

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Karakteristik Es Sirup

Es sirup merupakan salah satu jenis minuman jajanan yang disukai oleh anak-anak Sekolah Dasar. Es sirup memiliki bermacam-macam warna, ada yang merah, kuning, hijau, dan sebagainya. Minuman ini terbuat dari sirup yang kemudian diencerkan dengan air (Anonim, 2005).

Sirup menggunakan pemanis buatan cukup tinggi, dari contoh yang diperiksa dapat mencapai lebih dari 50% ternyata menggunakan pemanis buatan. Selain ada kemungkinan bersifat karsinogenik, penggunaan sirup dengan pemanis buatan dapat merugikan. Lebih-lebih bagi penderita yang sumber kalornya diberikan hanya dengan sirup (hepatitis), dengan sirup palsu yang bersangkutan dapat kekurangan sumber kalori (PAU, 1986).

Berdasarkan survei di beberapa Sekolah Dasar di Kecamatan Depok, Sleman, es sirup yang dijual dibuat dari sirup kental berwarna merah yang kemudian diencerkan dengan air. Selain itu juga dibuat dari minuman serbuk yang terdapat dalam kemasan yang kemudian diencerkan dengan air, dengan merk yang telah banyak dikenal oleh masyarakat dan ada yang bermerk namun tidak terlalu dikenal oleh masyarakat. Minuman serbuk dalam kemasan tersebut beraneka warna (merah, kuning, hijau, dan sebagainya) dan rasa.

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3544-1994), sirup adalah larutan gula pekat (sakarosa '*high fructose syrup*' dan atau gula inversi

lainnya) dengan atau tanpa penambahan bahan tambahan makanan yang diijinkan. Syarat mutu sirup dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Mutu Sirup

No.	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan :		
1.1	Aroma	-	Normal
1.2	Rasa	-	Normal
2.	Gula jumlah (dihitung sebagai sakarosa)	% b/b	Min. 65
3.	Bahan Tambahan Makanan :		
3.1	Pemanis buatan	-	Tidak boleh ada
3.2	Pewarna tambahan	Sesuai SNI	01-0222-1987 ³⁾
3.3	Pengawet	Sesuai SNI	01-0222-1987 ³⁾
4.	Cemaran Logam :		
4.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 1,0
4.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 10
4.3	Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 25
5.	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,5
6.	Cemaran Mikrobia :		
6.1	Angka Lempeng Total	CFU/ml	Maks. 5×10^2
6.2	Coliform	MPN/ml	Maks 20
6.3	<i>Escherichia coli</i>	Koloni/ml	< 3
6.4	Salmonella	Koloni/ml	Negatif
6.5	<i>S. aureus</i>	Koloni/ml	0
6.6	<i>Vibrio cholerae</i>	Koloni/ml	Negatif
6.7	Kapang	Koloni/ml	Maks. 50
6.8	Khamir	Koloni/ml	Maks. 50

Sumber: Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3544-1999).

B. Karakteristik Zat Pewarna Sintetis (Rhodamin B)

Penemuan zat pewarna sintesis oleh William Henry Parkins dari Inggris pada tahun 1856 membawa ke arah perubahan pemakaian zat pewarna dalam makanan. Zat pewarna sintesis mempunyai keunggulan dari zat pewarna alami dalam hal pewarnanya dan stabilitasnya yang lebih baik, karena keunggulan-keunggulannya tersebut maka banyak produsen makanan beralih dari zat pewarna alami ke zat pewarna sintetis. Sekarang ini lebih dari 90 persen zat

pewarna yang digunakan dalam industri makanan adalah zat pewarna sintesis (Enie, 1999).

Zat pewarna sintetis merupakan bahan tambahan yang banyak digunakan oleh industri pengolahan pangan untuk mewarnai produk makanan yang dihasilkannya. Menurut Newsome (1986), zat pewarna sintetis ditambahkan ke dalam makanan dengan maksud untuk :

1. Mengembalikan warna makanan yang berubah akibat pengolahan menggunakan panas ke warna aslinya. Misalnya untuk memperbaiki warna sayuran dan makanan kaleng.
2. Menyeragamkan warna makanan yang berbeda karena pengaruh alami, misalnya untuk menyeragamkan warna buah-buahan yang dipetik pada waktu yang berbeda-beda.
3. Meningkatkan warna makanan yang oleh konsumen warnanya tersebut selalu diasosiasikan dengan flavornya. Misal warna *yoghurt* berflavor jeruk warnanya kuning atau oranye, warna minuman ringan, warna saus tomat, dan sebagainya.
4. Melindungi flavor dan vitamin-vitamin yang sensitif terhadap cahaya selama penyimpanan (sebagai tirai penghalang sinar matahari).
5. Memberikan penampakan yang menarik terhadap makanan.
6. Melindungi identitas makanan. Misal warna air jeruk harus kuning atau oranye.
7. Sebagai indikasi visual mutu makanan (meningkatkan daya terima makanan, membantu pengolahan makanan, penyimpanan dan pengawasan mutunya).

Menurut *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA), zat pewarna sintetis dapat digolongkan dalam beberapa kelas berdasarkan rumus kimianya, yaitu azo, triarilmetana, quinolin, xanten, dan indigoid. Sedangkan berdasarkan kelarutannya dikenal dua macam pewarna sintetis yaitu *dyes* dan *lakes*. Kelas-kelas zat pewarna buatan menurut JECFA dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kelas-Kelas Zat Pewarna Buatan Menurut JECFA

Nama	Warna
Azo :	
a. <i>Tartazin</i>	Kuning
b. <i>Sunset Yellow FCF</i>	Orange
c. <i>Alura Red AC</i>	Merah (kekuningan)
d. <i>Ponceau 4R</i>	Merah
e. <i>Red 2G</i>	Merah
f. <i>Azorubine</i>	Merah
g. <i>Fast Red E</i>	Merah
h. <i>Amaranth</i>	Merah (kebiruan)
i. <i>Brilliant Black BN</i>	Ungu
j. <i>Brown FK</i>	Kuning cokelat
k. <i>Brown HT</i>	Cokelat
Triarilmetana :	
a. <i>12 Brilliant Blue FCF</i>	Biru
b. <i>Patent Blue V</i>	Biru
c. <i>14 Green S</i>	Biru kehijauan
d. <i>15 Green Fast FCF</i>	Hijau
Quinolin :	
a. <i>16 Quinoline Yellow</i>	Kuning kehijauan
Xanten :	
a. <i>17 Erythrosine</i>	Merah
Indigoid :	
a. <i>Indigotine</i>	Biru kemerahan

(Cahyadi, 2006).

Dyes adalah zat pewarna yang umumnya bersifat larut dalam air, terdapat dalam bentuk bubuk, granula, cairan, campuran warna, pasta, dan dispersi. Umumnya digunakan untuk mewarnai roti dan kue, produk-produk

susu, kulit sosis, kembang gula, *drymixes*, minuman ringan, minuman berkarbonat, dan lain-lain. Sedangkan *lakes* merupakan zat pewarna yang dibuat melalui proses pengendapan dan absorpsi *dyes* pada radikal (Al atau Ca) yang dilapisi dengan aluminium hidrat (Alumina). *Lakes* ini tidak larut dalam air dan hampir pada semua pelarut, sehingga *lakes* lebih baik digunakan untuk produk-produk yang mengandung lemak dan minyak dan produk yang padat airnya rendah, misalnya tablet, permen karet, dan lain-lain. Dibandingkan dengan *dyes*, *lakes* bersifat lebih stabil terhadap cahaya, kimia, dan panas sehingga harga *lakes* lebih mahal daripada harga *dyes* (Cahyadi, 2006).

Proses pembuatan zat warna sintesis biasanya melalui perlakuan pemberian asam sulfat atau asam nitrat yang seringkali terkontaminasi oleh arsen atau logam berat lain yang bersifat racun. Untuk zat pewarna yang dianggap aman, ditetapkan bahwa kandungan arsen tidak boleh lebih dari 0,0004 % dan timbal tidak boleh lebih dari 0,0001 %, sedangkan logam berat lainnya tidak boleh ada (Cahyadi, 2006).

Di Indonesia, peraturan mengenai penggunaan zat pewarna yang diizinkan dan dilarang untuk pangan diatur melalui SK Menteri Kesehatan RI Nomor 722/Menkes/Per/IX/88 mengenai bahan tambahan pangan. Akan tetapi, seringkali terjadi penyalahgunaan pemakaian zat pewarna untuk sembarang bahan pangan, misalnya zat pewarna untuk tekstil dan kulit dipakai untuk mewarnai bahan pangan, yang jelas berbahaya bagi kesehatan karena adanya residu logam berat pada zat pewarna tersebut. Timbulnya

penyalahgunaan ini disebabkan oleh ketidaktahuan masyarakat mengenai zat pewarna untuk pangan, dan harga zat pewarna untuk industri jauh lebih murah dibandingkan dengan harga zat pewarna untuk pangan, juga warna dari zat pewarna tekstil atau kulit lebih menarik (Cahyadi, 2006). Bahan pewarna sintetis yang diijinkan dan dilarang di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 3. dan Tabel 4.

Tabel 3. Bahan Pewarna Sintetis yang Diizinkan di Indonesia

Pewarna		Nomor Indeks Warna (C.I.No.)	Batas Maksimum Penggunaan
Amaran	<i>Amaranth : CI. Food Red 9</i>	16185	Secukupnya
Biru berlian	<i>Brilliant blue FCF : CI</i>	42090	Secukupnya
Eritrosin	<i>Food red 2 Erithrosin : CI</i>	45430	Secukupnya
Hijau FCF	<i>Food red 14 Fast green FCF : CI</i>	42053	Secukupnya
Hijau S	<i>Food green 3 Green S : CI Food</i>	44090	Secukupnya
Indigotin	<i>Green 4 Indigotin : CI Food</i>	73015	Secukupnya
Ponceau 4R	<i>Blue I Ponceau 4R : CI</i>	16255	Secukupnya
Kuning	<i>Food red 7</i>	74005	Secukupnya
Kuinelin	<i>Quineline yellow CI. Food yellow 13</i>	15980	Secukupnya
Kuning FCF	<i>Sunset yellow FCF CI. Food yellow 3</i>	-	Secukupnya
Riboflavina	<i>Riboflavina</i>	19140	Secukupnya
Tartrazine	<i>Tartrazine</i>		

Sumber: Peraturan Menkes RI, Nomor 722/Menkes/Per/IX/88 (Cahyadi, 2006).

Tabel 4. Bahan Pewarna Sintesis yang Dilarang di Indonesia

Bahan Pewarna		Nomor Indeks Warna (C.I.No.)
<i>Citrus red No. 2</i>		12156
<i>Ponceau 3 R</i>	(<i>Red G</i>)	16155
<i>Ponceau SX</i>	(<i>Food Red No. 1</i>)	14700
<i>Rhodamine B</i>	(<i>Food Red No. 5</i>)	45170
<i>Guinea Green B</i>	(<i>Acid Green No. 3</i>)	42085
<i>Magenta</i>	(<i>Basic Violet No. 14</i>)	42510
<i>Chrysoidine</i>	(<i>Basic Orange No. 2</i>)	11270
<i>Butter Yellow</i>	(<i>Solvent Oranges No. 2</i>)	11020
<i>Sudan I</i>	(<i>Food Yellow No. 2</i>)	12055
<i>Methanil Yellow</i>	(<i>Food Yellow No. 14</i>)	13065
<i>Auramine</i>	(<i>Ext. D & C Yellow No. 1</i>)	41000
<i>Oil Orange SS</i>	(<i>Basic Yellow No. 2</i>)	12100
<i>Oil Orange XO</i>	(<i>Solvent Oranges No. 7</i>)	12140
<i>Oil Yellow AB</i>	(<i>Solvent Oranges No. 5</i>)	11380
<i>Oil Yellow OB</i>	(<i>Solvent Oranges No. 6</i>)	11390

Sumber: Peraturan Menkes RI, Nomor 722/Menkes/Per/IX/88 (Cahyadi, 2006).

Pemakaian zat pewarna di suatu negara tidak selalu sama dengan di negara-negara lainnya. Suatu zat pewarna yang dilarang di satu negara belum tentu dilarang di negara lainnya. Misalnya, *Amaranth* dilarang di Amerika Serikat karena ditakutkan dapat menyebabkan kanker, tetapi di Negara-negara EEC (*Europe Economy Community*) atau Masyarakat Ekonomi Eropa dan Indonesia masih diperbolehkan. *Alura Red AC* yang diijinkan di Amerika Serikat tidak tercantum dalam daftar zat pewarna makanan yang diijinkan di Negara-negara EEC dan Indonesia (Enie, 1996). Peraturan pemakaian zat pewarna makanan di Indonesia, Negara-negara EEC dan Amerika Serikat dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Zat Pewarna Alami yang Diijinkan untuk Makanan di Indonesia, Negara-negara EEC dan Amerika Serikat

No.	Zat pewarna	C.I.No	EEC No.	Persyaratan		
				Indonesia	EEC	Amerika Serikat
1.	<u>Merah:</u> <i>Carmine</i>	75470	E 120	x	x	x
2.	<u>Merah/Kuning:</u> <i>Annato</i>	75120	E 160b	x	x	x
3.	<i>Beta-carotene</i> (dan derivatnya)	75130	E 160a E 160 E 160e,f	x	x	x
4.	<i>Chantaxanthin</i> <u>Merah/Jingga:</u>	40850	E 161g	x	x	x
5.	<i>Anthocyanins</i>		E 163	-	x	x
6.	<i>Beefroot Red</i>		E 162	-	x	x
7.	<u>Kuning:</u> <i>Curcumin</i>	75300	E 100	x	x	x
8.	<i>Ribloflavin</i>		E 101	-	x	x
9.	<u>Hijau:</u> <i>Chlorophyll</i>	75810	E 140	x	x	x
10.	<u>Coklat:</u> <i>Karamel</i>		E 150	x	x	x
11.	<u>Hitam:</u> <i>Carbon Black</i>		E 153	-	x	-
12.	<u>Anorganik:</u> <i>Kalsium karbonat</i>	77220	E 170	-	x	-
13.	<i>Iron oxide</i>		E 172	-	x	-
14.	<i>Titanium oxide</i>	77891	E 171	X	x	x

Ket : x = diijinkan, - = tidak diijinkan (Enie, 1999).

Rhodamin B merupakan zat warna sintetik yang umum digunakan sebagai pewarna tekstil. Pengkonsumsian Rhodamin B dalam jumlah yang besar maupun berulang-ulang menyebabkan sifat kumulatif yaitu iritasi saluran pernafasan, iritasi kulit, iritasi pada mata, iritasi pada saluran pencernaan, keracunan, dan gangguan hati/liver. Rhodamin B memiliki LD₅₀ sebesar 89,5 mg/kg jika diinjeksikan pada tikus secara intravena (Wirasto, 2008).

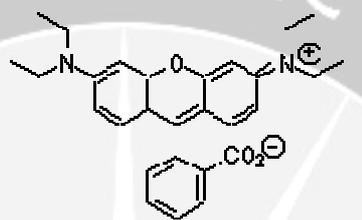
Tabel 6. Zat Pewarna Sintetis yang Diijinkan di Beberapa Negara (Indonesia, EEC dan Amerika Serikat)

No.	Zat Pewarna	C.I.No.	EEC No.	Persyaratan		
				Indonesia	EEC	Amerika Serikat
	<u>Merah:</u>					
1.	<i>Allura Red AC</i>	16035	-	-	-	x
2.	<i>Ponceau 4R</i>	16255	E 124	x	x	-
3.	<i>Carmoisine</i>	14720	E 122	-	x	-
4.	<i>Amaranth</i>	16185	E 123	x	x	-
5.	<i>Erythrisine</i>	45430	E 127	x	x	x
	<u>Orange, Kuning:</u>					
6.	<i>Tartrazine</i>	19140	E 102	x	x	x
7.	<i>Sunset Yellow FCF</i>	15985	E 110	x	x	x
8.	<i>Quinoline Yellow</i>	47005	E 104	x	x	-
	<u>Hijau:</u>					
9.	<i>Green S (Brilliant Green)</i>	44090	E 142	x	x	-
10.	<i>Fast Green FCF</i>	42053		x	-	-
	<u>Biru:</u>					
11.	<i>Indigo Carmine</i>	73015	E 132	x	x	x
12.	<i>Patent Blue V</i>	42051	E 131	-	x	-
13.	<i>Brilliant Blue FCF</i>	42090	-	x	Hanya Inggris	x
	<u>Hitam:</u>					
14.	<i>Black PN</i>	28440	-	-	-	-

Ket : x = diijinkan, - = tidak diijinkan (Enie, 1999).

Nama kimia untuk Rhodamin B yaitu *N-[9-(2-Carboxyphenyl)-6-(diethylamino)-3H-xanthen-3-ethyethanaminium chlorida*. Sinonim dari Rhodamin B yaitu *tetra ethylrhodamine*; *D & C Red No. 19*, *Rhodamine B Chloride*, *C. I. Basic Violet 10*, dan *C. I. 45170*. Rumus Molekul Rhodamin B yaitu $C_{28}H_{31}ClN_2O_3$. Bobot Molekul (BM) Rhodamin B yaitu 479 dan titik leburnya adalah $165^{\circ}C$. Rhodamin B sangat larut dalam air dan alkohol, sedikit larut dalam asam hidroklorida dan natrium hidroksida. Rhodamin B adalah zat warna sintetik berbentuk serbuk kristal berwarna kehijauan, berwarna merah keunguan dalam bentuk terlarut pada konsentrasi tinggi dan

berwarna merah terang pada konsentrasi rendah. Rhodamin B dapat digunakan untuk pewarna kulit, kapas, wool, serat kulit kayu, nilon, serat asetat, kertas, tinta dan vernis, sabun, dan bulu (Wirasto, 2008). Struktur kimia dari Rhodamin B dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Kimia Rhodamin B
(Wirasto, 1988)

Rhodamin B berwarna merah dan sangat beracun dan berfluorensi bila terkena cahaya matahari. Zat warna sintetis Rhodamin B adalah salah satu zat pewarna yang dilarang untuk makanan dan dinyatakan sebagai bahan berbahaya menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 722/Menkes/Per/IX/1988 tentang zat warna yang dinyatakan berbahaya dan dilarang di Indonesia. Pemakaian zat warna yang dilarang ini sering terjadi pada industri kecil dan alasan pemakaiannya selain murah harganya juga mudah mendapatkannya. Hasil penelitian Yayasan Lembaga Konsumen Indonesia (1974), menunjukkan bahwa zat pewarna kemasan kecil yang diperdagangkan mengandung zat pewarna yang tidak diijinkan untuk dimakan seperti Rhodamin B. Zat warna Rhodamin B ini merupakan zat warna yang bersifat karsinogenik dan menyerang hati (Djarismawati dkk., 2004).

Menurut Pipih Siswati dan Juli Soemirat Slamet dalam uji toksisitas zat warna Rhodamin B terhadap mencit dengan pemberian dosis Rhodamin B 150 ppm, 300 ppm, dan 600 ppm menunjukkan terjadinya perubahan bentuk dan organisasi sel dalam jaringan hati dari normal ke patologis, yaitu perubahan sel hati menjadi nekrosis dan jaringan di sekitarnya mengalami desintegrasi atau disorganisasi. Kerusakan pada jaringan hati ditandai dengan terjadinya piknotik dan hiperkromatik dari nukleus, degenerasi lemak dan sitolisis dari sitoplasma. Terjadinya degenerasi lemak ini disebabkan karena terhambatnya pemasokan energi yang diperlukan untuk memelihara fungsi dan struktur retikulum endoplasmik sehingga proses sintesis protein menjadi menurun dan sel kehilangan daya untuk mengeluarkan trigliserida, akibatnya menimbulkan nekrosis hati (Djarismawati dkk., 2004).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Soleh (2003), menunjukkan bahwa dari 25 sampel makanan dan minuman jajanan yang beredar di wilayah kota Bandung, terdapat 5 sampel yang positif mengandung zat warna yang dilarang oleh Pemerintah yaitu Rhodamin B (produk sirup jajanan, kerupuk, dan terasi merah), sedangkan untuk Methanil Yellow tidak terdapat dalam sampel. Dari 251 jenis minuman yang diambil sebagai contoh (dapat dilihat pada Tabel 7), ternyata Rhodamin B di Bogor sebanyak 14,5% dan Rangkasbitung 17%, sedangkan kota-kota kecil dan di desa-desa 24% minuman yang berwarna merah ternyata mengandung Rhodamin B (Cahyadi, 2006).

Tabel 7. Daftar Pewarna Pangan yang Terdapat dalam Jenis Minuman yang Diambil Contoh di Daerah Bogor, Rangkasbitung, Kota-kota kecil dan Desa-desa.

Warna	Zat Pewarna Buatan	Jenis Minuman
Merah	Carmoissine	Es ampere, es limun
Merah	Rhodamin B	Es campur, es cendol, es kelapa muda, es sirup, es cincau
Merah	Amaranth	Es campur
Merah	Scarlet 4 R	Es campur
Kuning	Tartazine	Es limun, es sirup
Kuning	Sunset Yellow	Es limun, es sirup, es campur
Kuning	Methanil Yellow	Es sirup
Hijau	Fast Green FCF	Es limun, es cendol
Biru	Brilliant Blue	Es mambo

Sumber: IPB, TNO-VU (1990)

Penelitian yang dilakukan oleh YLKI (1990) di Semarang, menunjukkan bahwa minuman yang mengandung Rhodamin B ternyata mencapai 54,55% dari 22 contoh yang diuji, dan 31,82% dari 44 contoh pangan yang diuji juga positif menggunakan pewarna terlarang seperti Rhodamin B, Methanil Yellow, atau Orange RN.1 (Cahyadi, 2006).

Pemakaian bahan pewarna sintesis dalam pangan walaupun mempunyai dampak positif bagi produsen dan konsumen, ternyata dapat pula menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan manusia. Beberapa hal yang mungkin memberi dampak negatif tersebut terjadi bila:

1. Bahan pewarna sintesis ini dimakan dalam jumlah kecil, namun berulang.
2. Bahan pewarna sintesis dimakan dalam jangka waktu lama.

3. Kelompok masyarakat luas dengan daya tahan yang berbeda-beda, yaitu tergantung pada umur, jenis kelamin, berat badan, mutu pangan sehari-hari, dan keadaan fisik.
4. Berbagai lapisan masyarakat yang mungkin menggunakan bahan pewarna sintetis secara berlebihan.
5. Penyimpanan bahan pewarna sintetis oleh pedagang bahan kimia yang tidak memenuhi persyaratan (Cahyadi, 2006).

Salah satu percobaan Kinoshita (1991) pada hewan percobaan (tikus) dengan memberi makanan yang mengandung senyawa-senyawa zat warna yang dianggap karsinogen. Untuk dosis ± 3 mg/hari, sebagian mati sebelum 30 hari, sisanya bertahan sampai hari ke 150 namun telah terkena macam-macam tumor hati. Efek kronis diakibatkan oleh zat warna azo yang dimakan dalam jangka waktu yang lama. Selain senyawa azo, senyawa lainnya juga mengakibatkan kanker walaupun efeknya lebih kecil dan waktunya lebih lama (Cahyadi, 2006).

Zat warna diabsorpsi dari dalam saluran pencernaan makanan dan sebagian dapat mengalami metabolisme oleh mikroorganisme dalam usus. Dari saluran pencernaan dibawa langsung ke hati. Di dalam hati, senyawa dimetabolisme dan dikonjugasi, lalu ditransportasikan ke ginjal untuk diekskresikan bersama urine (Cahyadi, 2006).

C. Karakteristik Zat Pemanis Sintetis

Zat pemanis sintetis merupakan zat yang dapat menimbulkan rasa manis atau dapat membantu mempertajam penerimaan terhadap rasa manis tersebut, sedangkan kalori yang dihasilkannya jauh lebih rendah daripada gula (Winarno, 1997). Pemanis buatan ini di pasaran sering disebut biang gula atau sari manis (Suhardi, 1999).

Pemanis merupakan senyawa kimia yang sering ditambahkan dan digunakan untuk keperluan produk olahan pangan, industri, serta minuman dan makanan kesehatan. Pemanis berfungsi untuk meningkatkan cita rasa dan aroma, memperbaiki sifat-sifat fisik, sebagai pengawet, memperbaiki sifat-sifat kimia sekaligus merupakan sumber kalori bagi tubuh, mengembangkan jenis minuman dan makanan dengan jumlah kalori terkontrol, mengontrol program pemeliharaan dan penurunan berat badan, mengurangi kerusakan gigi, dan sebagai bahan substitusi pemanis utama (Cahyadi, 2006).

Perkembangan industri pangan dan minuman akan kebutuhan pemanis dari tahun ke tahun semakin meningkat. Industri pangan dan minuman lebih menyukai menggunakan pemanis sintetis karena selain harganya relatif murah, tingkat kemanisan pemanis sintetis jauh lebih tinggi dari pemanis alami, yang mengakibatkan terus meningkatnya penggunaan pemanis sintetis terutama sakarin dan siklamat (Cahyadi, 2006).

Dilihat dari sumber pemanis dapat dikelompokkan menjadi pemanis alami dan pemanis buatan (sintetis). Pemanis alami biasanya berasal dari tebu

(*Saccharum officinarum*) dan bit (*Beta vulgaris* L.), dan bahan pemanis yang dihasilkan dikenal dengan nama gula alam atau sukrosa. Beberapa yang sering digunakan adalah sukrosa, laktosa, maltosa, galaktosa, D-Glukosa, D-Fruktosa, sorbitol, manitol, gliserol, dan glisina. Bahan pemanis sintetis yang telah banyak dikenal dan digunakan adalah sakarin, siklamat, aspartam, dulsin, sorbitol sintetis, dan nitro-propoksi-anilin (Cahyadi, 2006).

Dilihat dari data pemakaiannya selama 5 tahun ada peningkatan pemakaian pemanis buatan rata-rata sebesar 15%. Meningkatnya penggunaan pemanis buatan perlu dilihat dampaknya, mengingat pemanis buatan seperti sakarin dan siklamat diduga dapat menimbulkan gangguan terhadap kesehatan apabila dikonsumsi secara berlebihan. Beberapa penelitian terhadap hewan percobaan menunjukkan bahwa konsumsi sakarin dan siklamat dapat menyebabkan timbulnya kanker kandung kemih (Cahyadi, 2006).

Berdasarkan penelitian Budiarmo (1992), pengonsumsi sodium siklamat dengan dosis 50-75 mg/kg bb setiap hari selama 18 bulan sampai 6 tahun mengakibatkan kanker kandung kemih dan tumor *multiple* lainnya. Selain itu juga, tikus-tikus percobaan yang diberi makan 5 % sakarin (dosisnya setara dengan 175 g sakarin sehari dosis orang dewasa seumur hidup) selama lebih dari 2 tahun menunjukkan kanker mukosa kandung kemih (Budiarmo, 1992).

Berdasarkan penelitian Sihombing (1988), sakarin ditemukan dalam 30 macam minuman dan makanan olah yang dibeli sebagai jajanan umum di pasar Jatinegara Jakarta Timur (diantaranya minuman sirup, es krim, kue, dan gula-gula), dengan kandungan Na-sakarin berkisar antara 68 mg/kg sampai 1578 mg/kg yang telah melampaui batas maksimum penggunaan sakarin pada makanan (1500 mg/kg) (Sihombing, 1988).

Menurut Murdiati dkk., (1988), bahan pemanis buatan yang ideal seharusnya memiliki sifat-sifat karakteristik sebagai berikut :

1. Kemanisan minimal sama dengan sukrosa
2. Tidak berwarna
3. Dapat larut dalam air
4. Komposisinya stabil
5. Dapat dimetabolisme secara normal, secara ekonomis layak
6. Tidak beracun
7. Tidak menimbulkan karies gigi
8. Tidak menambah kalori pada diet
9. Memiliki sifat-sifat dan fungsi lain untuk makanan dan minuman

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-0222-1987), syarat mutu bahan tambahan makanan untuk pemanis buatan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Syarat Mutu Bahan Tambahan Makanan (Untuk Pemanis Buatan)

No.	Pemanis buatan		Makanan	Batas maksimum penggunaan
1.	Sakarin (serta garam natrium dan garam kalsium)	<i>Saccharin</i> (and sodium salt; and calcium salt)	1) Makanan berkalori rendah (*) 2) Makanan untuk penderita Diabetes mellitus (*) 3) Minuman tertentu yang diizinkan (*)	1) 1,5 mg/kg 2) 1,5 mg/kg 3) 50 mg/kg
2.	Siklamat (serta garam natrium dan garam kalsium)	<i>Cyclamate</i> (and sodium salt; and calcium salt)	1) Makanan berkalori rendah (*) 2) Makanan untuk penderita Diabetes mellitus (*)	1) 20 g/kg, dihitung sebagai asam siklamat 2) 20 g/kg, dihitung sebagai asam siklamat

Sumber: Standar Nasional Indonesia (SNI 01-0222-1987), (*) pada label harus dicantumkan pernyataan "mengandung x", x adalah nama pemanis buatan.

Di Indonesia, meskipun ada beberapa pembatasan dalam peredaran dan produksi siklamat, tetapi belum ada larangan dari pemerintah mengenai penggunaannya. Bahan pemanis sintetis yang diizinkan sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 208/Menkes/Per/IV/1985 dapat dilihat pada Tabel 9.

Bahan pemanis sintetis yang telah mendapatkan persetujuan Dirjen POM Depkes (ijin khusus) yaitu isomalt, malitol, xylitol, mannitol, sorbitol, acesulfam K, alitam, dan sukralosa (Enie, 1999).

Tabel 9. Bahan Pemanis Sintetis yang Dijinkan Sesuai Peraturan

Nama pemanis sintetis	ADI	Jenis Bahan Makanan	Batas Maksimal Penggunaan
Aspartam *)	0-40 mg	-	-
Sakarin (serta garam natrium)	0-2,5 mg	Makanan berkalori rendah : a. Permen karet b. Permen c. Saus d. Es lilin e. Jem dan jeli f. Minuman ringan g. Minuman yoghurt h. Es krim dan sejenisnya i. Minuman ringan Terfermentasi	50 mg/kg (sakarin) 100 mg/kg (Na-sakarin) 300 mg/kg (Na-sakarin) 300 mg/kg (Na-sakarin) 200 mg/kg (Na-sakarin) 300 mg/kg (Na-sakarin) 300 mg/kg (Na-sakarin) 200 mg/kg (Na-sakarin) 50 mg/kg (sakarin)
Siklamat (serta garam natrium dan garam kalsium)	0-50 mg	Makanan berkalori rendah : a. Permen karet b. Permen c. Saus d. Es krim dan sejenisnya e. Es lilin f. Jem dan jeli g. Minuman ringan h. Minuman yoghurt i. Minuman ringan terfermentasi	500 mg/kg (asam siklamat) 1 g/kg (asam siklamat) 3 g/kg (asam siklamat) 2 g/kg (asam siklamat) 1 g/kg (asam siklamat)

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 208/Menkes/Per/IV/1985

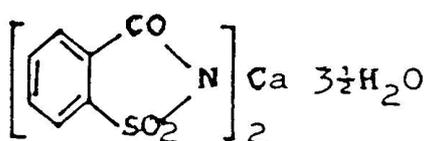
*) hanya dalam bentuk sediaan.

1. Karakteristik Sakarin

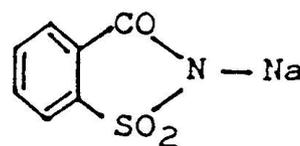
Untuk pertama kalinya sakarin ditemukan pada tahun 1879 oleh Ira Remsen dan Constantine Fahbelrg dari Universitas John Hopkins (Sudarmadji, 1981). Tahun 1900, sakarin digunakan sebagai pemanis, dengan rumus molekul $C_7H_5NO_3S$. Nama lain dari sakarin adalah 2,3-dihidro-3-oksobenzisulfonazol, benzosulfimida atau o-sulfobenzimida. Nama dagangnya

adalah *glucide, garantose, saccharinol, saccharinose, sakarol, saxin, sykose, hermesetas*. Intensitas rasa manis garam natrium sakarin cukup tinggi, yaitu kira-kira 200-700 kali sukrosa 10%, namun juga mempunyai rasa pahit. Sakarin digunakan sebagai pengganti gula karena mempunyai sifat yang stabil, nilai kalori yang rendah, harganya relatif murah, dan digunakan untuk mengganti sukrosa bagi penderita *Diabetes Mellitus* atau untuk bahan pangan berkalori rendah (Cahyadi, 2006).

Bentuk asam dari sakarin sebenarnya banyak ditemukan di pasaran, akan tetapi yang banyak dipergunakan dalam industri minuman dan makanan adalah bentuk garamnya. Garam sakarin yang banyak yang dipergunakan adalah garam kalsium dan garam sodium. Struktur kimiawi garam kalsium dan sodium dari sakarin atau ortho-benso-sulfamat dapat dilihat pada Gambar 2.



Kalsium Sakarin



Sodium Sakarin

Gambar 2. Struktur Kimia Kalsium Sakarin dan Sodium Sakarin (Murdiati dkk., 1988).

Kalsium sakarin berupa bubuk kristalin yang berwarna putih, berasa manis dan tidak berbau. Sodium sakarin berupa bubuk yang berwarna putih atau kristal tidak berwarna, tidak berbau, larut dalam air. Kelarutan sakarin dalam air semakin banyak dengan semakin naiknya suhu larutan. Kalsium

sakarín lebih mudah larut dalam campuran etanol-air pada konsentrasi etanol yang tinggi daripada sodium sakarin (Murdiati dkk., 1988).

Tingkat kemanisan bahan sintetis naik pada konsentrasi yang tinggi, dengan kecepatan yang rendah atau tidak sebanding dengan kenaikan tingkat kemanisan bahan pemanis alami. Hal ini mungkin disebabkan oleh bertambah terasanya rasa ikutan pada bahan pemanis sintetis, rasa pahit dan after taste semakin nyata sehingga menutupi atau mengurangi rasa manis yang sebenarnya (Murdiati dkk., 1988).

Rasa pahit tersebut kemungkinan besar terkait dalam struktur molekulnya, karena dengan pemurnian yang bagaimana pun tidak sanggup menghilangkan rasa pahitnya. Sakarin pada konsentrasi yang tinggi berasa pahit getir, oleh karena itu penggunaan campuran sakarin-siklamat lebih menguntungkan karena terasa lebih manis dan rasa ikutannya tidak nyata (Murdiati dkk., 1988).

Sakarín mempunyai indikasi bersifat karsinogenik. Percobaan pada tikus dengan menggunakan sakarin pada kadar 5% dapat merangsang terjadinya tumor kandung kemih. Penelitian di Amerika menyatakan bahwa sakarin mempunyai kecenderungan yang nyata terhadap timbulnya kanker pada manusia. Sakarin telah terbukti merupakan karsinogen lunak pada kandung kemih tikus, tetapi tidak pada manusia, oleh karena itu sampai sekarang sakarin tetap diijinkan penggunaannya walau dengan batasan-batasan tertentu (Murdiati dkk., 1988).

Hasil penelitian *National Academy of Science* tahun 1968 menyatakan bahwa konsumsi sakarin oleh orang dewasa sebanyak 1 g/lebih rendah tidak menyebabkan terjadinya gangguan kesehatan. *Canada's Health Protection Branch* (1977), melaporkan bahwa sakarin bertanggung jawab terhadap terjadinya kanker kantong kemih. Hal ini menimbulkan kontroversi, karena adanya penjelasan bahwa tikus-tikus yang dicoba di Canada diberikan sakarin dengan dosis yang sangat tinggi (Cahyadi, 2006).

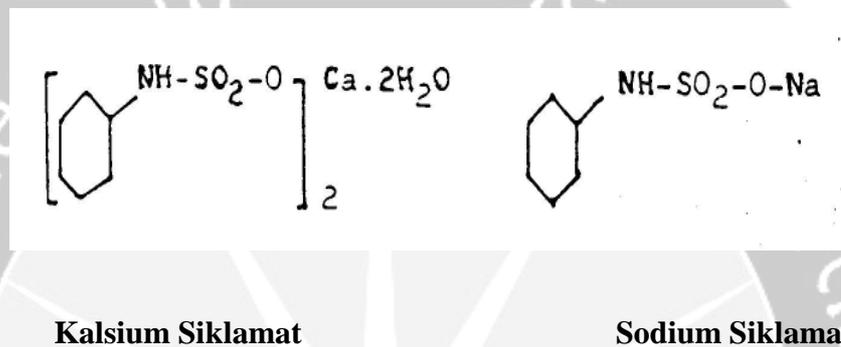
Pemerintah Indonesia mengeluarkan peraturan melalui Menteri Kesehatan RI No. 208/Menkes//Per/IV/1985 tentang pemanis buatan dan No. 722/Menkes/Per/IX/1988 tentang bahan tambahan pangan (Cahyadi, 2006). Besarnya penggunaan pemanis buatan dalam peraturan tersebut untuk sakarin adalah 0-2,5 mg/kg berat badan/hari (Murdiati dkk., 1988).

2. Karakteristik Siklamat

Siklamat pertama kali ditemukan dengan tidak sengaja oleh Michael Sveda tahun 1937. Sejak tahun 1950 siklamat ditambahkan ke dalam pangan dan minuman. Siklamat biasanya tersedia dalam bentuk garam natrium dari asam siklamat dengan rumus molekul $C_6H_{11}NHSO_3Na$. Nama lain dari siklamat adalah natrium sikloheksilsulfamat atau natrium siklamat. Nama dagangnya adalah *assugrin*, *sucaryl*, atau *sucrosa* (Cahyadi 2006).

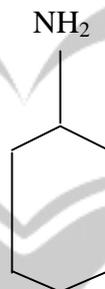
Siklamat berasa manis, mudah larut dalam air, intensitas kemanisannya ± 30 kali kemanisan sukrosa, bersifat tahan panas, sehingga sering digunakan dalam pangan yang diproses dalam suhu tinggi misalnya pangan dalam kaleng

(Cahyadi, 2006). Siklamat berupa kristal atau bubuk kristal yang berwarna putih dan tidak berbau. Siklamat banyak tersedia dalam bentuk garam kalsium dan sodium dari asam sikloheksana sulfamat. Struktur kimia siklamat dapat dilihat pada Gambar 3, sedangkan struktur kimia sikloheksamin dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Struktur Kimia Kalsium Siklamat dan Sodium Siklamat (Murdiati dkk., 1988).

Struktur kimia sikloheksamin adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Struktur Kimia Sikloheksamin (Cahyadi, 2006)

Hasil penelitian bahwa tikus yang diberikan siklamat dan sakarin dapat menimbulkan kanker kantong kemih. Hasil metabolisme siklamat, yaitu sikloheksamin bersifat karsinogenik. Ekskresinya melalui urine dapat merangsang pertumbuhan tumor. Penelitian yang lebih baru menunjukkan

bahwa siklamat dapat menyebabkan atrofi, yaitu terjadinya pengecilan testicular dan kerusakan kromosom (Cahyadi, 2006).

Menurut peraturan Menteri Kesehatan RI No. 722/Menkes/Per/IX/88, kadar maksimum asam siklamat yang diperbolehkan dalam pangan dan minuman berkalori rendah dan yang diperbolehkan bagi penderita *Diabetes Mellitus* adalah 3 g/kg bahan pangan dan minuman. Menurut WHO, batas konsumsi harian siklamat yang aman (ADI) adalah 0-11 mg/kg berat badan (Cahyadi, 2006). Hasil penelitian Yayasan Lembaga Konsumen Indonesia (YLKI), menunjukkan bahwa beberapa makanan jajanan yang dijual di sekolah-sekolah dasar menggunakan kombinasi sakarin dan siklamat. Berdasarkan penelitian *Streetfood Project* (Proyek Makanan Jajanan) di Bogor tahun 1989, diketahui hampir seluruh jenis es puter dan minuman ringan yang diperiksa (251 sampel), ternyata mengandung siklamat. Walaupun pemanis sintetis tersebut terdapat dalam jumlah yang masih di bawah batas maksimum tetapi berdasarkan peraturan Menkes (1988), jumlah tersebut hanya ditujukan untuk produk yang rendah kalori atau bagi penderita *Diabetes Mellitus* dan bukan untuk produk konsumsi umum apalagi untuk anak-anak sekolah dasar (Winarno, 1994).

D. Karakteristik Mikrobial

Beberapa tipe keracunan yang disebabkan oleh bakteri menurut Buckle *et al.*, (1987) yaitu:

- a. Tipe infeksi yang disebabkan karena memakan makanan yang mengandung sejumlah besar bakteri hidup. Setelah dimakan, bakteri tersebut menetap di saluran pencernaan dan jika mati bakteri tersebut akan melepaskan endotoksin.
- b. Tipe keracunan yang disebabkan karena memakan makanan yang mengandung eksotoksin. Toksin tersebut dilepaskan ke makanan selama bakteri tumbuh dan memperbanyak diri dalam makanan. Bakterinya sendiri mungkin mati saat makanan tersebut dimakan.

Bahan makanan terdiri dari protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral. Bahan makanan merupakan medium pertumbuhan yang baik bagi berbagai macam mikroorganisme. Mikroorganisme dapat membusukkan protein, memfermentasikan karbohidrat, dan menjadikan lemak dan minyak berbau tengik. Meskipun banyak mikroorganisme tidak berbahaya bagi manusia, beberapa mikroorganisme pencemar dapat mengakibatkan kerusakan, menimbulkan penyakit atau menghasilkan racun yang menyebabkan peracunan makanan (Pelczar and Chan, 1988).

Keberadaan mikrobial (tipe dan jumlahnya) pada makanan dapat diketahui dengan uji mikrobiologis. Hasil uji mikrobiologis pada makanan sering digunakan sebagai indikator prosedur sanitasi selama penanganan dan pengolahan, keamanan, umur simpan dan stabilitas produk. Prosedur-prosedur

uji mikrobiologis untuk pemeriksaan bahan makanan memanfaatkan teknik-teknik mikroskopis dan metode-metode pembiakan. Berbagai macam media selektif dan diferensial digunakan secara ekstensif untuk memudahkan isolasi dan perhitungan tipe-tipe mikroorganisme tertentu (Pelczar and Chan, 1988).

Beberapa perlakuan dilakukan dalam analisis mikrobiologis yaitu pengenceran dan homogenisasi. Pengenceran dilakukan dengan tujuan agar jumlah mikrobia yang terdapat dalam sampel es sirup dapat dihitung. Proses homogenisasi dilakukan dengan tujuan agar sampel tercampur merata dan tidak ada endapan. Selain itu juga, diharapkan agar mikrobia yang ada dalam sampel makanan dapat tersebar merata sehingga diharapkan semakin besar pengenceran semakin sedikit jumlah mikrobianya (Fardiaz, 1989).

Beberapa faktor yang terlibat dalam pengaruh kasus pencemaran bahan makanan oleh mikroba, antara lain :

1. Manusia, tindakannya: peningkatan pengetahuan tentang penanganan/pengolahan bahan makanan secara sehat dan benar, *carrier* (pembawa) suatu penyakit dilarang menangani/mengolah bahan makanan, dilakukan isolasi terhadap orang yang sakit dan kebersihan diri diutamakan.
2. Lingkungan, tindakannya: areal penanganan/pengolahan bahan makanan harus bebas vektor (lalat, lipas, rodensia), jangan biarkan hewan peliharaan memasuki areal penanganan/pengolahan bahan makanan dan kebersihan lingkungan diutamakan.

3. Alat-alat: alat-alat yang digunakan harus bersih, dipisahkan untuk pemakaian bahan makanan yang mentah dengan yang matang.
4. Bahan makanan: proses pengolahan, penyimpanan, penyebaran sampai ke konsumen harus memenuhi standar kesehatan, misalnya proses pemanasan, pasteurisasi, pendinginan, dan lain-lain. Kontrol terhadap sanitasi bahan makanan, air, dan lain-lain. Bila terjadi perubahan warna, bau, dan rasa pada bahan makanan maka jangan dikonsumsi. Kemasan bahan makanan yang berubah patut dicurigai terhadap kemungkinan pencemaran (Jekti, 1990).

Berdasarkan jenis bahan yang digunakan dalam pembuatan es sirup maka kemungkinan es sirup dicemari oleh bakteri *Coliform*. Hal ini tidak menutup kemungkinan adanya mikroorganisme lain yang turut mencemari es sirup tersebut. Oleh karena itu, pengujian mikroorganisme pada es sirup secara umum juga perlu dilakukan.

1. Angka Lempeng Total

Angka Lempeng Total adalah salah satu uji mikrobiologis untuk mengetahui jumlah sel hidup atau *coloni forming unit* (CFU) yang ada pada makanan khususnya mikrobia mesofilik aerob. Prinsip uji ini adalah sampel makanan yang telah dihomogenkan dengan larutan pengencer sampai seri pengenceran tertentu. Dari hasil pengenceran (volume tertentu) dilakukan plating ke medium agar yang sesuai kemudian diinkubasikan pada suhu dan waktu tertentu, selanjutnya dilakukan penghitungan koloni yang muncul. Pada

prinsipnya, metode pengujian ini ingin melihat pertumbuhan bakteri mesofil aerob yang akan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam. Medium yang digunakan dalam metode ini adalah *Plate Count Agar* (PCA) yang cocok bagi pertumbuhan mikrobial (Ray, 1996).

2. *Coliform*

Coliform merupakan suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan kondisi sanitasi yang tidak baik terhadap air, makanan, susu, dan produk-produk susu. Bakteri koliform yang ada di dalam makanan merupakan mikroorganisme yang bersifat enteropatogenik dan toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan (Fardiaz, 1989).

Bakteri koliform dibedakan menjadi 2 grup yaitu: *coliform* fekal (misalnya *Escherichia coli*), dan *coliform* non fekal (misalnya *Enterobacter aerogenes*). Bakteri *E. coli* merupakan bakteri yang berasal dari kotoran hewan maupun manusia, sedangkan *Enterobacter aerogenes* biasanya ditemukan pada hewan atau tanaman yang telah mati (Fardiaz, 1989).

Ciri-ciri dari *Coliform* adalah sebagai berikut Gram negatif dan tidak membentuk spora, berbentuk batang, ukuran 0,5-30 mikron, hidup dalam usus besar dan kolon, dan dapat memfermentasikan glukosa, fruktosa, galaktosa, laktosa, maltosa, arabiosa, xylosa, rhamnosa, dan manitol, serta akan menghasilkan asam dan gas dari hasil fermentasi tersebut (Breed *et al.*, 1953).

Sebuah metode untuk membedakan *Coliform* fekal dan non fekal yaitu *Escherichia coli* memproduksi lebih banyak asam di dalam medium glukosa,

yang dapat dilihat dari indikator merah metil, memproduksi asetoin. Bakteri ini memproduksi CO₂ dan H₂ dengan perbandingan 1:1, dan tidak dapat menggunakan sitrat sebagai sumber karbon (Fardiaz, 1992).

Alasan digunakan *Coliform* sebagai indikator sanitasi adalah karena bakteri ini terdapat atau selalu berada dalam usus perut manusia atau hewan dalam jumlah yang besar, hidupnya lebih lama daripada bakteri patogen, dan dapat dengan mudah diamati dalam waktu yang singkat meskipun jumlahnya sangat kecil. Adanya *Coliform* seperti *Escherichia coli* enteropatogenik dalam air dapat menyebabkan keracunan (Fardiaz, 1989).

Medium yang digunakan dalam uji *Coliform* adalah medium *Briliant Green Lactose Bile Broth* (BGLB). Medium ini merupakan medium selektif yang mengandung garam *bile*. Garam *bile* ini berfungsi untuk menghambat bakteri lain, misalnya bakteri asam laktat yang dapat memfermentasi laktosa dan menghasilkan gas, sehingga hanya bakteri Gram negatif yang memfermentasi laktosa dan pembentuk gas yang dapat tumbuh termasuk *Coliform*. Kandungan *briliant green* dalam medium berfungsi untuk menghambat sebagian besar mikrobia non-*Coliform* yang bersifat Gram negatif (Supardi dan Sukamto, 1999; Yousef dan Carlstrom, 2003).

E. Hipotesis

1. Rhodamin B terdapat pada es sirup yang dijual di beberapa SD Kecamatan Depok-Sleman Yogyakarta.
2. Sakarin dan Siklamat terdapat pada es sirup yang dijual di beberapa SD Kecamatan Depok-Sleman Yogyakarta (tidak sesuai dengan SNI).
3. Minuman es sirup yang dijual di beberapa Sekolah Dasar di Kecamatan Depok-Sleman Yogyakarta tercemar bakteri (tidak sesuai dengan SNI).

