



**FABRIKASI *TIME-TEMPERATURE INDICATOR* SEBAGAI PENDETEKSI  
PENURUNAN KUALITAS SUSU AKIBAT KESALAHAN SUHU  
PENYIMPANAN**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Aprilia Ratna Permatasari**  
**NIM 082210101084**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2012**



**FABRIKASI *TIME-TEMPERATURE INDICATOR* SEBAGAI PENDETEKSI  
PENURUNAN KUALITAS SUSU AKIBAT KESALAHAN SUHU  
PENYIMPANAN**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Penyelesaian Program Sarjana Farmasi  
Fakultas Farmasi  
Universitas Jember

Oleh  
**Aprilia Ratna Permatasari**  
**NIM 082210101084**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2012**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini dipersembahkan untuk:

1. Ayahanda Tjen Swe Tjhang dan Ibunda Tan Lie Tjoe tercinta, yang senantiasa mendoakan, memberikan kasih sayang, dukungan baik spiritual maupun material, serta pengorbanan yang sangat besar selama ini,
2. Nenekku satu-satunya yang selalu kucintai, yang perhatiannya selalu ada untukku dan selalu menanyakan kapan aku wisuda,
3. Almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

## **MOTTO**

“Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia  
yang memberi kekuatan kepadaku”

(Filipi 4: 13)

“Bersukacitalah dalam pengharapan, sabarlah  
dalam kesesakan, dan bertekunlah dalam doa”

(Roma 12: 12)

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aprilia Ratna Permatasari

NIM : 082210101084

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “*Fabrikasi Time-Temperature Indicator sebagai Pendeteksi Penurunan Kualitas Susu Akibat Kesalahan Suhu Penyimpanan*” 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, Juni 2012

Yang menyatakan,

Aprilia Ratna Permatasari

NIM 082210101084

**SKRIPSI**

**FABRIKASI *TIME-TEMPERATURE INDICATOR* SEBAGAI PENDETEKSI  
PENURUNAN KUALITAS SUSU AKIBAT KESALAHAN SUHU  
PENYIMPANAN**

Oleh

Aprilia Ratna Permatasari

NIM 082210101084

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm.

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul *Fabrikasi Time-Temperature Indicator sebagai Pendeteksi Penurunan Kualitas Susu Akibat Kesalahan Suhu Penyimpanan* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Farmasi Universitas Jember pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 07 Juni 2012

Tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

### Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D. Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm.

NIP 196902011994031002

NIP 197604142002122001

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Dr. Ir. Jayus

Moch. Amrun H., S.Si., Apt., M.Farm

NIP 196805161992031004

NIP 197801262001121004

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember

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

NIP 196902011994031002

## RINGKASAN

**Fabrikasi *Time-Temperature Indicator* sebagai Pendeteksi Penurunan Kualitas Susu Akibat Kesalahan Suhu Penyimpanan;** Aprilia Ratna Permatasari, 082210101084; 2012; 51 halaman; Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Peningkatan konsumsi susu sapi oleh manusia tidak diimbangi dengan penanganan susu sapi dengan tepat dari tangan peternak hingga ke tangan konsumen. Padahal, penanganan susu yang tidak tepat mengakibatkan kerusakan susu akibat kontaminasi mikroba, dan juga perubahan komposisi kimia susu. Dengan demikian, hal ini merupakan bentuk nyata dari pelanggaran UU No. 8 tahun 1998 tentang Perlindungan Konsumen. Perlindungan terhadap konsumen yang dilakukan oleh produsen pada umumnya adalah pemberian tanggal kadaluarsa sebagai penanda *shelf life* dari produk. Selain pemberian tanggal kadaluarsa, dapat pula dilakukan pelekatan TTI (*Time-Temperature Indicator*) yang bisa menunjukkan *shelf life* dari produk yang berkurang sebagai akibat dari kesalahan suhu penyimpanan produk.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi optimum dari fabrikasi *time-temperature indicator* berbasis pipa kapiler sebagai pendeteksi kesalahan suhu penyimpanan susu, dan juga untuk mengetahui korelasi antara penurunan kualitas susu akibat kesalahan suhu penyimpanan dengan tinggi kenaikan warna/indikator pada *time-temperature indicator*.

Adapun langkah-langkah dari metode penelitian ini, antara lain: optimasi kondisi fabrikasi TTI, aplikasi TTI terfabrikasi pada kemasan susu “Milku”, pengamatan terhadap tinggi kenaikan indikator serta beberapa parameter penurunan kualitas susu yang mencakup pengamatan terhadap perubahan bau dengan menggunakan bantuan panelis, pengukuran pH, dan total mikroba terhitung pada susu selama 10 jam pada suhu ruang, dan pelaksanaan analisa data.



Komposisi optimum dari fabrikasi TTI, ialah konsentrasi indikator 6.250 ppm, volume indikator ialah 37,7 mm<sup>3</sup>, panjang alat pendukung 8 cm. TTI terfabrikasi kemudian diaplikasikan pada kemasan susu “Milku”, lalu dilakukan pengamatan terhadap tinggi kenaikan indikator pada TTI dan juga parameter penurunan kualitas susu.

Semakin lama susu berada di suhu ruang, semakin kecil nilai kesukaan panelis. Pada jam ke-0, penilaian panelis terhadap bau susu ialah 82,43 yang semakin menurun hingga 53,85 pada jam ke-10. pH susu pun mengalami penurunan seiring dengan lama penyimpanan susu di suhu ruang. pH susu menurun dari 6,44 pada jam ke-0, hingga 5,37 pada jam ke-10. Sebaliknya, total mikroba terhitung pada susu semakin meningkat bila susu semakin lama disimpan di suhu ruang. Peningkatan terjadi dari  $0,253 \times 10^6$  koloni/ml pada jam ke-0, hingga  $2,87 \times 10^{14}$  koloni/ml pada jam ke-10. Tinggi kenaikan indikator pada TTI pun semakin meningkat seiring dengan semakin lama susu disimpan di suhu ruang. Pada jam ke-0, tinggi kenaikan indikator ialah 0 mm, dan semakin meningkat hingga 65,2 mm pada jam ke-10. Semakin lama susu disimpan pada suhu ruang, tinggi kenaikan indikator pada TTI akan semakin meningkat, dan mengindikasikan kualitas susu semakin buruk. Penurunan kualitas susu ditandai dengan skor kesukaan bau susu dan pH susu yang semakin kecil, dan total mikroba terhitung yang semakin meningkat.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan pada Tuhan YME atas segala berkat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Fabrikasi *Time-Temperature Indicator* sebagai Pendeteksi Penurunan Kualitas Susu Akibat Kesalahan Suhu Penyimpanan". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Jember.

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

1. Bapak Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember sekaligus Dosen Pembimbing Utama yang telah membina dan memberi bimbingan, saran dan bantuan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini;
2. Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang penuh kesabaran memberi bimbingan, dorongan, meluangkan waktu, pikiran, perhatian dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi ini sehingga bisa terlaksana dengan baik;
3. Bapak Dr. Ir. Jayus, dan Bapak Moch. Amrun Hidayat, S.Si., Apt., M.Farm, selaku dosen penguji serta seluruh Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, bimbingan, saran dan kritik kepada penulis;
4. Ayahanda dan ibunda tercinta, kakakku Fifi Melawati, serta nenek yang telah memberikan pengorbanan yang tak terhingga, perhatian, kasih sayang, tenaga, pikiran, doa dan semangat yang besar pada penulis selama penyusunan skripsi ini;
5. Saudara-saudara di Fakultas Farmasi: Eka, Tyta, Evi, Retta, Emy, terima kasih atas segala bantuan, dukungan, doa dan juga semangat yang tak henti-hentinya diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini, kenangan bersama kalian tak akan terlupakan;

6. Valku, Aminjaya Sungkono, terima kasih atas bantuan dalam mencari referensi, kesabaran dalam mendengarkan segala keluh kesahku selama menyelesaikan skripsi ini, dan juga dukungan yang tak henti-hentinya diberikan kepadaku, terima kasih banyak, skripsi ini kupersembahkan untukmu;
7. Keluarga UK3 yang selalu memberikan dukungan dan semangat untukku dalam menyelesaikan skripsi ini, tetap berjuanglah untuk UK3 tercinta;
8. Seluruh staff dan teknisi Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Teknologi Pertanian, Laboratorium Sensor Kimia dan Biosensor, serta Laboratorium Kimia Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Jember atas kerjasama dan bantuan yang diberikan kepada penulis selama mengerjakan penelitian ini;
9. Rekan-rekan di Laboratorium Sensor Kimia dan Biosensor serta Laboratorium Kimia yang telah berjuang bersama-sama untuk mencapai kelulusan dan saling memberikan bantuan semangat, tenaga dan pikiran selama ini, khususnya Yayak, Diyanul, Cindy, Geby, Feby, Albert, Winda, Fitra, Widya, Rizqi, Riya, Mbak Wita dan Mbak Wulan;
10. Teman-teman Fakultas Farmasi angkatan 2008 yang telah membantu selama proses penyelesaian skripsi ini;
11. Keluarga baru yang ditemukan selama KKT di Desa Suco: Pak Bagus, Alex, Buk No, Liza, Tanjung, Adit, Kemal serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah banyak memberikan bantuan baik materiil maupun spirituil demi selesainya skripsi ini.

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

Jember, Juni 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang Masalah</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>2.1 <i>Time-Temperature Indicator</i></b> .....	5
2.1.1 <i>Pengertian Time-Temperature Indicator</i> .....	5
2.1.2 <i>Karakteristik Time-Temperature Indicator</i> .....	6
2.1.3 <i>Prinsip Time-Temperature Indicator</i> .....	6
<b>2.2 Susu</b> .....	7

2.2.1 Pengertian Susu .....	7
2.2.2 Susu Pasteurisasi .....	8
2.2.3 Sifat Fisika dan Kimia Air Susu .....	9
2.2.4 Komposisi Air Susu .....	11
2.2.5 Mikrobiologi Susu Pasteurisasi .....	12
2.2.6 Penyebab Penurunan Kualitas Susu .....	13
2.2.7 Kerusakan Susu Akibat Kesalahan Suhu Penyimpanan ....	14
2.2.8 Pemeriksaan Kualitas Susu .....	16
2.2.9 Standar Mutu Susu .....	17
<b>2.3 Oleum Cocos .....</b>	<b>18</b>
2.3.1 Sifat Fisika Kimia Oleum Cocos .....	18
2.3.2 Komponen-komponen Asam Lemak dalam Oleum Cocos	18
<b>2.4 <i>Quinizarine Green SS</i> .....</b>	<b>18</b>
2.4.1 Pengertian <i>Quinizarine Green SS</i> .....	18
2.4.2 Identitas dan Sifat Fisika Kimia <i>Quinizarine Green SS</i> .....	19
<b>2.5 Kapilaritas .....</b>	<b>21</b>
<b>2.6 Osmosis .....</b>	<b>22</b>
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Jenis Penelitian .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3 Bahan Penelitian .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4 Alat Penelitian .....</b>	<b>23</b>
<b>3.5 Variabel Penelitian .....</b>	<b>24</b>
3.5.1 Variabel Bebas .....	24
3.5.2 Variabel Terkendali .....	24
3.5.3 Variabel Terikat .....	24
<b>3.6 Definisi Operasional .....</b>	<b>24</b>
<b>3.7 Metode Penelitian .....</b>	<b>25</b>

3.7.1 Optimasi Kondisi Fabrikasi <i>Time-Temperature Indicator</i> .	26
3.7.2 Fabrikasi <i>Time-Temperature Indicator</i> .....	26
3.7.3 Aplikasi <i>Time-Temperature Indicator</i> .....	28
3.7.4 Uji Kualitas Susu .....	28
3.7.5 Analisa Data .....	30
<b>3.8 Desain Kemasan Susu “Milku” dengan <i>Time-Temperature Indicator</i> .....</b>	<b>30</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1 Fabrikasi <i>Time-Temperature Indicator</i> .....</b>	<b>32</b>
<b>4.2 Aplikasi <i>Time-Temperature Indicator</i> sebagai Pendeteksi Kesalahan Penyimpanan Susu .....</b>	<b>35</b>
<b>4.3 Pengamatan Bau Susu .....</b>	<b>37</b>
<b>4.4 Pengamatan pH Susu .....</b>	<b>38</b>
<b>4.5 Pengamatan Total Mikroba Terhitung pada Susu .....</b>	<b>39</b>
<b>4.6 Pengamatan Tinggi Kenaikan Indikator pada <i>Time-Temperature Indicator</i> .....</b>	<b>41</b>
<b>4.7 Hubungan antara Parameter Kualitas Susu dengan Tinggi Kenaikan Indikator pada <i>Time-Temperature Indicator</i> sebagai Pendeteksi Kesalahan Suhu Penyimpanan Susu.....</b>	<b>42</b>
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>46</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>46</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>46</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>52</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan komponen kimia susu sapi, susu kambing, dan ASI .	12
Tabel 2.2 Syarat mutu susu menurut SNI No. 3141.1:2011 .....	17
Tabel 4.1 Data optimasi konsentrasi indikator .....	33
Tabel 4.2 Data optimasi volume indikator .....	34
Tabel 4.3 Data tinggi kenaikan indikator pada TTI yang menjadi dasar pemberian tanda “segar”, “masih segar”, dan tidak segar” .....	36
Tabel 4.4 Data tinggi kenaikan indikator pada TTI yang disimpan di suhu ruang, suhu kulkas, dan suhu kombinasi .....	42

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Quinizarine green SS</i> .....	19
Gambar 2.2 Struktur kimia dari <i>quinizarine green SS</i> .....	20
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian .....	25
Gambar 3.2 Desain <i>Time-Temperature Indicator</i> .....	28
Gambar 3.3 Desain kemasan susu dengan <i>Time-Temperature Indicator</i> .....	30
Gambar 4.1 Hasil optimasi konsentrasi indikator .....	34
Gambar 4.2 Desain TTI terfabrikasi dalam kondisi optimum .....	36
Gambar 4.3 Aplikasi TTI terfabrikasi pada kondisi optimum pada kemasan susu “Milku” .....	36
Gambar 4.4 Diagram hasil penilaian terhadap perubahan bau oleh 15 orang panelis .....	37
Gambar 4.5 Diagram hasil pengamatan terhadap pH susu .....	38
Gambar 4.6 Diagram hasil pengamatan terhadap total mikroba terhitung pada susu .....	40
Gambar 4.7 Diagram hasil pengamatan terhadap tinggi kenaikan indikator pada TTI .....	41
Gambar 4.8 Grafik korelasi antara tinggi kenaikan indikator pada TTI dan penilaian perubahan bau oleh 15 orang panelis .....	43
Gambar 4.9 Grafik korelasi antara tinggi kenaikan indikator pada TTI dan pH susu .....	44
Gambar 4.10 Grafik korelasi antara tinggi kenaikan indikator pada TTI dan total mikroba terhitung pada susu .....	45



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Foto Alat dan Bahan .....	52
B. Dokumentasi Optimasi Kondisi Fabrikasi <i>Time-Temperature Indicator</i> .....	56
C. Dokumentasi Fabrikasi <i>Time-Temperature Indicator</i> .....	58
D. Dokumentasi Pengamatan Bau Susu .....	59
E. Lembar Penilaian Bau Susu yang dibagikan kepada Panelis .....	60
F. Dokumentasi Pengamatan pH Susu .....	61
G. Dokumentasi Pengamatan Total Mikroba Terhitung pada Susu .....	62
H. Dokumentasi Pengamatan Tinggi Kenaikan Indikator pada TTI yang Disimpan pada Suhu Kombinasi .....	64
I. Hasil Replikasi Pengamatan Tinggi Kenaikan Indikator pada <i>Time- Temperature Indicator</i> .....	65
J. Hasil Pengamatan Awal terhadap Total Mikroba Terhitung pada Susu .....	66
K. Hasil Pengamatan terhadap Bau Susu .....	73
L. Hasil Pengamatan terhadap pH Susu .....	76
M. Hasil Pengamatan terhadap Total Mikroba Terhitung pada Susu .....	77
N. Hasil Pengamatan terhadap Tinggi Kenaikan Indikator pada <i>Time- Temperature Indicator</i> sebagai Pendeteksi Kesalahan Suhu Penyim- panan .....	91
O. Hubungan Tinggi Kenaikan Indikator pada <i>Time-Temperature Indi- cator</i> dengan Parameter Kualitas Susu .....	92