



JURNAL RONA TEKNIK PERTANIAN

ISSN : 2085-2614; e-ISSN 2528 2654

JOURNAL HOMEPAGE : <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/RTP>



Penggunaan Kendal Sebagai Media Penyimpan Panas pada Kolektor Surya Plat Datar

Mustaqimah^{1*)}

¹⁾Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh
*E-mail : mustaqimahmus@yahoo.co.id

Abstrak

Kolektor surya merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengumpulkan energi matahari yang masuk dan diubah menjadi energi termal dan meneruskan energi tersebut ke fluida. Fluida yang digunakan dapat berupa minyak, oli ataupun udara. Penelitian ini bertujuan untuk membangun dan menguji kinerja kolektor surya plat datar dengan menggunakan kendal (lemak sapi) sebagai media penyimpan panas. Bagian utama kolektor surya plat datar yang dibangun dari: rangka, cover, isolator, pipa tembaga dan absorber. Penyiapan kolektor surya plat datar yaitu dengan cara memanaskan lemak sapi hingga mencair, lalu dimasukkan kedalam pipa tembaga. Kemudian kolektor surya diletakkan pada posisi orientasi dengan sudut kemiringan 20°. Pengujian dilakukan mulai pukul 09.00 sampai dengan 17.30 WIB pada cuaca yang cerah. Berdasarkan hasil penelitian, total radiasi tertinggi terjadi pada hari pertama sebesar 4240,82 (Watt Jam/m²). Jumlah energi yang diterima oleh kolektor tertinggi terjadi pada hari pertama yaitu sebesar 5540,07 kJ. Suhu rata-rata pada media penyimpan panas (kendal) adalah sebesar 43,20°C dan menghasilkan suhu rata-rata outlet sebesar 45,6°C. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kendal sebagai media penyimpan panas sangat baik karena suhu kolektor surya tetap stabil pada saat radiasi matahari sudah tidak ada.

Kata kunci: Kolektor surya, kendal, suhu outlet

Use of Kendal As a Heat Storage Medium on The Flat Solar Collector Type

Mustaqimah^{1*)}

¹⁾Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural, Syiah Kuala University, Banda Aceh, Indonesia
*E-mail : mustaqimahmus@yahoo.co.id

Abstract

Solar collector is a device that serves to collect the incoming solar energy and converted into thermal energy and redirects energy into the fluid. This study aimed to develop and test the performance of solar collector using kendal (beef fat) as a heat storage medium. The main parts of flat solar collector is constructed of: frame, cover, insulator, copper pipes and absorber. Preparation of flat plate solar collector that is done by heating until melted beef fat. Then inserted it into the copper pipe. After that, the solar collector is placed in a position with a slope angle 20° orientation. Testing was conducted from 09.00 until 17.30 on a sunny day. Based on the results of the study, the highest total radiation occurs on the first day at 4240.82 (Watt hours / m²). The amount of energy received by the collector is highest on the first day which amounted to 5540.07 kJ. The average temperature in the heat storage medium (Kendal) amounted 43.20 °C and generates an average outlet temperature that is equal 45.6 °C. The results of this study indicate that the use of kendal as excellent heat storage medium for solar collector temperature remains stable when solar radiation is not there.

Keywords: Solar collector, kendal, outlet temperature

PENDAHULUAN

Panas matahari merupakan salah satu energi yang potensial untuk dikelola dan dikembangkan bagi negara-negara yang terletak di khatulistiwa termasuk Indonesia. Diperkirakan sekitar 47 % atau sekitar $0,56 \text{ KW/m}^2$ yang berhasil diserap oleh bumi, dan pada akhirnya energi ini dipancarkan kembali ke atmosfer (Kadir, 1989). Arus energi surya yang rendah mengakibatkan dipakainya sistem dan kolektor yang luas permukaannya untuk mengumpulkan dan mengkonsentrasikan energi. Oleh sebab itu, diperlukan semacam sistem penyimpanan energi atau sistem konversi lain untuk menyimpan energi pada malam hari atau pada waktu cuaca mendung. Ada beberapa cara pemanfaatan panas matahari yaitu pemanasan ruangan, penerangan ruangan, kompor matahari, pengeringan hasil pertanian, distilasi air kotor, pemanasan air, dan pembangkit listrik (Culp, 1991).

Kolektor surya merupakan salah satu jenis alat penukar panas yang berfungsi menyerap intensitas radiasi matahari dan merubahnya menjadi energi. Panas yang dihasilkan digunakan untuk meningkatkan temperatur udara yang mengalir pada saluran udara kolektor surya. Kolektor surya memiliki beberapa komponen yaitu : transmisi, refleksi dan absorpsi. Komponen transmisi dapat diperoleh dengan menggunakan kaca, refleksi dari elemen cermin dan absorber dari bahan aluminium atau kuningan yang dilapisi dengan permukaan benda hitam (Priyadi, 2006).

Uji performansi kolektor surya plat datar bertujuan untuk mengetahui seberapa besar energi yang diterima oleh kolektor surya dengan menggunakan berbagai bahan sebagai media penyimpan panas. Pengujian ini dilatar belakangi permasalahan tingginya biaya energi dan rendahnya mutu produk yang dipengaruhi oleh beragamnya kadar air produk pengeringan dan dapat diterapkan sebagai contoh pengering produk pertanian ditingkat petani unit pengolahan skala kecil, sehingga dapat meningkatkan pendapatan petani. Terdapat beberapa material penyimpan panas yang ada di pasaran pada saat ini yaitu parafin, damar dan lemak hewan (kendal) .

Lemak adalah senyawa kimia yang tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik. Berat jenis lemak lebih rendah daripada air, oleh karena itu mengapung ke atas dalam campuran air dan minyak atau cuka. Lemak hewan pada umumnya berbentuk padat pada suhu kamar karena banyak mengandung asam lemak jenuh, misalnya asam palmitat dan stearat yang mempunyai titik cair lebih tinggi (Lawrie, 2003).

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja kolektor surya plat datar dengan Lemak sebagai media penyimpan panas.

METODE PENELITIAN

Persiapan dan membangun konstruksi kolektor surya plat datar dilakukan di Laboratorium Perbengkelan Pertanian Program Studi Teknik Pertanian dan pengujian alat dilakukan di halaman depan gedung Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala. Penelitian dimulai pada bulan Agustus 2014 dan berakhir bulan Februari 2014. Alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah kolektor surya plat datar, termometer, anemometer, *hybrid recorder*, *solarimeter*, *hot plate* dan timbangan digital. Sedangkan bahan yang digunakan sebagai media penyimpan panas dalam penelitian adalah kendal (lemak sapi). Tabel 1 menguraikan kriteria fungsional dan struktural dari bagian-bagian kolektor surya yang dirancang.

Tabel 1. Kriteria fungsional dan struktural

No	Bagian	Fungsional dan struktural
1	Cover	Mengurung suhu udara panas yang berada didalam kolektor surya agar tidak keluar yang terbuat dari kaca 90 cm x 60 cm x 0,3cm
2	Isolator	Mengisolir panas yang ditangkap oleh kolektor, terbuat dari triplek (90 cm x 60 cm x 0,15 cm)
3	Pipa Tembaga	Menampung <i>parafin</i> dan kendal, dengan diameter 2,3 cm dan ketebalan 0,05 cm
4	Plat absorber	Penyerap panas tinggi untuk menyerap radiasi matahari, terbuat dari seng 0,05 cm yang dicat dengan warna hitam pekat
5	Rangka	Tempat peletakan komponen-komponen kolektor surya yang terbuat dari besi siku

Pengujian Kolektor Surya Plat Datar

Uji kinerja kolektor surya plat datar dilakukan selama 3 hari pada sudut kemiringan 20⁰, mulai dari pukul 09.00 WIB sampai dengan 17.30 WIB. Proses pengujiannya dilakukan dengan urutan sebagai berikut : Pengisian kendal, menyiapkan kolektor surya, menyiapkan alat ukur, mengukur perubahan suhu yang terjadi pada plat kolektor, udara absorber, pipa, suhu lingkungan dan suhu kaca, mengukur radiasi surya yang terjadi dan mengamati cuaca,

mengukur kecepatan udara dan suhu lingkungan. Pengambilan data dilakukan setiap 15 menit sekali.

Analisa Data

Total Radiasi

Radiasi surya dibagi menjadi dua bagian, yaitu radiasi surya global (I) dan radiasi surya harian (I_h). Pengukuran radiasi dilakukan dengan menggunakan *solarimeter*. Data keluarannya berupa tegangan (mV) yang terlihat pada multimeter. Untuk mengetahui radiasi surya dapat dihitung dengan persamaan (1).

$$I = \frac{\text{Data Hasil Pengukuran (mV)}}{FK} \times 1000 \quad (1)$$

Keterangan :

Fk = Faktor koreksi (17,2 mV/kW/m²)

I = Radiasi Surya (Watt/m²)

Total radiasi surya harian (I_h) dihitung secara matematis dengan menggunakan metode Simpson. Metode Simpson merupakan metode integral numerik yang menggunakan fungsi polinomial dengan order lebih tinggi (persamaan 2).

$$I_h = \frac{\Delta t}{3} [I_i + I_f + (4 \sum I_{t_{gl}}) + (2 \sum I_{t_{gp}})] \quad (2)$$

Keterangan :

I_h = Total radiasi surya harian (Watt.h/m² atau Watt.jam/m²)

Δt = Selang waktu pengukuran (jam)

I_i = Radiasi awal (Watt/m²)

I_f = Radiasi akhir (Watt/m²)

$I_{t_{gl}}$ = Radiasi jam ganjil (Watt/m²)

$I_{t_{gp}}$ = Radiasi jam genap (Watt/m²)

Jumlah Energi

Panas yang dipancarkan oleh surya dapat dimanfaatkan untuk memanaskan air dengan bantuan sebuah kolektor panas. Dengan didasari oleh teori efek rumah kaca, maka efektivitas pengumpulan panas bisa ditingkatkan. Energi radiasi yang diterima kolektor plat datar dapat dihitung dengan persamaan 3.

$$Q_{rad} = A_c [I_t (\alpha \tau)] \quad (3)$$

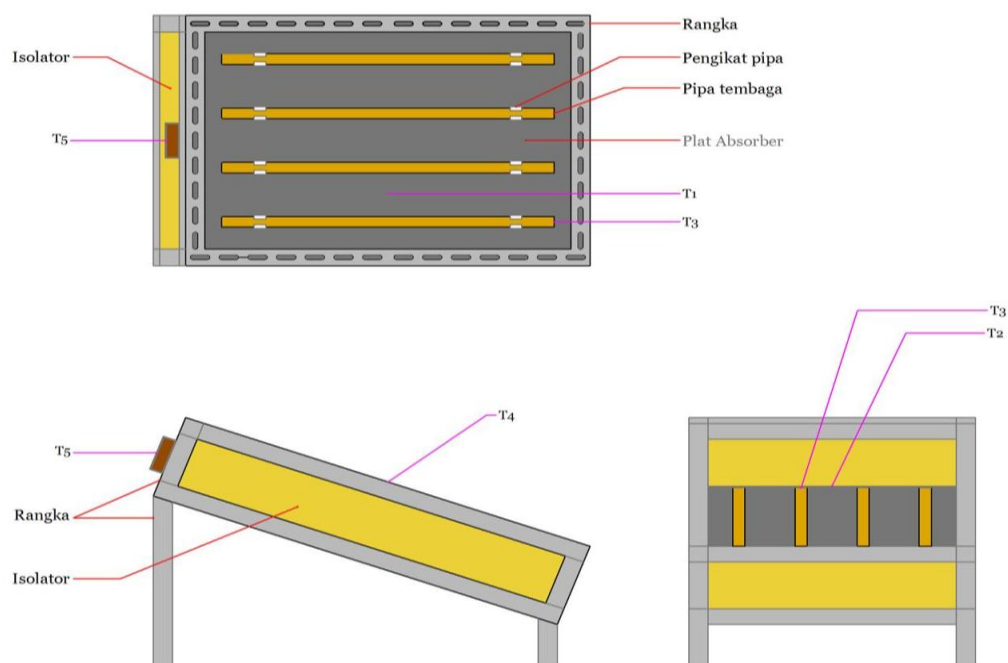
Keterangan :

Q_{rad} = Energi radiasi (Joule)

- A_c = luasan absorber (m^2).
 τ = Koefisien transmisivitas cover
 α = Koefisien absorpsivitas plat penyerap
 I_T = Radiasi total surya ($Watt/m^2$)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum kerja dari kolektor surya yang dirancang adalah mengumpulkan energi radiasi matahari yang datang ke permukaan kaca penutup dan kaca transparan, selanjutnya energi radiasi tersebut akan mengalami tiga proses transfer energi dari konduksi, konveksi dan radiasi dari kaca penutup ke plat penyerap. Kaca transparan digunakan sebagai penutup kolektor untuk meneruskan radiasi surya berupa gelombang pendek dan mencegah panas yang keluar dari kolektor ke lingkungan sebagian atas serta untuk memperkecil panas yang hilang dari kolektor ke lingkungan pada bagian samping kolektor. Kolektor surya yang dirancang beserta titik-titik pengukurannya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kolektor surya Plat Datar Hasil Rancangan

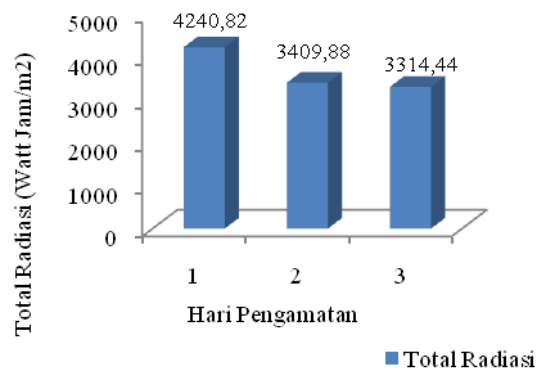
Keterangan Gambar 1:

- T_1 = pengukuran suhu plat absorber
 T_2 = pengukuran suhu ruangan kolektor surya
 T_3 = pengukuran suhu pada media penyimpan panas
 T_4 = pengukuran suhu pada kaca
 T_5 = pengukuran suhu pada outlet

Kolektor surya plat datar hasil rancangan terdiri dari plat penyerap yang memiliki konduktivitas termal yang baik dan plat penyerap tersebut berhubungan dengan pipa-pipa tembaga yang berisikan kendal. Panas radiasi matahari yang datang, ditransmisikan melalui penutup transparan dan diubah menjadi panas oleh plat penyerap dimana bagian dasar dan sisi plat penyerap diberi isolasi. Panas yang diterima oleh plat penyerap selanjutnya dikonduksikan ke pipa-pipa yang berisi kendal yang kemudian disimpan oleh media penyimpan panas tersebut. Panas yang telah disimpan oleh kendal akan dikeluarkan pada saat media penyimpan panas mengalami proses membeku. Kendal yang ada di dalam pipa mulai mengalami proses pembekuan secara alami pada suhu dibawah 30 °C.

Total Radiasi

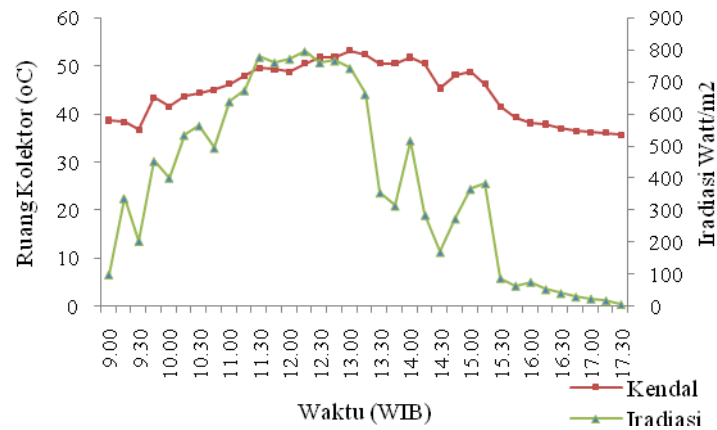
Pada Gambar 2 diperlihatkan bahwa total radiasi tertinggi pada kolektor surya terjadi pada hari pertama yaitu sebesar 4240,82 (Watt Jam/m²), karena cuaca pada percobaan pertama mulai jam 10.00 WIB dalam kondisi yang cerah sampai dengan jam 16.00 WIB, sehingga nilai radiasi pada hari tersebut sangat tinggi.



Gambar 2 . Nilai Total Radiasi

Suhu Ruang Kolektor

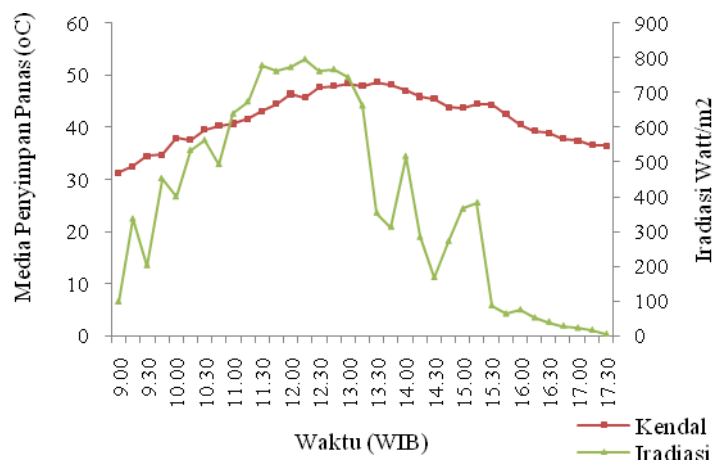
Suhu ruang kolektor tertingginya terjadi pada pukul 13.00 WIB sebesar 53,2 °C dan iradiasinya sebesar 744,2 Watt/m². Dapat dilihat pada Gambar 3, walaupun iradiasi sudah mengalami penurunan secara drastis hingga menjadi 5,8 Watt/m², tetapi suhu ruang kolektor masih tergolong stabil dengan suhu rata-rata sebesar 44,7 °C.



Gambar 3. Distribusi suhu pada Ruang Kolektor

Suhu Media Penyimpan Panas

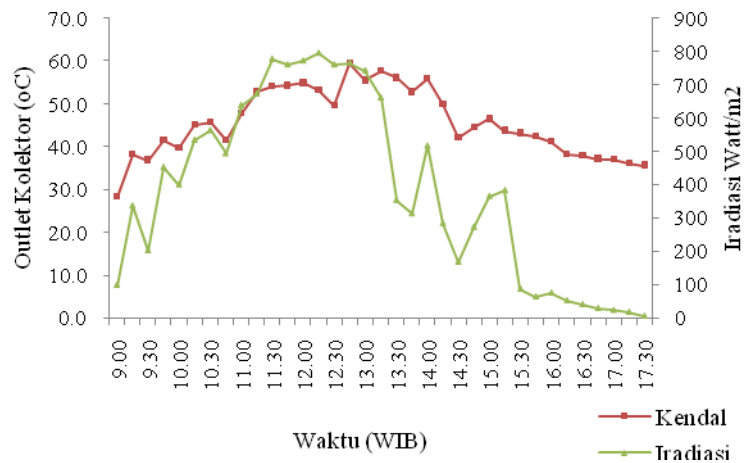
Suhu media penyimpanan panas (kendal) awal (pukul 9.00 WIB) adalah $31,3^{\circ}\text{C}$ dengan iradiasi sebesar $98,8 \text{ Watt/m}^2$, kemudian suhu media penyimpanan panas terus meningkat hingga suhu tertingginya terjadi pada jam 13.30 WIB, dimana suhu tertinggi yang diserap oleh ruang kolektor adalah sebesar $48,6^{\circ}\text{C}$ dan iradiasinya sebesar $354,6 \text{ Watt/m}^2$. Walaupun pada saat iradiasi sudah mengalami penurunan secara drastis hingga menjadi $5,8 \text{ Watt/m}^2$, tetapi suhu media penyimpanan panas masih berada di atas suhu awal pada saat pengujian. Suhu rata-rata pada media penyimpanan panas kolektor surya dengan media kendal sebesar $44,7^{\circ}\text{C}$. Berdasarkan Gambar 4, dapat dikatakan bahwa penggunaan kendal sebagai media penyimpanan panas pada penelitian ini telah dapat bekerja dengan baik.



Gambar 4. Distribusi Suhu pada Media Penyimpanan Panas

Suhu Outlet Kolektor

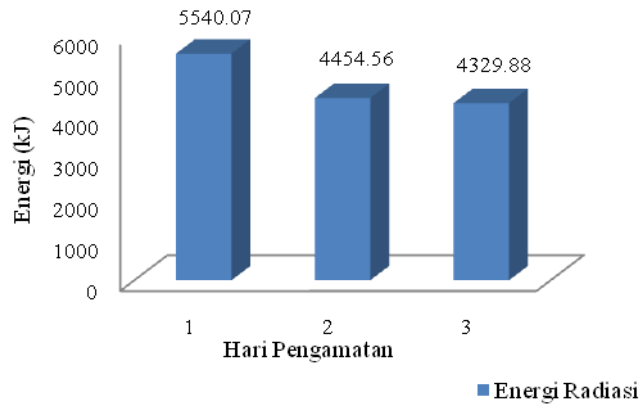
Suhu *outlet* pada jam pertama pengujian adalah sebesar 28,2 °C dengan besar iradiasi 98,8 Watt/m², kemudian suhu outlet terus meningkat hingga suhu tertingginya terjadi pada jam 12.45 WIB, dimana suhu tertinggi yang diserap oleh outlet adalah sebesar 59,5 °C dan iradiasinya sebesar 767,4 Watt/m². Dapat dilihat pada Gambar 5 bahwa meskipun nilai iradiasi terus menurun, namun suhu outlet masih berada di atas suhu awal pada saat pengujian. Suhu rata-rata pada outlet kolektor surya dengan media kendal sebagai penyimpanan panas sebesar 45,6 °C.



Gambar 5. Distribusi Suhu pada Outlet Kolektor

Energi Radiasi yang Diterima oleh Kolektor

Radiasi yang dipantulkan ke penutup akan dipantulkan kembali ke pelat penyerap, sehingga terjadi pemantulan berulang. Radiasi yang diserap kemudian ditransmisikan melalui lubang outlet yang akan disalurkan ke ruang pengeringan (Nitipraja, 2008). Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa jumlah energi radiasi terbesar yang diterima oleh kolektor terjadi pada hari pertama yaitu sebesar 5540,07 kJ, ini terjadi karena energi radiasi pada hari pertama sangat didominasi oleh keadaan yang cerah.



Gambar 6. Nilai Energi Radiasi yang diterima oleh Kolektor

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Total radiasi tertinggi yang dihasilkan pada penelitian ini terjadi pada hari pertama, dimana total radiasinya sebesar 4240,82 (Watt Jam/m²) dan jumlah energi radiasi terbesar yang diterima oleh kolektor surya terjadi pada hari pertama yaitu sebesar 5540,07 kJ.
- Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan kendal sebagai media penyimpan panas sangat baik untuk kinerja kolektor surya, dimana suhu kolektor surya tetap stabil pada saat radiasi matahari sudah tidak ada.

Saran

- Disarankan untuk suhu kolektor surya plat datar dengan menggunakan kendal sebagai media penyimpan panas dapat diaplikasikan pada industri-industri yang melakukan proses pengeringan bahan pertanian dan produk-produk olahan makanan.
- Perlu dilakukan penelitian lanjut, untuk mempelajari kinerja kendal sebagai media penyimpan panas pada kolektor surya plat datar yang diaplikasikan langsung pada pengeringan komoditi pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Kadir, A. 1995. Energi Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik Dan Ekonomi, Edisi kedua, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Culp Jr, A. W. 1991. Prinsip-prinsip Konservasi Energi. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Priyadi, 2006. Rancang Bangun Kolektor Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif Masyarakat kota Bengkulu, Lap. Penelitian, Univ. Bengkulu.

- Lawrie, R. A. 2003. Ilmu Daging. Terjemahan Aminudin Parakkasi. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Nitipraja, F.R. 2008. Rancangan Alat Pengering Dengan Kolektor Surya Pelat Datar Yang Menggunakan Air Sebagai Media Penyimpan Panas Untuk Pengeringan Gabah. Skripsi. FATETA IPB. Bogor.
- Priyadi, I. 2008. Rancang Bangun Kolektor Surya Menggunakan Absorber Kuningan Sebagai Teknologi Alternatif Sumber Energi Thermal. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008 Universitas Lampung, 17-18 November 2008.
- Rosa, Yazmendra, Hanif & Zuhendri, 2004. Optimasi Udara panas Keluaran Kolektor Surya. Jurnal Teknik Mesin Vol.1 No.1 Politeknik Negeri Padang.
- Tirtoatmodjo R, & Handoyo EA, 1999. Unjuk Kerja Pemanas Air Jenis Kolektor Surya Plat Datar dengan Satu dan Dua Kaca Penutup. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 1 No. 2, hal. 115-121, UKI Petra, Surabaya.