

**KARAKTERISTIK PENJEMURAN BUJI PALA (*Myristica fragrans* Houtt)
DI KABUPATEN HALMAHERA UTARA**

**CHARACTERISTICS OF DRYING NUTMEG SEED (*Myristica fragrans* Houtt)
IN THE DISTRICT OF NORTH HALMAHERA**

Losir Pinoke¹
Handry Rawung²
Ireine Longdong²
Stella Kairupan²
Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik penjemuran biji pala yang meliputi perubahan suhu, kelembaban relatif, laju pengeringan terhadap waktu, dan laju pengeringan terhadap kadar air. Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Halmahera Utara Kecamatan Galela. Pengukuran kadar air dilakukan di Laboratorium Pascapanen Jurusan Teknologi Pertanian Unsrat. Waktu penelitian yaitu mulai bulan Agustus 2013 sampai akhir Oktober 2013. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif, data dari pengamatan disusun dalam bentuk tabelaris, kemudian digambarkan dalam bentuk grafik lalu dibahas. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji pala yang sudah dikeluarkan fulinya kemudian di hamparkan diatas karung yang berukuran 6x8 meter, umur panen antara 6-7 bulan sesudah berbunga, biji pala adalah berwarna coklat kehitaman. Suhu lingkungan mulai meningkat pada jam 09:00 dan menurun disore hari. Suhu tertinggi diperoleh pada jam 11:00 yaitu rata-rata 30.6 °C. Suhu bahan meningkat pula dan mencapai puncaknya pada jam 14:00 kemudian turun disore hari. Demikian juga suhu tikar mencapai puncaknya pada jam 13:00 yaitu 57.5 °C.

Kata kunci : Karakteristik Penjemuran Biji Pala

Abstract

This study aims to determine the drying characteristics of nutmeg which includes changes in temperature, relative humidity, drying rate against time, and the drying rate of the levels is carried out in the county air. This research was conducted in North Halmahera, Galela District. Measurements were conducted at the Laboratory of Postharvest Department of Agricultural Technology Unsrat. When the study that began in August 2013 until the end of October 2013. This research was conducted by using descriptive method, the data of the observations are arranged in the form of tabelaris, later depicted in graphic form and then discussed. Materials used in this study is the nutmeg that has been issued fulinya then spread out on a sack the size 6x8 meters, time of harvest between 6-7 months after flowering, nutmeg is blackish brown. Ambient temperature began to rise at 09:00 and decreased disore day. The highest temperature at 11:00 am with an average of 30.6 ° C. Temperature of the material increased as well and reached its peak at 14:00 then down disore day. Similarly mat temperature peaked at 13:00 is 57.5 ° C.

Keywords: Nutmeg Seed Drying Characteristics

1) Student of Agriculture Technology/Agricultural Engineering of Agriculture Faculty, Sam Ratulangi University.

2) Lecturer of Agricultural Engineering Department of Agriculture Faculty, Sam Ratulangi University.

BAB I **PENDAHULUAN**

1.1.Latar Belakang

Tanaman 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 sangat dibutuhkan dalam berbagai industri, seperti makanan, obat-obatan, parfum, kosmetik, dan lain-lain (Rukmana 2004).

Di Maluku Utara tanaman pala memiliki luas areal 23.977 ha dengan produksi sebesar 2.780 ton pertahun (BKPM Provinsi Maluku Utara 2010). Khusus Kabupaten Halmahera Utara pada tahun 2011 memproduksi 378 ton dengan luas areal 6.652 ha.

Bagian yang dimanfaatkan pada buah pala terutama adalah daging buah, tempurung biji, fuli (selubung biji) dan daging biji (Purseglove.et al. 1981). Penanganan komoditi ini pada umumnya dilakukan ditingkat petani di

Kabupaten Halmahera Utara masih dengan cara tradisional melalui penjemuran. Cara ini merupakan cara yang diperoleh turun temurun dari nenek moyang mereka. Sampai saat ini para petani bahkan instansi terkait belum mengetahui secara detail proses apa yang terjadi saat penjemuran.

Penjemuran biji pala di Kabupaten Halmahera Utara dilakukan oleh petani dengan memisahkan bagian fuli dengan biji pala itu sendiri. Objek penelitian ini dibatasi hanya pada proses pengeringan biji pala tanpa fuli. Salah satu tahap penanganan pasca panen yang sangat mempengaruhi mutu pala adalah proses pengeringan. Tujuan pengeringan adalah mengurangi kadar air bahan sampai batas dimana perkembangan mikro organisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti.

Maluku Utara yang berada di daerah tropis sangat diuntungkan karena energi yang bersumber dari cahaya matahari yang melimpah. Lebih dari pada

itu energi cahaya matahari ini terus menerus tersedia sepanjang tahun selama cuaca tidak hujan.

Penanganan pascapanen biji pala terutama dari segi pengeringan dengan menggunakan sinar matahari perlu perhatian agar biji pala produksi Halmahera utara memiliki kualitas sesuai dengan permintaan pasar. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang proses pengeringan biji pala di Kabupaten Halmahera Utara dengan mengambil lokasi di Kecamatan Galela.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik Biji Pala

Tanaman pala dari jenis *Myristica fragrans* Houtt yaitu tanaman keras yang dapat berumur panjang hingga lebih dari 100 tahun. Tumbuh dengan baik di daerah tropis, termasuk famili *Myristicaceae* yang terdiri atas 15 genus (marga) dan 250 species (jenis). Tanaman pala merupakan tumbuhan berbatang sedang dengan tinggi mencapai 18 m, memiliki daun berbentuk

bulat telur atau lonjong yang selalu hijau sepanjang tahun. Buah pala berbentuk bulat berkulit kuning jika sudah tua dan berdaging putih. Biji pala berkulit tipis agak keras berwarna hitam kecokelatan yang dibungkus fuli berwarna merah padam. Isi biji pala putih, bila dikeringkan menjadi gelap kecokelatan dengan aroma khas. Buah pala terdiri atas daging buah, fuli, tempurung dan biji dan dikenal sebagai rempah yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan multiguna karena setiap bagian tanaman dapat dimanfaatkan untuk bahan berbagai industri. (Hatta, 1993)

2.2. Pengeringan Biji Pala

Secara garis besar pengeringan biji pala dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pengeringan secara alami dan pengeringan secara buatan. Secara alami dapat dilakukan dengan cara menjemur langsung dibawah sinar matahari, sedangkan secara buatan dengan cara menggunakan alat pengering buatan. Biji pala dikeringkan dengan cara penjemuran. Biji pala dijemur

dengan memakai alas tikar atau terpal dibawah sinar matahari. Hal yang penting diperhatikan pada waktu menjemur adalah lamanya pengeringan harus tepat. Biji pala yang cukup kering adalah yang terlepas dari bagian cangkangnya (kulit) dengan kadar air dalam biji 8 – 10 % (Rukmana 2004). Pengeringan biji pala yang selama ini dilakukan oleh petani skala kecil adalah dengan cara pengasapan dan dengan penjemuran secara langsung dibawah sinar matahari. Walaupun membutuhkan waktu yang lebih panjang tetapi cara pertama biasanya dilakukan pada waktu hujan dan masih aman dari pada biji pala tersebut ditutup dengan tikar atau dimasukkan kedalam karung. Hal penting yang perlu diperhatikan yaitu pengeringan berlangsung perlahan-lahan dan merata pada suhu yang tidak terlalu tinggi. Diatas suhu 45 °C lemak dalam biji akan mulai mencair. Untuk itu sewaktu menjemur harus cukup pengawasan, agar kualitas biji tidak menurun. (Rukmana. 2004)

2.3. Pengeringan Biji Pala Di Kabupaten Halmahera Utara

Bertani merupakan salah satu mata pencaharian masyarakat yang berada di kabupaten Halmahera utara khususnya di Kecamatan Galela. Hal tersebut terlihat dari keadaan wilayahnya yang terletak di pinggiran pantai dan pegunungan. Komoditi perkebunan yang paling utama adalah tanaman pala, disamping tanaman kelapa (kopra), cengkih, dan tanaman hortikultura. Tanaman pala memiliki nilai ekonomi yang tinggi bagi masyarakat di Kecamatan Galela.

Dari produksi pala yang paling memiliki nilai ekonomi yang tinggi bagi masyarakat di kecamatan Galela adalah biji, daging dan fuli yang sudah dikeringkan, untuk mendapatkan biji pala yang baik maka biji pala yang baru dipanen harus segera dikeringkan. Pengeringan biji pala yang dilakukan oleh petani di Kecamatan Galela terbilang masih secara tradisional karena masih menggunakan penjemuran langsung

menggunakan energi sinar matahari. Cara-cara pengeringan yang dilakukan petani di Kecamatan Galela yaitu :

a. Tahap pertama

Pala yang baru dipanen dikeluarkan dari kulitnya yang paling luar atau dengan cara dibelah dengan menggunakan pisau untuk mengeluarkan bijinya yang menempel dibagian dalam. Setelah itu biji pala yang telah selesai dibelah dikumpulkan diatas wadah atau karung untuk segera dikupas fulinya. Biji pala yang telah terlepas dari fulinya dapat segera dikeringkan dengan cara dijemur dibawah sinar matahari. Demikian dengan fulinya juga segera dikeringkan.

b. Tahap kedua

Biji pala yang akan dikeringkan diletakan diatas alas jemuran yaitu berupa karung atau diatas lantai yang luas. Biji pala dijemur dibawah sinar matahari selama satu hari penuh mulai pagi hari sampai sore hari, penjemuran

ini dilakukan terus menerus selama ± 7 hari. Bila cuaca kurang memungkinkan atau hujan maka waktu pengeringan juga akan bertambah sampai kadar air pada bahan sesuai yang diharapkan, yaitu diperkirakan kadar air 9-10%.

Untuk dapat melihat kualitas biji pala yang baik, petani dapat menggolongkan biji pala dalam tiga golongan yaitu biji pala A, biji pala B dan biji pala yang masih mudah. Biji pala A adalah biji pala kualitas nomor satu yang bagian tempurungnya berwarna agak kehitaman, biji pala B adalah biji pala yang bagian tempurungnya masih berwarna coklat dan biji pala yang masih mudah adalah biji pala bila telah kering dikeluarkan dari tempurungnya kemudian dijemur lagi sampai kering.

2.4. Arti dan Tujuan Pengeringan

Pengeringan dapat diartikan sebagai pemisahan air dari bahan yang mengandung air dalam jumlah yang relatif kecil (Wikantiyoso, 1989). Sedangkan

tujuan dari pengeringan adalah mengurangi kadar air bahan sampai batas dimana perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti, dengan demikian bahan yang dikeringkan dapat mempunyai waktu simpan yang lebih lama. (Rismunandar 1988)

2.5. Proses Pengeringan

Pengeringan adalah suatu proses mengeluarkan atau menghilangkan air dengan menggunakan energi panas, hingga tingkat kadar air yang aman untuk disimpan. Brooker et al (1974) menyatakan bahwa pengeringan merupakan proses pindah panas dan uap air secara simultan, yang memerlukan energi panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan yang dikeringkan oleh media berupa udara panas. Energi panas yang dimaksud adalah proses aliran panas yang terjadi melalui tiga mekanisme yaitu Konduksi, konveksi, dan Radiasi (Holman 1981).

Selain pindah panas ada juga pindah massa dalam pengeringan. Pindah massa dalam pengeringan adalah proses difusi uap air atau kombinasi antara bulk transport dan difusi. Sehingga energi dalam suatu bahan terus bertambah sampai mencapai penguapan atau pada perubahan wujud air dari cair menjadi uap dan hal tersebut disebut panas laten penguapan. Setelah panas laten tercapai dan akan lepas dari bahan ke udara lingkungan, sehingga bahan tersebut akan kehilangan berat/bobot (massa), artinya massa akan berpindah ke udara dalam bentuk uap air dan kedua hal ini berlangsung terus-menerus artinya bahwa proses pindah panas terus berlangsung (berlanjut) kemudian proses penguapan (pindah massa) terus berlanjut sampai proses pengeringan berakhir. Oleh sebab itu proses ini disebut simultan.

2.6. Kadar Air Bahan

Kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan (Syarif dan Halid, 1992). Kadar air suatu bahan sangat berpengaruh terhadap mutu bahan, hal ini

merupakan salah satu sebab mengapa didalam pengolahan hasil pertanian air tersebut sering dikurangi dengan cara pengeringan. Pengurangan air disamping tujuannya untuk mengawetkan juga untuk mengurangi besar dan berat bahan hasil pertanian sehingga memudahkan dan menghemat pada waktu pengepakan (Winarno, 1980).

2.7.Suhu Udara Pengering

Pada proses pengeringan faktor yang harus diperhatikan adalah suhu udara pengering. Semakin besar perbedaan antara suhu media pemanas dengan bahan yang dikeringkan semakin besar pula kecepatan pindah panas kedalam bahan yang dikeringkan, akibatnya penguapan air dari bahan akan lebih banyak dan cepat (Taib dkk 1988). Karena air yang dikeluarkan dari bahan dalam bentuk uap maka harus secepatnya dipindahkan dan dijauhkan dari bahan, jika tidak akan terjadi kejenuhan uap air pada atmosfer permukaan bahan.

2.8. Kelembaban

Kelembaban relatif udara berpengaruh terhadap proses pemindahan uap air. Apabila kelembaban relatif (RH) tinggi maka perbedaan tekanan uap air didalam dan diluar bahan menjadi kecil akibatnya menghambat perpindahan uap air keluar dari bahan. Sedangkan makin kecil kelembaban relatif udara maka makin besar perbedaan tekanan uap air pada permukaan bahan dengan uap air di udara, sehingga makin mempercepat proses pengeringan (Earle 1992). Untuk menentukan kelembaban relatif dapat digunakan kurva psikrometrik, dengan mengukur suhu udara basah dan suhu udara kering (Syarif dan Halid 1992).

2.9. Psikrometrik

Diagram psikrometrik adalah alat untuk menyederhanakan pengukuran sifat-sifat udara. Tanpa diagram psikrometrik maka penentuan sifat-sifat udara dilakukan dengan pengukuran yang sukar dan memakan waktu (Harahap 1985).

2.10. Laju Aliran Udara

Earle (1969), menyatakan aliran udara berfungsi sebagai pembawa uap air ke atmosfer. Jika aliran udara mengalami hambatan maka akan terjadi penurunan tekanan statis, sehingga daya memindahkan uap air dari udara pengering akan hilang. Akibatnya hasil pengeringan tidak seragam dimana dibagian bawah sudah kering sedangkan bagian atasnya masih basah karena terjadinya pengembunan. Rawung (1984), menyatakan aliran udara juga berfungsi sebagai pengantar panas ke permukaan bahan sehingga panas dapat masuk ke dalam bahan yang dikeringkan. Menurut Hall (1957), udara pengering dapat diperoleh secara mekanis dan alamiah. Secara alamiah yaitu dengan memanfaatkan pergerakan udara sekitarnya perbedaan suhu udara, sedangkan secara mekanis dengan menggunakan kipas.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Halmahera Utara Kecamatan Galela. Pengukuran kadar air dilakukan di Laboratorium Pascapanen Jurusan Teknologi Pertanian Unsrat. Waktu penelitian yaitu mulai bulan Agustus 2013 sampai akhir Oktober 2013.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif, data dari pengamatan disusun dalam bentuk tabelaris, kemudian digambarkan dalam bentuk grafik lalu dibahas.

3.6. Cara perhitungan

a. Suhu

Suhu dianalisis berdasarkan hasil pengamatan yang disusun dalam bentuk tabelaris kemudian digambarkan dalam bentuk grafik lalu dianalisis.

b. Kelembaban

Data kelembaban diperoleh dengan cara memplot data suhu bola kering dan suhu bola basah pada grafik psikrometrik chart.

c. Kadar air

Kadar air dihitung menggunakan rumus :

$$ka = \frac{Wm}{wm+Wd} \times 100\%$$

d. Laju pengeringan

Laju pengeringan diukur dengan rumus :

$$Lp = \frac{M1-M2}{t}$$

e. Penurunan berat bahan

Penurunan berat bahan dianalisis dengan menyusun data hasil pengamatan dalam bentuk tabel kemudian digambarkan dalam bentuk grafik lalu di bahas.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Suhu

Propinsi Maluku Utara terletak didekat katulistiwa atau merupakan daerah

tropis tepatnya di 10,57'-20,0' garis lintang utara dan 128,17'-128,18' bujur timur. Artinya bahwa sepanjang tahun daerah ini menerima sinar matahari secara utuh. Bila dikaitkan dengan penelitian ini maka dapatlah dikatakan cocok untuk melakukan penelitian pengeringan mengandalkan energi sinar matahari atau dikenal dengan penjemuran. Setelah melakukan penelitian penjemuran biji pala selama 4 hari maka diperoleh hasil data suhu seperti terlihat pada Lampiran 1 data lampiran tersebut diambil rata-ratanya dan kemudian diplot pada gambar. Penelitian ini dimulai jam 09:00 pagi karena lokasi penelitian pada pagi hari sinar matahari terhalang dengan gunung Mamuya. Suhu lingkungan terus meningkat sampai pada jam 11:00 siang yaitu rata-rata 30,6°C. Setelah itu rata-rata suhu turun 30,4°C, turunnya suhu ini disebabkan oleh pantulan radiasi dari permukaan bumi turun akibat intensitas radiasi matahari turun akibat cahaya sinar matahari dari empat hari lamanya penelitian ada beberapa hari pada jam

12:00 siang terhalang oleh awan kumulus. Radiasi permukaan bumi (pantulan) merupakan radiasi gelombang elektromagnetik panjang yang dapat memanaskan udara disekitar permukaan bumi dan panas ini terdeteksi oleh sensor thermometer batang yang diletakan 1,5 meter diatas permukaan tanah di tempat penelitian. Setelah itu suhu lingkungan terus naik sampai pada jam 12:00 siang kemudian suhu terus menurun sampai jam 16:00. Turunnya suhu lingkungan ini disebabkan oleh sudut datang radiasi sinar matahari semakin besar terhadap sudut 90° akibatnya luas permukaan bumi yang terkena radiasi matahari membesar maka intensitas radiasi matahari menjadi berkurang yang menyebabkan radiasi pantulan permukaan bumi pun ikut menurun, Rawung (2002).

Data distribusi suhu rata-rata bahan selama proses pengeringan diamati pada skala thermometer batang yang sensornya diletakan bersentuhan dengan kulit bahan

atau permukaan bahan ditutup dengan lakban agar tidak terlepas

Selama proses pengeringan mengikuti posisi matahari terhadap permukaan bumi yaitu dipagi hari pada jam 09:00 pagi suhu bahan rata-rata 29°C dan cenderung terus meningkat sampai pada jam 16:00 sore . Kecenderungan peningkatan suhu yang terus meningkat disebabkan oleh intensitas radiasi matahari yang terus meningkat akibat sudut datang sinar matahari yang terus membesar mendekati sudut 90° dimana intensitas radiasi matahari paling besar berada pada sudut 90° . Pada sudut 90° ini luas penyinaran matahari terhadap bumi adalah maksimal terhadap daerah tertentu atau daerah Maluku Utara. Setelah itu atau setelah jam 14:00 siang suhu rata-rata bahan terus menurun sampai jam 16:00. Hal ini disebabkan oleh sudut datang sinar matahari terus membesar menjauhi sudut 90° yang berdampak pada luas penyinaran matahari terhadap bumi membesar akibatnya intensitas radiasi matahari terus

berkurang. Biji pala berbentuk elips atau bulat lonjong dihamparkan beralaskan tikar yang terbuat dari karung plastik. Warna biji pala adalah berwarna coklat kehitaman. Bila dicermati maka disetiap saat ada bagian biji pala yang berposisi tegak lurus terhadap arah datangnya sinar matahari tetapi sudut datang sinar matahari adalah yang memantulkan intensitas radiasi matahari terhadap bumi. Dilihat dari segi warna maka warna coklat kehitaman merupakan warna yang mendekati emifisitas penuh karena mendekati warna hitam. Dalam perhitungan tingkat radiasi matahari atau pindah panas radiasi matahari emifisitas ikut menentukan proses pindah panas radiasi. Hal ini berfungsi yang menentukan jumlah energi radiasi matahari yang diserap oleh biji pala yang terdeteksi oleh sensor termometer batang yang diletakan pada permukaan biji pala.

Distribusi suhu rata-rata tikar selama proses pengeringan, diukur dengan cara meletakan sensor thermometer batang

pada permukaan karung yang berwarna putih yang digunakan dalam penelitian ini. Sensor termometer ditutup dengan lakban agar energi sinar matahari tidak langsung mengenai sensor thermometer tetapi panas yang terukur atau terdeteksi oleh sensor thermometer adalah panas dari karung yang digunakan. Pengukuran suhu karung ini diperoleh dari sembilan titik pengamatan seperti terlihat pada tabel lampiran 4 dan 5. Setelah diambil rata-rata kemudian digambarkan dalam bentuk grafik maka diperoleh proses pengeringan suhu karung 28.9°C . Dengan berjalannya waktu maka suhu karung terus naik sampai jam 11:00 setelah itu suhu relatif konstan sampai jam 12:00 kemudian naik lagi dan mencapai puncaknya pada jam 13:00 siang yaitu 57.5°C . Setelah jam 13:00 siang suhu karung cenderung menurun sampai jam 16:00 sore yaitu 42.3°C . Seperti halnya suhu lingkungan dan suhu bahan yang sangat tergantung pada sudut datang sinar matahari maka demikian pulalah yang terjadi pada suhu karung, tetapi yang

menarik perhatian didalam suhu bahan dan suhu karung yaitu terjadi perbedaan secara keseluruhan data suhu bahan dan suhu karung. Bila dicermati gambar grafik suhu bahan dan suhu karung maka terlihat bahwa rata-rata suhu karung lebih tinggi dibanding dengan rata-rata suhu bahan. Hal ini disebabkan karena karung tidak mengandung air tetapi bahan mengandung air sehingga energi sinar matahari diserap oleh karung untuk menaikkan suhu karung itu sendiri, sedangkan bahan menyerap energi sinar matahari untuk menaikkan suhu air didalam bahan dan tekanan uap dipermukaan bahan. Ketika perbedaan tekanan uap dipermukaan bahan dengan tekanan uap diudara yang besar maka uap air dipermukaan bahan akan berpindah dari bahan keudara lingkungan. Peristiwa ini mengakibatkan suhu bahan kehilangan panas sehingga suhu bahan lebih rendah dibandingkan dengan suhu karung.

Hal lain yang menarik dari keberadaan karung yang berwarna putih yaitu emisitasnya rendah dibandingkan

dengan warna bahan yang coklat kehitaman yaitu warna putih dapat memantulkan kembali lagi energi sinar matahari dalam bentuk elektromagnetik panjang. Pantulan energi ini menyebabkan kelembaban diatas permukaan karung menjadi rendah sehingga uap air dari bahan ke udara lebih cepat berpindah.

4.2. Penurunan Berat Sampel (bahan)

Penurunan berat sampel (bahan) diukur dengan menimbang sampel tersebut menggunakan timbangan O'house. Sampel tersebut pada mulanya di timbang berat awalnya. Setelah itu sampel digelar atau di hamparkan di atas karung bersama-sama dengan bahan yang lain, satu jam kemudian sampel di ambil menggunakan Loyang plastik lalu dituangkan atau dipindahkan pada wadah tempat penimbangan kemudian ditimbang hasil pengamatan penurunan berat sampel (bahan) di catat. Pada penelitian ini sampel yang ditimbang berjumlah Sembilan sampel yang terdiri dari tiga ulangan dan masing-masing ulangan terdiri dari tiga

sampel. Penurunan berat sampel dari awal cenderung menurun terus sampai pada akhir pengamatan. Ini menunjukkan bahwa sampel terus kehilangan berat akibat perpindahan panas dari sinar matahari berpindah ke bahan sehingga sampel (bahan) menjadi panas. Akibatnya ikatan antar molekul air yang lemah terputus dan karena perbedaan kelembaban massa air berpindah kelingkuhan dalam bentuk uap air dan akhirnya sampel (bahan) kehilangan berat.

4.3. Penurunan Kadar Air

Kadar air merupakan jumlah kandungan air yang terkandung dalam suatu bahan dengan satuan persen. Perhitungan penurunan kadar air didasarkan pada data penurunan berat sampel tetapi khusus untuk pengukuran kadar air awal diukur dengan menggunakan metode oven. Data penurunan berat sampel setelah dirata-ratakan dimasukkan dan dihitung dengan menggunakan rumus kadar air. Cara

perhitungan kadar air dapat dilihat pada Lampiran 7 dan 11. Dari data pada tabel kadar air terlampir maka digambarkan dalam grafik sehingga diperoleh kurva penurunan kadar air tidak terlihat nyata penurunan kadar air awal dimana air yang menguap adalah air bebas. Ini disebabkan oleh karakteristik dari bahan biji pala yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai tempurung yang keras sehingga air yang terkandung dalam bahan sulit melewati tempurung yang keras apalagi setelah proses pengeringan berlangsung beberapa jam atau satu hari, keadaan tersebut atau setelah proses pengeringan berlangsung beberapa jam maka kondisi fisik biji pala sudah tercipta ruang antara tempurung biji pala dengan biji pala itu sendiri. Terciptanya ruang tersebut memaksa proses pindah panas menjadi tiga tahap yaitu; tahap pertama terjadi proses pindah panas radiasi dimana sinar matahari yang mempunyai gelombang elektromagnetik pendek menimpa biji-biji pala yang dijemur sehingga terjadi proses pindah

panas radiasi pada permukaan bahan yang memanaskan permukaan bahan tersebut. Tahap kedua pindah panas konduksi dimana panas dari radiasi matahari yang ditangkap oleh biji-biji pala yang berwarna hitam kecoklatan akan merambat berpindah melalui proses pindah panas konduksi dari permukaan tempurung bagian luar ke permukaan tempurung bagian dalam. Tahap ketiga terjadi pindah panas konveksi dimana panas dipermukaan dalam tempurung biji pala dan biji pala kemudian diangkat atau dihantar oleh udara kebiji pala yang ada dalam tempurung biji pala sehingga terjadi hantaran panas.

Ketiga tahap proses pindah panas ini membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan bahan lain yang hanya terjadi satu tahap proses pindah panas. Inilah yang membuat kurva grafik penurunan kadar air kelihatan turun *steady state* dan bukan transien.

4.4. Laju Pengeringan

Laju pengeringan merupakan selisi antara jumlah air yang terkandung pada awal pengeringan dengan jumlah air yang terkandung pada waktu tertentu dibagi dengan selisi waktu proses pengeringan, para ahli mengatakan bahwa laju pengeringan adalah jumlah *pound (lb)* air yang menguap selama waktu tertentu.

grafik yang diperoleh dalam penelitian ini tidak mengikuti tahap-tahap pengeringan secara teoritis tetapi membentuk grafik yang berfluktuasi. Diketahui bahwa gambar grafik laju pengeringan teoritis mengikuti tahap-tahap yaitu tahap laju pengeringan tetap yang secara ilmiah membentuk garis lurus ke arah kiri sampai pada titik kritis kemudian tahap kedua yaitu tahap laju pengeringan menurun pertama dan tahap laju pengeringan menurun kedua.

proses pengeringan terjadi penyesuaian sehingga grafik laju pengeringan berbentuk garis lurus setelah itu selama dua jam grafik menunjukkan garis periode laju pengeringan tetap

kemudian turun secara dratis. Fenomena ini terjadi karena sinar matahari yang merupakan sumber energi tertutup oleh awan sehingga jumlah radiasi menurun akibatnya jumlah air yang menguap persatuan waktu juga menurun. Setelah awan yang menghalangi radiasi sinar matahari terbuka maka jumlah energi yang terserap oleh emisifitas biji pala yang berwarna hitam kecoklatan meningkat lagi akhirnya laju pengeringan meningkat lagi. Selain itu faktor-faktor lain yang berpengaruh pada laju pengeringan dalam penelitian ini ialah sudut datang sinar matahari, luas area sentuhan matahari, intensitas radiasi matahari, terbentuknya antara tempurung biji pala dengan biji pala itu sendiri dan penimbangan yang dilakukan setiap jam. Faktor sudut datang sinar matahari berpengaruh pada faktor pengeringan karena sudut datang sinar matahari dipagi hari dan disore hari kecil menyebabkan luas area sentuhan sinar matahari menjadi besar akibatnya intensitas radiasi sinar matahari menurun.

Faktor lain lagi yang berpengaruh dalam laju pengeringan yaitu terbentuknya ruang tempurung biji pala dengan biji pala itu sendiri menyebabkan proses pengeringan melalui tiga tahap proses pindah panas. Pindah panas pertama yaitu energi panas yang diradiasikan melalui gelombang elektromagnetik pendek pada sinar matahari diserap oleh permukaan bagian luar dari biji pala dipermukaan bagian luar akan memanaskan permukaan bagian luar tempurung biji pala (pindah panas radiasi). Selanjutnya panas dari permukaan bagian luar tempurung biji pala berpindah kepermukaan bagian dalam tempurung biji pala akibat perbedaan suhu (proses pindah panas konduksi). Panas dipermukaan bagian dalam tempurung biji diambil oleh udara diruang antara tempurung biji pala dan biji pala kemudian menghantar energi panas tersebut ke biji pala yang ada didalam. Artinya bahwa terjadi aliran udara dari permukaan bagian dalam tempurung biji pala ke biji pala selanjutnya kembali lagi ke permukaan biji pala, demikian

seterusnya. Proses ini disebut dengan proses pindah panas konveksi. Selanjutnya panas dipermukaan biji pala akan terkonduksi ke bagian tengah biji pala. Melalui ke tiga proses pindah panas ini terlihat bahwa energi panas berpindah dari sinar matahari masuk sampai ke tengah biji pala, sedangkan uap air bergerak dari bagian biji tengah biji pala sampai ke permukaan luar tempurung biji pala akhirnya lepas atau berpindah dari biji pala kelingkungan atau ke udara luar. Ini membuktikan bahwa proses pengeringan yang merupakan proses pindah panas dan pindah massa terjadi. Faktor lain yang berpengaruh pada laju pengeringan sekaligus merupakan kelemahan dari proses penelitian ini yaitu penimbangan yang dilakukan setiap jam. Maksudnya bahwa ketika dilakukan penimbangan sampel diambil dari tempat pengeringan atau penjemuran dan ditimbang dan setelah penimbangan sampel dikembalikan lagi ke tempat penjemuran. Bagian dari biji pala yang menghadap sudut datang sinar

matahari tidak lagi kembali seperti semula menghadap matahari sehingga ke tiga proses pindah panas pun terganggu. Ini berdampak pada jumlah energi yang terserap terganggu akibatnya jumlah uap air yang menguap pun terganggu atau menurun.

Kesemua faktor ini berpengaruh pada proses pindah panas dan proses pindah massa dalam penelitian ini. Akibatnya diperoleh gambar grafik yang berfluktuasi. Dampak lain yang menyebabkan grafik berfluktuasi adalah selama proses pengeringan berlangsung sampai diangkat dari tempat penjemuran pada waktu sore hari yang artinya bahwa ketika sampel dikembalikan ke tempat pengeringan atau penjemuran maka sampel berada dalam keadaan dingin dan biji pala secara utuh mengalami tempering dimana air yang ada ditengah atau didalam biji pala berdifusi ke permukaan bagian luar sehingga bagian yang tadinya sudah kering menjadi berair lagi sehingga bahan membutuhkan energi panas yang besar

untuk memanaskan kembali bahan tersebut.

4.5. Kelembaban

Kelembaban relative (RH) diamati menggunakan thermometer bolah basah (TWB) dan bolah kering (TDB) yang diletakan disekitar tempat penelitian. Dalam penelitian ini yang diamati ialah kelembaban lingkungan yang didasarkan pada data hasil pengamatan TWB dan TDB. Data hasil pengamatan terlampir pada lampiran 9. Data pengamatan diplot pada psychrometric chart sehingga memperoleh data kelembaban dengan satuan persen

Rata-rata kelembaban pada jam 09:00 pagi tinggi yaitu rata-rata 84%. Garafik menunjukkan cenderung menurun sampai jam 11:00 siang yaitu rata-rata 75%. Jam 12:00 siang grafik menunjukkan kenaikan sampai rata-rata 80% kemudian turun lagi pada jam 13:00 siang sampai rata-rata 77.5% kemudian cenderung terus meningkat sampai jam 16:00. Secara

umum kelembaban relative dapat dikatakan berfluktuasi karna tergantung dari sinar matahari selama proses pengeringan.

Tingginya kelembaban pada pagi hari dan sore hari disebabkan oleh perbedaan antara suhu bolah basah dan suhu bolah kering lebih kecil dipagi hari dan sore hari sehingga data diplotkan pada grafik psychrometric chart diperoleh nilai kelembaban lebih tinggi. Perbedaan yang kecil ini disebabkan oleh uap air yang ada diudara dilingkungan tempat pengeringan masih dalam keadaan lembab karna matahari baru saja bersinar pada waktu 08:00 setelah terhalang oleh gunung mamuya dan pada sore hari uap air diudara mulai turun kebawa karena suhu material-material dipermukaan bumi menurun akibat kehilangan energi yang disebabkan oleh sudut datang sinar matahari membesar terhadap sudut 90° . Pergerakan uap air dipermukaan bumipun untuk keatas itu menjadi lamban dan cenderung terus menurun kecepatannya sehingga uap air

yang bermasa lebih besar dibandingkan uap air dibawah sehingga uap air-uap air diatas turun kebawah menyebabkan udara disekitar pengeringan menjadi lembab.

4.5. Intensitas Radiasi

Iradiasi dalam penelitian ini diukur dengan menggunakan pyranometer sederhana berupa termus es, sehingga data yang diperoleh berupa suhu air didalam termus. Data tersebut dihitung dengan menggunakan rumus Radiasi = perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$) x panas jenis air ($\text{kcal/kg}^{\circ}\text{C}$) x massa air (kg) per waktu yang diperlukan untuk perubahan suhu (menit). Sehingga diperoleh Iradiasi. Hasil perhitungan Iradiasi perhari disusun dalam bentuk tabel seperti terlihat pada lampiran 10 dan 12. Setelah digambarkan dalam bentuk grafik maka diperoleh proses pengeringan yaitu dihari pertama intensitas radiasi matahari rata-rata perjam dihari pertama diperoleh nilai $1313.8994 \text{ Watt/m}^2$. Data ini menunjukkan bahwa intensitas radiasi matahari selama penjemuran dihari

pertama relatif cerah dan walaupun ada awan yang menghalangi sinar matahari maka awan tersebut segera lewat sehingga cahaya matahari terus bersinar mengenai biji pala yang dikeringkan. Fenomena ini tidak berdampak nyata pada suhu air didalam termos hal ini juga dinyatakan oleh pendeteksian sensor thermometer batang yang dipasang tegak lurus pada bagian tengah pyranometer sederhana yang digunakan.

Dihari kedua data Iradiasi yang tercatat adalah 298.198 watt/m^2 menyebabkan grafik Iradiasi turun. Turunnya grafik Iradiasi ini disebabkan oleh sinar matahari dari matahari sering terhalang oleh awan sehingga air didalam termos lebih banyak melepaskan energi panas akibatnya suhu air didalam termos turun dan berdampak pada data yang terdeteksi pada thermometer menyebabkan Iradiasi turun.

Dihari ketiga cuaca lebih cerah dibanding hari kedua sehingga Iradiasi diperoleh 675.766 watt/m^2 . Iradiasi ini cukup baik

direspons oleh kandungan air didalam biji pala yang dikeringkan.

Dihari keempat cuaca tidak terlalu baik dibanding dengan dihari ketiga tetapi agak lebih baik dibanding dengan cuaca dihari kedua. Adapun Iradiasi dihari keempat adalah 576.84 watt/m². Iradiasi ini cukup berdampak baik pada proses pengeringan walaupun tidak sebaik hari pertama karena menurut Rawung 2005 bahwa cuaca cerah mempunyai nilai Iradiasi lebih besar dari 1000 wat/m³. Iradiasi yang diperoleh dihari kelima yang dapat mendekati cerah sehingga grafik Iradiasi meningkat cukup tajam dan berdampak baik pada proses pengeringan. Dikatakan demikian karena jumlah energi panas yang diradiasikan oleh matahari mampu menurunkan kadar air biji pala sampai pada kadar air sangat rendah.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1.Kesimpulan

Karakteristik pengeringan biji pala merupakan fungsi dari perubahan suhu,

kelembaban relatif, kadar air, laju pengeringan dan intensitas radiasi matahari.

- a. Suhu lingkungan mulai meningkat pada jam 09:00 dan menurun disore hari. Suhu tertinggi diperoleh pada jam 11:00 yaitu rata-rata 30.6 °C. suhu bahan meningkat pula dan mencapai puncaknya pada jam 14:00 kemudian turun disore hari. Demikian juga suhu tikar mencapai puncaknya pada jam 13:00 yaitu 57.5 °C.
- b. Kelembaban relatif rata-rata lingkungan selama proses pengeringan diperoleh tertinggi pada jam 09:00 pagi yaitu 84% dan terendah 75%. Kelembaban mengikuti posisi matahari terhadap bumi yaitu dipagi hari tinggi, disiang hari rendah dan disore hari terus meningkat.
- c. Kadar air selama proses pengeringan terus menurun dari awal pengeringan dimulai sampai mencapai kadar air dibawah 10%. Periode pengeringan tetap dan periode pengeringan

menurun tidak nampak jelas pada penurunan kadar air.

- d. Laju pengeringan diawal proses pengeringan membentuk kurva relatif mendatar yang membuktikan adanya periode pengeringan tetap walau hanya terjadi dalam waktu dua jam. Periode laju pengeringan menurun tidak nampak jelas karena faktor intensitas radiasi matahari dan sering terhalangnya sinar matahari oleh awan, yang terjadi adalah fluktuasi laju pengeringan.
- e. Intensitas radiasi pada hari pertama menunjukkan angka yang tertinggi yaitu 1313.8994 watt dan terendah pada hari kedua yaitu 298.198 watt kemudian di hari-hari berikutnya sedikit berfluktuasi.

4.2Saran

Disadari bahwa penelitian ini hanya menggunakan alat-alat ukur yang bersifat sederhana untuk itu kedepan diharapkan peneliti-peneliti dapat menggunakan alat

ukur yang lebih modern terutama menggunakan termokopel dan piranometer.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2001. **Bercocok Tanam Tanaman Pala**. Dinas Pertanian Maluku Utara
- Broker, D.B. F.W. Bekker Arkema, C. W. Hall. 1991. **Drying Cereal Grain**. The AVI Publishing Company.INC. Westport Connecticut.
- BKPM Provinsi Maluku Utara,2010. **Data Produksi dan Luas Areal Tanaman Pala**. <http://regionalinvestment.bkpm.go.id/newsipid/id/commodityarea.php?ic=95&ia=8205>
- Earle, R. L. 1969. **Unit Operation in Food Processing**.Pergamon Press Ltd. Canada
- Gie, T. I. 1998. **Fisika Dasar 1**. EIUDP
- Holman. 1981. **Heat Transfer**.Mc Graw-Hill Kogakusha Ltd. Tokyo.
- Henderson, S.M., dan R.L Perry. 1955. **Agriculture Process Engineering**.The Avi Publishing Company, Inc. New York.

- Purwadria, H. K. 1989. **Teknologi Penanganan Pasca Panen Buah Pala.**Fakultas Teknologi Pertanian.IPB. Bogor.
- Rawung, H. 1984. **Mempelajari Alat Pengering Kopra tipe Flat Bat.**Tesis Fakultas Pertanian, UNSRAT. Manado.
- Rawung, H. 2002. **Karakteristik Pengeringan Cabe Menggunakan Alat Pengering tipe Konveksi Bebas.**Tesis Program Pasca Sarjana, UNSRAT. Manado.
- Rismunandar. 1988. **Budidaya dan Tata Niaga Pala.**Swadaya Anggota IKAPI Jakarta.
- Rukmana. 2004. **Usaha Tani Pala.**CV Aneka Ilmu. Semarang.
- Soemangat, S. E. 1989. **Pengeringan.**Kursus singkat teknologi pasca panen, PAU Pangan dan Gizi.UGM. Yogyakarta
- Sembiring, R.K. 1995. **Analisa Regresi.** ITB Bandung.
- Syarrief, R. Halid, H. 1992. **Teknologi Penyimpanan Pangan,** Bahan Pengajaran PAU Pangan dan Gizi. IPB Bogor.
- Sunanto, Hatta. 1993. **Budidaya Pala, Komoditas Eksport.**Kanisius Anggota IKAPI.Yogyakarta.
- Taib.G., Said, G., dan Wiraatmadja, S. 1988. **Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian.**Mediatatma Sarana Perkasa. Jakarta.
- Winarno, F. G dan S. Budiartman.1983. **Penanganan Lepas Panen Komoditi Rempah-Rempah Pada Umumnya dan Pala/Fuli Khususnya.** Pusbangtepa. Bogor.
- Wirakartakusuma, S., Hermanianto, Djoko., Andarwulan, Nuri. 1989. **Prinsip TeknikmPangan.** Bahan Pengajar Departemen Pendidikan danKebudayaan. Direktorat Jendral Tinggi Pusat Antar Universitas PanganDan Gisi. Institute Pertanian. bogor.
- Wikatiyoso, B. 1989.**Satuan Operasi Dalam Proses Pangan.**Bahan Pengajaran

PAU Pangan dan Gisi.UGM>

Yogyakarta.