

ALTERNATIF CARA DETEKSI KANDUNGAN IODIUM PADA GARAM BERIODIUM DI PASAR

Oleh: Yuniar Rosmalina; Faisal Anwar^{*}; dan Muhilal

ABSTRAK

Mengingat tingginya biaya yang diperlukan dalam menganalisis kandungan iodium pada garam beriodium secara laboratorium, serta pentingnya partisipasi masyarakat dalam penanggulangan masalah gangguan akibat kekurangan iodium, maka diperlukan teknologi sederhana untuk mendeteksi iodium pada garam iodium yang diperjualbelikan di pasar. Untuk itu telah dilakukan penelitian mengenai beberapa cara mendeteksi iodium pada garam menggunakan bahan sumber karbohidrat dan sumber zat pereduksi, seperti *Dioscorea Hispida* Dennst (gadung), *Manihot utilissima* (singkong) atau Rubber seed (biji karet). Berdasarkan jenis dan jumlah campuran yang digunakan ada 6 formula yang diuji pada penelitian pendahuluan yaitu formula ICo, IICo, IC1, IIC1, ISo, dan IISo. Pada penelitian lanjutan, formula yang terpilih diuji menggunakan garam iodium yang dibeli dari pasar di Kodya Bogor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula IICo dan IIC1 menggunakan perasan singkong atau gadung, serta formula IISo menggunakan parutan biji karet, dapat digunakan sebagai alat untuk mendeteksi kadar iodium pada garam beriodium. Formula IICo terdiri dari 4 ml perasan gadung atau singkong, dicampur dengan 45 g garam beriodium dan 8 ml asam cuka 25 persen. Formula IIC1 sama seperti formula IICo, tapi menggunakan gadung yang telah disimpan tiga minggu, dan singkong yang telah disimpan dua minggu. Formula IISo terdiri dari 7 gr parutan biji karet, ditambah dengan 45 gr garam iodium dan 16 ml asam sitrat. Hasil penelitian lanjutan menunjukkan hanya 11,1 persen garam beriodium di Kodya Bogor mempunyai kandungan di atas 30 ppm, dan 88.9 persen di bawah 30 ppm. Garam beriodium yang mempunyai kandungan di atas 30 ppm akan menunjukkan warna biru atau ungu, dan yang mempunyai kandungan di bawah 30 ppm menunjukkan warna coklat, warna biru yang tidak stabil atau tidak menunjukkan perubahan warna.

Pendahuluan

Program iodisasi garam merupakan salah satu upaya pencegah dan penanggulangan masalah gangguan akibat kurang iodium (GAKI) di Indonesia dengan cara mendistribusikan garam beriodium melalui jalur pemasaran biasa (1). Program tersebut menghadapi beberapa masalah di antaranya masih banyak garam beriodium yang beredar di pasar belum memenuhi persyaratan. Persyaratan kandungan kalium iodat di tingkat pasar seharusnya 30-50 ppm. Hasil pemantauan Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (POM), Departemen Kesehatan RI tahun 1982/1983, garam beriodium yang memenuhi syarat hanya 15.2 %, dan tahun 1983/1984 hanya 33.6 %. Hasil pemantauan yang dilakukan di Jawa Tengah menunjukkan bahwa tahun 1987/1988 garam yang memenuhi syarat hanya 9.6 %, dan tahun 1988/1989 hanya 19.6 %. Hasil pemantauan di

^{*}GMSK, IPB, Bogor

DKI Jakarta pada tahun 1986 mengungkapkan bahwa garam beriodium yang memenuhi syarat hanya 17 persen. Di propinsi lain, terutama di luar Pulau Jawa, pemantauan mutu garam beriodium belum dapat dilakukan dengan baik (2).

Adanya keterbatasan pihak pemerintah, serta belum berjalannya program pemantauan di daerah luar Pulau Jawa, usaha mengerahkan partisipasi masyarakat untuk membantu pemerintah dalam pemantauan mutu garam yang beredar di daerahnya sangat penting. Keikutsertaan masyarakat dengan cara menguji garam yang beredar dan menghindari garam yang tidak beriodium akan menambah peluang berhasilnya program penanggulangan GAKI.

Agar masyarakat dapat menguji kadar iodium garam yang beredar, maka perlu dicari teknologi lebih mudah dan sederhana dengan menggunakan bahan yang ada pada masyarakat dan tanpa menggunakan bahan kimia yang tidak dapat diperoleh di semua tempat dan penggunaannya tidak memerlukan keterampilan khusus.

Tujuan penelitian yang hasilnya dilaporkan dalam makalah ini adalah untuk mencari alternatif cara yang dapat dilakukan oleh masyarakat dalam mendeteksi kadar iodium pada garam beriodium. Hasil penelitian ini diharapkan dapat disebarluaskan agar dapat digunakan oleh masyarakat sebagai salah satu sarana pengontrol mutu garam beriodium.

Metode Penelitian

Penelitian berlangsung mulai bulan Juni 1990 sampai bulan Agustus 1990, dan dibagi dua tahap: penelitian pendahuluan dan penelitian lanjutan. Pada penelitian pendahuluan dilakukan pengujian terhadap beberapa formula menggunakan bahan gadung, singkong atau biji karet yang dicampur garam iodium dan asam cuka atau asam sitrat.

Banyaknya perasan gadung atau singkong yang digunakan mulai dari 4 ml, 8 ml, 12 ml dan 16 ml. Parutan biji karet yang digunakan 7 g, 14 g, 21 g dan 28 g. Pada masing-masing formula dilakukan pengamatan terhadap warna yang timbul pada konsentrasi garam dengan kandungan KI₀₃ 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm dan 50 ppm. Intensitas warna yang timbul dibandingkan dengan standar warna merk TOKA COLOR FINDER II yang biasa digunakan oleh pabrik cat. Penelitian lanjutan dilakukan dengan cara menguji kandungan iodium pada garam beriodium yang beredar di pasar Kodya Bogor dengan cara yang diperoleh pada penelitian pendahuluan dan membandingkan dengan hasil analisis kandungan iodium secara iodometri.

Analisis data pada penelitian pendahuluan didasarkan pada kemampuan pembentukan warna, kestabilan warna dan penampakan campuran (tidak terlalu encer atau kental). Hasil penelitian lanjutan dianalisis dengan mencari persentase garam yang memenuhi syarat.

Berdasarkan jumlah bahan dan jenis bahan campuran yang digunakan, ada enam formula yang akan diuji, yaitu :

Formula	Bahan	Campuran bahan
ICo	Gadung	Perasan gadung + 30 g garam beriodium + 8 ml cuka
	Singkong	Perasan singkong + 30 g garam beriodium + 8 ml cuka
	Biji karet	Parutan biji karet + 45 g garam beriodium + 16 ml cuka
IICo	Gadung	Perasan gadung + 45 g garam beriodium + 8 ml cuka
	Singkong	Perasan singkong + 45 g garam beriodium + 8 ml cuka
	Biji karet	Parutan biji karet + 65 g garam beriodium + 16 ml cuka
IC1	Gadung	Seperti formula ICo, tapi gadung tersebut telah disimpan 3 minggu dan singkong yang telah disimpan 2 minggu
	Singkong	
IIC1	Gadung	Seperti formula IICo, tapi gadung telah disimpan 3 minggu dan singkong 2 minggu
	Singkong	
ISo	Gadung	Perasan gadung + 30 g garam beriodium + 8 ml asam sitrat
	Singkong	Perasan singkong + 30 g garam + 8 ml asam sitrat
	Biji karet	Parutan biji karet + 45 g garam + 16 ml asam sitrat
IISo	Gadung	Perasan gadung + 45 g garam + 8 ml asam sitrat
	Singkong	Perasan singkong + 45 g garam + 8 ml asam sitrat
	Biji karet	Parutan biji karet + 45 g garam + 16 asam sitrat

Hasil dan Bahasan

Hasil pengujian garam beriodium dengan formula ICo menggunakan cuka 25% ternyata hanya dengan bahan perasan gadung atau perasan singkong yang dapat membentuk warna ungu/biru (Tabel 1); menggunakan bahan parutan biji karet, campuran tersebut tidak berubah.

Kemampuan pembentukan warna menggunakan gadung terjadi pada cara A dan B, sebaliknya menggunakan singkong hanya terjadi pada cara A. Namun terdapat kesamaan bahwa pada konsentrasi garam yang memenuhi syarat, yaitu 30 ppm, 40 ppm dan 50 ppm, terbentuk warna ungu atau biru, sedangkan pada konsentrasi yang tidak memenuhi syarat, yaitu di bawah 20 ppm, menunjukkan warna yang tidak stabil, yaitu bila campuran tersebut dikocok, bercak warna yang ada menghilang.

Penambahan perasan lebih dari 12 ml, baik menggunakan perasan gadung maupun perasan singkong, ternyata tidak terbentuk warna/warna campuran tetap putih. Ada beberapa hal yang dapat mengakibatkan keadaan ini. Penambahan perasan berarti

meningkatkan zat pati, zat bereduksi dan kadar air campuran tersebut. Ini diduga bila konsentrasi suatu zat pereaksi bertambah akan meningkatkan kecepatan reaksi dalam usaha untuk menetralkan perubahan tersebut (3). Keadaan ini mungkin menyebabkan iodium lepas kembali dan campuran menjadi berwarna putih.

Hasil pengujian garam dengan formula IICo, yaitu dengan penambahan garam iodium menjadi 45 g, memberikan hasil seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Penggunaan parutan biji karet sebagai bahan penguji dengan cara formula IICo ternyata juga tidak dapat membentuk warna. Tetapi menggunakan perasan gadung atau singkong, warna yang ditunjukkan semakin jelas. Kemampuan perasan gadung membentuk warna meningkat, terlihat juga pada cara D, walaupun cara C dan D tersebut tidak baik dibandingkan dengan cara A atau B. Baik cara A maupun cara B terlihat jelas perbedaan warna yang timbul antara garam yang memenuhi syarat (konsentrasi iodat > 30 ppm), yakni berwarna ungu, dan yang tidak memenuhi syarat (konsentrasi iodat < 20 ppm) berwarna coklat. Penggunaan perasan singkong terlihat juga meningkatkan kemampuan membentuk warna, yaitu pada cara B dengan konsentrasi mulai 30 ppm terlihat reaksi walau warna yang terjadi tidak stabil.

Formula IC1 dimaksudkan bila bahan tersebut tidak dapat dijumpai dalam keadaan segar. Hasil uji menggunakan bahan gadung yang telah disimpan tiga minggu atau singkong yang telah disimpan selama dua minggu dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Hasil uji menggunakan perasan gadung atau singkong formula ICo

Cara	Bahan	Warna yang timbul pada Konsentrasi iodat				
		10ppm	20ppm	30ppm	40ppm	50ppm
A	$4^P + 30^G + 8^C$					
	Gadung	putih	tak.stabil	ungu muda	ungu	ungutua
B	$8^P + 30^G + 8^C$					
	Singkong	putih	coklat	biru muda	biru	biru
C	$12^P + 30^G + 8^C$					
	Gadung	putih	tak.stabil	ungu sangat muda	ungu muda	ungu
D	$16^P + 30^G + 8^C$					
	Gadung	putih	putih	putih	putih	coklat
	Singkong	putih	putih	putih	putih	putih
	Gadung	putih	putih	putih	putih	putih
	Singkong	putih	putih	putih	putih	putih

Keterangan : P = perasan (ml)

G = garam (g)

C = cuka (ml)

tak stabil = tidak stabil, campuran dikocok warna hilang

Tabel 2. Hasil uji menggunakan perasan gadung atau perasan singkong formula IICo

Cara	Bahan	Warna pada Konsentrasi iodat				
		10 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	50 ppm
A	$4^P + 45^G + 8^C$ Gadung	tak stabil	coklat muda	ungu sangat muda	ungu muda	ungu
	Singkong	tak stabil	coklat	biru muda	biru	biru muda
B	$8^P + 45^G + 8^C$ Gadung	tak stabil	coklat	ungu muda	ungu	ungu
	Singkong	putih	putih	tak stabil	tak stabil	biru muda
C	$12^P + 45^G + 8^C$ Gadung	putih	putih	coklat muda	coklat	ungu
	Singkong	putih	putih	tak stabil	tak stabil	tak stabil
D	$16^P + 45^G + 8^C$ Gadung	putih	putih	tak stabil	coklat muda	coklat
	Singkong	putih	putih	putih	putih	putih
Keterangan : P = perasan (ml) G = garam (g)			C = cuka (ml) tak stabil = tidak stabil, campuran dikocok warna hilang			

Hasil uji dengan formula IC1 memperlihatkan bahwa kemampuan membentuk warna lebih baik menggunakan gadung, yaitu terjadi pada cara A dan B, sedangkan singkong hanya pada cara A. Namun bila dilihat pada setiap konsentrasi garam, penggunaan singkong memberikan perbedaan intensitas warna yang baik yaitu pada garam yang memenuhi syarat (konsentrasi iodat > 30 ppm) memperlihatkan warna biru, sementara pada (konsentrasi iodat < 20 ppm), menunjukkan warna tidak stabil, sehingga bisa diketahui gambaran garam yang memenuhi syarat dan tidak.

Hasil uji dengan formula IIC1 memberikan hasil yang lebih baik, yaitu warna yang timbul pada tiap konsentrasi garam menunjukkan perbedaan yang jelas (Tabel 4). Penggunaan formula IIC1 ini juga terlihat bahwa gadung mempunyai kemampuan pembentukan warna pada cara A dan cara B, sedangkan singkong hanya dengan cara A. Dibandingkan dengan formula IC1, maka untuk mendeteksi iodium pada garam lebih baik menggunakan formula IIC1 baik menggunakan gadung atau singkong.

Asam sitrat merupakan alternatif asam yang terdapat di pasaran walaupun hanya dijumpai pada pasar-pasar yang besar. Hasil uji dengan formula ISo menggunakan bahan gadung atau singkong disajikan pada Tabel 5.

Tabel 3. Hasil uji dengan formula IC1 menggunakan bahan gadung atau singkong yang telah disimpan

Cara	Bahan	Warna yang timbul pada Konsentrasi iodat				
		10ppm	20ppm	30ppm	40ppm	50ppm
A	$4^P + 30^G + 8^C$ Gadung	tak stabil	ungu terang	coklat	ungu	ungutua
	Singkong	putih	tdk.stab.	biru muda	biru	biru
B	$8^P + 30^G + 8^C$ Gadung	putih	coklat muda	coklat tua	coklat tua	biru
	Singkong	putih	putih	putih	putih	tak stabil
C	$12^P + 30^G + 8^C$ Gadung	putih	putih	putih	putih	coklat
	Singkong	putih	putih	putih	putih	putih
D	$16^P + 30^G + 8^C$ Gadung	putih	putih	putih	putih	putih
	Singkong	putih	putih	putih	putih	putih

Keterangan : P = perasan (ml)
G = garam (g)

C = cuka (ml)
tak stabil = tidak stabil, campuran dikocok warna hilang

Tabel 4. Hasil uji dengan formula IIC1 menggunakan bahan gadung atau singkong yang telah disimpan

Cara	Bahan	Warna yang timbul pada Konsentrasi iodat				
		10ppm	20ppm	30ppm	40ppm	50ppm
A	$4^P + 45^G + 8^C$ Gadung Singkong	tak stabil putih	ungu terang coklat	ungu muda biru muda	ungu biru	ungu tua biru muda
B	$8^P + 45^G + 8^C$ Gadung Singkong	tdk.stab. putih	coklat tua putih	ungu putih	biru putih	biru tua putih
C	$12^P + 45^G + 8^C$ Gadung Singkong	putih putih	putih putih	putih putih	coklat putih	ungu putih
D	$16^P + 45^G + 8^C$ Gadung Singkong	putih putih	putih putih	putih putih	putih putih	putih putih
Keterangan :		P = perasan (ml) C = cuka (ml) G = garam(g)		tak stabil = tidak stabil, campuran dikocok warna hilang		

Penggunaan gadung atau singkong yang dicampur dengan asam sitrat untuk menguji garam iodium ternyata dengan formula ISo ini hanya cara A yang menunjukkan kemampuan pembentukan warna yang baik, yaitu terdapat perbedaan warna antara tiap konsentrasi garam, sedangkan cara B, C atau D dengan konsentrasi yang masih memenuhi syarat, yaitu konsentrasi iodat > 30 ppm, hanya menunjukkan warna putih. Dengan demikian, sehingga cara tersebut tak mungkin digunakan.

Pengujian dengan formula IISo menunjukkan kemampuan pembentukan warna terjadi pada cara A dan cara B, baik menggunakan gadung atau singkong (Tabel 6).

Bila melihat hasil uji menggunakan biji karet, baik dengan formula ISo maupun IISo, maka dapat dikatakan bahwa biji karet dapat digunakan untuk menguji kadar garam, yaitu menggunakan cara A, atau menggunakan formula IISo cara A atau B. Warna yang timbul menggunakan biji karet ini timbul lebih lambat dibandingkan dengan menggunakan gadung atau singkong. Di samping itu, campuran harus selalu dikocok. Bila garam terlihat basah lebih baik menggunakan formula IISo

Tabel 6. Hasil uji menggunakan perasan gadung atau singkong formula IISo

Cara	Bahan	Warna yang timbul pada Konsentrasi Iodat				
		10ppm	20ppm	30ppm	40ppm	50ppm
A	$4^P + 45^G + 8^C$					
	Gadung	putih	coklat	coklat tua	ungu terang	ungu tua
	Singkong	putih	ungu sangat muda	ungu	biru	biru tua
B	$8^P + 45^G + 8^C$					
	Gadung	putih	coklat muda	coklat	ungu terang	ungu
	Singkong	putih	tak stabil	ungu sangat muda	ungu terang	ungu
C	$12^P + 45^G + 8^C$					
	Gadung	putih	putih	putih	coklat	coklat tua
	Singkong	putih	putih	tak stabil	ungu sangat muda	ungu sangat muda
D	$16^P + 45^G + 8^C$					
	Gadung	putih	putih	putih	putih	coklat tua
	Singkong	putih	putih	putih	putih	putih
Keterangan :	P = perasan (ml)				G = garam (g)	
	C = cuka (ml)				tak stabil = tidak stabil, campuran dikocok warna hilang	

Tabel 7. Hasil uji menggunakan parutan biji karet dengan formula ISo dan IISo

Formula	Warna yang timbul pada Konsentrasi iodat				
	10ppm	20ppm	30ppm	40ppm	50ppm
A ISo: $7^P + 45^G + 16^S$ putih	tak stabil	bir	birubiru muda	muda	muda
IISo: $7^P + 65^G + 16^S$ tdk.stab	tak stabil	biru	biru muda	biru muda	biru tua
B I So: $14^P + 45^G + 16^S$ putih	tak stabil	bercak	bercak biru	bercak biru	bercak biru
IISo: $14^P + 65^G + 16^S$ putih	putih	ungu	biru muda	biru muda	biru sangat muda
C ISo: $21^P + 45^G + 16^S$ putih	putih	putih	putih	putih	bercak biru
IISo: $21^P + 45^G + 16^S$ putih	putih	putih	putih	putih	bercak biru
D ISo: $28^P + 45^G + 16^S$ putih	putih	putih	putih	putih	bercak
IISo: $28^P + 45^G + 16^S$ putih	putih	putih	putih	putih	bercak
Keterangan : P = parutan biji karet S = asam sitrat		G = garam tak stabil = tidak stabil, campuran dikocok warna hilang			

Hasil penelitian lanjutan menunjukkan hanya ada dua merk garam yang mempunyai kandungan iodium memenuhi syarat dari 18 merk garam yang diteliti secara iodometri. Dari 18 merk garam tersebut, 16 merk (88.9%) garam mencantumkan keterangan garam tersebut mempunyai kandungan $KIO_3 \pm 40$ ppm, sedang jenis garam yang beredar 23.3 % adalah jenis garam bata dan 16.7% berbentuk garam curai. Berdasarkan asal produksinya, 72.2% berasal dari Jawa Tengah, 5.6% dari Jawa Timur, 11.1% dari Jawa Barat dan 11.1% tidak mencantumkan asal produksinya.

Beberapa penyebab banyaknya garam iodium yang tidak memenuhi syarat, yaitu produsen garam iodium kurang bersungguh-sungguh dalam melakukan iodisasi, adanya pemalsuan, penyusupan garam non-iodium yang harganya relatif lebih murah, dan lemahnya pengawasan dari pemerintah (4,5).

Hasil uji terhadap ke-18 merk garam menggunakan bahan gadung, singkong atau biji karet memberikan hasil seperti disajikan pada Tabel 8. Formula yang digunakan untuk gadung atau singkong yaitu 4 ml perasan dicampur dengan 45 gram iodium, ditambah 4 ml cuka makan. Formula biji karet, yaitu 7 g parutan biji karet ditambah 45 g garam iodium dan 16 ml asam sitrat.

Tabel 8. Hasil uji menggunakan gadung, singkong dan biji karet serta kandungan iodium secara iodimetri

Kandungan iodium (ppm)	Jumlah Merk garam		Gadung	Singkong	Biji karet
	N	%			
0 -13.1	9	50	tak berubah	tak berubah	tak berubah
13.4 -18.7	5	27.8	tak stabil	tak stabil	tak stabil
22.3 - 23.2	2	11.1	kecoklatan	kecoklatan	bercak biru
33.9 - 41.9	2	11.1	ungu	biru	biru

Tabel 8 menunjukkan bahwa pola timbulnya warna menggunakan gadung atau singkong adalah sama, kecuali pada kandungan 30 ppm menunjukkan intensitas warna yang berbeda. Tetapi menggunakan biji karet pada kandungan sekitar 20 atau lebih menunjukkan warna bercak biru, dibanding gadung atau singkong selalu timbul warna kecoklatan.

Hasil pengujian ini sama dengan hasil penelitian pendahuluan. Dengan demikian untuk menguji garam beriodium dapat digunakan gadung atau singkong, walaupun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengingat banyaknya varietas singkong atau gadung atau biji karet yang terdapat di Indonesia.

Bila dibandingkan dengan metode Dustin dan Ecoffey (6), pengujian menggunakan gadung, singkong, atau biji karet memperlihatkan warna yang berbeda antara garam beriodium yang mempunyai konsentrasi iodat < 20 ppm dan 30 ppm atau lebih. Pada metode Dustin dan Ecoffey ternyata warna yang timbul hampir sama baik pada garam yang memenuhi syarat atau tidak.

Simpulan

Gadung atau singkong yang dicampur dengan asam cuka dapat digunakan untuk mendeteksi kandungan iodium pada garam beriodium dengan formula 4 ml perasan gadung atau singkong dicampur dengan 45 g garam iodium dan 8 ml cuka makan 25 %.

Biji karet yang dicampur dengan asam sitrat dapat digunakan untuk mendeteksi kandungan iodium pada garam dengan formula 7 g parutan biji karet ditambah dengan 45 g garam iodium dan 16 ml asam sitrat.

Gadung yang telah disimpan selama 3 minggu ternyata masih dapat digunakan untuk mendeteksi garam iodium. Begitu juga singkong yang telah disimpan selama 2 minggu dan belum menunjukkan tanda-tanda "kepoyoan" masih baik digunakan untuk mendeteksi garam.

Garam yang mempunyai konsentrasi iodat > 30 ppm memperlihatkan warna ungu atau biru, sedangkan garam yang mempunyai konsentrasi iodat < 30 ppm memperlihatkan warna coklat atau warna ungu yang tidak stabil atau tidak terjadi perubahan warna.

Hanya 11.1 persen garam yang beredar di pasar di Kodya Bogor yang mempunyai kandungan iodium yang memenuhi syarat.

Rujukan

1. Djokomoeljanto;dkk. Hasil evaluasi dampak program penanggulangan gangguan akibat kekurangan iodium (GAKI) di 12 propinsi di Indonesia. *Gizi Indonesia* 1989,14 (1):14-22.
2. Indonesia, Departemen Kesehatan. Direktorat Jenderal Pembinaan Kesehatan Masyarakat. Program penanggulangan akibat kekurangan iodium (GAKI). Prosiding Pertemuan Nasional Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI), Jakarta, 7-10 Agustus 1989.
3. Hildebrand, J.H. *Principles of chemistry*. Fifth edition. New York: Macmillan Company, 1957.
4. Muhilal dan Rini Iriani. Cara sederhana deteksi kandungan iodium dalam garam. *Gizi Indonesia* 1985,10 (2):140-144.
5. Indonesia, Departemen Perindustrian. Direktorat Industri Kimia Anorganik, Direktorat Jenderal Industri Kimia Dasar. Program iodisasi garam dalam Pelita V. Prosiding Pertemuan Nasional Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI), Jakarta, 7-10 Agustus 1989.