

## UJI UNJUK KERJA ALAT PENGERING TIPE RAK MODEL TETA'17 PADA PENGERINGAN BIJI PALA

Rosnawati M. Kasim<sup>1)</sup>, Douwes D. Malik<sup>2)</sup>, Handry Rawung<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian UNSRAT

<sup>2)</sup> Dosen Program Studi Teknik Pertanian

Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi Manado  
Korespondensi email : kasimlissa@gmail.com

### ABSTRAK

Pala (*Myristica Fragrans Houtt*) merupakan tanaman asli Indonesia yang sangat potensial sebagai komoditas perdagangan di dalam dan luar negeri. Sudah sejak lama tanaman pala dikenal sebagai bahan rempah-rempah dan mempunyai kedudukan penting sebagai sumber minyak atsiri yang dibutuhkan dalam berbagai industri, seperti makanan, obat-obatan, parfum, kosmetik, dan lain-lain (Rukmana, 2004). Tanaman pala memiliki keunggulan yaitu hampir semua bagian buahnya dapat dimanfaatkan, mulai dari fuli (benda yang berwarna merah yang menyelimuti kulit biji), biji pala dan daging buah pala. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik pengeringan biji pala menggunakan alat pengering tipe rak meliputi perubahan suhu, kelembaban relatif, penurunan berat bahan, laju aliran udara, laju aliran volume udara, kadar air bahan terhadap waktu, laju pengeringan terhadap waktu, dan laju pengeringan terhadap kadar air. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif proses pengeringan dipakai suhu di bawah 55°C diulang sebanyak 3 (tiga) kali sampai mencapai kadar air 8 – 10 %bk. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa selama proses pengeringan tercatat Rh luar alat pengering antara 83,28%-89,50%. Juga Rh di dalam alat pengering diamati dan dicatat berkisar antara 86,58%-97,91%. Kadar air biji pala selama proses pengeringan mengalami penurunan dari 38,75% turun hingga rata – rata 18,05% dengan perincian pada rak satu 6,54%, rak dua 8,28% dan rak tiga 9,70%. Dengan waktu pengamatan selama 12 jam.

Kata kunci : Alat pengering tipe rak model teta'17

### ABSTRACT

*Nutmeg (Myristica Fragrans Houtt) is a native Indonesian plant that is very potential as a commodity trading at home and abroad. It has long been known as a spice plant and has an important position as a source of essential oil needed in various industries, such as food, medicine, perfume, cosmetics, and others (Rukmana, 2004). Nutmeg plants have the advantage that almost all parts of the fruit can be used, ranging from the fuli (red objects that wrap the skin of the seeds), nutmeg and nutmeg flesh. The aim of this research is to determine the characteristics of drying of nutmeg seed using rack type dryers including temperature change, relative humidity, material weight, airflow rate, air volume flow rate, water content of material, time of drying rate, and drying rate water. This research uses descriptive method of drying process used temperature below 55°C repeated as much as 3 (three) times until reaching water content 8 - 10% bk. The result of the observation showed that during the drying process there was recorded an outer Rh of the dryer between 83.28% -89.50%. Also the Rh in the dryer was observed and recorded ranging from 86.58% -97.91%. The moisture content of the nutmeg during the drying process decreased from 38.75% down to an average of 18.05% with the details on the shelf one 6.54%, the shelf two 8.28% and the third rack 9.70%. With a 12 hour observation time.*

Keywords: Model shelf dryers teta'17 models

## PENDAHULUAN

Pala (*Myristica Fragrans Houtt*) merupakan tanaman asli Indonesia yang sangat potensial sebagai komoditas perdagangan di dalam dan luar negeri. Sudah sejak lama tanaman pala dikenal sebagai bahan rempah-rempah dan mempunyai kedudukan penting sebagai sumber minyak atsiri yang dibutuhkan dalam berbagai industri, seperti makanan, obat-obatan, parfum, kosmetik, dan lain-lain (Rukmana, 2004). Tanaman pala memiliki keunggulan yaitu hampir semua bagian buahnya dapat dimanfaatkan, mulai dari fuli (benda yang berwarna merah yang menyelimuti kulit biji), biji pala dan daging buah pala. Pala dikenal sebagai tanaman rempah yang memiliki nilai ekonomis dan multiguna karena setiap bagian tanaman dapat dimanfaatkan dalam berbagai industri. (Pangalima, dkk, 2015).

Pengeringan merupakan salah satu tahap penanganan pasca panen yang cukup kritis dalam menentukan mutu biji pala. Pala dipanen biji, fuli, dan daging buahnya. Sebelum dipasarkan, biji dijemur hingga kering setelah dipisah dari fulinya. Selama ini, pengeringan yang biasa dilakukan di Indonesia adalah pengeringan tradisional dengan cara penjemuran atau pengasapan. Penjemuran biji pala dilakukan oleh petani dengan memisahkan bagian fuli dengan biji pala itu sendiri. Pengeringan dengan penjemuran bergantung pada keadaan cuaca yang cerah sehingga mudah rusak, berjamur serta dapat dirusak serangga. Sedangkan pengasapan, membutuhkan waktu yang lebih lama dan beresiko terjadi kebakaran. 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 untuk itu perlu dilakukan penelitian. 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.

Penelitian ini dibatasi hanya pada proses pengeringan biji pala dengan tempurung tanpa fuli. Salah satu tahap penanganan pasca panen yang sangat mempengaruhi mutu pala adalah proses pengeringan. Penanganan pasca panen biji pala terutama dari segi pengeringan dengan menggunakan gas perlu perhatian agar biji pala memiliki kualitas sesuai dengan permintaan pasar.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan di Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Unsrat Manado meliputi pembuatan alat pengering dan analisis data. Waktu penelitian yaitu mulai akhir Maret sampai awal Mei 2017.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah biji pala yang dipanen dari kebun petani pala di Desa Kalongan Selatan Kecamatan Kalongan Kabupaten Kepulauan Talaud buah pala yang dipanen sudah berumur 7 bulan.

Alat-alat yang digunakan adalah alat pengering buatan tipe rak, timbangan digital, wadah, termometer batang, termokopel, termometer sling,

lakban, kompor gas, blower, dan alat tulis menulis.

### **Motode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif, data dari pengamatan disusun dalam bentuk tabel. Kemudian digambarkan dalam bentuk grafik lalu dibahas. Percobaan dilakukan 3 (tiga) kali.

### **Prosedur Penelitian**

#### **Pembuatan alat pengering tipe rak**

Alat pengering tipe rak ini adalah desain baru yang memiliki tinggi 1 m, panjang 1,50 m dan lebar 50 cm. Dibagian luar dinding alat ini dilapisi dengan plastik bening / transparan sebagai isolasi panas, panas yang dihasilkan tidak akan melelehkan plastik tersebut karena suhu yang dipakai di bawah 55°C. Di dalam alat dibuat 3 rak untuk meletakkan biji pala yang akan dikeringkan. Antara rak satu, dua dan tiga mempunyai jarak 13 cm, pada rak satu sampai dasar mempunyai jarak 61 cm. Kompor diletakkan disamping alat pengering, berfungsi sebagai sumber panas. Diameter cerobong udara masuk 6 cm dan diameter udara keluar 5 cm.

#### **Pelaksanaan penelitian**

Penelitian dimulai dengan menyiapkan semua bahan dan alat yang akan digunakan. Kadar air sampel diukur pada awal dan pada akhir penelitian. Selanjutnya menimbang berat total bahan dimasing - masing rak lalu masukan dan letakan bahan biji pala yang akan dikeringkan diatas rak pengering.

Suhu pengering pada penelitian ini diatur sebesar 55°C caranya 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 ditengah 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. Anemometer ditempatkan pada bagian pangkal cerobong di dalam ruang plenum untuk mengukur laju aliran udara.

### **Variabel Pengamatan**

Hal - hal yang diamati meliputi :

- a. Suhu udara pengering
- b. Suhu bahan
- c. Kelembaban relatif
- d. Penurunan berat bahan
- e. Penurunan kadar air bahan
- f. Laju pengeringan
- g. Laju pengeringan terhadap kadar air

### **Prosedur Pengamatan**

#### **Suhu**

Suhu dianalisis berdasarkan hasil pengamatan yang disusun dalam bentuk tabel kemudian digambarkan dalam bentuk grafik. Cara mengukur suhu bahan memakai termometer batang, mengukur suhu lingkungan memakai termometer sling dan mengukur suhu di dalam alat pengering memakai termokopel.

#### **Kelembaban relatif**

Data kelembaban relatif diperoleh dengan cara memplot data suhu bola kering dan suhu bola basah pada grafik psikometrik chart atau bisa juga memakai Psychometric Calculation.

#### **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 di bahas.

Kadar air awal

Dalam hal ini terdapat dua metode untuk menentukan kadar air bahan tersebut yaitu berdasarkan bobot kering (*dry basis*) dan berdasarkan bobot basah (*wet basis*).

Kadar air basis basah dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$m = \frac{W_m}{W_m + W_d} \times 100\%$$

Dimana: m= Kadar air basis basah (%)

W<sub>m</sub>= Berat air dalam bahan (gr)

W<sub>d</sub>= Berat bahan kering mutlak (gr)

Kadar air berat kering dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$M = \frac{W_m}{W_d} \times 100\%$$

Dimana:M= Kadar air basis kering (%)

W<sub>m</sub>= Berat air dalam bahan (gr)

W<sub>d</sub>= Berat bahan kering mutlak (gr)

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)

K<sub>Ai</sub>= kadar air awal bahan (%bb)

K<sub>Ai-1</sub>= kadar air waktu tertentu (%bb)

t= lama pengeringan (jam)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Suhu Udara Lingkungan dan Suhu Dalam Alat Pengering

Dari hasil penelitian terlihat bahwa suhu udara pengering disekitar bahan yang diukur dari suhu udara masuk berkisar antara 31,2°C sampai 66,8°C. Setelah dilakukan pengukuran untuk suhu di dalam ruang plenum maka diperoleh perbedaan suhu antara udara luar dan suhu bahan hasil pertanian biji dan tempurung pala yang ditempatkan pada 3 rak dari alat pengering, adapun suhu udara pengering didalam alat pengering selama proses pengeringan ialah antara 32,2°C sampai 54,2°C. Perbedaan ini dianggap cukup untuk suatu proses pindah panas dari pengeringan yang dapat memindahkan air dari bahan hasil pertanian pala ke udara luar. Untuk lebih jelasnya sebaran suhu udara pengering di dalam ruang pengering dapat di lihat pada gambar grafik dibawah.

### Suhu Bahan

Suhu bahan rata - rata tertinggi untuk rak satu 51,67°C, rak dua 51,33°C dan rak tiga 48,67°C. Kecenderungan suhu bahan terus meningkat disebabkan oleh karena proses pengeringan terus berlangsung dan bahan pala hasil pertanian yang digunakan dalam penelitian ini terus mengalami perpindahan massa air dari bahan ke lingkungan sampai bahan tersebut berkadar air 8% - 10% atau sampai bahan menjadi kering.

### Kelembaban Relatif Udara Lingkungan dan Udara Alat Pengering

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa selama proses pengeringan tercatat kelembaban relatif di luar alat pengering berkisar antara 83,28% - 89,50%. Juga kelembaban relatif di

dalam alat pengering diamati dan dicatat berkisar antara 86,58% - 97,91%. Hasil pengamatan ini baik dari termometer basah dan kering diplot pada psychometric chart maka diperoleh data kelembaban diluar dan kelembaban didalam ruang pengering, terjadi perbedaan antara kelembaban diluar alat pengering adalah rata-rata 86,11% dan kelembaban didalam alat pengering adalah rata-rata 88,17%. Kelembaban ini terjadi karena energi proses yang dihasilkan oleh kipas yang dibuka penuh dengan kecepatan udara masuk kedalam alat pengering rata-rata 12 m/s yang secara paksa masuk kedalam ruang alat pengering untuk menyentuh bahan secara konveksi didalam ruang pengering. Perbedaan antara kelembaban luar dan dalam alat pengering menciptakan ruang bagi berat air yang menguap dari bahan kemudian berpindah ke udara pengering.

### **Penurunan Berat Bahan**

Turunnya berat bahan melalui proses pengeringan ditimbang dengan menggunakan timbangan digital diperoleh hasil bahwa rata-rata berat bahan pala hasil pertanian setiap satu jam pengeringan terus menurun sampai bahan menjadi kering. Berat bahan untuk ketiga rak yang digunakan setelah di gambarkan dalam bentuk grafik maka diperoleh hasil bahwa biji pala yang dikeringkan mengalami penurunan berat akibat penguapan air dari bahan. jumlah berat yang hilang rata - rata adalah berat bahan rak satu 16,10g , rak dua 17,57g , rak tiga 17,23g. Perbedaan ini terjadi karena rak satu berposisi di rak paling bawah, rak dua berposisi ditengah, dan rak tiga berposisi pada bagian atas. Kehilangan berat ini secara keseluruhan akibat berpindahnya uap air dari permukaan biji pala ke udara pengering di lingkungannya yang disebabkan oleh beberapa faktor antara lain suhu udara pengering, bentuk bahan pala yang digunakan, perbedaan tekanan uap,

perbedaan tekanan udara, laju aliran udara, dan jumlah volume udara panas yang masuk ke dalam alat pengering.

Pada penelitian ini digunakan laju aliran udara sebesar 12 m/s. Ini artinya bahwa tekanan udara pengering yang masuk ke dalam sistem mempunyai tekanan yang rendah akibat laju aliran udara tinggi dan suhu udaranya diatas suhu udara lingkungan sehingga proses pindah massa uap air dari bahan ke lingkungannya berjalan sangat cepat dan dalam penelitian ini proses pengeringan hanya berlangsung 12 jam. Jumlah volume udara panas yang masuk ke dalam sistem terbuka adalah 33.912 cm<sup>3</sup>/s. Volume udara ini mengandung energi panas yang sebagian diserap oleh bahan pala hasil pertanian setelah berputar-putar diruang pengering. Akhirnya pala yang dikeringkan hanya berlangsung 12 jam pengamatan.

### **Hubungan Kadar Air Terhadap Waktu**

Penurunan kadar air pada biji pala relatif cepat pada awal pengeringan, kemudian menurun secara perlahan - lahan sampai mendekati kadar air tentukan. Berdasarkan hasil penelitian didapat kadar air minimum biji dan tempurung pala pada rak satu mencapai 6,54%, rak dua 8,28%, rak tiga 9,7%. Penurunan kadar air bahan pada awal penelitian menggunakan metode oven, hasil penelitian diperoleh data kadar air awal adalah 38,75%. Kadar air ini digunakan sebagai data awal penurunan kadar air bahan yang diukur dengan metode penimbangan berat bahan setelah proses pengeringan berlangsung, selama proses pengeringan kadar air kesetimbangan terus menurun yaitu 8 - 10%. Penurunan kadar air ini akibat proses pengeringan dimana bahan pala hasil pertanian menyerap energi panas dari udara pengering dalam arti terjadi proses pindah panas secara konveksi dari udara pengering yang diserap oleh

bahan yang mengandung air sebesar 38,75%. Kemudian air tersebut menguap secara perlahan dari bahan ke udara pengering hal ini dapat diartikan bahwa ketika proses penguapan terjadi maka bahan pala hasil pertanian secara perlahan kehilangan massanya atau dalam teori disebut pindah massa. Kandungan air pada bahan terdiri dari 3 jenis air yaitu pertama kadar air bebas, kedua kadar air terikat pada bahan dan ketiga kadar air yang terikat secara kimia didalam bahan jumlah air ini akan menguap setelah menerima atau mengabsorpsi energi panas dari udara pengering. Awalnya air yang menguap yaitu air bebas kemudian diikuti oleh air yang terikat lalu yang terakhir air yang terikat secara kimia. Perbedaan kadar air terjadi akibat posisi rak yaitu rak satu menerima panas lebih awal kemudian diikuti oleh rak dua dan rak tiga. Selain itu mungkin terjadi perbedaan besar kecilnya bahan bahkan mungkin terjadi perbedaan kadar air antara butir yang satu dengan yang lain. Hal yang tidak kalah pentingnya perbedaan antara posisi bahan terhadap laju aliran udara dan jumlah energi yang ada pada udara pengering sehingga kadar air berbeda.

### **Hubungan Laju Pengeringan Terhadap Waktu**

Laju pengeringan di hitung melalui perbedaan massa 1 dan massa 2 di bagi dengan selisih waktu pengamatan yang diambil dari data penurunan berat bahan dengan asumsi bahwa perbedaan antara massa 1 dan massa 2 merupakan jumlah uap air yang keluar dari bahan atau menguap, diawal proses pengeringan yaitu pada waktu kadar air masih tinggi terjadi peningkatan laju pengeringan, kemudian menurun sampai pada pengamatan ke 6 jam proses pengeringan. Pada jam 24:00 kompor gas kehabisan gas dan dilanjutkan lagi pada jam 05:00, satu jam setelah proses pengeringan dimulai laju pengeringan mengalami

peningkatan yang cukup ekstrim dan peningkatan ini terlihat pada ketiga gambar diatas.

Meningkatnya laju pengeringan disebabkan oleh bahan pala yang bersifat higroskopis (menyerap air) dalam bentuk adsorpsi atau bahan pala menyerap uap air dari udara tetapi air tersebut hanya tinggal dipermukaan bahan saja. Saat bahan menerima energi panas dari udara pengering maka uap air dipermukaan bahan yang bersifat air bebas cepat menurun. Selanjutnya laju pengeringan terus menurun sampai pada kadar air akhir, kadar air akhir ini dianggap sebagai kadar air yang mewakili data kadar air diakhir proses pengeringan. Secara teori sebenarnya laju pengeringan berawal dari fase penyesuaian kemudian fase laju pengeringan tetap dimana air bebas yang terdapat dalam bahan menguap diikuti oleh laju pengeringan menurun dan laju pengeringan terus menurun yang pada fase ini air yang menguap adalah air yang terikat pada bahan dan air yang terikat secara kimia. Pada proses penelitian ini tidak terlihat jelas laju pengeringan tetap karena menurut grafik bahwa laju pengeringan tetap hanya terjadi saat pengamatan pertama dan kedua. Setelah itu grafik menunjukkan laju pengeringan menurun dan terus menurun. Penyebab hal ini ialah bentuk dalam karakteristik biji pala terdiri dari tempurung biji pala yang membungkus biji pala itu sendiri sehingga air bebas yang menguap hanya terjadi pada 2-3 jam pengeringan. Laju pengeringan tertinggi pada penelitian ini untuk rata-rata rak satu 0,99% / jam; rak dua 1,00% / jam; dan rak tiga 0,88% / jam, sedangkan laju pengeringan terendah rata-rata rak satu 0,24% / jam, rak dua 0,25% / jam dan rak tiga 0,29% / jam.

## Hubungan Laju Pengeringan Terhadap Kadar Air

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 dari dalam bahan semakin menurun. Namun pada ke 6 jam proses pengeringan laju pengeringan mengalami kenaikan yang cukup tinggi seperti yang sudah di jelaskan pada grafik hubungan laju pengeringan terhadap waktu. Laju pengeringan akan turun perlahan – lahan seiring berkurangnya kadar air dalam bahan sampai pada kadar air yang telah ditentukan. Perpindahan air dari dalam bahan tidak langsung berpindah ke udara namun mengalami difusi penguapan dari dalam bahan menuju ke permukaan, karena konsentrasi air di dalam bahan lebih besar dari konsentrasi air di permukaan bahan sehingga air dapat berpindah ke udara.

### KESIMPULAN

#### Kesimpulan

1. Suhu udara pengering disekitar bahan yang diukur dari suhu udara masuk berkisar antara 31,2°C sampai 66,8°C dengan rata – rata 62,09 °C, adapun suhu udara pengering didalam alat pengering selama proses pengeringan ialah antara 32,2°C sampai 54,2°C dengan rata – rata 50,52 °C.
2. Kelembaban relatif di luar alat pengering berkisar antara 83,26% - 86,50% dengan rata – rata 86,11%. Juga kelembaban relatif di dalam alat pengering diamati dan dicatat berkisar antara 86,58% - 97,91% dengan rata – rata 91,33%.
3. Jumlah berat yang hilang masing-masing adalah berat bahan rak satu 16,10g, rak dua 17,57g, rak tiga 17,23g. Perbedaan ini terjadi karena

rak satu berposisi di rak paling bawah, rak dua berposisi ditengah, dan rak tiga berposisi pada bagian atas.

4. Laju aliran udara rata-rata pada proses pengeringan biji dan tempurung pala adalah 12 m/s.
5. Laju aliran volume udara hasilnya adalah 33.912 cm<sup>3</sup>/s.
6. Kadar air biji pala selama proses pengeringan mengalami penurunan dari 38,75% turun hingga rata – rata 18,05% dengan perincian pada rak satu 6,54%, rak dua 8,28% dan rak tiga 9,70%. Dengan waktu pengamatan selama 12 jam.
7. Laju pengeringan tertinggi pada penelitian ini untuk rata-rata rak satu 0,99% / jam; rak dua 1,00% / jam; dan rak tiga 0,88% / jam, sedangkan laju pengeringan terendah rata-rata rak satu 0,24% / jam, rak dua 0,25% / jam dan rak tiga 0,29% / jam.
8. Selama pengeringan total energi yang dipakai untuk mengeringkan biji pala adalah 3,5 kg gas elpiji, di konversi ke satuan kalori 1 kg gas elpiji = 11.220 kkal/kg dikali 3,5 kg menjadi 39.270 kkal/kg.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 2001. Bercocok Tanam Tanaman Pala. Dinas Pertanian Maluku Utara.
- Harahap, F. 1985. Pengering Gabah. Widya Karya Pertama Jakarta.
- Kokomole, B. J., 2003. Karakteristik Pengeringan Biji Pala (*MYRISTICA FRAGRANS* H) menggunakan Alat Pengering Energi Surya Tipe Rak <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/cocos/article/view/521>. Diakses 26 Mei 2016.

- Pangalima S, C. B. D. Pakasi, N. M. Benu. 2015. Analisis Sub-Sektor Perkebunan Pala di Provinsi Sulawesi Utara. Provinsi Sulawesi Utara.
- Rawung, H. 1984. Mempelajari Alat Pengereng Kopra tipe Flat Bat. Skripsi Fakultas Pertanian, UNSRAT. Manado.
- Rukmana. 2004. Usaha Tani Pala.CV Aneka Ilmu. Semarang.
- Sunanto, Hatta. 1993. Budidaya Pala, Komoditas Ekspor.Kanisius Anggota IKAPI.Yogyakarta.
- Syarrief, R. Halid, H. 1992. Teknologi Penyimpanan Pangan, Bahan Pengajaran PAU Pangan dan Gizi. IPB Bogor.
- Taib.G., G, Said., dan S,Wiraatmadja. 1988. Operasi Pengerengan Pada Pengolahan Hasil Pertanian. Mediatatma Sarana Perkasa. Jakarta.
- Voigh, Rudolf. 2008. Buku Pelajaran Teknologi Farmasi. UGM Press, Yogyakarta.
- Wijastuti, S\_. 2004. Pala miristica fragrans houtt. Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perkebunan, Direktorat Jenderal Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian. Deparemen Pertanian.
- Wikatiyoso, B. 1989. Satuan Operasi Dalam Proses Pangan. Bahan Pengajaran PAU Pangan dan Gisi.UGM> Yogyakarta.