

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

F/ATW
1999
0237

SKRIPSI
PENGGUNAAN LEMAK TENKAWANG DAN PIGMEN DARI
MIKROALGA LAUT (*Porphyridium cruentum*) PADA PEMBUATAN
LIPSTIK

Oleh
DEASY ROSSALIA
F 31.0029



1999
JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR



*Ima peninggalan Ima Kallia
Mamperkaya kehidupan
kehidupan
dan siapa saja, boleh
mencarinya
(Kahlia Gibran)*

Alhamdulillah, Tundi sudah satu semester

*Kupersembahkan karya ini untuk yang tercinta
Mama, Papa, Rio dan Ricky*

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DEASY ROSSALIA. F 31.0029. PENGGUNAAN LEMAK TENGGAWANG DAN PIGMEN DARI MIKROALGA LAUT (*Porphyridium cruentum*) PADA PEMBUATAN LIPSTIK. Di bawah bimbingan Erliza Noor dan Chilwan Pandji.

RINGKASAN

Sebagai campuran kosmetik, lemak tengkawang dapat digunakan sebagai pengganti lemak coklat karena komposisi, karakteristik dan sifat fisiko kimia lemak tengkawang mirip dengan lemak coklat. Hal ini akan sangat menguntungkan karena secara ekonomis lemak tengkawang lebih murah dari lemak coklat.

Selain campuran lemak, untuk mendapatkan kualitas lipstik yang baik juga yang sangat berperan adalah zat warna. Zat warna yang digunakan dalam penelitian ini adalah pigmen yang diekstraksi dari mikroalga laut *Porphyridium cruentum*. *P. cruentum* termasuk dalam divisi *Rhodophyta*, sub kelas *Bangiophycidae*, ordo *Porphyridiales*, famili *Porphyridiaceae* dan genus *Porphyridium*.

Tujuan penelitian ini adalah melihat pengaruh penambahan pigmen dari mikroalga laut *P. cruentum* dan lemak tengkawang terhadap mutu lipstik yang dihasilkan. Penelitian yang dilakukan meliputi analisa mutu bahan dasar lipstik (malam, lemak dan minyak), uji dispersi dan kestabilan pigmen, serta substitusi malam lebah dengan lemak tengkawang pada konsentrasi 3 %, 4 %, 5 % dan penambahan pigmen *P. cruentum* sebagai pewarna pada konsentrasi 6 %, 7 %, 8% dengan karakteristik fisik yang diamati adalah kekerasan, titik leleh dan kestabilan warna lipstik.

Dari hasil analisa mutu bahan dasar lipstik diketahui bahwa semua bahan dasar yang digunakan mempunyai mutu yang baik berdasarkan parameter mutu yang diukur yaitu bilangan asam, bilangan iod, dan titik leleh. Pigmen yang digunakan tergolong pigmen yang terdispersi stabil dalam air dan rentan terhadap panas, sehingga perlu ditambahkan zat pengemulsi dan zat pengental. Zat pengemulsi yang ditambahkan adalah PEG *castor oil* dan zat pengentalnya silika gel serbuk. Konsentrasi zat pengemulsi dan zat pengental yang ditambahkan di dapat dengan cara *trial and error* yaitu masing-masing 2,5 %.

Berdasarkan hasil pengamatan, penambahan lemak tengkawang menyebabkan titik leleh dan kekerasan lipstik menurun. Sedangkan penambahan pigmen akan menyebabkan titik leleh dan kekerasan lipstik meningkat. Namun perubahan nilai kekerasan dan titik leleh lipstik lebih disebabkan oleh perubahan konsentrasi lemak tengkawang bila dibandingkan dengan perubahan konsentrasi pigmen.

Nilai kekerasan lipstik yang diuji berkisar antara 0,316 sampai 0,467 mm⁻¹, sedangkan lipstik komersial mempunyai kekerasan 0,398 mm⁻¹. Titik leleh lipstik yang diuji berkisar antara 47 sampai 57°C, sedangkan lipstik komersial mempunyai titik leleh 59°C. Perlakuan terbaik diperoleh dengan penambahan lemak tengkawang tiga persen dan penambahan pigmen delapan persen, yang menghasilkan titik leleh 57°C dan kekerasan 0,416 mm⁻¹. Setelah dilakukan pengamatan selama empat minggu, warna lipstik berubah menjadi kusam dan untuk selanjutnya berubah menjadi kecoklatan.

Dengan demikian, lemak tengkawang dan pigmen dari mikrolaga *P. cruentum* ini dapat digunakan dalam lipstik karena titik leleh dan kekerasannya memenuhi

persyaratan mutu, namun warnanya masih belum stabil. Sehingga pada formula lipstik perlu dicobakan zat pengental lain yaitu gelatin dan antioksidan seperti *ascorbate* dan *erythorbate* dan ditambahkan zat penstabil warna. Selain itu karena pigmen yang diuji rentan terhadap panas maka sebaiknya dilakukan proses stabilisasi pigmen terhadap panas sebelum digunakan.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

**PENGUNAAN LEMAK TENKAWANG DAN PIGMEN DARI MIKROALGA
LAUT (*Porphyridium cruentum*) PADA PEMBUATAN LIPSTIK**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
Pada JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor**

Oleh

**DEASY ROSSALIA
F 31.0029**

1999

**JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR**

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR

PENGUNAAN LEMAK TENKAWANG DAN PIGMEN DARI MIKROALGA
LAUT (*Porphyridium cruentum*) PADA PEMBUATAN LIPSTIK

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
Pada JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh

DEASY ROSSALIA
F 31.0029

Dilahirkan pada tanggal 5 Desember 1975
Di Palembang
Tanggal Lulus: 26 Agustus 1999

Bogor, Agustus 1999



Drs. Chilwan Pandji, Apt. Msc.
Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Erliza Noor
Dosen Pembimbing I

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

KATA PENGANTAR

Bismilahirrohmannirrohiim,

Alhamdulillah, terima kasih ya Allah atas rahmat, hidayah dan petunjuk-Mu lah maka penelitian dan penulisan skripsi ini selesai. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya serta penghargaan yang tulus kepada :

1. **Mama dan Papa tercinta** atas kasih sayang, pengorbanan, nasehat dan doanya yang tiada pernah henti
2. **Ibu Dr.Ir. Erliza Noor** selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. **Bapak Drs. Chilwan Pandji, Apt. Msc.** selaku dosen pembimbing pendamping yang juga telah banyak memberikan bimbingan, pengarahan dan saran kepada penulis
4. **Ibu Ir. Erliza Hambali, Msi.** selaku pimpinan proyek penelitian atas saran dan dukungan dananya.
5. **Ibu Ir. Endang Warsiki, MS.** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran kepada penulis
6. **Ibu Dr. Ir. Linawati Msc.** atas pengarahan dan bantuan pigmennya

7. Ibu Dra. Nurhayati subakat dan Ibu Yenni Angraini Ssi. dari PT Pusaka Tradisi Ibu yang telah memberikan masukan dan bantuan bahan
8. Adik-adikku tercinta Rio, Rizky dan Dian atas doa, perhatian dan kasih sayangnya
9. Seluruh staf dan laboran jurusan TIN yang telah banyak membantu selama penelitian
10. Teman-teman sebimbingan, Tity, Ago, Akri dan Yono atas kerja sama, dorongan dan bantuannya
11. Teman-temanku tercinta m' Rien, Ita, Ade, Nirma, Widya, Dina, Erik, Anteng, Sherly dan warga Amanah yang telah banyak memberikan bantuan dan dorongan.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati penulis menyadari sepenuhnya atas kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai koreksi untuk masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat menambah pengetahuan kita semua.

Penulis



DAFTAR ISI

@Hak cipta milik IPB University

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
I. PENDAHULUAN	
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. TUJUAN.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. LIPSTIK.....	3
B. LEMAK TENGGAWANG.....	5
C. MALAM LEBAH PUTIH.....	7
D. PEWARNA.....	8
E. PIGMEN FIKOBILIPROTEIN.....	10
F. MUTU LIPSTIK.....	12
III. BAHAN DAN METODE	
A. BAHAN DAN ALAT	
1. Bahan.....	17
2. Alat.....	17
B. METODE PENELITIAN.....	18

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

1. Persiapan Bahan Formula Lipstik.....	18
2. Formulasi dan Uji Mutu Lipstik.....	20

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. ANALISA MUTU BAHAN DASAR LIPSTIK.....	24
B. DISPERSI DAN KESTABILAN WARNA PIGMEN.....	25
C. KEKERASAN.....	30
D. TITIK LELEH.....	32
E. KESTABILAN WARNA LIPSTIK.....	35

V. KESIMPULAN

A. KESIMPULAN.....	37
B. SARAN.....	37

DAFTAR PUSTAKA.....	38
---------------------	----

LAMPIRAN.....	41
---------------	----

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan Sifat Fisiko Kimia Lemak Tengkawang Dan Lemak Coklat.....	6
Tabel 2. Komposisi, Karakteristik dan Sifat Fisik Lemak Tengkawang.....	7
Tabel 3. Hasil Analisa Mutu Bahan Dasar.....	24
Tabel 4. Dispersi dan Kestabilan Pigmen dalam Air dan Minyak.....	25

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Fikosianobilin.....	11
Gambar 2.	Fikoeritrobin.....	12
Gambar 3.	Reaksi Hidrolisis Minyak.....	13
Gambar 4.	Reaksi Pengikatan Iod.....	14
Gambar 5.	Diagram Alir Proses Pembuatan Lipstik.....	20
Gambar 6.	Kurva Pengaruh Konsentrasi Lemak Tengkawang terhadap Kekerasan Lipstik	30
Gambar 7.	Kurva Pengaruh Konsentrasi Pigmen terhadap Kekerasan Lipstik.....	31
Gambar 8.	Kurva Pengaruh Konsentrasi Lemak Tengkawang terhadap Kekerasan Lipstik pada Berbagai Konsentrasi Pigmen (6 – 8%)	32
Gambar 9.	Kurva Pengaruh Konsentrasi Lemak Tengkawang terhadap Titik Leleh Lipstik.....	33
Gambar 10.	Kurva Pengaruh Konsentrasi Pigmen terhadap Titik Leleh Lipstik.....	33
Gambar 11.	Kurva Pengaruh Konsentrasi Lemak Tengkawang terhadap Titik Leleh Lipstik pada Berbagai Konsentrasi Pigmen (6 – 8%)	34
Gambar 12.	Perubahan Warna Lipstik.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Malam Lebah dan Lemak Tengkawang	41
Lampiran 2. Rekapitulasi Data Kekerasan dan Titik Leleh Lipstik	42

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

I. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Lemak tengkawang adalah salah satu produk yang potensial dikembangkan di Indonesia. Saat ini Indonesia mengeksport sebagian besar buah tengkawang dalam bentuk biji tengkawang kering dan lemak tengkawang kasar. Padahal pemanfaatan lemak tengkawang dalam bidang industri masih cukup luas, antara lain sebagai bahan baku minyak goreng, obat-obatan, bahan pembuat sabun, lilin, permen dan campuran kosmetik.

Sebagai campuran kosmetik, lemak tengkawang dapat digunakan sebagai pengganti lemak coklat pada pembuatan lipstik karena komposisi, karakteristik dan sifat fisiko kimia lemak tengkawang mirip dengan lemak coklat. Hal ini akan sangat menguntungkan, karena secara ekonomis lemak tengkawang lebih murah daripada lemak coklat. Harga lemak tengkawang berkisar antara Rp 9000,00 sampai Rp 10000,00/kg (PT Cahaya Kalbar), sedangkan harga kakao kering saja berkisar antara Rp 14000,00 sampai 15000,00/kg (Republika, 1998). Selain itu pabrik pengolah lemak tengkawang sekarang telah terdapat di Kalimantan Barat, yaitu PT Cahaya Kalbar dan PT Mintawi di Pontianak.

Selain campuran lemak, kualitas lipstik yang baik juga ditentukan oleh zat warna. Pada saat ini terdapat kecenderungan untuk menggunakan bahan pewarna alami dibanding pewarna sintetis yang biasa digunakan untuk makanan dan kosmetik. Sebagian besar pewarna sintetis mengandung bahan karsinogenik yang



tidak aman untuk dikonsumsi atau digunakan. Pada penelitian ini pewarna yang digunakan adalah pigmen hasil ekstraksi dari mikroalga laut *Porphyridium cruentum*. Fikobiliprotein yang diekstraksi dari mikroalga ini sama sekali tidak beracun, dan saat ini telah diterima penggunaannya sebagai bahan pewarna makanan di Jepang. Selain itu telah dicobakan pula sebagai pewarna *eye shadow* (Arad dan Yaron, 1992).

B. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah melihat pengaruh konsentrasi pigmen fikobiliprotein dari mikroalga laut *P. cruentum* dan lemak tengkawang terhadap mutu lipstik yang dihasilkan (titik leleh, kekerasan dan kestabilan warna).



II. TINJAUAN PUSTAKA

A. LIPSTIK

Pengertian lipstik menurut Balsam *et al.*(1974) adalah sediaan kosmetika yang dibubuhi zat warna, dalam hal ini yang berperan adalah zat warna lipstik yang dimaksudkan untuk memberi warna dan bentuk yang menarik pada bibir dengan cara menonjolkan bagian yang menarik, serta mengurangi bagian yang tidak menguntungkan. Selain itu lipstik digunakan untuk melindungi bibir dari pengaruh sinar matahari, angin, udara dingin, perubahan cuaca maupun kotoran udara (Wasiatmaja, 1980).

Lipstik harus memenuhi persyaratan kosmetika pemulas bibir, yaitu tidak mengandung bahan pewarna yang beracun, mudah dioleskan dan tahan lama, bila dioleskan tidak terlalu berminyak atau terlalu kering serta tidak boleh memberi rasa dan aroma yang tidak enak (Howard, 1974).

Selain itu menurut Navarre dan Maison (1962), lipstik harus mudah dioleskan dengan tekanan seminimal mungkin, tidak mengiritasi atau menyebabkan dermatitis pada kulit, berpenampilan halus dan mengkilat, stabil dalam penyimpanan dan khusus untuk lipstik berbentuk batang tidak mudah patah bila dioleskan pada bibir.

Lipstik terdiri atas zat warna yang terdispersi dan tersuspensi dalam campuran minyak dan malam yang memberikan titik leleh dan kekentalan yang diinginkan. Titik leleh lipstik berkisar antara 55 – 75 °C. Hal ini karena walaupun suhu tubuh berkisar antara 36 – 38 °C, mulut mempunyai suhu yang lebih tinggi dari suhu tubuh (Howard, 1974).

Selain zat warna, untuk mendapatkan kualitas lipstik yang baik, stabil selama pembuatan, penyimpanan dan sampai pada waktu digunakan, hal yang sangat berperan adalah komposisi dari bahan dasar yang merupakan campuran malam dengan titik leleh yang berbeda-beda (Howard, 1974). Komposisi campuran malam merupakan hal yang sangat penting. Hasil yang baik akan didapat dengan menggunakan campuran malam yang berbeda-beda titik lelehnya. Malam dalam perdagangan dapat berasal dari hewan, tumbuhan maupun sintetis (Howard, 1974).

Pada lipstik juga terdapat lemak atau bahan yang berlemak. Tujuan ditamhkannya lemak ini adalah untuk memberikan lapisan pada bibir, memberi kehalusan pada kulit bibir, mencegah efek kekeringan dan meningkatkan daya dispersi pigmen (Okayani, 1990).

Minyak yang ditambahkan pada lipstik bertujuan untuk melarutkan zat warna, mendispersikan pigmen yang tidak larut, membuat campuran malam mudah dituang serta memberikan lapisan yang halus dan mudah dioleskan pada permukaan bibir. Seperti kebanyakan campuran minyak-lemak-malam, perlu ditambahkan sejumlah antioksidan dan zat pengawet untuk mencegah ketengikan dan kerusakan. Aspek lain yang penting bagi konsumen adalah keharuman atau bau yang cukup untuk menutupi rasa dan bau lemak yang tidak menyenangkan. Untuk itu perlu ditambahkan parfum yang mempunyai bau yang enak, stabil dan dapat bercampur dengan bahan dasar lipstik. Parfum yang digunakan tentu saja tidak boleh mengiritasi kulit karena epidermis bibir sangat tipis dan lunak sehingga mudah menimbulkan reaksi kepekaan. Oleh karena itu parfum yang dipilih harus yang berbau kuat agar dapat digunakan dalam jumlah kecil (Howard, 1974).



Menurut Wilkinson dan Moore (1982), lipstik yang baik harus memenuhi karakteristik sebagai berikut :

1. Bentuk dan warna harus menarik dan homogen
2. Tidak boleh rapuh, terlalu keras dan terlalu lunak karena adanya pengaruh suhu
3. Tidak berbahaya bagi kulit
4. Tidak boleh ada pemisahan, mudah digunakan, dapat membentuk lapisan yang stabil, tidak kering dan mudah dihapus.

B. LEMAK TENKAWANG

Lemak tengkawang di pasar internasional dikenal dengan nama *Green butter* atau *Borneo tallow*, di Serawak dinamakan *enkabang* atau *abang*, sedangkan di Malaysia diberi nama minyak tengkawang (Ketaren, 1986). Menurut Sumadiwangsa (1977), sifat fisik lemak tengkawang yang khas adalah berbentuk padat pada suhu kamar, oleh karena itu dapat digunakan sebagai bahan pencampur coklat, margarin, lipstik dan sebagainya. Lemak tengkawang merupakan campuran dari bermacam-macam trigliserida yaitu ester dari gliserol dan beberapa macam asam lemak tidak jenuh.

Lemak tengkawang memiliki sifat-sifat fisik dan kimia yang sama dengan lemak coklat. Lemak tengkawang dan lemak coklat mempunyai bilangan penyabunan, bilangan iod, titik cair dan indeks bias yang hampir sama. Perbandingan karakteristik lemak tengkawang dan lemak coklat ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Perbandingan Sifat Fisik dan Kimia Lemak Tengkawang dan Lemak Coklat ^a

Bilangan asam	1 – 4	10 – 50
Bilangan penyabunan	190 – 200	189 – 200
Bilangan iod	35 – 40	29 – 38
Indeks bias pada 40°C	1,453 – 1,458	1,456 – 1,457
Bahan tak tersabunkan (%)	0,2 – 2,6	0,4 – 2,0
Titik cair (°C)	28 - 36	34 – 39

a) Sonntag, 1979

Dari Tabel 1 tersebut diketahui bahwa bilangan iod lemak tengkawang lebih rendah dari bilangan iod lemak coklat. Titik cair lemak tengkawang lebih tinggi 2 – 3 °C dari lemak coklat, serta lemak tengkawang mengandung lebih banyak asam stearat dan lebih sedikit asam palmitat dibanding lemak coklat (Sonntag, 1979).

Karakteristik yang hampir sama tersebut menyebabkan lemak tengkawang dapat digunakan sebagai pengganti atau pencampur lemak coklat. Hal ini sangat menguntungkan karena harga lemak tengkawang jauh lebih rendah dari lemak coklat. Selain itu pengembangan penggunaan lemak tengkawang dapat memberikan prospek yang baik. Terutama dengan telah ditemukan satu varietas pohon tengkawang (*Shorea stenoptera Burck Ar.*) yang dapat berbuah setiap tahun sehingga menjamin kontinuitas lemak tengkawang. Komposisi, karakteristik dan sifat fisik lemak tengkawang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi, Karakteristik dan Sifat Fisik Lemak Tengkawang ^b

Lemak (%)	45 – 70
Bilangan asam	10 - 50
Asam lemak bebas	5 – 25
Bilangan penyabunan	89 – 200
Bilangan iod	29 – 38
Berat jenis (100/15°C)	0,852 – 0,860
Indeks bias (40°C)	1,456 – 1,457
Bahan tak tersabunkan (%)	0,4 – 2,0
Titik cair mula (°C)	30 – 36
Titik cair seluruhnya (°C)	35 – 39
Titik beku (°C)	28 – 32
Nilai <i>Reichert – Meissl</i>	0,1 – 0,2
Asam lemak jenuh	
Palmitat(C ₁₆ H ₃₂ O ₂)	18
Stearat(C ₁₈ H ₃₆ O ₂)	43,3
Arachidat(C ₂₀ H ₄₀ O ₂)	1,1
Asam lemak tak jenuh	
Oleat (C ₁₈ H ₃₄ O ₂)	37,4
Linoleat (C ₁₈ H ₃₂ O ₂)	0,2
Gliserida (%mol)	
Palmito stearin	5
Oleopalmito stearin	31
Oleo dipalmitin	8
Oleo stearin	40
Stearo diolein	13
Palmito diolein	3

b) Swern, 1979

C. MALAM LEBAH PUTIH

Malam lebah putih dikenal pula dengan nama *white beeswax* dan *cera alba*.

Malam lebah putih diperoleh dengan cara memutihkan malam yang diperoleh dari sarang lebah *Apis mellifera* atau spesies lainnya (Depkes RI, 1979).

Malam lebah putih berbentuk padat, berwarna putih kekuningan, mempunyai lapisan bening, bau lemah khas madu, tidak mengkilat dan lunak bila digenggam. Selain itu malam ini dapat larut dalam minyak lemak tetapi tidak larut dalam air. Berat jenisnya lebih kurang 0,96 (Depkes RI, 1986). Rumus molekul malam lebah putih adalah $C_{13}H_{27}CO_2C_{26}H_{53}$ (Gojmerac, 1980) dengan titik leleh 61 – 69°C (Howard, 1974).

Malam lebah putih berguna untuk mengikat minyak dan meningkatkan titik leleh lipstik. Konsentrasi yang digunakan dalam formula lipstik berkisar antara 3 – 10 persen (b/b) darikeseluruhan bahan. Kosentrasi yang berlebih akan menyebabkan lipstik menjadi rapuh (Howard, 1974).

D. PEWARNA

Menurut Permenkes RI no. 376/MENKES/PER/VII/1990 tentang bahan, zat warna, zat pengawet dan tabir surya pada kosmetika; zat warna adalah zat atau campuran zat yang dapat digunakan pada sediaan kosmetika untuk mewarnai lapisan luar tubuh manusia dengan atau tanpa bantuan zat lain (Supardi, 1991). Bahan pewarna dalam produk kosmetika harus dapat memberikan intensitas dan sifat yang diinginkan. Satu keuntungan jika efek pewarnaan cukup kuat sehingga hasil yang diinginkan dapat dicapai dengan jumlah yang sesedikit mungkin. Sifat dan intensitas warna harus stabil, karena sinar matahari yang berlebihan, panas, oksidasi, reduksi, hidrolisis dan mikroorganisme dapat menyebabkan hilangnya warna (Howard, 1974).

Jika pewarna digunakan untuk jangka panjang, pewarna haruslah tidak menimbulkan gejala iritasi pada kulit atau memperlihatkan gejala keracunan. Kecocokan pewarna terhadap kulit tidak hanya tergantung dari segi komposisi pewarna tetapi juga derajat kemurniannya. Gejala ketidakcocokan tidak hanya disebabkan oleh pewarna sendiri tetapi juga oleh jumlah kotoran yang dikandung (Howard, 1974).

Dua tipe pewarna yang selama ini digunakan dalam kosmetika adalah pewarna dapat larut (larut dalam air dan alkohol) dan pewarna tidak dapat larut. Keduanya dibagi lagi menjadi pewarna sintetik dan alami. Hampir sebagian besar pewarna dapat larut berupa pewarna organik sintetik (pewarna yang diekstrak dari alam). Pewarna tidak larut organik terdiri atas pigmen dan *lake*. *Lake* adalah pigmen yang dibuat dengan mengendapkan pewarna larut air pada zat pengabsorpsi, contohnya *Lake D & C Red no. 19*. Pewarna tidak larut dalam pelarut organik yang sering digunakan dalam kosmetik adalah Titanium dioksida yang berfungsi sebagai pemucat (Wilkinson dan Moore, 1992).

Pewarna yang berbahaya bagi kesehatan tidak boleh digunakan dalam kosmetika. Undang-undang di Amerika Serikat membedakan tiga kelas pewarna, yaitu yang diperbolehkan untuk seluruh makanan, obat dan kosmetik (FD & C), yang hanya diperbolehkan untuk obat dan kosmetika (D & C), dan yang diperbolehkan hanya untuk kosmetika bagian luar tubuh (External D & C) (Wilkinson dan Moore, 1992).

Syarat-syarat pewarna yang dapat digunakan dalam lipstik adalah intensitas warnanya tinggi, memberikan hasil yang mengkilap, tidak mengiritasi, mudah



terdispersi dalam minyak yang digunakan dan dapat bercampur dengan semua bahan lipstik (Supardi, 1991).

E. PIGMEN FIKOBILIPROTEIN

Mikroalga laut *Porphyridium cruentum* termasuk dalam divisi *Rhodophyta*, sub kelas *Bangiophycidae*, ordo *Porphyridiales*, famili *Porphyridiaceae* dan genus *Porphyridium* (Borowitzka dan Borowitzka, 1988).

P. cruentum menghasilkan produk intraselular berupa pigmen yang termasuk fikobiliprotein. Fikobiliprotein adalah istilah yang digunakan untuk grup pigmen yang termasuk dalam divisi *Rhodophyta* (alga merah), *Cyanophyta* (alga hijau biru) dan *Cryptophyta* (alga kriptomonad). Pigmen ini mempunyai potensi sebagai pewarna alami untuk makanan, kosmetika dan obat-obatan khususnya sebagai substitusi pewarna sintetik (O Carra dan Oh Eocha, 1965).

Fikobiliprotein dibedakan menjadi dua grup utama berdasarkan warnanya yaitu fikoeritrin dan fikosianin. Fikoeritrin adalah pigmen yang berwarna merah cerah dan memancarkan warna oranye. Sedangkan fikosianin berwarna biru dan memancarkan warna merah tua (O Carra dan Oh Eocha, 1965).

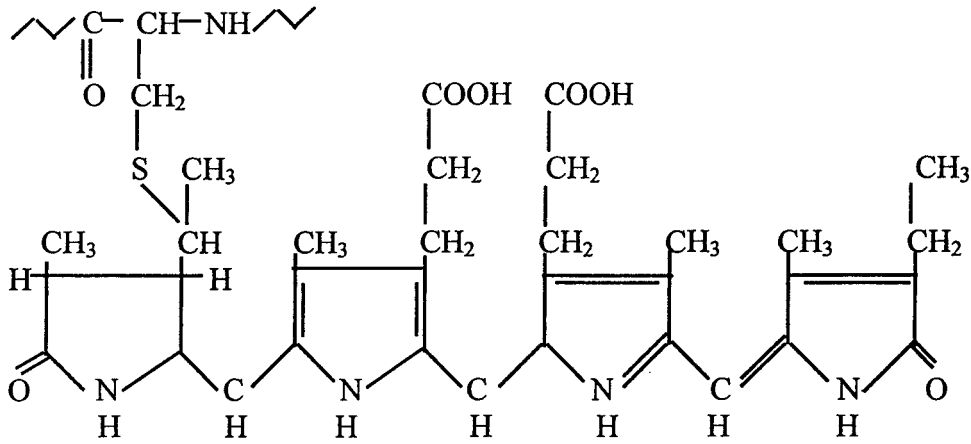
Allofikosianin adalah bentuk lain dari fikosianin. Allofikosianin merupakan pelengkap biliprotein dalam jumlah sedikit pada alga merah dan hijau biru (O Carra dan Oh Eocha, 1965). Namun menurut Arad dan Yaron (1992) allofikosianin dan fikosianin terdapat dalam semua spesies alga yang mengandung fikobiliprotein.

Kebanyakan dari spesies alga merah, hijau biru dan kriptomonad mengandung kedua pigmen tersebut dengan salah satunya lebih dominan. Umumnya fikoeritrin dominan dalam alga merah dan fikosianin dominan dalam alga biru. Rasio fikoeritrin dan fikosianin berbeda-beda tergantung dari kualitas cahaya dan kondisi pertumbuhannya (O Carra dan Oh Eocha, 1965). Pada *P. cruentum* terkandung 84 persen fikoeritrin (dalam bentuk B dan β dengan rasio 1:1), 11 persen C-fikosianin dan lima persen allofikosianin (Arad dan Yaron, 1992).

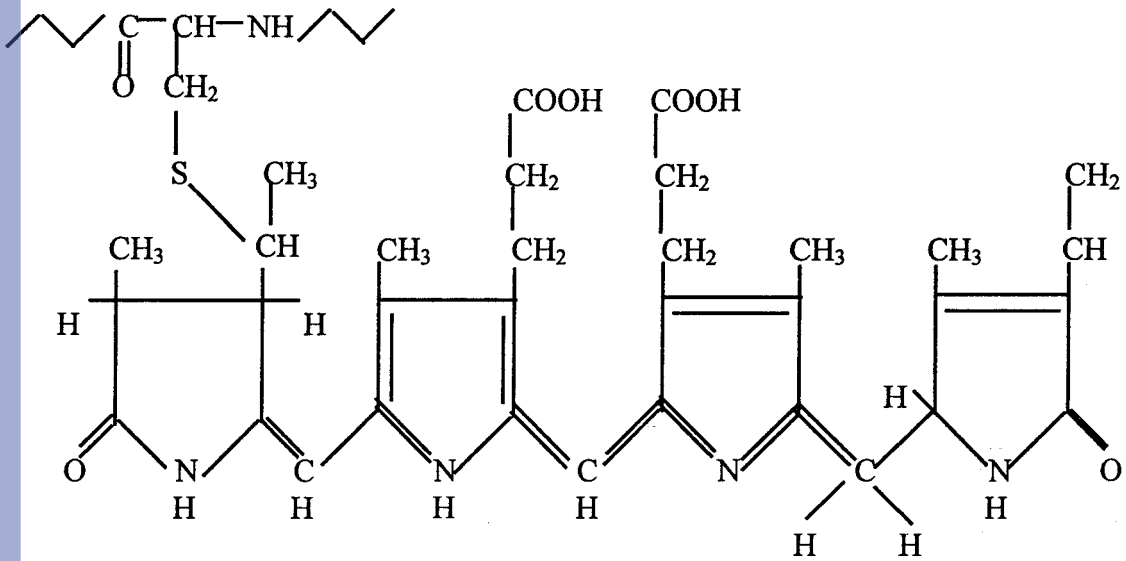
Huruf R, C, dan B yang mendahului pigmen fikobiliprotein merupakan singkatan dari *Rhodophyta*, *Cyanophyta* dan *Bangiophycidae* (sub kelas alga merah), seperti R-fikoeritrin terdapat dalam *Rhodophyta* dan C-fikoeritrin terdapat dalam *Cyanophyta*. Namun diketahui kemudian bahwa distribusi pigmen ini sangat luas, seperti R-fikoeritrin ditemukan pula pada berbagai spesies *Bangiophycidae* dan C-fikosianin ditemukan dalam beberapa *Rhodophyta* (O Carra dan Oh Eocha, 1965).

Fikobiliprotein terdiri atas bilin dengan komponen bilin utama disebut fikoeritrobilin, fikosianobilin, fikourobilin, dan fikokriptoviolin. Struktur fikosianobilin dan fikoeritrobilin menurut Arad dan Yaron (1992) dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2 .





Gambar 1. Fikosianobilin



Gambar 2. Fikoeritrobin

F. MUTU LIPSTIK

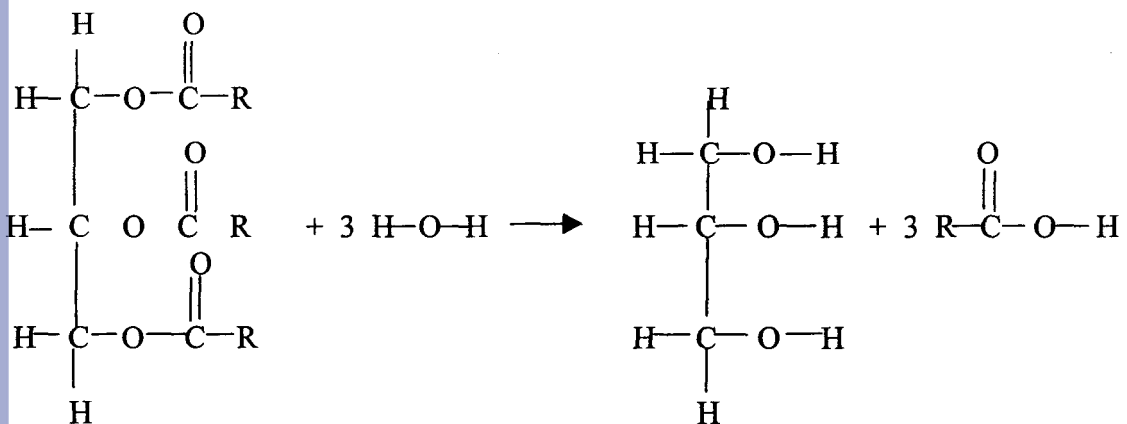
Untuk mendapatkan lipstik dengan mutu yang baik dan seragam, pengawasan mutu dilakukan mulai dari bahan-bahan yang digunakan. Untuk analisis mutu bahan dasar lipstik, metoda yang digunakan dapat mengacu pada asosiasi minyak

nabati internasional, asosiasi kimia analisis, farmakope atau kodeks kosmetika (Balsam *et al*, 1974).

Analisis mutu digunakan untuk menyeleksi kualitas bahan yang akan digunakan dalam pembuatan lipstik, sehingga efek-efek yang tidak diinginkan dan kerusakan lipstik secara dini dapat dihindari. Parameter analisis mutu untuk bahan dasar lipstik yang terdiri dari lemak, minyak dan malam ini antara lain bilangan asam, bilangan iod dan titik leleh.

Bilangan asam menunjukkan keasaman minyak atau lemak yang dinyatakan dengan jumlah mililiter alkali 0,1 N yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas dalam 10 gram zat. Bilangan asam sendiri dinyatakan sebagai jumlah miligram KOH yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas dalam satu gram zat (Ketaren, 1986).

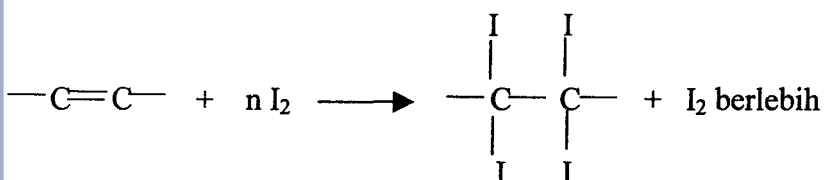
Asam lemak bebas dihasilkan dari proses hidrolisis minyak atau lemak. Kenaikan bilangan asam menunjukkan bahwa asam lemak bebas yang ada meningkat. Reaksi hidrolisis minyak atau lemak digambarkan sebagai berikut (Ketaren, 1986):



Gambar 3. Reaksi Hidrolisis Minyak

Asam lemak tak jenuh dalam minyak atau lemak mampu menyerap sejumlah iod dan membentuk senyawa yang jenuh. Besarnya jumlah iod yang diserap menunjukkan banyaknya ikatan rangkap atau ikatan tidak jenuh. Bilangan iod dinyatakan sebagai jumlah gram iod yang diserap oleh 100 gram minyak atau lemak (Ketaren, 1986).

Pada penelitian ini pengukuran bilangan iod dilakukan dengan menggunakan metoda Hanus. Mekanisme pengukuran bilangan iod dengan menggunakan metoda Hanus ini adalah sebagai berikut :



Gambar 4. Reaksi Pengikatan Iod

I_2 berlebih akan dititrasi dengan natrium tiosulfat sehingga iod yang terikat dapat diketahui yaitu selisih antara iod yang ditambahkan dengan iod yang berlebih berdasarkan titrasi (Meyer, 1987). Reaksinya sebagai berikut:



Bilangan iod yang menurun menunjukkan lemak atau minyak yang telah mengalami kerusakan. Bentuk kerusakan, terutama ketengikan disebabkan oleh aksi oksigen udara terhadap lemak atau minyak (Ketaren, 1986).

Pengukuran titik leleh bahan dasar lipstik diperlukan untuk memperkirakan suhu penguapan massa lipstik ke cetakan. Dalam pengukuran titik leleh digunakan

standar yang berupa kisaran. Kisaran titik leleh ini terjadi karena lemak terdiri dari campuran berbagai asam lemak dan gliserol yang memiliki titik cair berbeda (Meyer, 1987).

Dispersi pewarna dalam minyak dapat diuji dengan satu uji sederhana, yaitu dengan cara mengoleskan campuran tersebut diantara telunjuk dan ibu jari untuk merasakan butiran-butiran zat warna (*grit*) yang mungkin ada. Adanya *grit* ini menandakan dispersi zat warna yang tidak rata. Untuk uji yang lebih akurat dapat digunakan alat pengukur kehalusan Hegeman (Balsam *et al*, 1974).

Pada lipstik yang sudah jadi dilakukan sejumlah uji untuk melihat penampilannya (*performance*). Uji yang dilakukan antara lain uji titik leleh (*melting point*) dan kekerasan (*hardness*). Tujuan pengukuran titik leleh adalah untuk memperkirakan batas suhu penyimpanan yang aman, baik selama pengiriman, pemasaran maupun penggunaan.

Nilai kekerasan mengindikasikan tiksotropik lipstik yaitu kemudahan pengolesan dan lapisan yang tertinggal pada bibir. Jika lipstik terlalu keras, maka pengolesan akan lebih sulit dan lapisan yang tertinggal sedikit. Sebaliknya jika lipstik terlalu lunak, maka lipstik akan mudah patah dan kehilangan bentuk serta lapisan yang tertinggal di bibir terlalu banyak. Lipstik yang mempunyai struktur tiksotropik akan mudah dioleskan dengan sedikit tekanan saja dan meninggalkan lapisan yang cukup pada bibir. Lipstik yang mempunyai struktur tiksotropik dan titik leleh yang tinggi akan memberikan karakteristik penggunaan yang baik (*good application characteristic*) (Balsam *et al*, 1974).



Menurut Schueller dan Romanovsky (1993), uji stabilitas adalah suatu jalan untuk melihat karakteristik produk dengan cara mengevaluasi ketahanan karakteristik fisik dan kimia produk di bawah kondisi tertentu. Produk yang stabil adalah produk yang secara nyata tidak berubah terhadap waktu.



II. BAHAN DAN METODA

A. BAHAN DAN ALAT

1. Bahan

Bahan yang digunakan di dalam penelitian ini adalah bahan yang digunakan untuk menyusun formula lipstik dan menganalisa lemak serta menguji produk lipstik.

Penyusunan formula lipstik menggunakan lemak tengkawang dari PT Cahaya Kalbar, malam (yang terdiri dari karnauba, ozokerit, kandelilla, dan malam lebah), lanolin alkohol, zat pengemulsi (PEG 400 *castor oil*) dan isopropil miristat dari PT Brataco Chemical, minyak jarak, pigmen dari mikroalga laut (*Porphyridium cruentum*), vitamin E, silika gel serbuk 60GF254 (Merck), akuades dan parfum *Jasmine* (PT Putri).

Bahan kimia yang digunakan untuk analisa adalah kloroform, pereaksi

Hanus, natrium thiosulfat, larutan kanji, asam setat glasial, KI, alkohol, dan indikator phenolptalin.

2. Alat

Melting point apparatus SMP-1 merek *Stuart Scieince* di BIOTROP Bogor, penetrometer *Humboldt* di laboratorium TPG 2 IPB, termometer, *heat stirrer*, neraca digital, stirrer, mortar, penghalus, *stopwatch*, termometer dan alat-alat gelas.

B. METODA PENELITIAN

1. Persiapan Bahan Formula Lipstik

Persiapan bahan formula lipstik meliputi penentuan dispersi dan kestabilan warna pigmen serta analisis mutu bahan dasar lipstik. Dispersi dan kestabilan warna pigmen ditentukan dengan cara mendispersikan pigmen dalam campuran minyak jarak dan PEG *castor oil*. Kemudian diaduk rata dan dibiarkan di bawah sinar matahari selama satu jam dengan suhu lebih kurang 35°C. Parameter yang diamati adalah perubahan warna dan ada tidaknya butiran ('gritty') dengan cara mengoleskan campuran di antara telunjuk dan ibu jari.

Analisis mutu bahan dasar lipstik dilakukan terhadap lemak tengkawang, malam lebah, malam kandelila, malam karnauba, malam ozokerit, minyak jarak dan lanolin alkohol. Jenis analisa meliputi bilangan iod, bilangan asam dan titik leleh. Tata cara analisis mutu bahan dasar lipstik tersebut adalah sebagai berikut :

1.1. Bilangan Iod (AOAC, 1990)

Contoh minyak yang telah disaring diambil sebanyak satu gram dan dilarutkan dalam 10 ml kloroform atau tetra klorida. Ke dalam campuran ini ditambahkan 25 ml pereaksi Hanus. Erlenmeyer kemudian diletakkan di tempat gelap selama satu jam. Selanjutnya ditambahkan 10 ml larutan

KI 15 persen dan dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N dengan indikator larutan kanji. Blanko dibuat dengan cara yang sama.

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{(B - S) \times N \times 126,9}{10 \text{ gram}}$$

Keterangan : B = ml natrium thiosulfat blanko

S = ml natrium thiosulfat contoh

N = Normalitas titran

126,9 = berat atom Iod

1.2. Bilangan Asam (AOAC, 1990)

Contoh minyak ditimbang sebanyak lima gram, kemudian ditempatkan dalam erlenmeyer 250 ml. Lalu ditambahkan alkohol netral 95 persen sebanyak 25 ml. Contoh minyak kemudian dipanaskan dalam penangas air selama sepuluh menit sambil diaduk. Setelah itu dilakukan titrasi dengan KOH 0,1 N dan indikator pp sampai warna merah jambu tidak hilang dalam 15 detik.

$$\text{Bilangan asam} = \frac{\text{ml KOH} \times N \times 56,1}{\text{gram contoh}}$$

Keterangan : N = Normalitas KOH

56,1 = Berat molekul KOH

1.3. Titik Leleh (AOAC, 1990)

Titik leleh ditentukan dengan menggunakan *melting point apparatus* SMP-1 di Biotrop.

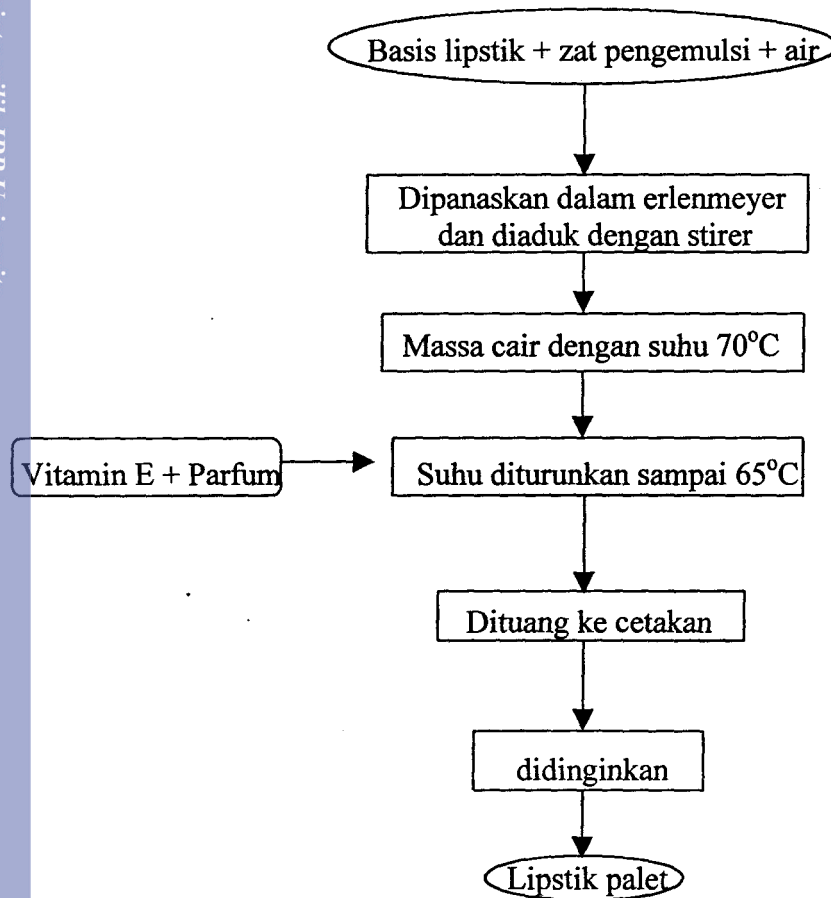
2. Formulasi dan Uji Mutu Lipstik

Setelah didapat hasil pengujian mutu bahan dasar lipstik serta kelarutan dan kestabilan warna pigmen, dilakukan penetapan formula lipstik. Formula dasar yang digunakan adalah formula *lipstick with water* dari ISPE (1992) tanpa menggunakan zat warna yang disajikan sebagai berikut :

	% b/b
Air	5
PEG 400 <i>castor oil</i>	5
Minyak Jarak	55
Lanolin alkohol	5
Isopropil miristat	6
Malam lebah	4
Malam ozokerit	8
Malam karnauba	4
Malam kandelila	8
Vitamin E	q.s
Parfum	q.s
q.s : <i>quantity sufficient to make</i> (secukupnya)	

Proses pembuatan lipstik dengan formula di atas yaitu campuran minyak, lemak dan malam dipanaskan sambil diaduk sampai terbentuk suatu

massa cair. Kemudian pada suhu 70°C ditambahkan vitamin E dan parfum. Pada suhu 65°C dituang ke cetakan yang berukuran $18 \times 17 \times 3 \text{ mm}$ dan didinginkan. Secara ringkas proses pembuatan lipstik ini digambarkan pada diagram alir Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Proses Pembuatan Lipstik

Pada formulasi lipstik yang akan diuji, lemak tengkawang ditambahkan untuk mensubstitusi malam lebah. Malam lebah dipilih karena mempunyai titik leleh terendah dari keempat malam yang digunakan dan nilai berat jenisnya mendekati lemak tengkawang. Kisaran konsentrasi lemak tengkawang yang

digunakan berdasarkan kisaran konsentrasi malam lebah pada ISPE (1992) yaitu 3 – 5 persen. Begitu pula dengan pigmen *P. cruentum*, kisaran konsentrasi yang digunakan juga berdasarkan kisaran pigmen pada ISPE (1992) yaitu 6 – 8 persen.

Pengujian mutu lipstik dilakukan dengan cara menganalisis sifat fisik produk lipstik yaitu kekerasan dan titik leleh. Prosedur pengujian disajikan sebagai berikut :

2.1. Kekerasan (Balsam et al., 1974)

Kekerasan ditentukan dengan menggunakan metoda pengujian D1321-57T dan D937-58 dalam DIN 5179 ASTM (Nowak dan Holzner, 1964) dengan prosedur sebagai berikut : sampel diletakkan di bawah jarum penetrometer lalu dibiarkan menembus sampel selama lima detik pada suhu penetrasi 25°C. Beban yang digunakan seberat 50 gram dengan jarum (*spindle*) no.1. Kedalaman tembus dicatat dalam satuan 10^{-1} mm. Kekerasan lipstik ditandai dengan kedalaman tembus jarum penetrometer. Lipstik dikatakan semakin lunak bila kedalaman tembus semakin besar. Apabila kedalaman tembus 9 – 10,5 mm ($1/\text{kedalaman tembus} = 0,095$ sampai $0,111 \text{ mm}^{-1}$), maka sampel digolongkan ke dalam produk lipstik lunak.

2.2. Titik Leleh

Titik leleh lipstik diukur dengan alat *melting point* SMP-1 merek Stuart. Sampel yang berupa bulatan kecil dimasukkan ke dalam tabung kapiler yang berdiameter satu milimeter. Tabung kapiler kemudian



dimasukkan ke alat *melting point* untuk dipanaskan. Suhu yang dicatat adalah suhu pada saat sampel mulai meleleh.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Mutu Bahan Dasar Lipstik

Hasil analisa mutu bahan dasar lipstik ditampilkan pada Tabel 3. Secara umum semua bahan dapat dikatakan memenuhi standar mutu, sehingga dapat digunakan sebagai bahan dasar lipstik yang akan diuji.

Tabel 3. Analisis Mutu Bahan Dasar Lipstik

M. jarak	3,34	0,4 – 4 ^a	82,39	81 – 91 ^d	-	-
Tengkawang	3,34	10 – 50 ^b	33,70	29 – 38 ^b	36	34 – 39 ^b
Kandelila	10,49	12 – 22 ^b	38,90	30 – 35 ^c	65	65 – 69 ^c
Karnauba	3,81	2 – 7 ^c	29,84	13,50 ^d	71	81 – 86 ^c
Ozokerit	0,95	5	14,40	7,8 ^d	55	60 – 80 ^c
Mlm. Lebah	15,57	17 – 24 ^c	59,50	-	57	61 – 69 ^c
Lanolin alkohol	0,52	<2 ^c	37,02	18 – 36 ^c	62	55 – 75 ^c

a) Bailey (1950)

c) Depkes RI (1986)

e) Windholz (1976)

b) Sonntag (1979)

d) De Navare (1962)

Pada hasil uji bilangan asam, hanya lanolin alkohol dan minyak jarak yang nilainya berada dalam standar, bahan dasar lainnya berada di bawah standar. Namun hal ini bukan menandakan bahan-bahan tersebut tidak dapat dipakai, sebab semakin rendah bilangan asam semakin baik mutu minyak. Banyaknya asam lemak menandakan telah terjadi proses hidrolisis minyak lemak menjadi asam lemak dan gliserol.

Hasil uji bilangan iod menunjukkan bahwa hanya malam kandelila dan lemak tengkawang yang nilainya berada dalam standar. Sedangkan bahan dasar yang lain

nilainya berada di atas standar. Namun semakin besar bilangan iod menandakan semakin baik minyak tersebut karena ikatan rangkap yang ada semakin banyak. Ini berarti minyak lemak belum atau sedikit teroksidasi.

Dari hasil uji titik leleh, malam karnauba, ozokerit dan malam lebah mempunyai titik leleh yang lebih rendah dari standar. Hal ini menurut Balsam *et al* (1974) terjadi karena ketiga malam tersebut merupakan material dengan kompleksitas tinggi yang komposisinya sangat bervariasi karena perbedaan sumber, musim, metoda ekstraksi dan pemurnian.

B. Dispersi dan Kestabilan Warna Pigmen

Uji dispersi dan kestabilan warna pigmen dilakukan untuk melihat homogenitas dispersi warna dan daya tahan pigmen terhadap panas. Pada uji ini pigmen didispersikan dalam dua medium yaitu air dan minyak jarak, dengan konsentrasi dua, tiga dan empat persen. Kemudian pigmen dengan konsentrasi yang sama didispersikan dalam campuran air (lima persen), minyak jarak (86 - 88 persen) dan pengemulsi (lima persen). Pada Tabel 4 ditunjukkan hasil pengamatan dispersi dan kestabilan pigmen .

Tabel 4. Dispersi dan Kestabilan Pigmen dalam Air dan Minyak

2	+++	---	Berpasir	+++
3	+++	---	Sedikit berpasir	++
4	+++	---	Sedikit berpasir	+

Keterangan : (+) = banyaknya perubahan

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa dispersi pigmen dalam air sangat baik, sedangkan dispersi pigmen dalam minyak sangat buruk. Hal ini menunjukkan pigmen yang digunakan tergolong pigmen yang terdispersi stabil dalam air (*water dispersible pigment*), sehingga untuk digunakan dalam formula lipstik diperlukan penambahan zat pengemulsi. Penambahan zat pengemulsi diharapkan dapat meningkatkan dispersi pigmen. Peningkatan dispersi pigmen diakibatkan oleh berkurangnya tegangan permukaan antara air dan minyak, sehingga kedua bahan mudah bergabung. Selain itu dengan adanya zat pengemulsi, daya basah akan meningkat sehingga pigmen lebih merata penyebarannya. Zat pengemulsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah polietilen glikol *castor oil* 400 (PEG *castor oil* 400). Pemilihan ini disesuaikan dengan penggunaan minyak jarak (*castor oil*) yang dipakai pada formula lipstik.

Menurut Privalov (1979), adanya panas dapat mengakibatkan rusaknya ikatan emulsi sehingga mendorong terbentuknya agregat. Pada Tabel 4 dapat dilihat, bahwa butiran-butiran agregat pigmen serupa pasir (*gritty*) yang terdapat dalam campuran emulsi berkurang dengan bertambahnya konsentrasi pigmen setelah pemanasan. Sedangkan pada konsentrasi pigmen yang rendah, *gritty* akan terlihat semakin jelas. Menurut Hartomo dan Widiatmoko (1993), tidak seimbang jumlah pengemulsi dapat menyebabkan emulsi yang dipanaskan tidak stabil. Sehingga diduga konsentrasi pigmen 2 – 4 % yang dicobakan tidak seimbang dengan konsentrasi emulsi yang digunakan (5%). Dengan demikian konsentrasi pigmen dalam emulsi masih dapat ditingkatkan agar rasio pigmen dan pengemulsi seimbang. Menurut Otterstatter (1996), konsentrasi penggunaan

pigmen yang disarankan dalam lipstik adalah 1 – 10 %. Oleh karena itu konsentrasi pigmen yang digunakan ditingkatkan menjadi 6-9 %.

Menurut Nara (1979) pembentukan *gritty* juga dipengaruhi oleh ukuran pigmen. Berdasarkan pengamatan secara visual, ukuran pigmen *P. cruentum* lebih besar dari pigmen C19-012 D&C Red Ba lake yang biasa digunakan dalam kosmetik. Sehingga salah satu cara untuk mencegah terbentuknya *gritty* adalah dengan memperkecil ukuran pigmen. Pengecilan ukuran pigmen dapat dilakukan secara mekanis dengan menggunakan mesin penghancur pigmen seperti *hammer mill, pulverizer, pill mill dan jet mill*. Pada penelitian ini pigmen tidak mengalami pengecilan ukuran karena keterbatasan alat.

Setelah pemanasan, warna campuran berubah dari merah keunguan menjadi merah kehitaman dan terjadi pengendapan pigmen di dasar cetakan. Perubahan warna ini disebabkan pigmen mengandung gugus protein yang sensitif terhadap suhu tinggi. Sehingga untuk meningkatkan stabilitas warna, ke dalam formula lipstik perlu ditambahkan zat penstabil warna. Zat penstabil warna yang digunakan pada penelitian ini adalah zat pengental (*thickening*). Penggunaan zat pengental didasarkan atas penelitian Arad dan Yaron (1992) yang juga menggunakan zat pengental untuk mencegah presipitasi pigmen *P. cruentum*. Selain itu menurut Nara (1979), zat pengental dapat digunakan untuk mencegah pengendapan pigmen.

Berdasarkan *trial and error* dicobakan tiga jenis zat pengental yaitu karboksimetilselulosa (CMC), lesitin dan silika gel serbuk ke dalam formula lipstik. Parameter yang diamati adalah perubahan warna setelah dipanaskan



selama satu jam dengan pengamatan secara visual atau organoleptik. Pengamatan secara visual dilakukan karena menurut Epstein (1996) metoda inilah yang paling tepat untuk pewarna larut air. Hal ini karena pewarna larut air sangat peka terhadap cahaya, sehingga jika digunakan metoda spektroskopi akan memudahkan warnanya.

Berdasarkan pengamatan secara organoleptik, dari ketiga jenis zat pengental tersebut, silika gel serbuk memberi hasil yang terbaik. Penambahan silika gel serbuk ke dalam emulsi tidak menyebabkan terjadinya perubahan warna. Selain itu silika gel sendiri harganya lebih ekonomis dibanding kedua jenis zat pengental lainnya. Penambahan PEG *castor oil* dan silika gel serbuk untuk penelitian ini juga didapat melalui *trial and error* dengan parameter pengamatan perubahan warna emulsi setelah dipanaskan selama satu jam. Kombinasi perlakuan terbaik diperoleh dengan penambahan silika gel serbuk dan PEG *castor oil* masing-masing sebanyak 2,5 % b/b emulsi. Sehingga diperoleh formula lipstik sebagai berikut :

	% b/b
PEG <i>castor oil</i>	2,5
silika gel	2,5
Air	5
Minyak Jarak	50
Lanolin alkohol	5
Isopropil miristat	6
Lemak tengkawang	3 - 5
Malam ozokerit	7
Malam karnauba	3
Malam kandelila	7
Pigmen	6 - 9
Vitamin E	q.s
Parfum	q.s



Pada proses pembuatan lipstik dengan formula di atas, zat warna (pigmen) dan zat pengental (silika gel) dicampurkan dengan massa lipstik cair pada saat penuangan ke cetakan. Hal ini dilakukan agar kontak pigmen dengan panas tidak terlalu lama.

Minyak jarak yang digunakan dalam formula, fungsi utamanya adalah untuk mendispersikan larutan pigmen dalam massa lipstik. Namun minyak jarak ini mempunyai viskositas yang tinggi karena adanya grup hidroksil pada gugus asamnya. Viskositas yang tinggi ini memberikan keuntungan karena dapat mengurangi proses *settling* (pengendapan) pigmen. Namun viskositas yang tinggi ini pula yang menghambat proses pembasahan pigmen karena tegangan permukaan menjadi tinggi. Sehingga dalam formula digunakan pula isopropil miristat yang mempunyai viskositas lebih rendah untuk mengurangi viskositas dan tegangan permukaan pada campuran.

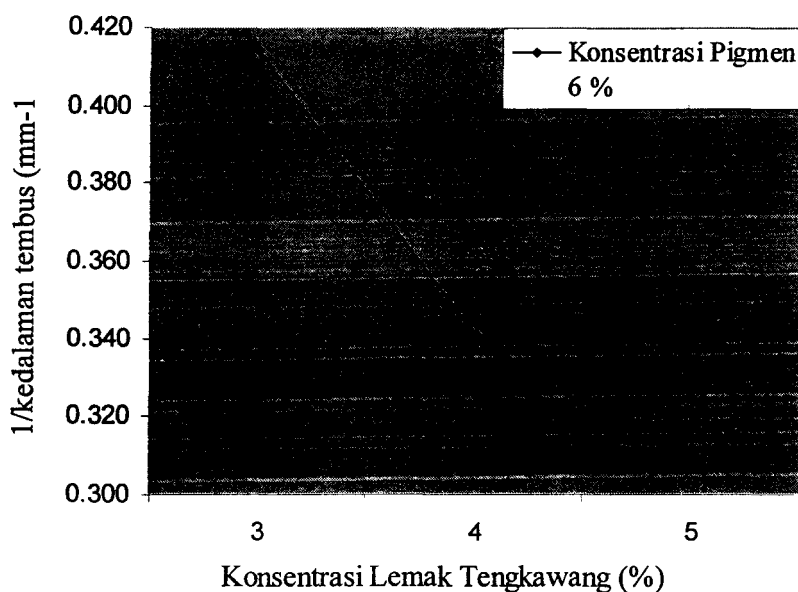
Malam ozokerit terutama digunakan untuk memberikan kekerasan pada lipstik. Sebab dari ketiga jenis malam yang digunakan, malam ozokerit mempunyai kekerasan tertinggi. Sedangkan malam karnauba digunakan untuk meningkatkan titik leleh lipstik, karena dari ketiga jenis malam, titik leleh malam karnauba paling tinggi.

Malam kandelila berfungsi untuk meningkatkan titik leleh dan daya kilap lipstik. Sedangkan lanolin berfungsi untuk mengurangi kecenderungan minyak untuk memisah dan sebagai zat pengemulsi (Howard, 1974).



C. Kekerasan

Berdasarkan hasil uji kekerasan, peningkatan konsentrasi lemak tengkawang akan menurunkan kekerasan lipstik. Sedangkan peningkatan konsentrasi pigmen dapat meningkatkan kekerasan lipstik, seperti ditunjukkan pada Gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Kurva Pengaruh Konsentrasi Lemak Tengkawang terhadap Kekerasan Lipstik

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa perubahan nilai kekerasan lipstik lebih disebabkan oleh perubahan konsentrasi lemak tengkawang. Penambahan pigmen hanya sedikit meningkatkan kekerasan lipstik.

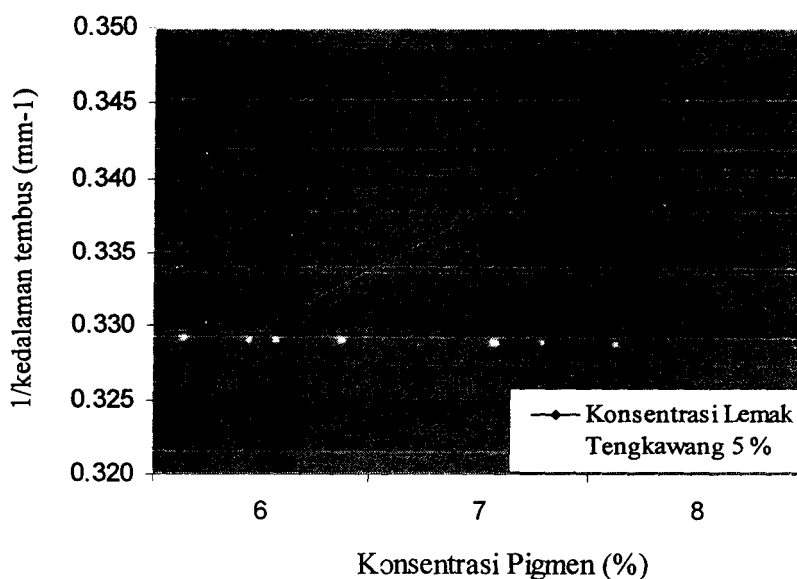
Lemak tengkawang dapat menurunkan kekerasan lipstik karena karakteristik fisik lemak tengkawang lebih lunak daripada malam lebah yang disubstitusikan. Berdasarkan pengukuran, kekerasan lemak tengkawang adalah $0,960 \text{ mm}^{-1}$ sedangkan kekerasan malam lebah $1,810 \text{ mm}^{-1}$. Sehingga semakin banyak lemak tengkawang yang ditambahkan maka lipstik akan semakin lunak. Penambahan

pigmen dapat menyebabkan meningkatnya jumlah partikel solid yang ada dalam lipstik. Penambahan jumlah partikel solid akan menyebabkan massa lipstik meningkat. Sedangkan massa lipstik berbanding lurus dengan viskositas lipstik berdasarkan persamaan:

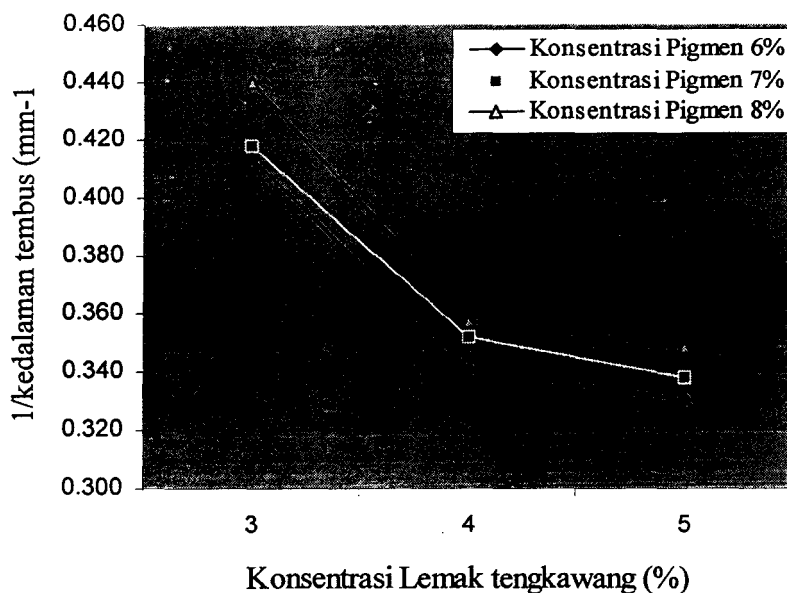
$$\text{Viskositas } (\mu) = \frac{\rho \cdot N \cdot D^2}{Re}$$

Dimana ρ = massa/volume (massa jenis)
 N = kecepatan pengaduk
 D = diameter pengaduk
 Re = Bilangan Reynold

Sehingga peningkatan massa akan menyebabkan peningkatan viskositas. Menurut Klein (1984), lipstik dengan viskositas yang lebih tinggi akan menghasilkan kekerasan yang lebih tinggi.



Gambar 7. Kurva Pengaruh Konsentrasi Pigmen Terhadap Kekerasan Lipstik



Gambar 8. Kurva Pengaruh Konsentrasi Lemak Tengkawang terhadap Kekerasan Lipstik pada Berbagai Konsentrasi Pigmen (6-8%)

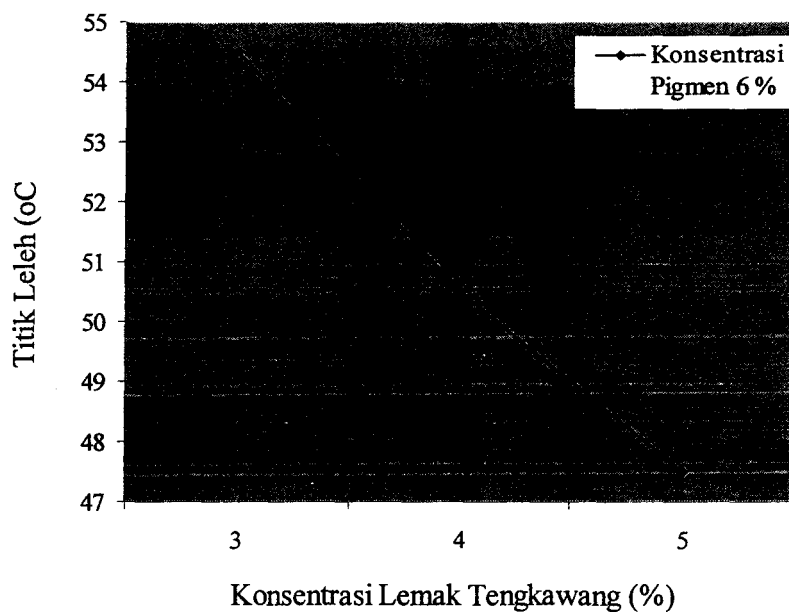
Hasil uji kekerasan lipstik berkisar antara $0,316 - 0,467 \text{ mm}^{-1}$, sedangkan hasil uji kekerasan lipstik komersial memberikan nilai $0,398 \text{ mm}^{-1}$. Lipstik uji yang nilai kekerasannya mendekati lipstik komersial adalah lipstik dengan penambahan lemak tengkawang tiga persen dan pigmen tujuh persen yang memberikan nilai $0,413 \text{ mm}^{-1}$.

D. Titik Leleh

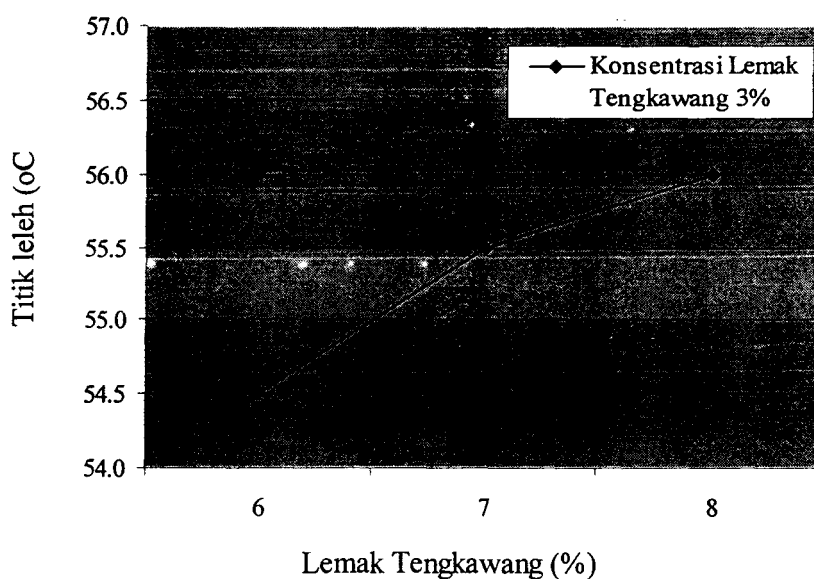
Berdasarkan hasil pengujian, peningkatan konsentrasi lemak tengkawang akan menurunkan titik leleh lipstik, sedangkan peningkatan konsentrasi pigmen akan meningkatkan kekerasan lipstik. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 9 dan 10.

Sedangkan pada Gambar 11 dapat dilihat bahwa perubahan titik leleh lipstik lebih disebabkan oleh perubahan konsentrasi lemak tengkawang. Hasil uji

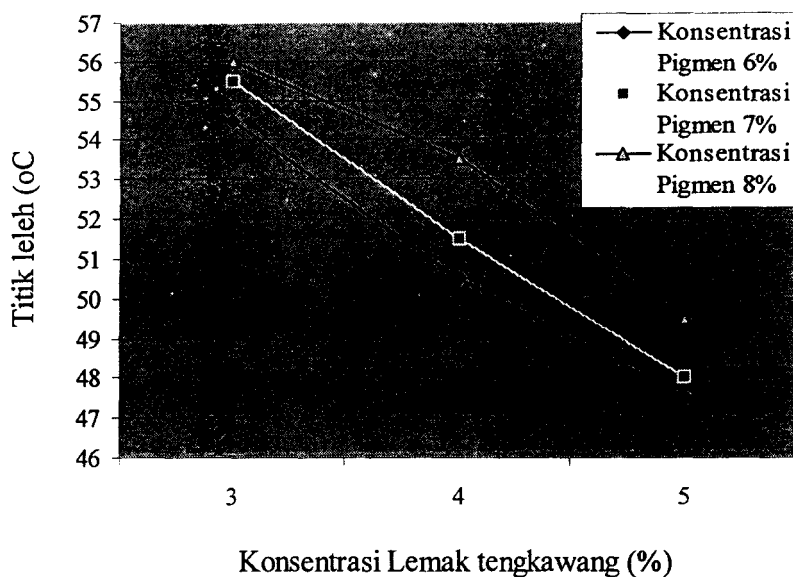
menunjukkan, perubahan konsentrasi pigmen sebanyak satu persen meningkatkan titik leleh lipstik antara 0,5 – 2 °C, sedangkan perubahan konsentrasi lemak tengkawang sebanyak satu persen dapat menurunkan titik leleh antara 2 – 5°C.



Gambar 9. Kurva Pengaruh Konsentrasi lemak Tengkawang terhadap Titik Leleh Lipstik



Gambar 10. Kurva Pengaruh Konsentrasi Pigmen terhadap Titik Leleh Lipstik



Gambar 11. Kurva Pengaruh Konsentrasi Lemak Tengkawang terhadap Titik Leleh pada Berbagai Konsentrasi Pigmen (6 – 8%)

Penambahan lemak tengkawang dapat menurunkan titik leleh lipstik karena titik leleh lemak tengkawang lebih rendah dari titik leleh malam lebah. Pada analisa mutu bahan, titik leleh lemak tengkawang 36 °C sedangkan titik leleh malam lebah 57 °C. Penambahan pigmen dapat meningkatkan titik leleh lipstik karena dengan penambahan pigmen, maka partikel solid yang ada dalam lipstik bertambah banyak. Partikel pigmen yang solid ini dalam pendispersiannya membentuk ikatan dengan minyak, lemak dan malam yang ada. Bertambahnya pigmen menyebabkan bertambah pula jumlah partikel pigmen yang terikat. Sehingga diperlukan energi yang lebih besar melalui pemanasan untuk memutuskan ikatan partikel dan melelehkan lipstik. Dengan demikian titik leleh lipstik akan semakin tinggi. Sebagai perbandingan, dari hasil penelitian Carames (1978) dengan menggunakan pigmen sintetis yang terdispersi dalam minyak, perubahan konsentrasi pigmen

sebanyak lima persen dapat meningkatkan titik leleh lipstik yang bervariasi antara $0,5 - 1^{\circ}\text{C}$.

Menurut Carames (1978), agar kontak dengan kulit tidak menimbulkan gesekan atau rasa kering, titik leleh lipstik haruslah berada antara $65^{\circ}\text{C} - 75^{\circ}\text{C}$. Sedangkan lipstik yang meleleh pada suhu tubuh tidak cocok digunakan karena dapat meninggalkan cairan atau lapisan lunak pada bibir dan warnanya mudah hilang. Menurut Howard (1974), karena faktor suhu daerah tropis, titik leleh lipstik haruslah lebih tinggi, yaitu sekitar $55^{\circ}\text{C} - 75^{\circ}\text{C}$.

Hasil pengujian titik leleh lipstik memberikan nilai terendah 47°C sedangkan nilai tertinggi 57°C . Nilai titik leleh tertinggi ini diberikan oleh lipstik dengan penambahan lemak tengkawang tiga persen dan pigmen delapan persen. Sementara hasil uji titik leleh lipstik komersial memberikan nilai 59°C . Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan lemak tengkawang dan pigmen dari *P. cruentum* pada perbandingan konsentrasi yang tepat, dapat menghasilkan lipstik dengan mutu yang sesuai dengan lipstik komersial.

E. Kestabilan Warna Lipstik

Hasil pengamatan kestabilan warna lipstik menunjukkan bahwa setelah dilakukan pengamatan selama empat minggu pada kondisi kamar, warna lipstik berubah menjadi kusam dan untuk minggu selanjutnya berubah menjadi coklat. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 12.

Perubahan warna ini diduga terjadi karena adanya efek panas pada proses pembuatan lipstik. Menurut Arad dan Yaron (1992), fikoeritrin dari pigmen stabil

terhadap panas pada suhu 60 °C selama 40 menit. Sedangkan suhu pencampuran massa lipstik dengan pigmen pada saat pencetakan adalah 65 °C selama lima detik. Pigmen yang mengalami kontak dengan panas akan terdenaturasi secara bertahap selama penyimpanan.



Gambar 12. Perubahan Warna Lipstik

Proses stabilisasi pigmen fikobiliprotein terhadap panas sudah dipatenkan di Jepang. Pigmen distabilisasi pada suhu rendah dan alkohol konsentrasi tinggi, kemudian presipitasi dicegah dengan menambahkan gelatin dalam larutan. Degradasi pigmen oleh oksidasi dicegah dengan menambahkan antioksidan berupa *ascorbate* dan *erythorbate*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Semakin banyak lemak tengkawang yang ditambahkan pada formula lipstik, maka kekerasan dan titik leleh lipstik akan semakin menurun. Sedangkan penambahan pigmen memberikan peningkatan kekerasan dan titik leleh lipstik. Perlakuan terbaik diperoleh dari penambahan lemak tengkawang tiga persen dan pigmen delapan persen yang menghasilkan nilai kekerasan $0,416 \text{ mm}^{-1}$ dan titik leleh 57°C .

B. SARAN

Pada formula lipstik perlu dicobakan zat pengental lain yaitu gelatin dan antioksidan seperti *ascorbate* dan *erythorbate*. Selain itu karena pigmen yang diuji rentan terhadap panas maka perlu dilakukan proses stabilisasi pigmen terhadap panas sebelum digunakan. Sedangkan untuk mempertahankan warna lipstik perlu ditambahkan suatu zat penstabil warna.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1990. Official Methods of analysis. Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- Arad, S.M dan A. Yaron. 1992. Natural Pigments From Red Microalgae for Use in Foods and Cosmetics. Trend in Food Science and Tecnology. Elsevier Science Publisher Ltd., England.
- Bailey, A.E. 1950. Industrial Oil and Fat Product. Interscholastic Publ. Inc., New York.
- Balsam, M.S., S.D. Gershon, M.M. Rieger, E. Sagarin dan J. Stiaries. 1974. Cosmetic, Science and Technology. John Willey and Sons, New York.
- Borowitzka, A. M. dan L.J Borowitzka. 1988. Micro-Algal Biotechnology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Carames, M. 1978. Development of a Lipstick Base. Cosmetics and Toiletries vol. 93 Ed.: M. G. de Naverre. Allured Publ. Corp., New York.
- Departemen Kesehatan RI. 1986. Kodeks Kosmetika Indonesia. Dirjen POM, Jakarta.
- De Navarre, M.G. 1962. The Chemistry and Manufacture of Cosmetic 2nd ed. Vol. II. D. Van Nostrand Co., New York.
- Epstein, H. 1996. Color Quality Control. Cosmetics and Toiletries vol. 111 Ed.: C. C. Urbano. Allured Publ. Corp., New York.
- Gojmerac, W. L. 1980. Bees, Beekeeping Honey and Pollination. AVI Publ. Inc., Westport, Connecticut.
- Hartomo, A.J dan M.C Widiatmoko. 1993. Emulsi dan Pangan Instan Berlesitin. Andi Offset, Yogyakarta.
- Howard, G.M. 1974. Perfumes, Cosmetic and Soaps, 8th Ed. vol. III. Chapman and Hall, London.
- Imron, H.S.S. 1985. Sediaan Kosmetik. Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Dirjen Pendidikan Tinggi Depdikbud, Jakarta.
- ISPE. 1992. Cosmetic Formulary. Ausimont, Milan.

- Ketaren, S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. UI Press, Jakarta.
- Klein, K. 1984. Improving Emulsion Stability. *Cosmetics and Toiletries* vol. 99 Ed.: M. G. de Naverre. Allured Publ. Corp., New York.
- Meyer, L.H. 1987. Food Chemistry. Reinhold Publ. Co., New York.
- Nara, M. 1979. Dispersing Pigment in Cosmetics. *Cosmetics and Toiletries* vol. 94 Ed.: M. G. de Naverre. Allured Publ. Corp., New York.
- O Carra, P. dan Oh Eocha. 1965. Algabiliproteins and Phycobilins. Dept. of Biochemistry, Universitas Collese, Galway Ireland.
- Okayani, M. 1990. Faktor Titik Leleh Campuran Malam, Lemak dan Minyak, Zat Warna pada Pra Formulasi Sediaan Lipstik. Skripsi. Farmasi FMIPA UI, Jakarta.
- Otterstater, G. 1996. Coloring Cosmetics. *Cosmetics and Toiletries* vol. 111 Ed.: C. C. Urbano. Allured Publ. Corp., New York.
- Privalov, P.L. 1979. Stability of Proteins. *Advances in Protein Chemistry* vol. 33. Ed.: C.B Anfinsen, J.T Edsall dan F.M Richadrds. Academic Press, New York.
- Republika. 2 Februari 1998. Menguat, Harga Kakao Sulsel di Pasar Internasional. Jakarta.
- Schueller, R. dan P. Romanowsky. 1993. The Test Or Not To Test, The Phylosophy of Stability Testing. *Cosmetics and Toiletries* vol. 108 Ed.: C. C. Urbano. Allured Publ. Corp., New York.
- Sonntag, N.V. 1979. Composition and Characteristics of Individual Fats and Oil. Dalam: D. Swern. *Bailey's Industrial Oil and Fats Products* vol. I 4th Ed. John Willey and Sons, New York.
- Sumadiwangsa, S. 1977. Biji Tengkawang Sebagai Salah Satu Bahan Baku Lemak Nabati. Laporan No. 91. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor.
- Supardi. 1991. Menelusuri Pengertian Zat Warna Kosmetika. *Majalah Info Kosmetika*, Edisi Khusus 1991.
- Swern, D. 1979. *Bailey's Industrial Oil and Fats Products* vol. I, 4th Ed. John Willey and Sons, New York.

Wasiatmaja, S.M. 1984. Kosmetika; Penggunaan dan Masalahnya. Warta Konsumen Th. IX no. 123. Penebar Swadaya, Jakarta.

Wilkinson, J.B. dan R.J. Moore. 1982. Harry's Cosmeticology 7th Ed. Chemical Publishing Company Inc., New York.

Windholdz, M. 1976. The Merck Index An Encyclopedia of Chemical and Drugs 9th ed. Merck & Co., USA.

@Hak cipta milik IPB University

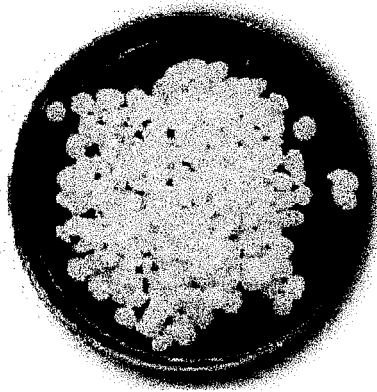
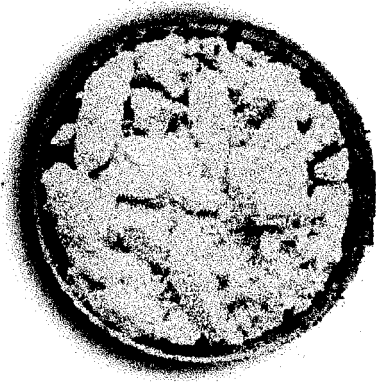
IPB University



LAMPIRAN

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 1. Gambar Malam Lebah (A) dan Lemak Tengawang (B)**(A)****(B)**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 2. Rekapitulasi data uji kekerasan dan titik leleh lipstik

A ₁ X ₁	2,20	0,454	54
A ₂ X ₂	2,62	0,382	54
A ₁ Y ₁	2,36	0,424	54
A ₂ Y ₂	2,42	0,413	55
A ₁ Z ₁	2,25	0,416	56
A ₂ Z ₂	2,14	0,467	57
B ₁ X ₁	2,88	0,347	51
B ₂ X ₂	2,98	0,336	50
B ₁ Y ₁	2,76	0,362	51
B ₂ Y ₂	2,96	0,338	52
B ₁ Z ₁	2,76	0,362	54
B ₂ Z ₂	2,84	0,352	53
C ₁ X ₁	3,16	0,316	47
C ₂ X ₂	2,90	0,345	48
C ₁ Y ₁	2,96	0,338	48
C ₂ Y ₂	2,96	0,338	48
C ₁ Z ₁	2,76	0,362	49
C ₂ Z ₂	2,98	0,336	50



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.