. (2019). Perbandingan Kerja Alat Pengeringan Tipe Spray Dryer dan Freeze Dryer dalam Proses Pengeringan Bahan Berbentuk Cair. *Jurnal Ilmiah Kohesi*, 3(3).
- [10]. Mustaqimah, M., Nurba, D., Agustina, R., & Yasar, M. (2020). Introduksi Ghe.Vent Dryer Pada Proses Pengeringan Ikan Di Pantai Lhok Seudu. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan*, 11(1), 60–68. <https://doi.org/10.22373/jep.v11i1.71>
- [11]. Nofrianto, N. (2018). *Efisiensi Alat Pengering Ikan Dengan Konsep Konveksi Paksa Udara Blower*. Universitas Islam Riau.
- [12]. Riansyah, A., Supriadi, A., & Nopianti, R. (2013). Pengaruh perbedaan suhu dan waktu pengeringan terhadap karakteristik ikan asin sepat siam (*Trichogaster pectoralis*) dengan menggunakan oven. *Jurnal Fishtech*, 2(1), 53–68.
- [13]. Runesi, R. Y., Koehuan, V. A., & Nurhayati, N. (2020). Studi Eksperimental Skala Laboratorium Rumah Pengering Kopi Menggunakan Plastik Ultra Violet (UV Solar Dryer) Dengan Mekanisme Konveksi Paksa. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana (LJTMU)*, 7(02), 28–37.
- [14]. Sharma, K., & Wadhawan, N. (2018). Effect of Natural and Forced Convection Solar Dryers in Retention of Proximate Nutrients in Tomato. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(07), 1175–1186. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.707.142>
- [15]. Sidhi, S. D. P., Pujiyanto, A., Muhfizar, M., & Prasetyo, D. (2017). Studi Eksperimen untuk Kondisi Tanpa Beban pada Pengering Ikan Tipe Greenhouse Aktif. *Jurnal Airaha*, 6(2), 43–47.
- [16]. Winarno, F. G. (1993). *Pangan: Gizi, Teknologi dan Konsumen*. Gramedia Pustaka Utama.
- [17]. Yuliasdini, N. A., Putri, S. U., Makaminan, T. A., & Yuliati, S. (2020). Efisiensi Termal Alat Pengering Tipe Tray Dryer Untuk Pengeringan Silika Gel Berbasis Ampas Tebu. *Prosiding Seminar Mahasiswa Teknik Kimia*, 1(1), 29–33.
- [18]. Yuniarti, T., Lestari, S. D., Perceka, M. L., Handoko, Y. P., Purnamasari, H. B., Kristianto, S., Tarigan, N., Ridhowati, S., Afifah, R. A., & Prayudi, A. (2021). *Pengetahuan Bahan Baku Perikanan*. Yayasan Kita Menulis.
- [19]. Zamharir, Z., Sukmawaty, S., & Priyati, A. (2016). Analisis Pemanfaatan Energi Panas pada Pengeringan Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan menggunakan Alat Pengering Efek

Rumah Kaca (ERK): Analysis of Heat Energy Utilization in Onion (*Allium ascalonicum*, L.)

Drying using Greenhouses Gasses (GHG) Drye. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 4(2), 264–274.