



**PENENTU TINGKAT FERMENTASI BIJI KAKAO  
MENGUNAKAN SENSOR WARNA  
DENGAN MIKROKONTROLLER ATMEGA 16**

**PROYEK AKHIR**

Oleh  
**Abdaul Hidayatir Ridho**  
**NIM 081903102010**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**



**PENENTU TINGKAT FERMENTASI BIJI KAKAO  
MENGUNAKAN SENSOR WARNA  
DENGAN MIKROKONTROLLER ATMEGA 16**

**PROYEK AKHIR**

**diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Diploma III Teknik Elektronika  
dan mencapai gelar Ahli Madya**

Oleh  
**Abdaul Hidayatir Ridho**  
**NIM 081903102010**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**

## PERSEMBAHAN

*Proyek akhir ini merupakan sebuah awal, langkah kecil menuju lompatan besar guna menggapai kesuksesan yang lebih baik lagi. Ini merupakan karya yang tidak akan terlupakan bagi saya, karya ini adalah hasil dari ilmu yang saya dapat baik secara akademik maupun non-akademik. Untuk itu Proyek Akhir ini saya persembahkan kepada :*

- 1. Allah SWT, dengan segala Keagungan dan Kejaiiban-Nya yang senantiasa mendengar do'a ku, menuntunku dari dari kegelapan, serta senantiasa menaungiku dengan rahmat dan hidayah-Nya dan junjunganku Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi penerang di dunia dan suri tauladan bagi kita semua.*
- 2. Umi, Abahku, kedua adikku, DNA ku, serta seluruh kerabat dan handai taulan terima kasih atas segala kasihsayang, dukungan, semangat, dan doa selama ini semoga Allah SWT membalas dengan pahalanya.*
- 3. Seluruh teman dan sahabat seperjuangan D 3 Teknik Elektronika angkatan 2008, kalian sebagai inspirasiku serta tempat berbagi suka dan duka yang tidak akan terlupakan. Aku menjadikan kalian semua bagian dari diriku dan aku sangat menyayangi kalian semua.*
- 4. Buat semua teman-teman Jurusan Elektro angkatan 2006 - 2011. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan yang ikut dalam membantu dan berdoa.*
- 5. Guru-guruku sejak TK sampai Perguruan Tinggi yang terhormat, terima kasih telah memberikan ilmu dan mendidik dengan penuh kesabaran.*
- 6. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian proyek akhir ini.*
- 7. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember*

## **MOTO**

*“Demi masa. Sesungguhnya manusia itu benar-benar dalam kerugian, kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan nasehat menasehati supaya mentaati kebenaran dan nasehat menasehati supaya menetapi kesabaran”*

**(QS: Al Ashr 1-3)**

*“Gunakanlah dengan sebaik-baiknya masa mudamu sebelum masa tuamu, masa sehatmu sebelum masa sakitmu, masa kayamu sebelum masa miskinmu, masa senggangmu sebelum masa sibukmu dan masa hidupmu sebelum datang matimu.”*

**(HR. Muslim, Tirmidzi dari Amru bin Maimun)**

*“Kita jarang melihat apa yang kita miliki, yang selalu kita ingat hanyalah pada apa yang tidak kita punya, kecil apapun yang kita miliki syukurilah.”*

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Abdaul Hidayatir Ridho

NIM : 081903102010

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa proyek akhir yang berjudul: “ *Penentu Tingkat Fermentasi Biji Kakao Menggunakan Sensor Warna dengan Mikrokontroller ATMEGA 16* ” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Oktober 2011

Yang menyatakan,

Abdaul Hidayatir Ridho  
NIM 081903102010

**PROYEK AKHIR**

**PENENTU TINGKAT FERMENTASI BIJI KAKAO  
MENGUNAKAN SENSOR WARNA  
DENGAN MIKROKONTROLLER ATMEGA 16**

Oleh  
**Abdaul Hidayatir Ridho**  
**NIM 081903102010**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Khairul Anam, ST., MT.  
Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Sri Mulato, MS  
Dosen Pembimbing Lapangan : Edy Suharyanto, STP., M.P.

## PENGESAHAN

Proyek Akhir berjudul “*Penentu Tingkat Fermentasi Biji Kakao Menggunakan Sensor Warna dengan Mikrokontroller ATMEGA 16*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Senin

Tanggal : 24 Oktober 2011

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

### Tim Penguji

Ketua,  
(Dosen Pembimbing Utama)

Sekretaris,  
(Dosen Pembimbing Anggota)

Khairul Anam, S.T., M.T.  
NIP. 19780405 200501 1 002

Dr. Ir. Sri Mulato, MS.  
NIK. 110.700.293

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T.  
NIP. 19710614 199702 1 001

Sumardi, S.T., M.T.  
NIP. 19670113 199802 1 001

Mengesahkan  
an. Dekan,  
Pembantu Dekan I,

Mahros Darsin, S.T., M.Sc.  
NIP. 19700322 199501 1 001

**PENENTU TINGKAT FERMENTASI BIJI KAKAO  
MENGUNAKAN SENSOR WARNA  
DENGAN MIKROKONTROLLER ATMEGA 16**

**Abdaul Hidayatir Ridho**

*Jurusan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Jember*

**ABSTRAK**

Tolak ukur perkebunan rakyat yang dipergunakan untuk mengukur tingkat fermentasi biji kakao adalah dengan melihat warna keping biji kakao ( uji belah ), sehingga biji kakao tidak terfermentasi secara benar dan sempurna akibat perbedaan persepsi kualitas. Dengan latar belakang tersebut, alat ini dibuat untuk memudahkan dalam mengetahui tingkat fermentasi biji kakao secara efektif dan efisien serta mudah diaplikasikan. Alat ini menggunakan mikrokontroler ATMEGA 16 dan sensor yang digunakan adalah sensor warna TCS230-DB yang akan menyensor biji kakao dan menghasilkan *output* berupa frekuensi untuk diolah di mikrokontroler ATMEGA 16 menjadi *red, green, blue, clear* ( RGBC ). Dengan hasil akhir berupa tampilan indeks fermentasi biji kakao dari persamaan  $y = 0.061x - 0.5756$  yang diolah program untuk ditampilkan pada *LCD Display*. Dalam penelitian ini alat bekerja cukup baik dengan tingkat keberhasilan 89 persen dan error persen alat sebesar 10.78 persen. Alat ini diharapkan, dapat difungsikan sebagai alat proses kontrol selama biji kakao difermentasi agar diperoleh biji kakao dengan mutu terfermentasi sempurna.

**Kata kunci** : biji kakao, indeks fermentasi, mikrokontroler, sensor warna



**DETERMINANTS OF THE LEVEL FERMENTATION OF COCOA BEANS  
USING COLOR SENSOR  
WITH MICROCONTROLLER ATMEGA 16**

**Abdaul Hidayatir Ridho**

*Electronics Engineering Department, Engineering Faculty, Jember University*

**ABSTRACT**

*Plantation benchmark used to measure the level of fermentation of cocoa beans is to look at the color of the cocoa bean pieces ( split test ), so it is not fermented cocoa beans properly and completely due to differences in perceived quality. With this background, the tool is made for ease in knowing the level of fermentation of cocoa beans in an effective and efficient and easy to apply. This tool uses ATmega microcontroller 16 and the sensor used is a TCS230-DB color sensor that will censor cocoa beans and produce output frequency to be processed in the microcontroller ATmega 16 become red, green, blue, clear ( RGBC ). With the final results of the index view fermented cocoa beans from the equation  $y = 0.061x - 0.5756$  processed program to be displayed on the LCD Display. In this study the tool works pretty well with a success rate of 89 percent and the percent error of 10.78 percent of the tool. This tool is expected, can function as a tool for process control in order to obtain fermented cocoa beans fermented with perfect quality.*

**Key words :** *cocoa beans, fermentation index, mikrokontroller ,color sensor*

## RINGKASAN

**Penentu Tingkat Fermentasi Biji Kakao Menggunakan Sensor Warna dengan Mikrokontroler ATMEGA 16;** Abdaul Hidayatir Ridho; 081903102010; 2011: 110 halaman; Program Studi Diploma III Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Fermentasi merupakan suatu proses produksi suatu produk dengan mikroba sebagai organisme pemroses. Fermentasi yang sempurna menentukan citarasa biji kakao dan produk olahannya, termasuk juga karena buah yang masak dan sehat serta pengeringan yang baik. Namun, tolak ukur perkebunan rakyat yang dipergunakan untuk mengukur tingkat fermentasi biji kakao adalah dengan melihat warna keping biji kakao ( uji belah ), sehingga biji kakao tidak terfermentasi secara benar dan sempurna akibat perbedaan persepsi kualitas. Dengan latar belakang tersebut, alat ini dibuat untuk memudahkan dalam mengetahui tingkat fermentasi biji kakao secara efektif dan efisien serta mudah diaplikasikan.

Secara umum alat ini menggunakan mikrokontroler ATMEGA 16 dan sensor yang digunakan adalah sensor warna TCS 230-DB yang akan menyensor biji kakao dan menghasilkan *output* berupa frekuensi untuk diolah di mikrokontroler ATMEGA 16 menjadi *red, green, blue, clear* ( RGBC ). Dengan hasil akhir berupa tampilan indeks fermentasi biji kakao yang akan ditampilkan pada *LCD 2X16 Display*. Hasil dari indeks fermentasi ini nantinya akan dikalibrasi dengan hasil indeks fermentasi spektrofotometer. Biji kakao yang digunakan dalam penelitian ini berupa biji kakao basah.

Hasil pengujian menunjukkan alat bekerja cukup baik dengan tingkat keberhasilan 89 persen. Error persen alat terbesar dalam pembacaan indeks fermentasi sebesar 10,90 persen dan terkecil 0,12 persen. Pemfilter yang digunakan sebagai penentu indeks fermentasi adalah pemfilter *green*, karena memiliki koefisien yang baik dengan persamaan  $y = 0.061x - 0.5756$ . Persamaan tersebut dimasukkan ke dalam program untuk menampilkan indeks fermentasi biji kakao.

## SUMMARY

**Determinants of the Level Fermentation of Cocoa Beans Using Color Sensor with Microcontroller Atmega 16;** Abdaul Hidayatir Ridho; 081903102010; 2011: 110 pages; Study Program Diploma III of Electronics Engineering, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Fermentation is a process of production of a product with microbes as organisms processors. Fermentation determine the perfect flavor cocoa beans and processed products, as well as the fruit is ripe and healthy and good drainage. However, smallholders benchmark used to measure the level of fermentation of cocoa beans is to look at the color of the cocoa bean pieces (split test), so it is not fermented cocoa beans properly and completely due to differences in perceived quality. With this background, the tool is made for ease in knowing the level of fermentation of cocoa beans in an effective, efficient and easy to apply.

In general, these tools use ATmega microcontroller 16 and the sensor used is a color sensor 230-DB TCS that will censor cocoa beans and produces output frequency to be processed in the microcontroller ATmega 16 becomes red, green, blue, clear (RGBC). With the final results of the index view fermented cocoa beans that will be displayed on the LCD Display 2x16. The results of this fermentation indices will be calibrated with the results of fermentation index spectrophotometer. Cocoa beans used in this study in the form of wet cocoa beans.

Test results show the tool works pretty well with 89 percent success rate. Error percent of the largest tool in the reading of the fermentation index of 10.90 percent and 0.12 percent, the smallest. Pemfilter index used as a determinant of fermentation is pemfilter green, because it has a good coefficient with the equation  $y = 0.061x - 0.5756$ . The equation is inserted into the program to display the index of fermented cocoa beans.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan proyek akhir yang berjudul “ *Penentu Tingkat Fermentasi Biji Kakao Menggunakan Sensor Warna dengan Mikrokontroler ATMEGA 16* “ dapat terselesaikan dengan baik. Laporan proyek akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Diploma III teknik elektronika pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Terselesaikannya laporan proyek akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu saya sampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Bapak Sumardi,ST.,MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Bapak Dedy Kurnia Setiawan, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Diploma Tiga Teknik Elektro Universitas Jember;
4. Bapak Khairul Anam, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Dr.Ir. Sri Mulato,MS serta Bapak Edy Suharyanto, STP., MP. selaku Dosen Pembimbing dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya proyek akhir ini;
5. Bapak Dr. Azmi Saleh, ST., MT dan Sumardi, ST., MT selaku Tim Penguji Proyek Akhir yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta saran-sarannya guna memberikan pengarahan demi terselesaikannya penulisan laporan proyek akhir ini;
6. Teman-teman Lab. Alsin serta seluruh karyawan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.

7. Sivitas Akademika Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Semoga laporan proyek akhir ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya untuk disiplin ilmu teknik elektronika, kritik dan saran diharapkan terus mengalir untuk lebih menyempurnakan proyek akhir ini dan diharapkan dapat dikembangkan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Jember, Oktober 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>viii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>x</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xx</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Fermentasi Biji Kakao .....	4
2.2 Mikrokontroller ATMEGA 16 .....	5
2.3 Sensor Warna TCS230-DB .....	8
2.4 LCD 2 x 16 <i>Display</i> .....	11
2.5 Spektrofotometer .....	13

### **BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Tempat dan Waktu Penelitian .....	14
3.1.1	Tempat Penelitian .....	14
3.1.2	Waktu Penelitian .....	14
3.2	Alat dan Bahan .....	15
3.2.1	<i>Hardware</i> .....	15
3.2.2	<i>Software</i> .....	15
3.3	Tahap Penelitian .....	15
3.4	Desain Penelitian .....	16
3.4.1	Desain Konstruksi Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) .....	16
3.4.2	Desain Konstruksi Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....	19

### **BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Pengujian Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) .....	23
4.1.1	Rangkaian Sistem Minimum ATMEGA 16 .....	23
4.1.2	Rangkaian LCD <i>display</i> 2 x 16 .....	24
4.2	Pengujian Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....	25
4.2.1	Pengujian Program Penghitung Frekuensi .....	25
4.2.2	Pengubah Frekuensi menjadi RGBC .....	27
4.3	Pengambilan Sampel dan Kalibrasi dengan Spektrofotometer ....	31
4.3.1	Pengambilan Sampel .....	31
4.3.2	Kalibrasi dengan Spektrofotometer .....	31
4.4	Olah Data Pengambilan Sampel dan Kalibrasi .....	33
4.4.1	Pemfilter warna merah ( <i>Red</i> ) .....	33
4.4.2	Pemfilter Warna Hijau ( <i>Green</i> ) .....	36
4.4.3	Pemfilter Warna Biru ( <i>Blue</i> ) .....	40
4.4.4	Pemfilter <i>Clear</i> .....	43

4.4.5	Nilai Indeks Fermentasi Alat dengan Indeks Fermentasi Spektrofotometer .....	46
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	51
5.2	Saran .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Kombinasi fungsi S2 dan S3 ..... 9
Tabel 2.2	Kombinasi fungsi S0 dan S1 ..... 10
Tabel 2.3	Konfigurasi pin LCD M1632 ..... 12
Tabel 3.1	Rencana Kegiatan Proyek Akhir ..... 14
Tabel 3.2	Antarmuka Mikrokontroler dan <i>hardware</i> pendukung ..... 17
Tabel 4.1	Pengujian Mikrokontroler ATMEGA 16 ..... 24
Tabel 4.2	Nilai <i>output</i> sensor warna berupa frekuensi berbagai warna . 26
Tabel 4.3	Pengujian Sensor dengan Berbagai Warna ..... 30
Tabel 4.4	Nilai <i>Red</i> dan Indeks Fermentasi Spektro ..... 33
Tabel 4.5	Perbandingan nilai IF Spektro dengan IF pemfilter <i>Red</i> ..... 34
Tabel 4.6	Perbandingan nilai IF Spektro dengan IF pemfilter <i>Red</i> ..... 35
Tabel 4.7	Nilai <i>Green</i> dan Indeks Fermentasi Spektro ..... 36
Tabel 4.8	Perbandingan nilai IF Spektro dengan IF pemfilter <i>Green</i> ..... 37
Tabel 4.9	Perbandingan nilai IF Spektro dengan IF pemfilter <i>Green</i> ..... 38
Tabel 4.10	Nilai <i>Blue</i> dan Indeks Fermentasi Spektro ..... 39
Tabel 4.11	Perbandingan nilai IF Spektro dengan IF pemfilter <i>Blue</i> ..... 40
Tabel 4.12	Perbandingan nilai IF Spektro dengan IF pemfilter <i>Blue</i> ..... 41
Tabel 4.13	Nilai <i>Clear</i> dan Indeks Fermentasi Spektro ..... 42
Tabel 4.14	Perbandingan nilai IF Spektro dengan IF pemfilter <i>Clear</i> ..... 43
Tabel 4.15	Perbandingan nilai IF Spektro dengan IF pemfilter <i>Clear</i> ..... 44
Tabel 4.16	Indeks Fermentasi Alat regresi linear ..... 45
Tabel 4.17	Indeks Fermentasi Alat regresi polynomial ..... 46

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Konfigurasi Pin ATmega 16 .....	6
Gambar 2.2 Gambar fisik dan Skematic sensor warna TCS230-DB .....	8
Gambar 2.3 Contoh sampel warna dan komposisi RGB – nya .....	9
Gambar 2.4 Cara menghitung frekuensi dengan timer periode .....	10
Gambar 2.5 Cara menghitung frekuensi dengan menghitung periode satu gelombang .....	11
Gambar 2.6 Fisik dan Susunan alamat pada LCD .....	11
Gambar 2.7 Fisik Spektrofotometer .....	13
Gambar 3.1 Blok diagram kerja alat .....	16
Gambar 3.2 Desain tempat alat .....	16
Gambar 3.3 Rangkain Sistem Minimum ATMEGA 16 dan <i>Hardware</i> .....	17
Gambar 3.4 Rangkaian <i>regulator</i> tegangan .....	18
Gambar 3.5 Rangkaian LCD <i>Display</i> 2 x 16 .....	18
Gambar 3.6 Diagram Alir Software .....	19
Gambar 4.1 Sistem Minimum ATMEGA 16 .....	21
Gambar 4.2 Tampilan komposisi <i>Red, Green, Blue, dan Clear</i> .....	23
Gambar 4.3 Diagram alir penghitung frekuensi .....	24
Gambar 4.4 Diagram alir pengubah frekuensi ke RGBC .....	27
Gambar 4.5 Komposisi <i>Red, Green, Blue, dan Clear</i> pada warna hitam .....	29
Gambar 4.6 Komposisi <i>Red, Green, Blue, dan Clear</i> pada warna putih .....	29
Gambar 4.7 Tahap kalibrasi spektrofotometer .....	32
Gambar 4.8 Grafik Regresi <i>Linear</i> Hubungan IF dengan Nilai <i>Red</i> .....	34
Gambar 4.9 Grafik Regresi <i>Polynomial</i> Hubungan IF dengan Nilai <i>Red</i> .....	35
Gambar 4.10 Grafik Regresi <i>Linear</i> Hubungan IF dengan Nilai <i>Green</i> .....	37

Gambar 4.11	Grafik Regresi <i>Polynomial</i> Hubungan IF dengan Nilai <i>Green</i> .....	38
Gambar 4.12	Grafik Regresi <i>Linear</i> Hubungan IF dengan Nilai <i>Blue</i> .....	40
Gambar 4.13	Grafik Regresi <i>Polynomial</i> Hubungan IF dengan Nilai <i>Blue</i> .....	41
Gambar 4.14	Grafik Regresi <i>Linear</i> Hubungan IF dengan Nilai <i>Clear</i> .....	43
Gambar 4.15	Grafik regresi <i>polynomial</i> Hubungan IF dengan Nilai <i>Clear</i> .....	44
Gambar 4.16	Grafik Regresi <i>Linear</i> Hubungan <i>Red, Green, Blue &amp; Clear</i> dengan IF Spektro .....	47
Gambar 4.17	Grafik Regresi <i>Polynomial</i> Hubungan <i>Red, Green, Blue</i> & <i>Clear</i> dengan IF Spektro .....	47
Gambar 4.18	Gambar tampilan indeks fermentasi pada alat .....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>A. Listing Program Penentu Indeks Fermentasi Biji Kakao .....</b>	54
<b>B. Hasil Pengujian Pembacaan Nilai <i>Red, Green, Blue, Clear</i> .....</b>	61
<b>C. Jarak Optimal Pengujian Sensor Warna TCS230-DB .....</b>	73
<b>D. Foto Alat Penentu Indeks Fermentasi Biji Kakao .....</b>	75
<b>E. Perubahan Warna Biji Kakao dari Fermentasi 0 Hari – 5 Hari .....</b>	77
<b>F. <i>Data Sheets</i> .....</b>	78
<b>1. <i>Data Sheet ATMEGA 16</i> .....</b>	79
<b>2. <i>Data Sheet Color Sensor TCS230-DB</i> .....</b>	80