

OPTIMASI ALAT PENGERING BERBASIS TENAGA MATAHARI DENGAN PENAMBAHAN KOLEKTOR SEKUNDER

ROMBE ALLO

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Cenderawasih
Email: allorombe@ymail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja alat pengering tenaga panas matahari konvensional dan modifikasi (menggunakan kolektor sekunder). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Cenderawasih Jayapura. Metode yang digunakan adalah dengan membuat 2 (dua) buah alat pengering berukuran sama masing-masing dengan kolektor sekunder dan tanpa kolektor sekunder. Kolektor yang digunakan terbuat dari seng plat 0,3 mm dan kaca absorb 5 mm dengan menggunakan udara panas dan tenaga matahari sebagai media pengering. Alat ini, diharapkan dapat mengeringkan kakao dengan cepat serta memiliki tingkat kekeringan (kandungan air) yang merata sesuai dengan standar SNI (12-14%). Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah buah kakao yang baru dipanen memiliki berat 5 kg dengan kadar air 45%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kolektor sekunder mampu mengoptimalkan kinerja alat pengering tenaga matahari. Waktu yang diperlukan untuk menurunkan kadar air kakao panen dari 45% menjadi kadar air kering 13% adalah 8 jam (efisiensi 54,3% - 72,88%) pada alat pengering konvensional, sedangkan pada alat pengering dengan kolektor sekunder adalah 7 jam (efisiensi 58,29% - 74,74%).

Kata kunci : Kakao, efisiensi, kadar air, kolektor sekunder, pengeringan.

PENDAHULUAN

Alat pengering untuk hasil-hasil pertanian, perkebunan, dan perikanan yang sederhana dan murah sangat dibutuhkan oleh para petani dan nelayan di pedesaan. Komoditas hasil produksi petani dan nelayan tersebut berupa biji-bijian (gabah, jagung, kedele, biji kakao, dll), umbi-umbian (singkong, keladi, ubi jalar, dll), serta hasil laut (ikan dan udang). Produk-produk tersebut memiliki kandungan air tertentu sehingga dalam rangka pengawetan maka perlu dikeringkan lebih dahulu sebelum dilakukan penyimpanan.

Pengeringan bertujuan untuk mengeluarkan sebagian air yang dikandung oleh biji-bijian untuk menghindari tumbuhnya kecambah, mencegah pertumbuhan bakteri. Proses pengeringan juga dapat membunuh larva

dan mencegah pertumbuhan telur insekta. Disamping itu pula proses pengeringan membuat komoditas hasil pertanian, perkebunan dan perikanan tersebut menjadi lebih keras sehingga sukar untuk dirusak oleh insekta.

Pada umumnya, cara yang banyak digunakan dalam pengeringan adalah menghamparkan produk-produk yang masih basah tersebut diatas tanah yang diberi alas dan dikeringkan dibawah sinar matahari. Meskipun cara ini sangat sederhana dan murah namun gangguan cuaca dan burung-burung sukar dihindari sehingga kurang efektif. Cara lain yang lebih maju ialah pengeringan yang menggunakan sistem pemanasan dengan bahan bakar (*Syukri Himran*) namun cara ini memerlukan ruang pengering dengan konstruksi tertentu, alat kontrol temperatur serta tambahan cerobong untuk pengeluaran gas hasil pembakaran

disamping cerobong untuk pengeluaran udara pengering, sehingga lebih kompleks/rumit.

Alat pengering yang sederhana dan mudah dioperasikan oleh para petani adalah alat pengering tenaga surya yang terdiri dari kolektor, ruang pengering dan cerobong. Udara dipanaskan di dalam kolektor sebelum masuk ke dalam ruang pengering, kemudian keluar ke atmosfer melalui cerobong. Prinsip dasar dari alat pengering kakao tenaga surya adalah membiarkan biji kakao yang masih basah di dalam ruang pengering ber-singgungan dengan udara dengan kelembaban relatif rendah (udara yang telah mengalami pemanasan di kolektor).

Kajian-kajian terhadap pengeringan dengan tenaga surya sudah banyak dilakukan namun perlu ada penyempurnaan untuk memberi hasil yang optimum. Selain itu perlu ada teknologi tepat guna ini perlu diterapkan kepada masyarakat di daerah-daerah sentra pangan agar terjadi peningkatan produktifitas dan kualitas komoditas-komoditas yang dihasilkan oleh para petani dan nelayan demi untuk peningkatan kesejahteraan mereka. Sebagaimana yang telah dijelaskan di atas bahwa dalam proses pengeringan diperlukan udara panas untuk menguapkan uap air dari komoditas-komoditas yang masih basah. Disamping itu, aliran udara tersebut berguna untuk membawa keluar uap air yang sudah diuapkan. Asumsi pada penelitian yang dilakukan oleh *Exell* bahwa temperatur udara setelah meninggalkan ruang pengering sama dengan temperatur udara masuk ruang pengering. Namun sesuai penelitian *Chinenye* pada kenyataannya temperatur udara setelah meninggalkan ruang pengering lebih rendah daripada temperatur udara masuk ruang pengering, sehingga asumsi tersebut kurang tepat. Dari penelitian, udara yang meninggalkan ruang pengering memiliki sifat: 1) mengandung uap air, dan 2) bertemperatur lebih rendah yakni $\pm 9\%$ lebih rendah daripada temperatur lingkungan.

Akibatnya temperatur udara di dalam cerobong terpengaruh dan menjadi rendah (temperatur udara di dalam alat pengering tidak seragam), sehingga kecepatan aliran udara keluar cerobong tidak optimal.

Untuk mengatasi kelemahan tersebut, pada kajian ini akan dilakukan penambahan kolektor sekunder setelah ruang pengering. Kolektor sekunder ini berfungsi memanaskan udara yang keluar ruang pengering, sehingga temperatur udara sepanjang cerobong tidak terpengaruh oleh penurunan temperatur udara yang meninggalkan ruang pengering. Dengan demikian diharapkan temperatur udara yang masuk ke dalam ruang pengering sama besar dengan temperatur udara yang keluar ruang pengering, sehingga kecepatan udara yang masuk dan keluar alat pengering berlangsung secara optimum (proses dan kualitas pengeringan menjadi lebih baik).

Penelitian ini akan difokuskan pengeringan biji kakao yang baru dipetik, mengingat Universitas Cenderawasih berdekatan dengan sentra-sentra kakao di Papua yaitu kabupaten Keerom dan kabupaten Jayapura. Untuk biji kakao, kadar air setelah pemetikan berkisar antara 43-50% sedang untuk penyimpanan yang aman kadar air 12-14% (standar SNI).

LANDASAN TEORI

A. Teori Pengeringan

Bahasa ilmiah pengeringan adalah penghidratan, yang berarti menghilangkan air dari suatu bahan. Proses pengeringan atau penghidratan berlaku apabila bahan yang dikeringkan kehilangan sebagian atau keseluruhan air yang dikandungnya. Proses utama yang terjadi pada proses pengeringan adalah penguapan. Penguapan terjadi apabila air yang dikandung oleh suatu bahan menguap, yaitu apabila panas diberikan kepada bahan tersebut. Panas ini dapat diberikan melalui berbagai sumber, seperti kayu api, minyak dan gas, arang, batu bara ataupun tenaga surya.

Pengeringan juga dapat berlangsung dengan cara lain yaitu dengan memecahkan ikatan molekul-molekul air yang terdapat di dalam bahan. Apabila ikatan molekul-molekul air yang terdiri dari unsur dasar oksigen dan hidrogen dipecahkan, maka molekul tersebut akan keluar dari bahan. Akibatnya bahan tersebut akan kehilangan air yang dikandungnya. Cara ini juga disebut pengeringan atau penghidratan. Untuk memecahkan ikatan oksigen dan hidrogen ini, biasanya digunakan gelombang mikro. Gelombang mikro merambat dengan frekuensi yang tinggi. Apabila gelombang mikro disesuaikan setara dengan getaran molekul-molekul air maka akan terjadi resonansi yaitu ikatan molekul-molekul oksigen dan hidrogen digetarkan dengan kuat pada frekuensi gelombang mikro yang diberikan sehingga ikatannya pecah.

Dalam sektor pertanian sistem pengeringan yang umum digunakan adalah tenaga surya. Pada sistem tenaga surya ini, bahan diekspose ke sinar surya secara langsung maupun tidak langsung. Uap air yang terjadi dipindahkan dari tempat pengeringan melalui aliran udara. Proses aliran udara ini terjadi karena terdapat perbedaan tekanan yang dipicu oleh perbedaan temperatur. Perbedaan temperatur udara mengakibatkan terjadinya perpindahan panas dan massa (aliran udara) yang terjadi baik secara konveksi bebas maupun konveksi paksa. Konveksi bebas terjadi tanpa bantuan luar, yaitu pengaliran panas dan massa hanya bergantung pada perbedaan temperatur yang disebabkan oleh perbedaan densitas udara, sedangkan pada konveksi secara paksa digunakan kipas untuk memaksa gerakan udara.

Pada sistem pengeringan yang bersumberkan tenaga minyak, bahan yang akan dikeringkan diletakkan di dalam suatu kabin tertutup. Udara panas hasil pembakaran minyak dialirkan mengenai permukaan bahan tersebut. Akhir-akhir ini, cara tersebut di atas juga digunakan dalam teknologi tenaga surya. Udara yang dipanaskan oleh pengumpul surya

digunakan untuk menguapkan air pada bahan.

B. Metode Pengeringan

1. Pengeringan alami

Pengeringan alami dengan menjemur atau mengangin-anginkan, dilakukan dengan :

- a. Pengeringan di atas lantai (lamporan)
- b. Pengeringan di atas rak
- c. Pengeringan dengan ikatan-ikatan ditumpuk
- d. Pengeringan dengan ikatan-ikatan yang diberdirikan
- e. Pengeringan dengan memakai tonggak.

Pengeringan secara alami mempunyai kelemahan antara lain :

1. Memerlukan banyak waktu dan tenaga untuk menebarkan, membalik dan mengumpulkan kembali
2. Sangat bergantung pada cuaca, sehingga padi tidak dapat dikeringkan apabila cuaca buruk, terlebih apabila hujan datang pada saat sedang menjemur
3. Memerlukan lahan yang luas untuk jumlah biji-bijian yang banyak dan lahan yang dijadikan lamporan semen tidak dapat lagi dipergunakan untuk beberapa keperluan lain
4. Sulit mengatur suhu dan laju pengeringan, sehingga banyak butir retak apabila terlalu panas seperti pengeringan di atas semen atau alas logam

2. Pengeringan Buatan

Pengeringan buatan mempunyai kelebihan dibanding pengeringan alami yaitu waktu penjemuran yang lebih singkat dan biji-bijian yang dijemur lebih bersih dan terlindung dari debu, hujan dan lain-lain. Pengereng buatan bermacam-macam, ada yang menggunakan listrik,

matahari, bahan bakar sekam dan lain-lain. Pengerinan buatan dapat menggunakan udara dipanaskan. Udara yang dipanaskan tersebut dialirkan ke bahan yang akan dikeringkan dengan menggunakan alat penghembus fan.

Pengerinan dengan menggunakan alat mekanis (pengerinan buatan) yang menggunakan tambahan panas memberikan beberapa keuntungan diantaranya tidak tergantung cuaca, kapasitas pengerinan dapat dipilih sesuai dengan yang diperlukan, tidak memerlukan tempat yang luas, serta kondisi pengerinan dapat dikontrol.

Pengerinan mekanis ini memerlukan energi untuk memanaskan alat pengering, mengimbangi radiasi panas yang keluar dari alat, memanaskan bahan, menguapkan air bahan serta menggerakkan udara. Alat pengering buatan pada umumnya terdiri dari tenaga penggerak dan kipas, unit pemanas (heater) serta alat-alat kontrol. Sebagai sumber tenaga untuk mengalirkan udara penggerak dapat digunakan motor bakar atau motor listrik. Untuk alat pengering dengan unit pemanas, beberapa macam sumber energi panas yang bisaanya dipakai adalah gas, minyak bumi, batubara atau elemen pemanas listrik. Sumber energi panas pengerinan buatan dapat diperoleh dari listrik, kayu, minyak bumi dan gas.

C. Persamaan - persamaan Yang Digunakan

1. Penentuan kadar air kakao

Kandungan air suatu bahan dapat dinyatakan dalam *wet basis (basis basah)* atau *dry basis (basis kering)*. Kandungan kelembaban dalam wet basis menyatakan perbandingan massa air dalam bahan dengan massa total bahan. Persentase kadar air M dari sampel bahan berdasarkan basis basah sesuai dengan persamaan:

$$M = \left(\frac{w-d}{w} \right) 100\% \quad (1)$$

Dimana w adalah massa sampel basah (kg) dan d adalah massa sampel kering (kg). Dalam pengujian ini, prosentase

kadar air ditentukan dengan menggunakan alat pengetes kadar air.

2. Jumlah uap air yang dikeluarkan dari kakao.

$$m_w = w_i \frac{(M_i - M_f)}{(100 - M_f)} \quad (2)$$

3. Jumlah udara yang dibutuhkan untuk pengerinan.

Dari persamaan:

$$m_w L = m_a C_p (T_i - T_f)$$

Diperoleh:

$$m_a = \frac{m_w \times L}{C_{pa} \times (T_i - T_f)} \quad (3)$$

4. Kalor untuk penguapan air (P_p)

$$P_p = \dot{m}_w \times h_{fg} \quad (4)$$

5. Kalor total untuk pengerinan (Q_c)

$$Q_c = A_c I_g \quad (5)$$

6. Efisiensi alat pengering (η_{th})

$$\eta_{th} = \frac{P_p}{Q_c} \times 100\% \quad (6)$$

METODE PENELITIAN

A. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Cenderawasih, Jayapura.

B. Peralatan dan Bahan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Pyranometer, untuk mengukur intensitas radiasi global dari sinar matahari. Tipe alat yang digunakan adalah LI-18, dengan nilai skala terkecil (NST) 1 W/m²
- Mistar Ukur, untuk mengukur ketebalan kakao.
- Moisture Meter, untuk mengukur kadar air kakao. Tipe alat yang digunakan adalah TS-D2 merk Iseki – Rika.
- Termokopel, untuk mengukur panas alat pengering dengan recorder Digital Multimeter W/Holster model KW06-271 merk Krisbow.
- Termometer air raksa, untuk mengukur temperatur lingkungan.

- Stopwatch, untuk mengukur waktu pengeringan.
- Timbangan, untuk mengukur berat kakao.

Bahan yang di gunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Plat seng tebal 0,3 mm sebagai absorber dan dinding ruang pengering.
- Jaring kawat/ayanan sebagai rak tempat kakao.
- Kaca tebal 2 mm sebagai penutup kolektor.
- Lem kaca/lem silikon untuk menutup celah kaca agar tidak ada kebocoran.
- Pipa besi Φ 3 inch untuk cerobong.
- Besi siku dan pipa segi empat untuk rangka.
- Elektroda las Φ 2,6 mm.
- Gabus (*styrofoam*) tebal 1 cm untuk insulator.

C. Tahapan Pengambilan Data

Adapun langkah-langkah dalam pengam-bilan data yang dilakukan secara eksperimental adalah :

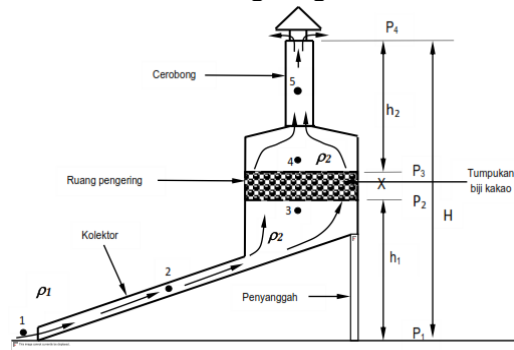
1. Memasang dan meletakkan alat pengering kakao di bawah sinar matahari.
2. Memasang alat ukur berupa termokopel dan pyranometer.
3. Alat pengering dibiarkan beberapa saat sampai diperoleh panas yang stabil pada kolektor sebelum proses pengeringan dan pengukuran dilakukan.
4. Menimbang dan mengukur ketebalan kakao sebelum dimasukkan ke ruang pengering dengan menggunakan timbangan dan mistar ukur.
5. Mengukur besarnya Intensitas radiasi global matahari dengan menggunakan pyranometer.
6. Mengukur temperatur udara sebelum masuk kolektor (temperatur sekeliling), temperatur udara meninggalkan kolektor masuk ruang pengering serta temperatur keluar ruang pengering seperti terlihat pada gambar 1 dan

2 dengan menggunakan termokopel.

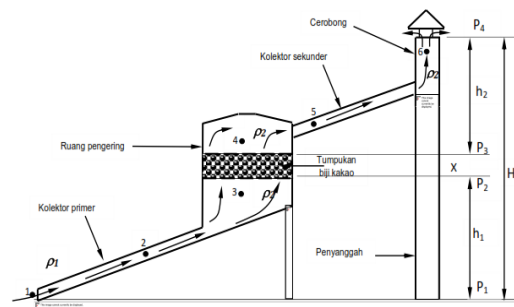
7. Mengukur kadar air kakao dengan menggunakan tester/moisture meter.
8. Pengukuran pada point 5 s/d 7 di atas dilakukan setiap 30 menit sampai diperoleh kadar air kakao antara 12% - 14%.
9. Kakao yang telah kering dikeluarkan dari rak kemudian ditimbang.
10. Lakukan prosedur pengambilan data di atas secara bersamaan pada alat pengering dengan kolektor sekunder.

Data-data hasil pengukuran ditulis dalam tabel data pengamatan kemudian dihitung dan dibuat dalam bentuk tabel dan grafik hasil penelitian untuk laju pengeringan yang terjadi dan efisiensi alat pengering selama proses pengeringan.

D. Gambar Alat Pengering



Gambar 1. Alat pengering tenaga surya tanpa kolektor sekunder (sebelum modifikasi)

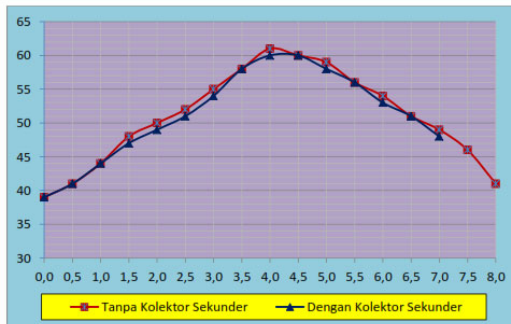


Gambar 2. Alat pengering tenaga surya dengan kolektor sekunder (modifikasi)

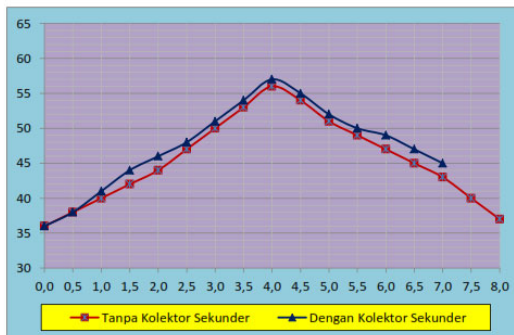
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Distribusi Temperatur pada Titik Sebelum dan Setelah Rak Pengering

Gambar 3 dan 4 memperlihatkan distribusi temperatur pada titik sebelum dan sesudah rak pengering (tumpukan biji kakao). Dari proses pengeringan biji kakao yang dilakukan dari jam 08.00-16.00 WIT nampak bahwa distribusi temperatur sejalan dengan temperatur lingkungan. Pembacaan termokopel pada titik sebelum rak pengering memperlihatkan distribusi temperatur yang lebih tinggi pada kolektor tanpa kolektor sekunder (alat pengering konvensional). Akan tetapi pada titik setelah rak pengering (setelah tumpukan biji kakao), distribusi temperatur pada alat pengering dengan kolektor sekunder nampak lebih tinggi.



Gambar 3. Grafik distribusi temperatur pada titik sebelum rak pengering (T_3)

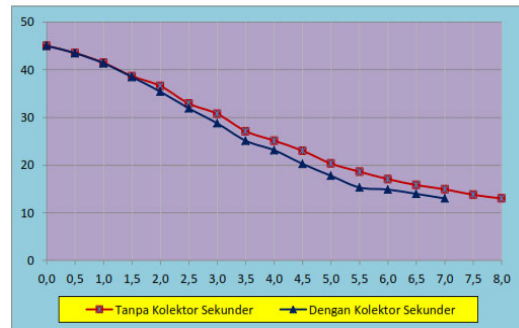


Gambar 4. Grafik distribusi temperatur pada titik setelah rak pengering (T_4)

Hal ini mengindikasikan bahwa alat pengering dengan kolektor sekunder memiliki kemampuan yang lebih baik

dalam hal sirkulasi udara pengering, sehingga laju pengeringannya lebih cepat.

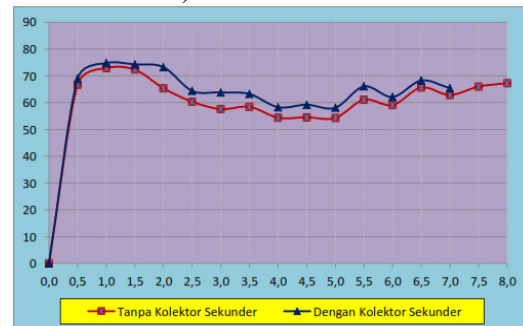
Pada gambar 5 di bawah terlihat bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan biji kakao dari kadar air panen sekitar $\pm 45\%$ menjadi kadar air kering standar yakni $\pm 13\%$ adalah 8 jam pada alat pengering tanpa kolektor sekunder (konvensional) dan 7 jam untuk alat pengering dengan kolektor sekunder (modifikasi).



Gambar 5. Grafik Perubahan Kadar Air (%) seiring bertambahnya waktu pengeringan (jam)

B. Efisiensi Alat Pengering Tenaga Panas Matahari

Dari gambar 6 di bawah, terlihat bahwa efisiensi alat pengering tenaga panas matahari akan naik seiring dengan bertambahnya waktu pengeringan yang disebabkan oleh meningkatnya temperatur udara di dalam ruang pengering akibat bertambahnya radiasi panas matahari yang diterima oleh kolektor. Hal ini memicu terjadinya peningkatan laju aliran massa udara yang masuk/keluar ruang pengering (perbedaan densitas udara luar dengan udara dalam ruang pengering yang semakin besar).



Gambar 6. Grafik Efisiensi alat pengering kakao

Nampak juga bahwa efisiensi alat pengering dengan kolektor sekunder lebih tinggi (lebih efektif) dibandingkan dengan alat pengering tanpa kolektor sekunder. Hal ini membuktikan bahwa penambahan kolektor sekunder pada alat pengering dapat mengoptimalkan kinerja alat tersebut.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Penambahan kolektor sekunder pada alat pengering tenaga surya dapat mengoptimalkan kinerja alat yang ditandai dengan laju pengeringan yang lebih cepat dan efisiensi yang lebih tinggi.
- 2) Sirkulasi udara pengering pada alat pengering dengan kolektor sekunder lebih baik dibandingkan dengan alat pengering tanpa kolektor sekunder yang ditandai dengan beda temperatur udara masuk/keluar ruang pengering yang lebih besar, hal ini akan meningkatkan laju aliran massa udara keluar cerobong.
- 3) Penambahan Kolektor Sekunder dapat menjaga temperatur di dalam ruang pengering tidak terlalu tinggi (tidak melebihi 70°C) sehingga kualitas dan kadar air kakao sebagai produk hasil pengeringan yang diperoleh sesuai dengan standar SNI (kadar air 12 – 14%).

DAFTAR PUSTAKA

- Allo, R., 2014, *Rancang Bangun Pengering Gabah Berbasis Tenaga Surya*, Jurnal RETAK, Vol.2, No. 3, Juli 2014, Jurusan Teknik Mesin Uncen, Jayapura
- Chinenye, N. M., 2009, *Effect of Drying Temperature and Drying Air Velocity on the Drying Rate and Drying Constant of Cocoa Bean*, the CIGR Ejourna, Manuscript 1091. Vol. XI., Abia State, Nigeria

- Exell, R. H. B., 1980, *Basic Design Theory for a Simple Solar Rice Dryer*, RERIC Journal: Vol. 1, No. 2, AIT, Bangkok, Thailand, pp. 1-13
- Himran S, 2012, *Study on Paddy Drying Using Husk Stove as a Heater Drying*, KE-025, SNTTM & Themofluid, No. 01/Vol.01/2012, UGM, Yogyakarta
- Rantepulung, S., Himran S, 2012, *Analisis Efisiensi Pengering Gabah dengan Tenaga Surya*, Tesis S2, Teknik Mesin Unhas, Makassar
- Rusman A.R., 2000, *Kaji Eksperimental dan Teoritik Penentuan Karakteristik Pengeringan Produk Pertanian*, Tesis S2, Mesin ITB, Bandung.

