

LOGI  
KIAN

## RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA PROTOTIPE ALAT PENGASAPAN IKAN TIPE RAK

Oleh  
**VERDY SASWINTA**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA  
2005**

RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA PROTOTIPE  
ALAT PENGASAPAN IKAN TIPE RAK



S  
639.307

Sas

IC

C 05706g

2005

Oleh  
**VERDY SASWINTA**

13158 / 13441.



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA  
2005**

## SUMMARY

**VERDY SASWINTA.** Constructional Design and Performance Test of Tray-type Fish Smoking Equipment (Supervised by **TRI TUNGGAL** and **ENDO ARGO KUNCORO**).

The research objective was to design the fish smoking equipment using rice husk charcoal, coconut fibre and wood sawdust as burning fuel.

This study was conducted at Tanjung Raja Subdistrict, Ogan Ilir District from June to September 2005.

Engineering design used in this study was consisted of three phases involving design approach, equipment construction and equipment test. The equipment test was done by combining the burning fuel types and the length of chimney.

The result showed that factors of burning fuel types and the length of chimney had highly significant effect on smoking equipment performance. The higher was calor value of the burning fuel, the better was the smoking equipment performance and it was more efficient in utilizing burning fuel. The longer was the chimney length, the higher was the working capacity of the smoking equipment and it was more efficient in utilizing burning fuel. The highest efficiency value was found at treatment of IX ( $C_3B_3$ ) with magnitude of 29.10 %, whereas the lowest efficiency value was found at treatment of I ( $C_1B_1$ ) with magnitude of 9.95 %.

## **RINGKASAN**

**VERDY SASWINTA, Rancang Bangun dan Uji Kinerja Alat Pengasapan Ikan Tipe Rak (Dibimbing oleh TRI TUNGGAL dan ENDO ARGO KUNCORO).**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendesain alat pengasapan ikan berbahan bakar sekam, sabut kelapa dan serbuk kayu gergajian.

Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Tanjung Raja Kabupaten Ogan Ilir pada Bulan Juni s.d September 2005.

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan rancangan teknik yang terdiri dari tiga tahap meliputi : pendekatan rancangan, pembuatan alat dan pengujian alat. Pengujian alat dilakukan dengan mengkombinasikan bahan bakar yang digunakan dengan panjang cerobong.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa 2 faktor yaitu bahan bakar dan panjang cerobong sangat berpengaruh pada kinerja alat pengasapan. Semakin besar nilai kalor yang terkandung dalam bahan bakar, akan semakin baik kinerja alat pengasapan dan akan semakin efisien dalam penggunaan bahan bakar. Dan semakin panjang cerobong yang digunakan, juga akan meningkatkan efektifitas kerja dari alat pengasapan serta akan semakin efisien dalam penggunaan bahan bakar. Nilai efisiensi tertinggi didapat dari percobaan IX ( $C_3B_3$ ) yaitu 29.10% sedangkan nilai efisiensi terendah didapat dari percobaan I ( $C_1B_1$ ) yaitu 9.95%.

**RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA PROTOTIPE  
ALAT PENGASAPAN IKAN TIPE RAK**

Oleh  
**VERDY SASWINTA**

**SKRIPSI**  
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknologi Pertanian

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

**INDERALAYA**

**2005**

**Skripsi**  
**RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA PROTOTIPE**  
**ALAT PENGASAPAN IKAN TIPE RAK**

**Oleh**

**VERDY SASWINTA**  
**05013106004**

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

Pembimbing I

  
Ir. Tri Tunggal, M.Agr

Inderalaya, .... November 2005

Pembimbing II

  
Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr

Fakultas Pertanian  
Universitas Sriwijaya  
Dekan,



Skripsi berjudul "Rancang Bangun dan Uji Kinerja Alat Pengasapan Ikan Tipe Rak" oleh Verdy Saswinta telah dipertahankan di depan Komisi Penguji pada tanggal 25 Oktober 2005.

**Komisi Penguji**

1. Ir. Tri Tunggal, M. Agr

Ketua

2. Ir. Endo Argo Kuncoro, M. Agr

Sekretaris

3. Dr. Ir. Amin Rejo, M. P

Anggota

4. Ir. Filli Pratama, M. Sc(Hons), Ph.D

Anggota

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknologi Pertanian

Dr. Ir. Amin Rejo, M. P  
NIP. 131875110

Mengesahkan,

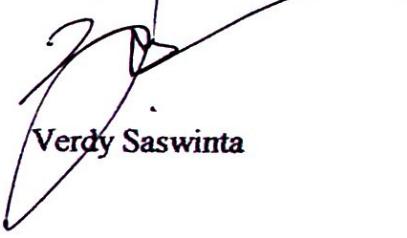
Ketua PS Teknik Pertanian

Ir. Rahmad Hari Purnomo, M. Si  
NIP. 131477698

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 atau investigasi saya sendiri dan belum pernah atau tidak sedang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan lain atau gelar kesarjanaan yang sama di tempat lain

Inderalaya, .... November 2005

Yang membuat pernyataan,



Verdy Saswinta

J

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan pada tanggal 22 Februari 1984 di Talang Balai, merupakan anak pertama dari satu bersaudara. Orang tua bernama Firdaus dan Suryawati.

Pendidikan sekolah dasar di selesaikan pada tahun 1995 di SDN 04 Talang Balai, Sekolah menengah pertama pada tahun 1998 di SMPN 02 Tanjung Raja dan sekolah menengah umum tahun 2001 di SMUN 01 Tanjung Raja. Sejak Juli 2001 penulis tercatat sebagai mahasiswa di Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Penulis pernah menjadi asisten praktikum pada mata kuliah Energi dan Elektrifikasi dan Mekanika Fluida.

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini. Penelitian mahasiswa ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Tri Tunggal, M. Agr. selaku pembimbing pertama yang telah sangat membantu dengan penuh kesabaran hingga terselesaiannya skripsi ini.
2. Ir. Endo Argo Kuncoro, M. Agr. selaku pembimbing kedua yang telah sangat membantu dengan penuh kesabaran hingga terselesaiannya skripsi ini.
3. Dr. Ir. Amin Rejo, M. P. selaku penguji yang telah memberikan sumbangsih yang sangat membantu dalam penyempurnaan skripsi ini.
4. Ir. Filli Pratama, M. Sc(Hons), Ph. D. selaku penguji yang telah memberikan sumbangsih yang sangat membantu dalam penyempurnaan skripsi ini.
5. Ir. Rahmad Hari Purnomo, M. Si. selaku ketua program studi teknik pertanian.
6. Dr. Ir. Agus Wijaya, M. Si. selaku Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian.
7. Dr. Ir. Amin Rejo, M. P. selaku Ketua Jurusan Teknologi Pertanian.
8. Dr. Ir. Imron Zahri, M. S. selaku Dekan Fakultas Pertanian UNSRI.
9. Staf Dosen dan Karyawan Jurusan Teknologi Pertanian.
10. K' Edi, K' Is dan K' Jon yang telah banyak membantu. Di mataku K' Is adalah sosok penyabar yang pantas untuk dijadikan sebagai panutan.

11. Ayah dan Bunda tercinta yang selalu menyayangiku.
12. Teman-teman Angkatan 2001 TEKPER, sukses selalu..!!!
13. Kakak-kakak Angkatan 2000 yang baik dan manis.
14. Adek-adek tingkat yang imut-imut, Belajar yang rajin..!!!
15. Kanda Encok, terima kasih banyak untuk semua bantuanmu, aku sering merepotkan.
16. A' Juli, Bugel, Jo, Nenggo, David. Khusus untuk K' Ishak semangat Oii...!!!
17. Karol, Dhedhe, Yaya, An, Ndut; Kalian yunda terbaik.
18. Eci yang selalu bisa membuat aku tersenyum.
19. Elvi, Yan, Fajar; tetap semangat..!
20. Adjie cepat nyusul ye..!!! Dede.. Ayoo semangat!!
21. Seseorang, yang selalu memberiku semangat. Aku menyayangimu..

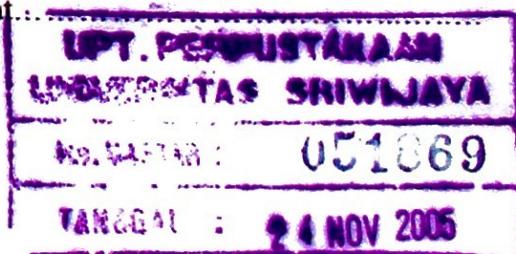
Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi kita semua.

Inderalaya, November 2005

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR LAMPIRAN.....	v
DAFTAR SIMBOL.....	vii
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar belakang.....	1
B. Tujuan.....	2
C. Hipotesis.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
A. Pengasapan Tipe Rak.....	3
B. Proses Pengasapan.....	4
C. Faktor-faktor Pengasapan .....	6
D. Perpindahan Panas Udara Pengering.....	7
E. Sifat-sifat Udara Pengering.....	9
F. Sifat Bahan yang Diasapi.....	11
G. Spesifikasi Bahan Bakar yang Digunakan.....	12
H. Kinerja Alat Pengasapan Tipe Rak.....	13
III. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	14
A. Waktu dan Tempat .....	14



	Halaman
B. Bahan dan Alat.....	14
C. Metode Penelitian.....	14
D. Cara Kerja.....	15
E. Parameter Pengamatan.....	17
F. Pendekatan Teori.....	17
G. Analisis Data.....	21
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>25</b>
A. Kebutuhan Energi Asap Panas dan Aliran Udara pada Pengasapan Ikan Lele.....	32
B. Kecepatan dan laju aliran asap ( $\text{CO}_2$ ) dan uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ).....	36
C. Laju Pengasapan.....	37
D. Kapasitas Pengasapan.....	38
E. Efisiensi Penggunaan Bahan Bakar.....	39
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>41</b>
A. KESIMPULAN.....	41
B. SARAN.....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>43</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>44</b>

## **DAFTAR TABEL**

	Halaman
1. Hasil perhitungan dalam proses pengasapan dengan penggunaan cerobong 10 cm pada berbagai bahan bakar.....	30
2. Hasil perhitungan dalam proses pengasapan dengan penggunaan cerobong 30 cm pada berbagai bahan bakar.....	30
3. Hasil perhitungan dalam proses pengasapan dengan penggunaan cerobong 50 cm pada berbagai bahan bakar.....	31
4. Data sifat fisik udara.....	32
5. Data sifat fisik gas CO <sub>2</sub> .....	33
6. Data kondisi proses pengasapan.....	33
7. Kebutuhan energi panas pada percobaan C <sub>1</sub> B <sub>1</sub> , C <sub>1</sub> B <sub>2</sub> dan C <sub>1</sub> B <sub>3</sub> .....	34
8. Kebutuhan energi panas pada percobaan C <sub>2</sub> B <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> B <sub>2</sub> dan C <sub>2</sub> B <sub>3</sub> .....	34
9. Kebutuhan energi panas pada percobaan C <sub>3</sub> B <sub>1</sub> , C <sub>3</sub> B <sub>2</sub> dan C <sub>3</sub> B <sub>3</sub> .....	35
10. Udara yang dibutuhkan selama pengasapan, dan laju udara Pada pengasapan ikan lele.....	36
11. Kecepatan dan laju aliran asap panas (CO <sub>2</sub> ) dan uap air (H <sub>2</sub> O).....	37

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Diagram Alir Kerja Proses Pengasapan pada beberapa kombinasi panjang cerobong dengan berbahan bakar sekam.....	18
2. Diagram Alir Kerja Proses Pengasapan pada beberapa kombinasi panjang cerobong dengan berbahan bakar sabut kelapa.....	19
3. Diagram Alir Kerja Proses Pengasapan pada beberapa kombinasi panjang cerobong dengan berbahan bakar serbuk kayu gergajian.....	20
4. Perbandingan lama pengasapan pada berbagai kombinasi panjang cerobong.....	26
5. Perbandingan suhu di beberapa titik di ruang pengasapan pada Penggunaan cerobong 10 cm.....	26
6. Perbandingan suhu di beberapa titik di ruang pengasapan pada Penggunaan cerobong 30 cm.....	27
7. Perbandingan suhu di beberapa titik di ruang pengasapan pada Penggunaan cerobong 50 cm.....	27
8. Data suhu pada cerobong 10 cm dengan berbagai bahan bakar.....	28
9. Data suhu pada cerobong 30 cm dengan berbagai bahan bakar.....	28
10. Data suhu pada cerobong 50 cm dengan berbagai bahan bakar.....	29
11. Perbandingan laju pengasapan.....	38
12. Kapasitas pengasapan pada berbagai kondisi pengasapan.....	39
13. Efisiensi Penggunaan Bahan Bakar Pada Berbagai Kondisi Pengasapan.....	40

## **DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
1. Alat Pengasapan Ikan Tipe Rak.....	44
2. Gambar Utuh Alat Pengasapan Ikan Tipe Rak dengan Panjang Cerobong 10 cm.....	45
3. Gambar Utuh Alat Pengasapan Ikan Tipe Rak dengan Panjang Cerobong 30 cm.....	46
4. Gambar Utuh Alat Pengasapan Ikan Tipe Rak dengan Panjang Cerobong 50 cm.....	47
5. Foto Alat Pengasapan Ikan Tipe Rak dengan Panjang Cerobong 10 cm..	48
6. Data Suhu Ruang Pengasapan pada Alat Pengasapan Ikan Tipe Rak....	49
7. Data Suhu Cerobong pada Pengasapan Ikan.....	52
8. Rerata Suhu Lingkungan pada Pengasapan Ikan.....	53
9. Data kebutuhan bahan bakar.....	53
10. Teladan perhitungan kecepatan dan laju aliran asap panas ( $\text{CO}_2$ ) dan uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) yang iizinkan.....	56
11. Teladan perhitungan kebutuhan udara alat pengasapan tipe rak dengan kombinasi panjang cerobong 10 cm dengan bahan bakar sekam.....	61
12. Perhitungan kebutuhan energi asap panas pada alat pengasapan tipe rak dengan kombinasi panjang cerobong 10 cm dengan bahan bakar sekam.....	63
13. Teladan Perhitungan Laju Pengasapan dan Kapasitas Pengasapan.....	67
14. Teladan Perhitungan Rasio antara Keliling Ruang Pengasapan dengan Keliling Cerobong.....	68
15. Diagram Psikrometri.....	69
16. Tabel Sifat-Sifat Udara pada Tekanan Atmosfir.....	70

**Halaman**

17. Tabel Sifat-Sifat Logam.....	71
----------------------------------	----

## DAFTAR SIMBOL

A	: luas alat ( $\text{cm}^2$ )	$h_{a,b,c}$	: entalpi udara pada keadaan a,b,c ( $\text{J. kg}^{-1}$ )
a,b	: konstanta yang nilainya 1,555 dan 0,25 untuk selang $10^5 \text{ Gr}_1 \text{Pr} 10^9$	$h_{fg}$	: panas latent penguapan ( $\text{J. kg}^{-1}$ )
Bb	: jumlah bahan bakar yang digunakan (kg)	$h_i$	: koefisien konveksi udara di dalam alat pengasapan ( $\text{W.m}^{-2}.{}^\circ\text{C}^{-1}$ )
C	: kapasitas pengasapan ( $\text{kg.jam}^{-1}$ )	$h_k$	: koefisien perpindahan panas konveksi ( $\text{W.m}^{-2}.{}^\circ\text{C}^{-1}$ )
c, m	: konstanta	$h_\infty$	: konduktivitas konveksi udara lingkungan ( $\text{W.m}^{-2}.{}^\circ\text{C}^{-1}$ )
$C_a$	: panas jenis air ( $\text{kkal.kg}^{-1}.{}^\circ\text{C}^{-1}$ )	K	: konduktivitas panas ( $\text{W.m}^{-1}.{}^\circ\text{C}^{-1}$ )
$C_b$	: panas jenis bahan ( $\text{kkal.kg}^{-1}.{}^\circ\text{C}^{-1}$ )	$K_I$	: konduktivitas panas seng ( $\text{W.m}^{-1}.{}^\circ\text{C}^{-1}$ )
$C_p$	: panas jenis bahan ( $\text{kJ. kg}^{-1}.{}^\circ\text{C}^{-1}$ )	L	: panjang ruang pengasapan (m)
$C_u$	: panas jenis uap air ( $\text{kkal.kg}^{-1}.{}^\circ\text{C}^{-1}$ )	M	: kadar air bahan (%) b.k)
Ef	: efisiensi penggunaan bahan bakar (%)	m	: laju ( $\text{kg.s}^{-1}$ )
$\text{Gr}_d \text{Pr}$	: bilangan Grashof-Prandtl	$m_1$	: kadar air awal bahan (%)
g	: gaya gravitasi ( $\text{m.s}^{-2}$ )	$m_2$	: kadar akhir bahan (%)
H	: koefisien perpindahan panas ( $\text{W.m}^{-1}.{}^\circ\text{C}^{-1}$ )	Nu	: bilangan Nuselt
Ha	: panas penguapan air ( $\text{kkal.kg}^{-1}$ )	n	: jumlah mol (mol)
h	: entalpi ( $\text{J. kg}^{-1}$ )	P	: tekanan (atm)
		Pr	: bilangan Prandtl

$P_s$	: tekanan uap air (Pa)	$T_{\text{lingkungan}}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )
$P_v$	: tekanan absolut (Pa)	$v$ : volume spesifik ( $\text{m}^3$ )
$Q$	: volume udara yang dibutuhkan ( $\text{m}^3$ )	$V$ : kecepatan ( $\text{m.s}^{-1}$ )
$q_b$	: panas bahan bakar teoritis (kJ)	$W$ : berat ikan yang diasapi (kg)
$q_1$	: panas untuk meningkatkan suhu udara (kJ)	$W_a$ : berat air yang diuapkan (kg)
$q_2$	: panas untuk meningkatkan suhu bahan (kJ)	$W_d$ : berat bahan kering (kg)
$q_3$	: panas untuk menguapkan air dalam bahan (kJ)	$W_m$ : berat air dalam bahan (kg)
$q_4$	: panas untuk menaikkan suhu uap air (kJ)	$X_l$ : tebal pelat (m)
$q_5$	: panas yang hilang melalui dinding (kJ)	$\rho$ : densitas ( $\text{kg.m}^{-3}$ )
$q_6$	: panas yang hilang melalui cerobong (kJ)	$\mu$ : viskositas ( $\text{kg.m}^{-1}.s^{-1}$ )
$q_{\text{total}}$	: panas total pengasapan (kJ)	
RH	: kelembaban relatif (%)	
$T_0$	: suhu awal ( $^{\circ}\text{C}$ )	
$T_{\text{in}}$	: suhu udara masuk ( $^{\circ}\text{C}$ )	
$T_w$	: suhu dinding ( $^{\circ}\text{C}$ )	
$T_g$	: suhu cerobong ( $^{\circ}\text{C}$ )	
$T_f$	: suhu lintasan ( $^{\circ}\text{C}$ )	
$t$	: lama pengasapan (jam)	
$\Delta T$	: selisih suhu dinding ruang pengasapan dengan suhu	

## L. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Propinsi Sumatera Selatan, produksi ikan di Sumatera Selatan tahun 2002 mencapai 127.696,5 ton, sedangkan pada tahun 2003 mengalami peningkatan hingga 46,36 % atau sekitar 186.904,2 ton. Total keseluruhan dari produksi ikan di Sumatera Selatan ini berasal dari produksi perikanan laut, produksi perikanan darat dan produksi tambak.

Seiring dengan meningkatnya produksi ikan, maka diperlukan suatu penanganan pasca panen yaitu pengawetan yang memadai agar nilai kenaikan produksi yang telah diperoleh tidak sia-sia. Pengawetan ini diperlukan untuk memperpanjang masa simpan ikan terutama di saat-saat musim ikan melimpah. Pada saat tersebut harga ikan sangat murah tetapi permintaan konsumen tidak meningkat, sehingga ikan tidak habis dipasarkan dalam keadaan segar. Mengingat fenomena tersebut maka khususnya masyarakat di Sumatera Selatan telah melakukan beberapa upaya pengawetan diantaranya seperti pengasapan.

Pada dasarnya, ada dua tujuan utama dalam pengasapan ikan. Tujuan pertama untuk mendapatkan daya awet dan tujuan kedua untuk memberikan aroma yang khas (Wibowo, 1995). Dilihat dari prosesnya, pengasapan merupakan suatu cara pengolahan atau pengawetan dengan memanfaatkan kombinasi perlakuan pengeringan dan pemberian senyawa kimia alami dari hasil pembakaran bahan bakar alami.

1. Pendahuluan Langsung berisi data-data yang seharusnya lengkap dalam tingenor pertama

Usaha pengasapan ikan yang dikembangkan di beberapa daerah yang tersebar di wilayah sumatera selatan saat ini masih sangat sederhana sekali. Alat tradisional ini berupa drum dan gubuk yang kurang efisien. Oleh karena itulah, dalam penelitian ini, akan didesain alat pengasapan ikan yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dan mutu produk.

### **B. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain alat pengasapan ikan berbahan bakar sekam, sabut kelapa dan serbuk kayu gergajian.

### **C. Hipotesis**

Pada penelitian ini diduga efisiensi pengasapan tertinggi akan didapat pada kombinasi bahan bakar serbuk gergajian kayu dengan penggunaan panjang cerobong 50 cm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brooker, D.B., F.W.B Arkema dan C.W. Hall. 1967. *Drying Cereal Grains*. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut.
- Desrosier, Norman W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. UI-Press. Jakarta
- Earle, R.L. 1969. *Satuan Operasi Dalam Pengolahan Pangan*. Sastra Hudaya. Jakarta
- Erick, P. 1984. *Krisis Energi Kayu Sumber Daya Pembaharu*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Henderson, S.M. dan Perry. 1977. *Agricultural Process Engineering*. Diterjemahkan oleh Rahmad Hari Purnomo. 1977. *Teknik Pengolahan Hasil Pertanian*. Jurusan Teknologi Pertanian. Universitas Sriwijaya. Inderalaya
- Holdman, J.P. 1993. *Heat Transfer*. Third Edition. Mc Graw Hill Book Company. New York.
- Incopera, P.F. dan D.P. David. 1981. *Fundamentals of Heat Transfer*. John Willey and Sons, Inc. Canada.
- Moeljanto, R. 1967. *Pengasapan dan Fermentasi Ikan ; Pendinginan dan Pembekuan Ikan*. PT. Penebar Swadaya : Jakarta.
- Pitts, R.P. dan Sissom. 1987. *Perpindahan Kalor*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Raswari. 1986. *Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*. UI-Press. Jakarta
- Suharto. 1991. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Rineka Cipta. Jakarta
- Taib, G., G. Said, dan S, Wiraatmadja. 1988. *Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian*. Medyatama Perkasa. Jakarta.
- Widayanti, N. 1996. *Pengeringan Hasil Panen dengan Tenaga Sekam*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Winarno, F.G. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Gramedia. Jakarta