

# LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN



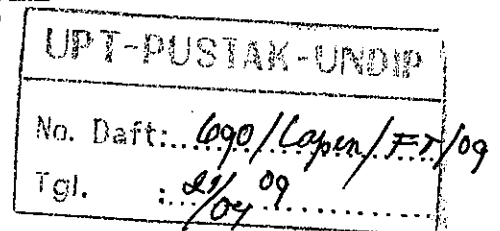
## MODEL PERPINDAHAN PANAS DAN MASSA PADA PENGERING *ENDLESS CHAIN PRESSURE* (ECP) UNTUK INAKTIVASI ENZIM POLIFENOL OKSIDASE

oleh

Joga Dharma Setiawan, B.Sc., M.Sc., Ph.D

Mohamad Endy Yulianto, ST. MT

Fahmi Arifan, ST



DIBIYAI OLEH DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI  
SURAT PERJANJIAN NO: 014/SP2H/PP/DP2M/III/2007 tanggal 29 Maret 2007  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
2007

## HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

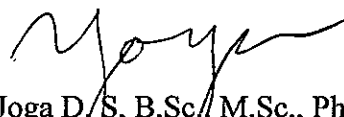
1. Judul Penelitian : Model Perpindahan Panas Dan Massa Pada Pengering *Endless Chain Pressure (ECP)* Untuk Inaktivasi Enzim Polifenol Oksidase
2. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap : Joga Dharma Setiawan, B.Sc., M.Sc., Ph.D
  - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
  - c. NIP : 132 316 216
  - d. Pangkat/Golongan : Penata Muda TK I/III c
  - e. Jabatan Fungsional : Lektor
  - f. Fakultas/ Jurusan : Teknik /Teknik Mesin
  - g. Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro
  - h. Pusat Penelitian : Fakultas Teknik UNDIP
3. Jumlah Tim Peneliti : 3 Orang
4. Lokasi Penelitian : Lab.Konversi Energi T. Mesin, Lab. Komputasi  
: Proses dan Lab. Analisa Kimia T. Kimia UNDIP  
FakultasTeknik UNDIP
5. Kerja sama dengan institusi lain
- a. Nama instansi : -
  - b. Alamat : -
6. Masa Penelitian : 9 bulan
7. Biaya yang Diperlukan : Rp 30.000.000 (tiga puluh juta rupiah)

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro



H. Hj Sri Eko Wahyuni, MS  
NIP. 430 898 928

Semarang, 26 November 2007  
Ketua Peneliti,



Joga D/S, B.Sc./ M.Sc., Ph.D  
NIP. 132 316 216

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian,



Prof. Dra. Hj. Indah Susilowati, M.Sc, Ph.D  
NIP. 131 764 487

## RINGKASAN DAN SUMMARY

Pengeringan teh hijau bertujuan untuk mengurangi kadar air dan menghentikan proses oksidasi enzimatis polifenol yang masih aktif. Keunggulan menggunakan pengering tipe *Endless Chain Pressure (ECP) Drier* adalah kontak bahan dengan udara panas lebih luas, laju perpindahan panas dan massa lebih besar, medium pengering menjadi besar sehingga kapasitas pengeringan yang dicapai juga besar, seragamnya suhu sepanjang hamparan sehingga peristiwa *case hardening* pada teh jarang terjadi, dan gesekan antar partikel teh relatif kecil.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model matematis laju pengering teh hijau pada berbagai suhu dengan kecepatan udara pengering yang tetap. Pengeringan dilakukan dengan memvariasikan suhu dengan kecepatan udara yang tetap. Suhu bervariasi 90 °C, 95 °C, dan 100 °C. Penentuan kadar air teh hijau selama pengeringan dilakukan dengan menggunakan metode oven dan *Brabender Moisture Tester*.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa suhu udara sangat mempengaruhi laju pengeringan. Semakin tinggi suhu, maka laju pengeringan semakin cepat dan sebaliknya. Hasil pengujian terhadap model menunjukkan tingkat ketepatan yang baik. Model laju pengeringan yang diperoleh diharapkan dapat menggambarkan kondisi pengeringan yang sebenarnya dengan alat pengering yang digunakan. Model ini juga digunakan dalam peningkatan kinerja operasional pengeringan.

Green tea drying is to decrease moisture content and stop oxydation process of active polyphenol oxydase. The advantage of using ECP drier is in wider contact between materials with air, higher heat and mass flow, drying medium is higher so that heat flow becomes higher, uniform temperature decreases case hardening, and friction among tea partikel is relatively small.

This drying observation wants to get a mathematical model of green tea drying rate at various temperature of 90 °C, 95 °C, and 100 °C and constant drying air flow rate. Moisture content was determined by the oven method as well as Brabender Moisture Tester. Result showed yhat drying air temperature significantly affect the drying rate. Higher temperature will increase the drying rate vice versa. Mathematical

model of green tea drying in the endless chain pressure drier at 90 °C, 95 °C, and 100 °C are successively.

It is hoped that this mathematical model of green tea drying rate will illustrate the actual drying condition with ECP drier. Furthermore, it will also be useful to improvethat rate drying performance in green tea factory.

## PRAKATA

Penelitian merupakan unsur kedua Tri Darma Perguruan Tinggi, serta sebagai sarana untuk meningkatkan kualitas pengajar, serta merupakan masukan yang dapat dipergunakan masyarakat.

Puji syukur peneliti panjatkan kehadurat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah dan barokah-Nya sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

Dengan selesainya penelitian ini, peneliti mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada

1. Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional yang telah membiayai penelitian ini.
2. Pimpinan Universitas Diponegoro yang telah memberikan kepercayaan untuk melaksanakan penelitian.
3. Ketua Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro yang telah memberikan rekomendasi sehingga terlaksananya penelitian ini.
4. Dekan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang telah menyediakan fasilitas untuk melaksanakan penelitian.

Peneliti menyadari laporan ini masih ada kekurangan, oleh sebab itu, kritik dan saran pembaca sangat diharapkan guna perbaikan dan kesempurnaan penelitian ini. Peneliti berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang memerlukan.

Semarang, 26 November 2007

Tim Peneliti

## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Pengesahan .....	i
Ringkasan dan Summary.....	ii
Prakata.....	iv
Daftar Isi.....	v
Daftar Tabel .....	vi
Daftar Gambar.....	vii
Daftar Lampiran.....	viii
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Pengolahan Teh Hijau Berkatekin Tinggi.....	3
2.2 Pengertian umum tentang pengeringan.....	4
2.3 Kadar air kesetimbangan ( <i>equilibrium moisture content</i> ).....	4
2.4 Laju pengeringan.....	5
2.5 Pengeringan Teh Hijau.....	6
2.6 Inaktivasi Enzim Selama Pengeringan.....	6
2.7 Model Perpindahan Panas Dan Massa Pada Pengeringan Daun Teh .....	7
2.3.1 Sumber dan Penggunaan.....	10
2.3.2 Proses Pembuatan Asam Lemak .....	10
<b>BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT.....</b>	<b>11</b>
<b>BAB IV. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>12</b>
4.1 Pemodelan.....	12
4.2 Eksperimen.....	12
4.2.1 Bahan Penelitian.....	12
4.2.2 Peralatan Penelitian.....	13
4.2.3 Variabel Proses.....	14
4.2.4 Prosedur Penelitian.....	14
4.3 Intepretasi Data .....	14
<b>BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>17</b>
5.1 Pengaruh Lama Pengeringan.....	17
5.2 Perubahan Kadar Air Terhadap Waktu.....	18
5.3 Laju Pengeringan .....	19
5.4 Model Matematis Laju Pengeringan Teh Hijau .....	20
5.5 Pengujian Terhadap Model .....	21
<b>BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>22</b>
6.1 Kesimpulan .....	22
6.2 Saran.....	22
<b>BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>26</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>23</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>26</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Lubang trays pada pengering ECP.....	13
Tabel 2. Model matematika laju pengeringan teh hijau pada alat pengering tipe ECP .....	19
Tabel 3. Hasil pengujian terhadap model.....	21

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Pengolahan teh hijau berkatekin tinggi .....	3
Gambar 2. Perpindahan uap air selama pengeringan.....	4
Gambar 3 Grafik kecepatan pengeringan.....	5
Gambar 4 Arah difusi yang terjadi pada pengeringan teh.....	7
Gambar 5 Alat pengering tipe <i>Endless Chain Pressure (ECP) Drier</i> .....	13
Gambar 6 Grafik perubahan kadar air terhadap waktu pada berbagai suhu .....	17
Gambar 7 Grafik laju pengeringan teh hijau terhadap waktu .....	20



## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran A. Prosedur Analisis	26
Lampiran B Struktur Kimia	29
Lampiran C Rancangan Proses Teh Hijau Berkatekin Tinggi	31
Lampiran D Perubahan Kimia Selama Pengolahan Teh Hijau	32
Lampiran E Daftar Riwayat Hidup Peneliti	34
Lampiran F Foto Kegiatan Laboratorium	43

## BAB I PENDAHULUAN

Teh sebagai bahan minuman penyegar dan menyehatkan merupakan salah satu komoditi unggulan perkebunan Indonesia. Areal teh Indonesia seluas 157.000 ha terdiri atas 54% perkebunan rakyat, 24% perkebunan besar negara, dan 22% perkebunan besar swasta.

Pasar teh dunia yang dibayangi gejala kelebihan pasokan dan biaya produksi yang cenderung meningkat, mengharuskan para produsen teh untuk meningkatkan daya saing dan nilai tambah. Masalah lingkungan telah ikut mendorong berkembangnya segmen pasar baru bagi produk teh yaitu konsumen yang menghendaki produk ramah lingkungan dan menyehatkan. Aspek kesehatan teh disorot tajam beberapa tahun terakhir ini sejalan dengan kecenderungan masyarakat mengkonsumsi makanan atau minuman substitusi sebagai imbalan diet kaya lemak dan kolesterol (Yulianto, dkk., 2005).

Katekin ( $C_6H_6O_2$ ) dalam teh merupakan komponen utama yang mendominasi sekitar 30% berat kering teh (Bokuchava dan Skobeleva, 1969; Lunder, 1989; Graham, 1992; Price dan Spitzer, 1993; Wang dan Helliwell, 2000). Katekin merupakan kerabat tanin terkondensasi yang juga sering disebut polifenol karena banyaknya gugus fungsi hidroksil yang dimilikinya. Katekin merupakan senyawa utama yang menentukan mutu, baik cita rasa, kenampakan, maupun warna air seduhan (Graham, 1992).

Efek menyehatkan pada teh terletak pada senyawa katekin yang dikandungnya (Copeland *et al.*, 1998; Wanasundara dan Shahidi, 1998; Zandi dan Gordon, 1999; Nwuha *et al.*, 1999; Wang dan Helliwell, 2000; dan Sava *et al.*, 2001). Penelitian dengan teh hijau Jepang membuktikan bahwa katekin dapat mengurangi resiko kejangkitan berbagai penyakit seperti mengurangi resiko kanker, menjaga kesehatan jantung, bersifat anti oksidan, anti mikroba, bahkan mampu memperpanjang masa menopause dan lain-lain (Oguni, 1993; Bruneman, 1991; Chen, 1991; Fujiki, 1991; Fung, 1991; Hayatsu, 1991). Menurut Bambang (1995, 1996) katekin pada daun teh Indonesia lebih banyak daripada katekin daun teh Jepang, sebab itu potensi menyehatkan teh Indonesia diduga lebih tinggi. Keunggulan ini membuka peluang bagi

industri teh Indonesia untuk memproduksi teh hijau berkatekin tinggi sebagai bahan baku *preparat* katekin dan *functional food* yang mulai populer pemakaiannya saat ini.

Pengolahan teh hijau pada prinsipnya dilakukan dengan menginaktifkan enzim polifenol oksidase, yaitu dengan cara *steaming* (pemberian uap panas) dan cara *panning* (penggarangan). Teknologi inaktivasi enzim polifenol dengan pemberian uap panas tentunya lebih banyak memiliki keunggulan. Meskipun demikian, untuk menghasilkan teh hijau yang siap dikonsumsi dengan kadar katekin tinggi dan kadar air sekitar 2 – 3%, masih diperlukan tahapan proses berupa pengeringan. Pengeringan teh hijau ini selain mengurangi kadar air juga untuk menghentikan proses oksidasi enzimatik polifenol jika masih terdapat enzim yang aktif.

Selama ini pengering yang digunakan untuk pengolahan teh hijau, menggunakan *fluidized bed drier (FBD)*. Ditinjau dari segi teknologi, pengering ini masih bersifat konvensional, karena : diperlukan kecepatan udara cukup tinggi (0,5 – 0,75 m/s), ukuran dan densitas bahan terbatas, tidak cocok untuk bahan menggumpal (bahan lengket) dan produk teh hijau yang dihasilkan memiliki kadar air relatif tinggi. Kadar air yang masih tinggi ini, memungkinkan terjadinya proses oksidasi enzimatik polifenol, akibatnya kadar katekin teh hijau yang dihasilkan relatif rendah. Untuk itu perlu dicari alternatif pengering lain, yaitu dengan menggunakan *Endless Chain Pressure (ECP) Drier*.

Pengeringan ECP ini memiliki 3 tray untuk berbagai ukuran mesh dan arah aliran daun maupun bubuk teh dengan udara panas berlangsung secara *counter flow* (arus berlawanan). Selama perjalanan dalam alat pengering, udara mengalami pendinginan terus-menerus, karena panas yang dikandung selalu digunakan untuk menguapkan air.

Keunggulan menggunakan pengering tipe ECP adalah kontak bahan dengan udara panas lebih luas, laju perpindahan panas dan massa lebih besar, medium pengering menjadi besar sehingga kapasitas pengeringan yang dicapai juga besar, seragamnya suhu sepanjang hamparan sehingga peristiwa *case hardening* pada teh jarang terjadi, dan gesekan antar partikel teh relatif kecil. Akan tetapi, pencapaian keunggulan ini masih bergantung pada perilaku perpindahan panas dan massa pada daun teh dalam pengering ECP. Hal ini terjadi karena sifat-sifat kimia dan fisik daun teh akan mempengaruhi perubahan kadar air dan kadar katekin dalam pucuk daun tehnya. Oleh karenanya, perlu dikaji model perpindahan panas dan massa pada pengering ECP dalam pengolahan teh hijau berkatekin tinggi .