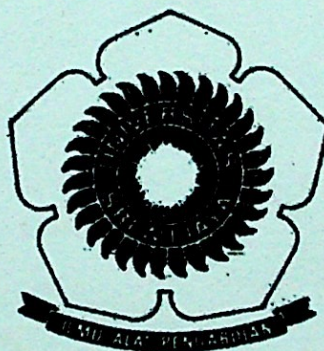


**MODEL PENDUGAAN DIFUSIVITAS PANAS PEMPEK LENJER DENGAN
METODE BEDA HINGGA**

Oleh
DONNY SAPUTRA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

INDRALAYA

2013

22950/23495



**MODEL PENDUGAAN DIFUSIVITAS PANAS PEMPEK LENJER DENGAN
METODE BEDA HINGGA**

S

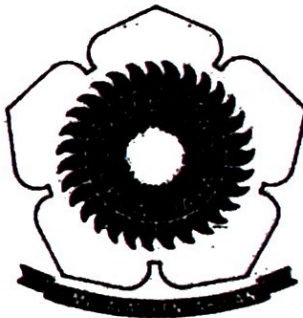
620.004.07

Don

m

2013

Oleh
DONNY SAPUTRA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

INDRALAYA

2013

SUMMARY

DONNY SAPUTRA. Model Prediction of Thermal Diffusivity Pempek lenjer with Finite Difference Method (supervised by **AMIN REJO** and **ENDO ARGO KUNCORO**).

The objective of this research was to develop a model prediction of thermal diffusivity and the temperature distribution of pempek lenjer with several treatments of tapioca and ground snakefish (*Ophiocephalus sriatus*) by using finite difference method during the boiling process.

The research was done in June 2012 to January 2013 in the Biosystem Laboratory, Department of Agricultural Technology, Faculty of Agriculture, University of Sriwijaya, Indralaya.

The materials that were used grounded fish and tapioca which were mixed until a homogeneous formulation 1 (1 ground fish : 1 tapioca), formulation 2 (1 ground fish : 1.5 tapioca), and formulation 3 (1 ground fish : 2 tapioca). Each formulation was formed into lenjer (cylindrical).

The result showed that the value of the average thermal diffusivity pempek lenjer for formulation 1, formulation 2, and formulation 3 were $1.788 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, $2.587 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, and $2.896 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ respectively. The results of the validation test mathematical model which was used to estimate the temperature distribution at the center, the middle, and the surface was shown by the coefficient of determination (R^2), they were 0.9951, 0.9809, and 0.8121 for formulation 1. 0.9844, 0.9909, and 0.8110 for formulation 2. And 0.9908, 0.9903, and 0.8188 for formulation 3.

RINGKASAN

DONNY SAPUTRA. Model Pendugaan Difusivitas Panas Pempek Lenjer dengan Metode Beda Hingga (Dibimbing oleh **AMIN REJO** dan **ENDO ARGO KUNCORO**).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model pendugaan nilai difusivitas panas dan distribusi suhu pempek lenjer berbagai formulasi campuran tapioka dan daging ikan gabus (*Ophiocephalus sriatus*) dengan metode beda hingga selama proses perebusan.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2012 sampai dengan Januari 2013 di Laboratorium Biosistem, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya.

Bahan yang digunakan adalah daging ikan gabus giling dan tapioka yang dicampur hingga homogen dengan formulasi 1 (1 daging ikan : 1 tapioka), formulasi 2 (1 daging ikan : 1,5 tapioka), dan formulasi 3 (1 daging ikan : 2 tapioka). Setiap formulasi kemudian dibentuk lenjer (silinder).

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai difusivitas panas pendugaan rerata untuk pempek lenjer formulasi 1, formulasi 2, dan formulasi 3 masing-masing sebesar $1,788 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$; $2,587 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$; dan $2,896 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$. Hasil uji validasi model matematis yang digunakan untuk menduga distribusi suhu pada titik pusat, tengah, dan permukaan yang ditunjukkan oleh koefisien determinasi (R^2), diperoleh hasil untuk formulasi 1 masing-masing bernilai 0,9951; 0,9808; dan 0,8121.

Formulasi 2 masing-masing bernilai 0,9844; 0,9909; dan 0,8110. Sedangkan untuk formulasi 3 masing-masing bernilai 0,9908; 0,9903; dan 0,8188.

**MODEL PENDUGAAN DIFUSIVITAS PANAS PEMPEK LENJER DENGAN
METODE BEDA HINGGA**

**Oleh
DONNY SAPUTRA**

SKRIPSI
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian

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

INDRALAYA
2013

Skripsi
MODEL PENDUGAAN DIFUSIVITAS PANAS PEMPEK LENJER DENGAN
METODE BEDA HINGGA

Oleh
DONNY SAPUTRA
05081006009

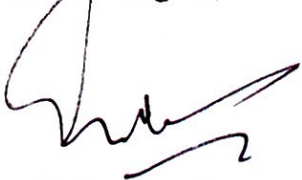
telah diterima sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian

Pembimbing I,



Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, MP

Pembimbing II,



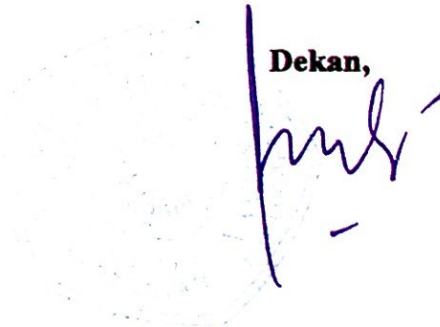
Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr

Indralaya, Januari 2013

Fakultas Pertanian

Universitas Sriwijaya

Dekan,



Prof. Dr. Ir. H. Imron Zahri, M.S
NIP. 19521028 197503 1001

Skripsi berjudul "Model Pendugaan Difusivitas Panas Pempek Lenjer dengan Metode Beda Hingga" oleh Donny Saputra telah dipertahankan di depan Komisi Penguji pada tanggal 3 Januari 2013.

Komisi Penguji

1. Ir. Haisen Hower, M.P

Ketua

2. Puspitahati, S.TP., M.P

Anggota

()

3. Dr. Ir. Gatot Priyanto, M.S

Anggota

()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknologi Pertanian

Dr. Ir. Hersyamsi, M. Agr
NIP. 196008021987031004

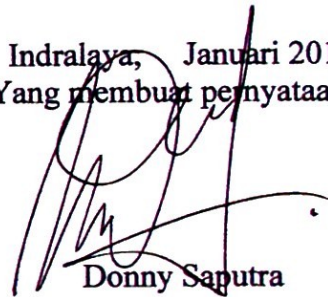
Mengesahkan, 11 Januari 2013
Ketua Program Studi Teknik Pertanian

Hilda Agustina, S.TP., M.Si
NIP. 197708232002122001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang disajikan dalam skripsi ini, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, adalah hasil pengamatan atau investigasi saya sendiri dan belum pernah atau tidak sedang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan yang sama ditempat lain.

Indralaya, Januari 2013
Yang membuat pernyataan,



Donny Saputra

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Palembang pada tanggal 28 Juli 1990, merupakan anak kedua dari enam bersaudara dari orang tua yang bernama Umar Dani dan Astuti.

Pendidikan sekolah dasar diselesaikan pada tahun 2002 di SD Negeri 79 Palembang, sekolah menengah pertama pada tahun 2005 di SMP Negeri 10 Palembang dan sekolah menengah atas pada tahun 2008 di SMA Negeri 6 Palembang.

Sejak bulan September 2008 tercatat sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian Program Studi Teknik Pertanian melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Model Pendugaan Difusivitas Panas Pempek Lenjer dengan Metode Beda Hingga”. Shalawat dan Salam penulis panjatkan kepada nabi besar Muhammad SAW, Keluarga, Sahabat beserta umat yang tetap istiqomah di jalan-Nya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, MP selaku dosen pembimbing akademik serta pembimbing skripsi pertama dan Bapak Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr selaku dosen pembimbing skripsi kedua yang telah memberikan saran, petunjuk, dan pengarahan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini pula penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak dan Ibu saya tercinta yang tidak pernah menyerah memberikan semangat kepada saya dan selalu memberikan dukungan saran yang bermanfaat.
2. Yth. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya atas peluang dan kesempatan yang diberikan kepada penulis selaku mahasiswa Pertanian untuk menggali pengetahuan di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
3. Yth. Ketua Jurusan Teknologi Pertanian yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penulis menjadi mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian.
4. Yth. Ketua Program Studi Teknik Pertanian atas arahan yang telah diberikan selama penulis menjadi mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian Program Studi Teknik Pertanian.

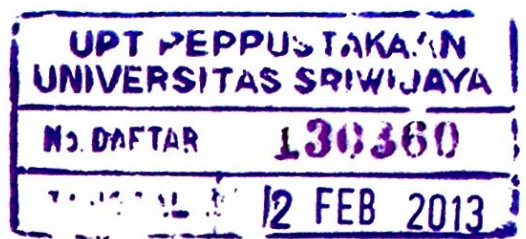
5. Yth. Bapak Ir. Haisen Hower, M.P. selaku pembahas makalah dan penguji skripsi, yang telah memberikan masukan dan bimbingan demi kesempurnaan laporan penelitian ini.
6. Yth. Ibu Puspitahati, S.TP., M.P. selaku pembahas makalah dan penguji skripsi, yang telah memberikan masukan dan bimbingan demi kesempurnaan laporan penelitian ini.
7. Yth. Bapak Dr. Ir. Gatot Priyanto, M.S. selaku pembahas makalah dan penguji skripsi, yang telah memberikan masukan dan bimbingan demi kesempurnaan laporan penelitian ini.
8. Yth. Bapak Prof. Ir. Daniel Saputra, M.S.A.Eng., Ph.D. atas segala masukan yang diberikan selama pengajaran dan penelitian.
9. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya atas segala ilmu yang diberikan selama pengajaran dan pendidikan.
10. Kakak saya Aswin Sanjaya, adik-adik saya Dwi Wulandari, syahrani Putri Wardani, Juwita Purwadani, Ega Septiana, dan Jessica Novia Sari yang telah banyak memberikan doa dan dukungan sepenuhnya kepada saya.
11. Sahabatku Bobi Irawan, M. Isnaini, Sony Andre Pratikto, Qoirul Mustafa, teman seperjuangan di sub-bidang Biosistem Wahyu Adi Putra, anak-anak KRAB (komunitas Rider Anti Brutal), teman-teman Program Studi Teknologi Pertanian 2008, kakak tingkat dan adik tingkat Jurusan Teknologi Pertanian atas kebersamaan, persahabatan, dan persaudaraan yang telah diberikan.

12. Staf administrasi akademik Jurusan Teknologi Pertanian, Kak Jon, Kak Hendra dan Yuk Ana atas segala kemudahan yang telah diberikan.

Terima kasih banyak atas semuanya, mohon maaf bila ada kekurangan dan kesalahan. Akhirnya penulis berharap semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, Januari 2013
Penulis,

Donny Saputra



DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
DAFTAR SIMBOL	xix
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
A. Pempek Lenjer	3
B. Pindah Panas	4
C. Sifat Termal Bahan Pertanian	8
D. Gelatinisasi Pati.....	12
E. Model Matematika	13
III. PELAKSANAAN PENELITIAN	20
A. Tempat dan Waktu	20
B. Alat dan Bahan.....	20
C. Metode Penelitian.....	20
D. Pengembangan Model Matematis.....	21
E. Prosedur Penelitian.....	26
F. Parameter Pengamatan.....	27

G. Analisis Data	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
A. Perpindahan Panas di Permukaan	29
B. Difusivitas Panas Pempek Lenjer.....	30
C. Distribusi Suhu.....	33
D. Validasi Model Matematis Distribusi Suhu	37
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
A. Kesimpulan	42
B. Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Data sifat termodinamika air	29
2. Nilai difusivitas panas pempek lenjer berbagai formulasi	31
3. Ringkasan waktu titik pusat, tengah, dan permukaan setiap formulasi pempek lenjer relatif mencapai suhu medium	36

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Bentuk pempek lenjer	4
2. Kisi skema maju.....	16
3. Kisi skema mundur	17
4. Kisi skema tengah.....	18
5. Kisi beda hingga ruang (x) dan waktu (t)	19
6. Neraca pindah panas pada elemen volume silinder	21
7. Kisi untuk penyelesaian numerik distribusi suhu	24
8. Grafik difusivitas panas pempek lenjer formulasi 1 selama perebusan....	31
9. Grafik distribusi suhu observasi dan distribusi suhu prediksi pempek lenjer formulasi 1 selama proses perebusan	33
10. Grafik distribusi suhu observasi dan distribusi suhu prediksi pempek lenjer formulasi 2 selama proses perebusan	34
11. Grafik distribusi suhu observasi dan distribusi suhu prediksi pempek lenjer formulasi 3 selama proses perebusan	34
12. Validasi distribusi suhu observasi dan prediksi titik pusat (T1) pada pempek lenjer formulasi 1	37
13. Validasi distribusi suhu observasi dan prediksi titik tengah (T2) pada pempek lenjer formulasi 1	38
14. Validasi distribusi suhu observasi dan prediksi titik permukaan (T3) pada pempek lenjer formulasi 1	38

15. Validasi distribusi suhu observasi dan prediksi titik pusat (T1) pada pempek lenjer formulasi 2	39
16. Validasi distribusi suhu observasi dan prediksi titik tengah (T2) pada pempek lenjer formulasi 2	39
17. Validasi distribusi suhu observasi dan prediksi titik permukaan (T3) pada pempek lenjer formulasi 2.....	40
18. Validasi distribusi suhu observasi dan prediksi titik pusat (T1) pada pempek lenjer formulasi 3	40
19. Validasi distribusi suhu observasi dan prediksi titik tengah (T2) pada pempek lenjer formulasi 3	41
20. Validasi distribusi suhu observasi dan prediksi titik permukaan (T3) pada pempek lenjer formulasi 3.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Diagram alir penelitian	48
2. Gambar alat dan bahan	50
3. Gambar mekanisme pengukuran distribusi suhu selama perebusan.....	54
4. Pempek lenjer berbagai formulasi yang diuji	55
5. Letak titik pengukuran suhu dalam pempek	56
6. Data distribusi suhu pempek lenjer untuk formulasi 1 (Observasi).....	57
7. Data distribusi suhu pempek lenjer untuk formulasi 2 (Observasi).....	59
8. Data distribusi suhu pempek lenjer untuk formulasi 3 (Observasi).....	61
9. Listing program EES untuk menghitung nilai difusivitas panas pempek lenjer setiap formulasi.....	63
10. Listing program EES untuk menghitung distribusi suhu pempek lenjer setiap formulasi.....	64
11. Data distribusi suhu pempek lenjer untuk formulasi 1 (Prediksi)	66
12. Data distribusi suhu pempek lenjer untuk formulasi 2 (Prediksi)	68
13. Data distribusi suhu pempek lenjer untuk formulasi 3 (Prediksi)	70

DAFTAR SIMBOL

<p>A = luas penampang (m^2)</p> <p>α = difusivitas panas (m^2/s)</p> <p>β = koefisien volume ekspansi ($1/K$)</p> <p>Bi = bilangan Biot</p> <p>c = kecepatan cahaya (m/s)</p> <p>C_p = panas jenis ($kJ/kg.^{\circ}C$)</p> <p>$\frac{dT}{dr}$ = gradient suhu arah radial ($^{\circ}C/m$)</p> <p>e = koefisien Emivisitas</p> <p>f = frekuensi radiasi ($1/s$)</p> <p>g = percepatan gravitasi (m/s^2)</p> <p>Gr = bilangan Grashof</p> <p>h_o = koefisien pindah panas konveksi ($W/m^2.^{\circ}C$)</p> <p>k = konduktivitas panas ($W/m.^{\circ}C$)</p> <p>L = panjang benda (m)</p> <p>λ = panjang gelombang (m)</p> <p>Nu = bilangan Nusselt</p> <p>σ = tetapan Stefan-Boltzmann, $5.67 \times 10^{-8} W m^{-2} K^{-4}$</p> <p>Pr = bilangan Prandtl</p>	<p>\dot{Q} = laju aliran panas (W)</p> <p>r_i = jarak node dari pusat (m)</p> <p>R = jari-jari silinder (m)</p> <p>Ra = bilangan Rayleigh</p> <p>R^2 = koefisien determinasi</p> <p>ρ = massa jenis (kg/m^3)</p> <p>T_{∞} = suhu medium ($^{\circ}C$)</p> <p>T_s = suhu permukaan ($^{\circ}C$)</p> <p>ν = viskositas kinematik (m^2/s)</p> <p>Subskrip:</p> <p>c = karbohidrat</p> <p>f = lemak</p> <p>fi = serat</p> <p>p = protein</p> <p>w = air</p> <p>Superskrip:</p> <p>t = tinjauan waktu setelah pengukuran</p> <p>t+Δt = tinjauan waktu pengukuran</p>
---	---



I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pengolahan pangan maupun hasil pertanian umumnya dilakukan melalui proses pemanasan atau pendinginan (Suroso, 2006). Pendinginan merupakan salah satu cara mempertahankan kesegaran bahan pangan untuk jangka waktu tertentu tanpa banyak merubah mutunya dari keadaan segar. Sama halnya dengan proses pemanasan yang merupakan perlakuan pendahuluan dalam penanganan hasil pertanian yang dimaksudkan untuk meminimalisir kerusakan akibat mikroorganisme (Manalu dan Abdullah, 1998).

Penggunaan proses pemanasan dan pendinginan dalam pengolahan pangan semakin berkembang dan meningkat, mengakibatkan semakin perlunya data-data mengenai karakteristik sifat termal suatu bahan pangan. Pengetahuan mengenai karakteristik sifat termal bahan ini berguna sebagai parameter untuk mendesain alat atau tempat pendinginan dan pemanasan yang efisien dan efektif bagi bahan pangan tersebut.

Pemanasan atau pendinginan yang diberikan pada suatu bahan pangan berbeda-beda tergantung pada beberapa hal diantaranya sifat termal bahan pangan tersebut. Tahap awal sebelum sampai ke proses pendinginan atau pemanasan, terlebih dahulu dikembangkan model simulasi sistem pendinginan dan pemanasan tersebut untuk menduga lamanya proses tersebut. Oleh karena itu diperlukan penelitian untuk mendapatkan data dasar sebagai parameter desain, baik fisik maupun termal.

Nilai difusivitas panas merupakan salah satu sifat termal dari suatu bahan yang dapat digunakan sebagai data dasar untuk memperkirakan laju distribusi suhu dalam parameter-parameter desain untuk simulasi sistem pemanasan atau pendinginan. Akan tetapi data mengenai nilai difusivitas panas bahan, khususnya hasil pengolahan dari ikan seperti pempek masih sangat sedikit bahkan belum ada (suroso, 2006). Hal ini disebabkan penelitian mengenai hasil pengolahan perikanan tersebut tidak mudah karena produk pengolahan hasil perikanan seperti pempek tidak homogen. Oleh karena itu diperlukan percobaan pengukuran untuk mendapatkan data difusivitas panas pada produk hasil pengolahan tersebut.

Beberapa peneliti seperti Singhal *et al.* (2008); Singh dan Helmand (2009); dan Sweat (1974) telah menekankan perlunya mengetahui sifat termal produk pangan seperti difusivitas panas. Sifat termal bahan ini sangat tergantung pada karakteristik fisik makanan seperti suhu, ukuran, bentuk, keadaan (beku atau dicairkan), komposisi parameter (kadar air, kandungan lemak, protein, dan abu) serta dari bentuk susunan serat (Sablani dan Rahman, 2003).

Menurut Anggrawaty (2002) dan Sumarni (2004), untuk menentukan nilai difusivitas panas berdasarkan sifat termofisik dan komposisi kimia serta distribusi suhu pempek lenjer dengan percobaan berulang-ulang, membutuhkan biaya yang tidak sedikit. Oleh sebab itu diperlukan model matematika pendugaan nilai difusivitas panas dan distribusi suhu pempek selama proses pemanasan.

B. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model pendugaan nilai difusivitas panas dan distribusi suhu pempek lenjer berbagai formulasi campuran tapioka dan ikan dengan metode numerik beda hingga selama proses pemanasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, S. 2011. Peningkatan Proses dan Pengemasan Pempek (Frozen Pempek) untuk Ekspor. Makalah Teknik Pengolahan Pangan Lanjut. Program Doktor Universitas Sriwijaya.
- Anggrawaty, R.A. 2002. Pengembangan Model Matematik Alat Pengering Kolektor Surya. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Ansar, B. Rahardjo, Z. Noor dan Rochmadi. 2008. Pemodelan Matematis Distribusi Suhu Tiga Dimensi pada Proses Pembuatan Tablet Effervescent Sari Buah. Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian, Yogyakarta, 18-19 November 2008. pp 1-15.
- Cengel, Y.A. 2003. Heat Transfer A Practical Approach. Second Ed. McGraw Hill, New York.
- Choi, Y. dan M.R. Okos. 1986. Effects of temperature and composition on the thermal properties of foods. *In*. L. Maguer and P. Jelen (ed.). Food Engineering and Process Applications. *In*. D.R. Heldman and D.B. Lund (ed.). Handbook of Food Engineering. Second ed. CRC Press. Florida. pp. 397-426.
- Croft, D.R. dan D.G. Lilley. 1977. Heat Transfer Calculations Using Finite Difference Equations. Applied Science Publishers Ltd, London.
- Datta, A.K. 2002. Biological and Bioenvironmental Heat and Mass Transfer. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Febrianty, D., Hanny dan Mryna. 2008. Aneka Resep Pempek Palembang. (Online). (<http://tiraikasih.tripod.com>, diakses 26 Januari 2012).
- Flores, M.E.J. dan H.H. Sanchez. 1999. Thermal Diffusivity of Soursop (*Annona Muricata* L.) Pulp. *J. Food Engin.* 46:139-143.
- Heldman, D.R. dan Singh, R.P. 1981. Food Process Engineering. *In*. D.R. Heldman and D.B. Lund (ed.). Handbook of Food Engineering. Second ed. CRC Press. Florida. pp. 397-426.
- Hoseney, R.C. 1998. Principles of Cereal Science and Technology. Second ed. American Association of cereal Chemist, Inc. St. Paul, Minnesota.

- Incropera, F.P. dan D.P. DeWitt. 2002. *Introduction to Heat Transfer*. fourth ed. John Wiley & Sons, New York.
- Kreith, F. 2000. *Handbook of Thermal Engineering*. CRC Press, Florida.
- Luknanto, D. 2003. *Model Matematika*. Bahan Kuliah Hidraulika Komputasi Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.
- Manalu, L.P. dan K. Abdullah. 1998. Penentuan Difusivitas Panas dan Konduktivitas Wortel (*Daucus carota* L.). *Buletin Keteknikan Pertanian*. 12(2):32-37.
- Maroulis, Z.B., K.K. Shah, dan G.D. Saravacos. 1991. Thermal conductivity of gelatinized starches. *In*. M.S. Rahman. *Food Properties Handbook*. Second ed. CRC Press. New York. pp. 624-644.
- Puspitahati. 2002. *Model Matematika Perpindahan Panas Alat Pengering Kerupuk Tipe Rak dengan Elemen Pemanas Listrik*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Putri, P.A. 2008. Pengukuran Panas Jenis, Massa Jenis dan Konduktivitas Panas untuk Penentuan Difusivitas panas dan Porositas Sambaloto (*Andrographis paniculata* (Burm.f) Nees.). Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Rianto, B.F. 2006. *Desain Proses Pembuatan dan Formulasi Mi Basah Berbahan Baku Tepung Jagung*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Sablani, S.S. dan M.S. Rahman. 2003. Using Neural Network to Predict Thermal Conductivity of Food as a Function of Moisture Content, Temperature and Apparent Porosity. *Food Research Int.* 36:617-623.
- Singh, R.P. dan D.R. Helmand, 2009. *Introduction to Food Engineering*. Fourth ed. Elsevier. New York. pp. 247-401.
- Singhal, D.K., U. Singh dan A.K. Singh. 2008. Effect Thermal Difusivity of Perishable Produce as a Function of Temperature by Transient Method. *Ind. J. Pure. Applied Physics*. 46:862-865.
- Sumarni. 2004. *Model Distribusi pada Buah Semangka (*Citrulus vulgaris*) Varietas Quality Selama Penyimpanan*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Suroso. 2006. Pengembangan Metode Pengukuran Difusivitas Panas Hasil Pertanian Dengan Metode Inversi. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. 20(1):65-73.
- Sweat, V.E. 1974. Experimental values of thermal conductivity of selected fruits and vegetables. *In*. D.R. Heldman and D.B. Lund (ed.). *Handbook of Food Engineering*. Second ed. CRC Press. New York. pp. 397-426.

- Teixeira, A.A. dan J.E. Manson. 1982. Computer control of batch retort operations with on-line correction of process deviations. *In*. D.R. Heldman and D.B. Lund (ed.). Handbook of Food Engineering. Second ed. CRC Press. Florida. pp. 745-797.
- Toledo, R.T. 2007. Fundamentals of Food Process Engineering. Third Ed. Springer, Georgia.
- Winarto, B. Raharjo dan Suhargo. 2002. Pengembangan Model Matematika Perpindahan Panas pada Kentang Selama Proses Pemasakan. *Indo. J. Materials Sci.* 4(1):34-40.