

KARAKTERISTIK PENGERINGAN BIJI KENARI MENGGUNAKAN *EXPERIMENTAL DRYER TIPE RAK*

Walnut Seed Drying Characteristics Using Rack Type Experimental Dryer

M.Kasim¹, L.Ch.E. Lengkey², D.P.M.Ludong²,

¹) Mahasiswa Jur. Teknologi Pangan Fak. Pertanian, Universitas Sam Ratulangi, Manado

²) Dosen Jur. Teknologi Pangan Fak. Pertanian, Universitas Sam Ratulangi, Manado

ABSTRACT

Walnut trees are forest plants and have not been widely cultivated. Walnuts are native to Indonesia which are widely grown in eastern Indonesia, such as North Sulawesi, Maluku and Seram Island. This plant has the potential of economics, chemicals that are rich in bioactive content and antioxidant content with one of its components, namely polyphenols, walnuts grow in North Sulawesi where the seeds are widely used as supplement for cakes such as halua walnuts, dodol kenari, klaper koek, and others.

The results of the observation showed the temperature distribution in the plenum room, drying chamber, temperature of the material and the outside air temperature of the drying air temperature was around 60 OC there was a temperature fluctuation in the drying chamber. Moisture levels are inversely proportional to changes in time. The longer the drying, the smaller the water content of walnut seeds shows the pattern of decreasing water content in this experiment with 5 replications showing an exponential pattern. The drying time of walnut seeds using this dryer takes 10 hours to obtain the average water content of walnut seeds at the end of drying of 7.17% wet base. Drying rate of walnut seeds on drying time occurs the drying rate decreases with the estimation model of drying rate of time is $y = 3.8532e-0.151x$ with correlation coefficient $R^2 = 0.899$ The drying constant obtained in each replication varies depending on water content and drying rate. Drying rate of walnut seeds on the water content of walnut seeds has a model of $y = 0.3738e11.315x$ $R^2 = 0.9722$.

PENDAHULUAN

Pohon kenari merupakan tanaman hutan dan belum banyak dibudidayakan. Kenari merupakan tanaman asli Indonesia yang banyak tumbuh di daerah Indonesia bagian Timur, seperti Sulawesi Utara, Maluku dan Pulau Seram. Tanaman ini berpotensi ekonomi, kenari diambil buahnya terutama bagian dalam bijinya untuk dimakan dan bijinya untuk diolah menjadi minyak. Kenari dapat dijumpai sepanjang tahun karena biji kenari pada buah yang sudah dikeringkan mempunyai umur yang relatif lama. Di Maluku, musim kenari antara satu wilayah dengan wilayah lain berbeda sehingga hal ini

yang juga menyebabkan kenari dapat tersedia sepanjang tahun (Anonym, 2018). Kenari merupakan jenis kacang-kacangan yang bijinya memiliki kandungan antioksidan dengan salah satu komponennya yaitu senyawa polifenol, kenari banyak tumbuh di daerah Sulawesi Utara dimana oleh penduduk sekitarnya, bijinya banyak dimanfaatkan sebagai pelengkap kue seperti pada halua kenari, dodol kenari, *klaper koek*, dan lain-lain. Biji kenari dapat mencegah penurunan daya ingat, mengurangi stres, mencegah impotensi pada pria hingga mengurangi risiko terjadinya penyakit

kanker (Libono, 2013).

Ada dua spesies kenari di Indonesia yaitu *Canarium vulgaree* Leenh dan *Canarium indicum* Leenh. *Canarium vulgaree* Leenh banyak terdapat di Sangihe, Talaud, Sulawesi, Flores, Maluku, dan Maluku Utara, sedangkan *Canarium indicum* Leenh banyak terdapat di Sulawesi, Maluku, dan Maluku Utara (Media Informasi Kesehatan Indonesia, 2012).

Kadar air biji kenari pada saat panen umumnya masih tinggi sehingga untuk dapat memperpanjang umur simpan kenari perlu dilakukan penurunan kadar air. Ada beberapa cara menurunkan kadar air biji kenari yaitu dengan cara penjemuran dan pengeringan. Biji kenari harus segera di keringkan karena jika mengandung kadar air tinggi maka biji kenari akan mudah rusak.

Penjemuran biji kenari sangat tergantung dari cuaca untuk mengatasi hal itu maka dilakukan dengan cara pengeringan menggunakan alat pengeringan. Alat pengeringan khusus untuk biji kenari belum tersedia Oleh sebab itu perlu di rancang alat pengering, namun sebelum di lakukan perancangan alat pengering maka diperlukan data karakteristik pengeringan biji kenari tersebut. Untuk memperoleh karakteristik pengeringan dilakukan pengeringan lapisan tipis biji kenari menggunakan “*experimental dryer*” yang tersedia di laboratorium pasca panen program studi teknik pertanian. *Experimental dryer* tersebut dapat diatur suhu pengeringan,kecepatan aliran udara sehingga waktu pengeringan dapat diduga. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perubahan suhu dalam alat pengering selama proses pengeringan, menentukan karakteristik pengeringan daging kenari meliputi kadar air bahan terhadap waktu, laju pengeringan terhadap waktu, dan laju pengeringan terhadap kadar air.

METODOLOGI

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pasca Panen Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado.

3.2. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengeringan ini adalah daging buah kenari yang diambil dari Sanger dan alat pengering, Oven, Timbangan analitik, Timbangan digital, Desikator,Termokopel, Termometer digital, Sling psykrometer dan Pisau.

3.3. Prosedur Penelitian

1. Tahap Persiapan
 - a. Dibuat wadah untuk tempat sampel dengan ukuran 7x7x3 cm
 - b. Membersihkan alat dan meletakkannya ditempat yang sesuai.
 - c. Komponen – komponen alat pengering dipasang
 - d. Daging buah kenari diiris tipis dengan ketebalan 0,5 cm
 - e. Menyiapkan daging buah kenari yang diiris untuk pengukuran kadar air awal dengan menggunakan metode oven
2. Tahap Pengeringan
 - a. Memasang alat pengering mulai dari saklar, elemen pemanas, fan, kemudian suhu alat pengering diatur sesuai yang diinginkan
 - b. Setiap wadah sampel pengeringan ditimbang
 - c. Bahan dimasukkan ke dalam setiap wadah sampel pengeringan
 - d. Wadah sampel yang sudah berisi irisan daging buah kenari ditimbang kembali
 - e. Wadah sampel dimasukkan ke dalam alat pengering dan proses pengeringan dilakukan dengan suhu yaitu 60°C diulang sebanyak 3 kali
3. Tahap Pengamatan
Pengamatan dilakukan selama proses pengeringan berlangsung sampai setelah mencapai kadar air yang diinginkan.
 - a. Melakukan pengamatan kadar air awal, dengan menggunakan metode oven, dan pelaksanaannya dilakukan sebelum proses pengeringan dimulai. Penentuan

- kadar air awal daging buah kenari dilakukan sebagai berikut :
- Bahan bersama wadah yang telah diketahui beratnya ditimbang
 - Bahan tersebut dikeringkan dengan oven listrik dengan suhu 105°C selama 5 jam
 - Setelah 5 jam, bahan dikeluarkan kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang untuk mengetahui beratnya
 - Setelah ditimbang, dikeringkan kembali di oven setiap 1 jam, lalu dikeluarkan dan dimasukkan kembali ke dalam desikator selama 15 menit, kemudian ditimbang. Cara ini dilakukan setiap 1 jam hingga tidak ada lagi terjadi penurunan berat
 - Pengamatan suhu pada termokopel dan sling psikrometer dilakukan mulai dari awal proses pengeringan, kemudian pengamatan setiap 10 menit selama 1 jam, 30 menit selama 3 jam, dan setiap 1 jam sampai proses pengeringan selesai
 - Pengamatan penurunan berat bahan, dengan mengeluarkan sampel bahan dari alat pengering kemudian ditimbang, setelah itu dimasukkan kembali kedalam alat pengering.

3.4. Variabel yang diamati

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

- Perubahan suhu selama pengeringan
- Perubahan kelembaban relatif (RH) udara selama pengeringan

3.5. Analisis Data

- Perubahan suhu yang terjadi di plot dan dianalisa secara grafik
- Karakteristik pengeringan irisan daging buah kenari 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

3.6. Metode Perhitungan

3.6.1 Karakteristik Pengeringan

..1. Kadar air awal

Kadar air awal bahan dihitung menggunakan kadar air basis basah (%bb) melalui metode oven (Hii *et al*, 2009) yaitu :

$$M_i = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

- M_i = Kadar Air Awal (%)
- W_i = Berat bahan (g)
- W_f = Berat Wadah (g)

2. Perubahan kadar air terhadap waktu

Dihitung berdasarkan kadar air basis basah (%bb) dari pengukuran berat bahan dengan selang waktu tertentu selama proses pengeringan berlangsung, berat kering bahan dan berat air dalam bahan, yaitu :

Berat bahan (W_i) :

$$W_i = W_k - W_{pan} \dots\dots\dots (2)$$

Berat kering dari bahan (W_{bk}) :

$$W_{bk} = \frac{100 - M_i}{100} \times W_i \dots\dots\dots (3)$$

Banyaknya air dalam bahan (W_a) :

$$W_a = W_i - W_{bk} \dots\dots\dots (4)$$

Kadar air bahan selama pengeringan (M_p):

$$M_p = \frac{W_a}{W_i} \times 100 \% \dots\dots\dots(5)$$

dimana :

- M_i = Kadar Air Awal (%)
- W_{bk} = Berat kering bahan (g)
- W_a = Banyaknya air dalam bahan (g)
- M_p = Kadar air bahan selama pengeringan (%)

3. Laju pengeringan (%bk /menit)

Dihitung berdasarkan perubahan kadar air terhadap selang waktu tertentu (t₍₁₎) berdasarkan persamaan dari Thahir (1986)

$$LP_{(1)} = \frac{M_p(t-1) - M_p(1)}{t(1-1) - t_1} \dots\dots\dots (6)$$

dimana :

- LP₍₁₎ = Laju pengeringan (%bk /menit)
- (t₍₁₎) = selang waktu tertentu (menit)
- M_p = Kadar air bahan selama pengeringan (%)

Analisa Data

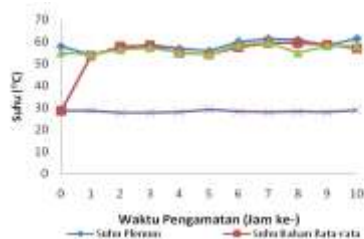
1. Hubungan kadar air terhadap waktu

2. Hubungan laju pengaeringan terhadap waktu
3. Hubungan laju pengeringan terhadap kadar air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pola Penyebaran Suhu

Kemampuan bahan hasil pertanian termasuk biji kenari untuk menyerap dan mengeluarkan air dari dalam bahan tergantung pada suhu. Penyebaran suhu pada ruang plenum, ruang pengering, suhu bahan dan suhu udara luar dapat dilihat pada Gambar 6.



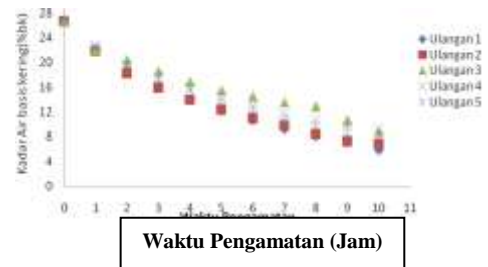
Biji kenari diletakkan dalam ruang pengering setelah suhu ruang pengering mencapai 60 °C. Penentuan suhu 60 °C dilakukan berdasarkan penelitian Koloay (2017) yang menyatakan suhu udara pengering terbaik untuk percobaan pengeringan biji pala, terjadi fluktuasi suhu dalam ruang pengering. Hal ini mungkin disebabkan karena aliran udara dari kipas membuat suhu berubah-ubah dan suhu antara bahan pada saat bahan telah kering meningkat sehingga perbedaan suhu antara bahan dengan suhu udara pengering sangat kecil. Akibatnya energi panas yang berpindah dari udara pengering ke bahan hanya terjadi dalam jumlah yang kecil Henderson and Perry (1976), semakin besar perbedaan suhu antara bahan dengan suhu udara pengering, pindah panas yang terjadi makin cepat sehingga jumlah massa uap air yang diuapkan dari biji kenari lebih banyak.

4.2. Karakteristik Pengeringan Biji Kenari

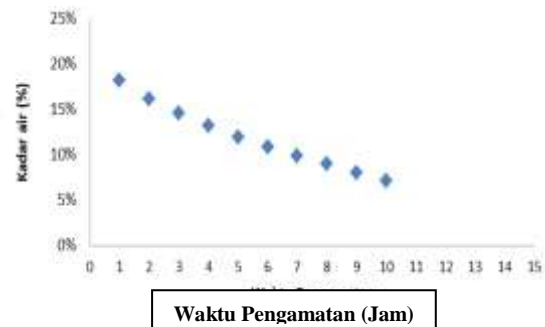
4.2.1. Proses Pengeringan

Pada awal pengeringan kadar air biji kenari masih tinggi. Kadar air turun berbanding terbalik dengan perubahan waktu. Semakin lama pengeringan

semakin kecil kadar air biji kenari ini dapat di lihat pada grafik perubahan kadar air yang di sajikan pada Gambar 7. Proses pengeringan lapisan tipis biji kenari dinyatakan dalam hubungan kadar air terhadap waktu disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik penurunan kadar air terhadap waktu



Gambar 7b. Grafik penurunan kadar air rata-rata

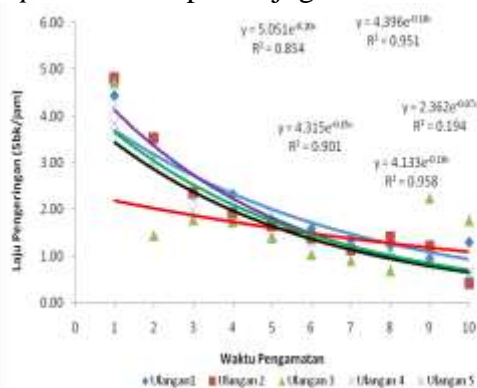
4.2.2. Hubungan Laju Pengeringan Terhadap Waktu

Lama pengeringan biji kenari dengan menggunakan alat pengering ini memerlukan waktu 10 jam hingga diperoleh rata-rata kadar air biji kenari pada akhir pengeringan sebesar 7,17 % basis basah. Kurva hubungan laju pengeringan dengan kadar air dapat dilihat pada gambar 8 dan laju pengeringan rata-rata terhadap waktu disajikan pada Gambar 9.

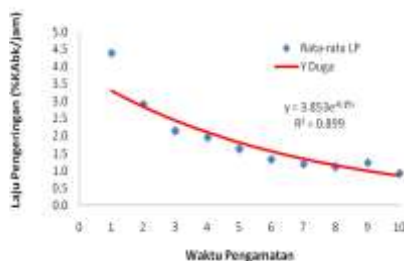
Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa pada setiap titik pengamatan laju pengeringan biji kenari tidak sama, dan hal itu merupakan karakteristik pengeringan biji kenari. Pada awal pengeringan laju pengeringan lebih tinggi kemudian perlahan-lahan menurun dengan pola eksponensial. Semakin lama waktu pengeringan laju pengeringan juga semakin kecil. Dari Gambar 8 dapat

dilihat terjadi laju pengeringan menurun. Hal ini disebabkan karena kandungan air biji kenari pada awal pengeringan lebih besar. Laju pengeringan yang berubah-ubah ini merupakan karakteristik dari biji kenari.

Pola laju pengeringan terhadap waktu memperlihatkan pola yang hampir sama, yaitu pola eksponensial. Dengan menggunakan aplikasi excell dibuat model laju pengeringan terhadap waktu. Model pendugaan laju pengeringan rata-rata terhadap waktu adalah $y = 3.8532e^{-0.151x}$ dengan koefisien korelasi $R^2 = 0.899$, dimana y adalah laju pengeringan dugaan dan x adalah waktu pengeringan (jam). Model laju pengeringan ini cukup baik dilihat dimana R^2 mendekati 1 maka terdapat hubungan yang sangat kuat antara laju pengeringan terhadap waktu (Karoui *et al* 2006 didalam Lengkey 2013). Hal ini menunjukkan percobaan pengeringan yang dilakukan menggunakan alat pengering *experimental* tipe rak juga baik.



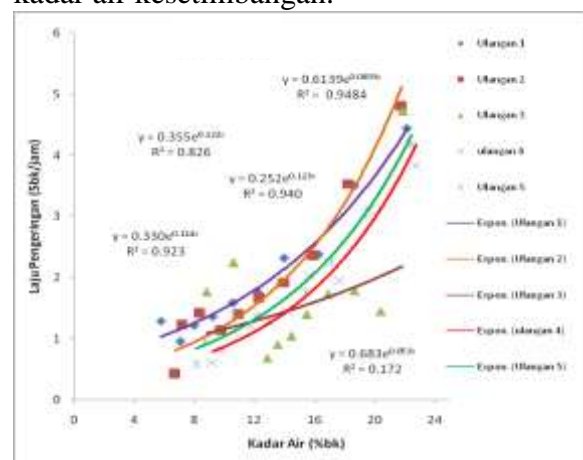
Gambar 8. Hubungan laju pengeringan terhadap waktu



Gambar 9. Hubungan laju pengeringan rata-rata terhadap waktu

4.2.3. Hubungan Laju Pengeringan Terhadap Kadar Air

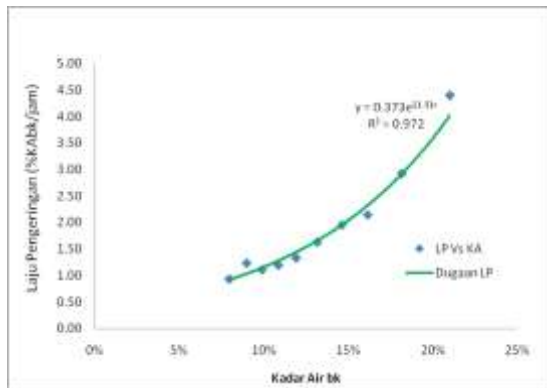
Gambar 10 menunjukkan plot antara laju pengeringan terhadap kadar air biji kenari. Hasil menunjukkan bahwa laju pengeringan menurun seiring dengan menurunnya kadar air. Konstanta pengeringan yang diperoleh pada setiap ulangan berbeda-beda tergantung pada kadar air dan laju pengeringan. Adanya air bebas pada permukaan biji kenari menyebabkan laju pengeringan pada awal pengeringan menjadi tinggi. Laju pengeringan kemudian menurun sampai kadar air kesetimbangan.



Gambar 10. Hubungan laju pengeringan terhadap kadar air

Pada Gambar 10 dan 11 dapat dilihat bahwa pada awal proses pengeringan terjadi laju pengeringan yang sangat tinggi, karena jumlah air pada biji kenari pada awal pengeringan masih cukup tinggi, setelah itu laju pengeringan perlahan-lahan menurun. Pada permukaan daging biji kenari air yang menguap tidak dapat segera diganti oleh difusi air atau uap dari biji kenari. Difusi air dari bagian dalam biji kenari ke permukaan bahan akan berlangsung dengan adanya tekanan perbedaan tekanan uap dan konsentrasi air, dimana dengan berkurangnya konsentrasi air dalam biji kenari mengakibatkan selisih tekanan uap makin kecil, sehingga laju difusi juga makin kecil atau menurun. Pada akhir proses pengeringan kurva

cenderung landai bahkan hampir sejajar dengan sumbu x. hal ini disebabkan karena angka laju pengeringan relatif konstan atau sudah berada pada daerah kadar air kesetimbangan sehingga pertambahan waktu pengeringan tidak lagi akan mempengaruhi nilai laju pengeringan.



Kadar air bk (%)

Gambar 11. Hubungan rata-rata laju pengeringan terhadap rata-rata kadar air

Tabel 2. Model laju pengeringan

Ulangan	Model Laju	Koefisien	Konstanta Pengering
1	y =	0.9484	0.0893
2	y =	0.8267	0.1224
3	y =	0.1722	0.053
4	y =	0.9409	0.1235
5	y =	0.923	0.1148

Sama seperti pada karakteristik laju pengeringan terhadap waktu, pada awal pengeringan laju pengeringan cukup tinggi karena kandungan air dalam bahan masih banyak tersedia. Selanjutnya air pada permukaan bahan semakin tipis sehingga perpindahan air ke udara pengering berasal dari dalam bahan yang menyebabkan laju pengeringan semakin menurun. Laju

pengeringan akan turun perlahan-lahan seiring berkurangnya kadar air dalam bahan sampai pada kadar air yang telah ditentukan. Hal ini menyerupai dengan hasil penelitian dari perpindahan air dari dalam bahan tidak langsung berpindah ke udara namun mengalami difusi penguapan dari dalam bahan menuju permukaan, karena konsentrasi air di dalam bahan lebih besar dari konsentrasi air di permukaan bahan, sehingga air dapat berpindah ke udara. Karakteristik pengeringan biji kenari dari analisis rata-rata laju pengeringan terhadap rata-rata kadar air mempunyai model $y=0.3738e^{11.315x}$ dengan $R^2 = 0.9722$. Koefisien korelasi R^2 mendekati 1 menunjukkan hubungan yang sangat erat antara data penelitian dan laju pengeringan dugaan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

1. Penyebaran suhu pada ruang plenum, ruang pengering, suhu bahan dan suhu udara luar. Suhu udara pengering berkisar $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ terjadi fluktuasi suhu dalam ruang pengering.
2. Kadar air turun berbanding terbalik dengan perubahan waktu. Semakin lama pengeringan semakin kecil kadar air biji kenari menunjukkan pola penurunan kadar air pada percobaan ini dengan 5 ulangan memperlihatkan pola eksponensial. Lama pengeringan biji kenari dengan menggunakan alat pengering dengan kadar air awal 21 % memerlukan waktu 10 jam hingga diperoleh rata-rata kadar air biji kenari pada akhir pengeringan sebesar 7,17 % basis basah.
3. Laju pengeringan biji kenari terhadap waktu pengeringan terjadi laju pengeringan menurun dengan model pendugaan laju pengeringan terhadap waktu adalah $y = 3.8532e^{-0.151x}$ dengan koefisien korelasi $R^2 = 0.899$ Konstanta pengeringan yang diperoleh pada setiap

ulangan berbeda-beda tergantung pada kadar air dan laju pengeringan.

4. Laju Pengeringan biji kenari terhadap kadar air biji kenari mempunyai model $y = 0.3738e^{11.315x}$ $R^2 = 0.9722$.

5.2 Saran

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

1. Dilakukan penelitian pengeringan biji kenari dengan mendisain alat pengering yang dirancang berdasarkan karakteristik biji kenari hasil penelitian ini.
2. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan membuat analisa ekonomi penggunaan alat pengering.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin,s., Jamaluddin dan muh.Rais 2018. Laju pindah panas dan massa pada proses pengeringan gabah menggunakan alat pengering tipe bak (batch dryer).
- Anonym. 2009. <http://derryariadi.blogspot.co.id/2009/04/apa-yang-dimaksud-laju-pengeringan.html> Diakses pada 16 Mei 2017.
- Anonym. 2013. <http://projectmedias.blogspot.co.id/2013/10/jenis-jenis-fan-kipas-angin.html> Diakses pada 16 Mei 2017.
- Anonym. 2018. http://www.scribd.com>document>makalah_kenari Diakses pada 26 Juli 2018
- Anonym. http://pabrikwiremesh.com/?produk/kawat_loket Diakses pada 16 Mei 2017
- Anonym. http://penjualheater.blogspot.co.id/p/blog-page_7.html Diakses pada 16 Mei 2017.
- Brooker, D.B., W.F.B. Arkema., C.W. Hall, 1974. *Drying Cereal Grain*. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut
- Diantoro. R. 2015. Makalah Termostat. <https://rikadiantoro.wordpress.com/2014/03/25/makalah-termostat/> Diakses pada 16 Mei 2017.
- Djakarsi S, S. Raharjo, Z. Noor, S. Sudarmadji. 2007. Sifat Fisik dan Kimia Minyak Kenari. Jurnal UGM.
- Hadad, EA, A. Murawan, dan Suparman. 2000. Karakterisasi dan Pemanfaatan Plasma Nutfah Tanaman Pala. Buletin Plasma Nutfah Vol. 6 No. 2. Badan penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Hall, Carl W/ 1980. *Drying and Storage Agricultural Crops*. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.
- Hatta, S. 1993. *Budidaya Pala Komuditas Eksport*. Yogyakarta, Konisius.
- Henderson M and R. L. Perry. 1976. *Agricultural Proses engineering 3th edition*, the publishing compeny. Inc., wesport connecticut USA.
- Harahap F. *Pengeringan Gabah*. Pusat Teknologi Pembangunan. ITB
- Holman J. P. 2002. *Heat Transfer 9th edition* Mc. Grawhilll. Singapore.
- Koloay, L. Lengkey, F.Wenur. 2017. Karakteristik Dan model pengeringan lapisan tipis daging buah pala (*Myristica fragrans* Hoult) *Experimental Dryer* cocos vo 1, No 7 (2017) <http://jurnal.unsrat.ac.id>. Diakses tanggal 17 juni 2018.
- Komson. 2006. *Air Bioksigen, Manfaat Bagi Kesehatan*.
- Lengkey LCChE, Budiastira IW, Seminar KB, Purwoko BS. 2013. Determination of chemical properties in *jatropha curcas* 1. Seeds IP-3P by partial least square regression and near infrared spectroscopy. *International Journal Of Agriculture Innovation And Research*. 2 (1) : 41-48.
- Libono S. 2013. Daya Antiosidan ekstrak

etanol biji kenari (*Canarium indicum* L.) dengan metode DPPH jurnal ilmiah mahasiswa Universitas Surabaya vol 2, No 2 (2013).

Media Informasi Kesehatan Indonesia, 2012. *Buah Kenari* pada <http://www.kesehatan123.com>.

Pinoke L, H. Rawung, I. Longdong, S. Kairupan. 2013. Karakteristik Penjemuran Biji Pala (*Myristica fragrans* Houtt) di Kabupaten Halmahera Utara. Jurnal Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Sam Ratulangi.

Rini S. S. 2015. Teknologi Pengolahan Pangan Pengeringan (Dryer). <http://sriulistr.blog.upi.edu/2015/11/04/teknologi-pengolahan-pangan--pengeringan-drying/> Diakses pada 16 Mei 2017.

Surbakti N. Pengeringan Buatan. <http://www.scribd.com/doc/151076875/pengeringan-buatan> Diakses pada 16 Mei 2017.

Susanto T dan B. Saneto. 1994. Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian. Cetak 1. Pt binailmu. ISBN 979-422-000-0.

Syarief, R. dan H. Halid. 1993. Teknologi Penyimpanan Pangan. Arcan, Jakarta. Di akses 16 Mei 2017.

Thahir, R. 1986. *Analisis Pengeringan Gabah Berdasarkan Model Silindris*. Disertasi. Fakultas Pasca Sarjana IPB. Bogor

Winarti, Sri. 2010. *Makanan Fungsional*. Surabaya: Graha Ilmu.

Wirakartakusumah, M. A., dkk. 1989. *Prinsip Teknik Pangan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan IPB. Bogor.