

Modifikasi Model Rak Alat Pengering Tipe *Hybrid* Pada Pengeringan Ikan Keumamah (*Modification of Dryers of Hybrid Type Rack Models In Keumamah Fish Drying*)

Fajar Rizki¹, Syafriandi¹, Kiman Siregar^{1*}

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

*Corresponding author: ksiregar.tep@unsyiah.ac.id

Abstrak. Pengeringan *hybrid* merupakan pengeringan yang menggunakan dua atau lebih sumber energi untuk proses penguapan air. Teknologi ini merupakan alternatif teknologi untuk pengeringan produk pertanian. Pengeringan mekanis sistem *hybrid* pada prinsipnya sama seperti pengeringan mekanis pada umumnya. Prosedur penelitian pengeringan ikan keumamah dilakukan dengan menyiapkan peralatan pengujian dengan memasang komponen yang diperlukan. Pengujian ditempatkan di tempat yang terbuka. Sebelum penelitian, alat ukur yang digunakan harus dikalibrasi temperatur terlebih dahulu. Pengujian pada alat pengering dengan tanpa bahan sebelum digunakan. Menyiapkan sampel, kemudian dibersihkan serta dimasukkan kedalam rak pengering. Ikan yang telah dikeringkan kemudian ditimbang per jam. Hasil penelitian dari proses pengeringan ikan keumamah dengan 1 kg tempurung pada per jam sekali menghasilkan rata-rata suhu 43 °C. Iridiasi surya menghasilkan nilai total pengeringan *hybrid* sebesar 4,701 MJ dan total energi pengeringan untuk pengeringan surya adalah sebesar 3,086 MJ. Laju pengeringan ikan keumamah mengasilkan rata-rata pengeringan *hybrid* sebesar 0,2% dan pengeringan surya sebesar 0,1% dengan nilai hasil kelembaban udara rata-rata pengeringan *hybrid* sebesar 45,3 °C dan pengeringan surya sebesar 56,9 °C. Hasil kecepatan udara rata-rata pengeringan *hybrid* sebesar 2,3 m/s dan pengeringan surya 2,0 m/s.

Kata Kunci : Pengeringan *Hybrid*, Ikan Keumamah dan Tempurung Kelapa

Abstract. Hybrid drying is drying that uses two or more sources of energy for the process of evaporation of water. This technology is an alternative technology for drying agricultural products. The mechanical drying of a hybrid system is in principle the same as mechanical drying in general. The procedure of research of drying common fish is done by, Prepare the testing equipment by installing the required components. Testing is placed in an open place. Testing on the dryer with an empty load before use. Prepare the sample, then cleaned and put into the drying rack. The dried fish is then weighed per hour. The results of the research process of drying the common fish with 1 kg of shell on an hourly basis produces an average temperature of 43 °C. Solar irradiation produces a total hybrid drying value of 4,701 MJ and total drying energy for solar drying is 3,086 MJ. The rate of drying of common fish yields an average hybrid drying of 0.2% and solar drying of 0.1% with an average humidity yield of hybrid drying of 45.3 °C and solar drying of 56.9 °C. The results of the average air speed of hybrid drying is 2.3 m/s and solar drying is 2.0 m/s.

Keywords: Hybrid Drying, Keumamah Fish and Coconut Shell.

PENDAHULUAN

Pengeringan *hybrid* merupakan pengeringan yang menggunakan dua atau lebih sumber energi untuk proses penguapan air. Teknologi ini merupakan alternatif teknologi untuk pengeringan produk pertanian. Pengeringan mekanis sistem *hybrid* pada prinsipnya sama seperti pengeringan mekanis pada umumnya. Energi surya merupakan energi yang didapat dengan mengkonversi energi radiasi panas surya melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Ikan kayu adalah salah satu jenis produk olahan ikan yang telah mengalami rangkaian proses seperti perebusan dan pengasapan bertingkat, hingga teksturnya menjadi sekeras kayu dan berwarna coklat tua kehitaman. Kandungan gizi yang terdapat pada ikan kayu per 100 gram adalah memiliki 111 kal, protein 24 gr, lemak 1 gr, kolesterol 46 gr dan zat besi 0,7 gr.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari - April 2019 di laboratorium Teknik Pasca Panen Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat pengeringan energi surya, *anemometer*, *humiditymeter*, *hybrid recorder*, termometer, kipas sentrifugal, timbangan analitik, solarimeter, dan alat pendukung lainnya. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan tongkol (*Euthynus affinis*) sebanyak 7 kg, garam dapur (NaCl), dan tempurung kelapa

Prosedur penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian sebagai berikut: (1) Siapkan peralatan pengujian dengan memasang komponen yang diperlukan.(2).Pengujian ditempatkan di tempat yang terbuka.(3).Sebelum penelitian, alat ukur yang digunakan harus dikalibrasi temperatur terlebih dahulu.(4).Pengujian pada alat pengering dengan beban kosong sebelum digunakan.(5).Menyiapkan sampel, kemudian dibersihkan serta dimasukkan kedalam rak pengering.(6).Ikan yang telah dikeringkan kemudian ditimbang per jam.

Analisa Pengeringan Keumamah

Adapun keumamah yang di jabarkan meliputi :

1. Perubahan kadar air bahan

Menghitung kadar air basis basah, bisa menggunakan persamaan, pada perhitungan kadar air bahan selama proses pengeringan digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Kabb}(\%) = \frac{B_{aw} - B_{ah}}{B_{aw}} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

Kadar air basis kering adalah berat bahan setelah mengalami pengeringan dalam waktu tertentu sehingga beratnya tetap (konstan).

$$\text{Kabk}(\%) = \frac{B_{aw} - B_{ah}}{B_{ah}} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

B_{aw} = berat air dalam bahan (kg)

B_{ah} = berat padatan dalam bahan (kg)

$\text{Kabb}(\%)$ = berat air basis basah (%bb)

$\text{Kabk}(\%)$ = kadar air basis kering (%bk)

2. Iradiasi Surya

Intensitas radiasi surya merupakan total energi surya dari waktu ke waktu. Pada daerah serta luas tertentu dan jangka waktu tertentu memiliki energi yang berbeda.

$$I (\text{W}/\text{m}^2) = \frac{\text{Data Hasil Pengukuran (mV)}}{\text{Faktor Kalibrasi (mV}/\text{KW}/\text{m}^2)} \times 1000 \dots\dots\dots(3)$$

Total iradiasi surya harian dihitung dengan menggunakan metode Simpson sebagai berikut :

$$I_h = \frac{\Delta t}{3} \times [I_i + I_f + (4\sum I_{t_{gl}}) + (2\sum I_{t_{gp}})] \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

- | | | | |
|----------|---|--------------|---|
| I_h | = total iradiasi surya harian (W.h/m ²) | $I_{t_{gp}}$ | = iradiasi jam genap (W/m ²) |
| Δ | = selang waktu pengukuran (Jam) | $I_{t_{gl}}$ | = iradiasi jam ganjil (W/m ²) |
| I_i | = iradiasi awal (W/m ²) | I_f | = iradiasi akhir (W/m ²) |

3. Laju Pengeringan

Untuk mengetahui besarnya kapasitas laju pengeringan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$L_{pi} = \frac{Kabk_{(i-1)} - Kabk_i}{t_i - t_{(i-1)}} \times 1000 \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

- | | | | |
|----------|------------------------------------|-----|---------------------------|
| L_{pi} | = laju pengeringan (%Kabk/60menit) | t | = waktu pengeringan (Jam) |
| $Kabk$ | = kandungan air bahan kering (%bk) | | |

4. Kebutuhan Energi Untuk Proses Pengeringan

a. Energi pembakaran biomassa (tempurung kelapa)

$$Q_1 = m_f \cdot h_f \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan:

- | | |
|-------|---|
| Q_1 | = energi pembakaran |
| M_f | = banyaknya tempurung kelapa yang dibutuhkan (kg) |
| h_f | = nilai kalor bahan bakar (MJ/kg) |

b. Energi Listrik

$$Q_2 = \frac{P \cdot t}{10^6} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan :

- | | |
|-------|-----------------------|
| Q_2 | = energi listrik (MJ) |
| t | = waktu (s) |
| P | = daya listrik (Watt) |

c. Energi Matahari

$$Q_3 = 0,0036 \times I_h \cdot A_p (\tau) \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan :

- | | |
|--------|---|
| Q_3 | = energi matahari (MJ) |
| A_p | = luas permukaan pengeringan (m ²) |
| I_h | = total iradiasi surya harian (W/m ²) |
| τ | = trasmisivitas akrilik (0,93) |

d. Total Energi Yang Tersedia Untuk Pengeringan

$$Q_{a(\text{total})} = Q_1 + Q_2 + Q_3 \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan :

- | | |
|-------|------------------------|
| Q_1 | = energi biomassa (MJ) |
| Q_3 | = energi matahari (MJ) |
| Q_2 | = energi listrik (MJ) |

5. Kebutuhan Energi Untuk Proses Pengeringan

a. Energi Panas Untuk Memanaskan Udara

$$Q_u = m_u \cdot \frac{C_{pu} (T_{ui} - T_{ao})}{1000} \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan :

- Q_u = energi panas untuk memanaskan udara (MJ)
- m_u = massa udara (kg)
- C_{pu} = panas jenis udara (kJ/kg°C)
- T_{ui} = suhu selanjutnya udara (°C)
- T_{ao} = suhu awal udara (°C)

b. Energi Panas Sensibel Yang Digunakan Untuk Menaikkan Suhu Produk

$$Q_t = m_t \cdot \frac{C_{pb} (T_{uti} - T_{ato})}{1000} \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan :

- Q_t = energi panas untuk memanaskan udara (MJ)
- m_t = massa ikan keumamah yang dikeringkan (kg)
- C_{pb} = panas jenis ikan (kJ/kg°C)
- T_{uti} = suhu waktu selanjutnya ikan keumamah (°C)
- T_{ato} = suhu awal ikan keumamah (°C)

c. Energi panas untuk penguapan

$$Q_e = m_{ta} \cdot h_{fg} / 1000 \dots\dots\dots(12)$$

Keterangan :

- Q_e = energi panas untuk memanaskan udara (MJ)
- m_{ta} = massa kadar air ikan keumamah yang dikurangi (kg)
- h_{fg} = panas laten penguapan air (kJ/kg)

d. Energi Total Memanaskan Udara, Menaikkan Suhu Produk Dan Panas Untuk Penguapan

$$Q_{b(total)} = Q_u + Q_t + Q_e \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan :

- Q_u = energi panas untuk memanaskan udara (MJ)
- Q_t = energi panas untuk menaikkan suhu produk (MJ)
- Q_e = energi panas untuk penguapan (MJ)

e. Efisiensi Penggunaan Energi

$$P_e = \frac{Q_u + Q_t + Q_e}{Q_1 + Q_2 + Q_3} \times 100\% \dots\dots\dots(14)$$

Keterangan :

- P_e = efisiensi penggunaan energi (%)
- Q_u = energi panas memanaskan udara (MJ)
- Q_t = energi panas menaikkan suhu produk (MJ)
- Q_e = energi panas penguapan (MJ)
- Q_1 = energi biomassa (MJ)
- Q_2 = energi listrik (MJ)
- Q_3 = energi matahari (MJ)

7. Kadar Air

Berdasarkan persamaan 3 dapat diketahui berat kering, dimana : berat awal – (berat air x berat awal), maka dapatlah berat kering (w_2) untuk menghitung kadar air basis kering (K_{abb}).

$$K_{abb} = \frac{w_1 - w_2}{w_2} \times 100\% \dots\dots\dots(16)$$

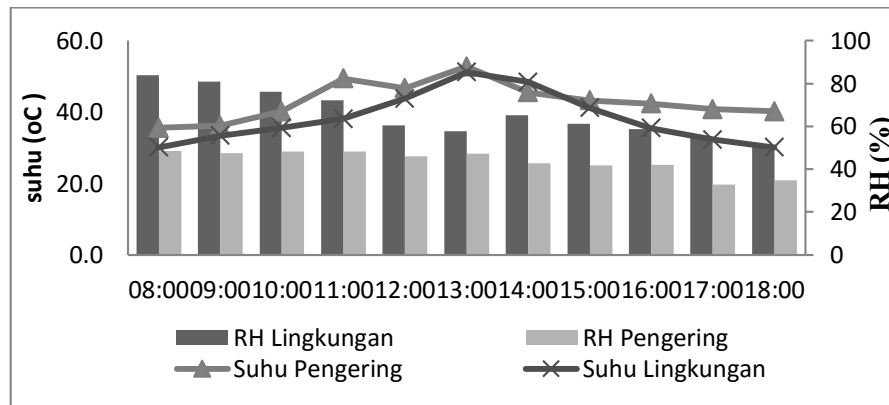
Keterangan :

- K_{abb} = kadar air basis basah (%)
- W_1 = berat basah (g)
- W_2 = berat kering (g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

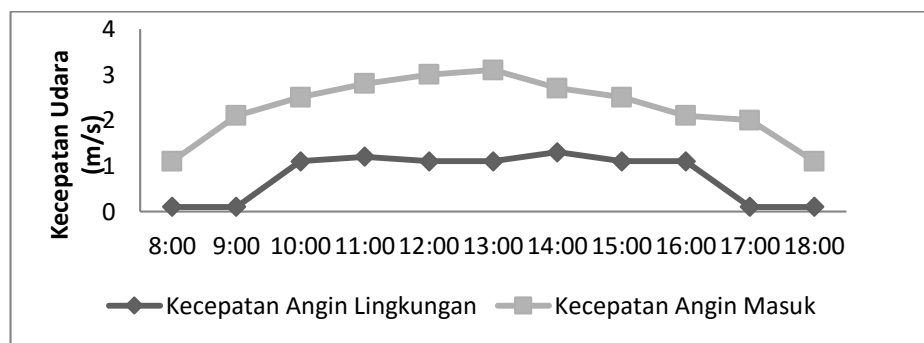
1. Pengujian Tanpa Bahan

Suhu dalam alat rak ruang pengeringan berkisaran antara 35.6°C-52.8°C dengan nilai rata-rata sebesar 43.01°C, tingkat iradiasi tertinggi sebesar 480 W/m. Sementara suhu lingkungan berkisaran 27°C- 30°C..



Gambar 1. Persebaran Suhu Pengeringan Uji *Hybrid* Tanpa Bahan

Suhu pengering pada tiap waktu awal cenderung meningkat dan melebihi 5°C dari suhu lingkungan, hal ini disebabkan oleh pembakaran biomassa. Adapun alasan suhu lingkungan juga sedikit mengalami peningkatan adalah dikarenakan waktu pengambilan data pukul 14:00 WIB iridiasi meningkat sesaat. Suhu lingkungan relatif tidak konstan yang mengalami perubahan. Kebutuhan biomassa yang digunakan untuk mempertahankan suhu 45,8°C berkisar 1 kg.



Gambar 2. Kecepatan Aliran Udara Tanpa Beban

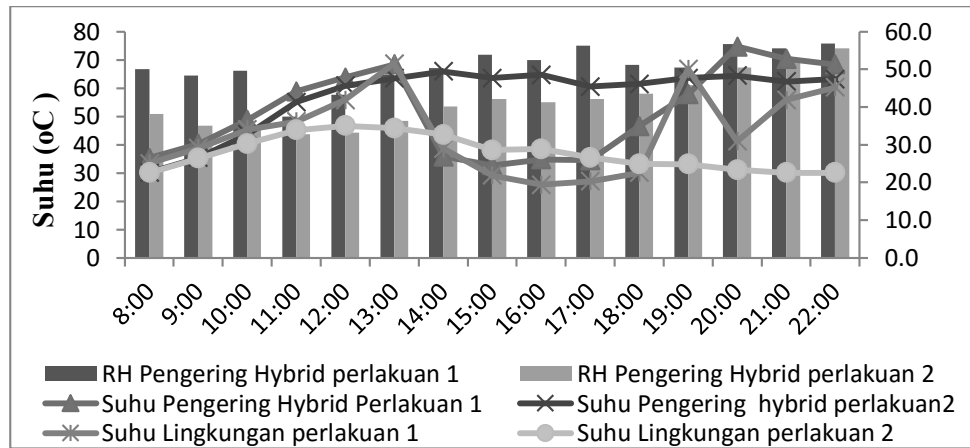
Laju aliran udara pengering pada pukul 12:00-13:00 WIB mengalami peningkatan antara 3-3,1 m/s yang diakibatkan oleh tutup penghisap udara blower terbuka sehingga laju aliran udara semakin tinggi, namun pada pukul 14:00 WIB penutup penghisap udara sudah tertutup kembali, sehingga laju aliran udara kembali diantara 1-3 m/s. Dengan demikian laju aliran udara pada alat pengering dapat ditingkatkan dengan membuka tutup penghisap udara dari *blower*.

2. Pengujian Menggunakan Bahan

a. Distribusi Suhu

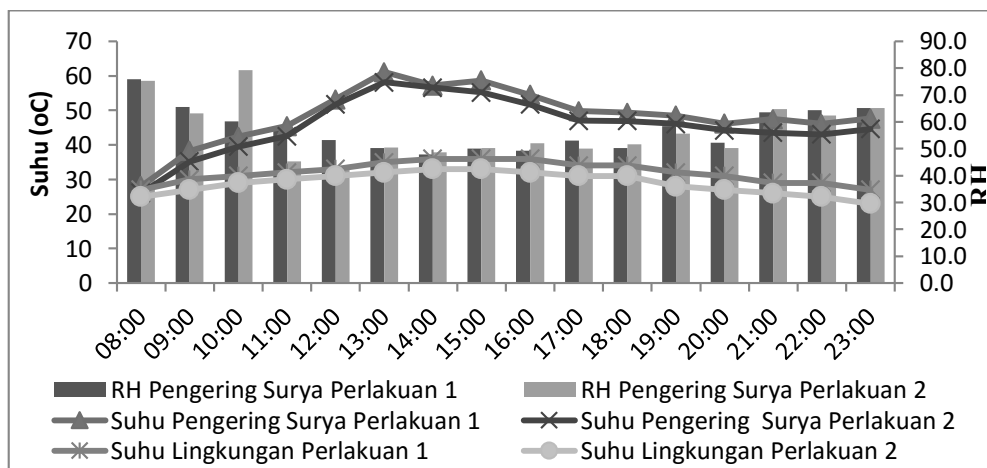
Suhu ruang pengering uji *hybrid* selama pengeringan memiliki pola yang relatif seragam terhadap waktu dengan suhu ruang pengeringan ulangan 1 rata-rata sebesar 51,39°C dan ulangan 2 adalah sebesar 38,60°C.

Gambar 3. Dapat dilihat bahwa suhu pengeringan uji *hybrid* lebih seragam dibandingkan dengan suhu pengeringan uji surya.



Gambar 3. Distribusi Suhu Pada Pengeringan Uji Hybrid

Nilai rata-rata RH udara siang hari dalam ruang pengering uji *hybrid* perlakuan 1 adalah sebesar 50,71% pada pengeringan uji *hybrid* perlakuan 2 nilai rata-rata RH ruang pengering 41,58% sementara nilai rata-rata RH lingkungan pengeringan uji *hybrid* perlakuan 1 adalah 55,57% dan untuk RH lingkungan pengering uji *hybrid* perlakuan 2 adalah sebesar 54,15%.

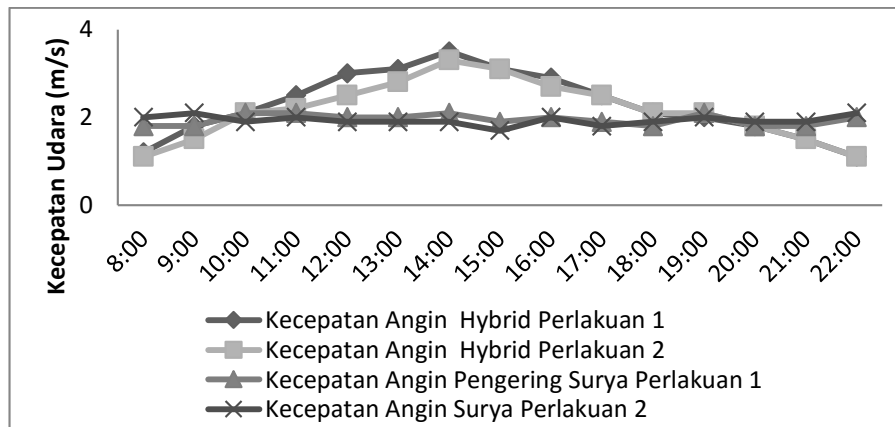


Gambar 4. Distribusi Suhu Pada Pengeringan Uji Surya

Gambar 4. Diatas berdasarkan pengukuran nilai rata-rata RH udara siang hari dalam ruang pengering uji surya ulangan pertama sebesar 57,33% sementara pengeringan uji surya pada ulangan 2 nilai rata-rata RH ruang pengering sebesar 56,65%, nilai rata-rata lingkungan pengeringan uji surya ulangan pertama sebesar 70,49% dan RH lingkungan pengeringan uji surya ulangan 2 sebesar 66,68%.

3. Kecepatan Aliran Udara

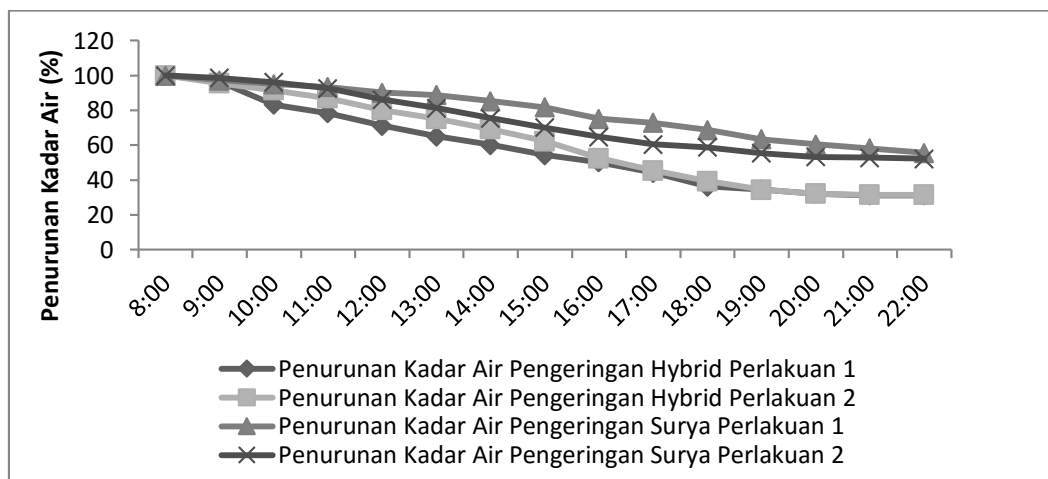
Gambar 5, kecepatan aliran udara untuk pengeringan uji *hybrid* dan uji surya tidak jauh berbeda. Sebelum dimodifikasi alat ini banyak terdapat embun di dalam ruang pengering yang disebabkan oleh penguapan air dari bahan menjadi jenuh dari hal ini modifikasi dengan penambahn ventilasi dan rak serta *blower* cukup besar dalam mempengaruhi yang berkisar antara 1-3 m/s didalam ruang pengering hal ini diakibatkan oleh kemampuan kerja dari kipas.



Gambar 5. Kecepatan Aliran Udara Pengerigan

4. Kadar Air Ikan Keumamah

Penurunan kadar air dapat dipresentasikan berdasarkan perubahan kadar air terhadap waktu. Semakin tinggi penguapan kadar air bahan maka akan semakin tinggi tingkat penurunan kadar air. Pengukuran laju pengeringan selama air konstan. Dari data pengamatan kadar air awal ikan keumamah rata-rata sebesar 69,10%bb.

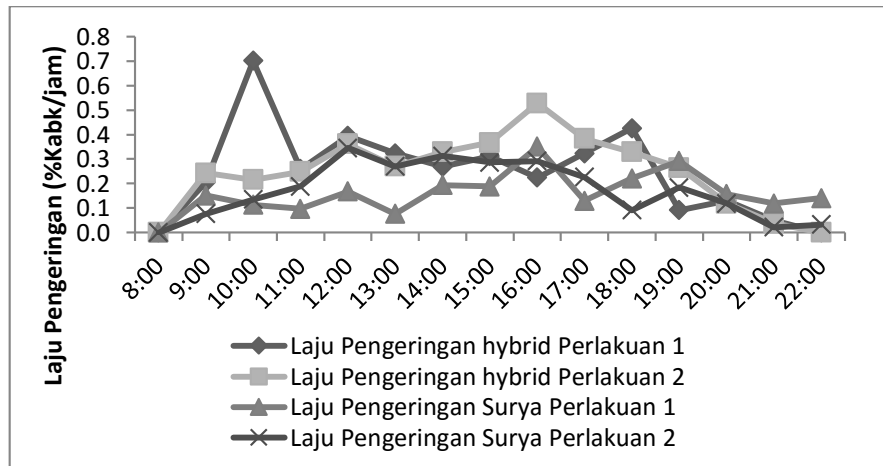


Gambar 6. Grafik Penurunan Kadar Air

Grafik penurunan kadar air pengering uji *hybrid* jauh lebih cepat dibandingkan dengan pengering uji surya hal ini disebabkan pukul 10:00 WIB kadar air menurun sebesar 80% pengeringan uji *hybrid*, sementara itu pengeringan uji surya penurunan kadar air 80% baru terlihat pukul 12:00 WIB. Laju pengeringan uji *hybrid* yang cepat dipengaruhi oleh suhu dari biomassa yang dihasilkan oleh panas sebelum puncak iradiasi.

5. Laju Pengeringan

Laju pengeringan adalah banyaknya air yang diuapkan persatuan waktu atau perubahan kadar air bahan dalam satu satuan waktu.



Gambar 7. Grafik Penurunan Laju Pengeringan

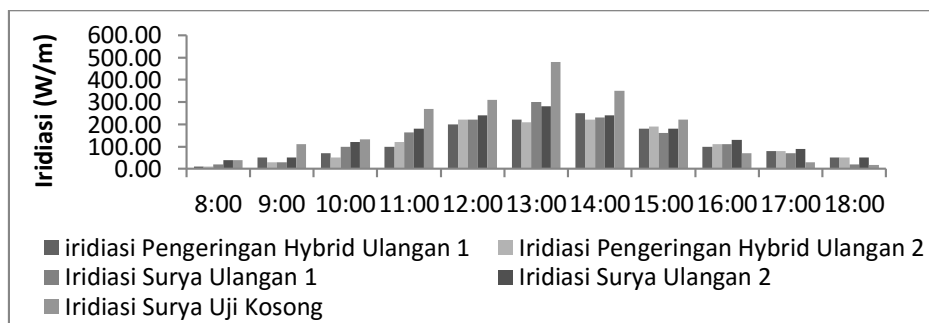
Pengeringan ikan keumamah menggunakan pengeringan uji *hybrid*, nilai laju pengeringan berbeda dengan pengeringan ikan keumamah menggunakan pengering uji surya, perbedaan dari laju pengeringan dapat dilihat gambar 7. Sehingga mendapatkan nilai rata-rata laju pengeringan uji *hybrid* sebesar 0,2%. Sedangkan pengeringan uji surya mendapatkan nilai rata-rata sebesar 0,2%.

6. Energi

Energi yang digunakan pada pengeringan *hybrid* ini terdapat 3 (tiga) jenis, yaitu iradiasi surya, energi listrik dan biomassa tempurung kelapa.

a. Iradiasi Surya

Nilai energi surya yang tertinggi selama penelitian adalah terdapat pada saat pengeringan uji tanpa bahan sebesar 480 W/m² dan nilai energi surya terendah terjadi pada pengeringan uji *hybrid* perlakuan 2 yaitu 10 W/m².



Gambar 8. Grafik Iradiasi Surya

Total penerimaan radiasi terbesar pengeringan uji surya perlakuan 1 dan 2 sebesar 1452,43 W.h/m² dan 1633,76 W.h/m², sedangkan pengeringan uji *hybrid* perlakuan 1 dan 2 mendapatkan total radiasi sebesar 1297,16 W.h/m² dan 1297,03 W.h/m².

b. Energi Listrik

Adanya laju aliran udara alat pengeringan, maka ditambahkan komponen kipas sentrifugal (*blower*) yang digerakkan oleh energi listrik. Kipas ini digunakan untuk membantu menyebarkan laju aliran udara dan beroperasi secara terus-menerus. Pengeringan uji *hybrid* total energi listrik yang digunakan sebesar 1,51 MJ, sementara untuk pengeringan uji surya total energi listrik yang digunakan sebesar 1,67 MJ.

c. Biomassa Tempurung Kelapa

Pada percobaan pengeringan ikan keumamah menggunakan pengering uji *hybrid* perlakuan 1, kebutuhan biomassa untuk mengeringkan ikan keumamah hingga berat konstan sebanyak 1 kg dari kadar air 69,10%bb sebanyak 16 kg selama 14 jam. Sehingga rata-rata laju pembakaran tempurung selama proses pengeringan adalah 1 kg/jam dengan energi biomassa sebesar 291,2 MJ.

Pada percobaan pengeringan ikan keumamah menggunakan uji *hybrid* perlakuan 2, kebutuhan biomassa untuk mengeringkan ikan keumamah hingga konstan sebanyak 1 kg dari kadar air 69,10%bb sebanyak 17 kg selama 14 jam. Sehingga rata-rata laju pembakaran tempurung selama proses pengeringan adalah 1,1 kg/jam dengan energi biomassa sebesar 300.3 MJ.

7. Efisiensi Penggunaan Energi.

Table 1. Total Energi Pengeringan Dan Efisiensi Penggunaan Energi.

Jenis Percobaan	Q1	Q2	Q3	Qa	Qu	Qt	Qe	Qb	Pe
	MJ	MJ	MJ	MJ	MJ	MJ	MJ	MJ	%
Uji Tanpa Bahan	218.40	1.08	10.58	230.06	0.01	-	-	0.01	0.0047
Uji <i>Hybrid</i>	295.75	1.51	6.51	303.78	0.11	6.16	10.85	17.12	5.64
Uji Surya	-	1.67	7.75	9.42	0.07	1.73	7.38	9.18	97.40

Tabel 1 percobaan uji *hybrid* kosong nilai efisiensi penggunaan energi adalah 0.00%. Nilai ini didapat dari perbandingan Antara nilai yang di butuhkan untuk proses pengeringan yaitu 0.01 MJ dengan nilai energi yang tersedia untuk pengeringan yaitu 230,01 MJ. Sedangkan untuk total pengeringan uji *hybrid* nilai efisiensi yang didapatkan adalah 5,64%, nilai ini diperoleh dari perbandingan antara nilai total yang dibutuhkan yaitu 17,12 MJ dengan nilai yang tersedia sebesar 303,78 MJ. Sementara untuk total pengeringan uji surya nilai efisiensinya adalah 97,40%, nilai ini diperoleh dari perbandingan antara nilai total yang dibutuhkan yaitu 9,18 MJ dengan nilai total yang tersedia 9,42 MJ.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian dan pembahasan tentang pengeringan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

Nilai rata-rata suhu ruang pengering dengan menggunakan uji *hybrid* perlakuan 1 sebesar 51,4°C dan perlakuan 2 sebesar 57,2°C, sedangkan nilai rata-rata menggunakan pengeringan uji surya perlakuan 1 sebesar 48,4°C dan perlakuan 2 sebesar 45,6°C. Nilai rata-rata iradiasi surya pada pengeringan uji *hybrid* perlakuan 1 sebesar 87,4% dan perlakuan 2 sebesar 86,7%, sedangkan nilai rata-rata iradiasi surya pada pengeringan surya perlakuan 1 sebesar 89,7% dan perlakuan 2 sebesar 95,9%. Kecepatan aliran udaran rata-rata dalam ruang pengering untuk pengeringan uji *hybrid* dan uji surya adalah 2,2–1,9 m/s. Nilai total iradiasi surya tertinggi pada pengeringan ikan keumamah yaitu pada pengeringan pengujian tanpa bahan sebesar 2107,3W.h/m². Berat total ikan keumamah pada pengeringan uji *hybrid* perlakuan 1 mencapai berat konstan sebesar 2,191 kg, dan pengeringan uji *hybrid* perlakuan 2 mencapai berat konstan sebesar 2,205 kg. Sementara untuk pengeringan uji surya perlakuan 1 berat konstan sebesar 3,893 kg, dan pengeringan uji surya perlakuan 2 berat konstan sebesar 3,577 kg. Rendemen ikan keumamah pada pengeringan uji *hybrid* perlakuan 1 sebesar 31,3%, dan pengeringan uji *hybrid* perlakuan 2 sebesar 31,5%. Sementara untuk uji surya perlakuan 1 sebesar 55,6% dan uji surya perlakuan 2 sebesar 51,1%

Saran

Saran yang dapat diberikan adalah perlu diperbaharui bentuk pintu rak pada alat pengering agar dapat meminimalisir udara panas yang keluar dari dalam rak. Kemudian perlu ditambahkan pengukuran suhu alat lain didalam rak pengering supaya mendapatkan nilai suhu yang real.

DAFTAR PUSTAKA

- Hadi, 2015. Laju Pengeringan Kapulaga Menggunakan Alat Pengering Efek Rumah Kaca Dengan Bantuan Tungku Biomassa. Jurnal Institut Teknologi Padang. Vol. 5 No. 1:49-58.
- Hanafi, R. 2016. Modifikasi dan Uji Kinerja Alat Pengering Energi Surya-*Hybrid* Tipe Rak untuk Pengeringan Ikan Teri. Skripsi, Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Unsyiah, Banda Aceh.
- Himawanto. D. A. dan M. Nadjib. 2013. Pengeringan Tembakau Dengan Sistem *Hybrid*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknik. Vol. 16 No. 1: 1-9.
- Munandarsyah, M. 2018. Peningkatan Kinerja *Hybrid* Melalui Tungku Biomassa Pengeringan Ikan Tongkol (*Euthynus Affinis*). Skripsi, Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Unsyiah, Banda Aceh.
- Nursanti, 2010. Kinerja Alat Pengering *Hybrid* Tipe Rak Untuk Pengeringan Biji Kakao. Skripsi. Universitas Lampung. Lampung.
- Nursanti, 2010. Kinerja Alat Pengering *Hybrid* Tipe Rak Untuk Pengeringan Biji Kakao. Skripsi. Universitas Lampung. Lampung.
- Setiawan, E. 2014. Uji Kinerja Pengering Tipe Efek Rumah Kaca Dengan Penambahan Kipas (*BladeFan*) Untuk Pengeringan Cabai Merah (*Capsicum annum* L). Skripsi. Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Siregar, K. 2001. Uji Kinerja Mesin Pengering Tipe Bak Yang Menggunakan Penukang Panas Pipa Vertikal Sebagai Penyedia Panas. Skripsi, Jurusan Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB, Bogor.