



**PENGUKURAN TINGKAT FERMENTASI BEBERAPA KLON KAKAO
LINDAK DENGAN TEKNOLOGI DIGITAL SENSOR WARNA**

*Measurement of Fermentation Degree of Forastero Cocoa Bean
with Digital Colour Sensor Technology*

TESIS

Oleh

**NURHAYATI, S.TP.
081520101012**

**PROGRAM STUDI AGRONOMI
PROGRAM MAGISTER
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2010**



**PENGUKURAN TINGKAT FERMENTASI BEBERAPA KLON KAKAO
LINDAK DENGAN TEKNOLOGI DIGITAL SENSOR WARNA**

*Measurement of Fermentation Degree of Forastero Cocoa Bean
with Digital Colour Sensor Technology*

**TESIS DISERAHKAN KEPADA PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS JEMBER UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT
MEMPEROLEH GELAR**

Oleh

**NURHAYATI, S.TP.
081520101012**

Pembimbing Tesis :

**Dr. Ir. Ketut Anom Wijaya., Pembimbing Utama
Dr. Ir. Sri Mulato, M.S., Pembimbing Anggota**

**PROGRAM STUDI AGRONOMI
PROGRAM MAGISTER
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2010**

PENGESAHAN

Tesis Berjudul **Pengukuran Tingkat Fermentasi Beberapa Klon Kakao Lindak dengan Teknologi Digital Sensor Warna** telah diuji dan disahkan oleh Program Pasca Sarjana Universitas Jember pada:

hari : Rabu
tanggal : 26 Mei 2010
tempat : Pasca Sarjana

Tim Penguji
Ketua,

Dr. Ir. Ketut Anom Wijaya
NIP. 19580717 198503 1 002

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Ir. Sri Mulato, M.S.
NIK. 110 700 293

Dr. Ir. Sony Suwasono, M. App. Sc.
NIP. 19641109 198902 1 002

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Program Studi,

Dr. Ir. Ketut Anom Wijaya
NIP. 19580717 198503 1 002

Dekan Fakultas Pertanian,

Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, M.P.
NIP. 19611110 198802 1 001

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : NURHAYATI, S.TP.

NIM : 081520101012

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul : **Pengukuran Tingkat Fermentasi Beberapa Klon Kakao Lindak dengan Teknologi Digital Sensor Warna** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 26 Mei 2010

Yang Menyatakan,

NURHAYATI, S.TP.
NIM. 081520101012

PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohiim

Alhamdulillahilalamin segala puji hanya bagi Allah SWT atas segala nikmat yg Engkau berikan, terima kasih ya ALLAH ya Robbi ya iLLahi, atas kehendakMu tidak mungkin sepertinya bisa kuliah apalagi sampai Strata-2

Terima Kasihku Pada :

(alm) Ayahandaku (Sapirah) n Bundaku (Le Ruiyah) tercinta atas doa tulusnya ku bersujud di kakinya meminta restunya dalam perjuangan ini, kk Ani n kk iparku atas dukungan materiil n motivasinya, adk-adkku (ipit+wire+wira) kalian adalah nafasku to tetap bertahan dsini (kk sayang kalian), keponakanQ (gibran), papuq, bibi yam atas doa, kasih sayang. my inspirite "Mursal Ghazali" hadirmu telah memberikan spirit yg luar biasa. *Keluarga besarku di Lombok (kk ika, kk mia) atas dukungan, spirit, motivasi serta doa yang selalu diberikan, sahabatku (novi skeluarga, nining skeluarga),*

Special thanks to PR I UMM ibu Rena Aminwara, S.H.,M.Si dan Kepsek SMKN 1 Kuripan Bapak Ir.Dayat, M.Pd yang telah memberikan jalan to bisa berjalan menggapai mimpi, guru-guru dan dosen-dosenku terhormat dari TK sampai S2, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran.

Thank's too :

Teman-teman seperjuangan Agronomi Beasiswa Unggulan 08 "Laskar Bonchues Forever (Dewan Penasehat" babeh Iryono "; Jenderal Onchue "Ali,MYS"; Mangab Asriyah F, Mayor Lila W n Delly HK,) terima kasih atas semuanya (Kalian telah memberikan warna dalam hidupQ) mg persahabatan qt abadi dunia akhirat, Crew Unggulan NTB (kk leha, Titis, kk rani, kk ning, kk puput, kk syirril, kk heny, pak yarso), Temen-temen n exs kosan Kalimantan XIV/20 Bapak n Ibu Kost (iis, mb pungky, mami erlin, kk pin, qori', ewix, yennis, nungQ, rindu, dewi, rachel, dania, ninin, fiki, irin, ella, mb tri, mb lila, mb fitri), temen-temen ICCRI Kaliwining (Pak Edy, Pak Dwi, mb Ninik, mb Indah, mb Ike, Wahid, mas ricky, mas burhan, mb Erna, mb Elin, mb Dwi, Pak kaswan, Pak To, Pak holik, pak war, mas ali, mas iwan, mb mut+elok+fitri+sohib+mas nur, n crew bengkel serta ICCRI jember (mb fit, mb ninik, mb ari, pak budi, pak agus) terima kasih atas sambutan dan perlakuannya. serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah membantu, mendukung penulisan tesis ini hingga selesai.

Thanks for All

MOTTO

Bayarlah keringat Orang Tua dengan Rajin belajar

*Jadikan Masa Lalu sebagai Pelajaran
Masa Sekarang sebagai Kenyataan
Masa depan sebagai Harapan
Walaupun Terasa Getir
(AL !f 221009)*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, serta hidayah-Nya atas terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis (Tesis) yang berjudul **“Pengukuran Tingkat Fermentasi Beberapa Klon Kakao Lindak dengan Teknologi Digital Sensor Warna”** ini dengan baik.

Penyelesaian Karya Ilmiah Tertulis (Tesis) ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih atas semua dukungan dan bantuan kepada :

1. Menteri Pendidikan Nasional yang telah memberikan dukungan pembiayaan melalui Program Beasiswa Unggulan hingga penyelesaian tugas akhir Tesis berdasarkan perjanjian kerjasama antara Sekjen Depdiknas RI dengan Universitas Jember Nomor 60607/A2.5/LN/2008
2. Bapak Dr. Ir. Ketut Anom Wijaya selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) untuk waktu, arahan, bimbingan, solusi kreatif dan motivasinya selama penyusunan tesis ini.
3. Bapak Dr. Ir. Sri Mulato, M.S. selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) yang tiada henti memberikan semangat dan motivasi berharga, ide cemerlang, bimbingan, waktu dan kesempatan dalam penulisan tesis ini sampai selesai.
4. Bapak Dr. Ir. Sony Suwasono, M. App.Sc. yang telah memberikan masukan dan saran untuk kesempurnaan tesis ini.
5. Bapak Direktur Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia yang telah memberikan dukungan dan fasilitas untuk penelitian.
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Program Pasca Sarjana Universitas Jember.
7. Ibu, kakak, adek-adek ku serta seluruh keluarga besar yang tanpa lelah selalu mendukung baik material juga moriil.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang turut serta membantu dalam penyelesaian proposal penelitian tesis ini.

Karya Ilmiah Tertulis (Tesis) ini masih sangat jauh dari sempurna, oleh karena itu segala bentuk kritik dan saran untuk perbaikan karya ilmiah ini sangat penulis harapkan.

Jember, Juni 2010

Penulis

RINGKASAN

Pengukuran Tingkat Fermentasi Beberapa Klon Kakao Lindak dengan Teknologi Digital Sensor Warna, Nurhayati, 081520101012. 2010 : 54 halaman : Program Studi Agronomi Pasca Sarjana Universitas Jember.

Produk kakao Indonesia sebagian besar dihasilkan dari perkebunan rakyat yang umumnya tidak di fermentasi atau fermentasi yang tidak sempurna sehingga melemahkan posisi tawar dimata konsumen dunia. Untuk memenuhi kualitas ekspor biji kakao yang difermentasi, pemerintah mengeluarkan penerapan Standar Nasional Indonesia (SNI) wajib bagi biji kakao. Aspek mutu dalam SNI yang sangat penting adalah tingkat fermentasi yang sempurna, untuk mengetahui tingkat fermentasi yang sempurna biasanya dinilai secara subyektif dengan menggunakan cara uji belah (*cut test*). Cara uji subyektif ini dapat membuka peluang perbedaan persepsi antara pedagang dan petani tentang kualitas biji yang sedang ditransaksikan serta menimbulkan kesenjangan harapan antara harapan harga yang diangankan petani dan realita harga yang diberikan. Pada umumnya petani merupakan pihak yang kurang diuntungkan karena posisi tawarnya yang rendah. Kondisi ini pada akhirnya akan mendorong petani enggan melakukan fermentasi karena tidak adanya selisih harga yang memadai. Untuk itu perlu adanya inovasi teknologi berbasis teknologi digital yang akan mengetahui tingkat fermentasi secara obyektif, efektif dan efisien sehingga perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk menentukan tingkat fermentasi sempurna dari beberapa klon kakao lindak dengan teknologi digital menggunakan sensor warna.

Penelitian ini dilakukan tiga tahapan pengukuran yakni pengukuran karakteristik sifat fisik biji kakao, karakteristik fermentasi, tingkat fermentasi sempurna pada beberapa klon kakao lindak yang diteliti. Beberapa karakter untuk mendeteksi proses fermentasi antara lain adanya peningkatan suhu sebagai hasil pelepasan panas karena adanya reaksi fermentasi yang bersifat eksotermis, perubahan nilai pH biji karena pembentukan senyawa-senyawa asam, penurunan massa karena adanya penguraian dan pelepasan lapisan pulp dari permukaan biji karena adanya perubahan viskositas, penurunan kandungan polifenol karena adanya penetrasi asam asetat ke dalam biji dan perubahan warna yang menjadi indikator kematian biji dan berakhirnya proses fermentasi.

Karakter tersebut dipengaruhi oleh ukuran biji yang akan mempengaruhi cepat lambatnya proses fermentasi. Semakin kecil ukuran biji maka proses fermentasi berjalan semakin cepat sehingga proses fermentasi paling cepat terjadi pada Sca 12, diikuti TSH 858 dan ICS 60. Perubahan warna keping biji dipengaruhi oleh penurunan kandungan polifenol sebagai penanda warna ungu. Tingkat fermentasi sempurna dengan menggunakan sensor warna pada sampel pasta untuk klon Sca 12 adalah 84 jam, klon TSH 858 yakni 108 jam dan klon ICS 60 yakni 120 jam, sedangkan pada sampel belah untuk klon Sca 12, TSH 858, ICS 60 berturut-turut adalah 48, 72, 84 jam. Tingkat fermentasi sempurna dengan menggunakan penilaian subyektif (uji belah) pada klon ICS 60 terjadi pada lama fermentasi 108 jam dan TSH 858 pada lama fermentasi 120 jam sedangkan klon Sca 12 pada lama fermentasi 60 jam. Alat sensor warna mampu mengukur tingkat fermentasi pada sampel pasta seperti halnya spektrofotometer untuk semua klon dengan persentase error alat maksimal adalah 5,59%

Pengukuran Tingkat Fermentasi Beberapa Klon Kakao Lindak dengan Teknologi Digital Sensor Warna

ABSTRAK

Nurhayati, S.TP

Pemerintah berencana untuk memberlakukan SNI Kakao No 2323-2008 secara wajib sebagai upaya peningkatan mutu biji kakao. Diantara aspek mutu dalam SNI yang sangat penting adalah tingkat fermentasi yang sempurna. Sampai saat ini, tingkat fermentasi ditentukan dengan metoda uji belah, yang hanya membandingkan warna keping biji secara visual dan kualitatif. Warna coklat menunjukkan tingkat fermentasi yang sempurna dan warna ungu dominan digolongkan sebagai under-fermented. Cara uji yang bersifat subyektif ini sering menimbulkan perselisihan karena perbedaan persepsi antara pedagang dan petani tentang kualitas biji yang sedang ditransaksikan. Untuk itu suatu kegiatan penelitian terapan dilakukan untuk menentukan tingkat fermentasi sempurna dari beberapa klon kakao lindak dengan teknologi digital menggunakan sensor warna. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental (percobaan) dengan perlakuan klon dimana klon ICS 60 mewakili ukuran biji kakao (besar), klon TSH 858 (medium) dan Sca 12 (kecil). Penelitian ini dilakukan tiga tahapan pengukuran yakni pengukuran karakteristik sifat fisik biji kakao, karakteristik fermentasi, tingkat fermentasi sempurna pada beberapa klon kakao lindak yang diteliti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran biji maka semakin cepat proses fermentasi berlangsung, proses fermentasi paling cepat terjadi pada Sca 12, diikuti TSH 858 dan ICS 60. Tingkat fermentasi sempurna dengan menggunakan sensor warna pada sampel pasta untuk klon Sca 12 adalah 84 jam, klon TSH 858 yakni 102 jam dan klon ICS 60 yakni 120 jam, sedangkan pada sampel belah untuk klon Sca 12, TSH 858, ICS 60 berturut-turut adalah 48, 72, dan 84 jam. Tingkat fermentasi sempurna dengan menggunakan penilaian subyektif (uji belah) untuk klon ICS 60 pada lama fermentasi 108 jam dan TSH 858 pada lama fermentasi 120 jam sedangkan klon Sca 12 pada lama fermentasi 60 jam. Alat sensor warna mampu mengukur tingkat fermentasi seperti halnya spektrofotometer pada sampel pasta untuk semua klon dengan persentase error alat maksimal adalah 5,59%. Pada akhirnya, alat ukur ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan jual beli yang lebih obyektif.

Kata kunci : klon kakao lindak, fermentasi, sensor warna

***Measurement of Fermentation Degree of Forastero Cocoa Bean
with Digital Colour Sensor Technology***

ABSTRACT

Nurhayati, S.TP

The government set up a program on cocoa quality improvement by putting SNI 2323-2008 as an obligatory standard. It means that all cocoa beans traded locally and internationally must fulfill the quality requirements as stipulated in the standard. One of the important quality aspects mentioned in the standard is that the cocoa beans must be fermented properly before being traded in the market. In fact, the method to determine the degree of fermentation is justified only using a cut testing. The test describes that the fully fermented beans should have visually cut beans color closed to fully brown. Whilst, the under-fermented cut beans show mostly purple color. This is a definitely subjective and qualitative method that gives a consequently transaction dispute among traders and farmers. A research will therefore be carried out to determine full fermentation degree of several forastero cocoa with digital colour sensor technology. Method used in this research was experimental method with clone as treatment in which ICS 60, TSH 858, Sca 12 respectively describe big, medium, and small size cocoa bean. This research was conducted in three steps measurement : (1) measurement of physical properties characteristic of cocoa bean (2) measurement of fermentation characteristic (3) measurement of full fermentation degree. The result of this research indicated that the smaller bean size, the faster fermentation process. The full fermentation degree of pasta sample using colour sensor were 84, 108, 120 hour respectively for Sca 12, TSH 858 and ICS 60. The full fermentation degree of cutting sample using colour sensor were 48, 72, 84 hour respectively for Sca 12, TSH 858 and ICS 60. The full fermentation degree using a cut testing were 102, 120, and 60 hour for ICS 60, TSH 858, Sca 12 respectively. The result also showed that colour sensor with pasta sample able to measure the fermentation degree for all clones with maximum error percentage was 5.59%. This device is finally intended to be widely used as a cocoa bean transaction tool which is able to judge the quality of cocoa beans quantitatively and fairly among traders and farmers.

Key word : Forastero cocoa bean, fermentation, colour sensor

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
RINGKASAN	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kakao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	6
2.2 Klon Kakao Lindak	8
2.3 Fermentasi	11
2.3 Pengaruh Klon terhadap Proses Fermentasi	17
2.4 Tingkat Warna Keping Biji sebagai penentu Fermentasi	18
2.5 Hipotesis	22

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.2 Bahan dan Alat.....	23
3.3 Metode Penelitian	23
3.4 Parameter Pengamatan.....	25
3.6 Cara Pengamatan.....	26
3.6 Batasan peneltian	28
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Karakteristik Sifat Fisik Biji Kakao.....	29
4.2 Karakteristik Fermentasi.....	32
4.3 Pengukuran tingkat fermentasi dengan Sensor Warna	42
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran... ..	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	63
DAFTAR ISTILAH.....	94

DAFTAR TABEL

	Halaman
1.1 Luas Areal dan Produksi Kakao Seluruh Indonesia	1
1.2 Mutu Biji Kakao Rakyat dari Beberapa Daerah Penghasil di Indonesia pada Tahun 2003.....	2
2.1 Ciri-Ciri Kakao <i>Criollo</i> dan <i>Forastero</i>	6
2.2 Kriteria Teknis Kesesuaian Lahan untuk Kakao.....	7
2.3 Mekanisme Perubahan yang terjadi selama fermentasi kakao.....	13
4.1 Hasil Pengukuran Sifat Fisik Biji Kakao.....	30
4.2 Data Pembacaan Alat Ukur Spektrofotometer dengan Sensor Warna pada Sampel Pasta.....	43
4.3 Data Perbandingan Nilai Indeks Fermentasi Hasil Kalibrasi Spektrofotometer dan Sensor Warna dengan Sampel Pasta.....	45
4.4 Data Pembacaan Alat Ukur Spektrofotometer dengan Sensor Warna pada Sampel Belah.....	47
4.5 Data Perbandingan nilai Indeks Fermentasi kalibrasi Spektrofotometer dan Sensor warna menggunakan Sampel Belah.....	49
4.6 Persentase Error Alat dan Nilai uji t antara Spektrofotometer dan Sensor Warna pada Metode Pasta dan Sampel Belah.....	51
4.7 Hasil Pengamatan Warna dengan Metode Uji Belah.....	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Gambar beberapa Klon Kakao.....	10
2.2 Gambar Bagan Proses Fermentasi	12
2.3 Pembentukan Asam Asetat dan Asam Laktat dalam Fermentasi.....	14
2.4 Perubahan-perubahan utama yang terjadi di dalam kotiledon biji kakao selama proses fermentasi.....	15
2.5 Spektrum Warna Cahaya Tampak.....	18
2.6 Alat Spektrofotometer untuk mengukur IF kakao.....	19
2.7 a <i>Alat Cut Test</i>	20
b Perubahan Warna Biji Kakao yang Difermentasi.....	20
2.8 a Contoh Beberapa Sampel warna dan komposisi RGB-nya.....	20
b Alat sensor warna.....	20
2.9 Diagram Blok Sistem Keseluruhan Alat Sensor Warna.....	21
4.1 Grafik Perubahan pH Keping Biji dan Pulp Kakao selama Proses Fermentasi Pada Klon ICS 60, TSH 858 dan Sca 12.....	32
4.2 Grafik Perubahan Suhu selama Proses Fermentasi pada Klon ICS 60, TSH 858 dan Sca 12.....	35
4.3 Grafik Perubahan Massa selama proses fermentasi pada klon ICS 60, TSH 858 dan Sca 12.....	37
4.4 Grafik Perubahan Kandungan Polifenol selama Proses Fermentasi pada Klon ICS 60, TSH 858 dan Sca 12.....	39
4.5 Grafik Kalibrasi Klon ICS 60 Metode Pasta.....	43
4.6 Grafik Kalibrasi Klon TSH 858 Metode Pasta.....	44
4.7 Grafik Kalibrasi Klon Sca 12 Metode Pasta.....	44
4.8 Grafik Perbandingan Nilai IF Spektrofotometer dengan Sensor Warna Sampel Pasta.....	45
4.9 Grafik Kalibrasi Klon ICS 60 Sampel Belah.....	48
4.10 Grafik Kalibrasi Klon TSH 858 Sampel Belah.....	48
4.11 Grafik Kalibrasi Klon Sca 12 Sampel Belah.....	48
4.12 Grafik Perbandingan antara Nilai IF Spektrofotometer dengan Sensor Warna Sampel Belah.....	49
4.13 Ilustrasi Pemantulan Cahaya.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A Hasil Pengukuran Ukuran/Dimensi Biji Kakao.....	63
B Hasil Pengukuran Kandungan Pulp Biji Kakao.....	64
C Hasil pengukuran <i>Pod Rasio</i>	64
D Hasil Pengukuran pH Keping Biji Kakao pada Klon ICS 60, TSH 858 dan Sca12.....	64
E Hasil Pengukuran pH Pulp Kakao pada Klon ICS 60, TSH 858 dan Sca12.....	65
F Hasil Pengukuran Suhu pada Klon ICS 60, TSH 858 dan Sca12.....	65
G Hasil Pengukuran Perubahan Massa pada klon ICS 60, TSH 858, dan Sca 12.....	74
H.1 Konsentrasi Standard dengan Asam Galat 0,5%.....	75
H.2 Hasil Pengukuran Kandungan Polifenol Biji Kakao pada Klon ICS 60, TSH 858, dan Sca 12.....	75
I Hasil Perbandingan Pengukuran Nilai IF Spektrofotometer dan Sensor Warna dengan Metode Pasta pada Klon ICS 60.....	76
J Hasil Perbandingan Pengukuran Nilai IF Spektrofotometer dan Sensor Warna dengan Metode Pasta pada Klon TSH 858.....	76
K Hasil Perbandingan Pengukuran Nilai IF Spektrofotometer dan Sensor Warna dengan Metode Pasta pada Klon Sca 12.....	77
L Hasil Perbandingan Pengukuran Nilai IF Spektrofotometer dan Sensor Warna dengan Metode Belah pada Klon ICS 60.....	77
M Hasil Perbandingan Pengukuran Nilai IF Spektrofotometer dan Sensor Warna dengan Metode Belah pada Klon TSH 858.....	78
N Hasil Perbandingan Pengukuran Nilai IF Spektrofotometer dan Sensor Warna dengan Metode Belah pada Klon Sca 12.....	78
O Hasil Perhitungan persentase rata-rata error alat.....	79
P Hasil Pengamatan Warna dengan menggunakan metode uji belah.....	79
Q Prosedur Kalibrasi Sensor Warna Metode Pasta.....	79
R Prosedur Kalibrasi Sensor Warna Metode Belah.....	81
S Prosedur Modifikasi Penempatan sampel.....	82
T Prosedur Analisa Kadar Polifenol.....	83

U	Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	84
V	a. Skema pengambilan Suhu dan Massa.....	85
	b. Skema pengambilan sampel.....	85
W	Bahasa Pemrograman Mikrokontroler.....	85
X	Foto – foto Alat dan Bahan.....	92