



**PENGEMBANGAN *TIME TEMPERATURE INDICATOR* BERBASIS  
EKSTRAK KEMBANG SEPATU ( *Hibiscus rosa-sinensis* ) UNTUK  
PEMONITOR KUALITAS KESEGERAN BAKSO KEMASAN**

**SKRIPSI**

Oleh :

**Zakiah Salam Purwanti**

**NIM 092210101013**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**



**PENGEMBANGAN *TIME TEMPERATURE INDICATOR* BERBASIS  
EKSTRAK KEMBANG SEPATU ( *Hibiscus rosa-sinensis* ) UNTUK  
PEMONITOR KUALITAS KESEGERAN BAKSO KEMASAN**

**SKRIPSI**

diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Penyelesaian Program Sarjana Farmasi (S1)

Fakultas Farmasi

Universitas Jember

Oleh :

**Zakiah Salam Purwanti**

**NIM 092210101013**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Sang Pencipta Allah SWT yang Maha Penyayang;
2. Ibunda Purwatiningsih tercinta dan Ayahanda Abdul Salam yang telah mendoakan, memberikan kasih sayang, dukungan dan pengorbanan yang sangat besar selama ini;
3. Guru-guruku sejak TK sampai SMA, dosen dan segenap civitas akademika Universitas Jember khususnya Fakultas Farmasi terhormat, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran.

## MOTTO

Orang mukmin yang kuat lebih baik dan lebih dicintai Allah daripada mukmin yang lemah dan dalam segala sesuatu, ia dipandang lebih baik. Raihlah apa yang memberikan manfaat bagimu. Minta tolonglah kepada Allah. Janganlah lemah! Kalau engkau tertimpa sesuatu, janganlah berkata, ‘Kalau aku berbuat begini, pasti begini dan begitu, tetapi katakanlah, ‘Allah SWT telah menentukan dan Allah menghendaki aku untuk berbuat (kata) “kalau” akan mendorong pada perbuatan setan.

**(H.R Muslim)<sup>\*)</sup>**

Satu-satunya jalan untuk berhasil adalah melalui kegagalan. Satu-satunya kejahatan didalam hidup adalah jika kita tidak pernah mencoba. Alih-alih berusaha untuk tidak salah, berusahalah untuk benar.

**(Thomas Edison)<sup>\*\*)</sup>**

---

<sup>\*)</sup> Syafe'i, R. 2000. *AL-Hadis (Aqidah, Akhlaq, Sosial, dan Hukum)*. Bandung: Pustaka Setia

<sup>\*\*)</sup> Thomas Edison dalam Nofiyanti, L. 2010. *Modifikasi Teknik Kromatografi Kolom untuk Pemisahan Trigliserida dari Ekstrak Buah Merah (Pandanus conoideus Lamk.)*. Skripsi Strata 1, tidak dipublikasikan.

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zakiah Salam Purwanti

NIM : 092210101013

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “*Pengembangan Time Temperature Indicator Berbasis Ekstrak Kembang Sepatu (Hibiscus rosa-sinensis) untuk Pemonitor Kualitas Kesegaran Bakso Kemasan*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi 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 adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 19 September 2013

Yang menyatakan,

Zakiah Salam Purwanti

NIM 092210101013

## **SKRIPSI**

### **PENGEMBANGAN TIME TEMPERATURE INDICATOR BERBASIS EKSTRAK KEMBANG SEPATU (*Hibiscus rosa-sinensis*) UNTUK PEMONITOR KUALITAS KESEGARAN BAKSO KEMASAN**

Oleh :

Zakiah Salam Purwanti

092210101013

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Moch. Amrun Hidayat, S.Si., Apt., M. Farm.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengembangan *Time Temperature Indicator* Berbasis Ekstrak Kembang Sepatu (*Hibiscus rosa sinensis*) untuk Pemonitor Kualitas Kesegaran Bakso Kemasan” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Farmasi Universitas Jember pada:

Hari : Kamis  
Tanggal : 19 September 2013  
Tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,



Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D.  
NIP 196902011994031002

Sekretaris,



Moch. Anam Hidayat, S.Si., Apt., M.Farm.  
NIP 197801262001121004

Anggota I,



Yuni Retnaningtyas, S.Si., Apt., M.Si.  
NIP 197806092005012004

Anggota II,



Lesty Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm.  
NIP 197604142002122001

Mengesahkan,



Fakultas Farmasi Universitas Jember

Lesty Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm.

NIP 19760142002122001

The Development of Time Temperature Indicator Based Hibiscus (*Hibiscus rosa sinensis*) Extract for Monitoring Quality of Meatball Packaging Freshness

**Zakiah Salam Purwanti**

Pharmacy Department, Pharmacy Faculty, Jember University

**ABSTRACT**

Anthocyanin is red purplish pigment found abundantly in fruits, vegetables and flowers. Time Temperature Indicator (TTI) based on anthocyanin was developed for monitoring the quality of meatball stored at improper at temperature. The developed TTI consisted of two membranes, namely indicator and acetic acid membranes. Anthocyanin extracted from the flower of hibiscus (*Hibiscus rosa-sinensis*) and sodium hydroxide solution were co-immobilized onto Whatman filter paper to construct indicator membrane, while acetic acid membrane was obtained by immobilizing acetic acid onto filter paper. The color of the membrane indicator will change from dark green to red due to acidic vapor of acetic acid membrane. Color change as TTI response were monitored directly using both visual inspection and quantitative measurement via color image analysis using ImageJ software. The color responses were further correlated with meatball freshness parameters such as pH, texture, and number of microbial. The result shown that the TTI response was found to correlated proportionally with the quality parameters at room temperature, suggesting its application for monitoring quality of meatball stored at room temperature.

**Keywords:** Anthocyanin, meatball packaging quality, hibiscus extract, TTI



## RINGKASAN

**Pengembangan *Time Temperature Indicator* Berbasis Ekstrak Kembang Sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*) untuk Pemonitor Kualitas Kesegaran Bakso Kemasan;** Zakiah Salam Purwanti, 092210101013; 2013; 67 halaman; Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Bakso sapi merupakan salah satu jenis bakso yang banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia. Makanan ini adalah salah satu produk makanan yang sengaja dibekukan dan disimpan dalam suhu beku. Bakso sapi yang disimpan pada suhu *freezer* mempunyai *shelf life* kurang lebih 2-4 bulan (Rahardiyan, 2004). Tetapi kebanyakan konsumen seringkali lalai dalam menyimpannya yaitu disimpan pada suhu *chiller* ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) dan suhu ruang ( $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) sehingga dapat memperpendek *shelf life* produk. Kesalahan suhu penyimpanan bakso ini akan mengakibatkan penurunan kualitas produk yang nantinya dapat membahayakan kesehatan konsumen, oleh karena itu diperlukan suatu *Time Temperature Indicator* (TTI) yang dapat menunjukkan kesalahan suhu penyimpanan bakso sapi sehingga dapat memberikan informasi kepada konsumen apabila terjadi penurunan kualitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mekanisme pembuatan membran TTI sebagai sensor suhu dan untuk mengetahui korelasi antara perubahan warna dari membran TTI tersebut terhadap perubahan kualitas produk.

Penelitian tentang pengembangan TTI ini meliputi lima tahap, yaitu optimasi parameter TTI, pembuatan TTI, penentuan kualitas bakso sapi yang meliputi uji pH, tekstur dan total mikroba pada penyimpanan suhu ruang dan suhu *chiller*, aplikasi TTI dan karakteristik TTI yang meliputi stabilitas dan waktu pakai TTI.

Berdasarkan hasil optimasi, komposisi optimum membran indikator untuk sensor TTI adalah ekstrak kembang sepatu 5% b/v : NaOH 0,05 N dengan perbandingan 4:1 menghasilkan larutan indikator berwarna hijau tua dan lama pengeringan membran asam asetat adalah 65 menit. Pembuatan TTI ini menggunakan

blister dan kertas *whatman* (CAT No.1095.093) sebagai alat pendukung dengan warna awal TTI adalah hijau tua yang akan berubah menjadi merah seiring dengan perubahan kualitas dari produk.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH bakso sapi mengalami penurunan seiring dengan lama penyimpanan pada suhu ruang dan suhu *chiller*. pH bakso sapi menurun dari 6,05 pada jam ke-0, hingga 5,42 pada jam ke-8 penyimpanan suhu ruang dan mengalami penurunan hingga 5,5 pada hari ke-3 penyimpanan suhu *chiller*. Penurunan ini juga terjadi pada tekstur bakso sapi penyimpanan suhu ruang dan suhu *chiller*. Tekstur bakso sapi selama penyimpanan suhu *chiller* mengalami penurunan yaitu dari 893,6 gram/5,5 mm pada hari ke-0 menjadi 660,6 gram/5,5 mm setelah disimpan selama 2 hari. Penurunan tekstur ini lebih lambat dibandingkan suhu ruang yang mengalami penurunan sangat tajam yaitu dari 893,6 gram/5,5 mm pada jam ke-0 menjadi 287 gram/5,5 mm. Perubahan warna sensor TTI pada suhu ruang menunjukkan warna merah setelah 2 jam penyimpanan sehingga dapat diketahui bahwa produk sudah tidak layak untuk dikonsumsi. Hal ini dibuktikan dengan nilai total mikroba sebesar  $1,8 \times 10^5$  koloni/g dimana nilai tersebut telah melebihi ambang batas cemaran mikroba bakso sapi yang dipersyaratkan SNI yaitu  $1 \times 10^5$  koloni/g. Pada suhu *chiller* perubahan warna sensor TTI menjadi merah terjadi setelah 0 hari penyimpanan dengan nilai total mikroba sebesar  $2,7 \times 10^4$  koloni/g. Sehingga dapat disimpulkan bahwa TTI dapat memberikan tanda berupa perubahan warna jika terjadi penurunan kualitas produk pada penyimpanan suhu ruang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa stabilitas TTI mulai mengalami penurunan nilai *mean* RGB pada hari ke-2. Penurunan nilai *mean* RGB semakin tajam sampai hari ke-6. Berdasarkan hasil pengukuran *mean* RGB bahwa perubahan *mean* RGB pada hari ke-6 telah melebihi 15% dari respon sensor pada hari ke-0, sehingga TTI tidak boleh digunakan.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala hikmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Pengembangan Time Temperature Indicator Berbasis Ekstrak Kembang Sepatu (Hibiscus rosa-sinensis) untuk Pemonitor Kualitas Kesegaran Bakso Kemasan*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm., Apt., selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini;
2. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama; dan Moch. Amrun Hidayat, S.Si., Apt., M.Farm., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
3. Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm., Apt. dan Yuni Retnaningtyas, S.Si., Apt., M.Si sebagai dosen penguji yang banyak memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penulisan skripsi ini;
4. Nuri S.Si., Apt., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan saran selama perkuliahan di Fakultas Farmasi Universitas Jember ini;
5. Ibu Wayan, Mbak Anggra, Ibu Widi yang telah membantu memberikan solusi dimasa-masa sulitku, dan Mbak Hani selaku teknisi kimia farmasi, yang telah membantu selama penelitian ini;

6. *My beloved father* “Ayah Abdul Salam” and *my beloved mother* “Ibu Purwatiningsih”, Ayah ibulah yang menjadi guru pertama dalam hidupku, selalu menyayangiku tanpa syarat, doa ayah ibulah yang tetap membuat aku melangkah disaat langkah ini sudah lelah dan hampir terhenti, mengiringi langkahku dengan banyak pengorbanan, kesabaran dan motivasi. Suatu kebahagiaan dan keistimewaan menjadi putri kalian. Terima kasih;
7. Kakakku Lutfis Salam, S.Pd yang telah memberikan motivasi dengan caranya sendiri. Serta mbak iparku Rahma Puji Riskya yang membuat semangat tetap ada;
8. Beslin Septianta Tarigan yang selalu mendukung dan menyemangatiku disaat aku pesimis.
9. Sahabat-sahabatku Cecen, Dita, Rosi, Sasya, Nunung, Amel, Tika, Fitri, Iis, Roni. Kalian sungguh menguatkan dengan cara kalian masing-masing. Tanpa kalian mungkin kegalauan telah menghentikan segalanya.
10. Semua rekan kerja di laboratorium kimia, sensor kimia dan biosensor: Dila, Anis, Dian, Sabrina, Lail, Prisma, Bayu, Athika, Grey, Rani, Nanda, Anggih, Fika. *Thanks a lot for everything*;
11. Semua angkatan 2009, yang telah memberikan banyak arti tentang indahnya persahabatan, pertemanan dan kebersamaan selama ini;
12. Penghuni “Merak Timur”, yang telah memberikan banyak keceriaan, rasa kekeluargaan dan memberikan sisi putih ditengah gelapnya dunia perskripsian;
13. Serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat diterima dan bermanfaat.

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</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>ix</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xx</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN .....</b>	<b>xxi</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Tinjauan Tentang Bunga Sepatu (<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>).....</b>	<b>4</b>
2.1.1 Klasifikasi .....	4
2.1.3 Nama daerah .....	4
2.1.3 Morfologi .....	5

2.1.4 Kandungan kimia.....	5
<b>2.2 Antosianin.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Metode Ekstraksi Antosianin.....</b>	<b>8</b>
2.3.1 Proses pembuatan simplisia kembang sepatu.....	8
2.3.2 Ekstraksi antosianin.....	9
2.3.3 Pemilihan Pelarut untuk Ekstraksi Antosianin.....	10
<b>2.4 Bakso Sapi.....</b>	<b>11</b>
2.4.1 Kerusakan bakso sapi.....	12
<b>2.5 Tinjauan Tentang Sensor.....</b>	<b>14</b>
2.5.1 Sensor kimia.....	14
2.5.2 Sensor pH.....	16
2.5.3 Karakterisasi sensor pH.....	16
<b>2.6 Teknik Immobilisasi.....</b>	<b>17</b>
<b>2.7 Indikator.....</b>	<b>18</b>
<b>2.8 Time Temperature Indicator (TTI).....</b>	<b>19</b>
<b>2.9 Tinjauan Tentang Asam Asetat.....</b>	<b>21</b>
2.9.1 Definisi.....	21
2.9.2 Sifat fisika.....	21
2.9.3 Sifat kimia.....	21
<b>2.10 Tinjauan Tentang Natrium Hidroksida.....</b>	<b>22</b>
<b>2.11 Asam dan Basa.....</b>	<b>23</b>
<b>2.12 Tinjauan Tentang Pembacaan Warna pada <i>ImageJ</i>.....</b>	<b>24</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1 Jenis Penelitian.....</b>	<b>26</b>
<b>3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....</b>	<b>26</b>
<b>3.3 Variabel Penelitian.....</b>	<b>26</b>
3.3.1 Variabel bebas.....	26
3.3.2 Variabel terkontrol.....	26
3.3.3 Variabel terikat.....	27

<b>3.4 Definisi Operasional.....</b>	<b>27</b>
<b>3.5 Rancangan Penelitian .....</b>	<b>28</b>
3.5.1 Diagram alur penelitian .....	28
<b>3.6 Alat dan Bahan.....</b>	<b>29</b>
3.6.1 Alat.....	29
3.6.2 Bahan .....	29
<b>3.7 Prosedur Penelitian .....</b>	<b>29</b>
3.7.1 Pengukuran parameter kualitas bakso.....	29
3.7.2 Pembuatan simplisia kembang sepatu .....	31
3.7.3 Pembuatan ekstrak kembang sepatu .....	31
3.7.4 Pembuatan membran indikator .....	32
3.7.5 Membran asam asetat.....	32
3.7.6 Desain TTI .....	33
3.7.7 Aplikasi TTI pada sampel Bakso .....	35
3.7.8 Karakteristik TTI .....	35
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 Optimasi Parameter TTI.....</b>	<b>37</b>
4.1.1 Optimasi perbandingan ekstrak dan NaOH 0,05N .....	37
<b>4.2 Pembuatan TTI .....</b>	<b>39</b>
4.2.1 Pembuatan ekstrak kembang sepatu .....	39
4.2.2 Penentuan kadar ekstrak kembang sepatu .....	39
4.2.3 Pembuatan membran indikator .....	40
4.2.4 Pembuatan membran asam asetat .....	43
4.2.5 Optimasi pengeringan membran asam asetat.....	44
4.2.6 Desain TTI .....	44
<b>4.3 Penentuan Kualitas Bakso Sapi Penyimpanan Suhu Ruang dan Suhu <i>Chiller</i> .....</b>	<b>45</b>
4.3.1 Perubahan warna TTI penyimpanan suhu ruang dan suhu <i>chiller</i> .....	45

4.3.2 Perubahan pH bakso sapi penyimpanan suhu ruang dan suhu <i>chiller</i> .....	46
4.3.3 Perubahan tekstur bakso sapi penyimpanan suhu ruang dan suhu <i>chiller</i> .....	48
4.3.4 Perubahan total mikroba bakso sapi penyimpanan suhu ruang dan suhu <i>chiller</i> .....	50
<b>4.4 Aplikasi TTI .....</b>	<b>52</b>
4.4.1 Korelasi warna TTI terhadap perubahan pH bakso sapi penyimpanan suhu ruang dan suhu suhu <i>chiller</i> .....	52
4.4.2 Korelasi warna TTI terhadap perubahan tekstur bakso sapi penyimpanan suhu ruang dan suhu suhu <i>chiller</i> .....	54
4.4.3 Korelasi warna TTI terhadap perubahan total mikroba bakso sapi penyimpanan suhu ruang dan suhu suhu <i>chiller</i> .....	56
<b>4.5 Karakteristik TTI .....</b>	<b>58</b>
4.5.1 Stabilitas TTI .....	58
4.5.2 Waktu pakai TTI.....	59
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>61</b>
5.1 Kesimpulan .....	61
5.2 Saran .....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>68</b>



## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Persyaratan bakso sapi menurut Badan Standarisasi Nasional.....	12
2.2 Karakteristik teknik immobilisasi.....	18
2.3 Karakteristik asam asetat.....	22
2.4 Sifat fisika dan kimia NaOH.....	23
2.4 Berbagai teori asam basa.....	23
4.1 Konsentrasi ekstrak 5% b/v.....	38
4.2 Konsentrasi ekstrak 10% b/v.....	38
4.3 Hasil optimasi membran indikator dengan berbagai rasio pada suhu ruang .....	40
4.4 Hasil pengukuran perubahan warna membran dengan berbagai rasio pada suhu ruang.....	41
4.5 Hasil optimasi membran indikator dengan berbagai rasio pada suhu <i>chiller</i> .....	42
4.6 Hasil pengukuran perubahan warna membran dengan berbagai rasio pada suhu <i>chiller</i> .....	43
4.7 Hasil pengukuran waktu pakai TTI.....	560

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Tumbuhan kembang sepatu .....	5
2.2 Struktur dasar antosianin .....	7
2.3 Bentuk kesetimbangan antosianin .....	8
2.4 Simplisia kembang sepatu .....	9
2.5 Bakso sapi .....	11
2.6 Skema sensor kimia .....	14
2.7 Struktur kimia asam asetat .....	21
2.8 Cara mengukur mean RGB menggunakan software <i>ImageJ</i> .....	25
3.1 Diagram alur penelitian .....	28
3.2 Desain TTI tampak samping .....	34
3.3 Perubahan warna sensor TTI .....	34
4.1 Rancangan <i>Time Temperature Indicator</i> .....	45
4.2 Perubahan warna TTI pada suhu ruang .....	45
4.3 Perubahan warna TTI pada suhu <i>chiller</i> .....	46
4.4 Perubahan pH bakso sapi penyimpanan suhu ruang .....	47
4.5 Perubahan pH bakso sapi penyimpanan suhu <i>chiller</i> .....	48
4.6 Perubahan tekstur bakso sapi penyimpanan suhu ruang .....	49
4.7 Perubahan tekstur bakso sapi penyimpanan suhu <i>chiller</i> .....	50
4.8 Perubahan total mikroba bakso sapi penyimpanan suhu ruang .....	51
4.9 Perubahan total mikroba bakso sapi penyimpanan suhu <i>chiller</i> .....	52
4.10 Korelasi perubahan warna TTI terhadap perubahan pH bakso sapi pada suhu ruang .....	53
4.11 Korelasi perubahan warna TTI terhadap perubahan pH bakso sapi pada suhu <i>chiller</i> .....	54

4.12	Korelasi perubahan warna TTI terhadap perubahan tekstur bakso sapi pada suhu ruang .....	55
4.13	Korelasi perubahan warna TTI terhadap perubahan tekstur bakso sapi pada suhu <i>chiller</i> .....	56
4.14	Korelasi perubahan warna TTI terhadap perubahan total mikroba bakso sapi pada suhu ruang .....	57
4.15	Korelasi perubahan warna TTI terhadap perubahan total mikroba bakso sapi pada suhu <i>chiller</i> .....	58
4.16	Stabilitas sensor TTI pada suhu <i>chiller</i> .....	59

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data dan hasil analisis uji penentuan total antosianin .....	68
B. Data dan analisis uji pH.....	74
C. Data dan analisis uji tekstur .....	78
D. Data dan analisis uji total mikroba .....	82
E. Perubahan warna membran berdasarkan <i>Image J</i> .....	87
F. Uji stabilitas .....	90
G. Foto alat dan bahan penelitian .....	91
H. Dokumentasi uji pH.....	92
I. Dokumentasi uji tekstur .....	93
J. Dokumentasi uji total mikroba .....	94

## DAFTAR PERSAMAAN

	Halaman
3.1 Jumlah koloni .....	30
3.2 Nilai absorbansi antosianin .....	31
3.3 Total antosianin .....	31