

# Modifikasi dan Uji Kinerja Alat Pengering Tipe Rak Model “Teta 22” Menggunakan Sumber Panas Gas LPG pada Pengeringan Biji Pala (*Myristica fragrans* Houtt)

Nofri Abdul Azis Amiri<sup>1</sup>, Ireine Longdong<sup>2\*</sup>, Dedie Tooy<sup>3</sup>,

<sup>1-3</sup> Program Studi Teknik Pertanian  
Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian.  
Universitas Sam Ratulangi  
Jl. Kampus UNSRAT Manado, 95115. Indonesia.

\*E-mail korespondensi: [ireinelongdong@unsrat.ac.id](mailto:ireinelongdong@unsrat.ac.id),  
[nofriazisamiri@gmail.com](mailto:nofriazisamiri@gmail.com), [dtooy@unsrat.ac.id](mailto:dtooy@unsrat.ac.id),

*Modification and Performance Test of Rack-Type Dryer Model “Teta 22” Using LPG Gas Heat Source in Drying Nutmeg Seeds (*Myristica Fragrans* Houtt)*

## ABSTRACT

*This study aims to: 1. Modify the Teta'17 rack-type dryer, 2. Assess the performance of the device including temperature, air humidity, moisture content and drying rate of water. This research is using experimental method. Testing the results of making tools in the form of tables and graphs is then analyzed descriptively. This dryer consists of 2 stacking racks (upper and lower), each using 500 samples of nutmeg seeds. Each experiment was carried out 2 (two) repetitions. The variables observed were temperature, air humidity, moisture content and drying rate. The results of this study modification of the Teta'17 rack-type dryer by adding a chimney did not show any condensation on the surface of the wall of the appliance. From the research results, the average temperature of the upper rack is 53°C and the average temperature of the lower rack is 55°C and the average temperature in the plenum is 54°C. The average humidity in the plenum is 70%. The average moisture content of the top rack nutmeg was 10.2% and the bottom rack was 8.7%. The drying time needed to dry the nutmeg seeds to a moisture content of 8-10% is 11 hours. The drying rate for the moisture content of the upper rack 1 was 2.55%/hour, the bottom rack was 2.72%/hour and the 2 top rack replicates were 2.65%/hour, the bottom rack was 2.75%/hour.*

**Keywords:** *modification; performance test; rack-type dryer; model TETA 22.*

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: 1. Memodifikasi alat pengering tipe rak Model Teta'17, 2. Mengkaji kinerja alat meliputi suhu, kelembaban udara, kadar air dan laju pengeringan terhadap air. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Pengujian hasil pembuatan alat dalam bentuk tabel dan grafik kemudian dianalisis secara deskriptif. Alat pengering ini terdiri dari 2 susun rak (atas dan bawah), masing-masing menggunakan 500 sampel biji pala. Setiap percobaan dilakukan 2 (dua) kali ulangan. Variabel yang diamati adalah suhu, kelembaban udara, kadar air bahan dan laju pengeringan. Hasil dari penelitian ini modifikasi alat pengering tipe rak Model Teta'17 dengan cara menambahkan cerobong tidak menunjukkan adanya kondensasi pada bagian permukaan

dinding alat. Dari hasil penelitian rata-rata suhu rak atas sebesar 53°C dan rata-rata suhu rak bawah sebesar 55°C dan rata-rata suhu dalam plenum sebesar 54°C. Rata-rata kelembaban udara dalam plenum sebesar 70%. Rata-rata kadar air biji pala rak atas sebesar 10.2% dan rak bawah 8.7%. Waktu pengeringan yang dibutuhkan untuk mengeringkan biji pala sampai dengan kadar air 8-10% yaitu 11 jam. Laju pengeringan terhadap kadar air ulangan 1 rak atas sebesar 2.55%/jam, rak bawah 2,72%/jam dan ulangan 2 rak atas sebesar 2.65%/jam, rak bawah sebesar 2.75%/jam.

**Kata kunci:** Modifikasi; uji kinerja; pengering tipe rak; model TETA 22.

## PENDAHULUAN

Indonesia sebagai penghasil pala terbesar di dunia yang sangat potensial sebagai komoditas perdagangan di dalam dan luar negeri, Indonesia merupakan produsen utama pala terbesar di dunia yang diikuti oleh Granada sehingga kedua negara ini merupakan negara pengekspor pala terbesar di dunia, kebutuhan pala di dunia sebesar 90-95% dipenuhi oleh kedua negara tersebut. Untuk Indonesia produksi pala terbesar yaitu 70-75% disusul oleh Granada sekitar 20-25% dan sisanya 5% diproduksi oleh Malaysia, India dan Sri Lanka. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) produksi pala nasional mencapai 40.585 ton tahun 2020.

Sulawesi Utara merupakan salah satu Provinsi yang mengusahakan tanaman pala di Indonesia, menurut BPS pada tahun 2020 total produksi tanaman pala di Sulawesi Utara sebesar 11 365,73 ton. Kabupaten Minahasa Utara merupakan salah satu sentra produksi tanaman pala di Sulawesi. Menurut BPS tahun 2020 total produksi tanaman pala di Minahasa Utara sebesar 70,78 ton.

Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Perkebunan, tercatat terjadi penurunan nilai ekspor biji pala Indonesia dalam kurun waktu 2011-2015. Hal ini disebabkan biji pala banyak tercemar aflatoxin. Salah satu cara untuk mengatasi serangan aflatoxin yang disebabkan oleh jamur *Aspergillus flavus* dan *A. parasiticus* adalah dengan mengeringkan biji pala. Pengeringan bertujuan mengurangi kadar air bahan sampai batas dimana perkembangan mikro organisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti.

Pengeringan merupakan salah satu tahap penanganan pasca panen dalam menentukan mutu biji pala, sebelum dipasarkan biji dijemur hingga kering setelah dipisah dari fulinya. Tetapi saat ini pengeringan ditingkat petani dilakukan dengan cara menjemur langsung dibawah sinar matahari. Kebutuhan tempat pengeringan dengan sistem penjemuran dengan sinar matahari memerlukan tempat yang luas, waktu pengeringan yang relatif lama, tingkat kebersihan yang tidak terjamin, tidak terlindungi dari hujan dan dihindangi oleh hama merupakan kelemahan yang terdapat pada pengeringan menggunakan energi matahari di tempat terbuka.

Metode pengeringan yang diperlukan untuk mengeringkan biji pala yaitu menggunakan alat pengering buatan. Alat pengering yang perlu diteliti harus bermanfaat bagi petani dan setelah penelitian petani dapat membuat dengan sendirinya. Alat pengering yang dibutuhkan petani ialah alat pengering yang dapat di scale up atau dapat diperbesar dan dapat menampung banyak atau berkapasitas tinggi. Pengeringan buatan adalah metode pengeringan yang dalam operasi pengeringannya menggunakan bantuan alat pengering. Metode ini bertujuan untuk mengatasi kekurangan pada metode pengeringan alami, selain itu pengeringan dengan menggunakan alat pengering bisa lebih kontinu dan lebih terkontrol.

Kasim (2017), telah membuat alat pengering tipe rak Model Teta'17 dan melakukan pengering buatan dengan energi gas LPG (*Liquified Petroleum Gas*). Pengeringan dilakukan

selama 12 jam dan suhu udara dalam alat pengering berkisar 32 °C – 54,2 °C, dimana kadar air turun sampai mencapai rata-rata rak 1 yaitu 6,54%, rak 2 sebesar 8,28% dan rak 3 sebesar 9,70%. Selama pengeringan total energi gas yang dipakai untuk mengeringkan biji pala adalah 3,5kg gas LPG.

Penelitian ini dimodifikasi dengan cara menambahkan cerobong ke alat tersebut untuk mendapatkan hasil yang lebih detail dari pada penelitian sebelumnya, dikarenakan pada alat sebelumnya terdapat masalah pada proses pengeringan seperti uap air yang terkondensasi di dinding alat dan kemudian jatuh lagi ke bahan.

### **Tujuan**

1. Memodifikasi alat pengering tipe rak Model TETA'17.
2. Menguji kinerja alat meliputi suhu, kelembaban udara, kadar air dan laju pengeringan terhadap kadar air.

### **Manfaat**

Diharapkan dengan menggunakan alat pengering ini dapat mengeringkan biji pala sesuai standar yaitu pada kadar air 8-10%, dan manfaat bagi masyarakat yaitu dapat menggunakan alat pengering ini pada saat cuaca hujan karena menggunakan sumber panas LPG (Liquified Petroleum Gas).

## **METODE PENELITIAN**

### **Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan adalah biji pala yang dipanen dari kebun petani pala di Desa Tatelu Kecamatan Dimembe Kabupaten Minahasa Utara buah pala yang dipanen sudah berumur 7 bulan sejak mulai bunga dengan tanda-tanda buah pala yang sudah masak adalah jika sebagian dari buah tersebut mulai merekah (membelah) melalui alur belahnya dan terlihat bijinya yang berwarna coklat yang diselaputi fuli warna merah terang.

Alat-alat yang digunakan adalah alat pengering buatan tipe rak Model Teta'22 yang sudah di modifikasi , 3 buah tabung gas LPG (*Liquified Petroleum Gas*) ukuran 3 kg, timbangan digital, wadah, termometer batang, oven pengering, gerusan, termometer digital, *blower* dan alat tulis menulis.

### **Rancangan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode percobaan untuk pembuatan alat dan analisa data menggunakan metode deskriptif yaitu data dari pengamatan disusun dalam bentuk tabel, kemudian digambarkan dalam bentuk grafik, lalu dideskripsikan. Setiap rak yaitu rak atas dan rak bawah masing-masing menggunakan 500 sampel biji pala. Setiap percobaan dilakukan 2 (dua) kali ulangan.

### **Prosedur Penelitian**

#### **Penyediaan Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan adalah alat pengering tipe rak Model Teta'17, timbangan digital, wadah, termometer batang, termometer digital, gerusan, oven pengering, blower, kompor gas dan alat tulis menulis. Bahan yang digunakan adalah biji buah pala sebanyak 500 biji pada setiap rak.

#### **Modifikasi Alat**

Alat yang digunakan adalah alat pengering tipe rak Model Teta'17, timbangan digital, wadah, termometer batang, termometer digital, gerusan, oven pengering, blower, kompor gas dan alat tulis menulis. Bahan yang digunakan adalah biji buah pala sebanyak 500 biji pada setiap rak.

Suhu pengering pada penelitian ini diatur sebesar 55°C dan dikeringkan hingga kadar air mencapai 8-10%. Termometer batang diletakan diatas bahan biji pala, tinggi rendahnya suhu diatur dari besar kecilnya nyala api, regulator yang dipakai khusus untuk mengontrol keluarnya gas dari tabung dan kecepatan udara dari *blower*. Kompor gas dan *blower* dihidupkan secara bersamaan. Selain suhu di tengah ruang pengering suhu masuk (*inlet temperature*) dan suhu keluar (*outlet temperature*) juga diukur untuk suhu didalam ruang pengeringan. Bahan sampel ditimbang kembali untuk mengetahui penurunan berat Pengamatan ini dilakukan setiap 1 jam sekali untuk masing - masing rak.

### Metode Analisis

#### Suhu

Suhu selama pengeringan dianalisis berdasarkan hasil pengamatan yang disusun dalam bentuk tabel kemudian digambarkan dalam bentuk grafik. Cara mengukur suhu dalam plenum memakai termometer digital.

#### Kelembaban Udara

Data kelembaban udara dalam ruang pengering diperoleh dengan menggunakan termometer digital .

#### Penurunan Berat Bahan

Penurunan berat bahan dianalisis dengan menimbang berat bahan sampel berat awal penurunan bahan sampai bahan menjadi kering menyusun data hasil pengamatan dalam bentuk tabel kemudian digambarkan dalam bentuk grafik lalu dibahas.

#### Kadar Air

Penentuan kandungan air dapat dilakukan dengan beberapa cara. Hal ini tergantung pada sifat bahanya. Pada umumnya penentuan kadar air dilakukan dengan mengeringkan bahan dalam oven pada suhu 105-110°C selama 3 jam atau sampai didapat berat yang konstan selisih berat bahan sebelum dan sesudah pengeringan adalah banyaknya air yang diuapkan. Dalam hal ini metode yang digunakan untuk menentukan kadar air bahan tersebut yaitu berdasarkan bobot kering (*dry basis*).

Kadar air berat kering dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$M = \frac{Wm}{Wd} \times 100\%$$

Dimana:

M = Kadar air basis kering (%)

Wm = Berat air dalam bahan (g)

Wd = Berat bahan kering mutlak (g)

#### Laju Pengeringan

Dihitung berdasarkan perubahan kadar air terhadap selang waktu tertentu (t) berdasarkan persamaan dari Thahir (1986) :

$$LP = \frac{KA(i) - KA(i - 1)}{t}$$

Dimana:

LP = Laju pengeringan (%/jam)

KA<sub>(i)</sub> = Kadar air awal bahab (% bb)

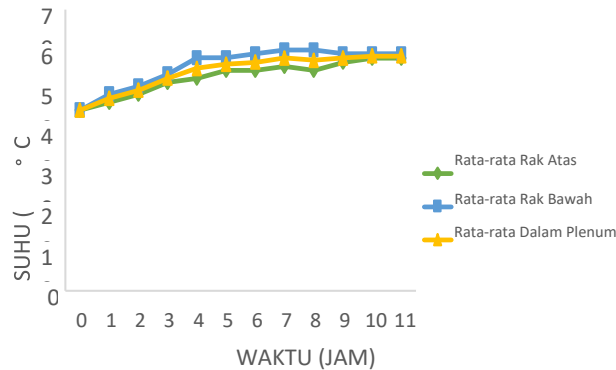
Ka<sub>(i-1)</sub> = Kadar air awal bahan (% bb)

t = Lama pengeringan (jam)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam suatu proses pengeringan. Dari proses pengeringan dalam penelitian ini didapat suhu rata-rata rak atas sebesar 53°C, suhu rata-rata rak bawah sebesar 55°C dan rata-rata suhu dalam plenum sebesar 54°C. Data suhu selama proses pengeringan dapat dilihat dari gambar dibawah ini.



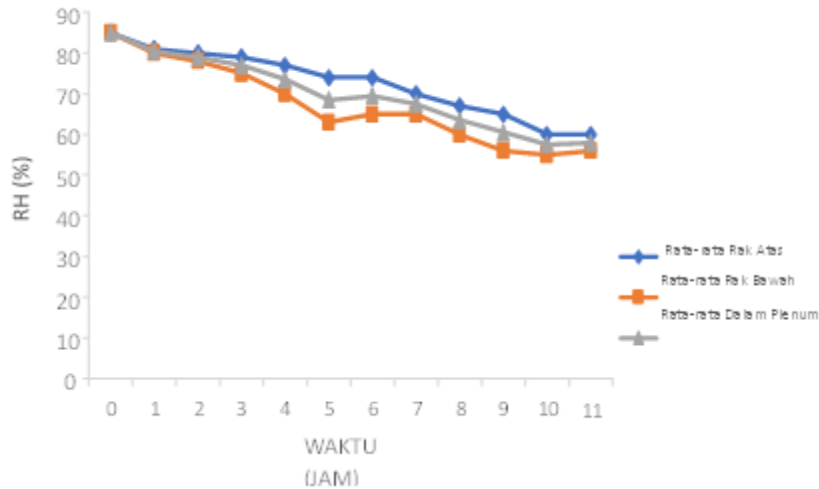
**Gambar 1.** Grafik Suhu

Dari gambar 1 terlihat bahwa selama proses pengeringan telah terjadi perbedaan suhu di antara rak atas, rak bawah dan suhu di dalam alat pengering. Perbedaan suhu antara rak atas dan rak bawah terjadi akibat penyerapan panas oleh bahan. Ketika suhu udara dalam plenum bergerak ke atas melewati bahan/ pada saat udara bersentuhan dengan bahan maka terjadi pindah panas. Air yang terkandung dalam bahan menyerap panas dari udara panas terutama air yang ada di permukaan bahan, akibatnya energi panas yang berasal dari udara pengering berkurang, hal ini terdeteksi pada suhu diatas rak pengering.

Selama proses pengeringan suhu berperan penting, hal ini dalam alat pengering. Sumber panas yang didapatkan dalam alat pengering berasal dari gas LPG. Suhu akan berubah setiap 1 jam dan diamati selama 11 jam. Dari hasil penelitian suhu rak atas disekitar bahan adalah sebesar 45°C sampai 58°C, suhu pada rak bawah disekitar bahan adalah sebesar 45°C sampai 60°C, dari kedua rak tersebut diperoleh perbedaan yang ditempatkan pada 2 rak di dalam alat pengering. Suhu ini berpindah secara konveksi karena ada aliran udara panas yang menyentuh bahan hasil pertanian dalam hal ini biji pala yang pada awalnya banyak mengandung air bebas. Air bebas banyak mengandung atom hidrogen sehingga dapat menyerap panas dan dapat menguapkannya sehingga biji pala kehilangan sebagian massanya akibat penguapan air. Menguapnya air dari biji pala dapat diartikan bahwa air terlepas dari biji pala karena tekanan air dari biji pala tidak jauh lebih tinggi dibanding dengan energi yang ada di dalam biji pala

### Kelembaban Udara Selama Pengeringan

Hasil pengamatan menunjukkan selama proses pengeringan bahwa kelembaban udara didalam alat pengering tercatat dengan rata-rata 70%. Hasil pengamatan ini didapat dari termometer digital. Data kelembaban udara selama proses pengeringan dapat dilihat dari gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik Kelembaban Udara

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa rata-rata kelembaban udara dari pengamatan ini adalah 70%, kelembaban ini terjadi karena energi panas yang dihasilkan oleh gas LPG kemudian blower yang di buka penuh dan masuk kedalam plenum untuk menyentuh bahan secara konveksi di dalam ruang pengering. Kelembaban udara dipengaruhi oleh suhu udara selama proses pengeringan berlangsung. Kelembaban udara menurun pada saat dipanaskan, sehingga digunakan untuk membawa uap air bahan selama pengeringan. Hal ini serupa dengan hasil penelitian Ahmed et al (2001) menyatakan bahwa proses ini juga turut dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang mempengaruhi kelembaban relatif. Baik suhu maupun RH mempunyai pengaruh terhadap laju pengeringan, semakin tinggi suhu dan semakin rendah RH maka laju pengeringan semakin tinggi.

**Kadar Air**

Penurunan kadar air pada biji pala relatif cepat pada awal pengeringan, kemudian menurun secara perlahan-lahan sampai mendekati kadar air keseimbangannya. Penurunan kadar air bahan pada awal penelitian menggunakan metode oven, hasil penelitian diperoleh data kadar air awal adalah 38,78% bb. Kadar air ini digunakan sebagai data awal penurunan kadar air bahan yang diukur dengan metode penimbangan berat bahan setelah proses pengeringan berlangsung.

**Tabel 2.** Kadar Air Ulangan 1

Rak	KA (%) Awal	KA (%) Akhir
Rak atas	38,78	10,77
Rak bawah	38,78	8,89

**Tabel 3.** Kadar Air Ulangan 2

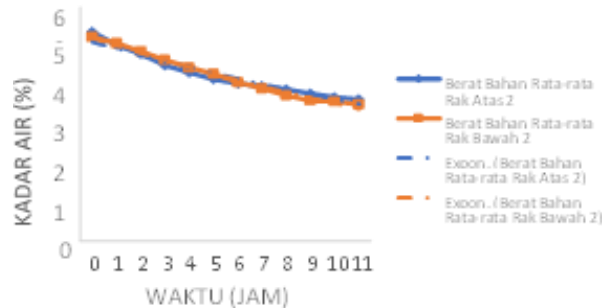
Rak	KA (%) Awal	KA (%) Akhir
Rak atas	38,78	9,66
Rak bawah	38,78	8,56

Pada Tabel 2 dan 3 terlihat cukup jelas perbedaan antara kadar air rak atas dan rak bawah. Perbedaan ini terjadi karena rak bawah menerima energi panas lebih dulu dari pada rak atas kemudian diuapkan dari bahan ke udara dan terjadilah proses pindah panas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar air biji pala pada rak atas sebesar 10.2 % dan rak bawah 8.7%. Massa air yang tersedia dalam jumlah besar di permukaan bahan menyebabkan penurunan kadar air yang cepat. Saat massa air semakin mendekati keseimbangan, penurunan kadar air semakin lambat karena massa air yang terdapat di permukaan semakin menipis sehingga air yang diuapkan berasal dari dalam bahan. Hal ini sesuai dengan prinsip pengeringan dimana pada saat air di permukaan bahan telah habis maka pergerakan air dari dalam bahan terjadi secara difusi menuju permukaan bahan selanjutnya menguap dibantu udara pengering yang mengalir di sekitar bahan (Henderson dan Perry, 1976)

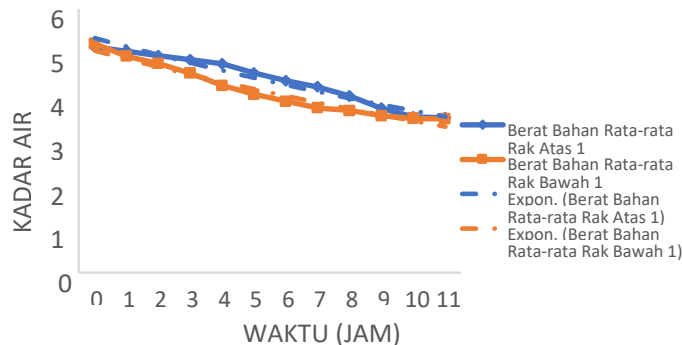
### Kadar Air Terhadap Waktu

Data laju pengeringan terhadap kadar air dibuat grafik perubahan laju pengeringan biji buah pala terhadap kadar air, dapat di lihat pada Gambar 3 dan 4. Laju pengeringan biasanya meningkat di awal pengeringan kemudian konstan dan selanjutnya semakin menurun seiring berjalannya waktu dan berkurangnya kandungan air pada bahan yang dikeringkan.



**Gambar 3.** Grafik Kadar Air Terhadap Waktu Ulangan 1

Laju pengeringan adalah selisih antara massa air dalam bahan dan massa bahan yang sudah kering di bagi dengan lamanya pengeringan.



**Gambar 4.** Grafik Kadar Air Terhadap Waktu Ulangan 1

Tabel 4 dan 5 menunjukkan bahwa hasil penelitian laju pengeringan biji buah pala terhadap kadar air, semakin besar suhu pengeringan maka semakin cepat laju pengeringan yang terjadi. Hal tersebut disebabkan oleh semakin tinggi energi panas yang dibawa udara sehingga semakin banyak jumlah massa air yang diuapkan dari permukaan bahan. Pada awal pengeringan laju pengeringan cukup tinggi karena kandungan air dalam bahan masih banyak tersedia. Selanjutnya air pada permukaan bahan semakin tipis sehingga perpindahan air ke udara pengering berasal dari dalam bahan yang menyebabkan laju pengeringan semakin menurun. Laju pengeringan akan turun perlahan-lahan seiring berkurangnya kadar air dalam bahan sampai ada kadar air yang telah ditentukan. Perpindahan air dari dalam bahan tidak langsung berpindah ke udara namun mengalami difusi penguapan dari dalam bahan menuju permukaan, karena konsentrasi air didalam bahan lebih besar dari konsentrasi air di permukaan bahan, sehingga air dapat berpindah ke udara. Dapat dilihat dari Tabel 4 dan 5 laju pengeringan terhadap kadar air ulangan 1 rak atas sebesar 2.55%/jam, rak bawah 2.72%/jam dan ulangan 2 rak atas sebesar 2.65%/jam, rak bawah sebesar 2.75%/jam.

**Tabel 4.** Laju Pengeringan 1

Ulangan 1	Laju F
Rak Atas	2,55%
Rak Bawah	2,72%

**Tabel 5.** Laju Pengeringan 2

Ulangan 1	Laju F
Rak Atas	2,65%
Rak Bawah	2,75%

## KESIMPULAN

Modifikasi alat pengering tipe rak Model Teta'17 dengan cara menambahkan cerobong tidak menunjukkan adanya kondensasi pada bagian permukaan dinding alat. Dari hasil penelitian rata-rata suhu rak atas sebesar 53°C, rata-rata rak bawah sebesar 55°C dan rata-rata suhu dalam plenum 54°C. Rata-rata kelembaban udara dalam plenum sebesar 70%. Rata-rata kadar air biji pala pada rak atas sebesar 10.2 % dan rak bawah 8.7%. Waktu pengeringan yang dibutuhkan untuk mengeringkan biji pala sampai dengan kadar air 8-10% yaitu 11 jam. Laju pengeringan terhadap kadar air ulangan 1 rak atas sebesar 2.55%/jam, rak bawah 2.72%/jam dan ulangan 2 rak atas sebesar 2.65%/jam, rak bawah sebesar 2.75%/jam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, J., U.S. Shivhare and G. Singh. (2001) Drying Characteristics and Product Quality of Coriander Leaves, *Trans IchemE*. 79(2001): 103-106
- Biro Pusat Statistik Sulawesi Utara: 2014. Wikipedia Pala. <http://id.wikipedia.org/wiki/Pala/>. Diakses 26 November 2018.
- Brooker, D. B, Arkema, W . F. B, Hall, C. W. 1974. Drying Cereal Grain. The AVI Publishing Company, Inc. Westport. Connecticut.1986.



- Direktorat Jenderal Perkebunan, 2017, Statistik Perkebunan Indonesia 2015-2017 Pala. Jakarta.
- Drying Cereal Grains. The AVI Publishing Company, Inc. Westport. 1992. Drying and Storage of Grains and Oil Seed. The AVI, Publishing Company, Inc. Westport.
- Earle, R. L. 1983. Unit operations in food processing 2nd edition. Pergamon press. Sidney.
- Hall, C. W. 1980. Drying and storage of agriculture crops. AVI Publishing Company. Connecticut (US).
- Harahap, F. 1985. Pengereng Gabah. Jakarta: Widya Karya Pertama.
- Henderson, M., dan R. L, Perry. 1976. Agricultural Process Engineering. The AVI Publishing Company, Inc. Westport.
- Holman, J.P. 1981. Heat Transfer 6th ed. Diterjemahkan jasjfi, E. 1997. Erlangga. Jakarta.
- Pengereng Tipe Rak Model Teta'17 Pada Pengerengan Biji Pala. Skripsi. Teknik Pertanian. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Kokomole, B. J. 2003. Karakteristik Pengerengan Biji Pala (*myristica fragrans*) Menggunakan Alat Pengereng Energi Surya Tipe Rak. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/cocos/article/view/521>. Diakses pada 26 mei 2019.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2019. Produksi Pala menurut Provinsi. <https://www.pertanian.go.id>. Diakses pada 02 Oktober 2019.
- Mujumdar. 2006. Handbook of industrial drying, 3rd edition, Singapura.
- Rismunandar. 1988. Budidaya dan Tata Niaga Pala. Jakarta: Swadaya Anggota IKAPI.
- Sunanto, Hatta. 1993. Budidaya Pala, Komoditas Ekspor. Yogyakarta: Kanisius Anggota IKAPI.
- Syarrief, R. Halid, H. 1992. Teknologi Penyimpanan Pangan, Bahan Pengajaran PAU Pangan dan Gizi. Bogor: IPB.
- Taib, G. 1988. Operasi Pengerengan Pada Pengolahan Hasil Pertanian. PT Madyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- .