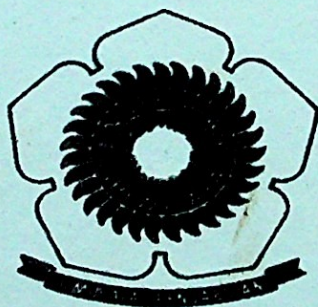


**OTOMATISASI ALAT PENGERING BERDASARKAN PERUBAHAN
TINGGI PERMUKAAN GABAH**

**Oleh
FAYUSTINA**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2008**

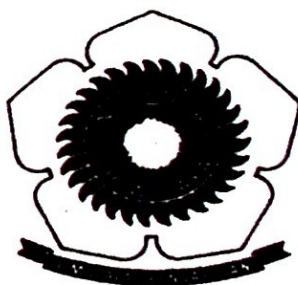
664.725 09
Fay
e-obong
2008



**OTOMATISASI ALAT PENGERING BERDASARKAN PERUBAHAN
TINGGI PERMUKAAN GABAH**

R. 17473 / 17866

**Oleh
FAYUSTINA**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2008**

SUMMARY

FAYUSTINA. Paddy Rice Drier Automatization Based on the Change of paddy Rice Surface Height (Supervised by **ENDO ARGO KUNCORO** and **RAHMAD HARI PURNOMO**).

The objective of this research was to design and to test automatic drier based on the change of hulled rice surface height. This study was conducted from November 2007 to April 2008 at Workshop of Agricultural Technology Department, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University and Regional Division I of BULOG, South Sumatra, Palembang on May 2008.

It was carried out by using automatic drier provided with light dependent resistor (LDR) to govern the drying process automatically. The three rice varieties used in this study consisted of long grain size (IR-64 variety), medium grain size (Ciherang variety), and short grain size (Surya variety) which treated with air flow rates of 7.5 m.s^{-1} , 13.5 m.s^{-1} , and 14.5 m.s^{-1} , and three replications for each treatment combinations. The observed parameters were water content of hulled rice, total heat energy, drying rate, drying capacity, surrounding air temperature, drying time, air humidity within drying chamber, initial and final weights of hulled rice, and height of hulled rice. The method used was descriptive method by using tabulation and graphs. Based on the milled rice quality, the best treatment was air flow at 14.5 m.s^{-1} for all varieties (IR-64, Ciherang and Surya).

RINGKASAN

FAYUSTINA. Otomatisasi Alat Pengering Berdasarkan Perubahan Tinggi Permukaan Gabah (dibimbing oleh ENDO ARGO KUNCORO dan RAHMAD HARI PURNOMO).

Tujuan penelitian adalah untuk merancang alat pengering otomatis berdasarkan perubahan tinggi permukaan gabah dan melakukan uji coba terhadap alat yang dirancang.

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2007 sampai April 2008 di Bengkel Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Sriwijaya dan kemudian dilanjutkan di BULOG Divisi Regional I Sumsel Palembang pada bulan Mei 2008.

Penelitian dilaksanakan menggunakan alat pengering gabah yang dikombinasikan dengan sensor cahaya untuk hidup dan matinya kompor secara otomatis. Alat pengering otomatis yang dirancang menggunakan tiga varietas gabah yang berbeda ukuran, yaitu ukuran panjang (varietas IR-64), sedang (varietas Ciherang) dan ukuran pendek (varietas Surya) dengan tiga perlakuan yaitu pada kecepatan aliran udara 7,5 m/s, 13,5 m/s dan 14,5 m/s. Parameter yang diamati meliputi kadar air gabah (%), total energi panas laju pengeringan, kapasitas pengeringan, suhu udara lingkungan ($^{\circ}\text{C}$), waktu pengeringan (jam), kelembaban udara di ruang pengeringan (%), berat awal gabah dan berat awal tabung gas (kg), berat akhir gabah dan berat akhir tabung gas (kg) dan ketinggian gabah (cm). Metode pengolahan data menggunakan metode deskriptif yang dilakukan menggunakan tabel (tabulasi) dan gambar atau grafik.

Hasil penelitian yang terbaik ditentukan dari analisis mutu gabah setelah digiling menjadi beras di BULOG Palembang. Mutu beras yang paling baik untuk semua varietas (IR-64, Ciherang dan Surya) adalah pada kecepatan aliran udara 14,5 m/s.

**OTOMATISASI ALAT PENGERING BERDASARKAN PERUBAHAN
TINGGI PERMUKAAN GABAH**

**Oleh
FAYUSTINA**

SKRIPSI
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian

pada
PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

INDRALAYA
2008

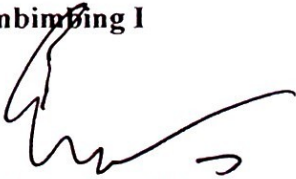
Skripsi

**OTOMATISASI ALAT PENGERING BERDASARKAN PERUBAHAN
TINGGI PERMUKAAN GABAH**

Oleh
FAYUSTINA
05043106026

telah diterima sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian

Pembimbing I



Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr

Pembimbing II

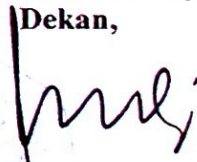


Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si

Indralaya, Agustus 2008

Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya

Dekan,



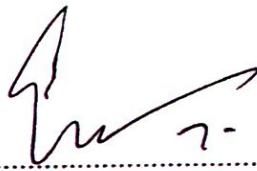
Prof. Dr. Ir. Imron Zahri, M.S
NIP. 130516530

Skripsi berjudul “Otomatisasi Alat Pengering Berdasarkan Perubahan Tinggi Permukaan Gabah” oleh Fayustina telah dipertahankan di depan Komisi Penguji pada tanggal 11 Agustus 2008.

Komisi Penguji

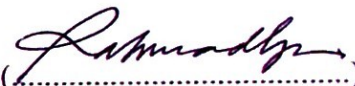
1. Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr

Ketua

()

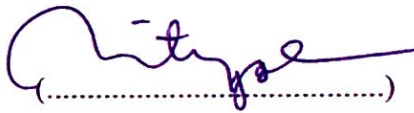
2. Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si

Sekretaris

()

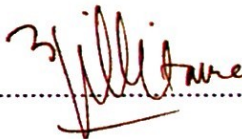
3. Ir. Tri Tunggal, M. Agr

Anggota

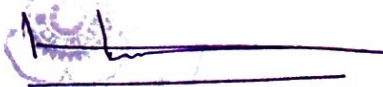
()

4. Prof. Dr. Ir. Filli Pratama, M.Sc (Hons)

Anggota

()

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknologi Pertanian


Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr
NIP. 131672713

Mengesahkan
Ketua Program Studi Teknik Pertanian


Ir. R. Mursidi, M.Si
NIP. 131804339

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang disajikan dalam skripsi ini, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya adalah hasil penelitian saya sendiri dan dosen pembimbing serta belum pernah atau tidak sedang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan yang sama di tempat lain.

Palembang, Agustus 2008

Yang Membuat Pernyataan

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Fayustina', with a stylized flourish at the end.

Fayustina

KATA PENGANTAR

Penulis sangat berterima kasih kepada Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr dan Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si selaku dosen pembimbing atas kesabaran dan arahan serta bimbingan yang diberikan kepada penulis selama penelitian berlangsung sampai skripsi ini terselesaikan.

Ucapan terima kasih juga ingin penulis sampaikan kepada BULOG Devisi Regional I Palembang Sumatera Selatan. Bapak Fahmi, Bapak Slamet dan Bapak Anwar yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mempergunakan fasilitas Bulog selama penelitian berlangsung.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya juga penulis sampaikan kepada Bapak Endo dan Edi Wahyudi atas waktu dan tenaga yang telah dicurahkan dalam membantu penulis pada penyelesaian rangkaian sensor cahaya.

Terima kasih yang sebesar-besarnya juga penulis tujukan kepada Papa, Mama, Nenek dan Alm. Babo atas doa, semua dorongan dan semangat yang telah kalian berikan sehingga segala yang berat terasa lebih ringan dan yang sulit menjadi lebih mudah.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen, saudara, dan teman-teman yang telah banyak memberikan bantuan selama penelitian berlangsung sampai skripsi ini dapat diselesaikan, yaitu kepada :

1. Dosen Teknologi Pertanian, Ir. Tri Tunggal, M.Agr, Ir. R. Mursidi, M.Si, Dr,Ir. Hersyamsi, M.Agr dan Prof. Dr. Ir. Filli Pratama, M.Sc (Hons)

2. Saudara-saudaraku yang aku sayangi, yaitu Fadhli, Fathardo dan Frizki Oktariannur.
3. OJEK ku tersayang, yaitu kholid terima kasih untuk semua waktu yang telah kau berikan untukku dan semua yang telah kau lakukan untukku, kau pemberi inspirasi dan semangat terbesar dalam hidupku thanks my soulmate.
4. Teman-teman dari Teknik Pertanian Angkatan 2004, khususnya Fadmawaty (Puteri Ambassador 3), Lucky Anggraini, Novita Amelia, Rika Juwita, Deni Saputra, Wenc, Tanzil dan semuanya yang tidak bisa saya tulis satu persatu.
5. Saudara Gunawan, STP dan Mursalim yang telah membantu menggambar teknik.

Semoga amal kebaikan anda semua mendapat pahala dari Allah SWT. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, Agustus 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR SIMBOL.....	xvii
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan.....	3
C. Hipotesis.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Padi.....	5
B. Sifat- sifat Biji Padi	8
C. Proses Pengeringan Padi	9
D. Mutu Beras Giling.....	14
E. Bahan Bakar dan Panas	16
G. Kendali Pembakaran	17
H. Komponen Elektronika	17



III. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	25
A. Tempat dan Waktu	25
B. Bahan dan Alat	25
C. Metode Penelitian.....	26
D. Metode Pengolahan Data	26
E. Pendekatan Rancangan	26
F. Cara Kerja	28
G. Parameter Pengamatan	29
H. Metode Uji	30
I. Analisis Teknis	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
A. Pembuatan Alat	37
B. Uji Teknis.....	42
C. Telaah Rancangan	49
V. KESIMPULAN DAN SARAN	51
A. Kesimpulan	51
B. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Kisaran ukuran dan berat biji pada varietas panjang, sedang dan pendek komersial di Amerika Serikat pada kadar air 13 % (basis basah)	7
2. Varietas unggul padi yang paling luas ditanam di Indonesia tahun 1943-2007	8
3. Sifat fisik padi pada kadar air 12 % -16 % basis basah	9
4. Persyaratan menurut kualitas beras standar Bulog	15
5. Titik nyala dari beberapa jenis bahan bakar	16
6. Nilai pembakaran dari beberapa jenis bahan bakar	17
7. Data hasil pengilingan gabah yang dikeringkan dengan menggunakan alat pengering gabah tipe <i>bin drier</i> varietas IR-64 dengan kecepatan aliran udara 14,5 m/s.....	47
8. Data hasil pengilingan gabah yang dikeringkan dengan menggunakan alat pengering gabah tipe <i>bin drier</i> varietas Ciherang dengan kecepatan aliran udara 14,5 m/s	48
9. Data hasil pengilingan gabah yang dikeringkan dengan menggunakan alat gabah tipe <i>bin drier</i> varietas Surya dengan kecepatan aliran udara 13,5 m/s	49

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Tanaman padi	6
2. Simbol transistor NPN dan PNP	21
3. Sensor cahaya LDR.....	23
4. Grafik penurunan ketinggian gabah terhadap penurunan kadar air pada perlakuan V_1k_3 (varietas IR-64 dengan kecepatan aliran udara 14,5 m/s), V_2k_3 (varietas Ciherang dengan kecepatan aliran udara 14,5 m/s, dan V_3k_3 (varietas Surya dengan kecepatan aliran udara 14,5 m/s).....	39
5. Grafik penurunan ketinggian gabah terhadap waktu pada perlakuan V_1k_3 (varietas IR-64 dengan kecepatan aliran udara 14,5 m/s), V_2k_3 (varietas Ciherang dengan kecepatan aliran udara 14,5 m/s), dan V_3k_3 (varietas Surya dengan kecepatan aliran udara 14,5 m/s)	40
6. Rangkaian sensor cahaya (LDR).....	41
7. Grafik penurunan kadar air terhadap waktu pada perlakuan V_1k_3 (varietas IR-64 dengan kecepatan aliran udara 14,5 m/s), V_2k_3 (varietas Ciherang dengan kecepatan aliran udara 14,5 m/s), dan V_3k_3 (varietas Surya dengan kecepatan aliran udara 14,5 m/s)	44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Data hasil pengeringan gabah	54
2. Alat pengering gabah	57
3. Spesifikasi <i>blower</i> , kepala kompor gas dan <i>solenoid valve</i>	60
4. Grafik psikrometrik	61
5. Grafik psikrometrik yang disederhanakan	62
6. Gambar alat pengering tipe <i>bin</i>	63
7. Rangkaian sensor cahaya (LDR).....	64
8. Sifat-sifat udara pada tekanan atmosfer.....	65
9. Perhitungan kapasitas ruang pengering.....	66
10. Perhitungan analisis teknis.....	68
11. Sifat- sifat pemanasan dan pendinginan.....	75
12. Konstanta C dan n pada persamaan bilangan Nusselt.....	76

DAFTAR SIMBOL

m_o	= Kadar air gabah awal (% bb)	h	= Koefisien kalor konveksi ($w/m^2 \cdot ^\circ C$)
m_i	= Kadar air gabah akhir (% bk)	d	= Diameter silinder (m)
W	= Berat gabah awal (kg)	l	= Panjang silinder (m)
V_{sc}	= Volume spesifik udara pengeringan pada titik C (m^3/kg u.k)	T_o	= Suhu lingkungan ($^\circ C$)
W_d	= Massa kering gabah (kg)	T_w	= Suhu dinding silinder ruang pengering ($^\circ C$)
Q	= Jumlah udara yang dibutuhkan (m^3)	N_{ud}	= Bilangan Nusselt
$\bar{Q}$	= Laju aliran udara yang dibutuhkan (m^3/det)	$Gr_d Pr$	= Bilangan Grushof-Prandtl
H_c-H_a	= Kelembaban mutlak udara pengering pada titik A dan C (kg air/kg u.k)	n	= Konstanta (Lampiran 12)
q_1	= Kebutuhan panas untuk pengeringan bahan (kJ)	c	= Konstanta (Lampiran 12)
$\bar{q}_1$	= Laju kebutuhan panas untuk pengeringan bahan (kJ/det)	g	= $9,8 \text{ m/det}^2$
h_a-h_c	= Entalpi udara pengering pada titik A dan C (kJ/kg.u.k)	Pr	= Konstanta (Lampiran 8)
q_2	= Panas yang hilang karena konveksi bebas dinding (kJ)	ν	= Konstanta (Lampiran 8)
$\bar{q}_2$	= Laju panas yang hilang karena konveksi bebas dinding (kJ/det)	k	= Konstanta (Lampiran 8)
		T_f	= Suhu film ($^\circ C$)
		q_3	= Panas yang dibutuhkan untuk pengeringan gabah (kJ)
		q_1	= Laju panas yang dibutuhkan untuk pengeringan gabah (kJ/det)
		q_4	= Panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air dalam gabah (kJ)

q_s	= Panas yang di butuhkan untuk meningkatkan suhu uap air (kJ)
W	= Berat awal gabah (kg)
W_a	= Air yang diuapkan (kg)
C_g	= Kalor jenis gabah (kkal/kg. $^{\circ}$ C)
C_a	= Kalor jenis air (kkal/kg. $^{\circ}$ C)
H_u	= Kalor penguapan air (kJ/kg)
C_u	= Kalor jenis uap air (kJ/kg. $^{\circ}$ C)
q_t	= Total kebutuhan panas alat pengering (kJ)
$\overline{q_t}$	= Laju total kebutuhan panas alat pengering (kJ/det)
G_t	= Kebutuhan gas total (kg)
W_{g1}	= Berat awal tabung gas (kg)
W_{g2}	= Berat akhir tabung gas (kg)
KK	= Kebutuhan kalor (kkal)
G_t	= Kebutuhan total gas (kg)
P	= Daya (W)
V	= Tegangan (V)
I	= Arus listrik (A)
t	= Waktu yang dibutuhkan (jam)

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Gabah yang telah diangkut ke tempat penyimpanan sementara (belum dimasukkan gudang atau lumbung) agar tahan lama disimpan dan dapat digiling menjadi beras perlu mendapat penanganan lebih lanjut, misalnya pengeringan. Gabah setelah panen harus segera dikeringkan sebab kadar air pada gabah setelah dipanen masih cukup tinggi, yaitu sekitar 25 % hingga 30 % bahkan kadang-kadang lebih. Jika gabah terus disimpan tanpa pengeringan terlebih dahulu maka gabah akan mengalami kerusakan (Kartasapoetra, 1989).

Kadar air suatu bahan dapat mempengaruhi mutu, terutama karena berhubungan dengan daya awet bahan selama penyimpanan. Peningkatan daya simpan bahan dapat dilakukan dengan mengurangi sebagian air sampai kadar air yang aman untuk penyimpanan. Hal ini disebabkan karena kadar air yang lebih tinggi dapat mempercepat kerusakan akibat aktivitas biologi dan kimia sebelum bahan digunakan (Winarno, 1993).

Pengeringan adalah proses pemindahan panas dan uap air secara simultan yang memerlukan energi panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan oleh media pengering yang biasanya berupa udara panas. Hall (1957) menyatakan bahwa proses pengeringan dapat memperlambat laju kerusakan biji-bijian akibat aktivitas biologi dan kimia sebelum bahan digunakan.

Tujuan pengeringan adalah untuk mendapatkan gabah kering yang tahan disimpan dan memenuhi persyaratan kualitas gabah yang akan dipasarkan, yaitu dengan cara mengurangi kadar air pada gabah sampai kadar air yang dikehendaki. Gabah yang akan disimpan sebaiknya mempunyai kadar air sekitar 12 %. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap pengeringan antara lain adalah suhu, kelembaban, dan kegiatan membalik-balik bahan (gabah-gabah) selama pengeringan (Kartasapoetra, 1989). Pengeringan juga dimaksudkan untuk mendapatkan bahan dengan volume yang lebih kecil sehingga dapat lebih mudah diangkut dan biaya lebih murah (Setijahartani, 1980).

Pengeringan pada umumnya dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pengeringan secara alami (*natural drying*) dan pengeringan buatan (*artificial drying*) (Taib *et al.*, 1987). Pengeringan secara alami mempunyai kelemahan antara lain suhu yang sukar dikontrol, memerlukan tempat penjemuran yang luas, mudah terkontaminasi, memerlukan waktu yang lama, dan sangat tergantung pada keadaan cuaca sehingga tidak memungkinkan untuk dilakukan pengeringan setiap saat. Pemilihan pengeringan secara buatan memberikan beberapa keuntungan. Pertama memungkinkan pengeringan dilakukan setiap waktu tanpa tergantung pada cuaca, yaitu pada hari mendung atau musim hujan pengeringan tetap dapat dilakukan. Kedua, tidak memerlukan banyak tempat untuk pengeringan, yaitu tempat pengeringan dapat dibuat dalam bentuk rak-rak pengering. Ketiga, pengaturan suhu lebih mudah sehingga dapat disesuaikan dengan karakteristik bahan-bahan yang dikeringkan. Akan tetapi untuk pengeringan secara buatan diperlukan investasi awal

yang lebih besar. Namun biaya ini dapat digantikan oleh keuntungan yang diperoleh dari penggunaan alat (Widayanti, 1996).

Salah satu yang perlu diperhatikan dalam proses pengeringan adalah kestabilan suhu dalam ruang pengeringan karena hal ini akan sangat berpengaruh terhadap hasil proses pengeringan padi. Alat pengering yang ada pada saat ini masih banyak yang menggunakan cara manual dalam pengontrolan suhu ruang pengering sehingga perlu diupayakan otomatisasi agar dapat mempermudah pengoperasian alat pengering tersebut dan *prototype* alat pengering gabah tipe *bin drier* yang dibuat ini dilengkapi dengan alat kontrol suhu (thermostat) yang berfungsi untuk mengatur kestabilan suhu dalam ruang pengering dan sensor cahaya (LDR) diaplikasikan untuk mematikan kompor secara otomatis sehingga alat pengering ini akan berhenti bekerja bila kadar air mencapai 13 % hingga 14 %.

Karena berbagai alasan tersebut maka dicoba merancang alat pengering otomatis berdasarkan perubahan ketinggian permukaan gabah dengan tepat guna baik dari segi teknis maupun ekonomis.

B. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat pengering otomatis berdasarkan perubahan ketinggian permukaan gabah dan melakukan uji coba terhadap alat yang dirancang.

C. Hipotesis

Diduga dengan menggunakan sensor cahaya (LDR) dapat ditentukan saat selesai proses pengeringan dengan indikasi penurunan ketinggian permukaan gabah yang dikeringkan sebagai penurunan kadar air pada alat pengering tipe *bin drier*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, H dan Daryanto. 1999. Ilmu Bahan. Bumi Aksara. Jakarta.
- Blaine, S. *Digital Technology Comes to Oxygen Analyzers Industrial World International Publication*.1986.
- BULOG. 2007. Pedoman Umum Pmeriksaan Kualitas Gabah Beras dan Karung Plastik Tahun 2007 Dilingkungan Perusahaan Umum Bulog.
- Brooker, Fred, Bakker Arkema and Hall 1977. *Diterjemahkan oleh Purnomo R.H.* 1997. Pengeringan dan Penyimpanan Biji-bijian dan Biji Minyak Nabati. Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Esmay, M.ML. 1970. *Drying, Storage and Handling of Food Grain in Development Countries*, M.S.U, Michigan.
- Esmay, M.L. and M. Soemangat. 1973. *Grain Drying Handling and Storage in the Tropics*. M.S.U. Michigan.
- Hall, C. W. 1957. *Drying Farm Agricultural*. Consulting Association mc. Reynoldsbeg.
- Henderson, S.M. and R.L. Perry. 1977. *Diterjemahkan oleh Purnomo R.H.* 1997. *Teknik Pengolahan Hasil Pertanian*. AVI Publishing Company Inc. West Port Connecticut.
- Holman, J. P. 1985. *Perpindahan Panas Diterjemahkan oleh Jasjfi, E.* Erlangga. Jakarta.
- <http://indonesiasejahtera.wordpress.com/2007/10/31/gasified-petroleum-condensate-gpc-sebagai-bahan-bakar-alternatif/>.
- [http:// balitpa. litbang. deptan.go.id](http://balitpa.litbang.deptan.go.id); [http://www. puslittan. bogor.net](http://www.puslittan.bogor.net); [www. litbang. deptan.go.id](http://www.litbang.deptan.go.id). diunduh pada tanggal 27 November 2007.
- <http://ab.binus.ac.id/pk/fileforum/sensortranduser.doc>, diunduh pada tanggal 5 Juni 2008.



<http://www.knowledgebank.irri.org/regionalSites/indonesia/PDF%20files/varietasYang2005.pdf>

Kartasapoetra, A.D. 1989. *Teknologi Penanganan Pasca Panen*. Bina Aksara. Jakarta.

Khan, A.U. 1964. *Accelerated Drying of Paddy*. IRRI-USAID. The Philipines.

Penfold. 2002. *diterjemahkan oleh Santia, A.* Dasar- dasar Elektronika untuk Pemula. CV. Pionir Jaya. Bandung.

Pitojo, S. 2000. *Budidaya Padi Sawah Tabela*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 1988. *Padi Edisi ke Dua*. Bogor.

Sadajat, S. 1976. *Agronomi Umum*. Departemen Agronomi Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Setijahartani, S. 1980. *Pengeringan Jurusan Teknologi Industri*. Fateta Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Setijo, P. 2000. *Budidaya Padi Sawah Tabela*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Steffe, J. F. And R.P. Singh. 1982. Diffusion coefficient for predicting rice drying behaviour. *J. Agr. Eng. Res.* 27:498-493.

Suharto. 1991. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Rineka Cipta. Jakarta.

Taib, G.G. Said dan S. Wiraatmadja. 1987. *Operasi Pengeringan pada Hasil Pertanian*. Medyatama Perkasa. Jakarta.

Webb, B.D. 1980. Rice Quality and Grades. In *Rice-Production and Utilization*, B. S. Luh, AVI, Westport, CT.

Widayanti, N. 1996. *Oven Pengering Hasil Pertanian*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.

Winarno, F.G. 1993. *Kerusakan Bahan Pangan dan Cara Pencegahannya*. Ghalia Indonesia. Jakarta.

Wisnubroto, Soekardi. 1983. *Asas - Asas Meteorologi Pertanian*. Ghalia Indonesia. Jakarta.

<http://.html-106k-bab1ab.binus.ac.id/pk/fileforum/sensortranduser.doc>