

ARTIKEL

**KARAKTERISTIK PENGERINGAN BIJI PALA
(*MYRISTICA FRAGRANS* H) MENGGUNAKAN ALAT
PENGERING ENERGI SURYA TIPE RAK**

JEANE BLANDINA KAKOMOLE/ 000316051

**JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SAM RATULANGI**

ABSTRAK

Jeane Blandina Kakomole / 000316051. Karakteristik Pengeringan Biji Pala (*Myristica Fragrans* H) menggunakan alat pengering energi surya tipe rak, di bawah bimbingan Ir. Handry Rawung, M.Si, Ir. Stella M. E. Kairupan, Ireine Longdong, STP.,MP.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik pengeringan biji pala menggunakan alat pengering energi surya tipe rak. Meliputi perubahan suhu, kelembaban relatif, laju pengeringan terhadap waktu, laju pengeringan terhadap kadar air.

Penelitian ini dilaksanakan di Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Laboratorium Pasca Panen UNSRAT Manado dalam jangka waktu 5 bulan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif, penjemuran dilakukan selama 19 jam sampai kadar air bahan 9 %.

Pengamatan dilakukan terhadap suhu udara bola kering, suhu udara bola basah, suhu udara bahan, suhu udara tiap rak, suhu udara lingkungan, suhu udara kolektor, suhu udara plenum, suhu udara lingkungan, intensitas radiasi matahari, penurunan berat bahan, laju aliran udara. Kelembaban udara, penurunan kadar air dan laju pengeringan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama pengeringan panas yang dihasilkan kolektor mampu menaikkan suhu udara dalam alat pengering dan udara terus masuk ke ruang plenum dan terus naik ke rak – rak tumpukan bahan. Pada saat udara pengering melewati tumpukan bahan, kelembaban relatif udara menjadi rendah dan terjadi pindah panas dari udara pengering ke bahan yang dikeringkan. Hal ini menyebabkan terjadi perbedaan tekanan uap air antara bahan dengan udara pengering. Tekanan uap air dalam bahan lebih tinggi dari tekanan uap air yang ada di sekitar bahan akibatnya terjadi aliran uap air dari bahan ke lingkungan sekitar.

Proses penurunan kadar air pada awal pengeringan berlangsung dalam jumlah yang besar. Hal ini disebabkan oleh air yang menguap adalah air bebas. Setelah itu, penurunan kadar air dan laju pengeringan kembali menurun seiring dengan berkurangnya kadar air bahan. Kadar air yang dicapai pada proses pengeringan selama 3 hari pengamatan dengan total 19 jam pengamatan yaitu rak bawah 8,59 %bb, rak tengah 14,20 %bb, rak atas 15,36 %bb.

Laju pengeringan tiap – tiap rak yaitu laju pengeringan rak bawah lebih cepat. Hal ini dipengaruhi oleh letak rak bawah yang berdekatan dengan plenum. Untuk penurunan laju penurunan rak tengah dan rak atas agak lambat hal ini dipengaruhi oleh hasil penguapan bahan pada rak – rak sebelumnya sehingga udara pengering membawa uap air hasil penguapan bahan pada rak bawah. Rata – rata laju pengeringan rak bawah 0,99 %bb/jam, rak tengah 0,72 %bb/jam, rak atas 0,71 %bb/jam.

Jumlah energi matahari yang digunakan selama penelitian yaitu rata – rata 18286,0774 watt besarnya intensitas radiasi matahari yang diterima kolektor cukup menyediakan energi panas untuk mengeringkan biji pala.

BAB I

PENDAHULUAN

I.I Latar Belakang

Indonesia merupakan produsen utama pala terbesar didunia yang diikuti oleh Granada sehingga kedua Negara ini merupakan Negara pengekspor pala didunia. Kebutuhan pala dunia sebesar 90-95% dipenuhi oleh kedua Negara tersebut. Untuk Indonesia produsen pala terbesar yaitu Grenada yaitu sekitar 20-25% sisanya 5% diproduksi oleh Malaysia, India, Srilangka. Daerah-daerah produksi utama di Indonesia adalah propinsi Sulawesi utara, Maluku, Sumatra Barat, Daerah Istimewa Aceh dan Irian Jaya (Somaatmadja, 1984).

Komoditi pala Indonesia dihasilkan oleh perkebunan kecil atau rakyat yaitu ±98,84% dengan pengusahaan secara tradisional. Di Sulawesi Utara tanaman pala memiliki luas areal 16.355,58 Ha dengan produksi sebesar 10.555,55 ton pertahun. Di Kabupaten Sitaro luas areal tanam 4.037,50 Ha dengan produksi sebesar 3.318,94 ton (BPS 2012). Pala bagi orang Sitaro layaknya warisan emas sebab tanaman ini menjadi penghasil komoditi andalan yang mempunyai nilai jual tinggi, pala yang berkembang di Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro adalah jenis (*myristica Fragrans* H) yang memiliki kualitas dan produktivitas yang tinggi sehingga biji dan fuli pala dari SITARO merupakan yang terbaik di dunia (Anonymous 2009).

Bagian yang dimanfaatkan pada buah pala terutama adalah daging buah, tempurung biji, fuli (selubung biji) dan daging biji (Purseglove et al. 1981) Sejalan dengan usaha pemerintah untuk meningkatkan eksport non migas maka perlu diusahakan penanganan pasca panen buah pala baik sehingga diperoleh hasil dengan mutu yang baik. 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. Banyak alat pengering konvensional yang dirancang oleh para ahli, dengan sumber energi yang berasal dari bahan bakar minyak, maupun yang bersumber dari listrik

dengan biaya operasional yang tinggi selama proses pengeringan hasil panen (Perumal, 2007). Sehingga para ahli berusaha untuk mencari bahan bakar alternatif yang dapat ditemukan pada penggunaan alat pengering yang memanfaatkan cahaya matahari untuk mengeringkan bahan.

Sulawesi Utara yang berada di daerah tropis sangat diuntungkan akan energi yang bersumber dari cahaya matahari yang melimpah. Pemanfaatannya dapat digunakan melalui alat pengering buatan dimana penggunaan sumber energi untuk mengeringkan bahan berasal dari cahaya sinar matahari.

Penjemuran di tingkat petani dilakukan dengan cara menjemur langsung di bawah sinar matahari dengan menggunakan media karung atau terpal. Kebutuhan tempat pengeringan dengan sistem penjemuran memerlukan tempat yang luas; waktu pengeringan yang relatif lama; tingkat kebersihan yang tidak terjamin; tidak terlindung dari hujan; dihindangi ataupun dirusaki oleh serangga, tikus, maupun binatang lainnya; dan lain – lain merupakan beberapa kelemahan yang terdapat pada pengeringan cahaya matahari di udara terbuka. Kelemahan – kelemahan tersebut dapat dikurangi melalui penggunaan alat pengering, sehingga kondisi pengeringan yang baik dicapai dalam kondisi optimal. Hal ini menjadi salah satu pilihan alternatif yang baik bagi industri rumah tangga maupun petani untuk menurunkan produk mereka.

Penggunaan alat pengering energi surya dalam penelitian ini memakai alat pengering dibuat sesuai dengan konstruksi yang dikembangkan Wenur, dkk (2010). Dengan sedikit modifikasi pada dinding alat pengering yang memakai plastik transparan dengan ketebalan 0,4 mm. Tujuan dari modifikasi alat ini adalah agar supaya lebih ekonomis dan petani bisa menjangkau biaya dalam membuat alat pengering tersebut.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk:

Menentukan karakteristik pengeringan biji pala menggunakan alat pengering energi surya meliputi perubahan suhu, kelembaban relatif, laju pengeringan efektif terhadap waktu, hubungan laju pengeringan efektif terhadap kadar air.

1.3 Manfaat Penelitian

Diharapkan dengan penggunaan alat pengering energi surya dapat mempersingkat waktu pengeringan sehingga bahan mendapat pengeringan yang seragam. Dan juga alat ini dapat memberikan gambaran tentang pemanfaatan energi surya dalam proses pengeringan biji pala maupun pengeringan hasil panen lainnya.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini di lakukan di Fakultas pertanian jurusan Teknologi Pertanian UNSRAT selama 5 bulan dari bulan Juli – November meliputi pembuatan alat pengering dan analisis data.

3.2 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

1. Pengering energy surya tipe rak
2. Kawat Termokopel CA tipe CC (Cooper Constanta)
3. Timbangan Analitis KERN EW, Beban maksimum 1500 gr dan beban minimum 0.5 gr.
4. Anemometer propeller OMEGA Model HHF 152
5. Rekam data YokoGawa Model FX 106 – 1-2
6. Oven Listrik Heraeus
7. Pyranometer Buatan
8. Alat alat gelas
9. Alat tulis menulis
10. Desikator
11. Jam
12. Aluminium foil
13. Termometer batang⁰C sebanyak 6 buah

3.2.1 Bahan

Bahan yang di gunakan dalam alat adalah biji pala yang sudah dikeluarkan fulinya dengan umur panen 6 – 7 bulan. Ciri – ciri visual biji pala jika sudah masa petik warna kulit buah berwarna kuning, sebagian dari buah membela melalui alur buah dan terlihat biji yang diselimuti fuli warna merah dan tempurung berwarna

hitam. Bahan diambil dari kebun petani kampung Buha Kecamatan Tagulandang Selatan Kabupaten Sitaro.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif dan dianalisis. Penjemuran dilakukan sampai kadar air 9 %, data hasil pengamatan dan perhitungan diplot kedalam grafik kemudian dikaji secara deskriptif.

3.4 Prosedur Kerja

- a. Alat pengeringan surya di letakan pada lapangan terbuka yang tidak terkena naungan sepanjang hari. Posisi alat membujur Utara Selatan sehingga lintasan matahari bergerak dari sisi satu ke sisi lain dari alat pengering.
- b. Disiapkan bahan: Biji pala yang diambil dari kebun petani Desa Buha Kecamatan Tagulandang Selatan Kabupaten Sitaro. Biji pala yang akan di keringkan dalam alat pengering surya di kupas terlebih dahulu agar memisahkan antara biji pala dan fuli atau bunga pala dengan cara mengupas fuli menggunakan pisau.
- c. Bahan kemudian diletakkan pada rak-rak dengan kepadatan 1.53 kg setiap rak, cara meletakkan bahan disetiap rak diletakan 1 lapisan secara merata.
- d. Untuk bahan contoh yang akan diamati perubahan beratnya selama pengeringan digunakan ubinan terbuat dari kawat anyam berukuran 15 cm X 15 cm yang diletakan di tengah rak, berat bahan yang menjadi sampel dihitung melalui densitas tiap rak.
- e. Rak yang sudah berisi bahan dimasukkan kedalam ruang pengering. Di setiap rak diambil satu biji pala dan di tancapkan termokopel untuk sebagai contoh suhu bahan di rak bersangkutan. Dalam plenum ditempatkan satu termokopel untuk pengamatan suhu yang masuk kealat pengeringan, dikolektor, satu termometer di lingkungan untuk suhu bola basah dan bola kering meliputi :
 1. T_1 suhu bahan di rak bawah
 2. T_2 suhu bahan di rak tengah

3. T_3 suhu bahan di rak atas
4. T_4 suhu udara rak bawah
5. T_5 suhu udara rak tengah
6. T_6 Suhu plenum
7. T_7 suhu udara kolektor
8. T_8 suhu udara pangkal cerobong (suhu udara keluar plenum) bb
9. T_9 suhu udara pangkal cerobong (suhu udara keluar plenum)bk
10. T_{10} suhu lingkungan bola basah (bb)
11. T_{11} suhu lingkungan bola kering (bk)

Data suhu ini direkam dalam recorder setiap interval waktu 5 menit untuk dianalisa kemudian

- f. Pengamatan perubahan berat bahan untuk mengetahui perubahan kadar air selama proses pengeringan dilakukan terhadap ubinan contoh yang ditimbang dan di catat beratnya setiap 1 jam pengamatan sampai proses pengeringan selesai.
- g. Anemometer ditempatkan pada bagian pangkal cerobong di dalam ruang plenum untuk mengukur laju aliran udara.
- h. Pengamatan intensitas radiasi matahari dilakukan dengan menempatkan piranometer sederhana ditempat terbuka dan tidak terlindung dari cahaya matahari dan diamati perubahan suhu setiap satu jam pengamatan.

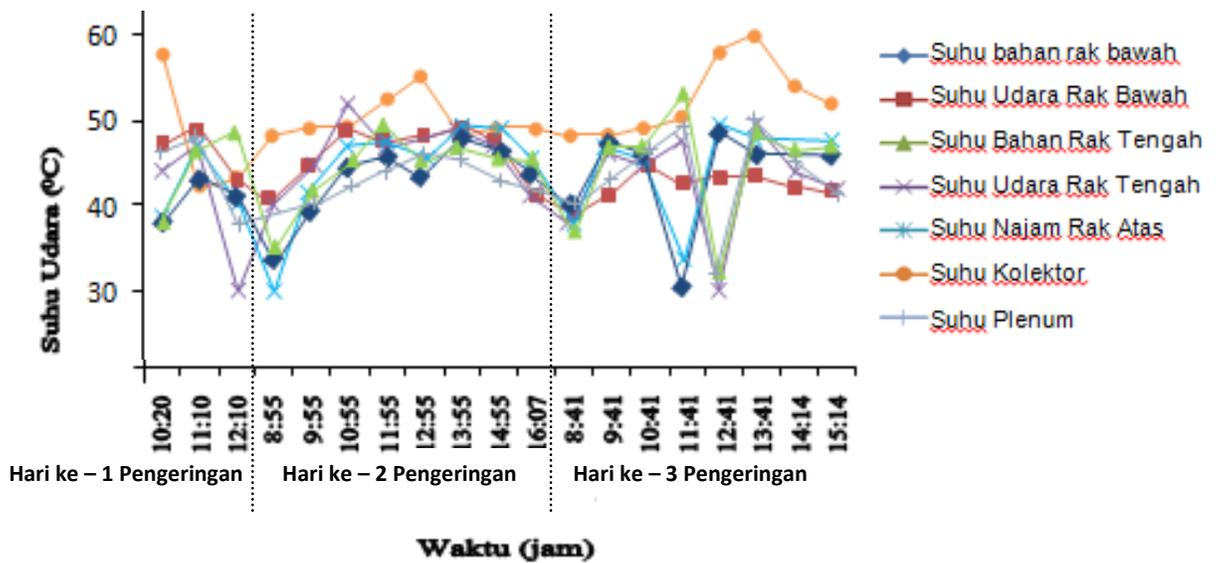
3.5 Variabel Yang Dihitung

Variabel yang akan di hitung adalah penurunan berat bahan, kadar air, suhu udara pengering, suhu udara lingkungan, suhu udara keluar, suhu bahan, kelembaban udara, efisiensi pengeringan, intensitas radiasi matahari, kecepatan aliran udara

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Suhu Udara Selama Pengeringan

Suhu udara merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam suatu proses pengeringan. Untuk melihat pengaruh Parameter pengeringan terhadap karakteristik perlu membahas tentang perubahan suhu udara pengering tiap rak, suhu bahan, suhu udara pengering saat memasuki plenum dan suhu udara keluar alat. Data suhu udara selama pengeringan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4. peristiwa ini dapat dilihat pada Gambar 6. Perkembangan suhu udara sangat dipengaruhi oleh besarnya energi panas yang diperoleh dari kolektor.



Gambar 6. Grafik perubahan suhu selama pengeringan

Proses pengeringan hari pertama rata-rata suhu udara pengering yang masuk alat pengering dari kolektor $46,3^{\circ}\text{C}$ perbedaan suhu udara pada rak bawah dengan suhu udara pengering 3°C , perbedaan suhu udara rak bawah dan rak tengah 3°C serta perbedaan suhu udara rak tengah dan rak atas 3°C rentang suhu yang terdapat dalam alat pengering hari pertama untuk suhu udara pengering saat memasuki ruang

pengering dari kolektor berkisar antara 42°C sampai 58°C serta suhu bahan dan suhu udara secara berurutan disetiap rak yaitu: Rak bawah berkisar antara 38°C sampai 42°C pada rak tengah berkisar antara 39°C sampai 47°C dan rak atas berkisar antara 37°C sampai 48°C untuk suhu bahan tiap-tiap rak yaitu rak bawah berkisar antara 37°C sampai 42°C sedangkan untuk rak tengah 38°C sampai 45°C dan rak atas berkisar antara 38°C sampai 40°C suhu lingkungan bolah kering berkisar antara 31°C sampai 32°C suhu lingkungan bola basah berkisar antara 30°C sampai 31°C .

Proses pengeringan hari pertama dimulai pada pukul 10:20 saat penelitian dimulai cuaca cerah dari jam 10:20 sampai jam 12:00 setelah jam 12:02 intensitas matahari turun, matahari tertutup oleh awan jam 12:15 mendung jam 12:30 hujan deras dan pengamatan dihentikan karena suhu udara panas sudah turun dan suhu udara sudah sama dengan suhu lingkungan sehingga jumlah jam pengamatan pada hari pertama 3 kali pengamatan. Dari pengamatan dapat dilihat bahwa suhu bahan, suhu udara tiap-tiap rak menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan ini dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang sangat baik.

Proses pengeringan hari kedua menunjukkan suhu udara pengering rata-rata $42,6^{\circ}\text{C}$ perbedaan suhu udara rak bawah dan suhu udara pengering adalah 4°C perbedaan suhu udara rak bawah dan rak tengah $5,3^{\circ}\text{C}$ sedangkan perbedaan suhu udara rak tengah dan rak atas 7°C untuk rentang suhu udara pengering dari kolektor berkisar antara 48°C sampai 55°C serta suhu bahan tiap rak yaitu rak bawah berkisar antara $33,2^{\circ}\text{C}$ sampai $47,6^{\circ}\text{C}$ dan rak tengah berkisar antara 34°C sampai 49°C sedangkan suhu bahan rak atas berkisar antara $29,5^{\circ}\text{C}$ sampai $49,9^{\circ}\text{C}$ proses pengeringan hari kedua dimulai pada pukul 08:55 proses pengeringan hari kedua dimulai cuaca cerah sampai pukul 12:40 setelah jam 12:50 intensitas matahari turun matahari tertutup oleh awan. setelah jam 12:05 matahari cerah kembali sampai jam 16:07 intensitas matahari sangat baik, dan proses pengeringan dihentikan pada jam 16:10 karena intensitas matahari sudah mulai turun.

Untuk pengamatan suhu udara selama pengeringan hari kedua suhu udara sangat panas disini ada perubahan suhu yang sangat signifikan terlebih pada suhu bola basah pada cerobong alat pengering disini terlihat jelas suhu bola basah naik sampai $52,7^{\circ}\text{C}$.

Hal ini disebabkan karena jumlah panas tiap rak terakumulasi pada pangkal cerobong atau aliran udara keluar alat, sehingga suhu udara bola basah sangat tinggi. Total jumlah pengamatan pada hari kedua adalah 8 jam pengamatan. Untuk bahan yang berada pada rak tengah dan rak atas menunjukkan peningkatan suhu yang sangat signifikan. Selain itu selama proses pengeringan berlangsung, suhu bahan dan suhu udara setiap rak mengalami peningkatan namun peningkatan suhu udara pada rak tengah dan rak atas disebabkan oleh akumulasi panas yang berasal dari penguapan air bahan pada rak sebelumnya. Perkembangan suhu bahan yang terjadi disebabkan karena letak posisi rak yang semakin menjauh dari suhu udara pengering, banyaknya panas udara pengering terbuang dan fluktuasi intensitas matahari. Semakin jauh letak rak jumlah kandungan air hasil penguapan rak sebelumnya memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap proses pengeringan yang terjadi karena kapasitas penguapan udara pengering saat melalui bahan di rak tersebut semakin menurun.

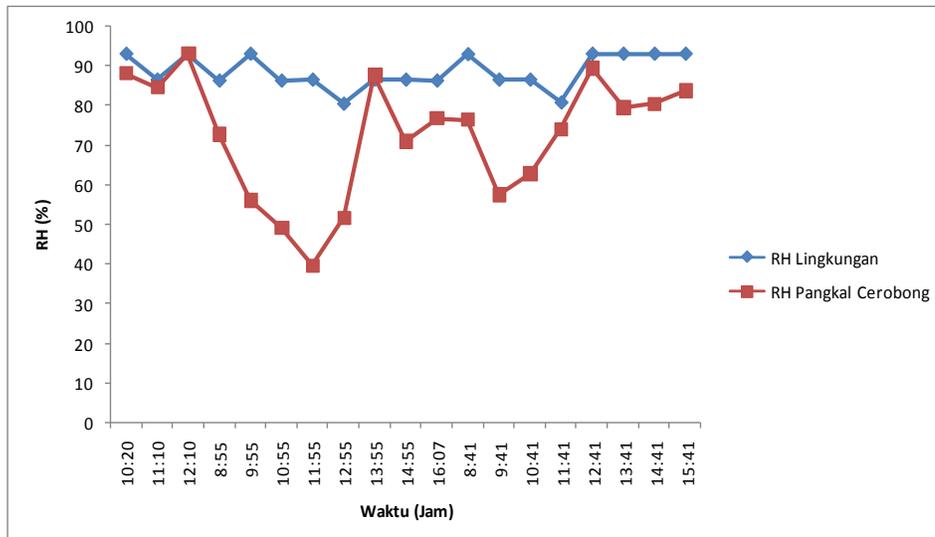
Selama pengeringan, suhu udara pada hari kedua lebih tinggi dari hari pertama karena bahan yang berada di rak bawah kadar airnya lebih rendah perbedaan suhu udara pengering di setiap rak disebabkan adanya panas yang hilang melalui cela-cela serta digunakan kandungan air dari material alat pengering. Proses pengeringan hari ketiga menunjukkan suhu udara pengering rata-rata yang masuk ke plenum adalah $46,6^{\circ}\text{C}$ perbedaan suhu udara rak bawah dan rak tengah $3,2^{\circ}\text{C}$ sedangkan perbedaan suhu udara rak tengah dan rak atas $1,15^{\circ}\text{C}$ untuk rentang suhu pengering kolektor berkisar antara 48°C sampai 60°C untuk suhu bahan tiap-tiap rak secara berurutan yaitu rak bawah berkisar antara $37,4^{\circ}\text{C}$ sampai $50,1^{\circ}\text{C}$ dan rak tengah berkisar antara $36,4^{\circ}\text{C}$ sampai $49,7^{\circ}\text{C}$ dan rak atas berkisar antara $38,6^{\circ}\text{C}$ sampai $53,4^{\circ}\text{C}$. Proses pengeringan hari ketiga dimulai pada pukul 08:41 saat pengamatan dimulai cuaca sangat cerah. Peningkatan suhu udara bahan pada hari ketiga sangat signifikan hal ini disebabkan karena intensitas matahari sangat baik artinya bahwa proses pengeringan terus berlanjut dan kadar air bahan terus menurun sehingga jumlah air yang menguap mulai menurun, akibatnya energi yang diserap dari radiasi matahari cenderung berkurang. Peningkatan suhu yang sangat signifikan terjadi pada suhu kolektor, suhu plenum dan suhu bahan terjadi pada pukul 11:41 sampai 13:41 pengamatan hari

ketiga ini cuaca bervariasi cerah, mendung yaitu pada jam 12:39 intensitas matahari turun dan cuaca mendung setelah jam 12:45 intensitas matahari sangat baik sampai jam 14:00 setelah jam 14:01 intensitas matahari turun kembali pada jam 14:12 intensitas matahari sangat baik sampai jam pengamatan selesai pkl 15:41 cuaca sangat baik.

4.2 Kelembaban udara selama pengeringan.

Kelembaban relatif udara merupakan perbandingan antara tekanan parsial uap air dengan tekanan uap jenuh.

Kelembaban udara Relative Humidity (RH) 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 juga dipengaruhi oleh kondisi cuaca serta suhu udara saat memasuki kolektor Gambar 7 dan lampiran 3 menunjukkan fluktuasi suhu lingkungan dan pangkal cerobong serta RH lingkungan dan RH pada pangkal cerobong.



Gambar 7. Kelembaban Relatif Udara Lingkungan dan Udara Alat Pengeri

Berdasarkan hasil pengamatan yang tunjukan oleh grafik pada gambar 7 rata-rata kelembaban udara lingkungan hari pertama sebesar 90,76% serta hari kedua 84,73% sedangkan pada hari ketiga sebesar 89,76% Gambar 8 menunjukkan

berbanding terbalik dengan kurva suhu, makin tinggi suhu makin rendah kelembaban, sebaliknya turunya suhu menyebabkan kelembaban meningkat hal ini terjadi karena energi yang terkandung dari uap air diudara meningkat mendekati panas laten penguapan air akibatnya uap air diudara bergerak keatas kelembaban udara dalam alat pengering sangat tinggi hal ini disebabkan karena jumlah uap air udara pengering saat melewati bahan, dimana udara pengering melewati bahan mulai dari rak bawah membawa uap air hasil penguapan menuju rak di atasnya sehingga setelah udara melewati bahan pada rak atas uap air yang dibawah oleh udara cukup banyak. Hal ini juga menjadi salah satu penyebab pada laju pengeringan, dimana pada rak atas laju pengeringan lebih lambat dibanding rak bawah.

Dalam pengamatan kelembaban relatif udara lingkungan relatif stabil dan tidak menunjukkan perubahan yang signifikan hal ini disebabkan karena kondisi cuaca yang sangat baik dan cerah.

Untuk laju aliran udara pengering secara konveksi alami pada hari pertama sebesar 0,27 m/s pada hari kedua 0,69 m/s sedangkan hari ketiga 0,67 m/s berdasarkan hasil pengukuran anemometer dipangkal cerobong. Pengukuran aliran udara melalui anemometer merupakan akumulasi aliran udara setelah melalui bahan-bahan yang berada di rak-rak. Pada pengamatan ini laju aliran udara pengering cukup tinggi. Hasil penelitian Hasannain (2009) yaitu aliran udara sebesar 0,06 m³/s yang masuk dalam ruang pengering namun menurutnya, aliran udara secara konveksi sebesar 0,005 m³/s sehingga laju aliran udara tersebut masih lebih cepat dibandingkan laju aliran udara secara alami. Hal ini disebabkan oleh luas penampang lubang masuk udara dan luas penampang pada kolektor menyediakan pasokan udara yang besar untuk mengeringkan bahan.

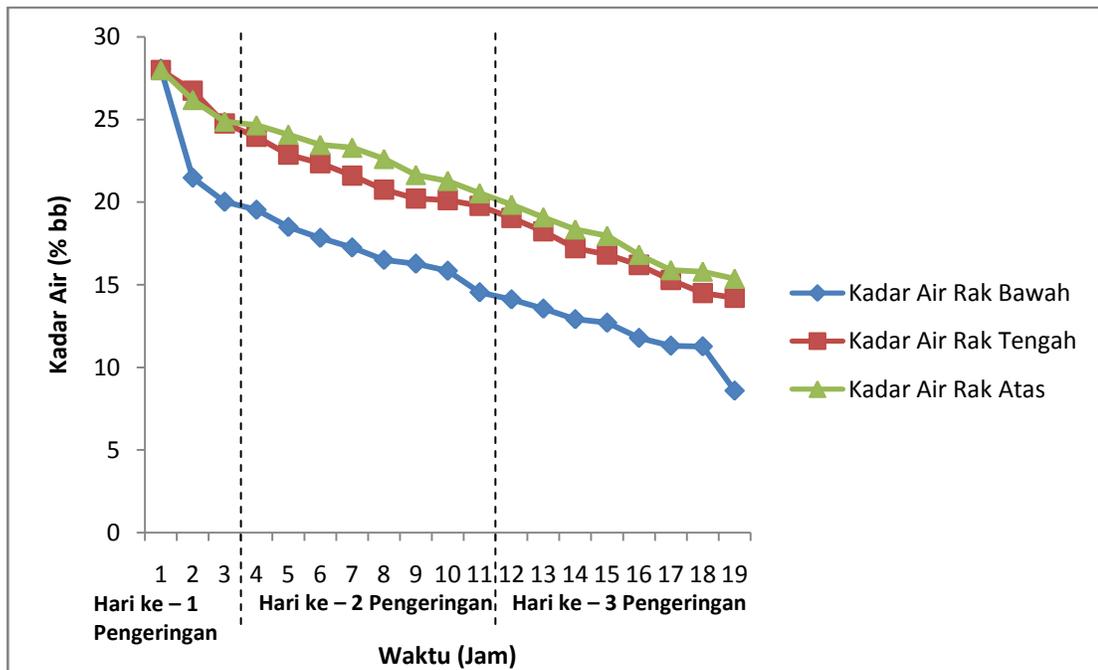
4.3 Karakteristik Pengeringan Biji Pala

Waktu yang diperlukan untuk menguapkan air dari biji pala sampai pada kondisi perubahan kadar air mendekati nol berbeda untuk bahan yang berada disetiap rak dalam ruang pengering. Kondisi tersebut meliputi: 1 .Waktu yang dibutuhkan

untuk mencapai kadar air yang diinginkan 2.Periode laju pengeringan konstan dan laju pengeringan menurun

4.3.1. Hubungan kadar air terhadap waktu

Dalam penelitian ini proses pengeringan dilakukan selama 19 jam sampai kadar air minimum biji pala pada rak bawah mencapai 8,59 % bb rak tengah 14,20% bb, rak atas 15,36% bb.Kurva penurunan kadar air terhadap waktu pengeringan yang dilakukan selama tiga hari dapat dilihat pada Gambar 8 dan lampiran 2.



Gambar 8. Grafik Penurunan Kadar Air Bahan Terhadap Waktu Tiap Rak

Dari hasil pengamatan yang diperoleh menunjukkan bahwa tiap rak membutuhkan waktu yang berbeda untuk mencapai kadar air keseimbangan.

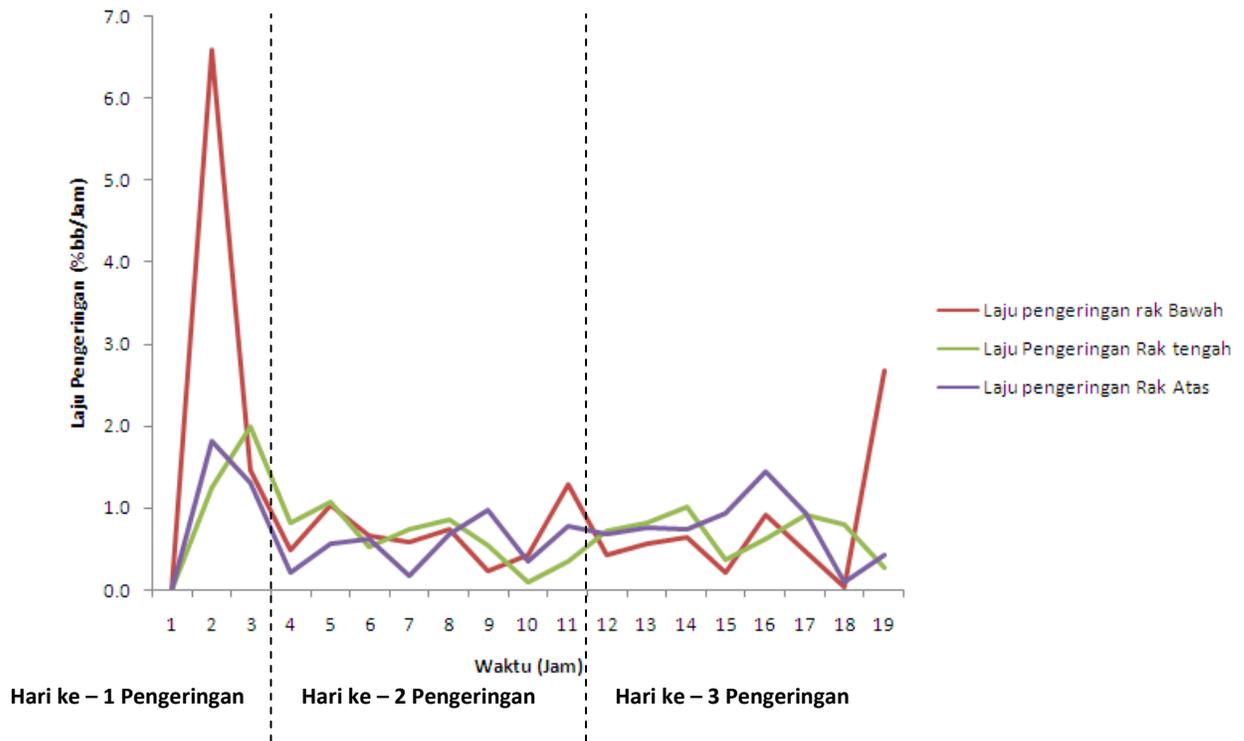
Rak yang tersusun dalam ruang pengering berbentuk tingkatan makin rendah tingkatan rak makin cepat proses pengeringannya proses pengeringan hari pertama menunjukkan penurunan kadar air relatif cepat dan dalam jumlah yang besar hal ini disebabkan karena air yang menguap adalah air bebas yang terdapat dipermukaan bahan dan juga susunan rak bawah dekat dengan udara pengering sehingga penurunan kadar air pada rak bawah lebih cepat. Kemudian pada hari kedua masih

terlihat cepat penurunan berat bahan dan kadar airnya dan Pada hari ketiga penurunan kadar air perlahan-lahan menurun hal ini disebabkan karena sudah mendekati kadar air keseimbangannya. Suhu udara pengering yang masuk ketumpukan bahan terlebih dahulu diterima oleh bahan rak bawah kemudian diikuti oleh rak tengah dan rak atas.

Massa air yang tersedia dalam jumlah yang besar dipermukaan 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 sudah habis sehingga air yang diuapkan berasal dari dalam bahan. Hal ini sesuai dengan prinsip pengeringan dimana pada saat air dipermukaan sudah habis maka pergerakan air dari dalam terjadi secara difusi menuju permukaan bahan selanjutnya menguap dibantu udara pengering yang mengalir disekitar bahan (Hall, 1980; Henderson and Perry, 1976).

4.3.2. Hubungan laju Pengeringan terhadap waktu

Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama proses pengeringan berlangsung di dalam bahan terjadi proses penguapan air dari bahan ke udara sekitar setiap satuan waktu. Data laju pengeringan dapat dilihat pada lampiran 2. Pada tiap rak menunjukkan laju pengeringan yang berbeda-beda pada pengeringan rak bawah laju pengeringan sangat cepat dan meningkat sedangkan untuk rak tengah dan rak atas sangat lambat hal ini disebabkan karena uap air yang berasal dari bahan-bahan pada rak-rak sebelumnya terakumulasi dengan udara pengering sehingga kelembaban udara pengering naik dan mengakibatkan laju pengeringan berlangsung cukup lama untuk mencapai kadar air keseimbangan. Hal ini juga dipengaruhi oleh laju aliran udara yang membawa panas dari kolektor serta kelembaban relatif udara pengering. Laju pengeringan bahan yang diperoleh dibandingkan dengan jumlah kadar air yang diuapkan ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Laju Pengeringan Terhadap Waktu

Berdasarkan gambar tersebut secara keseluruhan proses pengeringan pada hari pertama menunjukkan peningkatan laju pengeringan bahan dimana sebagian besar udara pengering digunakan sepenuhnya untuk menguapkan air pada permukaan bahan disetiap rak dan mulai menurun saat suhu udara menurun dan pengamatan hari pertama hanya berlangsung selama tiga kali pengamatan karena cuaca sudah turun hujan. Laju pengeringan terbesar terdapat pada rak bawah karena bahan mendapat aliran udara pengering dari kolektor dengan kelembaban yang rendah dibandingkan rak tengah dan rak atas.

Sedangkan laju pengeringan hari kedua meningkat saat udara pengering digunakan untuk menguapkan air dipermukaan bahan setelah disimpan semalam, pengeringan bahan pada rak berlangsung cepat hal ini disebabkan karena uap air yang berasal dari rak bawah telah berkurang sehingga uap air dari bawah lebih sedikit. Demikian juga untuk rak atas terjadi peningkatan laju pengeringan yang sedikit

kerena udara pengering dengan kelembaban yang rendah sudah terpakai untuk menguapkan air pada bahan dirak tengah dan rak bawah sehingga laju pengeringan lebih lambat.

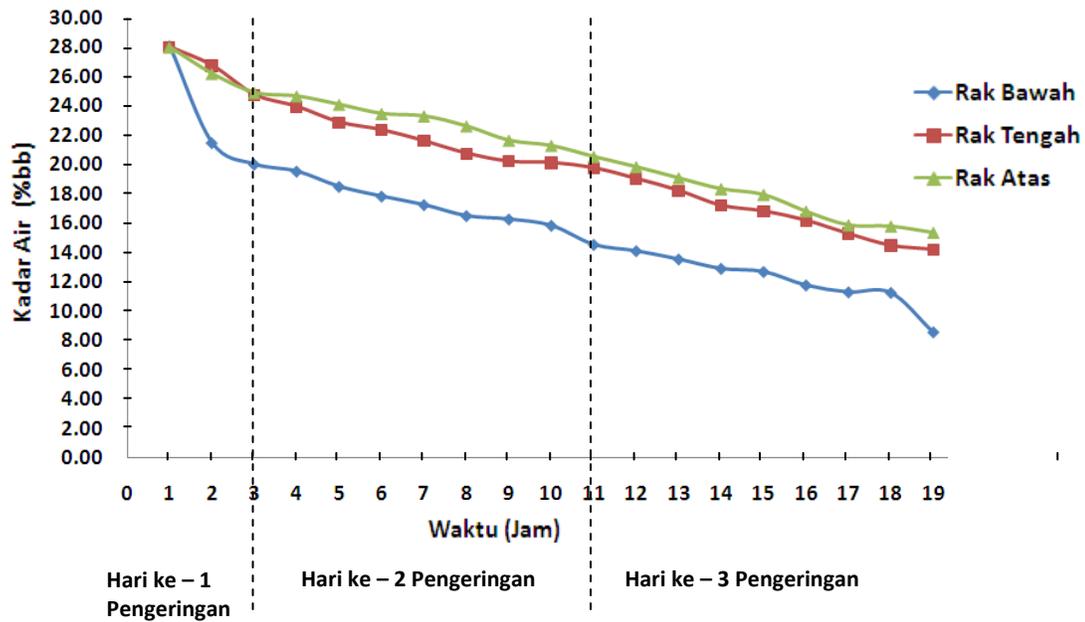
Pada hari ketiga untuk rak bawah laju pengeringan masih terjadi dan cukup signifikan hal ini disebabkan jumlah panas yang diterima banyak, karena cuaca cerah sehingga panas yang diterima dari kolektor cukup banyak.

Selama proses pengeringan berlangsung, rata-rata laju pengeringan pada tumpukan bahan disetiap rak yaitu:

- Hari pertama : Rak bawah 2,66% bb/jam rak tengah 1,08% bb/jam, rak atas 1,04% bb/jam
- Hari kedua : Rak bawah 0,69% bb/jam, rak tengah 0,62% bb/jam, rak atas 0,54% bb/jam
- Hari ketiga : Rak bawah 0,74% bb/jam, rak tengah 0,69% bb/jam, rak atas 0,68% bb/jam

4.3.3. Hubungan Laju Pengerinan Terhadap Kadar Air

Laju pengeringan diproyeksikan sebagai laju penurunan berat bahan setiap jam atau laju penurunan Kadar air selama proses pengeringan. Laju pengeringan dan Kadar air diperoleh setelah masing-masing dihitung yaitu kadar air dihitung dengan metode penurunan kadar air dan laju pengeringan dihitung dengan dm/dt hasilnya dapat dilihat pada lampiran 2.



Gambar 10. Laju Pengerinan Terhadap Kadar Air

Laju pengeringan terhadap kadar air tiap-tiap rak pada alat pengeringan yaitu kadar air di laju pengeringan rak bawah lebih cepat hal ini dapat dilihat pada penurunan kadar air yang sangat cepat sehingga mempengaruhi laju pengeringan yang sangat besar. Hal ini dipengaruhi oleh letak rak bawah yang berdekatan dengan plenum sehingga rak bawah mendapatkan panas yang banyak untuk mengeringkan bahan dan menurunkan kadar air. Pada awal pengeringan kadar air dan laju pengeringan penurunannya sangat signifikan hal ini dipengaruhi oleh uap air yang menguap dari bahan adalah air bebas sedangkan pengeringan hari kedua laju pengeringan dan kadar air meningkat sedangkan pengeringan hari ketiga laju pengeringan terus menurun sampai proses pengeringan selesai atau pala telah mencapai kadar air kesetimbangan.

Untuk penurunan laju pengeringan kadar air rak tengah dan rak atas agak lambat hal ini dipengaruhi karena hasil penguapan bahan pada rak-rak sebelumnya sehingga udara pengeringan membawa uap air dari bahan menuju rak tengah dan rak atas, sehingga mempengaruhi kadar air dan laju pengeringan. Berbeda – beda tiap waktu.

4.4. Radiasi

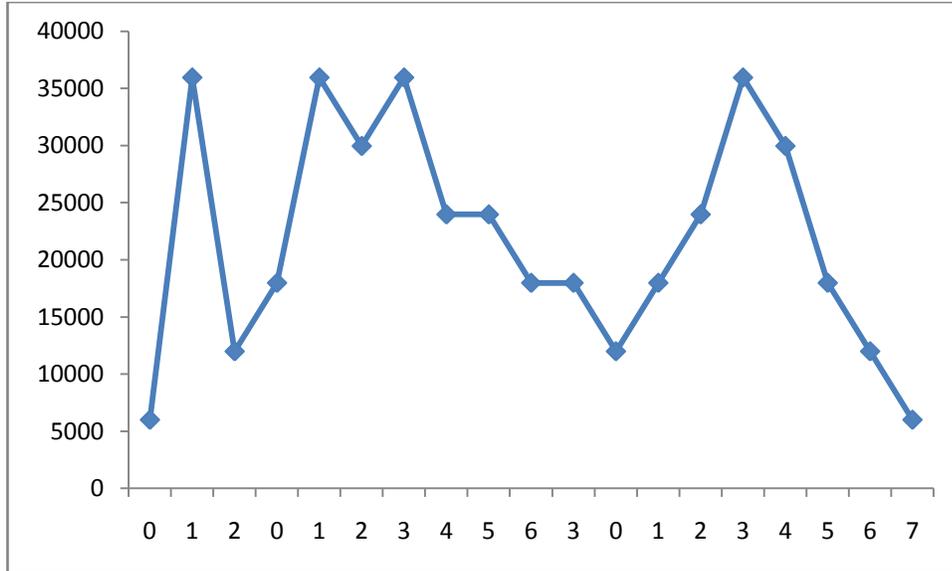
Radiasi adalah pindah panas oleh radiasi gelombang elektro magnetik (M Zemansky dan R.Dittman,1982) menurut Giancolli, 1998 pindah panas radiasi merupakan proses pindah panas radiasi elektro magnetik dengan panjang gelombang tertentu akibat perbedaan temperatur yang melewati ruang dengan arah garis lurus. Penelitian ini menggunakan energi radiasi matahari yang ditransfer ke bumi melalui ruang hampa, bentuk transfer energi ini dalam kalor karena temperatur matahari jauh lebih (6.000 K) dari temperatur.

Besarnya radiasi matahari yang diterima dapat dilihat pada Gambar 11 dan lampiran 5. Pada proses pengeringan selang waktu tiga hari intensitas penyinaran matahari hari pertama dalam kondisi cerah namun keadaan tersebut berfluktuasi pada kondisi mendung bahkan hujan radiasi matahari hari pertama mencapai puncak pada selang waktu pukul 11:00 sampai pukul 12:10 setelah jam 12:10 hujan sehingga pengamatan dihentikan. Rata-rata radiasi matahari yang diterima hari pertama sebesar 17969,81 Watt / jam.

Intensitas radiasi matahari hari kedua dalam kondisi cerah namun keadaan tersebut berfluktuasi mendung namun hanya terjadi beberapa menit. Rata-rata intensitas matahari pada hari kedua yaitu 29093,99 watt /jam sehingga besar intensitas matahari yang diterima dikolektor cukup menyediakan energi panas untuk mengeringkan biji pala.

Intensitas radiasi matahari hari ketiga dalam kondisi cerah dan berfluktuasi mendung hal ini hanya terjadi beberapa menit saja dan matahari tertutup oleh awan. Pada jam 12:39 intensitas matahari turun dan cuaca mendung jam 12:40 intensitas matahari kembali normal dan kondisi cerah setelah jam 14:00 intensitas matahari turun matahari tertutup oleh awan pada jam 14:12 matahari kembali terlihat

sampai pengamatan selesai pada pukul 15:41. Rata – ratanya radiasi matahari yang diterima hari ketiga sebesar 22248,34 watt / jam.



Gambar 11. Grafik Jumlah Energi Radiasi Matahari yang terdeteksi pada Piranometer sederhana selama proses pengeringan

Gambar 11 menunjukkan fluktuasi energi yang tersedia selama proses pengeringan. Fluktuasi energi ini disebabkan oleh perbedaan sudut yang terbentuk akibat sinar datang yang berbeda. Giancolli (1998) mengemukakan bahwa radiasi elektromagnetik berjalan dalam garis lurus dialirkan melalui tempat dan ruang hampa. Pada pengeringan dalam penelitian ini wadah piranometer sederhana diletakan sejajar dengan permukaan tanah sedangkan radiasi matahari terpancar lurus tetapi posisi matahari berubah-ubah sesuai dengan waktu (Pagi, siang dan sore) selain itu awan juga ikut menentukan jumlah energi yang tersedia yaitu saat proses pengeringan berjalan dan tiba-tiba cuaca menjadi berawan menutupi matahari maka energi yang tersedia cenderung menurun.

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan bahasan, maka dapat disimpulkan bahwa perubahan suhu selama proses pengeringan berfluktuasi mengikuti keadaan cuaca dan posisi matahari terhadap alat pengering suhu tertinggi $53,6^{\circ}\text{C}$ dan suhu terendah $35,5^{\circ}\text{C}$. kelembaban relatif tertinggi 92,94 %, terendah 39,72 %.

Laju pengeringan terhadap waktu dan laju pengeringan terhadap kadar air mengikuti periode pengeringan. Awal proses pengeringan laju pengeringan bervariasi jumlah air yang menguap tinggi kemudian turun sampai akhir proses pengeringan. Laju pengeringan efektif rata – rata rak bawah 0,99 %bb/jam, rak tengah 0,72 %bb/jam, rak atas 0,71 %bb/jam.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian terhadap jumlah panas yang hilang selama pengeringan untuk mengetahui besarnya efisiensi pengeringan dari alat pengering energi surya tipe rak.
2. Penggunaan alat pengering energi surya tipe rak bergantung pada sinar matahari untuk itu perlu penggunaan panas tambahan.
3. Perlu digunakan alat pengukur intensitas matahari (Solarimeter) supaya data intensitas matahari lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 2009. **Pala Emas Hitam Orang Sitaro : Peluang Bisnis yang Menggiurkan** [http : //explore – Indo. Com/Industri-Pariwisata-265](http://explore-Indo.Com/Industri-Pariwisata-265) Diakses pada tanggal 09 februari 2012, pukul 21:30
- Biro Pusat Statistik, 2012. Data Produksi Perkebunan Pala.
- Broker, D. B, Arkema,W . F. B, Hall, C . W. 1974. **Drying Cereal Grain**. The AVI Publishing Company, Inc. Westport. Connecticut
- Das, S-K, and A. Chakaverty. 2003. **Grain-Drying Systems**, Dalam A. Charkaverty, A. S. Mujumdar, G. S. V. Reghavan and H. S. Ramaswamy (eds). Hand Book of Pastnarvest Technology, Seveds, Fruts Vegetables, Tea and Spices, PP. 39 - 166 MarcellInc, New York.
- Drazat, 2007. **Meraup Laba dari Pala**, PT. Agromedia Pustaka Jakarta.
- Douglas Giancolli, 1998. Fisika Jakarta
- Hall, D. W, 1970 **Handling and Storage of Food Grains Intropical and Subtropical greas**. The AVI Publishing Company, Inc. West Part Conecticut.
- Henderson, S. M. and Perry, R. L. 1976. **Agriculture Process Engineering**. Third Edition. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Harahap, F. 1985. **Pengering Gabah**. Widya Karya Pertama Jakarta.
- Hassanain, A. A. 2009. **Simple Solar Drying System For Banana Fruit**. World Jurnal of Agriculture Sciences 5 (4): 446 - 455.
- Muljohardjo, M. T. 1987. **Pengeringan Bahan Pangan**, Makalah Yang Disampaikan Dalam Kursus Singkat Pengeringan Bahan Pangan, PAU - Pangan - Gizi UGM. Tanggal 14-31 Desember 1987.
- Purseglove, J. W. E. G. Brown, C. L Grean, dan S. R. J. Robbins. 1981, Spices, Volume I Long Man Group Limited, New York.
- Perumal, R, 2007. Comparatif Performace of Solar Cabinet, Vacuum Assited Solar and Open Sun Dryng Methods Tesis Mc Grill University, Canada.
- Syarrief, R. Halid, H. 1992. **Teknologi Penyimpanan Pangan**, Bahan Pengajaran PAU Pangan dan Gizi. IPB Bogor.

Somaamadja, D. 1984 Penelitian dan Pengembangan Pala dan Fuli. Departmen Perindustrian Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian. Bogor.

Taib, G. Said, G. Wiraatmadja, S. 1988. **Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian**, Mediyatma Sarana Perkasa. Jakarta.

Winarno, F. G. Fardiaz, S. D. 1980. **Pengantar Teknologi Pangan**. PT. Gramedia Jakarta.

Wenur, F, dkk. 2010. Disain dan Uji Unjuk Kerja Alat Pengeringan Surya Dengan Sumber Panas Pengganti Untuk Pengeringan Bahan Bakar Tepung. Badan Ketahanan Pangan Provinsi Sulawesi Utara.

Zemansky. M, dan Ditman. R. 1982. Kalor dan Termodinamika, ITB, Bandung