

## Studi Eksperimental Efisiensi Rumah Pengering Umbi Porang Sistem Hibrid (Energi Surya–Biomassa) dengan Variasi Beban Pengeringan

Gusnawati<sup>1</sup>, Putry P. E. Kameo<sup>2</sup>, Verdy A. Koehuan<sup>3\*</sup>

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

\*Corresponding author: [verdy.koehuan@staff.undana.ac.id](mailto:verdy.koehuan@staff.undana.ac.id)

### ABSTRAK

Pengeringan adalah salah satu proses tahapan pasca panen yang penting mengingat proses ini menyerap cukup banyak energi. Diperkirakan 12% dari total energi yang digunakan pada industri pangan dan pertanian adalah untuk pengeringan. Salah satu alternatif pengeringan adalah menggunakan Solar Dryer sebagai sarana penangkap energi. Panas yang terakumulasi tersebut dipakai untuk mengeringkan Porang yang berada dalam Solar Dryer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air akhir umbi porang setelah pengeringan per hari untuk tiap variasi beban diperoleh nilai terendah 9,90 %bb pada variasi beban 10 kg dan laju pengeringan tertinggi 0,550 kg/jam dari asumsi kadar air awal 70 %bb. Sedangkan pada variasi beban 8,5 kg (H1) dan 14 kg (H3), kadar air akhirnya masih memenuhi standar yaitu 11,4 %bb dan 10,98 %bb dengan laju pengeringan terendah 0,330 kg/jam (H3). Jika dikaitkan antara distribusi temperature maupun kelembaban udara dalam rumah pengering dengan laju pengeringan, konsumsi energi spesifik (KES), dan efisiensi pengeringan, maka terdapat perbedaan antar variable tersebut. Hal ini menunjukkan hasil perbandingan terbalik antara konsumsi energi spesifik, namun berbanding lurus dengan laju pengeringan dan efisiensi pengeringan.

### ABSTRACT

*Drying is one of the most important post-harvest processes, considering that this process absorbs a lot of energy. It is estimated that 12% of the total energy used in the food industry and agriculture is for drying. One alternative to drying is to use Solar Dryer as a means of capturing energy. The accumulated heat it used to dry the Porang in the Solar Dryer. The results showed that the final moisture content of porang tubers after drying for each load variation obtained the lowest value of 9,90%wb at a load variation of 10 kg and the highest drying rate of 0,550 kg/hour from the assumption of an initial moisture content of 70%wb. While, at the load variation of 8,5 kg (H1) and 14 kg (H3), the final moisture content still met the standards, namely 11,4% wt and 10,98% wt with the lowest drying rate 0,330 kg/hour (H3). If it is related between the distribution of temperature and humidity in the drying with the drying rate, specific energy consumption (KES), and drying efficiency, then there are differences between these variables. This shows the results of an inverse comparison between specific energy consumption, but is directly proportional to the drying rate and drying efficiency.*

**Keywords:** porang, drying, solar dryer, hibryd

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya akan hasil bumi. Salah satu komoditas hasil perkebunan di Indonesia adalah porang. Porang atau seringkali disebut ileles-iles termasuk famili Aracea dan merupakan salah satu kekayaan hayati umbi-umbian Indonesia. Porang mengandung glukomannan atau biasanya disebut dengan mannan yang merupakan polimer dari D-mannosa dan D-glukosa. Porang sangat jarang digunakan

untuk konsumsi langsung karena mengandung kristal kalsium oksalat yang menyebabkan rasa gatal, sehingga sering dibuat tepung. Tepung mannan merupakan tepung yang dibuat dari umbi porang yang mempunyai kandungan glukomannan lebih tinggi dari pada komponen lain yang terdapat dalam tepung tersebut [1]. Salah satu jenis umbi porang yang mempunyai kandungan glukomannan tinggi adalah porang kuning (*Amorphophallus oncophyllus*) yaitu sekitar 55 persen (basis kering), sedangkan jenis lain

yang mengandung glukomannan dalam jumlah cukup tinggi adalah porang putih (*Amorphophallus variabilis* BI) dengan kandungan glukomannan sekitar 44 persen (basis kering) [2].

Pengeringan adalah proses pemindahan pengeluaran kandungan air bahan hingga mencapai kandungan air tertentu. Pengeringan makanan memiliki dua tujuan utama yaitu sebagai sarana memperpanjang umur simpan dengan cara mengurangi kadar air makanan untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme pembusuk dan meminimalkan biaya distribusi bahan makanan karena berat dan ukuran makanan menjadi rendah. Penelitian dengan variasi pembebanan umbi singkong menggunakan metode pengeringan energi surya tipe *rotary dryer* dengan variasi jumlah lubang IDF (*induced draft fan*) [3]. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan temperatur dan kalor konveksi rumah pengering dengan massa singkong yang rendah dengan penambahan jumlah lubang IDF. Analisis perpindahan panas mesin pengering tipe panel surya ikan terhadap pengaruh variasi massa ikan dan kecepatan blower. Hasil penelitian menunjukkan penambahan massa ikan juga mempengaruhi kecepatan blower dan efisiensi rumah pengering [4]. Oleh metode pengeringan dengan energi surya, sangat penting untuk diperhatikan variabel seperti beban pengeringan karena hal ini sangat menentukan kualitas dari produk yang akan dikeringkan.

Salah satu daerah yang memiliki potensi akan tumbuhan Porang adalah daerah Amfoang, kecamatan Amfoang Selatan, kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur yang dimana sebagian besar masyarakatnya yang berprofesi sebagai petani. Masyarakat di Amfoang sudah mulai membudidayakan tanaman porang, akan tetapi proses pengeringannya yang masih tradisional yaitu menggunakan sinar matahari langsung sebagai sarana untuk mengeringkan umbi porang tersebut. Metode penjemuran ini memiliki biaya yang sangat murah dikarenakan energi dari sinar matahari yang cukup tersedia. Namun metode penjemuran dengan sinar

matahari langsung juga memiliki banyak kekurangan, seperti tercemarnya bahan oleh kotoran-kotoran dari lingkungan sekitar, sangat bergantung pada cuaca, kehilangan jumlah bahan akibat serangan hama binatang dan waktu proses pengeringan yang cukup lama. Apalagi pada musim penghujan, pengeringan pada umbi porang sangat tidak efektif sehingga membuat umbi porang menjadi tidak kering dengan baik dan bahkan rusak.

Pengeringan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan sistem hibrid dengan pemanfaatan energi surya dan juga dari tungku pembakaran biomassa sebagai pemanas tambahan. Dengan demikian hal ini dapat mengatasi kendala pengeringan dengan menggunakan sinar matahari langsung yang biasa dilakukan oleh masyarakat seperti kapasitas yang rendah dan membutuhkan waktu yang cukup lama, serta resiko kontaminasi dan gangguan dari binatang selama proses penjemuran. Rumah pengeringan ini dilengkapi plastik UV yang berfungsi sebagai penghantar panas, sehingga temperatur didalam ruangan dapat terjaga dengan baik. Proses pengeringan umbi porang ini diharapkan tidak membutuhkan waktu pengeringan yang lama, terhindar dari gangguan-gangguan dari hewan saat proses penjemuran dan juga kondisi cuaca sedang mendung ataupun hujan.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilaksanakan adalah metode eksperimen terhadap rumah pengering umbi porang menggunakan plastik ultra violet untuk menyerap panas dari sinar matahari dengan mekanisme konveksi alamiah. Radiasi sinar matahari yang diserap oleh plastik UV kemudian udara panas dalam rumah pengering di distribusikan dengan menggunakan dua buah blower. Lokasi penelitian dilakukan di laboratorium Program Studi Teknik Mesin, Universitas Nusa Cendana. Bahan plastik yang digunakan plastik UV *protector* 6% bukur per roll 3 × 20 m, tebal 200 micron (0,20 mm).

## Variabel Penelitian

### Variabel bebas (independent variable)

- Beban pengeringan atau kapasitas pengeringan
- Radiasi masuk rumah pengeringan dan waktu pengeringan. Beban pengeringan terdiri atas tiga variasi, yaitu beban 8,5 kg, 10 kg, dan 14 kg

### Variabel terikat (dependent variable)

- Distribusi temperatur di dalam rumah pengering
- Kelembaban udara
- Kadar air
- Laju pengeringan
- Konsumsi energi spesifik
- Efisiensi pengeringan.

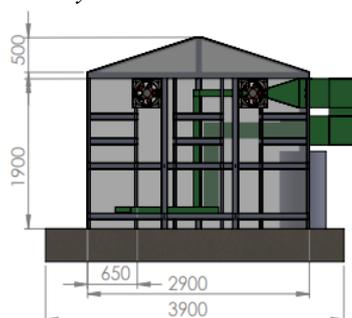
### Variabel terkontrol (controlled variable)

- Kecepatan aliran udara panas
- Luas saluran udara panas
- Kecepatan keluar dari ekshaus fan
- Luas dinding plastic uv
- Luas rak jemur.

Rak jemur yang terdiri dari sembilan rak sebagai tempat porang dikeringkan dengan tiga variasi beban (8,5 kg, 10 kg dan 14 kg).

## Dimensi Rumah Pengering

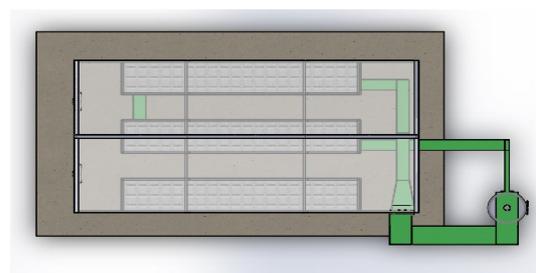
Gambar 1 berikut menunjukkan tampak depan desain rumah pengering porang plastik UV solar dryer sistem hibrid.



Gambar 1. Dimensi tampak depan rumah pengering plastik UV



Gambar 2. Tampak samping rumah pengering plastik UV



Gambar 3. Tampak atas rumah pengering plastik UV

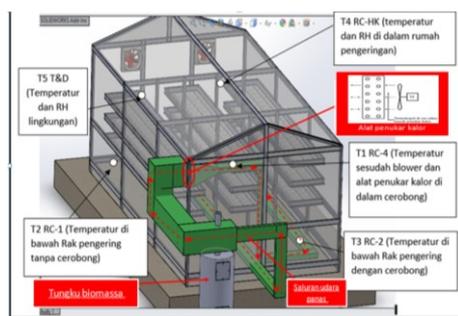
## Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan cara eksperimen pada rumah pengering porang plastik UV solar dryer sistem hibrid. Adapun variabel yang akan diukur atau pengumpulan data yang akan dilakukan yaitu dengan pengamatan alat-alat ukur yang terdiri atas temperatur udara, kelembaban udara dan beban pengeringan yang selanjutnya diproses secara digital ke unit data akusisi dan komputer. Data-data yang dihasilkan oleh pembacaan alat-alat ukur digunakan untuk menganalisa efisiensi pengeringan.

Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti tahapan sebagai berikut :

- Menyiapkan alat-alat dan bahan yang akan digunakan pada saat pengujian ruang pengering
- Mengukur temperatur awal ruang pengering (tanpa pemanas tambahan (tungku biomassa))

- Mengukur temperatur akhir ruang pengering setelah menggunakan pemanas tambahan (tungku biomassa)
- Mengukur temperatur ruang pengering dengan tiga variasi beban porang dan 1 variasi kecepatan udara masuk tungku ke ruang pengering
- Selanjutnya proses pengambilan data untuk kadar air, waktu pengeringan dan temperatur panas yang diserap di rumah pengering.



Gambar 4. Sketsa menentukan alat ukur

### Analisa Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu sebagai berikut :

#### Data primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lapangan tempat dilakukan penelitian tersebut. Untuk mendukung proses pengambilan data, maka sebelumnya dapat dibuat terlebih dahulu rumah pengering porang.

#### Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari studi literatur yang tersedia baik itu dari referensi buku, jurnal, artikel, diktat dan penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian tersebut (data intensitas cahaya matahari).

Salah satu faktor yang mempengaruhi pengeringan adalah kadar air. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan sehingga menghambat organisme

pembusukan. Kadar air suatu bahan berpengaruh terhadap banyaknya air yang diuapkan dan lamanya proses pengeringan. Struktur bahan secara umum didasarkan pada kadar air yang biasanya ditunjukkan dalam presentase kadar air basah atau basis kering. Kadar air basah basah (Mwb) banyak digunakan dalam penentuan harga pasar sedangkan kadar air basis kering (Mdb) digunakan dalam bidang teknik.

Persamaan dalam penentuan kadar air :

$$M_{db} = \frac{W_t - W_d}{W_t} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

Mdb = kadar air basis kering (%)

Wt = Berat total (gram)

Wd = Berat padatan (gram)

$$M_{wb} = \frac{W_t - W_d}{W_d} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

Mwb = kadar air basis basah (%)

Wt = Berat total (gram)

Wd = Berat padatan (gram)

Laju pengeringan membutuhkan data dari hasil pengukuran kadar air awal sebelum penjemuran, setelah penjemuran dan lama waktu pengeringan yang dapat dihitung dengan persamaan :

$$\frac{dW}{dt} = \frac{W_i - W_t}{\Delta t} \quad (3)$$

Keterangan :

dW/dt = Laju pengeringan rata-

rata

Wi = Kadar air awal (%)

Wt = Kadar air akhir (%)

Δt = Lama Pengeringan

Analisis performa dari suatu sistem dan kolektor ditentukan menggunakan suatu keseimbangan energi salah satunya menggunakan energi yang berguna. Untuk menentukan analisis termal. Untuk persamaan efisiensi termal digunakan persamaan :

$$\eta_s = \frac{Q_b + Q_{udara}}{Q_{ts} - Q_{loss}} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan :

- $Q_b$  = Panas untuk menaikkan suhu badan (kJ)
- $Q_{ts}$  = Energi surya (kJ)
- $Q_{udara}$  = Panas untuk menguapkan air bahan (kJ)
- $Q_{loss}$  = Energi yang dibuang (kJ)

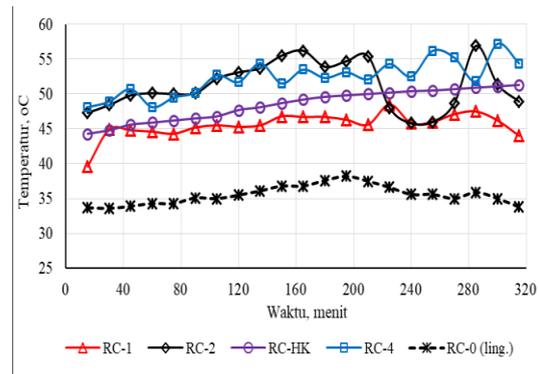
Hasil analisis konsumsi energi spesifik di dapat dari perbandingan antara energi total sistem terhadap massa air yang di uapkan, dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$KES = \frac{Q_{rs}}{mU_{ap}} \quad (5)$$

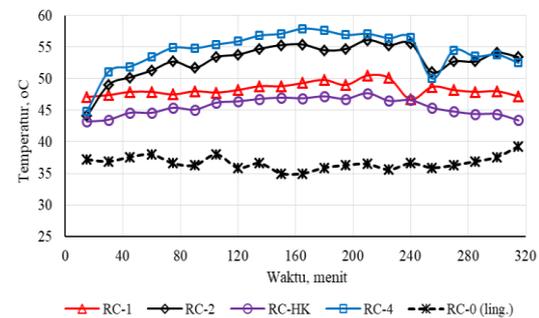
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Waktu Pengeringan terhadap Distribusi Temperatur dan Kelembaban

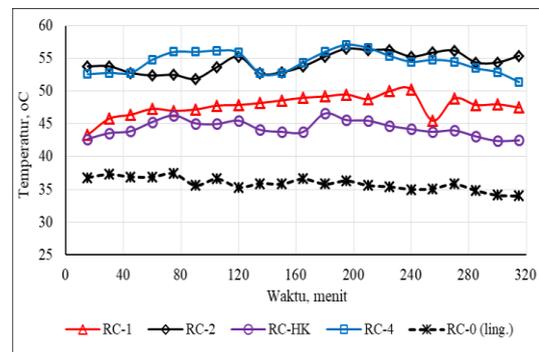
Gambar 5 - 7 menunjukkan hasil pengukuran temperatur yang diperoleh dari alat ukur untuk temperatur lingkungan (RC-0) dengan temperatur rata-rata 35,52°C, 36,67°C dan 35,86°C. Sedangkan di dalam rumah pengering 3 alat ukur temperatur dan 1 alat ukur temperatur dan kelembaban. Alat ukur temperatur RC-1 pada dibawah rak pengering tanpa saluran udara panas dengan temperatur 45,57°C, 48,32°C dan 47,81°C. RC-2 dipasang pada rak pengeringan dengan saluran udara panas temperatur rata-ratanya 51,24°C, 52,94°C dan 54,36°C. RC-4 dipasang pada saluran udara panas sesudah blower dan alat penukar kalor dengan temperatur rata-rata 52.30°C, 54,42°C dan 54,46°C. Sedangkan alat ukur temperatur dan kelembaban (RC-HK) dipasang pada posisi tengah diatas rak pengeringan dengan temperatur rata-rata 48.49°C, 45,57°C dan 44,36°C.



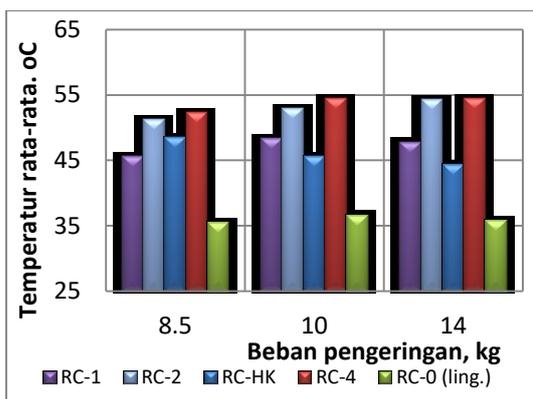
Gambar 5. Hasil pengukuran temperatur dalam rumah pengering hari pertama 8,5 kg



Gambar 6. Hasil pengukuran temperatur dalam rumah pengering hari kedua 10 kg



Gambar 7. Hasil pengukuran temperatur dalam rumah pengering hari ketiga 14 kg



Gambar 8. Rata-rata hasil pengukuran kelembaban didalam rumah pengering selama tiga hari

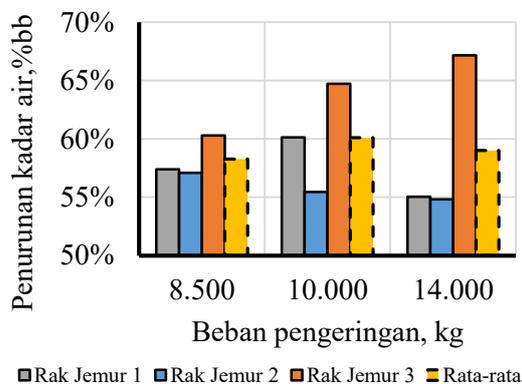
Gambar 4.7 kelembaban rata-rata dalam rumah pengering dengan variasi beban terlihat normal, kelembaban rata-rata didalam rumah pengeringan selama 3 hari pengeringan berkisar antara 25% sampai 30%. Sedangkan kelembaban diluar rumah pengeringan (lingkungan) berkisar antara 30% sampai 33%. Dimana nilai RH selalu berbanding terbalik dengan temperatur.

**Pengaruh Waktu Pengeringan terhadap Penurunan Kadar Air**

Gambar 8 menunjukkan kadar air awal umbi porang yang baru dipanen yaitu 70% kemudian dikeringkan sampai kadar air yang telah ditentukan yaitu 12% dengan ketebalan umbi porang di dalam rumah pengering 3 mm. Hal ini disebabkan karena adanya penggunaan plastik ultra violet (UV Solar Dryer) yang dapat menyerap panas lebih banyak sehingga proses pengeringan yang terjadi di dalam rumah pengering lebih efisien, walaupun dengan kapasitas pengeringan yang banyak.

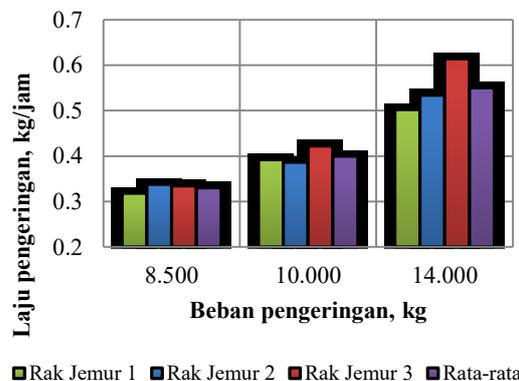
Gambar 9 menunjukkan nilai laju pengeringan untuk variasi beban 8,5 kg, 10 kg dan 14 kg masing-masing sebesar 0,33 kg/jam, 0,4 kg/jam dan 0,55 kg/jam. Pada tingkat kelembaban udara yang lebih rendah, laju penguapan air di permukaan bahan juga menurun, begitupun sebaliknya. Kecepatan udara yang lebih tinggi dapat mempercepat laju penguapan air di permukaan bahan.

Berbanding lurus dengan penurunan kadar air, laju pengeringan pada rumah pengering lebih cepat.



Gambar 8. Penurunan kadar air porang

**Pengaruh Beban Pengeringan terhadap Laju Pengeringan**



Gambar 9. Diagram laju pengeringan tiap variasi beban

**Efisiensi Rumah Pengering**

Analisis termal dari rumah pengering dapat dihitung berdasarkan jumlah panas radiasi masuk yang berguna untuk proses pengeringan bahan dan panas yang hilang akibat proses perpindahan panas secara konduksi, konvensi maupun radiasi. Hasil analisis efisiensi rumah pengering dengan

mekanisme paksa nilai efisiensi termal rumah pengereng didapat 21,57%.

## KESIMPULAN

Dari hasil studi eksperimental rumah pengereng umbi porang menggunakan plastic ultra violet (*uv solar dryer*) dengan sistem hibrid maka dapat diambil kesimpulan :

- Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan efisiensi dan penurunan konsumsi energi spesifik terhadap penambahan beban pengerengan umbi porang. Efisiensi total, efisiensi pengerengan, dan efisiensi rumah pengerengan tertinggi masing-masing terjadi beban umbi porang 14 kg, yaitu 54,01 %, 10,28 % dan 27,65 %. Konsumsi energi spesifik (KES) terendah juga terjadi pada beban 14 kg, yakni sebesar 29279,946 kJ/kg.
- Kadar air akhir umbi porang setelah pengerengan terhadap beban umbi porang diperoleh nilai terendah 9,9 %bb pada beban 10 kg, sedangkan pada beban 8,5 kg dan 14 kg masing-masing dengan kadar air akhir 11,74 %bb dan 10,98 %bb dari asumsi kadar air awal 70 %bb. Laju pengerengan tertinggi 0,550 kg/jam, yakni terjadi pada beban 14 kg, sedangkan pada beban 8,5 kg dan 10 kg masing-masing dengan laju pengerengan 0,330 kg/jam dan 0,4 kg/jam.
- Udara panas yang dialirkan dari tungku biomassa melalui alat penukar panas cukup berpengaruh terhadap distribusi temperatur di dalam rumah pengereng. Terlihat bahwa tren peningkatan temperatur udara panas dalam saluran juga diikuti oleh peningkatan temperatur dalam rumah pengereng. Hal ini menunjukkan ada proses penambahan panas dari tungku biomassa.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. N. E. Wardani, W. A. Subaidah, and H. Muliasari, "Ekstraksi dan Penetapan

Kadar Glukomanan dari Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan Metode DNS," *J. Sains dan Kesehat.*, vol. 3, no. 3, pp. 383–391, 2021.

- [2]. E. Afifah, M. Oktorina, and S. Setiono, "Peluang Budidaya Iles-iles (*Amorphophallus Spp.*) Sebagai Tanaman Sela di Perkebunan Karet," *War. Perkaratan*, vol. 33, no. 1, pp. 35–46, 2014.
- [3]. S. H. Prasetya, "Studi Eksperimental Performa Rotary Dryer dengan Variasi Jumlah Lubang IDF (Induced Draft Fan) dengan Massa 1 Kg dan 1, 5 Kg." Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019.
- [4]. M. F. Izdiharrudin, "Analisis Perpindahan Panas Mesin Pengereng Ikan Terhadap Pengaruh Variasi Massa Ikan Dan Kecepatan Blower." Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.
- [5]. H. S. Maulana and A. Kurniawan, "Pengaruh Kecepatan Aliran Udara Panas Terhadap Kualitas Pengerengan Keripik Porang dengan Dimensi Ruang Pengereng 1 m<sup>3</sup> Menggunakan Heater 700 Watt," *J. IPTEK*, vol. 23, no. 2, pp. 87–92, 2019.
- [6]. M. Munandarsyah, K. Siregar, and R. Agustina, "Peningkatan Kinerja Mesin Pengereng Hybrid Melalui Modifikasi Tungku Biomassa Untuk Pengerengan Ikan Tongkol (*Euthynus affinis*)," *J. Ilm. Mhs. Pertan.*, vol. 3, no. 3, 2018.
- [7]. F. J. Rieuwpassa, S. I. M. Wodi, E. Cahyono, and R. Pangumpia, "Rancang Bangun Dan Pengujian Alat Pengereng Solar Dryer Sederhana (Constructing and Experiment of Simple Solar Dryer)," *J. Fishtech*, vol. 8, no. 2, pp. 48–57, 2019.
- [8]. V. A. Koehuan, D. K. Dipa, V. A. Koehuan, and M. M. Dwinanto, "Rancang Bangun dan Analisis Kinerja Rumah Pengereng Kopi Tipe Efek Rumah Kaca dengan Mekanisme Konveksi Paksa," 2021, doi: 10.1234/ljtmu.v8i01.4099.

- [9]. N. Saleh, "Tanaman Porang: pengenalan, budidaya, dan pemanfaatannya." Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, 2015.
- [10]. S. Koswara, "Teknologi pengolahan umbi-umbian," *Bogor Res. Community Serv. Inst. IPB*, 2013.
- [11]. M. A. Kurniawan, K. R. Dantes, and G. Widayana, "ANALISA TEMERATUR ALAT PENDING CENGKEH HIBRID STUDI KASUS DI DESA TAJUN BULELENG BALI," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 4, no. 1, 2020.
- [12]. A. Fahima, "Profil Protein Berbasis SDS-PAGE pada Ulat Sagu (*Rhynchophorus Ferrugineus*) Hasil Pendinginan dengan Garam dan Tanpa Garam." Universitas Muhammadiyah Semarang, 2018.
- [13]. T. Panggabean, A. N. Triana, and A. Hayati, "Kinerja pendinginan gabah menggunakan alat pendingin tipe rak dengan energi surya, biomassa, dan kombinasi," *Agritech*, vol. 37, no. 2, pp. 229–235, 2017.
- [14]. R. Sary, "Kaji eksperimental pendinginan biji kopi dengan menggunakan sistem konveksi paksa," *J. Polimesin*, vol. 14, no. 2, pp. 13–18, 2016.
- [15]. V. A. Koehuan, A. V. P. Piamat, V. A. Koehuan, and M. Jafri, "Pengujian Rumah Pendingin Daun Kelor Dengan Efek Rumah Kaca (Solar Dryer) Melalui Mekanisme Konveksi Alami," 2021, doi: 10.1234/ljtmu.v8i02.5941.