

KARAKTERISTIK PENGERINGAN DAGING BUAH PALA (*Myristica fragrans houtt*) MENGGUNAKAN ALAT PENGERING TENAGA SURYA TIPE TENDA

Muara Dewa Taarae¹, Frans Wenur², Ireine A. Longdong²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian UNSRAT

²Dosen Program Studi Teknik Pertanian

Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi Manado

Korespondensi email : muarataarae036@student.unsrat.ac.id

ABSTRAK

Pengeringan Daging Buah Pala menggunakan Alat Pengering Tenaga Surya Tipe Tenda telah dilakukan dengan tujuan untuk menentukan karakteristik pengeringan daging buah pala serta menentukan efisiensi pengeringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, proses pengeringan bahan hingga mencapai kadar air 12 – 14 % membutuhkan waktu 19 jam dengan intensitas radiasi matahari rata-rata pada hari 1, 2, dan 3 adalah 429,06 W/m², 446,16 W/m², dan 560,13 W/m². Intensitas tersebut menghasilkan perubahan suhu untuk suhu bahan dan suhu ruang alat pengering pada hari 1, 2 dan 3 yang berkisar masing-masing (38,5 °C dan 32,88 °C), (41,5 °C dan 32,88 °C), serta (43,5 °C dan 32,46 °C). Kelembaban rata-rata udara didalam alat pengering dan diluar alat hari ke 1, 2, dan 3 yaitu (80,62 % dan 83,19 %), (76,34 % dan 79,50 %), serta (81,19 % dan 81,41 %). Laju pengeringan daging buah pala untuk hari ke 1, 2, dan 3 bervariasi dengan kadar air awal 85,26 % (bb). Hasil perhitungan efisiensi pengeringan pada hari 1, 2, dan 3 masing-masing sebesar 28,09%, 9,03% dan 2,33%.

Kata kunci: Karakteristik pengeringan, Intensitas radiasi, Efisiensi pengeringan.

ABSTRACT

The drying of the nutmeg using a tent-type solar dryer has been carried out in order to determine the drying characteristics of the nutmeg flesh and to determine the drying efficiency. The results showed that the drying process of the material to reach a moisture content of 12-14% took 19 hours with the average solar radiation intensity on days 1, 2, and 3 being 429.06 W/m², 446.16 W/m², and 560.13 W/m². This intensity resulted in temperature changes for the material temperature and room temperature of the dryer on days 1, 2 and 3 which ranged from respectively (38.5 °C and 32.88 °C), (41.5 °C and 32.88 °C), and (43.5 °C and 32.46 °C). The average humidity of the air inside and outside the dryer on days 1, 2, and 3 are (80.62% and 83.19%), (76.34% and 79.50%), and (81.19% and 81.41%). The drying rate of the nutmeg flesh for days 1, 2, and 3 varied with an initial moisture content of 85.26% (bb). The results of the calculation of drying efficiency on day 1, 2, and 3 were 28.09%, 9.03% and 2.33%, respectively.

Key words: Drying characteristics, radiation intensity, drying efficiency.

PENDAHULUAN

Tanaman pala (*Myristica fragrans* Houtt) adalah tanaman asli Indonesia yang berasal dari pulau Banda, Maluku. Tanaman pala memiliki keunggulan yaitu hampir semua bagian buahnya dapat dimanfaatkan, mulai dari fuli (berwarna merah yang menyelimuti kulit biji), biji pala dan daging buah pala. Provinsi Sulawesi Utara mengeksport daging pala kering ke Italia memenuhi permintaan dari negara tersebut yang tersebut meningkat. Daging pala sangat diminati oleh masyarakat Italia karena akan dibuat sebagai rempah-rempah, aroma terapi dan bahan baku farmasi.

Umumnya buah pala dipanen secara utuh, namun yang diambil hanya biji dan fuinya sehingga daging buah pala tidak digunakan dan menjadi limbah. Daging buah pala memiliki banyak manfaat, salah satunya adalah daging pala kering yang diolah menjadi bubuk pala. Pemanfaatannya sebagai suatu bentuk rempah – rempah sendiri belum dikembangkan, padahal daging buah pala memiliki aroma yang khas dan cukup kuat untuk dimanfaatkan sebagai rempah – rempah sekaligus *spice blend* (Astuti, 2003). Untuk mengolah daging pala menjadi hasil yang baik diperlukan tahap pengeringan.

Pengeringan adalah suatu proses mengeluarkan atau menghilangkan air dengan menggunakan energi panas hingga tingkat kadar air yang aman untuk disimpan. Broker et al (1974) menyatakan bahwa pengeringan merupakan proses pindah panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan yang dikeringkan oleh media berupa udara panas.

Pengeringan dengan cara penjemuran langsung dibawah sinar matahari merupakan jenis pengeringan yang sudah sejak lama dan hingga saat ini termasuk cara pengeringan populer dikalangan petani terutama didaerah tropis.

Dalam proses pengeringan daging buah pala yang dilakukan oleh para petani dengan cara menjemur langsung dibawah sinar matahari menggunakan media karung, terpal, dan lantai semen sering menemui kendala. Kendala yang sering ditemui petani dalam proses pengeringan yaitu produk mudah tercampur dengan kotoran serta debu yang beterbangan, dan pada saat memindahkan jemuran masih memerlukan waktu yang cukup lama sehingga ketika hujan tiba-tiba turun maka para petani atau produsen mendapat masalah dimana produk yang mereka jemur menjadi basah dan bahkan rusak. Untuk mencegah kendala atau masalah yang ditemui petani dalam proses pengeringan menggunakan metode pengeringan yang diperlukan untuk mengeringkan daging buah pala yaitu menggunakan alat pengering tenaga surya tipe tenda. agar dalam proses penjemuran berlangsung produk tidak mudah tercampur dengan kotoran serta debu yang beterbangan dan jika tiba-tiba turun hujan bahan yang dijemur tidak akan basah atau rusak.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian telah dilaksanakan di BMKG Stasiun Klimatologi Kayuwatu Manado karena akan menggunakan alat piranometer untuk mengukur intensitas radiasi matahari dalam pengeringan. Sedangkan pada pembuatan alat pengering dan analisis data di Laboratorium Pasca Panen Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado. Waktu penelitian yaitu mulai dari bulan Oktober - November 2019.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah daging buah pala segar yang umur panen 6 – 7 bulan yang di ambil dari kebun di desa Kabaruan Kecamatan Kabaruan Kepulauan Talaud.

Prosedur Kerja

1. Pembuatan alat pengering tipe tenda

Pembuatan alat pengering tipe tenda tenaga matahari dengan panjang atap 150 cm, panjang luar badan alat 120 cm, panjang dalam badan alat 112,5 cm, tinggi keseluruhan alat 120 cm, tinggi atap 45 cm, tinggi kaki alat 75 cm, lebar luar 78 cm, lebar dalam 70,5 cm. Sebagai lantai pengering digunakan kawat jaring/anyam berukuran 0.5x0,5 cm, dan bahan yang dipakai sebagai atap dan dinding menggunakan “Plastik bening/transparan” berfungsi untuk mencegah kotoran atau debu yang berterbangan dan juga mencegah kerusakan bahan yang sedang dikeringkan apabila tiba-tiba terjadi hujan, yang menjadi kerangka dari alat ini yaitu kayu. Alat ini menggunakan tenaga surya/matahari sebagai media pengering atau penghantar panas ke bahan/produk yang sedang dikeringkan.

2. Pelaksanaan penelitian

a). Penelitian ini dilaksanakan di lingkungan BMKG Stasiun Klimatologi Kayuwatu Manado. Alat pengering tipe tenda tenaga surya diletakkan di lapangan terbuka yang tidak terkena naungan sepanjang hari, agar matahari bergerak dari sisi satu ke sisi lainnya dari alat pengering tersebut.

b). Daging buah pala sebanyak 15 kg diiris tipis dengan ketebalan 1cm.

c). Daging buah pala yang sudah diiris/dipotong diletakkan dan disebarkan merata di atas lantai alat pengering yang terbuat dari kawat jaring/anyam.

d). Tempatkan canel dari termokopel pada titik-titik pengamatan untuk mengukur suhu bahan, suhu luar alat, suhu dalam alat.

e). Pengamatan dilakukan dengan selang waktu setengah jam (30 menit)

f). Pengamatan dimulai pada selang waktu pukul 07.30 – 15.00 Wita

g). Proses pengeringan dilakukan sampai kadar air yang ditentukan.

h). Pengukuran kadar air awal dilakukan di Laboratorium Pascapanen Jurusan Teknologi Pertanian Unsrat.

Variabel Pengamatan.

Pengamatan dilakukan selama proses pengeringan berlangsung. Variabel yang diamati adalah sebagai berikut :

1. Suhu
2. Kelembaban udara
3. Penurunan berat bahan
4. Kadar air
5. Laju pengeringan
6. Efisiensi pengeringan

Analisis Data.

1. Perubahan suhu yang terjadi di di plot dan dianalisa secara grafik
2. Penentuan RH dilakukan berdasarkan perolehan data suhu bola basah dan suhu bola kering yang ditentukan berdasarkan penentuan pada *Psychrometric Calculation* yang dianalisis secara grafik.
3. Karakteristik pengeringan daging buah pala meliputi hubungan antara : Kadar air terhadap waktu pengeringan, laju pengeringan terhadap waktu pengeringan, dan laju pengeringan terhadap kadar air dianalisa berdasarkan perhitungan serta secara grafik.
5. Efisiensi pengeringan, yang merupakan hasil penampilan alat pengering yang digunakan selama proses pengeringan.

Metode Perhitungan

Karakteristik Pengeringan

1. Kadar air awal Kadar air awal bahan.dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Kao = \frac{m1-m0}{m2-m0} \times 100\%$$

2. Perubahan kadar air terhadap waktu.

Kadar air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$m = \frac{Wm}{Wm+wd} \times 100\% \quad (m = \text{Kadar air basis}$$

basah %)

$$M = \frac{Wm}{wd} \times 100\% \quad (M = \text{Kadar air basis kering})$$

Wm = Berat air dalam bahan (gr)

Wd = Berat bahan kering mutlak (gr)

3. Laju pengeringan (%bb/menit)

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

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

LP = Laju pengeringan waktu tertentu (%)

KA_i = Berat bahan awal saat 't' tertentu (g)

KA_{i-1} = Berat bahan akhir saat 't' tertentu (g)

t = Lama pengeringan (menit)

Menentukan Efisiensi Pengeringan

Efisiensi pengeringan dihitung menggunakan persamaan (Brenndorfer *et al.*, 1987) sebagai berikut :

$$\eta_d = \frac{M_w L_v}{I_c A_c t}$$

η_d = Efisiensi pengeringan (%)

M_w = Kandungan air (kg)

L_v = Panas laten penguapan air (J/kg)

I_c = Intensitas radiasi (W/m^2)

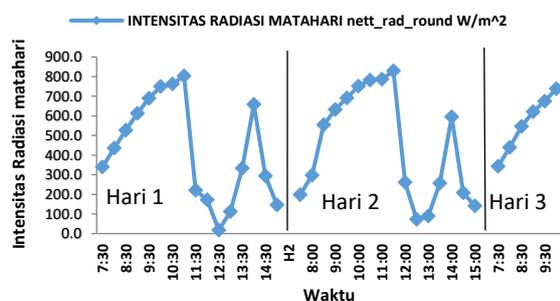
A_c = Area pengering (m^2)

t = Waktu pengamatan (Jam)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas Radiasi Matahari

Besarnya intensitas radiasi matahari yang diterima oleh bahan dalam pengamatan dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Grafik intensitas radiasi matahari hari 1, 2, dan 3.

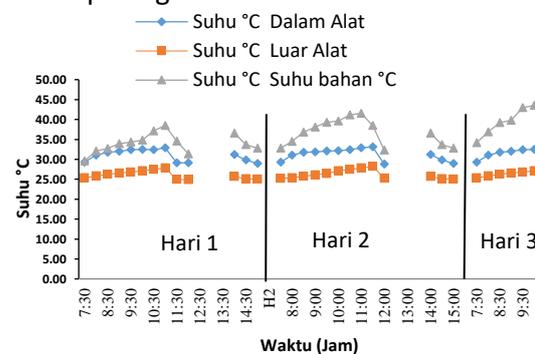
Rata-rata intensitas matahari yang diterima oleh bahan pada pengamatan hari pertama sebesar $429,06 W/m^2$ dengan kondisi maksimum sebesar $802,6 W/m^2$. Rata-rata intensitas matahari yang diterima oleh bahan pada pengamatan hari kedua sebesar $446,16 W/m^2$ dengan kondisi maksimum sebesar $828,8 W/m^2$. Rata-rata intensitas matahari yang diterima oleh bahan pada pengamatan hari ketiga sebesar $560,13 W/m^2$ dengan kondisi maksimum

$737,7 W/m^2$. Di mana intensitas penyinaran matahari hari pertama mencapai puncak pada selang waktu pukul 10.30 – 11.00 wita dan pada selang waktu pukul 12.30 – 13.30 wita mengalami penurunan intensitas matahari karena terjadi hujan. Pada hari kedua intensitas penyinaran matahari mencapai puncak pada selang waktu pukul 11.00 wita – 11.30 wita dan pada selang waktu pukul 12.30 wita – 13.30 wita mengalami penurunan intensitas matahari karena terjadi hujan. Sedangkan pada hari ketiga pengamatan hanya sampai pada selang waktu pukul 10.00 wita karena pada pengamatan kadar air bahan sudah mencapai kadar air yang ditentukan yaitu kadar air 14 – 12 % pada daging buah pala kering, jadi pada pengamatan intensitas penyinaran matahari mencapai puncak pada selang waktu pukul 09.30 wita – 10.00 wita.

Profil Suhu Selama Pengeringan

Data suhu selama proses pengeringan dapat dilihat pada gambar berikut.

Data suhu selama proses pengeringan dapat dilihat pada gambar berikut.



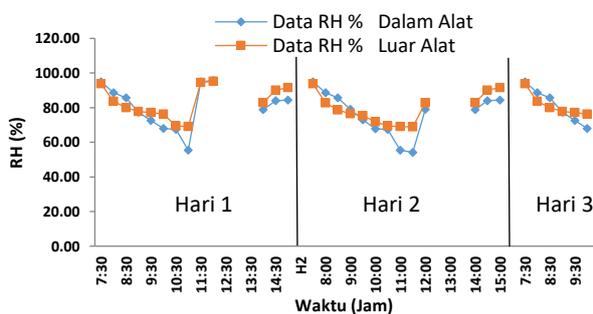
Gambar 2. Garfik suhu udara luar, suhu didalam alat pengering dan suhu bahan hari 1, 2, dan 3.

Dapat dilihat pada grafik suhu tertinggi pada hari ke 1 untuk suhu bahan, suhu didalam alat, dan suhu diluar alat yaitu $38,5^{\circ}C$, $32,88^{\circ}C$, dan $27,82^{\circ}C$. Suhu tertinggi pada hari ke 2 untuk suhu bahan, suhu didalam alat, dan suhu diluar alat yaitu $41,5^{\circ}C$, $32,88^{\circ}C$, dan $27,82^{\circ}C$. Sedangkan suhu tertinggi hari ke 3 untuk suhu bahan, suhu didalam alat, dan suhu diluar alat yaitu $43,5^{\circ}C$, $32,46^{\circ}C$, dan $27,09^{\circ}C$. Pada grafik hari ke 1 perbedaan suhu antara suhu bahan dan suhu didalam alat pengering

menunjukkan perbedaan suhu yang tidak terlalu jauh. Sedangkan pada grafik hari ke 2 dan 3 perbedaan suhu bahan dan suhu didalam alat pengering menunjukkan perbedaan suhu yang cukup besar. Karena pada hari ke 1 kadar air di dalam bahan masih banyak, sedangkan pada hari ke 2 dan 3 kadar air sudah mulai berkurang seiring waktu pengeringan sampai mencapai kadar air yang ditentukan yaitu 12 – 14 %. Dapat dilihat juga pada grafik untuk hari ke 1 dan 2 pada selang waktu 12:30 wita sampai 13:30 wita tidak membentuk grafik suhu bahan, suhu didalam alat, dan suhu diluar alat. Karena pada jam tersebut seperti yang sudah dijelaskan pada grafik intensitas radiasi matahari yaitu terjadi perubahan cuaca terjadi hujan mengakibatkan pengamatan diberhentikan untuk pengukuran suhu bahan, suhu didalam alat, dan suhu diluar alat sehingga tidak ada data suhu pada jam tersebut dan dilanjutkan kembali untuk pengamatan setelah hujan berhenti.

Kelembaban Relatif (RH) Udara Selama Pengeringan

Hasil Pengamatan ini baik dari thermometer basah dan kering dari data suhu selama proses pengeringan kemudian diplot pada kurva psychometric dan dibuat grafik maka diperoleh kelembaban udara untuk luar alat dan didalam alat pengering seperti pada gambar berikut.



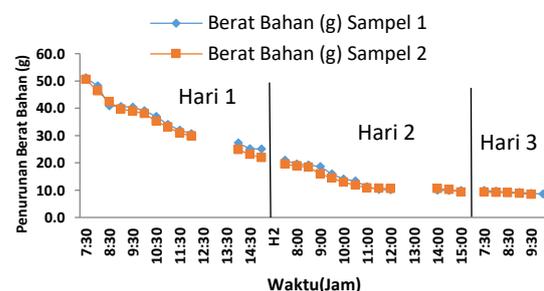
Gambar 3. Grafik kelembaban relatif (RH) didalam alat pengering dan diluar alat pada hari 1, 2, dan 3.

Dari gambar diatas terlihat bahwa rata-rata RH didalam alat pada pengamatan hari pertama 80,62% dengan kondisi maksimum sebesar 94,96% dan kondisi RH

terendah sebesar 55,45% dan rata-rata RH di luar alat pada hari pertama 83,19% dengan kondisi maksimum sebesar 93,82% dan kondisi RH terendah sebesar 69,14%. Rata rata RH didalam alat pada pengamatan hari kedua 76,34% dengan kondisi maksimum sebesar 94,96% dan kondisi RH terendah sebesar 54,19 dan rata-rata RH diluar alat pada pengamatan hari kedua 79,50% dengan kondisi maksimum sebesar 93,81% dan kondisi RH terendah sebesar 68,84%. Rata-rata RH didalam alat pada pengamatan hari ketiga 81,19% dengan kondisi maksimum sebesar 94,96% dan kondisi RH terendah sebesar 67,92 dan rata-rata RH diluar alat pada pengamatan hari ketiga 81,41% dengan kondisi maksimum sebesar 93,82% dan kondisi RH terendah sebesar 76,20. Kelembaban udara menurun pada saat dipanaskan, sehingga digunakan untuk membawa uap air bahan selama pengeringan. Hal ini serupa dengan hasil penelitian Ahmat *et al* (2001) menyatakan bahwa proses ini juga turut dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang mempengaruhi kelembaban relatif. Baik suhu maupun RH mempunyai pengaruh terhadap laju pengeringan, semakin tinggi suhu dan semakin rendah RH maka laju pengeringan semakin tinggi.

Berat Bahan

Data penurunan berat bahan dapat dilihat pada Gambar yang dibuat dalam bentuk grafik seperti berikut :

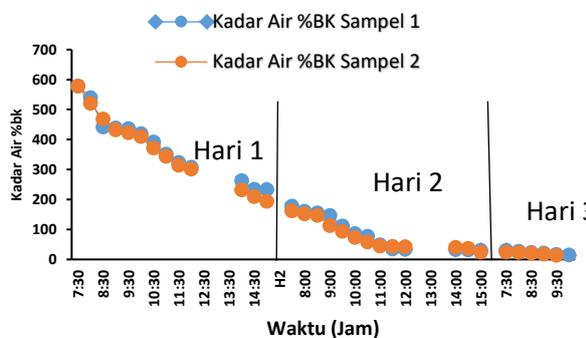


Gambar 4. Grafik penurunan berat bahan hari 1, 2, dan 3.

Pada gambar diatas menunjukkan penurunan berat sampel dari hari pertama sampai hari ketiga cenderung menurun terus sampai pada berat dimana kadar air mencapai kadar air yang ditentukan yaitu 14 – 12 %.

Kehilangan berat pada sampel 1 dan 2 dihari pertama yaitu dari 51,1 g – 25,1 g dan 50,6g – 21,9g. Pada hari kedua sampel 1 dan 2 menurun yaitu dari 20,9g – 9,8g dan 19,5g – 9,3 g. Sedangkan pada hari ketiga sampel 1 dan 2 menurun dari 9,8g – 8,6 g dan 9,3 g – 8,5 g. 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 keudara pengering dalam bentuk uap air dan akhirnya sampel (bahan) kehilangan berat.

Hubungan Kadar Air Terhadap Waktu



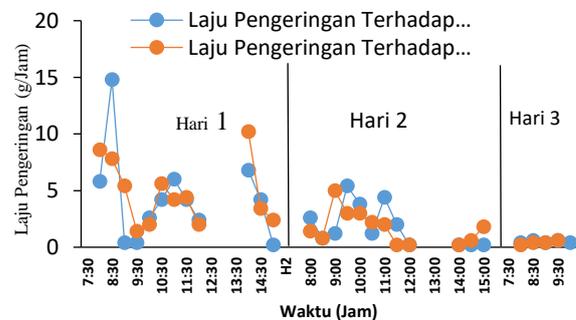
Gambar 5. Grafik penurunan kadar air hari 1, 2 dan 3.

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa selama proses pengeringan kadar air kesetimbangan terus menurun sampai pada kadar air 12 – 14 %. Penurunan kadar air ini akibat proses pengeringan dimana bahan daging buah pala hasil pertanian menyerap energi panas dari udara pengering dalam arti terjadi proses pindah panas dari udara pengering yang diserap oleh bahan yang mengandung air sebesar 85,26 %. Kemudian air tersebut menguap secara perlahan dari bahan ke udara pengering, hal ini dapat diartikan bahwa ketika proses penguapan terjadi maka bahan daging buah 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 yang ketiga kadar air yang terikat secara kimia didalam bahan, jumlah

air ini akan menguap setelah menerima atau meng-absorpsi 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. Pada pengamatan kadar air hari pertama dan hari kedua pada selang waktu pukul 12.30 wita – 13.00 wita tidak ada data penurunan kadar air pada grafik karena pada waktu itu terjadi hujan sehingga menyebabkan pengamatan berhenti dan dilanjutkan kembali pada selang waktu pukul 14.00 wita – 15.00 wita. Sedangkan pada pada hari ketiga pengamatan hanya berlangsung sampai pada selang waktu pukul 10.00 wita karena pada waktu itu kadar air sudah mencapai kadar air yang ditentukan yaitu 12 – 14 %.

Laju Pengeringan Terhadap Waktu

Laju pengeringan dihitung melalui perbedaan massa 1 dengan massa 2 dibagi dengan selisih waktu pengamatan setiap setengah jam (0,5 jam). Data hubungan laju pengering terhadap waktu pengering daging buah pala yang diplot dalam grafik Gambar berikut :



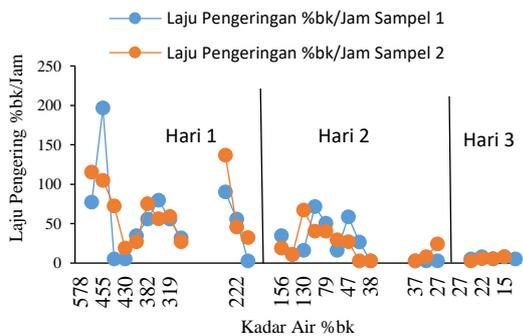
Gambar 6. Grafik Hubungan Laju Pengeringan Terhadap Waktu Hari 1, 2 dan 3.

Dari gambar diatas terlihat bahwa laju pengeringan membentuk grafik naik turun karena mengikuti hasil perhitungan dari perbedaan penurunan massa 1 dengan massa 2 lalu dibagi dengan selisih waktu setiap setengah jam pengamatan (0,5 jam). dan dapat dilihat juga pada gambar 18, didalam grafik tersebut pada selang waktu pukul 12.30 – 13.30 wita tidak membentuk grafik data laju pengeringan karena pada jam tersebut terjadi hujan yang mengakibatkan pelaksanaan pengamatan

tertunda dan mengalami kehilangan data laju pengeringan pada waktu itu, dan dilanjutkan kembali pada selang waktu 14.00 – 15.00 wita. Kemudian pada gambar 18 dapat dilihat grafik laju pengeringan hanya sampai pada selang waktu pukul 10.00, karena pada waktu itu kadar air sudah mencapai kadar air yang ditentukan yaitu 12 – 14%.

Laju Pengeringan Terhadap Kadar Air

Laju pengeringan dihitung melalui perbedaan kadar air (%bk) 1 dengan kadar air (%bk) 2 dibagi dengan selisih waktu pengamatan setiap setengah jam (0,5 jam). Data hubungan laju pengering terhadap waktu pengering daging buah pala yang diplot dalam grafik Gambar 18.



Dapat dilihat pada grafik dihari pertama pada awal pengeringan laju pengeringan cukup tinggi, karena kandungan air dalam bahan masih banyak tersedia. Setelah hari kedua laju pengeringan semakin menurun karena kandungan air didalam bahan semakin berkurang, sampai pada hari ketiga laju pengeringan akan turun perlahan – lahan seiring berkurangnya kadar air dalam bahan sampai pada kadar air yang telah ditentukan yaitu 12 – 14 %.

Efisiensi Pengeringan

Menurut Brenndorfer *et al*, (1987), Efisiensi sistem pengeringan adalah perbandingan dari energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air terhadap energi yang diberikan kepada alat pengering. Jadi untuk mengitung efisiensi pengeringan pada alat pengering tipe tenda menggunakan persamaan (Brenndorfer *et al*, 1987) : $\eta_d = \frac{M_w L_v}{I_c A_c t}$.

Hasil perhitungan efisiensi pengeringan total mendapatkan rata-rata pada hari 1, 2, dan 3 sebesar 28,09% – 9,03% – 2,33%. Perbedaan ini disebabkan oleh besarnya jumlah air yang diuapkan dari bahan pada hari pertama pengeringan lebih besar dibandingkan penguapan air bahan pada hari kedua dan hari ketiga.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Rata-rata intensitas matahari yang diterima oleh bahan. Pada pengamatan ke 1 sebesar 429,06 W/m². Hari ke 2 sebesar 446,16 W/m². Hari ke 3 sebesar 560,13 W/m².
2. Penyebaran suhu disetiap perlakuan suhu berdeda. Suhu tertinggi untuk hari ke 1 suhu bahan, suhu didalam alat, dan suhu diluar alat yaitu 38,5 °C, 32,88 °C, dan 27,82. Hari ke 2 yaitu 41,05 °C, 32,88, dan 27,82 °C. Hari ke 3 yaitu 43,05 °C, 32,46 °C, dan 27,09 °C.
3. RH didalam alat hari ke 1 yaitu 94,96% – 55,45% dengan rata-rata 80,62%. RH didalam alat pada hari 2 yaitu 94,96% – 54,19% dengan rata-rata 76,34%. RH didalam alat pada hari 3 yaitu 94,96% – 67,92% dengan rata-rata 81,19%.
4. Kehilangan berat pada sampel 1 dan 2 dihari ke 1 yaitu dari 51,1g – 25,1g dan 50,6g – 21,9g. Hari ke 2 sampel 1 dan 2 menurun yaitu dari 20,9g – 9,8g dan 19,5g – 9,3g. Hari ke 3 sampel 1 dan 2 menurun yaitu 9,8g – 8,6g dan 9,3g – 8,5g.
3. Untuk mengeringkan daging buah pala menggunakan tenaga surya (matahari) mencapai kadar air 12-14 % selama 19 jam.
4. awal pengeringan laju pengeringan cukup tinggi, karena kandungan air dalam bahan masih banyak tersedia. Setelah hari kedua laju pengeringan

semakin menurun karena kandungan air didalam bahan semakin berkurang, sampai pada hari ketiga laju pengeringan akan turun perlahan – lahan seiring berkurangnya kadar air dalam bahan sampai pada kadar air yang telah ditentukan yaitu 12 – 14%.

- 6..Hasil perhitungan efisiensi pengeringan total setiap setengah jam pengamatan mendapatkan rata-rata pada hari 1, 2, dan 3 sebesar 28,09% – 9,03% – 2,33%.

Saran

Adapun saran yang dapat diperlukan dalam penelitian selanjutnya, antara alin:

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan perlakuan ketebalan yang berbeda pada daging buah pala.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menghitung nilai susut dari daging buah pala.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk analisis mutu dari daging buah pala

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. Dalam : Frisela. G. K. (ed). Karakteristik Dan Model Pengeringan Lapisan Tipis Daging Buah Pala (*Myristica Fragrans Houtt*) Menggunakan Experimental Drayer.
- Anonimous. 2014. Provinsi ini Ekspor Daging Pala ke Italia. <http://www.republika.co.id/berita/nasional/daerah/14/08/01/n9mz8m-provinsi-ini-ekspor-daging-buah-pala-ke-italia> Diakses 14 November 2016. Dalam : Frisela. G. K. (ed). Karakteristik Dan Model Pengeringan Lapisan Tipis Daging Buah Pala (*Myristica Fragrans Houtt*) Menggunakan Experimental Drayer.
- Astuti J. 2003. Pemanfaatan Daging Buah Pala Melalui Pembuatan Bubuk Spice Blend. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB Bogor. Dalam : Frisela. G. K. (ed). Karakteristik Dan Model Pengeringan Lapisan Tipis Daging Buah Pala (*Myristica Fragrans Houtt*) Menggunakan Experimental Drayer.
- Brooker, D.B., W,F,B Arkema., C.W. Hall, 1974. Drying Cereal Grain. The AVI Publising Company, Inc, Westport, Connecticut. Rosnawati. M. K. ed. Uji Untuk Kerja Alat Pengering Tipe Rak Model Teta '17 Pada Pengeringan Biji Pala.
- Brenndorfer B, Kennedy L, Oswin Bateman CO, Trim DS, Mrema GC, Wereko-Brobby C (1987). "Solar dryers; their role in post-harvest processing." Commonwealth Science Council, Commonwealth Secretariat, Marlborough House.
- Dinas Perkebunan Provinsi Sulawesi Utara, 2015. Data Produksi Pala. Manado. Dalam : Frisela. G. K. (ed). Karakteristik Dan Model Pengeringan Lapisan Tipis Daging Buah Pala (*Myristica Fragrans Houtt*) Menggunakan Experimental Drayer.
- Earle, R. L. 1983. Unit Operation in Food Procecing. Second Edition. Pergamon Press, U. K. Dalam : Rosnawati. M. K. ed. Uji Untuk Kerja Alat Pengering Tipe Rak Model Teta '17 Pada Pengeringan Biji Pala.
- Guido, M. B. 1995. Production, Handling, and Procecing of Nudmeg and Mace and Their Culinay Uses. FAO Regional Office for Latin America and The Caribbean, Chile.
- Hadad, H, M. 2001. Prbaikan Budidaya dan Mutu Hasil Tanaman Pala. Balai Pertanian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor. Frisela. G. K. (ed). Karakteristik Dan Model Pengeringan Lapisan Tipis Daging

- Buah Pala (*Myristica Fragrans Houtt*) Menggunakan Experimental Drayer.
- Hall, Carl W/ 1980. Drying And Storage Agricultural Crops. The AVI Publishing Company, Inc, Westport, Connecticut. Rosnawati. M. K. ed. Uji Untuk Kerja Alat Pengering Tipe Rak Model Teta '17 Pada Pengeringan Biji Pala.
- Hatta, S, 1993. Budidaya Pala Komoditi Ekspor. Yogyakarta : Kanisius.
- Hustiani, R, 1994. Ekstraksi dan Karakterisasi Minyak Atsiri Serta Oleoresin Daging Buah Pala. Skripsi. Fateta. IPB Bogor.
- Henderson, S. M. dan R. L. Perry. 1976. Agricultural Process Engineering. The AVI Publishing Company, Inc, Westport.
- Holman. 1981. Heat Transfer. Mc Graw-Hill Kogakusha Ltd. Tokyo.
- Muchtadi Tien R. 1989. Petunjuk Laboratorium Teknologi Proses Pangan. Depdikbud PAU IPB, Bogor.
- Pangalima S, C, B, D. Pakasi, N. M. Benu. 2015. Analisis Sub-sektor Perkebunan Pala di Provinsi Sulawesi Utara. Provinsi Sulawesi Utara. Dalam : Frisela. G. K. (ed). Karakteristik Dan Model Pengeringan Lapisan Tipis Daging Buah Pala (*Myristica Fragrans Houtt*) Menggunakan Experimental Drayer.
- Purseglove, J. W. E. G brown, C, C. Green. dan SRJ, Robbins. 1981. Spices, Vol.2. Logman Inc, New York.
- Sodha Mohendra S, Narendra K. Bansal, Ashuni Kumar, Pradeep K, and M.A.S. Malik. 1987. Solar Crop Drying. Volume1. CRC Press, Ins, Boca Raton, Florida.
- Somaadmadja, D. 1984. Penelitian Dan Pengembangan Pala dan Fuli. Komunikasi No. 128 BBIHP. Bogor.
- Syarrief, R, halid, H. 1992. Teknologi Penyimpanan Pangan, Bahan Pengajaran PAU Pangan dan Gizi. IPB Bogor. Dalam : Rosnawati. M. K. ed. Uji Untuk Kerja Alat Pengering Tipe Rak Model Teta '17 Pada Pengeringan Biji Pala.
- Taib.G., G, Said., dan S,Wiraatmadja, 1988. Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian. Mediatatma Sarana Perkasa. Jakarta.
- Winarno, F.G., S. Fardiaz dan D. Fardiaz, 1980. Pengantar Teknologi Pangan. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.