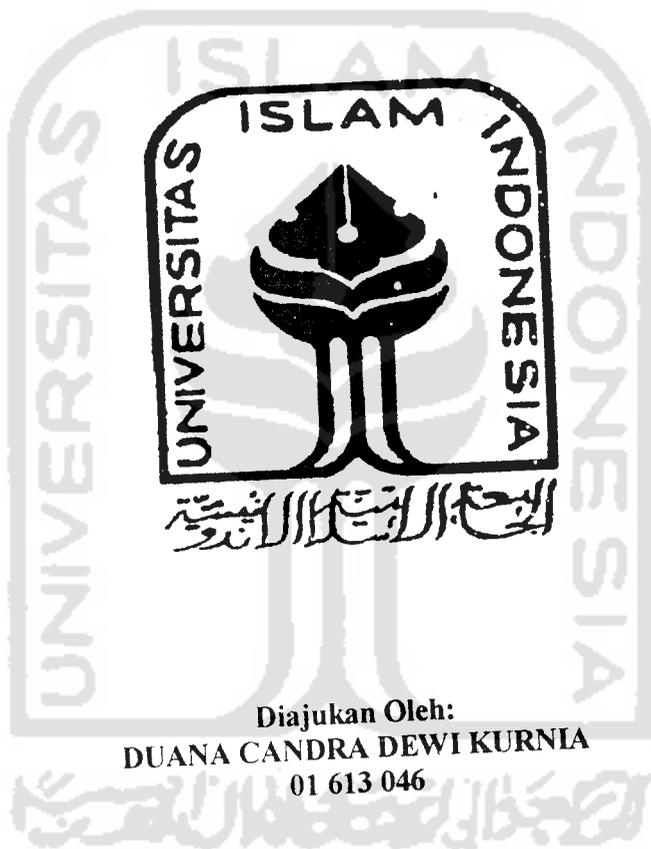


DIREKTORAT PERPUSTAKAAN UII		
INVENTARIS SUMBANGAN		
TANGGAL :	/	/
NO. INV. :		

**ANALISIS ZAT WARNA PADA SAOS YANG BEREDAR DI
YOGYAKARTA DENGAN METODE KROMATOGRAFI
KERTAS DAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS**

SKRIPSI



**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
OKTOBER 2005**



SKRIPSI

**ANALISIS ZAT WARNA PADA SAOS YANG BEREDAR DI
YOGYAKARTA DENGAN METODE KROMATOGRAFI
KERTAS DAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS**

Yang diajukan oleh :

DUANA CANDRA DEWI KURNIA
01 613 046

Telah disetujui oleh :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Dra. Suparmi, M.Si, Apt.


M. Hatta Prabowo, S.F., Apt.

SKRIPSI

**ANALISIS ZAT WARNA PADA SAOS YANG BEREDAR DI
YOGYAKARTA DENGAN METODE KROMATOGRAFI
KERTAS DAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS**

Oleh :

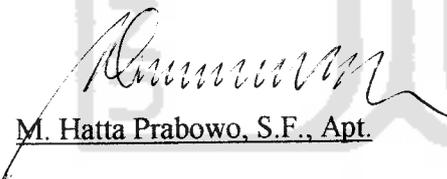
DUANA CANDRA DEWI KURNIA
01 613 046Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi
Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Tanggal: 8 Oktober 2005

Ketua Penguji,


Dra. Suparmi, M.Si, Apt.

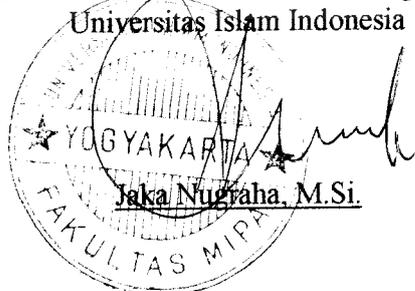
Anggota Penguji,


M. Hatta Prabowo, S.F., Apt.

Anggota Penguji

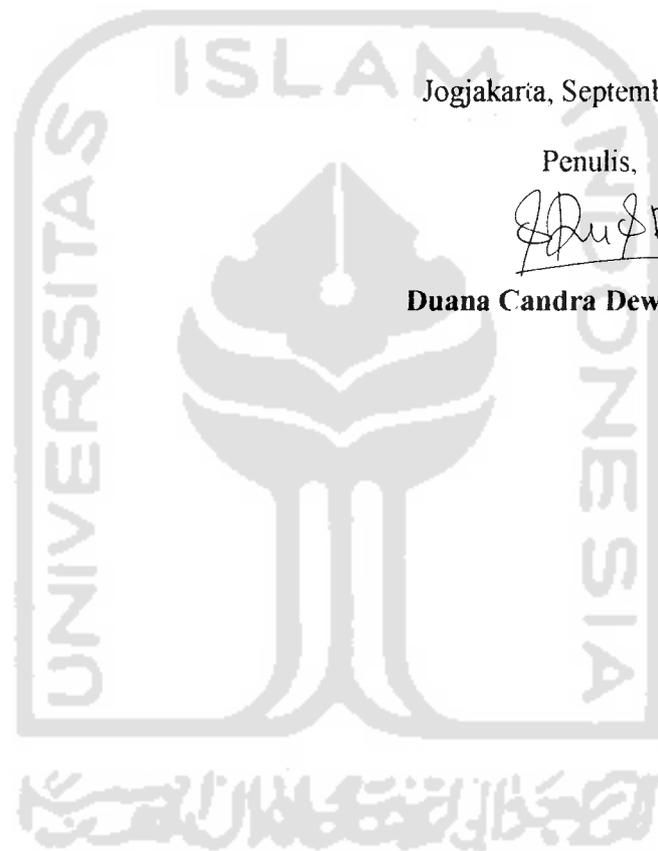

B.S. Ari Sudarmanto, S.Si., M.Si

Mengetahui

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia
Jaka Nugraha, M.Si.


PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan diterbitkan dalam daftar pustaka.



Jogyakarta, September 2005

Penulis,

Duana Candra Dewi Kurnia

HALAMAN PERSEMBAHAN

Ucapan Syukur sebesar-besarnya pada Allah SWT,

atas Rahmat, Berkah, Hidayah dan Karunia-Nya sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik

Terima Kasih pada Bapak dan Ibuku tercinta,

Atas bimbingannya selama ini dan doa restu yang tulus sehingga ananda dapat menyelesaikan pendidikan dan bisa lebih memahami apa arti hidup sebenarnya....

Terima Kasih pada Dosen pembimbingku, Bu Parmi dan Pak Hatta,

Dengan kesabaran dan keikhlasan sudah meluangkan waktu membantu memecahkan masalah yang saya hadapi selama penyusunan skripsi....

Toex Kakak-kakakku, Mbak Dina, Mas prass dan Mas Wondo,

Terima kasih atas doa dan bantuannya dalam penyusunan skripsi....

Boeat Sahabatku, Nisa dan Dina,

Terima kasih atas semua yang sudah kalian lakukan, tanpa kalian kuliah akan terasa hampa...Keep The Spirit Of Friendship And We'll Best Friend Forever

*Teman-temanku, Uji, Nita, Venny, Fanny, Desi, Dyah, Trie, Endang, Woro,
Nadia and Liliek,*

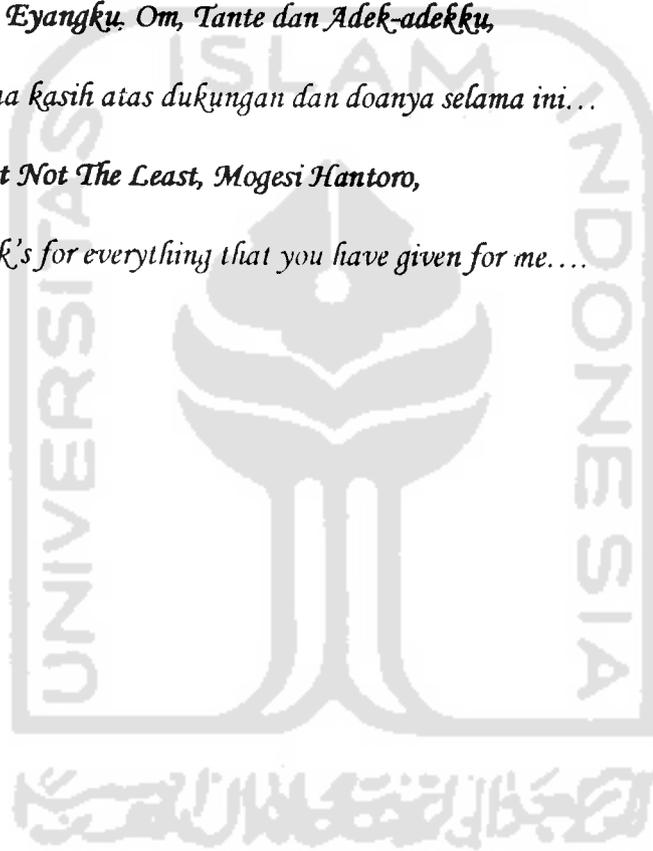
*Teman senasib dan sepenanggungan ingai masa-masa kita belajar
bersama, mengerjakan tugas bersama, Sukses Untuk Kalian Semua Dan
Jangan Lupakan Persahabatan Kita....*

Keluargaku, Eyangku, Om, Tante dan Adek-adekku,

Terima kasih atas dukungan dan doanya selama ini...

The Last But Not The Least, Mogesi Hantoro,

Thank's for everything that you have given for me....



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Tiada ungkapan yang pantas kami ucapkan selain rasa syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT, karena hanya dengan rahmat, berkah, hidayah, dan karunia-Nya lah skripsi dengan judul **“ANALISIS ZAT WARNA PADA SAOS YANG BEREDAR DI YOGYAKARTA DENGAN METODE KROMATOGRAFI KERTAS DAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS”** ini dapat terselesaikan. Hanya kepada-Nya kami memohon petunjuk dalam segala suka dan duka selama berlangsungnya proses belajar kami hingga saat ini. Penulisan skripsi ini sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Farmasi Universitas Islam Indonesia.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak yang sangat membantu dalam mengatasi semua kesulitan yang saya hadapi. Walaupun tidak dapat saya sebutkan satu persatu tetapi dengan segala kerendahan hati saya ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dra. Suparmi, M.Si., Apt, selaku dosen pembimbing utama yang disela kesibukannya dengan sabar dan ikhlas bersedia meluangkan waktunya untuk membantu saya menyelesaikan masalah yang saya hadapi selama penyusunan skripsi ini.
2. Bapak M. Hatta Prabowo, S.F., Apt., selaku dosen pembimbing dalam penyusunan skripsi ini yang disela kesibukannya dengan sabar dan ikhlas

meluangkan waktunya membantu saya menyelesaikan persoalan yang saya hadapi dalam penyusunan skripsi.

3. Bapak B.S. Ari Sudarmanto, M.Si., selaku dosen penguji, yang dengan sabar menguji sekaligus membimbing saya selama pendadaran.
4. Bapak Jaka Nugraha, M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Farida Hayati, M.Si., Apt., selaku Ketua Jurusan Farmasi yang telah membantu kelancaran penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari skripsi ini jauh dari sempurna. Namun demikian harapan terhadap tulisan yang sederhana ini tetap ada dan bisa memberikan manfaat bagi pihak yang membaca. Kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat dinantikan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, Oktober 2005

Penulis,



Duana Candra Dewi Kurnia

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
INTISARI	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	2
B. Perumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
BAB II. STUDI PUSTAKA	4
A. Tinjauan Pustaka	4
1. Saos	4
2. Zat Warna	8
3. Penggolongan Zat Warna	9
4. Sifat Fisika Kimia Zat Warna	21

5. Spektrofotometri UV-Vis	23
6. Kromatografi Kertas	27
B. Keterangan Empiris	30
BAB III. CARA PENELITIAN	31
A. Alat dan Bahan	31
B. Jalannya Penelitian	32
C. Analisis Hasil	37
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	43
1. Pemisahan Zat Warna Dari Saos	43
2. Analisis Kualitatif Zat Warna	48
3. Analisis Kuantitatif Dengan Spektrofotometri UV-Vis ...	61
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	74
A. Kesimpulan	74
B. Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Syarat Mutu Saus Tomat	6
Tabel 2. Zat Warna Alami	10
Tabel 3. Zat Warna Sintetis Yang Diijinkan Untuk Makanan	14
Tabel 4. Zat Warna Yang Dilarang Untuk Makanan.....	15
Tabel 5. Warna Dan Warna Komplementer	26
Tabel 6. Karakteristik Dari Kertas-kertas Kromatografi Whatmann.....	30
Tabel 7. Hasil Kromatografi Kertas	51
Tabel 8. Panjang Gelombang Serapan Maksimum Sampel dan Standar ...	59
Tabel 9. Absorbansi Sunset Yellow Pada Berbagai Variasi Kadar.....	66
Tabel 10. Absorbansi Tartrazine Pada Berbagai Variasi Kadar	67
Tabel 11. Absorbansi Ponceau 4R Pada Berbagai Variasi Kadar	68
Tabel 12. Kadar Sunset Yellow Dalam Sampel A, B, C, D dan E.....	70
Tabel 13. Kadar Tartrazine Dalam Sampel A, C dan D	70
Tabel 14. Kadar Ponceau 4R Dalam Sampel B dan E.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Hubungan Warna Dengan Panjang Gelombang	25
Gambar 2. Struktur Benang Wol	44
Gambar 3. Hasil Kromatogram Sampel Saos A	50
Gambar 4. Hasil Kromatogram Sampel Saos B	50
Gambar 5. Hasil Kromatogram Sampel Saos C	50
Gambar 6. Hasil Kromatogram Sampel Saos D	50
Gambar 7. Hasil Kromatogram Sampel Saos E	50
Gambar 8. Spektrum Saos A dan Baku Sunset Yellow	53
Gambar 9. Spektrum Saos B dan Baku Sunset Yellow	53
Gambar 10. Spektrum Saos C dan Baku Sunset Yellow	54
Gambar 11. Spektrum Saos D dan Baku Sunset Yellow	54
Gambar 12. Spektrum Saos E dan Baku Sunset Yellow	55
Gambar 13. Spektrum Saos A dan Baku Tartrazine	56
Gambar 14. Spektrum Saos C dan Baku Tartrazine	56
Gambar 15. Spektrum Saos D dan Baku Tartrazine	57
Gambar 16. Spektrum Saos B dan Baku Ponceau 4R	58
Gambar 17. Spektrum Saos E dan Baku Ponceau 4R	58
Gambar 18. Panjang Gelombang Maksimal Sunset Yellow	62
Gambar 19. Panjang Gelombang Maksimal Ponceau 4R	62
Gambar 20. Panjang Gelombang Maksimal Tartrazine	62
Gambar 21. Operating Time Sunset Yellow	64

Gambar 22. Operating Time Tartrazine	64
Gambar 23. Operatime Time Ponceau 4R	64
Gambar 24. Kurva Baku Sunset Yellow	66
Gambar 25. Kurva Baku Tartrazine	67
Gambar 26. Kurva Baku Ponceau 4R	68



ANALISIS ZAT WARNA PADA SAOS YANG BEREDAR DI YOGYAKARTA DENGAN METODE KROMATOGRAFI KERTAS DAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS

INTISARI

Telah dilakukan penelitian pada beberapa macam saos yang bertujuan untuk mengetahui apakah dalam saos tersebut mengandung zat warna yang aman dan tidak membahayakan kesehatan menurut Departemen Kesehatan. Pada hasil ekstraksi zat warna yang diperoleh dilakukan analisis kualitatif dengan metode kromatografi kertas dan spektrofotometer uv-vis, kemudian dilanjutkan dengan analisis kuantitatif dengan metode spektrofotometer uv-vis. Analisis kualitatif dilakukan dengan metode kromatografi kertas dan spektrofotometri uv-vis. Hasil kromatografi kertas pada masing-masing sampel memberikan dua bercak, kemudian harga Rf masing-masing sampel dibandingkan dengan harga Rf standar zat warna dan hasil spektrofotometer uv-vis memberikan spektrum sampel yang sama dengan spektrum zat warna standar, maka diketahui bahwa pada sampel A mengandung Sunset Yellow dan Tartrazine dengan kadar 59,468 $\mu\text{g/ml}$ dan 39,640 $\mu\text{g/ml}$; sampel B mengandung Sunset Yellow dan Ponceau 4R dengan kadar 46,037 $\mu\text{g/ml}$ dan 12,542 $\mu\text{g/ml}$; sampel C mengandung Sunset Yellow dan Tartrazine dengan kadar 49,052 $\mu\text{g/ml}$ dan 47,663 $\mu\text{g/ml}$; sampel D mengandung Sunset Yellow dan Tartrazine dengan kadar 58,352 $\mu\text{g/ml}$ dan 42,180 $\mu\text{g/ml}$; sedangkan sampel E mengandung Sunset Yellow dan Ponceau 4R dengan kadar 29,743 $\mu\text{g/ml}$ dan 12,904 $\mu\text{g/ml}$. Berdasarkan SNI BPOM dan Departemen Kesehatan, dapat dikatakan bahwa zat warna yang digunakan macam dan kadarnya termasuk zat warna yang aman untuk dikonsumsi dan diijinkan oleh Departemen Kesehatan.

Kata Kunci : Saos, Kromatografi Kertas, Spektrofotometer Uv-Vis

**ANALYZED FOOD COLOURING ON SAOS IN YOGYAKARTA USING
PAPER CHROMATOGRAPHY METHOD AND UV-VIS
SPECTROPHOTOMETRY METHOD**

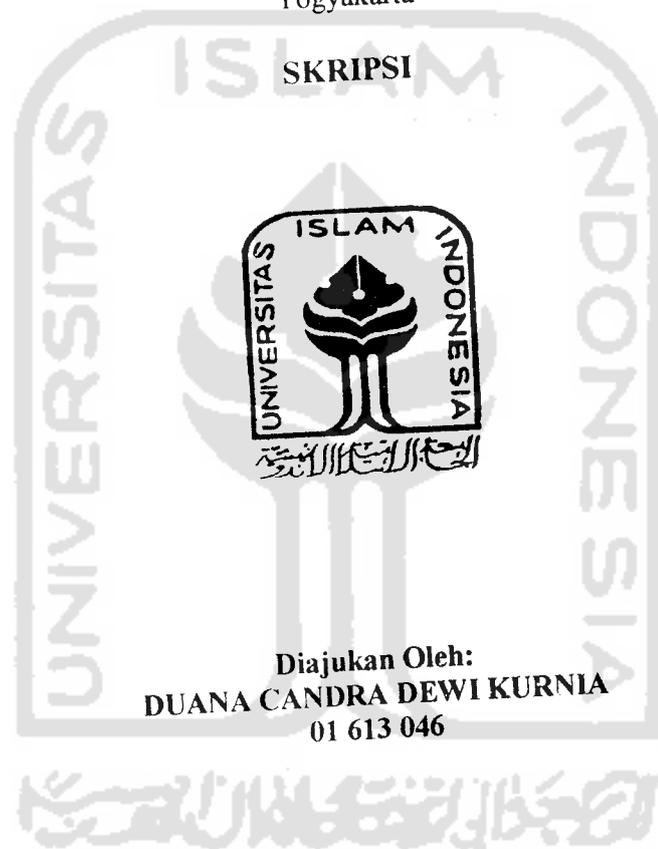
ABSTRACT

In this research, the analyzed in various sauce had been done, it was carried out to identify whether the use of food colour in sauce is safe and harmless towards people's health. The extraction result was analyzed qualitative and quantitative. The qualitatively using paper chromatography method and spectrophotometry uv-vis method, and quantitative by analyzed using spectrophotometry uv-vis method. Qualitative analysis through paper chromatography method and spectrophotometry uv-vis. The result of paper chromatography in each sample have two colour and then Rf of samples from each sample compare with Rf of standard and the result of spectrophotometry uv-vis is a spectrum of sample is the same as a spectrum of standard, the components of sample A are Sunset Yellow and Tartrazine, the concentration are 59,468 $\mu\text{g/ml}$ and 39,640 $\mu\text{g/ml}$. The components of sample B are Sunset Yellow and Ponceau 4R, the concentration are 46,037 $\mu\text{g/ml}$ and 12,542 $\mu\text{g/ml}$. The components of sample C are Sunset Yellow and Tartrazine, the concentration are 49,052 $\mu\text{g/ml}$ and 47,663 $\mu\text{g/ml}$. The components of sample D are Sunset Yellow and Tartrazine, the concentration are 58,352 $\mu\text{g/ml}$ and 42,180 $\mu\text{g/ml}$. And the components of sample E are Sunset Yellow and Ponceau 4R, the concentration are 29,743 $\mu\text{g/ml}$ and 12,904 $\mu\text{g/ml}$. Based on SNI BPOM and Health Department, the various colour and the concentration of food colour were still safe to consume and harmless towards people's health

Key Words : Sauce, Paper Chromatography, Uv-Vis Spectrophotometry

**ANALISIS ZAT WARNA PADA SAOS YANG BEREDAR DI
YOGYAKARTA DENGAN METODE KROMATOGRAFI
KERTAS DAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Farmasi
(S. Farm)
Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta



**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
OKTOBER 2005**

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Sekarang ini banyak makanan yang dijual di pinggir jalan seperti bakso, siomay, mie pangsit, dll, biasanya mereka menambahkan bahan pelengkap untuk menambahkan rasa salah satunya seperti saos. Saos merupakan rangkaian pelengkap kelezatan makanan yang mengandung vitamin C. Tetapi baru-baru ini banyak produk saos yang beredar dengan kemasan botol besar, atau plastik yang biasanya dijual di pasaran, tanpa merk, bahkan tidak ada No. Depkesnya. Saos tersebut biasanya menggunakan bahan dasar buah-buahan yang sudah busuk, yang jika kita konsumsi sudah tidak segar lagi. Bahkan saos ini seringkali menggunakan bahan pewarna seperti warna merah atau kuning agar warna saos menjadi lebih menarik, seperti saos-saos merk terkenal (Anonim, 2001^e).

Penyalahgunaan zat pewarna marak karena kurangnya pengetahuan masyarakat mengenai zat pewarna yang aman untuk produk makanan, serta tidak adanya penjelasan rinci pada label mengenai zat pewarna yang digunakan. Penyalahgunaan tersebut berupa pemakaian zat pewarna tekstil atau kulit untuk zat warna produk makanan. Dalam zat warna tekstil mengandung residu logam berat karena itulah zat warna tekstil sangat berbahaya bagi kesehatan karena dapat menimbulkan penyakit kanker atau mungkin mengandung racun yang dapat mematikan (Anonim, 2001^a).

Faktor lain penyalahgunaan zat warna adalah karena faktor ekonomi yaitu zat warna sintetis harganya jauh lebih murah bila dibandingkan dengan harga zat warna yang khusus untuk bahan makanan, karena itu zat warna sintetis lebih disukai oleh produsen. Disamping itu zat warna sintetik sifatnya lebih stabil dan mudah didapat, sedangkan zat warna alami kurang stabil juga lebih sukar diperoleh di pasaran, warna dari zat pewarna sintetik dari kulit lebih menarik (Furia, 1975). Selain itu bea masuk zat pewarna sintetis jauh lebih murah dibandingkan bea masuk zat pewarna khusus produk makanan (Anonim, 2001^b).

Alasan yang dapat disimpulkan adalah untuk menghemat biaya produksi dan mendapatkan keuntungan yang sebesar-besarnya. Karena itulah timbul suatu kecurigaan bahwa masih ada produk makanan yang menggunakan bahan pewarna yang dilarang oleh pemerintah. Kecurigaan tersebut timbul karena adanya pemberitaan-pemberitaan di media masa maupun media elektronik yang menyatakan bahwa masih ada zat pewarna yang sudah dilarang oleh pemerintah tetapi masih tetap digunakan untuk zat warna makanan bahkan dijual bebas di masyarakat.

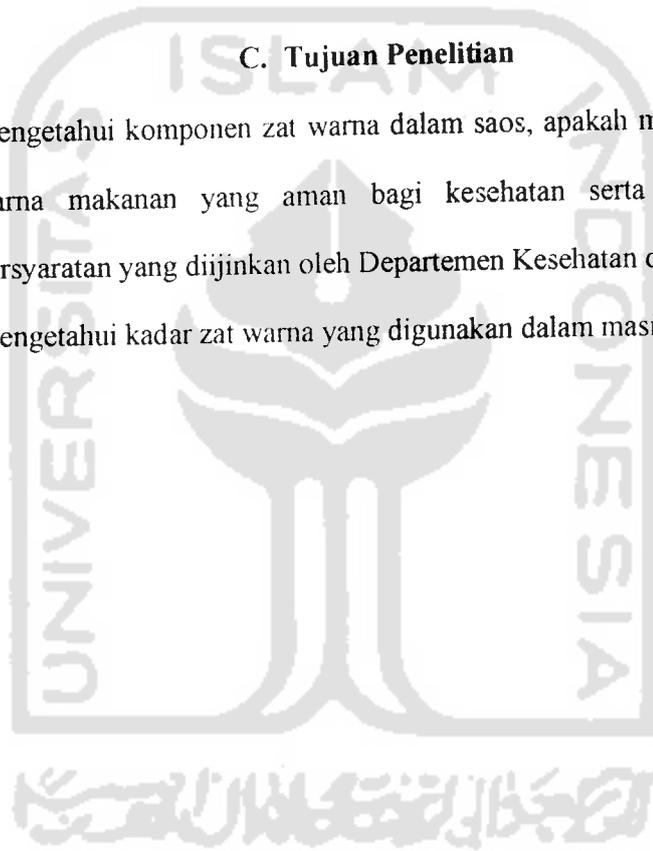
Oleh karena itu perlu dilakukan identifikasi komponen zat warna yang terkandung didalam saos melalui analisis kualitatif menggunakan kromatografi kertas dan spektrofotometri uv-vis. Kemudian dilakukan analisis kuantitatif untuk mengetahui berapa kadar zat warna tersebut, sehingga dapat diketahui apakah komponen dan kadar zat warna tersebut aman untuk dikonsumsi menurut Departemen Kesehatan.

B. Perumusan Masalah

1. Komponen zat warna apa saja yang terkandung didalam masing-masing saos yang beredar di Yogyakarta?
2. Berapakah kadar zat warna yang digunakan dalam masing-masing saos yang beredar di Yogyakarta?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui komponen zat warna dalam saos, apakah menggunakan zat warna makanan yang aman bagi kesehatan serta sesuai dengan persyaratan yang diijinkan oleh Departemen Kesehatan dan FDA.
2. Mengetahui kadar zat warna yang digunakan dalam masing-masing saos.



BAB II

STUDI PUSTAKA



A. Tinjauan Pustaka

1. Saos

Saos adalah cairan kental (pasta) yang terbuat dari bubur buah berwarna menarik (biasanya merah), mempunyai aroma dan rasa yang merangsang (dengan atau tanpa rasa pedas). Walaupun mengandung air dalam jumlah besar, saos mempunyai daya simpan panjang karena mengandung asam, gula, garam dan seringkali pengawet. Saos dibuat dari campuran bubur buah-buahan dan bumbu-bumbu (Anonim, 2001⁴).

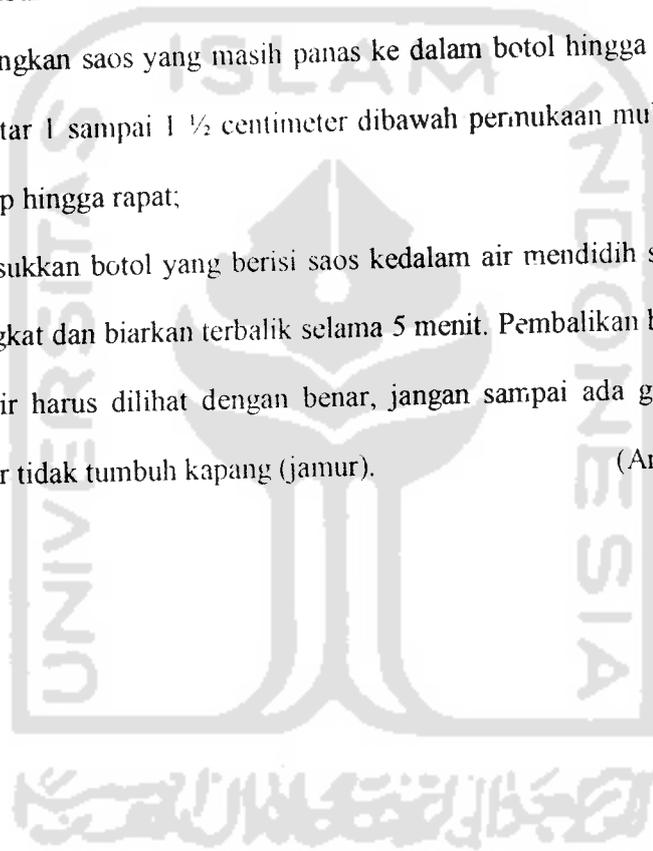
Dalam pembuatan saos, misal saos tomat, yang harus disediakan adalah buah tomat matang; gula pasir; bawang merah (sudah dikupas); bawang putih (sudah dikupas); asam cuka 25%; asam sitrat kristal (sari jeruk); asam benzoat; cabai merah (tanpa biji); daram dapur; zat pewarna merah secukupnya.

Cara pembuatan saos adalah sebagai berikut:

- a. Cuci buah tomat sampai bersih. Kupas dan buang bijinya, kemudian timbang;
- b. Potong-potong buah tomat lalu hancurkan sampai menjadi bubur;
- c. Tambahkan gula dan garam, aduk hingga rata lalu masak;
- d. Haluskan bawang merah, bawang putih, cabai. Bungkus dengan kain saring dan ikat dengan tali. Kemudian celupkan kedalam bubur tomat yang

sedang dimasak dengan memegang tali pengikatnya. Tekan-tekan dengan menggunakan pengaduk agar sarinya keluar sempurna;

- e. Biarkan mendidih selama 30 menit. Peras bungkusan bumbu lalu angkat dari adonan saos;
- f. Tambahkan sepuhan warna merah;
- g. Tambahkan cuka dan asam sitrat kristal kedalam saos, aduk sampai rata;
- h. Tuangkan saos yang masih panas ke dalam botol hingga permukaan saos sekitar 1 sampai 1 ½ centimeter dibawah permukaan mulut botol. Segera tutup hingga rapat;
- i. Masukkan botol yang berisi saos kedalam air mendidih selama 30 menit. Angkat dan biarkan terbalik selama 5 menit. Pembalikan botol pada proses akhir harus dilihat dengan benar, jangan sampai ada gelembung udara, agar tidak tumbuh kapang (jamur). (Anonim, 2001^a)



Tabel 1. Syarat Mutu Saus Tomat

No	Uraian	Satuan	Syarat Mutu
1.	Keadaan 1.1. Bau 1.2. Rasa 1.3. Warna		Khas Khas Khas
2.	Jumlah padatan, %, b/b		25-40
3.	Pengawet 3.1. Pengawet benzoat	mg/kg	Maksimum 1000
4.	PH 3-4		
5.	Zat warna makanan tambahan		Sesuai dengan SNI 01-0222-1987 *)
6.	Identifikasi tomat		positif
7.	Cemaran logam 7.1. Cu 7.2. Pb 7.3. Hg 7.4. Zn 7.5. Sn	mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg	Maksimum 50,0 Maksimum 1,0 Maksimum 0,03 Maksimum 40,0 Maksimum 40,0 (250,0) **)
8.	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maksimum 1,0
9.	Cemaran mikroba 9.1. Angka lempeng total 9.2. Kapang, % (lapang padang)	koloni/g	Maksimum 10^5 Maksimum 50

(Anonim, 1987)

Catatan:

*) SNI 01-0222-1987 atau 722/Menkes/Per/IX/98, "Bahan Tambahan Makanan"

**) Jika dikemas dalam gelas maksimum 40,0 mg/kg dan jika dikemas dalam kaleng maksimum 250,0 mg/kg.

1. a. Asam Sitrat

Asam sitrat digunakan untuk mengasamkan atau untuk menurunkan pH saos menjadi 3,8-4,4. Pada pH rendah pertumbuhan kebanyakan bakteri akan tertekan dan sel generatif serta spora bakteri sangat sensitif terhadap panas. Dengan demikian proses sterilisasi bahan yang ber-pH rendah dapat dilakukan dengan suhu mendidih (100°C) dan tidak perlu dengan suhu tinggi (121°C). Asam

mengandung garam dapur (NaCl) dan gula pasir. Penambahan senyawa belerang (SO_2) atau senyawa sulfit (SO_3)₂ dan gas karbon (CO_2) dapat meningkatkan efektifitas senyawa benzoat dalam menghambat pertumbuhan mikroba. Senyawa benzoat dapat digunakan pada makanan dan minuman pada konsentrasi 400 sampai 1000 mg per kg bahan (Anonim, 2001^a).

2. Zat Warna

Zat warna adalah senyawa organik berwarna yang digunakan untuk memberi warna pada suatu objek. Struktur zat warna terdiri dari ikatan rangkap terkonjugasi yang ekstensif menyerap cahaya dengan panjang gelombang tertentu, karena adanya transisi $\pi \rightarrow \pi^*$ dan $n \rightarrow \pi^*$. Apa yang tampak bukanlah warna yang diserap, melainkan komplemennya yang dipantulkan (Fessenden & Fessenden, 1999).

Penentuan mutu bahan makanan pada umumnya sangat bergantung pada beberapa faktor diantaranya cita rasa, warna, tekstur dan nilai gizinya; disamping itu ada faktor lain, misalnya sifat mikrobiologis. Tetapi sebelum faktor-faktor lain dipertimbangkan, secara visual faktor warna tampil lebih dahulu dan kadang-kadang sangat menentukan (Winarno, 2002).

Pewarna adalah bahan tambahan makanan yang dapat memperbaiki atau memberi penampilan pada produk makanan. Penambahan pewarna pada makanan dimaksudkan untuk memperbaiki warna makanan yang berubah atau menjadi pucat selama proses pengolahan atau untuk memberi warna pada makanan yang tidak berwarna agar kelihatan lebih menarik (Winarno & Titi, 1994).

Selain sebagai faktor yang ikut menentukan mutu, warna juga dapat digunakan sebagai indikator kesegaran atau kematangan. Baik tidaknya cara pencampuran atau cara pengolahan dapat ditandai dengan adanya warna yang seragam dan merata (Winarno, 2002).

3. Penggolongan Zat Warna

Pada tahun 1960 dikeluarkan peraturan mengenai penggunaan zat pewarna yang disebut *Color Additive Amendment* yang dijadikan Undang-Undang. Dalam Undang-Undang yang baru ini zat pewarna dibagi menjadi dua kelompok yaitu *Certified Color* dan *Uncertified Color* (Winarno, 2002).

3. a. *Uncertified Colour*

Zat pewarna yang termasuk dalam *uncertified colour* ini adalah zat pewarna alami, umumnya merupakan senyawa organik alam yang berwarna spesifik yang dapat berasal dari mineral, tumbuh-tumbuhan dan hewan.

Zat pewarna mineral juga dapat dikenal dengan istilah pigmen. Pigmen sendiri adalah suatu senyawa anorganik berwarna yang diperoleh dari alam dan dapat juga dibuat secara sintetik (Winarno, 1984). Pigmen (zat warna alami) telah banyak digunakan oleh nenek moyang kita sebagai bahan pewarna makanan.

Tetapi sejak ditemukannya zat pewarna sintetik penggunaan pigmen semakin menurun, meskipun tidak menghilang sama sekali. Beberapa dasawarsa terakhir ini timbul usaha-usaha untuk mendalami seluk-beluk pigmen, khususnya untuk mengetahui perubahan-perubahan warna dari bahan makanan oleh pengaruh berbagai perlakuan pengolahan dan pemasakan (Winarno, 2002). Untuk

penggunaannya zat pewarna ini bebas dari prosedur sertifikasi dan termasuk kedalam daftar yang telah tetap (Winarno, 2002). Contoh zat pewarna alami yang biasa digunakan pada bahan makanan adalah karoten, biksin, karamel, titanium oksida, chocineal dan karmin.

Tabel 2. Zat Warna Alami

No	Pewarna	No. Indeks Warna (C.I. No)	Batas Maksimum Penggunaan
1.	Annate; C.I Natural Orange 4	75120	Secukupnya
2.	β -apo-8'-carotenal	80820	Secukupnya
3.	Ethyl β -apo-8'-carotenoat	40825	Secukupnya
4.	Caramel	-	Secukupnya
5.	Carotene; C.I Natural Brown 5	75130	Secukupnya
6.	Carmine; C.I Natural Red 4	75470	Secukupnya
7.	Chlorophyll; C.I Natural Green 3	75810	Secukupnya
8.	Saffron; C.I Natural Yellow 6	75100	Secukupnya
9.	Canthaxanthine	40850	Secukupnya
10.	Titanium Dioxide; C.I Pigment White 6	77891	Secukupnya
11.	Curcumin C.I. Natural Yellow 3	75300	Secukupnya
12.	Riboflavin	-	Secukupnya

(Anonim, 1983/1984)

Penggunaan zat warna alami relatif lebih terbatas, karena memiliki kekurangan bila dibandingkan dengan pemakaian pewarna sintetis. Kekurangan yang mempengaruhi keterbatasan pemakaian pewarna alami, antara lain:

1. Sering terkesan memberikan rasa khas yang tidak diinginkan, misal kunyit.
2. Konsentrasi pigmen rendah sehingga memerlukan bahan baku pewarna relatif banyak
 - a. Stabilitas pigmen rendah. Umumnya hanya stabil pada kondisi pH dan temperatur tertentu.
 - b. Keseragaman (spektrum warna) kurang baik.

3. b. Certified Colour

Ada dua macam yang tergolong *certified colour* yaitu *dye* dan *lake*. Keduanya adalah zat pewarna buatan. Zat pewarna yang termasuk golongan *dye* telah melalui prosedur sertifikasi dan spesifikasi yang ditetapkan oleh FDA. Zat pewarna *lake* juga harus mendapat sertifikat (Winarno, 2002).

3. b. 1. Dye

Dye adalah zat pewarna yang umumnya bersifat larut dalam air dan larutannya dapat mewarnai (Winarno, 2002). Pewarna ini memiliki berbagai bentuk, misalnya serbuk, granula, cair, campuran, pasta dan dispersi. *Dyes* mudah larut dalam air, namun tidak dapat larut dalam bahan pelarut organik (Fachruddin, 1998). Pelarut yang dapat digunakan selain air adalah propilenglikol, gliserin atau alkohol (Winarno, 2002). Penggunaannya antara lain untuk minuman ringan, minuman berkarbonat, kue, produk susu dan pembungkus sosis.

Menurut Martindale (1982), jika dilihat dari strukturnya, zat warna ini dapat dibagi menjadi 5 golongan, yaitu:

1. Golongan Azo

Golongan ini meliputi sekitar 90% zat warna yang diijinkan.

Contoh:

- Amaranth ($C_{20}H_{11}N_3O_{10}S_3$)
- Ponceau 4R ($C_{20}H_{11}N_2Na_3O_{10}S_3$)
- Yellow FCF ($C_{16}H_{10}N_2Na_2O_7S_2$)

2. Golongan Xanthin

Contoh:

- Eritrosin ($C_{20}H_6O_5I_4Na_2H_2O$)
- Rhodamin B ($C_{26}H_{16}N_2O_3Cl$)

3. Golongan Trifenilmetan

Contoh:

- Brilliant Blue ($C_{37}H_{47}N_2Na_2O_9S_3$)
- Hijau FCF ($C_{37}H_{34}N_2Na_2O_{10}S_3$)

4. Golongan Indigo

Contoh:

- Indigo Carmin ($C_{16}H_8N_2Na_2O_8S_2$)

5. Golongan Pirazolon

Contoh:

- Tartrazine ($C_{16}H_9Na_3O_9S_2$)

(Martindale, 1982)

3. b. 2. *Lake*

Zat pewarna ini merupakan gabungan dari zat warna (*dye*) dengan radikal basa (Al atau Ca) yang dilapisi dengan hidrat alumina atau $\text{Al}(\text{OH})_3$. Lapisan alumina atau $\text{Al}(\text{OH})_3$ ini tidak larut dalam air, sehingga *lake* ini tidak larut pada hampir semua pelarut. *Lake* stabil pada pH 3,5-9,5 dan diluar selang tersebut lapisan alumina pecah dan dye yang dikandungnya terlepas. Daya mewarnai FD & C lake adalah dengan membentuk dispersi yang menyebar pada bahan yang diwarnai (Winarno, 2002). *Lake* lebih cocok bila digunakan untuk produk-produk makanan yang banyak mengandung lemak atau produk-produk berkadar air rendah, misalnya tablet, adonan cake dan donat, kembang gula, dan permen karet (Fachruddin, 1998).

Di Indonesia, sesuai dengan peraturan Menteri Kesehatan No. 235/Menkes/Per/VI/79 ada 11 macam zat warna sintetik yang diijinkan untuk makanan (Tranggono, 1996). Sedangkan peraturan penggunaan zat pewarna sintetik baru dibuat tanggal 22 Oktober 1973 melalui SK Menkes RI No. 11332/A/SK/73 (Anonim, 2002^a).

Tabel 3. Zat Warna Sintetis Yang Diijinkan Untuk Makanan

No	Zat Warna	No. Indeks Warna (C.I. No)	Batas Maksimum Penggunaan
1.	Amaranth; C.I. Food Red 9	16185	Secukupnya
2.	Brilliant Blue FCF; C.I Food Blue 2	42090	Secukupnya
3.	Erythrosine; C.I Food Red 14	45430	Secukupnya
4.	Fast Green FCF; C.I Food Green 3	42053	Secukupnya
5.	Green S; C.I Food Green 4	44090	Secukupnya
6.	Indigotin; C.I Food Red 7	73015	Secukupnya
7.	Ponceau 4R; C.I Food Red 7	16255	Secukupnya
8.	Quinolie Yellow; C.I Food Yellow 13	47005	Secukupnya
9.	Sunset Yellow; C.I Food Yellow 3	15985	Secukupnya
10.	Tartrazine; C.I Food Yellow 4	19140	Secukupnya

(Anonim, 1983/1984)

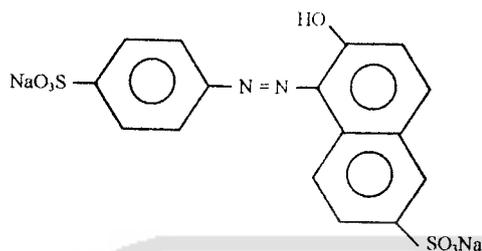
Tabel 4. Zat Warna Yang Dilarang Untuk Makanan

No.	Nama zat warna	No. Indeks Warna (C.I. No)
1.	Auramine (C.I. Basic Yellow 2)	41000
2.	Alkanet	75520
3.	Butter Yellow (C.I. Solvent Yellow 2)	11020
4.	Chrysoidine (C.I. Basic Orange 2)	11270
5.	Citrus Red No. 2	12156
6.	Fast Red E (C.I. Food Red 4)	16045
7.	Fast Yellow AB (C.I. Food Yellow 2)	13015
8.	Guinea Green B (C.I. Acid Green 3)	42085
9.	Indanthrene Blue RS (C.I. Food Blue 4)	69800
10.	Magenta (C.I. Basic Violet 14)	42510
11.	Oil Orange SS (C.I. Solvent Orange 2)	12100
12.	Oil Orange XO (C.I. Solvent Orange 7)	12140
13.	Oil Yellow AB (C.I. Solvent Yellow 5)	11380
14.	Orange G (C.I. Food Orange 4)	16230
15.	Orange RN (Food Orange 1)	15970
17.	Ponceau 3R (C.I. Red No. 6)	16155
18.	Ponceau SX (C.I. Food Red 1)	14700
19.	Ponceau 6R (C.I. Food Red 8)	16290
20.	Sudan I (C.I. Solvent Yellow 14)	12055
21.	Scarlet GN (Food Red 2)	14815
22.	Rhodamin B (C.I. Food Red 15)	45170
23.	Metanil Yellow (Ext. D&C Yellow 1)	13065

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 239/Menkes/Per/V/85

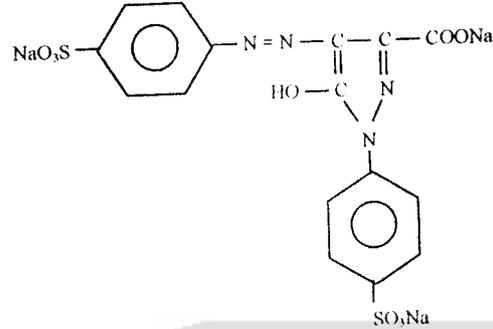
Contoh zat warna sintetik yang diijinkan menurut Departemen Kesehatan adalah:

1. Sunset Yellow (FD & C Yellow No. 6)



- a. Nama lain : Disodium salt of 1-(4-sulphophenylazo)-2-naphthol-6-sulphonic acid; Sunset Yellow FCF; C.I. Food Yellow 3; FD5C Yellow 6; C.I. 15985
- b. Golongan : azo
- c. Bentuk : tepung berwarna jingga
- d. Warna : Oranye – merah
- e. BM : 452,37
- f. Rumus molekul : $C_{16}H_{10}N_2Na_2O_7S_2$
- g. Panjang gelombang serapan maksimum : 485 nm
- h. Kelarutan dalam air : tidak lebih dari 0,2 %
- i. Arsenic : tidak lebih dari 3 mg/kg
- j. Merkuri : tidak lebih dari 1 mg/kg
- k. Cadmium : tidak lebih dari 1 mg/kg
- l. Lead : tidak lebih dari 10 mg/kg
- m. Logam berat (misal Pb) : tidak lebih dari 40 mg/kg. (Anonim, 2002^b)

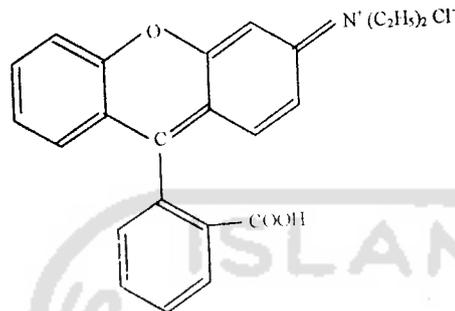
2. Tartrazine (FD & C Yellow No.5)



- a. Nama lain : trisodium-5-hydroxy-1-(4-sulfonatophenyl)-4-(4-sulfonatophenylazo)-H-pyrazole-3-carboxylate; C.I. Food Yellow 4; FD&C Yellow 5; Acid Yellow 23; C.I No.19140
- b. Golongan : pirazolon
- c. Bentuk : tepung berwarna kuning jingga yang mudah larut dalam air, dengan larutannya berwarna kuning keemasan
- d. Warna : Oranye menyala
- e. BM : 534,4
- f. Rumus molekul : $C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$
- g. Panjang gelombang serapan maksimum : 426 nm
- h. Kelarutan dalam air : tidak lebih dari 0,2 %
- i. Arsenic : tidak lebih dari 3 mg/kg
- j. Merkuri : tidak lebih dari 1 mg/kg
- k. Cadmium : tidak lebih dari 1 mg/kg
- l. Lead : tidak lebih dari 10 mg/kg
- m. Logam berat (misal Pb) : tidak lebih dari 40 mg/kg. (Anonim, 2002^b)

Sedangkan contoh zat warna yang dilarang oleh Departemen Kesehatan adalah:

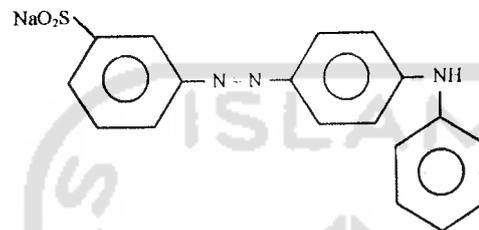
1. Rhodamin B



- Nama lain : Tetraetil rhodamine; D&C Red No.19; Rhodamin chloride; C.I. Basic Violet 10; C.I. 45170
- Golongan : Xantin
- Sifat : Basa
- Kelarutan dalam air : 0,78 %
- Kelarutan dalam etanol : 1,47 %
- Warna : merah
- BM : 479,029
- Rumus Molekul : $C_{28}H_{31}N_2O_3Cl$
- Panjang gelombang serapan maksimum : 556 nm
- Rhodamin B merupakan turunan meta-dietilaminofenol, karena sifat kimia dan kandungan logam beratnya, zat pewarna rhodamin B berbahaya bagi kesehatan manusia. Rhodamin B dapat digunakan sebagai pewarna tinta kain sutera, katun, nilon, kertas, tinta.

- k. Pemberian melalui intravena pada hewan uji tikus didapatkan LD_{50} 89,5 mg/kg, menunjukkan adanya pembesaran hati, ginjal dan limpa serta diikuti perubahan anatomi berupa pembesaran organnya. (Anonim, 2003).

2. Metanil Yellow



- Nama lain : 3-(4-Anilinophenylazo) benzenesulfonic acis sodium salt; EXT. D7C Yellow No.1; Acid Yellow 36; C.I. 13065
- Golongan : Azo
- Sifat : Asam; pH: 1,5 (merah) – pH: 2,7 (kuning)
- Kelarutan dalam air : 5,4 %
- Kelarutan dalam etanol : 1,4 %
- Warna : kuning
- BM : 375,38
- Rumus Molekul : $C_{18}H_{14}N_3NaO_3S$
- Panjang gelombang serapan maksimum : 414 nm
- Metanil yellow berbahaya bagi kesehatan manusia. Metanil yellow dapat digunakan sebagai pewarna wool, nilon, sutera, kertas, tinta, alumunium, deterjen, kayu.



- k. Pemberian melalui oral pada hewan uji tikus didapatkan LD_{50} 5000 mg/kg, menunjukkan adanya pembesaran hati dan pada penggunaan jangka panjang dapat menyebabkan kanker. (Anonim, 2003)

4. Sifat Fisika Kimia Zat Warna

1. Larutan zat warna dalam air atau etanol dapat memberikan puncak serapan (absorbansi) maksimal di daerah panjang gelombang 400-800 nm.
2. Molekul zat warna nabati atau hewani umumnya tersusun dari atom-atom C, H dan O. Sedangkan molekul zat warna sintetik umumnya tersusun atas atom-atom C, H, O, N dan S.
3. Molekulnya memiliki ikatan rangkap terkonjugasi yang panjang.
4. Molekul zat warna alam (nabati atau hewani) memiliki:
 - a. Chromophore; mengandung ikatan rangkap terkonjugasi, gugus carbonyl ($\text{C}=\text{O}$), gugus ethylene ($\text{C}=\text{C}$).
 - b. Auxochrome; bisa berupa gugus hidroksi (-OH), gugus metoksi (-OCH₃).

Molekul zat warna sintetik memiliki:

- c. Chromophore; mengandung ikatan rangkap terkonjugasi, gugus carbonyl ($\text{C}=\text{O}$), gugus azo (-N=N-), gugus nitro (-NO₂⁺), gugus azoxy (-N≡N-), gugus ethylene ($\text{C}=\text{C}$), gugus nitroso (-N=O), gugus azomethin ($\text{C}=\text{N}-\text{H}$).

5. Analisis Secara Spektrofotometer Ultraviolet

5. a. Tinjauan Umum

Spektrofotometer serapan merupakan pengukuran suatu interaksi antara radiasi elektromagnetik dan molekul atau atom dari suatu zat kimia (Anonim, 1995). Interaksi tersebut akan menghasilkan suatu spektra yang berguna dalam elusidasi struktur. Jadi spektrofotometer dapat memberikan transformasi secara lengkap tentang struktur suatu senyawa. Semua molekul dapat menyerap radiasi dalam daerah UV-tampak, oleh karena mereka mengandung elektron, baik yang dipakai bersama maupun tidak dan yang dapat dieksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi (Day dan Underwood, 1980).

Spektrofotometer dapat dianggap sebagai perluasan suatu pemeriksaan visual, yang dengan studi lebih mendalam dari absorpsi energi radiasi oleh macam-macam zat kimia memperkenankan dilakukannya pengukuran ciri-cirinya serta kuantitatifnya dengan ketelitian yang lebih besar. Dalam penggunaan pada masa sekarang, spektrofotometri mengingatkan pengukuran berapa jauh energi radiasi diserap oleh suatu sistem sebagai fungsi panjang gelombang dari radiasi, maupun pengukuran absorpsi terisolasi pada suatu panjang gelombang tertentu (Day dan Underwood, 1980). Panjang gelombang serapan merupakan ukuran dari pemisahan tingkatan-tingkatan tenaga dari orbital-orbital yang bersangkutan (Sastrohamidjojo, 2001).

Panjang gelombang cahaya uv atau cahaya tampak bergantung pada mudahnya promosi elektron. Molekul-molekul yang memerlukan lebih banyak energi untuk promosi elektron, akan menyerap pada panjang gelombang yang lebih pendek. Molekul yang memerlukan energi yang lebih sedikit akan menyerap pada panjang gelombang yang lebih panjang. Senyawa yang menyerap cahaya dalam daerah tampak (yakni senyawa berwarna) mempunyai elektron yang lebih mudah dipromosikan daripada senyawa yang menyerap pada panjang gelombang uv yang lebih pendek (Fessenden & Fessenden, 1999).

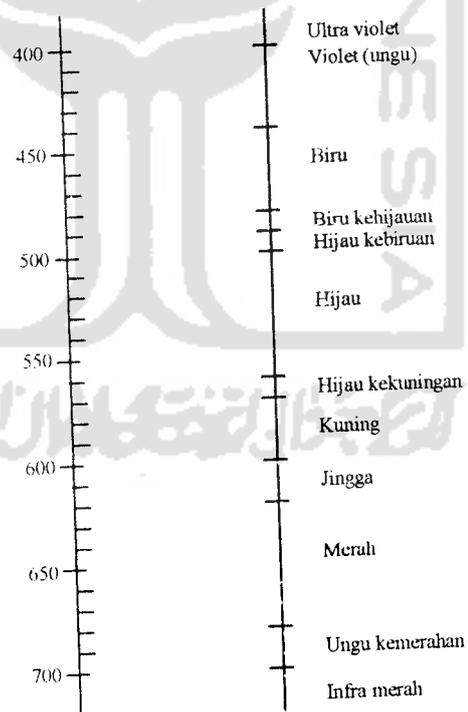
Spektrum ultraviolet dan cahaya tampak suatu zat pada umumnya tidak mempunyai derajat spesifikasi yang tinggi. Serapan cahaya oleh molekul dalam daerah spektrum ultraviolet dan terlihat tergantung pada struktur elektronik dari molekul. Spektra ultraviolet dan tampak dari senyawa-senyawa organik berkaitan erat transisi-transisi diantara tingkatan-tingkatan tenaga elektronik. Oleh sebab itu, serapan radiasi ultraviolet atau tampak sering dikenal sebagai *spektroskopi elektronik* (Sastrohamidjojo, 2001). Walaupun demikian, spektrum UV tersebut sesuai untuk pemeriksaan kuantitatif dan untuk berbagai zat spektrum tersebut bermanfaat sebagai tambahan untuk identifikasi (Anonim, 1995). Namun dalam prakteknya, spektrofotometri UV digunakan terbatas hanya pada sistem-sistem konjugasi.

Keuntungan dari serapan ultraviolet, yaitu gugus-gugus karakteristik dapat dikenal dalam molekul-molekul yang sangat

kompleks, dimana sebagian besar dari molekul yang relatif kompleks mungkin transparan dalam ultraviolet sehingga kemungkinan memperoleh spektrum yang semacam dari molekul yang sederhana (Sastrohamidjojo, 2001).

5. b. Dasar Spektrofotometer Ultraviolet Untuk Warna

Cahaya yang dapat dilihat oleh mata manusia disebut cahaya tampak atau terlihat. Cahaya tampak adalah campuran cahaya yang mempunyai bermacam-macam panjang gelombang, dari 400 nm hingga 700 nm, seperti jika kita melihat pelangi di langit. Hubungan antara warna cahaya tampak dengan panjang gelombang dapat dilihat dalam gambar berikut:



Gambar 1. Hubungan warna dengan panjang gelombang



Di dalam daerah tampak dari spektrum, orang dengan penglihatan warna normal mampu untuk menghubungkan panjang gelombang cahaya yang mengenai mata dengan perasaan subyektif terhadap warna, dan warna kadang-kadang digunakan untuk kemudahan dalam menunjukkan bagian-bagian tertentu dari spektrum (Day dan Underwood, 1986).

Tabel 5. Warna dan warna komplementer

Panjang gelombang (nm)	Warna	Warna komplementer
400 – 435	Violet (ungu)	Hijau kekuningan
435 – 480	Biru	Kuning
480 – 490	Biru kehijauan	Jingga
490 – 500	Hijau kebiruan	Merah
500 – 560	Hijau	Ungu kemerahan
560 – 580	Hijau kekuningan	Ungu
595 – 610	Jingga	Biru kehijauan
610 – 680	Merah	Hijau kebiruan
680 – 700	Ungu kemerahan	Hijau

(Sastrohamidjojo, 2001)

Suatu warna komplementer kadang-kadang disebut warna pengurangan (subtraksi), merupakan hasil pengurangan beberapa panjang gelombang tampak dari dalam spektrum visual keseluruhan (Fessenden & Fessenden, 1999). Warna dan warna komplementernya merupakan pasangan dari setiap dua warna dari spektrum yang menghasilkan cahaya putih bila mereka dicampur (Sastrohamidjojo, 2001).

6. Kromatografi Kertas

6. a. Pengenalan

Berbagai jenis pemisahan yang sederhana dengan kromatografi kertas telah dikerjakan dimana proses dikenal sebagai “analisa kapiler”. Metode-metode seperti ini sangat bersesuaian dengan kromatografi serapan, dan sekarang kromatografi kertas dipandang sebagai perkembangan dari sistem partisi. Salah satu zat padat dapat digunakan untuk menyokong fase tetap yaitu bubuk selulosa (Sastrohamidjojo, 2002).

Prinsip dasar kromatografi kertas adalah partisi multiplikatif suatu senyawa antara dua cairan yang saling tidak bercampur. Kromatografi kertas berbeda dengan ekstraksi yang menggunakan corong pemisah, adalah bahwa fase bawah berupa air atau pelarut yang mengandung air terikat secara stasioner pada selulosa kertas. Jadi partisi suatu senyawa terjadi antara kompleks selulosa-air dan fase mobil yang melewatinya berupa pelarut organik yang sudah dijenuhkan dengan air atau campuran pelarut. Jika kromatografi kertas merupakan kromatografi partisi, maka tidak dapat diabaikan bahwa proses adsorpsi juga terjadinya tergantung dari jenis pelarut yang digunakan dan sifat kertas kromatografi (Roth dan Blaschke, 1998).

Suatu hal yang perlu diperhatikan disini adalah tentang peralatan. Pada kromatografi kertas peralatan yang dipakai tidak perlu alat-alat yang teliti atau mahal. Hasil-hasil yang baik dapat diperoleh dengan peralatan dan materi-materi yang sangat sederhana. Senyawa-senyawa yang

terpisahkan dapat dideteksi pada kertas dan dapat segera diidentifikasi. Bahkan jika dikehendaki, komponen-komponen yang terpisahkan dapat diambil dari kertas dengan jalan memotong-motongnya yang kemudian dilarutkan secara terpisah (Sastrohamidjojo, 2002).

6. b. Garis Besar Secara Umum Dari Cara Kerja

Setetes dari larutan cuplikan yang mengandung campuran yang akan dipisahkan ditetaskan/diletakkan pada daerah yang diberi tanda diatas sepotong kertas saring dimana ia akan meluas membentuk noda yang bulat. Bila noda telah kering kertas dimasukkan dalam bejana tertutup yang sesuai dengan satu ujung, dimana tetesan cuplikan ditempatkan, tercelup dalam pelarut yang dipilih sebagai fase bergerak (jangan sampai noda tercelup karena berarti senyawa yang akan dipisahkan akan terlarut dari kertas) (Sastrohamidjojo, 2002).

Pelarut bergerak melalui serat-serat dari kertas oleh gaya kapiler dan menggerakkan komponen-komponen dari campuran cuplikan pada perbedaan jarak dalam arah aliran pelarut. Perlu diperhatikan bahwa permukaan dari kertas jangan sampai terlalu basah dengan pelarut karena hal ini tak akan memisahkan sama sekali atau daerah-daerah noda akan menjadi kabur. Bila permukaan pelarut telah bergerak sampai jarak yang cukup jauhnya atau setelah waktu yang telah ditentukan, maka kertas diambil dari bejana dan kedudukan dari permukaan pelarut diberi tanda dan lembaran kertas dibiarkan kering. Jika senyawa-senyawa berwarna maka mereka akan terlihat sebagai pita-pita atau noda-noda yang terpisah.

Metode identifikasi yang paling mudah adalah berdasarkan pada kedudukan dari noda relatif terhadap permukaan pelarut, menggunakan harga R_f (Sastrohamidjojo, 2002).

Bila akan melakukan pemisahan dengan kromatografi kertas maka hal-hal seperti berikut perlu mendapat perhatian :

1. Metoda (penaikan, penurunan atau mendatar).
2. Macam dari kertas.
3. Pemilihan dan pembuatan pelarut (fasa bergerak).
4. Kesetimbangan dalam bejana yang dipilih.
5. Pembuatan cuplikan.
6. Waktu pengembangan.
7. Metoda deteksi dan identifikasi.

Di samping sifat-sifat dari kertas dan pelarut, ada faktor-faktor utama yang mempengaruhi pemisahan, yaitu suhu, besarnya bejana, waktu pengembangan dan arah dari aliran pelarut (Sastrohamidjojo, 2002)

Kertas dalam pemisahan terutama mempunyai pengaruh pada kecepatan aliran pelarut. Kecepatan aliran naik dengan penurunan kekentalan dari pelarut (dengan kenaikan dalam suhu), tetapi aliran pelarut pada suhu yang tertentu, ditentukan oleh kerapatan dan tebal dari kertas. Penurunan kerapatan atau kenaikan tebal memberikan aliran yang lebih tinggi (Sastrohamidjojo, 2002).

Tabel 6. Karakteristik Dari Kertas-kertas Kromatografi Whatmann

	Kecepatan aliran		
	Cepat	Sedang	Lambat
Kertas-kertas tipis	No. 4	No. 7	No. 2
	No. 54	No. 1	No. 20
	No. 540		
Kertas-kertas tebal	No. 31	No. 3	
	No. 17	No. 3 MM	

(Sastrohamidjojo, 2002)

Kertas harus disimpan di tempat jauh dari setiap sumber dari uap-uap (terutama ammonia, yang mempunyai afinitas yang tinggi terhadap selulosa) dan jangan ditempatkan pada tempat-tempat yang mempunyai perubahan kelembaban yang tinggi (Sastrohamidjojo, 2002).

B. Keterangan Empiris

Penelitian ini bersifat eksploratif untuk mendapatkan jawaban apakah saos yang beredar bebas di Yogyakarta dengan harga yang relatif murah, menggunakan jenis zat warna dengan kadar yang aman bagi kesehatan menurut Departemen Kesehatan.

BAB. III

METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

1. Alat yang digunakan

- a. Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-1601)
- b. Satu set alat Kromatografi Kertas
- c. Alat-alat gelas
- d. Penangas air (*Waterbath*)
- e. Corong pisah
- f. Pipa kapiler
- g. Cawan porselen
- h. Timbangan
- i. Labu ukur

2. Bahan yang digunakan

- a. Sampel: 5 macam saos, (2 sampel saos dengan No. Registrasi dan 3 sampel saos tanpa No. Registrasi)
- b. Larutan standar zat warna (Ponceau 4R, Sunset Yellow, Tartrazine, Metanil Yellow, Rhodamin B)
- c. Benang wool
- d. Etil metil keton p.a (E. Merck)
- e. Asam asetat p.a (E. Merck)
- f. Aseton p.a (E. Merck)

- g. Etanol p.a (E. Merck)
- h. NaCl 10% p.a (E. Merck)
- i. HCl 5% p.a (E. Merck)
- j. Isoamil alkohol p.a (E. Merck)
- k. *n* - Heksana p.a (E. Merck)
- l. HCl pekat
- m. HCl 0,25 N p.a (E. Merck)
- n. Asam Sulfat (1 : 3) p.a (E. Merck)
- o. *n* - Butanol p.a (E. Merck)
- p. H₂SO₄ p.a (E. Merck)
- q. Na₂SO₄ p.a (E. Merck)
- r. Aquadest

B. Jalannya Penelitian

1. Analisis Kualitatif Zat Warna Pada Saos Dengan Metode Kromatografi Kertas dan Spektrofotometer UV-Vis

1. a. Penyiapan sampel

Dalam penelitian ini, zat warna yang akan dianalisis diambil pada tanggal 11 Februari 2005. Saos yang digunakan ada dua macam yaitu sampel saos dengan No. Registrasi yaitu saos A dan B. Sedang sampel tanpa No. Registrasi yaitu saos C, D dan E.

1. b. Pemisahan zat warna

1. Persiapan benang wool bebas lemak : ekstrak atau rendam benang wool dengan eter atau petroleum eter

2. Sampel dilarutkan dalam air, lalu periksa keasamannya. Jika perlu, asamkan dengan asam asetat. Sampel yang diperiksa sebanyak 5 gram.
3. Masukkan benang wol secukupnya kedalam contoh yang sudah dipersiapkan tadi. Panaskan diatas api sambil diaduk-aduk selama 10 menit. Ambil benang wool, cuci berulang-ulang dengan air hingga bersih.
4. Masukkan benang wool ke dalam tabung reaksi. Tambahkan larutan amonia. Kemudian lakukan analisis dengan metode Kromatografi kertas.

1. c. Analisis dengan Kromatografi Kertas

1. Masing-masing residu ditotolkan pada kromatografi kertas dengan kondisi:
 - a. Fase diam : Kertas Whatmann No. 1
 - b. Fase gerak : Etil metil keton : aseton : air (7 : 3 : 3)
 - c. Jarak rambat : 10 cm (Anonim, 1992)
2. Kertas diberi tanda 2,5 cm dari tepi bawah. Selanjutnya tepi atas digaris dengan jarak 10 cm dari garis tepi bawah.
3. Pada garis bawah ditotolkan sampel hasil ekstraksi dengan pipa kapiler.
4. Diameter noda tidak boleh lebih dari 0,5 cm dengan jarak 2 cm. Disampingnya ditotolkan sampel yang lain.

5. Selanjutnya ditotolkan larutan standar zat warna dengan jarak yang sama (2 cm). Setelah noda mengering kertas kromatografi dimasukkan kedalam bejana kromatografi yang telah diisi fase gerak dan dijenuhkan selama 2 jam.
6. Eluen dibiarkan migrasi hingga mencapai batas garis tepi atas. Kertas kromatografi dibiarkan mengering, selanjutnya diamati.
7. Dilihat bercak warna yang muncul, kemudian warna dibandingkan dan harga R_f antara warna larutan sampel dan larutan standar.
8. Jika warna dan R_f antara larutan sampel dan larutan standar sama maka dalam sampel positif mengandung zat warna tersebut.

1. d. Analisis Kualitatif dengan Spektrofotometer UV-Vis

1. d. 1. Analisis Sunset Yellow

Dalam corong pisah sejumlah kurang lebih 3 gram cuplikan ditambah 5 ml larutan Natrium Klorida 10%, 5 ml Asam Klorida 5% dan diekstraksi 3 kali, tiap kali dengan 10 ml isoamil alkohol dan tiap kali ditambah 2 ml Asam Klorida 5%. Sunset yellow akan masuk ke dalam fase organik. Kumpulan fase organik ditambahkan 15 ml n-heksana dan diekstraksi dengan 15 ml air sebanyak 3 kali. Fase air ditampung ke dalam labu ukur 50 ml dan ditambah air sampai tanda (Anonim, 1992).

1. d. 2. Analisis Ponceau 4R

Dalam corong pisah sejumlah kurang lebih 9 gram cuplikan ditambah 10 ml Natrium Klorida 10%, 10 ml Asam Klorida 5% dan diekstraksi 3 kali, tiap kali dengan 20 ml isoamil alkohol dan tiap kali ditambah 4 ml Asam Klorida 5%. Ponceau 4R akan masuk ke dalam fase air. Kumpulan fase air ditambah 1 ml HCl pekat dan diekstraksi dengan 10 ml isoamil alkohol sebanyak 3 kali, agar semua pewarna tertarik ke dalam fase organik. Kumpulan fase organik diekstraksi dengan HCl 0,25 N. kumpulan fase HCl dimasukkan ke dalam labu tentukur 50 ml dan ditambah air sampai tanda (Anonim, 1992).

1. d. 3. Analisis Tartrazine

Dalam corong pisah sejumlah 5 gram cuplikan yang ditimbang seksama ditambah 5 ml air, 1 ml Asam Sulfat (1 : 3) dan diekstraksi 3 kali, tiap kali dengan 10 ml n-butanol. Pewarna tartrazine akan masuk ke dalam fase butanol. Fase butanol diekstraksi 3 kali, tiap kali dengan 10 ml campuran $H_2SO_4 - Na_2SO_4 - H_2O$. Fase air dicuci dengan 3 kali, tiap kali dengan 5 ml isoamil alkohol. Kumpulan fase air yang mengandung tartrazine dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml dan ditambah air sampai tanda (Anonim, 1992).

C. Analisis Hasil

Pada penelitian kali ini bertujuan untuk mengetahui jenis dan kadar zat warna yang terkandung pada saos. Untuk mengetahui jenis zat warna dilakukan analisis kualitatif dengan uji kromatografi dan uji spektrofotometer uv-vis. Sedangkan analisis kuantitatif dilakukan melalui uji spektrofotometer uv-vis untuk menetapkan kadar zat warna tersebut.

1. Pemisahan Kromatografi

Kromatogram yang diperoleh berupa bercak berwarna oranye, kuning dan merah. Analisis dilanjutkan dengan analisis kromatografi kertas dan data yang diperoleh berupa harga Rf dari masing-masing sampel dan baku pembanding. Bandingkan antara harga Rf dari masing-masing sampel dan baku pembanding.

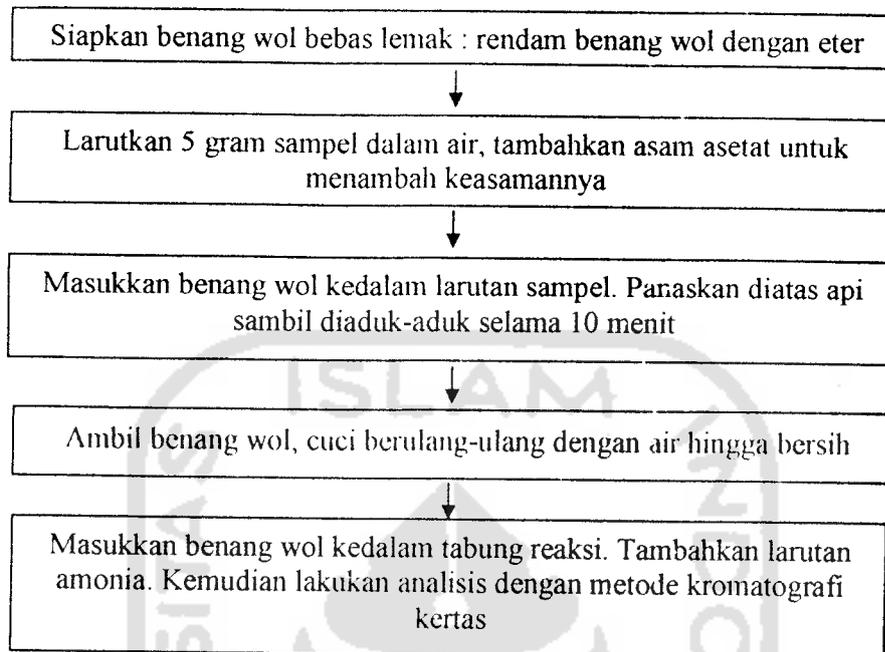
2. Analisis Spektrofotometer UV-Vis

Data yang diperoleh berupa spektrum dan panjang gelombang serapan maksimal dari sampel dan baku pembanding. Bandingkan antara spektrum dan panjang gelombang serapan maksimal dari masing-masing sampel dan baku pembanding.

3. Penetapan Kadar

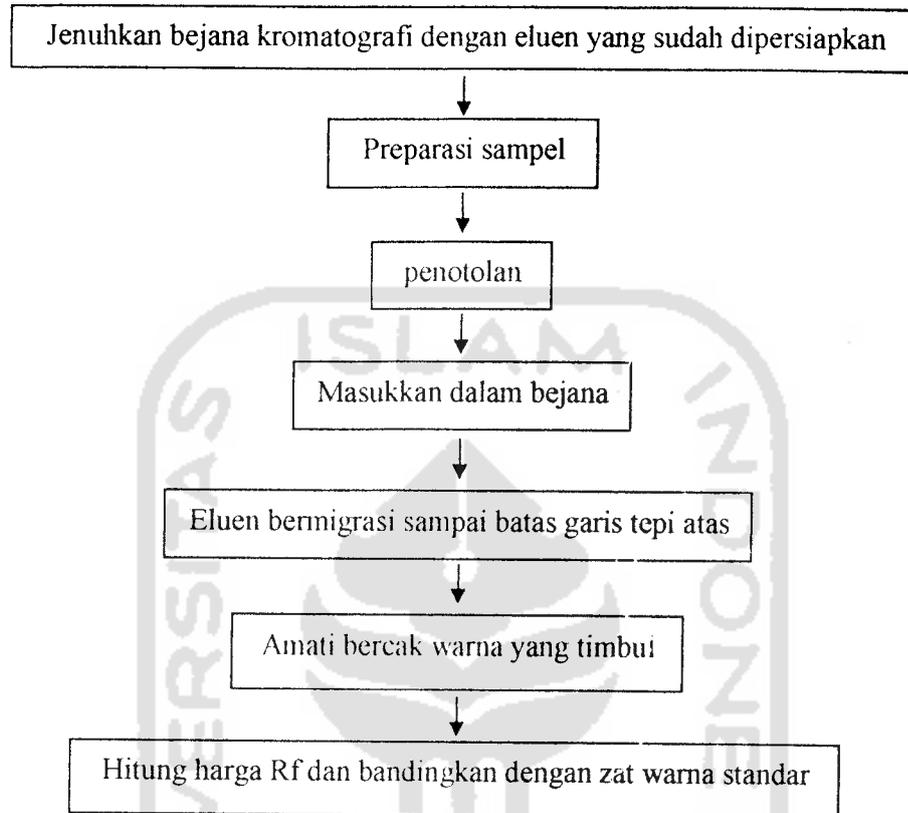
Data yang diperoleh berupa kadar masing-masing sampel yang dicari dengan membuat kurva baku dari baku pembanding. Hasil kadar yang diperoleh akan dibandingkan dengan kadar zat warna yang diijinkan oleh Departemen Kesehatan.

SKEMA PEMISAHAN ZAT WARNA



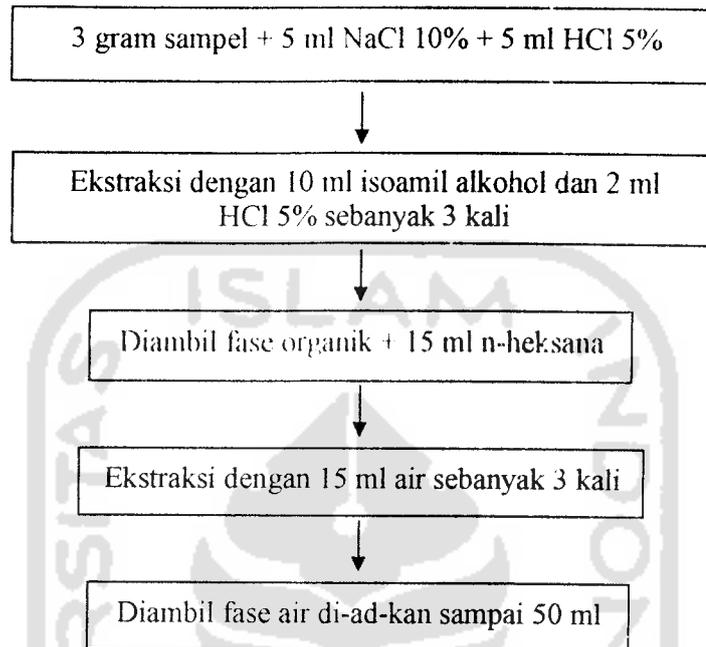
SKEMA ANALISIS KUALITATIF SAMPEL SECARA KROMATOGRAFI

KERTAS

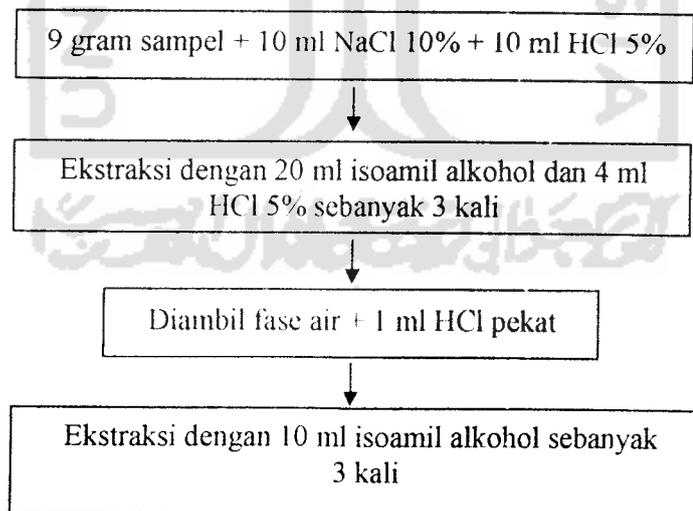


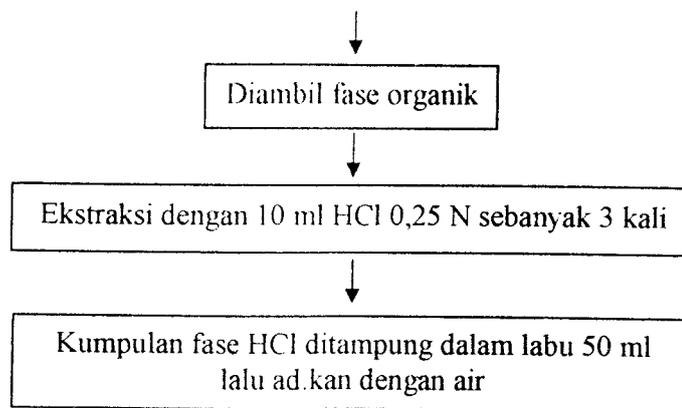
SKEMA ANALISIS KUALITATIF SAMPEL SECARA
SPEKTROFOTOMETER UV-VIS

1. d. 1. Analisis Sunset Yellow

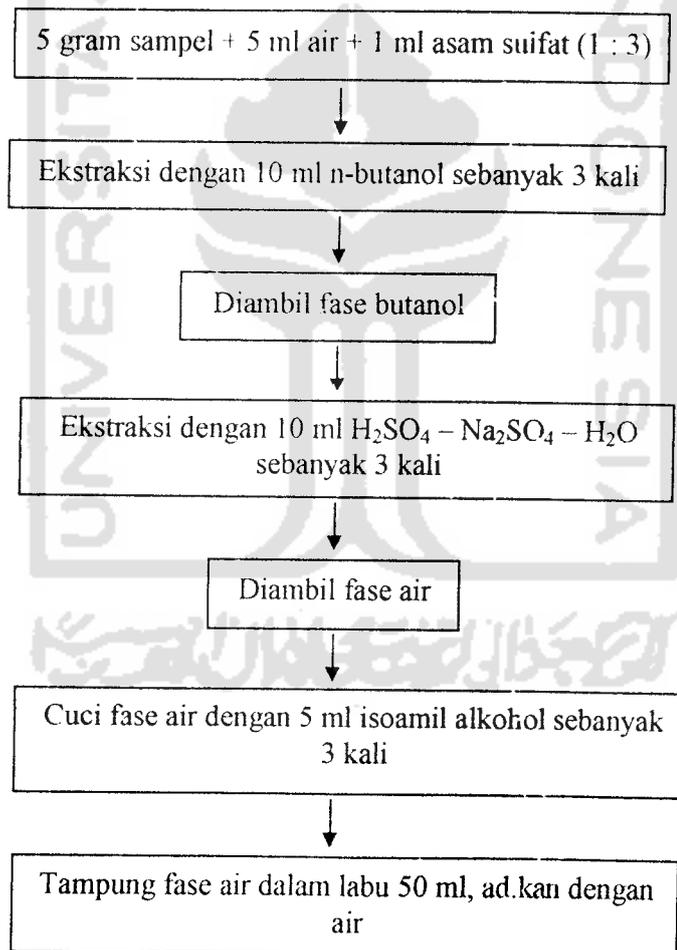


1. d. 2. Analisis Ponceau 4R

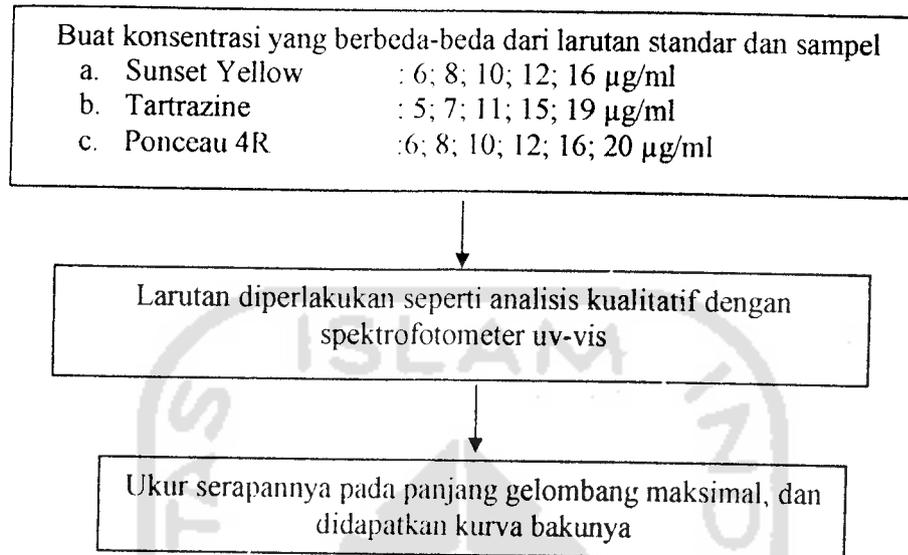




1. d. 3. Analisis Tartrazine



SKEMA ANALISIS KUANTITATIF SAMPEL SECARA
SPEKTROFOTOMETER UV-VIS



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah zat warna yang digunakan oleh produsen saos merupakan zat warna yang memenuhi standar kesehatan atau diijinkan oleh Departemen Kesehatan serta aman digunakan untuk makanan dan bukan merupakan zat warna tekstil.

Zat warna makanan dapat dianalisis dengan cara kualitatif maupun kuantitatif. Adapun uji yang dilakukan diantaranya adalah :

1. Pemisahan zat warna dari saos
2. Analisis kualitatif zat warna
3. Analisis kuantitatif dengan spektrofotometri uv-vis

Sampel ini diambil dari produk saos yang beredar di pasaran Yogyakarta, tepatnya di daerah Bantul dan Kodya. Saos yang digunakan ada 2 macam, yaitu saos dengan No. Registrasi dan saos tanpa No. Registrasi.

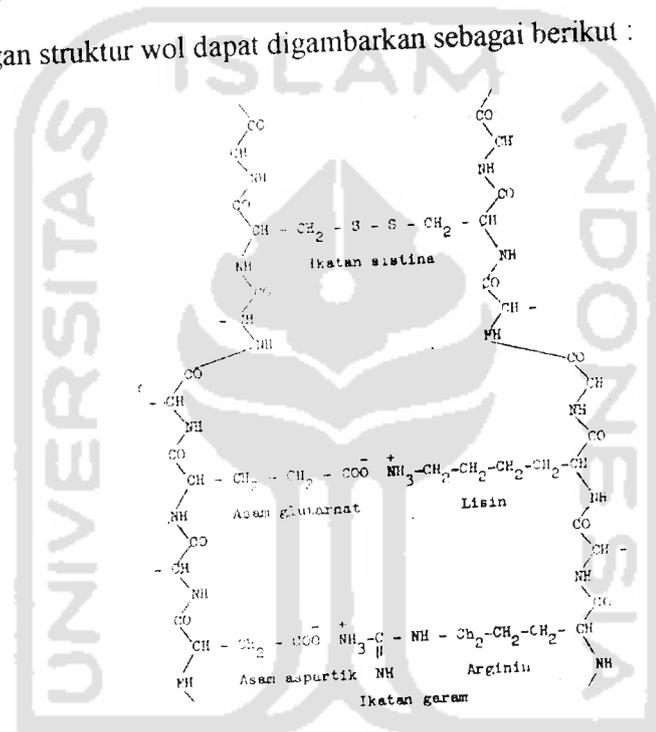
Adapun tahap-tahap yang harus dilakukan pada pemeriksaan zat warna pada saos, yaitu :

A. Pemisahan Zat Warna Dari Saos

Pemisahan ini dilakukan untuk menarik zat warna dari saos dengan menggunakan benang wol dalam suasana asam dengan pemanasan, dilanjutkan dengan pelunturan atau pelarutan warna. Adapun cara penarikannya adalah sebagai berikut : benang wol direndam dengan eter. Sementara itu, sampel dilarutkan dalam air, lalu diperiksa keasamannya. Diasamkan dengan beberapa

tetes asam asetat. Benang wol dimasukkan dalam larutan sampel, panaskan diatas api sambil diaduk-aduk selama 10 menit. Benang wol diambil, cuci berulang-ulang dengan air hingga bersih. Kemudian masukkan benang wol dalam tabung reaksi dan tambahkan beberapa tetes amonia, tunggu beberapa saat sampai warna bercampur dengan amonia. Fungsi amonia adalah untuk melepaskan zat pewarna dari benang wol.

Bagan struktur wol dapat digambarkan sebagai berikut :

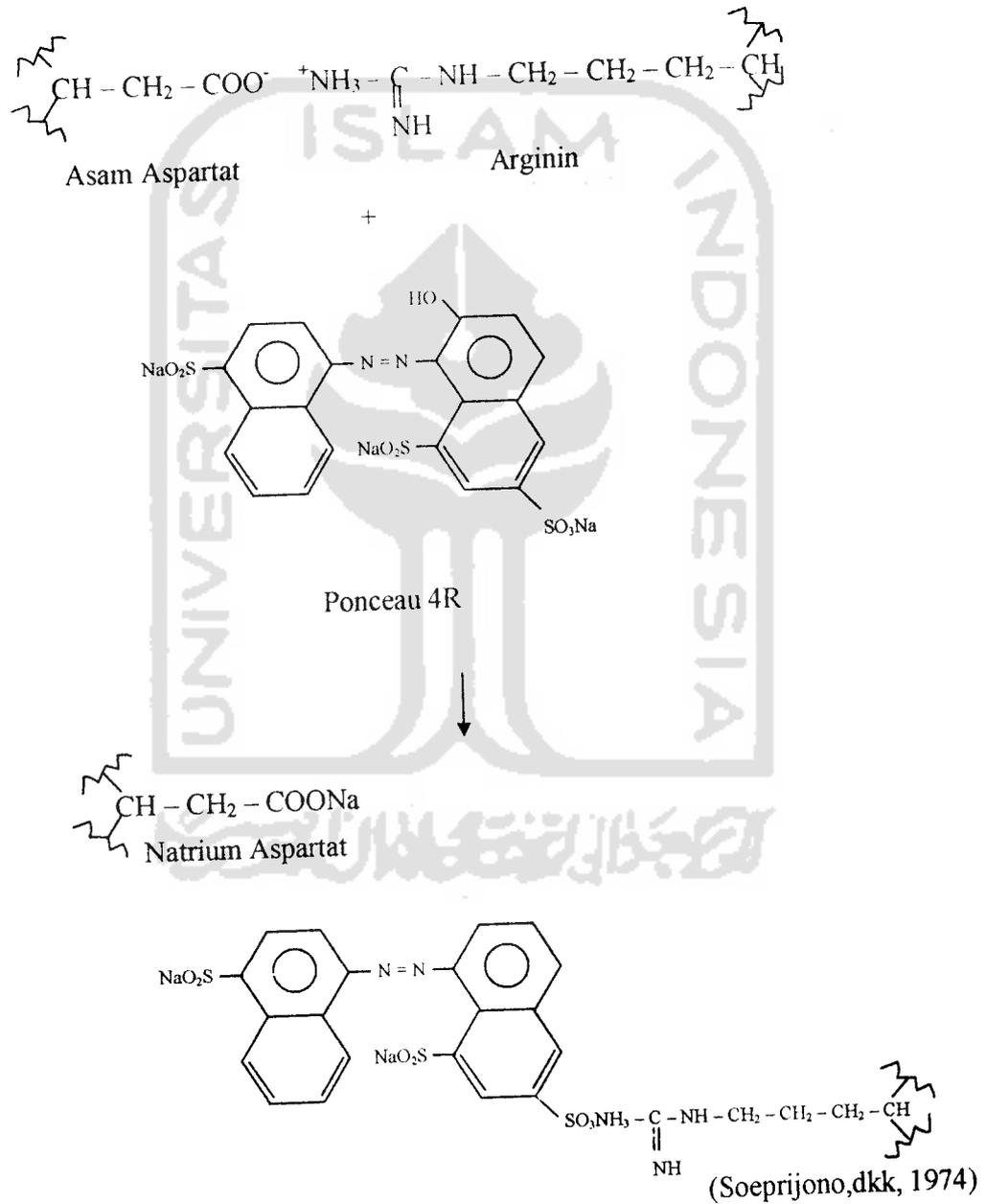


Gambar 2. Struktur benang wol

(Soeprijono,dkk, 1974)

Suatu zat warna baik Sunset Yellow, Ponceau 4R dan Tartrazine dapat melewati lapisan kutikula melalui perombakan sistina menjadi sistein dengan penambahan asam, seperti digambarkan pada reaksi berikut :

Sama halnya dengan Ponceau 4R, setelah terbentuk sistein, Ponceau 4R akan berikatan dengan COO^- dari asam aspartik juga berikatan dengan $^+\text{NH}_3$ dari arginin.



B. Analisis Kualitatif Zat Warna

Analisis kualitatif dilakukan untuk mengetahui apakah dari kelima sampel yang digunakan dalam penelitian mengandung zat warna yang aman untuk dikonsumsi dan diijinkan oleh Departemen Kesehatan. Adapun metode yang digunakan yaitu analisis dengan kromatografi kertas dan analisis dengan spektrofotometri uv-vis.

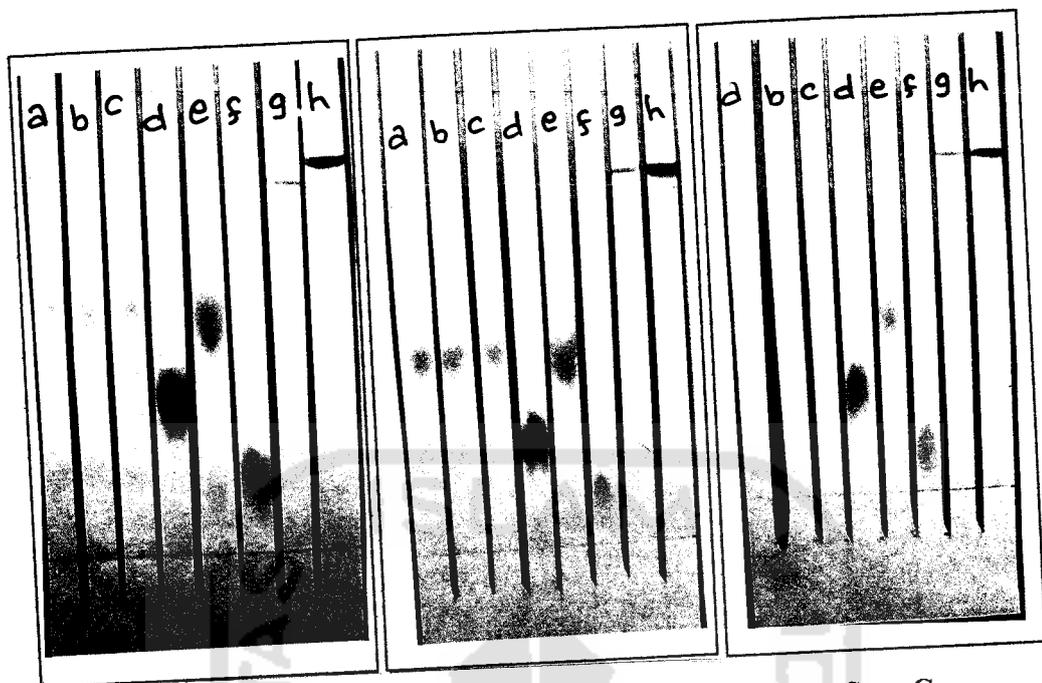
B. 1. Analisis Kualitatif Dengan Kromatografi Kertas

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui komposisi dari ekstrak zat warna yang terdapat dalam masing-masing saos. Sampel saos yang digunakan ada 2 macam, yaitu saos dengan No. Registrasi dan saos tanpa No. Registrasi. Saos dengan No. Registrasi yaitu saos A dan B. Sedangkan saos tanpa No. Registrasi yaitu saos C, D dan E. Menurut komposisi yang tertera pada masing-masing sampel, zat warna yang digunakan sebagai pewarna merupakan zat warna dalam kemasan yang dijual bebas dan dengan harga yang relatif murah.

Pemisahan ini dilakukan dengan cara : zat warna yang sudah diekstraksi dilarutkan dalam amonia, biarkan beberapa saat sampai warna menyatu dengan amonia. Kemudian larutan ditotolkan pada kertas kromatografi Whatmann No. 1, lalu masukkan dalam bejana yang berisi fase gerak campuran etil metil keton : aseton : air dengan perbandingan volume 7: 3 : 3 (Anonim, 1992).

Dari hasil kromatografi diperoleh kromatogram yang berupa :

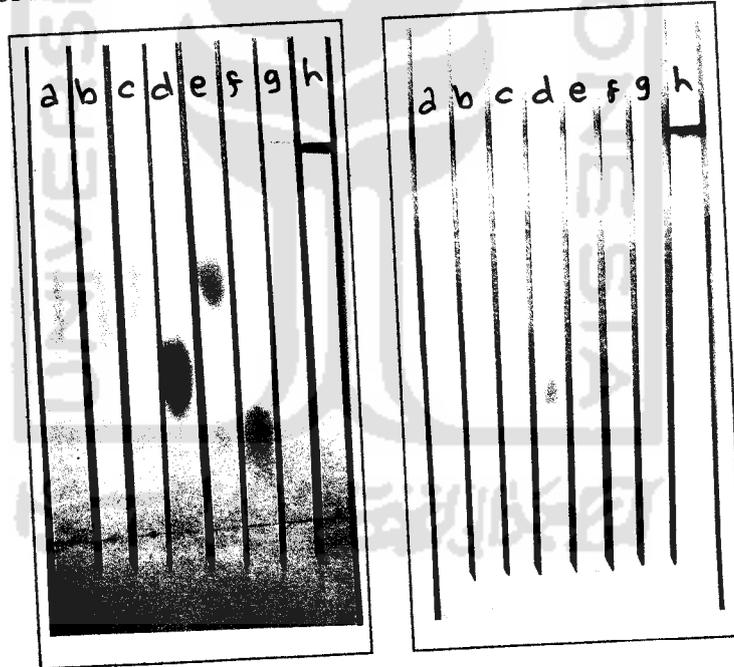
- a. Pada saos A, C dan D terdapat dua bercak noda yakni berwarna oranye dan kuning.



Saos A

Saos B

Saos C



Saos D

Saos E

Gambar 3. Hasil kromatogram Sampel Saos
Keterangan : A. Sampel saos replikasi 1; B. Sampel saos replikasi 2; C. Sampel saos replikasi 3; D. Standar Ponceau 4R; E. Standar Sunset Yellow; F. Standar Tartrazine; G. Standar Metanil Yellow; H. Standar Rhodamin B



Tabel 7. Hasil Kromatografi Kertas

No.	Sampel	Hasil Kromatografi Kertas							
		Rata-rata Sampel		Sunset Yellow		Tartrazine		Ponceau 4R	
		Warna	R _f	Warna	R _f	Warna	R _f	Warna	R _f
1.	A	oranye kuning	0,56 0,12	oranye	0,54	kuning	0,14	merah	0,25
2.	B	oranye merah	0,57 0,22	oranye	0,54	kuning	0,14	merah	0,25
3.	C	oranye kuning	0,56 0,12	oranye	0,54	kuning	0,14	merah	0,25
4.	D	oranye kuning	0,57 0,15	oranye	0,54	kuning	0,14	merah	0,25
5.	E	oranye merah	0,55 0,23	oranye	0,54	kuning	0,14	merah	0,25

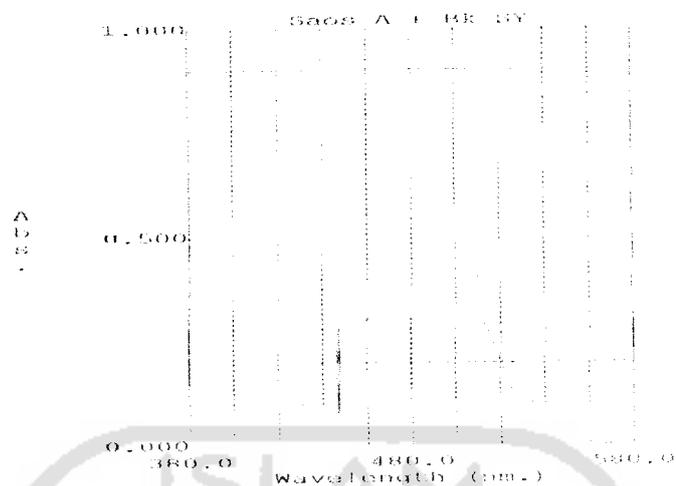
Dari tabel diatas dapat dilihat dari kelima sampel, kromatogramnya masing-masing terdapat dua bercak noda. Masing-masing sampel diperlakukan dengan 3 kali replikasi. Pada sampel A, hasil yang didapat adalah harga R_f sampel 0,56 dan 0,12; dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa harga R_f sampel hampir sama dengan harga R_f standar Sunset Yellow dan Tartrazine yaitu 0,54 dan 0,14; maka dapat dikatakan bahwa sampel mengandung zat warna sunset yellow dan tartrazine. Pada sampel B, diperoleh R_f sampel yaitu 0,57 dan 0,22; harga R_f sampel ini hampir sama dengan harga R_f standar Sunset Yellow dan Ponceau 4R yaitu 0,54 dan 0,25; sehingga dapat dikatakan bahwa sampel B mengandung zat warna Sunset Yellow dan Ponceau 4R.

Pada sampel C, diperoleh harga R_f sampel yaitu 0,56 dan 0,12; hasil tersebut hampir sama dengan harga R_f standar Sunset Yellow dan Tartrazine yaitu 0,54 dan 0,12; maka dapat dikatakan bahwa pada sampel C mengandung zat warna Sunset Yellow dan Tartrazine. Pada sampel D, hasil yang diperoleh adalah R_f sampel yaitu 0,57 dan 0,15; dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa harga R_f sampel hampir sama dengan harga R_f standar Sunset Yellow dan Tartrazine yaitu 0,54 dan 0,14; maka dapat dikatakan bahwa sampel D mengandung zat warna Sunset Yellow dan Tartrazine. Sedangkan pada sampel E, diperoleh R_f sampel yaitu 0,55 dan 0,23; R_f sampel ini hampir sama dengan harga R_f standar Sunset Yellow dan Ponceau 4R yaitu 0,54 dan 0,23; sehingga dapat dikatakan bahwa sampel E mengandung zat warna Sunset Yellow dan Ponceau 4R.

Dari hasil kromatografi kertas yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa pada sampel A, C dan D mengandung Sunset Yellow dan Tartrazine. Sedang pada sampel B dan E mengandung Sunset Yellow dan Ponceau 4R. Hal ini membuktikan bahwa zat warna yang terdapat dalam saos merupakan zat warna makanan dan aman untuk dikonsumsi menurut Departemen Kesehatan dan FDA (Food Drugs Administration).

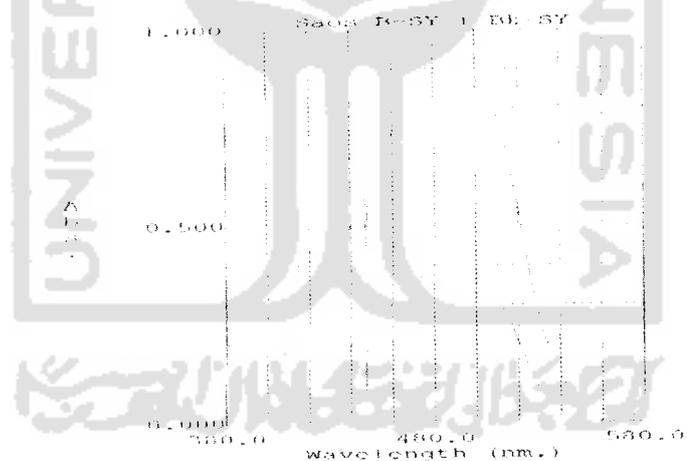
B. 2. Analisis Kualitatif Dengan Spektrofotometri UV-Vis

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui panjang gelombang serapan maksimum pada sampel apakah sama dengan panjang gelombang serapan maksimum pada standar. Berikut ini spektra yang diperoleh dari standar Sunset Yellow, Tartrazine dan Ponceau 4R serta kelima sampel saos:



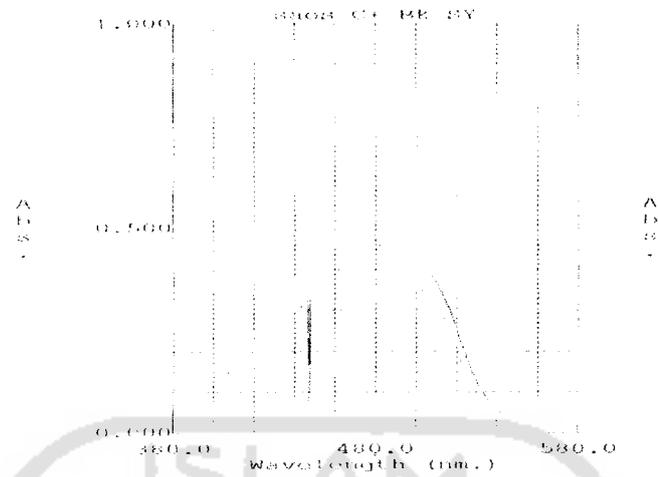
Gambar 8. Spektrum Saos A (- - -) dan Baku Sunset Yellow (—)

Dilihat dari kedua spektrum diatas dapat diketahui bahwa Saos A positif mengandung Sunset Yellow karena spektrum Saos A menyerupai spektrum baku Sunset Yellow.



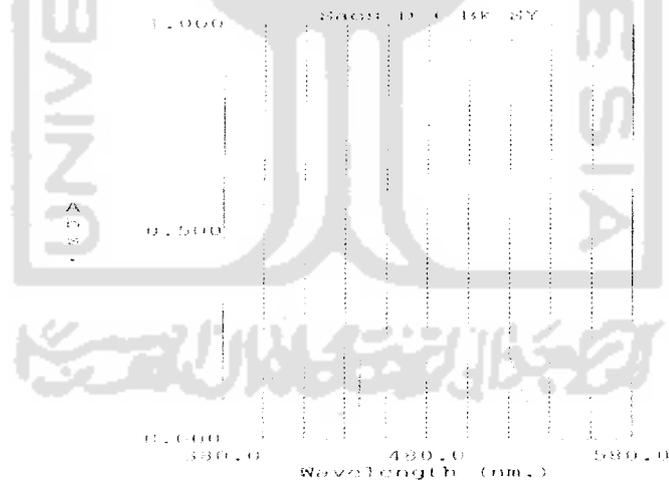
Gambar 9. Spektrum Saos B (- - -) dan Baku Sunset Yellow (—)

Setelah membandingkan kedua spektrum diatas, dapat diketahui bahwa Saos B positif mengandung Sunset Yellow karena spektrum Saos B menyerupai spektrum baku Sunset Yellow.



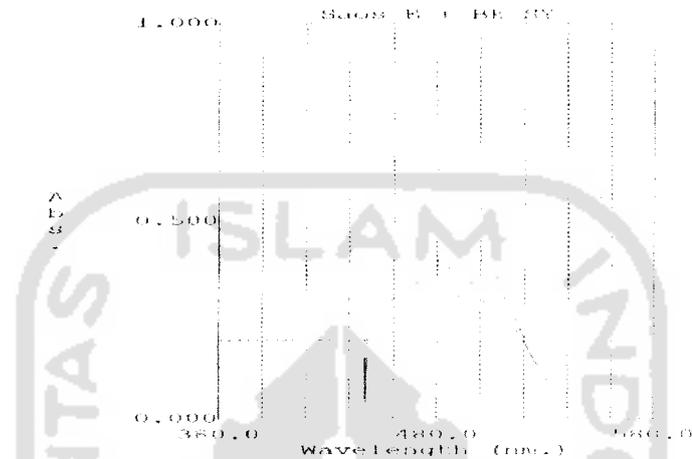
Gambar 10. Spektrum Saos C (—) dan Baku Sunset Yellow (- - -)

Dilihat dari kedua spektrum diatas, maka dapat disimpulkan bahwa Saos C mengandung zat warna Sunset Yellow karena spektrum Saos C hampir sama dengan spektrum baku Sunset Yellow.



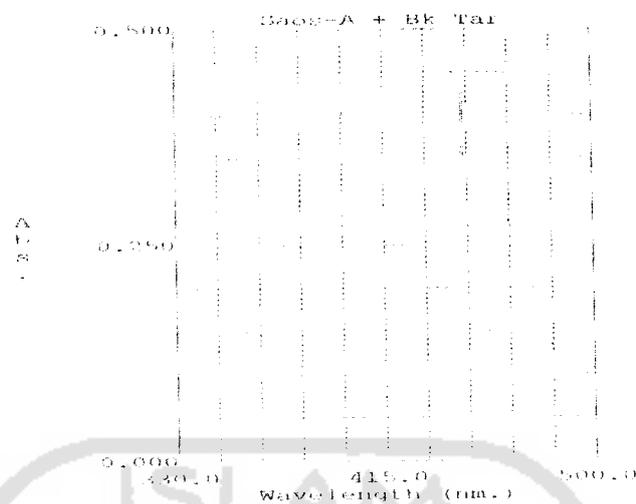
Gambar 11. Spektrum Saos D (—) dan Baku Sunset Yellow (- - -)

Dilihat dari kedua spektrum diatas, maka dapat diketahui bahwa Saos D mengandung zat warna Sunset Yellow karena spektrum Saos D hampir sama dengan spektrum baku Sunset Yellow.



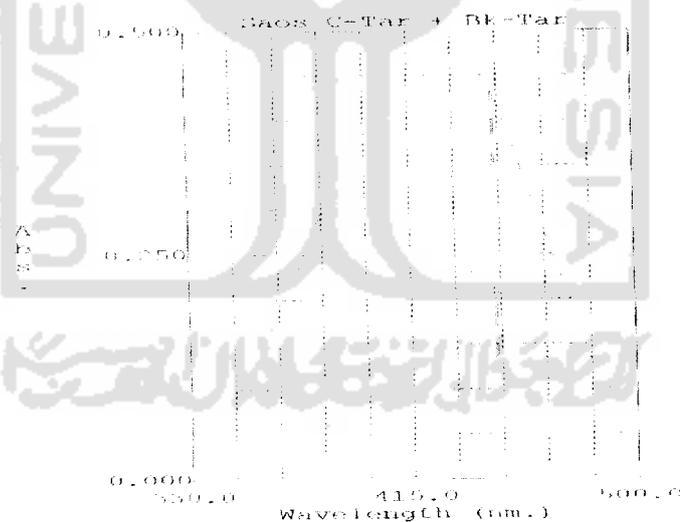
Gambar 12. Spektrum Saos E (—) dan Baku Sunset Yellow (—)

Setelah membandingkan kedua spektrum diatas, maka dapat disimpulkan bahwa Saos E mengandung zat warna Sunset Yellow karena spektrum Saos E hampir sama dengan spektrum baku Sunset Yellow.



Gambar 13. Spektrum Saos A () dan Baku Tartrazine (—)

Dilihat dari kedua spektrum diatas, maka dapat disimpulkan bahwa Saos A mengandung zat warna Tartrazine karena spektrum Saos A hampir sama dengan spektrum baku Tartrazine.



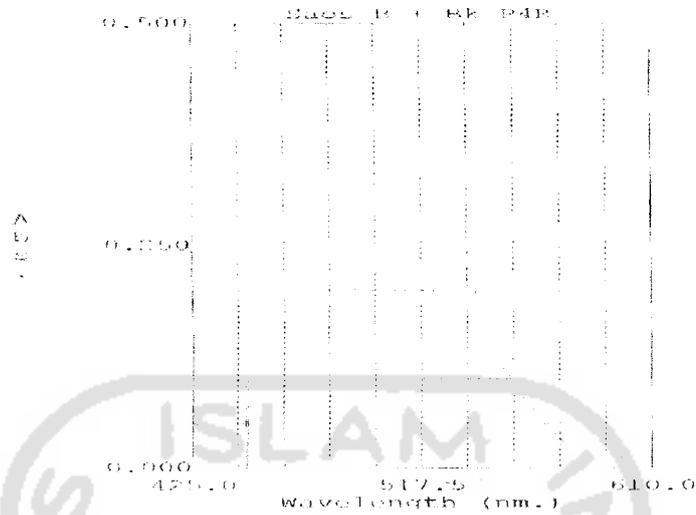
Gambar 14. Spektrum Saos C (—) dan Baku Tartrazine (—)

Dilihat dari kedua spektrum diatas, maka dapat diketahui bahwa Saos C mengandung zat warna Tartrazine karena spektrum Saos C hampir sama dengan spektrum baku Tartrazine.



Gambar 15. Spektrum Saos D (—) dan Baku Tartrazine (- -)

Setelah membandingkan kedua spektrum diatas, maka dapat disimpulkan bahwa Saos D mengandung zat warna Tartrazine karena spektrum Saos D hampir sama dengan spektrum baku Tartrazine.



Gambar 16. Spektrum Saos B (—) dan Baku Ponceau 4R(---)

Dari kedua spektrum diatas, dapat disimpulkan bahwa Saos B mengandung zat warna Ponceau 4R karena spektrum Saos B sama dengan spektrum baku Ponceau 4R.



Gambar 17. Spektrum Saos E (—) dan Baku Ponceau 4R (---)

Dari kedua spektrum diatas, dapat disimpulkan bahwa Saos E mengandung zat warna Ponceau 4R karena spektrum Saos E sama dengan spektrum baku Ponceau 4R.

Setelah membandingkan antara spektrum sampel saos dan spektrum zat warna baku, maka dapat disimpulkan bahwa semua sampel saos baik Saos A, B, C, D dan E positif mengandung zat warna Sunset Yellow. Selain itu Saos A, C dan D juga mengandung zat warna lain yaitu zat warna Tartrazine. Begitu juga dengan sampel Saos B dan E juga mengandung zat warna lain yaitu zat warna Ponceau 4R.

Dari gambar spektra diatas, dapat dilihat panjang gelombang serapan maksimum sampel dan standar, seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 8. Panjang Gelombang Serapan Maksimum Sampel dan Standar

No	Sampel	λ Maksimum Sampel (nm)	λ Maksimum Standar (nm)		
			Sunset Yellow	Tartrazine	Ponceau 4R
1.	A 1	479	480	427	510
	A 2	428			
2.	B 1	477	480	427	510
	B 2	510			
3.	C 1	479,3	480	427	510
	C 2	427			
4.	D 1	480	480	427	510
	D 2	426,6			
5.	E 1	480	480	427	510
	E 2	509			

Dilihat dari tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa sampel saos A memiliki dua panjang gelombang maksimum yaitu pada panjang gelombang maksimum 479 nm dan 428 nm, panjang gelombang maksimum 479 nm ini mendekati dengan panjang gelombang maksimum sunset yellow yaitu 480 nm. Dan panjang gelombang maksimum 428 nm hampir sama dengan panjang gelombang maksimum tartrazine. Untuk sampel B juga memiliki dua panjang gelombang serapan maksimum yaitu pada panjang gelombang maksimum 477 nm dan 510 nm. Panjang gelombang maksimum 477 nm ini mendekati panjang gelombang maksimum sunset yellow, sedang panjang gelombang maksimum 510 hampir sama dengan panjang gelombang maksimum ponceau 4R.

Pada sampel C, memiliki dua panjang gelombang maksimum yaitu 479,3 nm dan 427 nm. Panjang gelombang maksimum 479,3 nm mendekati panjang gelombang maksimum sunset yellow yaitu 480 nm, sedang panjang gelombang maksimum 427 nm sama dengan panjang gelombang maksimum tartrazine yaitu 427 nm. Untuk sampel D, juga memiliki dua panjang gelombang maksimum yaitu 480 nm dan 426,6 nm. Panjang gelombang maksimum 480 nm sama dengan panjang gelombang maksimum sunset yellow, dan panjang gelombang 426,6 nm ini mendekati panjang gelombang maksimum tartrazine yaitu 427 nm.

Pada sampel E, juga memiliki dua panjang gelombang maksimum, yaitu 480 nm dan 509 nm. Panjang gelombang maksimum 480 sama dengan panjang gelombang maksimum sunset yellow, sedang panjang gelombang maksimum 509 ini hampir sama dengan panjang gelombang maksimum ponceau 4R yaitu 510nm.



Sehingga dapat disimpulkan bahwa, setelah dilakukan analisis kualitatif dengan spektrofotometri uv-vis, ternyata kelima sampel semuanya mengandung sunset yellow, dan dari kelima sampel yang mengandung tartrazine hanya tiga sampel yaitu sampel A, C dan D. Sedang yang mengandung ponceau 4R hanya dua sampel saja yaitu sampel B dan E.

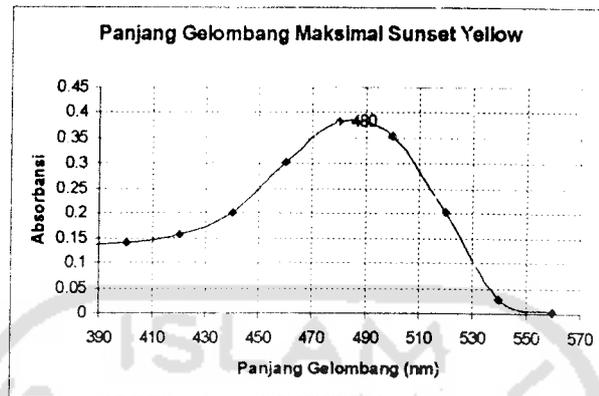
C. Analisis Kuantitatif Dengan Spektrofotometri Uv-Vis

Setelah dilakukan analisis kualitatif pada sampel maka pada sampel yang mengandung zat warna dilanjutkan dengan analisis secara kuantitatif. Analisis kuantitatif ini bertujuan untuk mengetahui berapa kadar zat warna dalam sampel saos tersebut. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah spektrofotometri uv-vis. Untuk mendapatkan kondisi pengukuran yang memiliki sensitifitas yang tinggi maka dilakukan penentuan panjang gelombang maksimum dan waktu kestabilan kompleks zat warna.

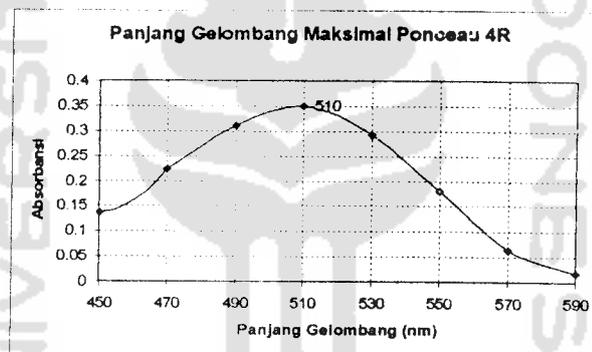
C. 1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna

Dalam penelitian ini, panjang gelombang maksimum ditentukan dengan cara pengukuran absorbansi sunset yellow, tartrazine dan ponceau 4R. Pada sunset yellow diukur pada panjang gelombang 380 nm – 580 nm, tartrazine diukur pada panjang gelombang 310 nm – 530 nm, dan ponceau 4R diukur pada panjang gelombang 425 nm – 610 nm. Pemilihan selang panjang gelombang tersebut didasarkan pada teori yang menyatakan bahwa sunset yellow akan menyerap radiasi maksimal pada panjang gelombang 480 nm, tartrazine pada panjang

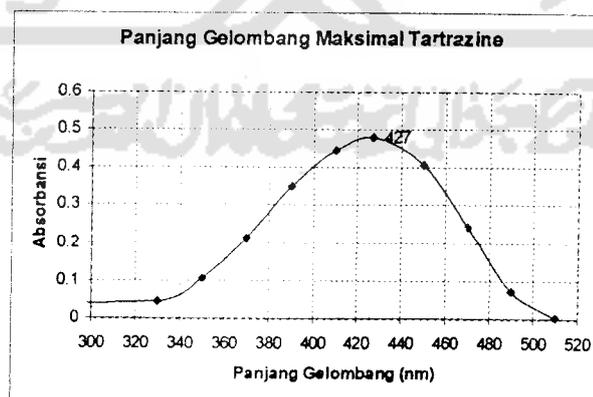
gelombang 430 nm dan ponceau 4R pada panjang gelombang 510 nm (Anonim, 1992). Data hasil pengamatan disajikan pada gambar :



Gambar 18. Panjang Gelombang Maksimal Sunset Yellow



Gambar 19. Panjang Gelombang Maksimal Ponceau 4R

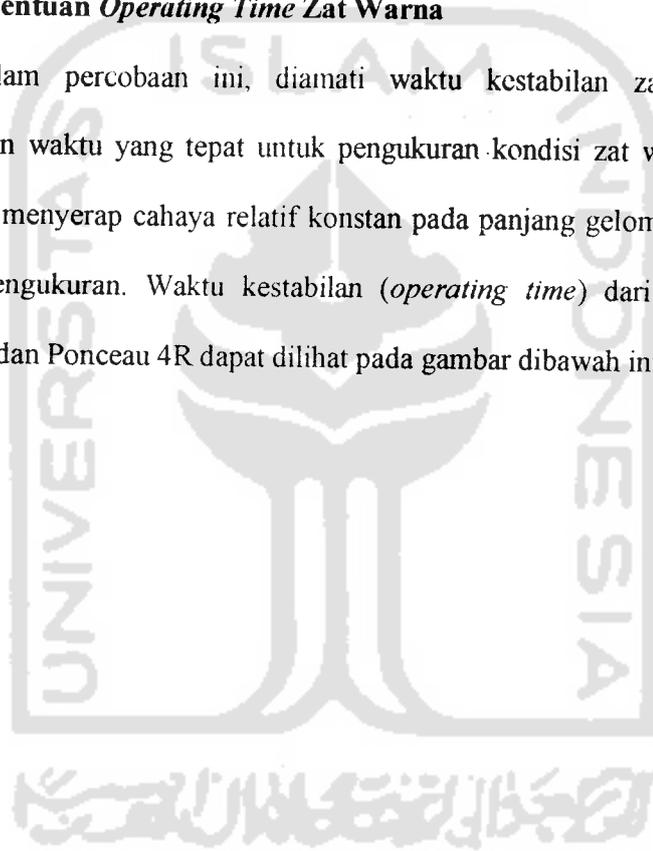


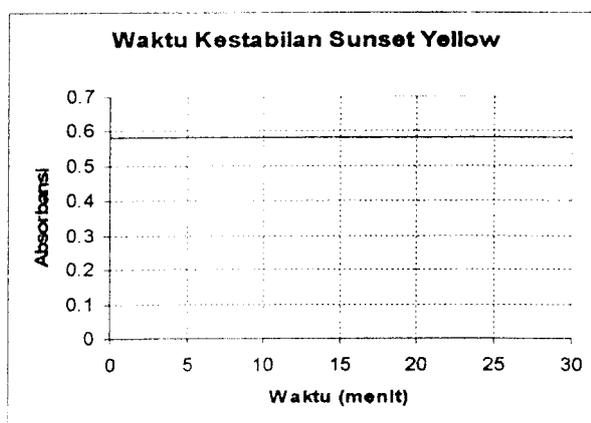
Gambar 20. Panjang Gelombang Maksimal Tartrazine

Dari gambar tersebut terlihat bahwa absorbansi maksimum sunset yellow terletak pada panjang gelombang 480 nm, tartrazine 427 nm, sedang ponceau 4R 510 nm. Hasil ini hampir tidak berbeda, hal ini disebabkan karena zat warna merupakan senyawa yang stabil sehingga pada analisis yang dilakukan dengan perlakuan dan kondisi yang berbeda tidak memberikan hasil yang berbeda.

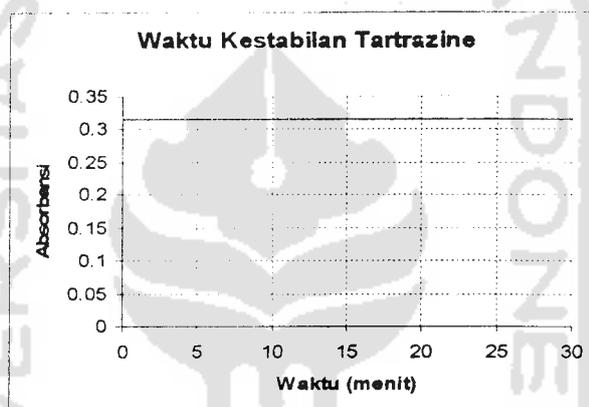
C. 2. Penentuan *Operating Time* Zat Warna

Dalam percobaan ini, diamati waktu kestabilan zat warna, untuk menentukan waktu yang tepat untuk pengukuran kondisi zat warna yang stabil yang akan menyerap cahaya relatif konstan pada panjang gelombang maksimum disetiap pengukuran. Waktu kestabilan (*operating time*) dari Sunset Yellow, Tartrazine dan Ponceau 4R dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

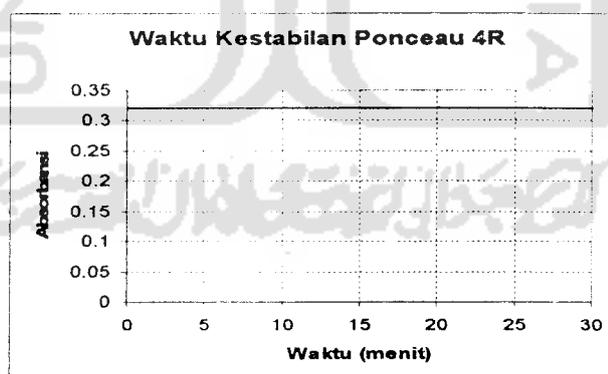




Gambar 21. Operating time Sunset Yellow



Gambar 22. Operating time Tartrazine



Gambar 23. Operating time Ponceau 4R

Dari ketiga gambar tersebut dapat dilihat bahwa ketiganya dari menit ke-5 sampai menit ke-30 berada pada posisi puncak dengan absorbansi tertinggi, senyawa yang terbentuk dapat dikatakan mencapai kondisi stabil yang berarti bahwa pada kondisi tersebut struktur senyawa tidak mengalami perubahan yang berarti dan senyawa tidak mudah terurai. Kondisi seperti ini dinamakan kondisi kestabilan zat warna sunset yellow, tartrazine dan ponceau 4R.

C. 3. Penentuan Kurva Baku

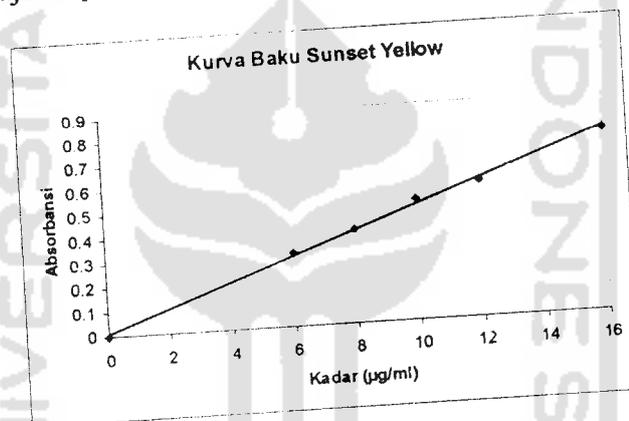
Kurva baku ini diperlukan untuk menentukan konsentrasi zat warna dalam sampel. Pada analisis spektrofotometri konsentrasi larutan sampel tidak dapat ditentukan secara langsung, sebab metode ini bukan merupakan metode analisis secara langsung. Untuk menentukan konsentrasi terukur dapat dicari data absorbansi masing-masing, oleh karena itu perlu dibuat kurva baku.

Adapun cara pembuatan kurva baku ini adalah larutan standar dibuat konsentrasi yang berbeda, untuk standar sunset yellow yaitu 6, 8, 10, 12, 16 $\mu\text{g/ml}$ sedang untuk standar tartrazine yaitu 5, 7, 11, 15, 19 $\mu\text{g/ml}$ dan untuk standar ponceau 4R yaitu 6, 8, 10, 12, 16, 20 $\mu\text{g/ml}$. untuk memperkecil kesalahan maka perlakuan antara standar dan sampel harus sama. Data yang diperoleh adalah absorbansi dari beberapa konsentrasi zat warna standar dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 9. Absorbansi Zat Warna Sunset Yellow Pada Berbagai Variasi Kadar

No.	Konsentrasi ($\mu\text{g/ml}$)	Absorbansi (480 nm)
1.	6,0	0,305
2.	8,0	0,389
3.	10,0	0,500
4.	12,0	0,561
5.	16,0	0,755

Dari data diatas maka dapat dibuat grafik kurva baku dengan cara memplotkan antara abrobansi dengan konsentrasi yang telah ditentukan. Grafik kurva baku disajikan pada gambar dibawah ini :



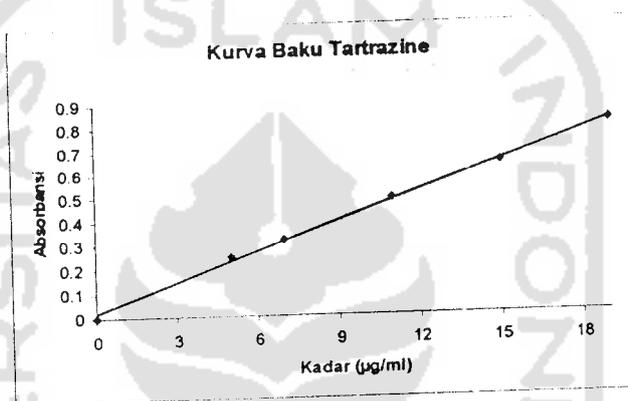
Gambar 24. Kurva Baku Sunset Yellow

Dengan memplotkan antara absorbansi dan konsentrasi sunset yellow maka diperoleh persamaan regresi linier $y = bx + a$, dimana x = konsentrasi, b = kemiringan (*slope*), a = *Intercept* dan r = korelasi, maka diperoleh persamaan dari perhitungan ini adalah $y = 0,0448x + 0,0365$ dengan koefisien korelasi (r) 0,998.

Tabel 10. Absorbansi Zat Warna Tartrazine Pada Berbagai Variasi Kadar

No.	Konsentrasi ($\mu\text{g/ml}$)	Absorbansi (427 nm)
1.	5,0	0,250
2.	7,0	0,318
3.	11,0	0,482
4.	15,0	0,637
5.	19,0	0,803

Grafik kurva baku disajikan pada gambar dibawah ini :



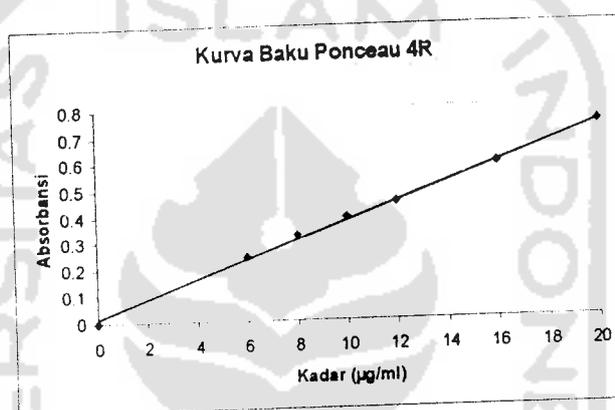
Gambar 25. Kurva Baku Tartrazine

Dari data diatas dapat ditentukan persamaan regresinya, yaitu :
 $y = 0,0395x + 0,0464$. Dengan koefisien korelasi (r) 0,999.

Tabel 11. Absorbansi Zat Warna Ponceau 4R Pada Berbagai Variasi Kadar

No.	Konsentrasi ($\mu\text{g/ml}$)	Absorbansi (510 nm)
1.	6,0	0,238
2.	8,0	0,321
3.	10,0	0,387
4.	12,0	0,442
5.	16,0	0,584
6.	20,0	0,732

Grafik kurva baku disajikan pada gambar dibawah ini :



Gambar 26. Kurva Baku Ponceau 4R

Dari data diatas dapat ditentukan persamaan regresinya, yaitu :
 $y = 0,0346x + 0,0354$. Dengan koefisien korelasi (r) 0,999. Dari persamaan ini konsentrasi larutan sampel dapat ditentukan.

C. 4. Penetapan LOD (*Limit Of Detection*) dan LOQ (*Limit Of Quantitation*)

LOD atau batas deteksi adalah jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi yang masih memberikan respon signifikan dibandingkan dengan blangko. Batas deteksi merupakan parameter uji batas. Batas kuantitasi

merupakan parameter pada analisis renik dan diartikan sebagai kuantitas terkecil analit dalam sampel yang masih dapat memenuhi kriteria cermat dan seksama.

Dari perhitungan didapatkan LOD dan LOQ untuk masing-masing zat warna yaitu untuk Sunset Yellow sebesar 1,165 $\mu\text{g/ml}$ dan 3,886 $\mu\text{g/ml}$. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kadar sunset yellow pada masing-masing sampel adalah signifikan, karena kadar yang dihasilkan berada diatas batas deteksi dan diatas batas kuantitasi.

LOD dan LOQ pada Ponceau 4R adalah 0,766 $\mu\text{g/ml}$ dan 2,549 $\mu\text{g/ml}$. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kadar ponceau 4R yang dihasilkan pada masing-masing sampel adalah signifikan. Sedangkan LOD dan LOQ untuk Tartrazine adalah 0,580 $\mu\text{g/ml}$ dan 1,932 $\mu\text{g/ml}$. dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa sampel yang dihasilkan pada masing-masing sampel adalah signifikan karena masih berada diatas batas deteksi dan diatas batas kuantitasi.

C. 5. Penetapan Kadar Sampel

Penetapan kadar zat warna didalam sampel dilakukan dengan cara mengukur absorbansi sampel menggunakan spektrofotometer uv-vis dengan memperhatikan panjang gelombang maksimum dan operating time dari zat warna yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam penelitian ini replikasi ini dilakukan sebanyak tiga kali.

Dari persamaan regresi diatas maka dapat ditentukan kadar Sunset Yellow, yang terkandung dalam sampel saos A, B, C, D dan E, yaitu :

Tabel 12. Kadar Sunset Yellow Dalam Sampel A, B, C, D dan E

No	Replikasi Sampel	Kadar ($\mu\text{g/ml}$)	Kadar Rata-rata ($\mu\text{g/ml}$)
		Sunset Yellow	Sunset Yellow
1.	A 1	58,315	59,468 \pm 3,423
	A 2	59,095	
	A 3	60,995	
2.	B 1	41,46	46,037 \pm 10,439
	B 2	46,93	
	B 3	49,72	
3.	C 1	46,15	49,052 \pm 6,248
	C 2	50,39	
	C 3	50,615	
4.	D 1	58,65	58,352 \pm 4,203
	D 2	56,53	
	D 3	59,875	
5.	E 1	30,41	29,743 \pm 1,433
	E 2	29,41	
	E 3	29,41	

Kadar Tartrazine yang terkandung dalam sampel saos A, C dan D, yaitu :

Tabel 13. Kadar Tartrazine Dalam Sampel A, C dan D

No	Replikasi Sampel	Kadar (%)	Kadar Rata-rata (%)
		Tartrazine	Tartrazine
1.	A 1	39,64	39,640 \pm 1,888
	A 2	38,88	
	A 3	40,40	
2.	C 1	50,28	47,663 \pm 5,637
	C 2	46,48	
	C 3	46,23	
3.	D 1	46,23	42,180 \pm 9,262
	D 2	41,42	
	D 3	38,89	

Kadar Ponceau 4R yang terkandung dalam sampel saos B dan E, yaitu :

Tabel 14. Kadar Ponceau 4R Dalam Sampel B dan E

No	Replikasi Sampel	Kadar (%)	Kadar Rata-rata (%)
		Ponceau 4R	Ponceau 4R
1.	B 1	13,12	12,542 ± 1,292
	B 2	12,11	
	B 3	12,397	
2.	E 1	11,965	12,904 ± 2,037
	E 2	13,482	
	E 3	13,265	

Dilihat dari tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa kadar sampel saos dengan tiga kali replikasi, yaitu untuk sampel A, kadar sunset yellow yang didapatkan adalah sebesar 59,468 µg/ml, yang berarti dalam 600 gram saos terdapat 11,89 mg/kg sunset yellow, sedangkan kadar tartrazine dalam sampel saos A adalah sebesar 39,640 µg/ml, berarti dalam 600 gram saos terdapat 7,93 mg/kg tartrazine.

Pada sampel saos B, kadar sunset yellow yang didapat adalah sebesar 46,037 µg/ml, sehingga dalam 600 gram saos terdapat 9,21 mg/kg sunset yellow, sedangkan untuk kadar ponceau 4R yang didapat adalah sebesar 12,542 µg/ml, sehingga dalam 600 gram saos mengandung 2,51 mg/kg ponceau 4R.

Pada sampel saos C, kadar sunset yellow yang didapatkan adalah sebesar 49,052 µg/ml, berarti dalam 600 gram saos terdapat 9,81 mg/kg sunset yellow, sedangkan kadar tartrazine yang diperoleh adalah sebesar 47,663 µg/ml, berarti dalam 600 gram saos terdapat 9,53 mg/kg tartrazine.

Untuk sampel saos D, kadar sunset yang didapatkan adalah sebesar 58,352 µg/ml, yang berarti dalam 600 gram saos terdapat 11,67 mg/kg sunset yellow,

sedangkan kadar tartrazine yang diperoleh adalah sebesar 42,180 $\mu\text{g/ml}$, berarti dalam 600 gram saos terdapat 8,44 mg/kg tartrazine.

Pada sampel saos E, kadar sunset yellow yang didapat adalah sebesar 29,743 $\mu\text{g/ml}$, sehingga dalam 600 gram saos terdapat 5,95 mg/kg sunset yellow, sedangkan untuk kadar ponceau 4R yang didapat adalah sebesar 12,904 $\mu\text{g/ml}$, sehingga dalam 600 gram saos mengandung 2,58 mg/kg ponceau 4R.

Berdasarkan literatur batas maksimum penggunaan sunset yellow pada saos adalah 200 mg/kg, sedang zat warna sunset yellow pada sampel saos A dalam 600 gram saos sebesar 11,89 mg/kg. Untuk sampel saos B, terdapat sebesar 9,21 mg/kg. Untuk sampel saos C, terdapat sebesar 9,81 mg/kg. Untuk sampel D, terdapat sebesar 11,67 mg/kg. Sedangkan untuk sampel E, terdapat sebesar 5,95 mg/kg. Sehingga dapat disimpulkan bahwa zat warna sunset yellow yang terkandung dalam sampel saos A, B, C, D dan E tersebut aman untuk dikonsumsi.

Batas maksimum penggunaan tartrazine dalam saos adalah 200 mg/kg, sedang zat warna tartrazine pada sampel saos A dalam 600 gram saos sebesar 7,92 mg/kg. Untuk sampel saos C, tartrazine yang terkandung sebesar 9,51 mg/kg. Sedangkan untuk sampel saos D, dalam 5 gram saos terdapat tartrazine sebesar 8,42 mg/kg. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa zat warna tartrazine yang terkandung dalam sampel A, C dan D aman untuk dikonsumsi.

Sedangkan batas maksimum penggunaan ponceau 4R dalam saos adalah 200 mg/kg, dan zat warna ponceau 4R yang terkandung dalam 600 gram saos pada sampel saos B sebesar 2,51 mg/kg. Sedangkan pada sampel saos E, zat warna ponceau 4R yang terkandung sebesar 2,58 mg/kg. Sehingga dapat

disimpulkan bahwa zat warna ponceau 4R yang terkandung dalam sampel B dan E aman untuk dikonsumsi.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil penelitian, semua sampel saos, yaitu A, B, C, D dan E positif mengandung Sunset Yellow, sedang sampel saos yang positif mengandung Tartrazine yaitu sampel saos A, C dan D; dan sampel saos yang positif mengandung Ponceau 4R adalah saos B dan E.
2. Kadar zat warna Sunset Yellow dalam sampel saos A, B, C, D dan E yaitu 59,468 $\mu\text{g/ml}$; 46,037 $\mu\text{g/ml}$; 49,052 $\mu\text{g/ml}$; 58,352 $\mu\text{g/ml}$ dan 29,743 $\mu\text{g/ml}$. Sedang kadar zat warna Tartrazine dalam sampel saos A, C dan D adalah 39,640 $\mu\text{g/ml}$; 47,663 $\mu\text{g/ml}$ dan 42,180 $\mu\text{g/ml}$. Dan kadar zat warna Ponceau 4R dalam sampel B dan E adalah 12,542 $\mu\text{g/ml}$ dan 12,904 $\mu\text{g/ml}$. Berdasar literatur batas maksimum penggunaan Sunset Yellow adalah 200 mg/kg ; Tartrazine 200 mg/kg dan Ponceau 4R 200 mg/kg , sehingga dapat disimpulkan bahwa semua sampel saos aman untuk dikonsumsi karena tidak melebihi batas maksimum yang telah ditetapkan oleh Departemen Kesehatan.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disarankan bahwa :

1. Perlu dilakukan pemeriksaan terhadap zat warna lain yang digunakan sebagai pewarna dalam saos dari para produsen yang lain.
2. Pemerintah perlu melakukan evaluasi pada para pedagang yang ada di pinggir jalan guna mengantisipasi adanya kecurangan dalam produksi zat warna makanan yang dapat membahayakan kesehatan.
3. Mengadakan penyuluhan pada masyarakat tentang apa dan bagaimana penggunaan zat warna makanan yang aman bagi kesehatan.



DAFTAR PUSTAKA

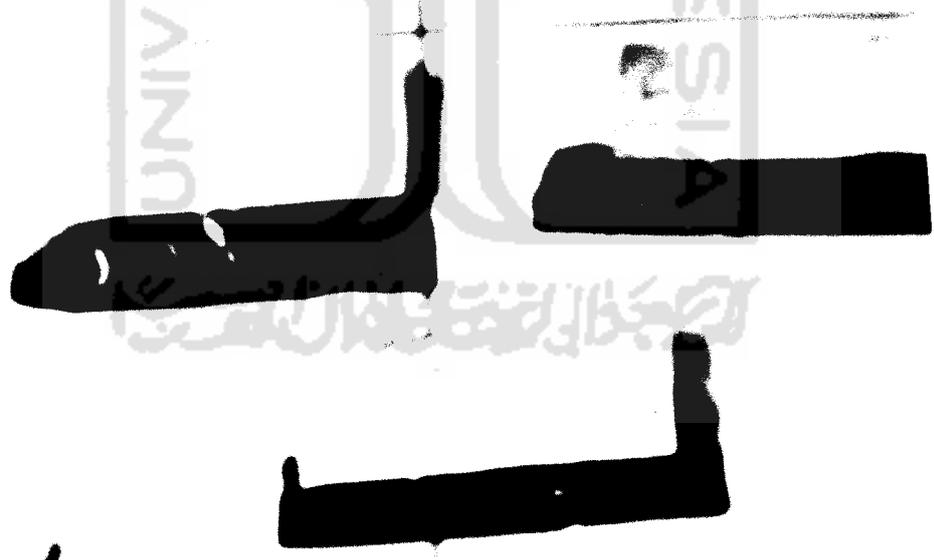
- Anonim, 1983/1984, *Kumpulan Perundang-Undangan di Bidang Makanan dan Minuman*, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, Hal. 164-175.
- Anonim, 1992, *Standar Nasional Indonesia*, Pusat Standarisasi Industri, Departemen Perindustrian Republik Indonesia, Jakarta.
- Anonim, 1995, *Farmakope Indonesia*, Edisi IV, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Anonim, 1996, *The Merck Index an encyclopedia Of Chemicals, Drugs and Biologicals*, Twelve Edition, Merck Research Laboratories Division Of Merck and Co., Inc, White House Station, New York.
- Anonim, 2001^a, <http://www.beritaIPTEK.com/>, diakses pada tanggal 10 November 2004.
- Anonim, 2001^b, <http://www.pikiran-rakyat.com/>, diakses pada tanggal 10 November 2004.
- Anonim, 2002^a, <http://www.pikiran-rakyat.com/>, diakses pada tanggal 10 November 2004.
- Anonim, 2002^b, <http://www.saujanya.com/>, diakses pada tanggal 10 Oktober 2005.
- Anonim, 2002^c, <http://www.topcat.iit.bme.hu/>, diakses pada tanggal 12 Oktober 2005.
- Anonim, 2003^a, <http://www.chemicaland21.com/>, diakses pada tanggal 10 Oktober 2005.
- Anonim, 2003^b, <http://www.chm.bris.ac.uk/>, diakses pada tanggal 12 Oktober 2005.
- Anonim, 2003^c, <http://www.chemfinder.gumbridgesoft.com/>, diakses pada tanggal 12 Oktober 2005.
- Buckle, K.A., Edwards, R.A., Fleet, G.H., Wootton, M., 1987, *Ilmu Pangan*, Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono, Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta, Hal. 173-176.

- Day, Jr., R. A.; Underwood, A.L., 1980, *Analisa Kimia Kuantitatif*, Edisi IV, Penerbit Erlangga, Jakarta, Hal. 383-386, 420-422.
- Fachruddin, L., 1998, *Memilih dan Memanfaatkan Bahan Tambahan Makanan*, Penerbit Trubus Agriwidya, Ungaran, Hal. 34-45.
- Fessenden & Fessenden, 1999, *Kimia Organik*, Edisi Ketiga, Penerbit Erlangga, Jakarta, Hal. 443-447.
- Martindale, 1982, *Extra Pharmacopeia*, The Pharmaceutical Press, London, Hal. 857-858.
- Sastrohamidjojo, H., 2001, *Spektroskopi*, Penerbit Liberty, Yogyakarta, Hal. 1-12, 39.
- Sastrohamidjojo, H., 2002, *Kromatografi*, Penerbit Liberty, Yogyakarta, Hal. 13-19.
- Soeprijono .P, Poerwanti, Widayat, Jumaeri, 1974, *Serat-Serat tekstil*, Institut Teknologi Tekstil, Bandung, Hal. 134-136.
- Sudarmadji, S., dkk., 1996, *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*, Edisi II, Penerbit Liberty, Yogyakarta, Hal. 167-171.
- Trenggono, 1994, *Bahan Tambahan Pangan*, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas gadjah Mada, Yogyakarta.
- Untoro, P., 1998, *Diktat Kuliah Kimia Bahan Pangan*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Winarno, F.G., 1984, *Kimia Pangan dan Gizi*, Penerbit PT. Gramedia, Jakarta, Hal. 171-173.
- Winarno, F.G., 2002, *Kimia Pangan dan Gizi*, Penerbit PT. Gramedia, Jakarta, Hal. 171-190.





Sampel Saos A dan B (Dengan No. Regristrasi)



Sampel Saos C, D dan B (Tanpa No. Regristrasi)

Lampiran 1. Standar Sunset Yellow (103,55 µg/ml)

Persamaan regresi Sunset Yellow :

$$y = bx + a$$

$$y = 0,0448x + 0,0365$$

$$r = 0,998$$

Lampiran 2. Perhitungan Kadar Zat Warna Sunset Yellow pada Sampel Saos A

A. Kadar sampel saos A :

1. Absorbansi 0,559

$$y = bx + a$$

$$0,559 = 0,0448x + 0,0365$$

$$x = \frac{0,559 - 0,0365}{0,0448}$$

$$x = 11,663 \text{ µg/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 11,663 \text{ µg/ml} \times 5 \\ &= 58,315 \text{ µg/ml} \end{aligned}$$

2. Absorbansi 0,566

$$y = bx + a$$

$$0,566 = 0,0448x + 0,0365$$

$$x = \frac{0,566 - 0,0365}{0,0448}$$

$$x = 11,819 \text{ µg/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 11,819 \text{ µg/ml} \times 5 \\ &= 59,095 \text{ µg/ml} \end{aligned}$$

3. Absorbansi 0,583

$$y = bx + a$$

$$0,583 = 0,0448x + 0,0365$$

$$x = \frac{0,583 - 0,0365}{0,0448}$$

$$x = 12,199 \text{ µg/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 12,199 \text{ µg/ml} \times 5 \\ &= 60,995 \text{ µg/ml} \end{aligned}$$

B. Kadar rata-rata sampel yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{(58,315) + (59,095) + (60,995)}{3} \\ &= 59,468 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

C. Standar Deviasi (SD) :

$$\text{SD} = 1,378$$

D. Kadar yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 59,468 \pm \frac{4,303 \times 1,378}{\sqrt{3}} \\ &= 59,468 \pm 3,423 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

Lampiran 3. Perhitungan Kadar Zat Warna Sunset Yellow pada Sampel Saos B

A. Kadar sampel saos B :

1. Absorbansi 0,408

$$y = bx + a$$

$$0,408 = 0,0448x + 0,0365$$

$$x = \frac{0,408 - 0,0365}{0,0448}$$

$$x = 8,292 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 8,292 \mu\text{g/ml} \times 5 \\ &= 41,46 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

2. Absorbansi 0,457

$$y = bx + a$$

$$0,457 = 0,0448x + 0,0365$$

$$x = \frac{0,457 - 0,0365}{0,0448}$$

$$x = 9,386 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 9,386 \mu\text{g/ml} \times 5 \\ &= 46,93 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

3. Absorbansi 0,482

$$y = bx + a$$

$$0,482 = 0,0448x + 0,0365$$

$$x = \frac{0,482 - 0,0365}{0,0448}$$

$$x = 9,944 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 9,944 \mu\text{g/ml} \times 5 \\ &= 49,72 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

B. Kadar rata-rata sampel yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= \frac{(41,46) + (46,93) + (49,72)}{3} \\ &= 46,037 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

C. Standar Deviasi (SD) :

$$\text{SD} = 4,202$$

D. Kadar yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 46,037 \pm \frac{4,303 \times 4,202}{\sqrt{3}} \\ &= 46,037 \pm 10,439 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

Lampiran 4. Perhitungan Kadar Zat Warna Sunset Yellow pada Sampel Saos C

A. Kadar sampel saos C :

1. Absorbansi 0,450

$$y = bx + a$$

$$0,450 = 0,0448x + 0,0365$$

$$x = \frac{0,450 - 0,0365}{0,0448}$$

$$x = 9,230 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 9,230 \mu\text{g/ml} \times 5 \\ &= 46,15 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

2. Absorbansi 0,488

$$y = bx + a$$

$$0,488 = 0,0448x + 0,0365$$

$$x = \frac{0,488 - 0,0365}{0,0448}$$

$$x = 10,078 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 10,078 \mu\text{g/ml} \times 5 \\ &= 50,39 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

3. Absorbansi 0,490

$$y = bx + a$$

$$0,490 = 0,0448x + 0,0365$$

$$x = \frac{0,490 - 0,0365}{0,0448}$$

$$x = 10,123 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 10,123 \mu\text{g/ml} \times 5 \\ &= 50,615 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

B. Kadar rata-rata sampel yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= \frac{(46,15) + (50,39) + (50,615)}{3} \\ &= 49,052 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

C. Standar Deviasi (SD) :

$$\text{SD} = 2,515$$

D. Kadar yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 49,052 \pm \frac{4,303 \times 2,515}{\sqrt{3}} \\ &= 49,052 \pm 6,248 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

Lampiran 5. Perhitungan Kadar Zat Warna Sunset Yellow pada Sampel Saos D

A. Kadar sampel saos D :

1. Absorbansi 0,562

$$y = bx + a$$

$$0,562 = 0,0448x + 0,0365$$

$$x = \frac{0,562 - 0,0365}{0,0448}$$

$$x = 11,730 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 11,730 \mu\text{g/ml} \times 5 \\ &= 58,65 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

2. Absorbansi 0,543

$$y = bx + a$$

$$0,543 = 0,0448x + 0,0365$$

$$x = \frac{0,543 - 0,0365}{0,0448}$$

$$x = 11,306 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 11,306 \mu\text{g/ml} \times 5 \\ &= 56,53 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

3. Absorbansi 0,573

$$y = bx + a$$

$$0,573 = 0,0448x + 0,0365$$

$$x = \frac{0,573 - 0,0365}{0,0448}$$

$$x = 11,975 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 11,975 \mu\text{g/ml} \times 5 \\ &= 59,875 \end{aligned}$$

B. Kadar rata-rata sampel yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= \frac{(58,65) + (56,53) + (59,875)}{3} \\ &= 58,352 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

C. Standar Deviasi (SD) :

$$\text{SD} = 1,692$$

D. Kadar yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 58,352 \pm \frac{4,303 \times 1,692}{\sqrt{3}} \\ &= 58,352 \pm 4,203 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

Lampiran 6. Perhitungan Kadar Zat Warna Sunset Yelow pada Sampel Saos E

A. Kadar sampel saos E :

1. Absorbansi 0,309

$$y = bx + a$$

$$0,309 = 0,0448x + 0,0365$$

$$x = \frac{0,309 - 0,0365}{0,0448}$$

$$x = 6,082 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 6,082 \mu\text{g/ml} \times 5 \\ &= 30,41 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

2. Absorbansi 0,300

$$y = bx + a$$

$$0,300 = 0,0448x + 0,0365$$

$$x = \frac{0,300 - 0,0365}{0,0448}$$

$$x = 5,882 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 5,882 \mu\text{g/ml} \times 5 \\ &= 29,41 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

3. Absorbansi 0,300

$$y = bx + a$$

$$0,300 = 0,0448x + 0,0365$$

$$x = \frac{0,300 - 0,0365}{0,0448}$$

$$x = 5,882 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 5,882 \mu\text{g/ml} \times 5 \\ &= 29,41 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

B. Kadar rata-rata sampel yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= \frac{(30,41) + (29,41) + (29,41)}{3} \\ &= 29,743 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

C. Standar Deviasi (SD) :

$$SD = 0,577$$

D. Kadar yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 29,743 \pm \frac{4,303 \times 0,577}{\sqrt{3}} \\ &= 29,743 \pm 1,433 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

Lampiran 7. Standar Tartrazine (97,768 $\mu\text{g/ml}$)

Persamaan regresi Tartrazine :

$$y = bx + a$$

$$y = 0,0395x + 0,0464$$

$$r = 0,999$$

Lampiran 8. Perhitungan Kadar Zat Warna Tartrazine pada Sampel Saos A

A. Kadar sampel saos A :

1. Absorbansi 0,203

$$y = bx + a$$

$$0,203 = 0,0395x + 0,0464$$

$$x = \frac{0,203 - 0,0464}{0,0395}$$

$$x = 3,964 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 3,964 \mu\text{g/ml} \times 10 \\ &= 39,64 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

2. Absorbansi 0,200

$$y = bx + a$$

$$0,200 = 0,0395x + 0,0464$$

$$x = \frac{0,200 - 0,0464}{0,0395}$$

$$x = 3,884 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 3,888 \mu\text{g/ml} \times 10 \\ &= 38,88 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

3. Absorbansi 0,206

$$y = bx + a$$

$$0,206 = 0,0395x + 0,0464$$

$$x = \frac{0,206 - 0,0464}{0,0395}$$

$$x = 4,040 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 4,040 \mu\text{g/ml} \times 10 \\ &= 40,40 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

B. Kadar rata-rata yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= \frac{(39,64) + (38,88) + (40,40)}{3} \\ &= 39,640 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

C. Standar Deviasi (SD) :

$$\text{SD} = 0,76$$

D. Kadar yang diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 39,640 \pm \frac{4,303 \times 0,76}{\sqrt{3}} \\ &= 39,640 \pm 1,888 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

Lampiran 9. Perhitungan Kadar Zat Warna Tartrazine pada Sampel Saos C

A. Kadar sampel saos C :

1. Absorbansi 0,245

$$y = bx + a$$

$$0,245 = 0,0395x + 0,0464$$

$$x = \frac{0,245 - 0,0464}{0,0395}$$

$$x = 5,028 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 5,028 \mu\text{g/ml} \times 10 \\ &= 50,28 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

2. Absorbansi 0,230

$$y = bx + a$$

$$0,230 = 0,0395x + 0,0464$$

$$x = \frac{0,230 - 0,0464}{0,0395}$$

$$x = 4,648 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 4,648 \mu\text{g/ml} \times 10 \\ &= 46,48 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

3. Absorbansi 0,229

$$y = bx + a$$

$$0,229 = 0,0395x + 0,0464$$

$$x = \frac{0,229 - 0,0464}{0,0395}$$

$$x = 4,623 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 4,623 \mu\text{g/ml} \times 10 \\ &= 46,23 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

B. Kadar rata-rata sampel yang diperoleh

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= \frac{(50,28) + (46,48) + (46,23)}{3} \\ &= 47,663 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

C. Standar Deviasi (SD) :

$$\text{SD} = 2,269$$

D. Kadar yang diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 47,663 \pm \frac{4,303 \times 2,269}{\sqrt{3}} \\ &= 47,663 \pm 5,637 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

Lampiran 10. Perhitungan Kadar Zat Warna Tartrazine pada Sampel Saos D

A. Kadar sampel saos D :

1. Absorbansi 0,209

$$y = bx + a$$

$$0,229 = 0,0395x + 0,0464$$

$$x = \frac{0,229 - 0,0464}{0,0395}$$

$$x = 4,623 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 4,623 \mu\text{g/ml} \times 10 \\ &= 46,23 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

2. Absorbansi 0,210

$$y = bx + a$$

$$0,210 = 0,0395x + 0,0464$$

$$x = \frac{0,210 - 0,0464}{0,0395}$$

$$x = 4,142 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 4,142 \mu\text{g/ml} \times 10 \\ &= 41,42 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

3. Absorbansi 0,200

$$y = bx + a$$

$$0,200 = 0,0395x + 0,0464$$

$$x = \frac{0,200 - 0,0464}{0,0395}$$

$$x = 3,889 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 3,889 \mu\text{g/ml} \times 10 \\ &= 38,89 \end{aligned}$$

B. Kadar rata-rata sampel yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= \frac{(46,23) + (41,42) + (38,89)}{3} \\ &= 42,180 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

C. Standar Deviasi (SD) :

$$\text{SD} = 3,728$$

D. Kadar yang diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 42,180 \pm \frac{4,303 \times 3,728}{\sqrt{3}} \\ &= 42,180 \pm 9,262 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

Lampiran 11. Standar Ponceau 4R (102,078 $\mu\text{g/ml}$)

Persamaan regresi Ponceau 4R :

$$y = bx + a$$

$$y = 0,0346x + 0,0354$$

$$r = 0,999$$

Lampiran 12. Perhitungan Kadar Zat Warna Ponceau 4R pada Sampel Saos B

A. Kadar sampel saos B :

1. Absorbansi 0,217

$$y = bx + a$$

$$0,217 = 0,0346x + 0,0354$$

$$x = \frac{0,217 - 0,0354}{0,0346}$$

$$x = 5,248 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 5,248 \mu\text{g/ml} \times 2,5 \\ &= 13,12 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

2. Absorbansi 0,203

$$y = bx + a$$

$$0,203 = 0,0346x + 0,0354$$

$$x = \frac{0,203 - 0,0354}{0,0346}$$

$$x = 4,844 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 4,844 \mu\text{g/ml} \times 2,5 \\ &= 12,11 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

3. Absorbansi 0,207

$$y = bx + a$$

$$0,207 = 0,0346x + 0,0354$$

$$x = \frac{0,207 - 0,0354}{0,0346}$$

$$x = 4,959 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 4,959 \mu\text{g/ml} \times 2,5 \\ &= 12,397 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

B. Kadar rata-rata sampel yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= \frac{(13,12) + (12,11) + (12,397)}{3} \\ &= 12,542 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

C. Standar Deviasi (SD) :

$$\text{SD} = 0,520$$

D. Kadar yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 12,542 \pm 4,303 \times 0,520 \\ &= 12,542 \pm 1,292 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

Lampiran 13. Perhitungan Kadar Zat Warna Ponceau 4R pada Sampel Saos E

A. Kadar sampel saos E :

1. Absorbansi 0,201

$$y = bx + a$$

$$0,201 = 0,0346x + 0,0354$$

$$x = \frac{0,201 - 0,0354}{0,0346}$$

$$x = 4,786 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 4,786 \mu\text{g/ml} \times 2,5 \\ &= 11,965 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

2. Absorbansi 0,222

$$y = bx + a$$

$$0,222 = 0,0346x + 0,0354$$

$$x = \frac{0,222 - 0,0354}{0,0346}$$

$$x = 5,393 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 5,393 \mu\text{g/ml} \times 2,5 \\ &= 13,482 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

3. Absorbansi 0,219

$$y = bx + a$$

$$0,219 = 0,0346x + 0,0354$$

$$x = \frac{0,219 - 0,0354}{0,0346}$$

$$x = 5,306 \mu\text{g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 5,306 \mu\text{g/ml} \times 2,5 \\ &= 13,265 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

B. Kadar rata-rata sampel yang diperoleh adalah :

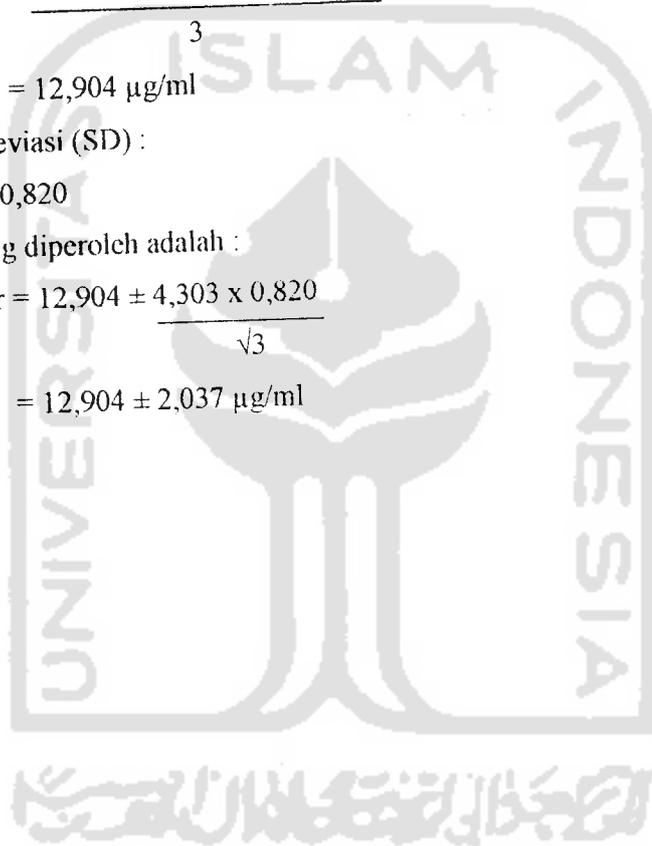
$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= \frac{(11,965) + (13,482) + (13,265)}{3} \\ &= 12,904 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

C. Standar Deviasi (SD) :

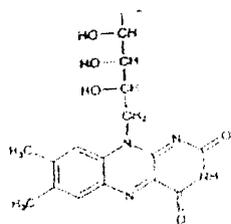
$$\text{SD} = 0,820$$

D. Kadar yang diperoleh adalah :

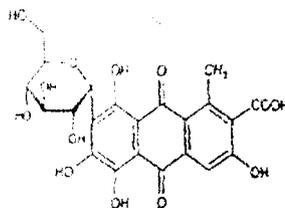
$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= 12,904 \pm \frac{4,303 \times 0,820}{\sqrt{3}} \\ &= 12,904 \pm 2,037 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$



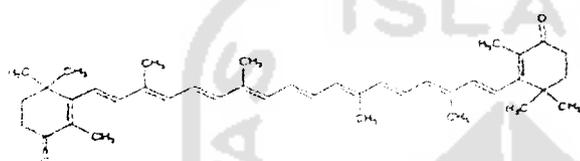
Lampiran 14. Struktur Kimia Zat Warna Alami



Riboflavin



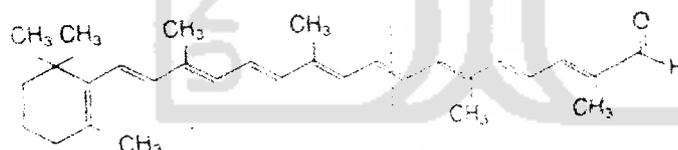
Carmin



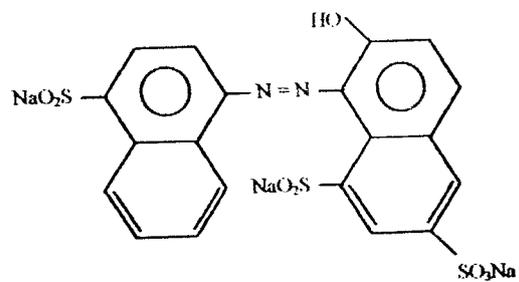
Canthaxanthine



Ethyl- β -apo-8'-carotenot



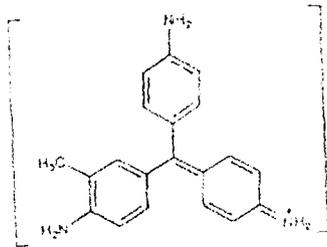
β -apo-8'-carotenal



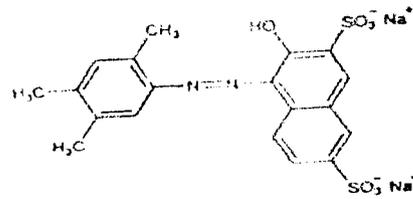
Ponceau 4R



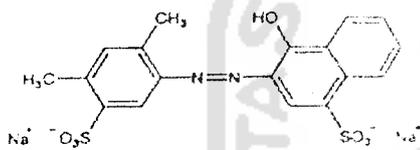
Lampiran 16. Struktur Kimia Zat Warna Yang Dilarang Untuk Makanan



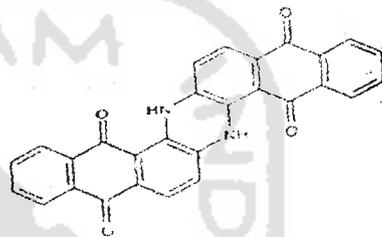
Magenta



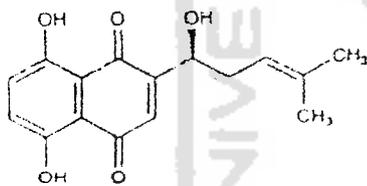
Ponceau 3R



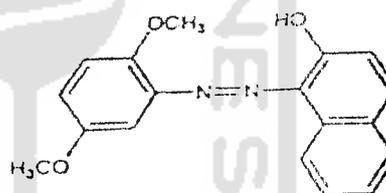
Ponceau SX



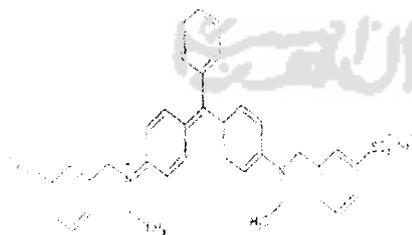
Indanthrene Blue RS



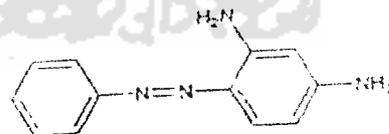
Alkanet



Citrus Red No. 2

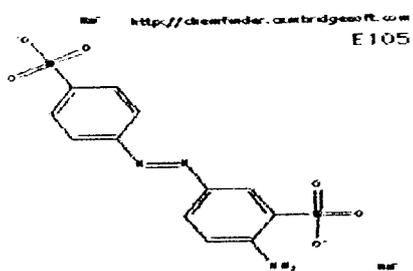


Guinea Green B

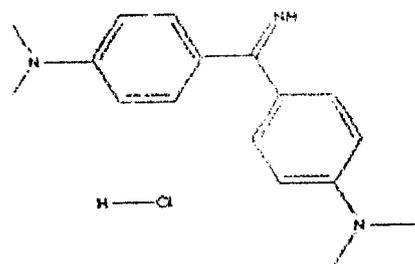


Chrysoidine

• HCl



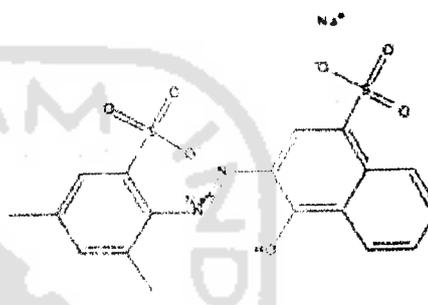
Fast Yellow AB



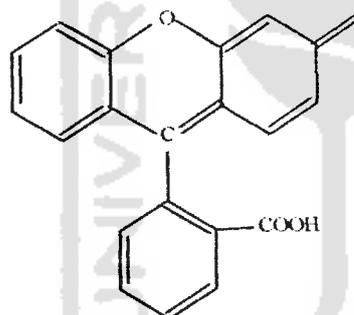
Auramine



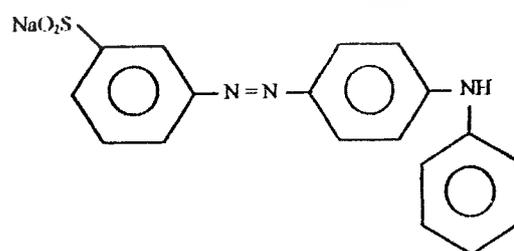
Ponceau 6R



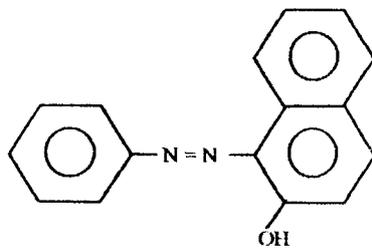
Scarlet GN



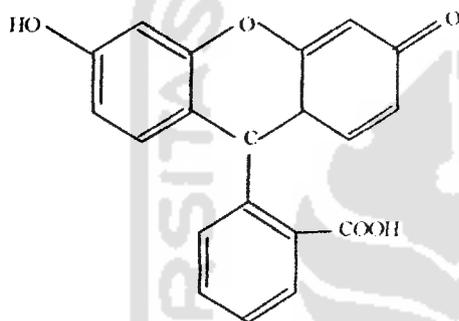
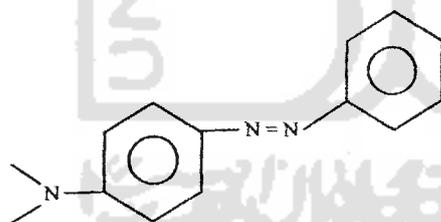
Rhodamin B



Metanil Yellow



Sudan I

Oil Yellow
AB

Butter Yellow

Lampiran 17. Penetapan LOD dan LOQ pada Sunset Yellow

1. LOD Sunset Yellow

$$y = 0,0448x + 0,0365$$

$$\begin{aligned} y_{LOD} &= 0,0365 + (3 \times 0,017412) \\ &= 0,0365 + 0,0522 \\ &= 0,0887 \end{aligned}$$

$$y_{LOD} = 0,0448 x_{LOD} + 0,0365$$

$$0,0887 = 0,0448 x_{LOD} + 0,0365$$

$$0,0522 = 0,0448 x_{LOD}$$

$$\begin{aligned} x_{LOD} &= \frac{0,0522}{0,0448} \\ &= 1,165 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

2. LOQ Sunset Yellow

$$y = 0,0448x + 0,0365$$

$$\begin{aligned} y_{LOQ} &= 0,0365 + (10 \times 0,017412) \\ &= 0,0365 + 0,1741 \\ &= 0,2106 \end{aligned}$$

$$y_{LOQ} = 0,0448 x_{LOQ} + 0,0365$$

$$0,2106 = 0,0448 x_{LOQ} + 0,0365$$

$$0,1741 = 0,0448 x_{LOQ}$$

$$\begin{aligned} x_{LOQ} &= \frac{0,1741}{0,0448} \\ &= 3,886 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$



Lampiran 18. Penetapan LOD dan LOQ Tartrazine

1. LOD Tartrazine

$$y = 0,0395x + 0,0464$$

$$y_{LOD} = 0,0464 + (3 \times 0,00763)$$

$$= 0,0464 + 0,0229$$

$$= 0,0693$$

$$y_{LOD} = 0,0395 x_{LOD} + 0,0464$$

$$0,0693 = 0,0395 x_{LOD} + 0,0464$$

$$0,0229 = 0,0395 x_{LOD}$$

$$x_{LOD} = \frac{0,0229}{0,0395}$$

$$= 0,580 \mu\text{g/ml}$$

2. LOQ Tartrazine

$$y = 0,0395x + 0,0464$$

$$y_{LOQ} = 0,0464 + (10 \times 0,00763)$$

$$= 0,0464 + 0,0763$$

$$= 0,1227$$

$$y_{LOQ} = 0,0395 x_{LOQ} + 0,0464$$

$$0,1227 = 0,0395 x_{LOQ} + 0,0464$$

$$0,0763 = 0,0395 x_{LOQ}$$

$$x_{LOQ} = \frac{0,0763}{0,0395}$$

$$= 1,932 \mu\text{g/ml}$$

Lampiran 19. Penetapan LOD dan LOQ Ponceau 4R

1. LOD Ponceau 4R

$$y = 0,0346x + 0,0354$$

$$y_{LOD} = 0,0354 + (3 \times 0,00882)$$

$$= 0,0354 + 0,0265$$

$$= 0,0619$$

$$y_{LOD} = 0,0346 x_{LOD} + 0,0354$$

$$0,0619 = 0,0346 x_{LOD} + 0,0354$$

$$0,0265 = 0,0346 x_{LOD}$$

$$x_{LOD} = \frac{0,0262}{0,0346}$$

$$= 0,766 \mu\text{g/ml}$$

2. LOQ Ponceau 4R

$$y = 0,0346x + 0,0354$$

$$y_{LOQ} = 0,0354 + (10 \times 0,00882)$$

$$= 0,0354 + 0,0882$$

$$= 0,1236$$

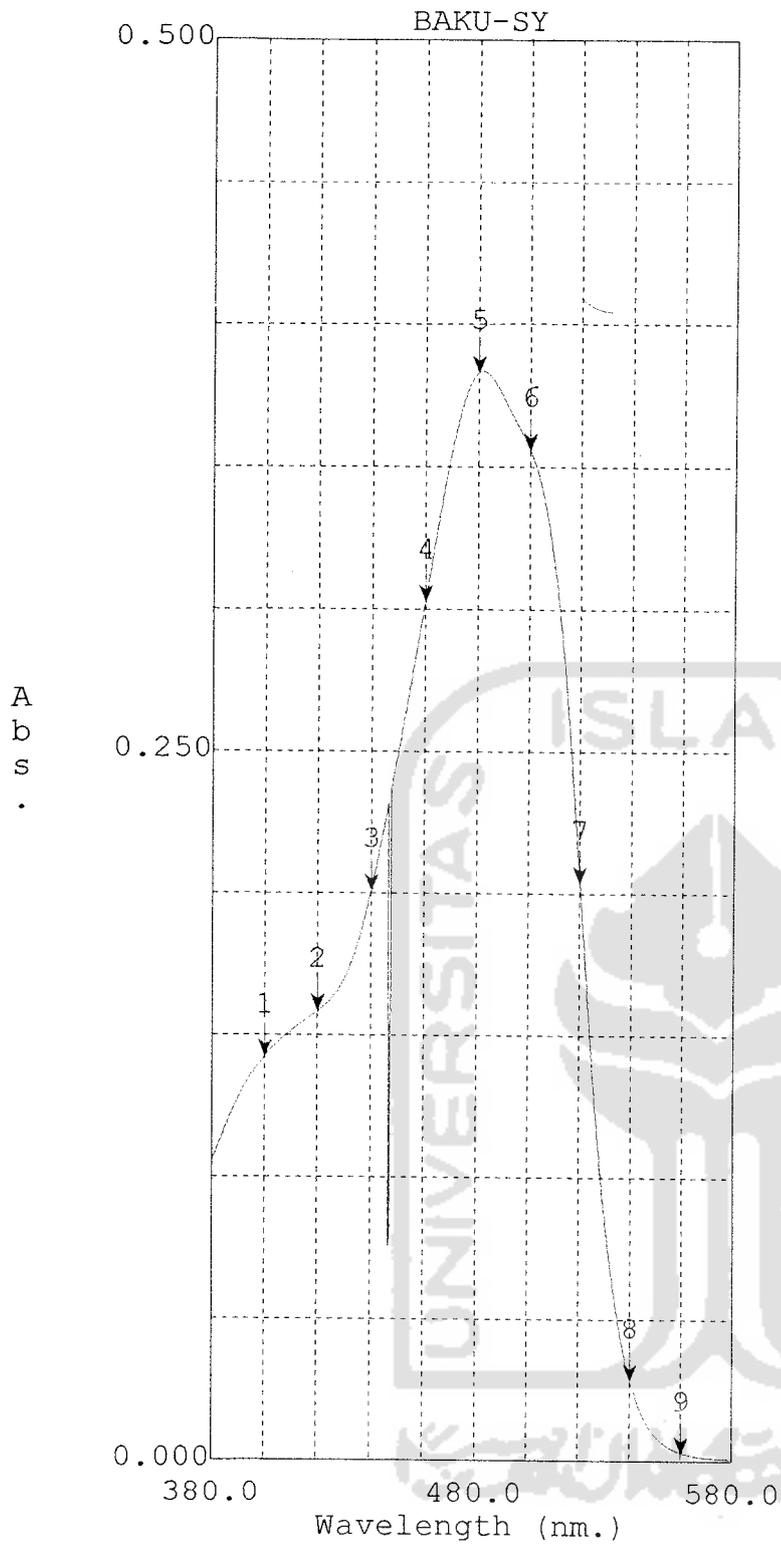
$$y_{LOQ} = 0,0346 x_{LOQ} + 0,0354$$

$$0,1236 = 0,0346 x_{LOQ} + 0,0354$$

$$0,0882 = 0,0346 x_{LOQ}$$

$$x_{LOQ} = \frac{0,0882}{0,0346}$$

$$= 2,549 \mu\text{g/ml}$$



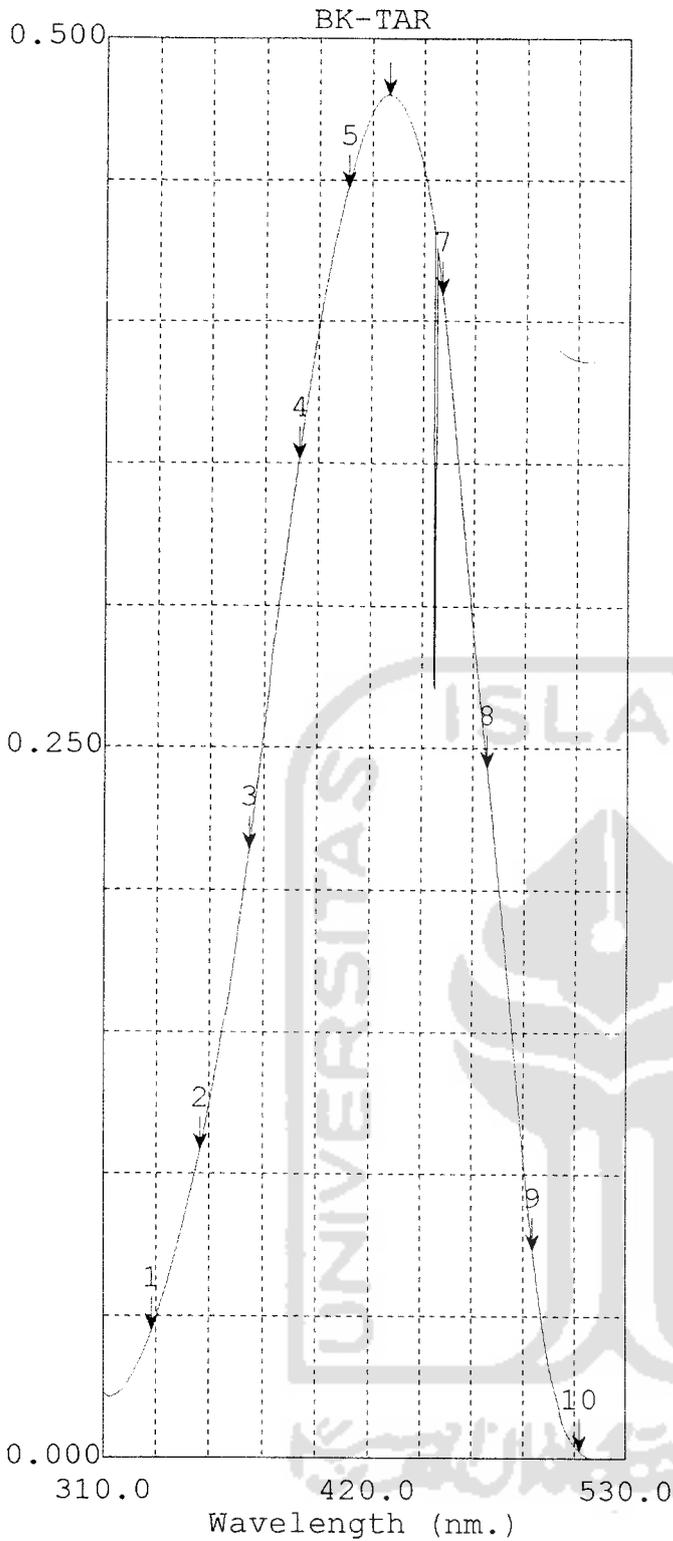
Point Pick		
No.	Wavelength (nm.)	Abs.
1	400.00	0.1423
2	420.00	0.1584
3	440.00	0.2009
4	460.00	0.3027
5	480.00	0.3828
6	500.00	0.3560
7	520.00	0.2039
8	540.00	0.0283
9	560.00	0.0028

File Name: BAKU-SY

Created: 08:49 02/17/05

Data: Original

Measuring Mode: Abs.
 Scan Speed: Fast
 Slit Width: 2.0
 Sampling Interval: 0.2



Point Pick

No.	Wavelength (nm.)	Abs.
1	330.00	0.0448
2	350.00	0.1084
3	370.00	0.2142
4	390.00	0.3514
5	410.00	0.4474
6	427.20	0.4800
7	450.00	0.4094
8	470.00	0.2430
9	490.00	0.0731
10	510.00	0.0024

File Name: BK-TAR

Created: 07:42 02/22/05

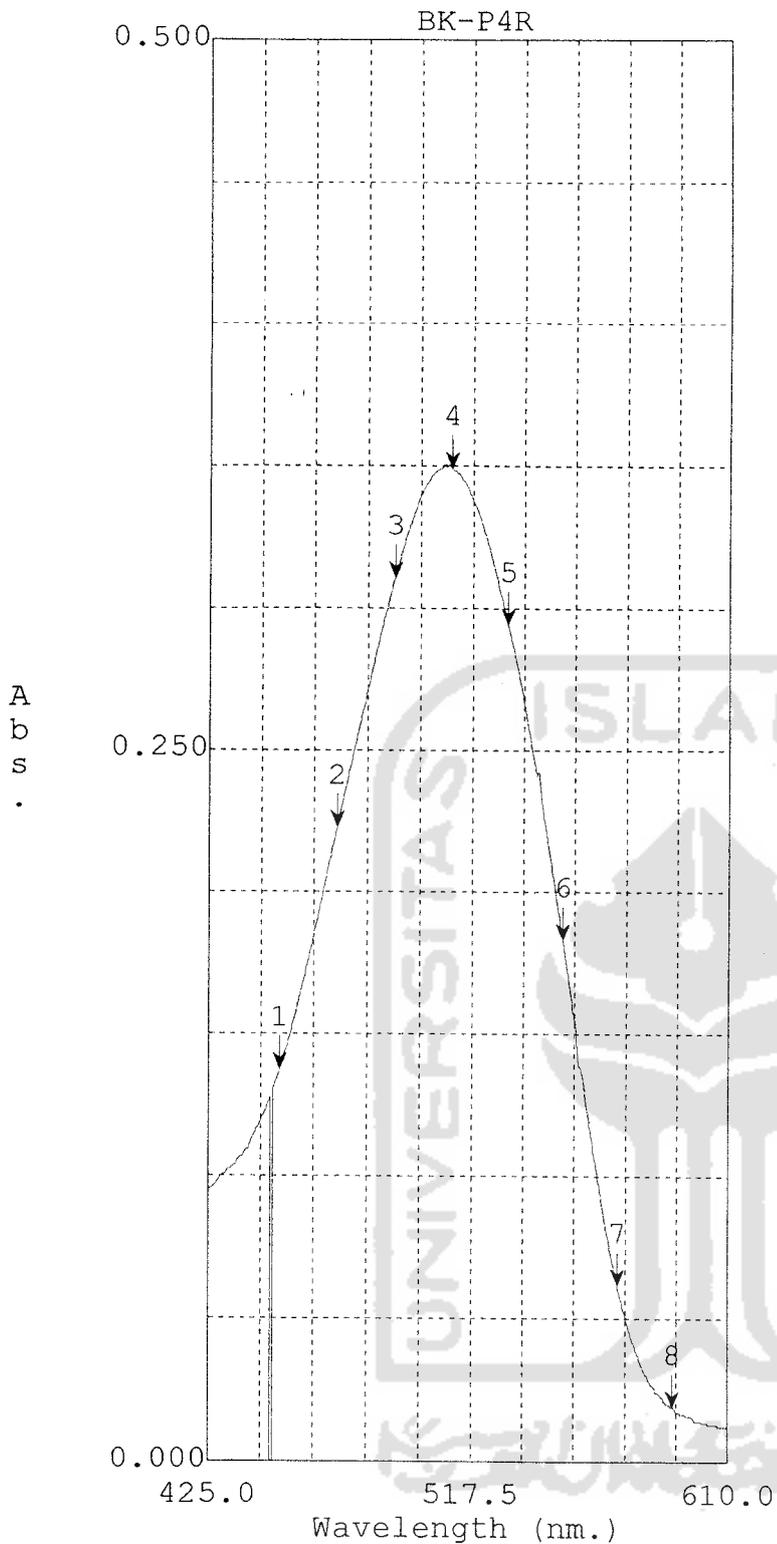
Data: Original

Measuring Mode: Abs.

Scan Speed: Fast

Slit Width: 2.0

Sampling Interval: 0.2



Point Pick		
No.	Wavelength (nm.)	Abs.
1	450.00	0.1376
2	470.00	0.2250
3	490.00	0.3115
4	510.00	0.3489
5	530.00	0.2925
6	550.00	0.1806
7	570.00	0.0643
8	590.00	0.0194

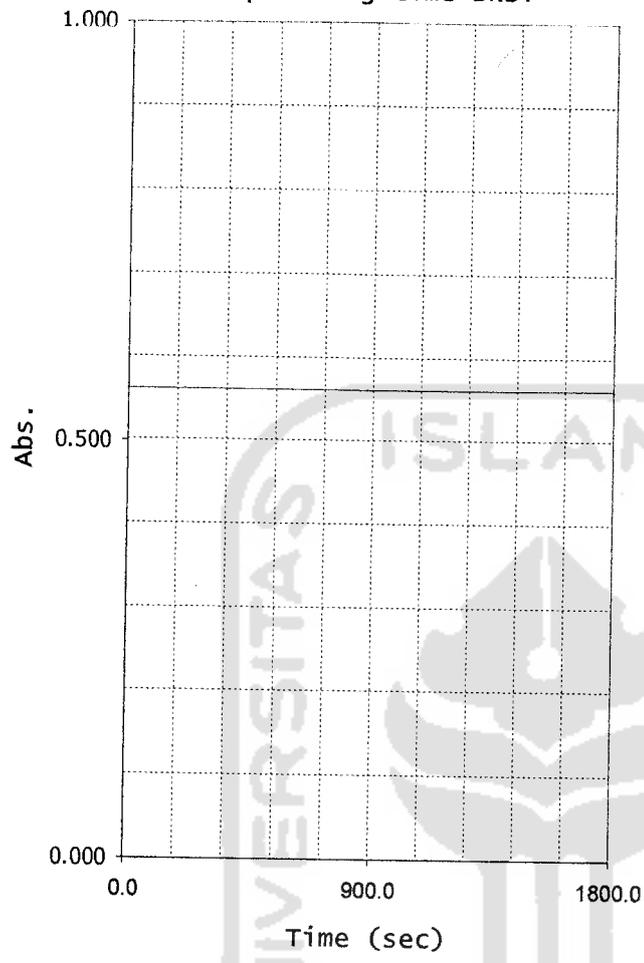
File Name: BK-P4R

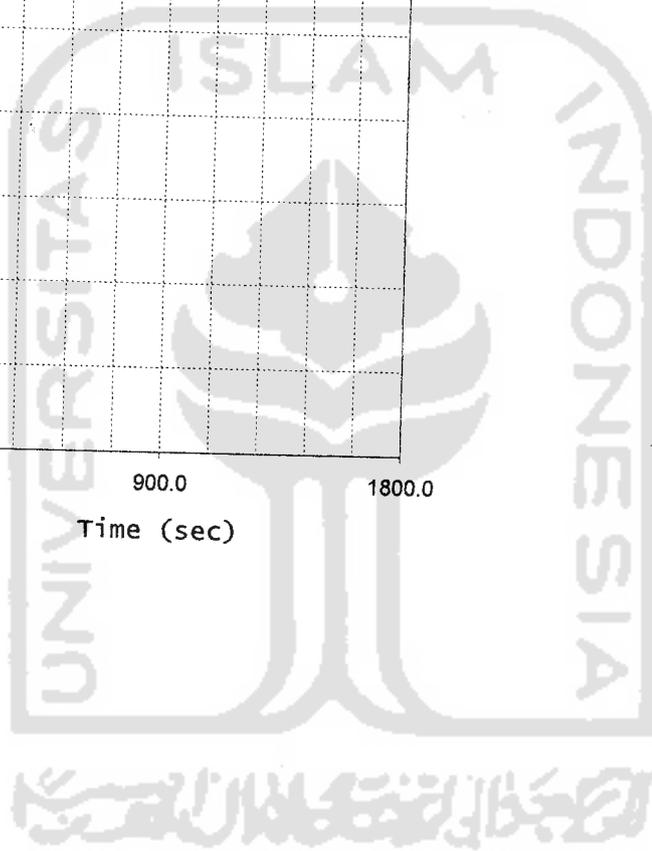
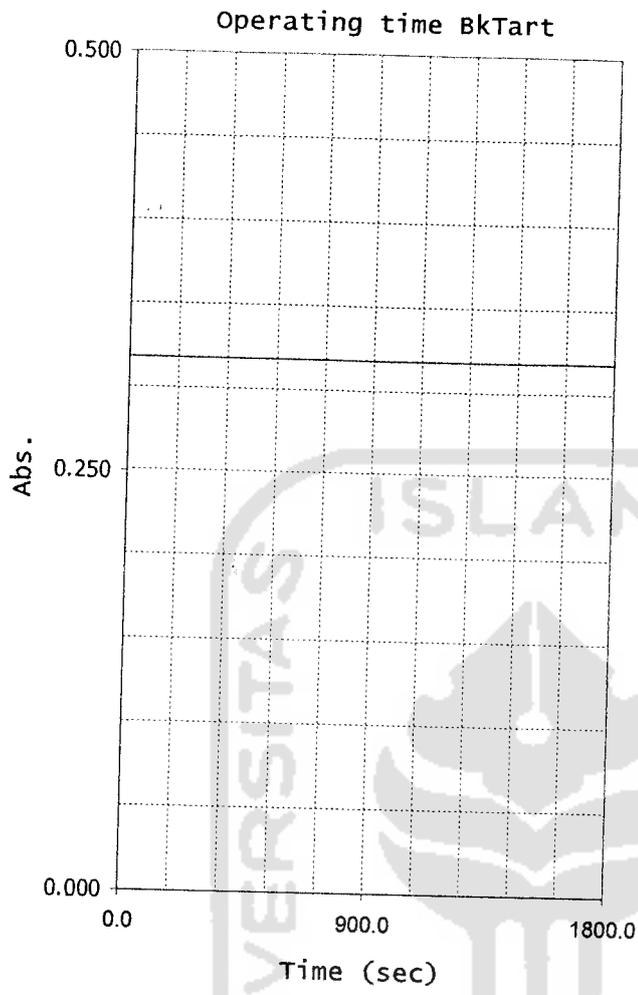
Created: 11:07 02/17/05

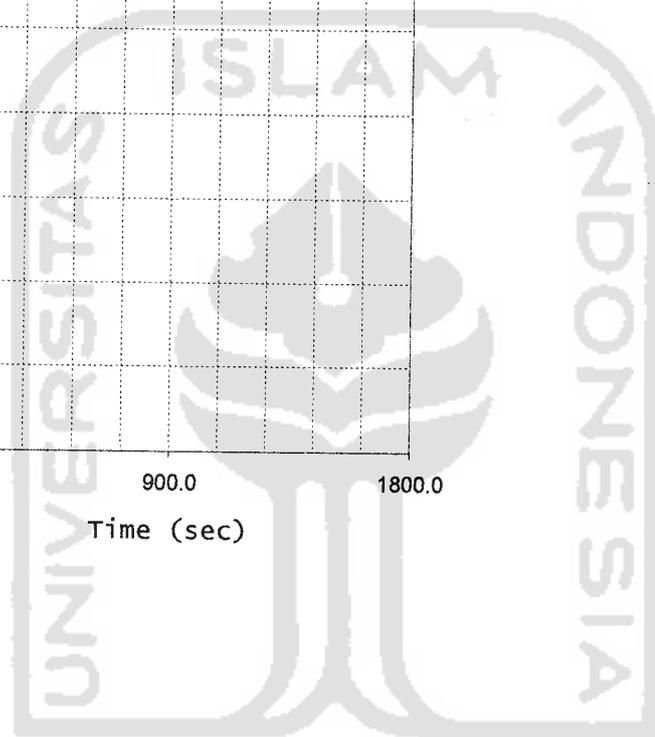
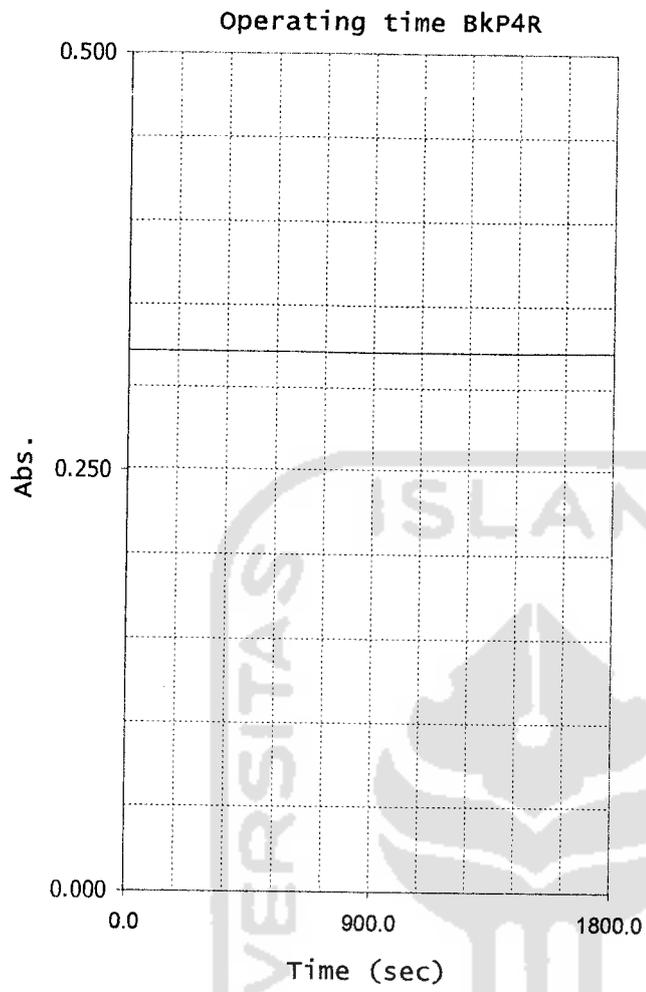
Data: Original

Measuring Mode: Abs.
 Scan Speed: Fast
 Slit Width: 2.0
 Sampling Interval: 0.2

Operating time BkSY







UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics

Multiple R	0.998114
R Square	0.996232
Adjusted R Square	0.994976
Standard Error	0.01223
Observations	5

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	0.118623	0.118623	793.1324	9.83E-05
Residual	3	0.000449	0.00015		
Total	4	0.119072			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	0.036459	0.017412	2.09396	0.127296	-0.01895	0.091871	-0.01895	0.091871
X Variable 1	0.044764	0.001589	28.16261	9.83E-05	0.039705	0.049822	0.039705	0.049822

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.999642
R Square	0.999285
Adjusted R Square	0.999046
Standard Error	0.006993
Observations	5

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	0.204989	0.204989	4191.975	8.12E-06
Residual	3	0.000147	4.89E-05		
Total	4	0.205136			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	0.046387	0.00763	6.079506	0.008935	0.022105	0.07067	0.022105	0.07067
X Variable 1	0.039527	0.000611	64.74547	8.12E-06	0.037585	0.04147	0.037585	0.04147

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics

Multiple R	0.999221
R Square	0.998443
Adjusted R Square	0.998054
Standard Error	0.007967
Observations	6

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	0.162841	0.162841	2565.521	9.09E-07
Residual	4	0.000254	6.35E-05		
Total	5	0.163095			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	0.035431	0.00882	4.017338	0.015899	0.010944	0.059919	0.010944	0.059919
X Variable 1	0.034603	0.000683	50.65098	9.09E-07	0.032706	0.0365	0.032706	0.0365