

Pembuatan Dan Uji Stabilitas Garam Fortifikasi Ganda Dengan Kalium Iodat Dan Besi Elemental Mikroenkapsulasi

N. L. Soeida Soeid*¹, Norman R. Azwar, Hasim², Komari³

¹ Jurusan Kimia FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

² Program Studi Biokimia, Sekolah Pascasarjana IPB.

³ Peneliti pada Pusat Penelitian Pengembangan Gizi dan Makanan Depkes Bogor.

ABSTRAK

Ada tiga masalah defisiensi zat gizi mikro utama di Indonesia yaitu gangguan akibat kekurangan iodium (GAKI), anemia gizi besi (AGB) dan kurang vitamin A (KVA). Diantara ketiga defisiensi gizi mikro tersebut yang paling banyak diderita penduduk Indonesia adalah AGB (100 juta). Salah satu upaya yang dianggap tepat untuk mengatasi AGB adalah dengan fortifikasi pangan. Makanan yang potensial difortifikasi, salah satunya adalah garam, karena dikonsumsi setiap hari oleh setiap orang, seluruh lapisan masyarakat dalam jumlah yang hampir sama. Penelitian ini mengembangkan formula fortifikasi garam dengan iodium dan besi (GFG, Garam Fortifikasi Ganda) dimana kalium iodat dan besi elemental sebagai sumber iodium dan besi. Pada penelitian ini telah dibuat dua macam GFG yaitu GFGa terdiri atas 50 ppm KIO₃ dan 100 ppm besi karbonil dengan GFGb terdiri atas 50 ppm KIO₃ dan 500 ppm besi karbonil. Stabilitas GFG telah diteiti sejak pencampuran sampai penyimpanan enam bulan. Uji stabilitas ditentukan melalui dua cara. Pertama, cara fisika yaitu pengujian warna dengan menentukan derajat brightness menggunakan metode spektrofotometri reflaktans. Kedua, cara kimia meliputi pengujian kadar air dengan metode AOAC, penentuan kadar iodium retensi dengan metode Iodometri dan penentuan kadar besi retensi dengan metode AAS. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa, pada uji warna terjadi penurunan derajat brightness dari 92% menjadi 86% (GFGa) dan 91% menjadi 84 % (GFGb) serta 98 % menjadi 97 % (GI, kontrol). Penurunan tersebut tidak berbeda signifikan dan tingkat keputihannya masih mendekati angka 100 (standar warna putih pada garam). Kadar iodium tidak menunjukkan perbedaan signifikan ($P \leq 0,050$) di mana kisaran kadar iodium sekitar 49 ppm baik untuk GI, GFGa, maupun GFGb. Iodium retensi selama penyimpanan mencapai 96 %. Sementara itu kadar besi tetap stabil. Selanjutnya uji komponen terhadap kristal GFG dengan metode difraksi sinar X menunjukkan tidak terjadi interaksi diantara fortifikan dan tidak terbentuk senyawa baru. Serangkaian hasil analisis membuktikan bahwa GFG pada umumnya sangat stabil sebab baik iodium maupun besi saling terlindungi selama penyimpanan dalam kondisi iklim tropis.

Kata kunci : Fortifikasi, Garam, Iodium, Gizi mikro.

ABSTRACT

There are three major micronutrient deficiency problems in Indonesia, i.e. Iodine Deficiency Disorders (IDD), Iron Deficiency Anemia (IDA) and Vitamin A Deficiencies (VAD). Among those three problems, IDA is the highest one that Indonesian people suffered from (100 million of population). One of the correct ways to solve the IDA problems is fortification. One of the potential foods to fortify is salt. It is consumed everyday by everybody whoever they are, in relatively same quantity. This research stimulates the developing of iodine and iron fortified salt (DFS, Double Fortified Salt), by using potassium iodate and elemental iron as the source of iodine and iron, respectively. This research provides two types of DFS. DFSa consists of 50 ppm of KIO₃ and 100 ppm of carbonyl iron, while DFSb consists of 50 ppm of KIO₃ and 500 ppm of carbonyl iron. The stability of iodine and iron fortified salt (DFS, Double Fortified Salt) has been examined since its mixing process until 6-month period of storage. Stability test was done in two ways. First, physically colour test by

* Corresponding author e-mail:

determining the degree of brightness, using spectrophotometry reflectants method. Second, some chemically test, i.e. water content analysis by AOAC method, iodine retention analysis by Iodometry method, and iron retention analysis by AAS method. Specimen was stored in ambient temperature, not exposed under direct sunlight. The colour test showed that degree of brightness decreased from 92% to 86% (DFSa), 91% to 84% (DFSb), and 98% to 97% (IS, control). The decreasing level was not significantly different from each other, and their degree of whiteness were still close to 100 (white colour standard for salt). There was no significant difference of iodine content ($P \leq 0.050$). Iodine content within IS, DFSa and DFSb was around 49 ppm. The rendement of iodine during storage reached 96%. While iron content remained stable. DFS crystal component test by using X-ray defraction method showed, there was no interaction among fortificants and no new compound formed either. Series of analysis proved that DFS was generally quite stable even in tropical ambient condition, because both iodine and iron were all well-shielded during storage.

PENDAHULUAN

Masalah nasional yang masih belum tuntas sampai saat ini adalah, pertama tingginya penduduk yang hidup di bawah garis kemiskinan (40 juta), kedua terdapat 50% dari total rumah tangga mengonsumsi makanan kurang dari kebutuhan sehari-hari, ketiga banyaknya balita berstatus gizi kurang (5 juta) dan keempat banyaknya penduduk kekurangan gizi mikro (lebih dari 100 juta) (Untoro, 2004). Dari keempat masalah ini yang perlu mendapat perhatian lebih serius adalah kurangnya zat gizi mikro yang dikonsumsi oleh sebagian besar masyarakat Indonesia. Di Indonesia sendiri ada tiga masalah zat gizi mikro utama yang telah diidentifikasi secara nasional yaitu gangguan akibat kekurangan yodium (GAKI), anemia gizi besi (AGB) dan kurang vitamin A (KVA). Ada beberapa macam cara penyelesaian yang bisa dilakukan untuk menurunkan atau mengeliminasi prevalensi anemia yaitu suplementasi zat besi, pendidikan gizi dan fortifikasi. Untuk memberantas gangguan akibat kekurangan yodium (GAKI), pemerintah telah mewajibkan fortifikasi yodium pada garam membentuk garam beriodium sesuai dengan Kepres. RI. No.69/1994 tentang Pengadaan Garam Beriodium. Garam memang merupakan komoditi yang potensial untuk dijadikan sebagai bahan pangan pembawa fortifikan. Dasar pertimbangannya adalah garam dikonsumsi setiap hari oleh setiap orang, seluruh lapisan masyarakat dalam jumlah yang tidak jauh berbeda antara satu orang dengan yang lainnya. Pada perkembangan selanjutnya mulai dipikirkan untuk membuat garam yang difortifikasi dengan lebih dari satu zat gizi mikro. Mengingat bahwa kasus anemia masih merupakan penyebab kurang gizi terbesar di dunia, maka zat besi dipilih sebagai fortifikan kedua untuk ditambahkan pada garam. Diharapkan fortifikasi garam dengan yodium dan besi menjadi sarana strategi fortifikasi yang efektif untuk mengatasi kekurangan yodium dan besi.

Pada tahun 2003, Zimmermann dkk. meneliti GFG yang terdiri atas 25 ppm kalium iodat dan 1000 ppm ferro sulfat enkapsulasi, uji efikasinya dilakukan di Maroko Selatan dan sebagai sasarannya adalah anak-anak usia sekolah. GFG

disimpan di tempat yang faktor kelembabannya dibawah 1 %. Dilaporkan bahwa kadar yodium dan stabilitas warna GFG yang dicampurkan ke dalam makanan lokal tidak menunjukkan perbedaan signifikan bila dibandingkan dengan garam beriodium (GI). Uji efikasi terhadap kadar Hb rata-rata menunjukkan peningkatan sebesar 1,4 g/dl setelah sepuluh bulan mengonsumsi GFG dan prevalensi AGB berkurang dari 35 % menjadi 8 % selama lima sampai sepuluh bulan. Disimpulkan juga bahwa GFG bisa menjadi sarana strategi fortifikasi yang efektif di daerah tersebut. Kemudian setahun kemudian Oshinowo, meneliti stabilitas GFG yang dibuat dengan menambahkan ferro fumarat mikroenkapsulasi dan kalium iodat atau kalium iodida di Kenya. Dilaporkan bahwa GFG ini cukup stabil, sebab kondisi kelembaban yang rendah di daerah tersebut melindungi stabilitas garam selama penyimpanan dan distribusi. Pada penelitian ini tidak dilakukan uji efikasi⁵. Zimmermann dkk melanjutkan penelitian terhadap GFG pada tahun 2004 di pedalaman Maroko Utara. Besi yang digunakan adalah 2000 ppm ferri pirofosfat dan 25 ppm kalium iodat. Hasilnya menunjukkan bahwa setelah disimpan enam bulan, tidak ada perbedaan signifikan dalam kandungan yodium maupun derajat *brightness* antara GFG dengan GI. Pada uji efikasi, GFG mampu memperbaiki kandungan zat besi 18 mg./hari dan besi yang terabsorpsi diperkirakan mencapai 2 %. Setelah perlakuan selama sepuluh bulan pada kelompok sasaran yang diberi GFG, rata-rata kadar Hb. meningkat 1,6 g/l, status besi dan cadangan zat besi dalam tubuh meningkat signifikan, dan prevalensi AGB menurun dari 30 % menjadi 5 %. Disimpulkan pula bahwa GFG tersebut dapat menjadi sarana yang efektif dalam mengurangi kasus anemia di pedalaman Afrika⁹. Di Indonesia penelitian GFG belum banyak dikerjakan. Tetapi pada tahun 2002, Saidin dkk. telah meneliti GFG yang formulanya terdiri dari 52 ppm yodium dan 1500 ppm zat besi (senyawa fortifikan tidak disebutkan). Uji efikasi dilakukan pada anak-anak usia sekolah dasar di Sukabumi. Hasil stabilitas tidak dinyatakan dengan jelas.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat GFG yang mengandung kalium iodat sebagai sumber yodium dan besi elemental sebagai

sumber besi dan mempelajari stabilitas garam fortifikasi multigizi.

BAHAN DAN CARA KERJA

Garam fortifikasi ini dibuat dengan formula garam tak beriodium, kalium iodat (KIO₃) sebagai sumber iodium dan besi elemental mikroenkapsulasi sebagai sumber zat besi. Bahan yang digunakan adalah :

1. Garam tak beriodium, diperoleh dari UD Kalian Bekasi Jawa Barat.
2. KIO₃, buatan Kimia Farma Indonesia.
3. Besi elemental, buatan *ISP Technologies INC, USA*.

Metode yang digunakan adalah pencampuran kering yang terdiri atas dua tahap yaitu pembuatan premiks dan pencampuran menyeluruh. Pembuatan premiks, mula-mula garam tak beriodium di timbang 200 g, lalu kalium iodat 50 ppm dicampur dengan garam tak beriodium tersebut. Terbentuklah garam beriodium. Setelah itu besi elemental mikroenkapsulasi 100 ppm ditambahkan ke dalam garam beriodium tadi, dicampur kembali sampai rata. Pencampuran menggunakan blender. Campuran ini disebut premiks. Setelah premiks terbentuk, lalu dicampurkan kembali dengan 800g garam tak beriodium. Campuran ini dinamakan garam fortifikasi ganda iodium dan besi (GFG). Pada penelitian ini dibuat dua macam GFG yaitu :

1. 50 ppm KIO₃ dan 100 ppm besi elemental mikroenkapsulasi disebut GFGa.
2. 50 ppm KIO₃ dan 500 ppm besi elemental mikroenkapsulasi disebut GFGb

GFG dikemas di dalam kantung plastik, masing-masing 1000 g, sebanyak 14 bungkus. Dibuat juga garam beriodium (GI, kontrol) sebanyak 7 bungkus. Kemudian garam-garam tersebut diletakkan pada rak plastik yang terbuka, disimpan pada ruangan dengan temperatur kamar dan tidak kena sinar matahari langsung. Pada setiap uji, dilakukan tiga kali pengukuran untuk masing-masing sampel dan diamati degan selang waktu setiap bulan selama 0, 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 bulan. Sampel disimpan selama 6 bulan sejak pencampuran di ruang terbuka pada temperatur kamar. Terhadap masing-masing sampel dilakukan uji stabilitas melalui cara fisika dan kimia yang meliputi

1. Uji warna dengan mengukur derajat *brightness* (Spektrofotometri Reflaktans)
2. Penentuan kadar air (AOAC)
3. Penentuan kadar iodium (Iodometri)
4. Penentuan kadar besi (AAS)

HASIL PENELITIAN

Dari cara pencampuran tersebut, telah berhasil dibuat GFG yang secara visual, uji homogenitas menunjukkan fortifikan iodium dan besi telah tercampur dengan baik, semua bahan dalam keadaan kering, *free flow* dan tidak menggumpal. Selanjutnya kandungan iodium dan besi retensi setelah pembuatan GFG dapat diketahui melalui uji stabilitas GFG sejak pencampuran (0 bulan) sampai penyimpanan (6 bulan) yang dilakukan setiap bulan dan hasilnya sebagai berikut:

Tabel 1. Perbandingan warna GI dan GFGa, GFGb pada saat pencampuran dan setelah 1,2,3,4,5 dan 6 bulan penyimpanan.

Waktu penyimpanan (bulan)	Derajat <i>brightness</i> %		
	GI	GFGa	GFGb
0	98,333 ± 0,577 ¹	92,000 ± 1,000 ²	86,000 ± 1,000 ²
1	98,333 ± 0,577	91,667 ± 1,528	85,000 ± 1,000
2	97,667 ± 0,577	92,000 ± 1,000	84,667 ± 1,155
3	97,333 ± 0,577	91,667 ± 0,577	84,667 ± 0,577
4	97,667 ± 0,577	92,000 ± 1,000	84,333 ± 0,577
5	97,000 ± 1,000	94,333 ± 0,577	84,333 ± 0,577
6	97,333 ± 0,577	91,667 ± 0,577	84,667 ± 1,155

¹ $\bar{X} \pm SD$, garam di fortifikasi dengan KIO₃

² $\bar{X} \pm SD$, garam di fortifikasi dengan KIO₃ dan besi elemental

³ Skala derajat *brightness* : 1 = hitam, 100 = putih. Uji Anova P ≤ 0,05 dan Tukey, selisih nilai

Tabel 2. Kadar air GI dan GFGa GFGb pada saat pencampuran dan setelah 1,2,3,4,5 dan 6 bulan penyimpanan.

Waktu penyimpanan (bulan)	Kadar air %		
	GI	GFGa	GFGb
0	1,58700 ± 0,00000 ¹	1,83400 ± 0,00000 ²	1,92800 ± 0,00000 ²
1	1,58700 ± 0,00000	1,83433 ± 0,00000	1,92800 ± 0,00000
2	1,58733 ± 0,00058	1,83433 ± 0,00058	1,92833 ± 0,00058
3	1,58767 ± 0,00058	1,83467 ± 0,00058	1,92867 ± 0,00058
4	1,58933 ± 0,00058	1,83433 ± 0,00058	1,92867 ± 0,00153
5	1,58767 ± 0,00058	1,83433 ± 0,00058	1,93067 ± 0,00058
6	1,58733 ± 0,00058	1,83433 ± 0,00058	1,93100 ± 0,00100

¹ $\bar{X} \pm SD$, garam di fortifikasi dengan KIO₃

² $\bar{X} \pm SD$, garam di fortifikasi dengan KIO₃ dan besi elemental

³ Uji Anova P ≤ 0,05 dan Tukey, selisih nilai diantaranya < W.

Tabel 3. Kadar iodium pada GI, GFGa dan GFGb pada saat pencampuran dan setelah 1,2,3,4,5 dan 6 bulan penyimpanan

Waktu penyimpanan (bulan)	Kadar iodium, ppm, ³		
	GI	GFGa	GFGb
0	50,0000 ± 0,0000 ¹	50,0000 ± 0,0000 ²	50,0000 ± 0,0000 ²
1	49,9570 ± 0,0010	49,2833 ± 0,0021	49,2850 ± 0,0020
2	49,8647 ± 0,0015	49,2783 ± 0,0021	49,2790 ± 0,0030
3	49,7867 ± 0,0015	49,2750 ± 0,0010	49,2770 ± 0,0030
4	49,6853 ± 0,0065	49,1460 ± 0,0352	49,4910 ± 0,5790
5	49,6250 ± 0,0141	49,1850 ± 0,0157	49,4840 ± 0,5720
6	49,4373 ± 0,0140	49,1327 ± 0,0322	49,1160 ± 0,0120

1: $\bar{X} \pm SD$, garam di fortifikasi dengan KIO₃

2. $\bar{X} \pm SD$, garam di fortifikasi dengan KIO₃ dan besi elemental

3. Kadar iodium:30-80 ppm. Uji Anova P ≤ 0,05 dan Tukey, selisih nilai diantaranya < W.

Uji Warna

Hasil analisis warna terlihat pada Tabel 1.

Kadar Air

Kadar Iodium

Kadar Besi

Tabel 4. Kadar besi pada GFGa dan GFGb pada saat pencampuran dan setelah 1,2,3,4,5 dan 6 bulan penyimpanan

Waktu penyimpanan (bulan)	Kadar besi, ppm ²	
	GFGa	GFGb
0	100,0000 ± 0,000 ¹	500,000 ± 0,000 ¹
1	99,857 ± 0,015	499,790 ± 0,036
2	99,717 ± 0,035	499,780 ± 0,020
3	98,977 ± 0,006	499,733 ± 0,176
4	98,957 ± 0,015	499,427 ± 0,025
5	98,967 ± 0,025	498,943 ± 0,021
6	99,623 ± 0,592	498,950 ± 0,026

1 $\bar{X} \pm SD$, garam di fortifikasi dengan KIO₃ dan besi elemental enkapsulasi

2. Kadar besi, Uji Anova P ≤ 0,05 dan Tukey, selisih nilai diantaranya < W.

PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, dua macam GFG yang dibuat masing-masing mengandung 100 ppm dan 500 ppm besi. Dasar pertimbangannya adalah sebagai berikut: Apabila diasumsikan setiap

orang mengonsumsi 10 g garam per hari, maka dengan garam yang difortifikasi 500 ppm besi mikroenkapsulasi, setiap orang akan mendapatkan asupan besi 5 mg/hari.

Mikroenkapsulasi zat besi dimaksudkan agar besi tersebut tidak bersifat reaktif dengan iodium maupun pengotor garam lainnya, memodifikasi warna zat besi sehingga tidak berwarna, dan mempermudah penggunaan zat besi dalam fortifikasi (Komari, 1995).

Dari Tabel 1 tampak derajat *brightness* turun tetapi tidak berbeda signifikan sejak 0 sampai 6 bulan. Pengamatan secara visual menunjukkan warna garam-garam GI, GFGa, GFGb tersebut tidak berbeda nyata. Sedangkan data hasil uji warna pada penelitian ini menunjukkan bahwa pada saat pencampuran, derajat *brightness* GFGa $92,000 \pm 1,000$ dan GFGb $86,000 \pm 1,000$ dan setelah 6 bulan menjadi $91,667 \pm 0,557$ (GFGa) dan $84,667 \pm 1,155$ (GFGb). Dari semua data ini terlihat bahwa derajat *brightness* antara GI, GFGa dan GFGb menurun tetapi tingkat keputihannya tidak berbeda nyata karena masih mendekati angka 100 untuk standar warna putih pada garam. Hal ini disebabkan karena tidak ada interaksi langsung antara besi dengan iodium. Besi berada dalam bentuk mikrokapsul yang bertindak sebagai barrier, mencegah interaksi antara besi dan iodium atau antara besi dengan udara. Hal ini merupakan suatu keunggulan dari metode enkapsulasi. Apabila salah satu fortifikan tidak disalut maka kemungkinan terjadi interaksi antar fortifikan atau antara fortifikan dengan udara yang akan mengkatalisis terjadinya perubahan warna dan bau karat.

Uji warna hasil penelitian tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Zimmermann dkk (2003) yang menunjukkan bahwa antara warna GI dan GFG selama penyimpanan 20 minggu pada musim kering di Maroko tidak terdapat perbedaan signifikan. Derajat *brightness* GFG makin lama menurun, pada saat pencampuran derajat *brightness* $86,8 \pm 2,6$ dan setelah 20 minggu menjadi $84,2 \pm 1,5$. Selanjutnya hasil penelitian ini diperkuat lagi oleh data hasil penelitian Zimmermann dkk. (2004) yang menyatakan bahwa stabilitas warna GFG dapat tercapai lebih dari 6 bulan, dimana tidak ada perbedaan warna yang signifikan antara GI dan GFG. Data derajat *brightness* GFG saat pencampuran $81,9 \pm 0,1$ dan setelah 6 bulan menjadi $79,5 \pm 0,50$.

Dari data hasil penelitian ini tampak bahwa kadar air GI, GFGa dan GFGb pada saat pencampuran sampai dengan 6 bulan pencampuran tidak terdapat perbedaan signifikan ($P \leq 0,05$). Salah satu syarat yang menentukan kualitas garam menurut Surat Keputusan Menteri perindustrian nomor 77/M/SK/5/1995 tanggal 4 Mei 1995, kadar air garam maksimal 5 %. Berdasarkan syarat ini maka GFGa dan GFGb sudah memenuhi syarat sebagai garam yang berkualitas baik, karena kadar air < 5 %.

Pengukuran kadar air garam fortifikasi perlu dilakukan karena faktor kelembaban sangat berpengaruh terhadap stabilitas garam, apalagi

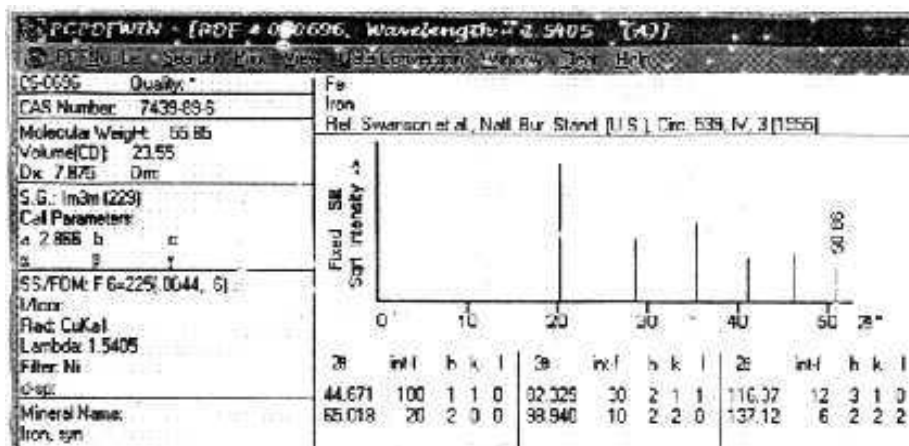
GFG ini dibuat tanpa menggunakan zat penstabil semacam NaHMP yang dapat mengkkelat besi seperti yang dilakukan oleh Rao dkk. Sifat kalium iodat yang larut air akan mungkin menyebabkan turunnya kadar iodium bila kadar air meningkat. Di samping itu faktor kelembaban memacu terbentuknya warna kuning kecoklatan pada garam. Maka dengan hasil penelitian kadar air kurang dari 5 % akan menjaga tingkat kekeringan GFG, sehingga dengan demikian warna GFG tetap terjaga tidak mengalami perubahan warna sejak pencampuran sampai penyimpanan 6 bulan.

Dari data hasil pengukuran kadar iodium tampak bahwa kadar iodium GI, GFGa dan GFGb pada saat pencampuran sampai dengan enam bulan penyimpanan tidak terdapat perbedaan signifikan ($P \leq 0,05$). Hasil pengukuran kadar iodium menunjukkan bahwa garam tersebut masih mengandung iodium sesuai yang disyaratkan dalam keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, nomor 165/Menkes/SK/II/1986 tanggal 26 Pebruari 1986 tentang garam beriodium, bahwa kandungan iodium di dalam garam beriodium hasil dalam negeri pada tingkat produksi dan distribusi adalah 30 - 80 ppm. Berdasarkan syarat ini maka garam-garam hasil penelitian ini sudah layak dapat disebut garam beriodium. Kandungan iodium GI maupun GFGa dan GFGb sejak pencampuran sampai penyimpanan enam bulan masih sekitar 49 ppm. Ini berarti bahwa iodium retensi selama 6 bulan adalah 96 %. Hasil ini jauh lebih baik jika dibandingkan dengan hasil penelitian Zimmerman terhadap GFG untuk jangka waktu yang sama yaitu enam bulan penyimpanan. Dari hasil pengukuran kadar iodium pada GFGa dan GFGb, dimana kadar iodiumnya tidak berbeda nyata selama penyimpanan, membuktikan bahwa adanya besi elemental di dalam garam tersebut tidak mempengaruhi kandungan iodium.

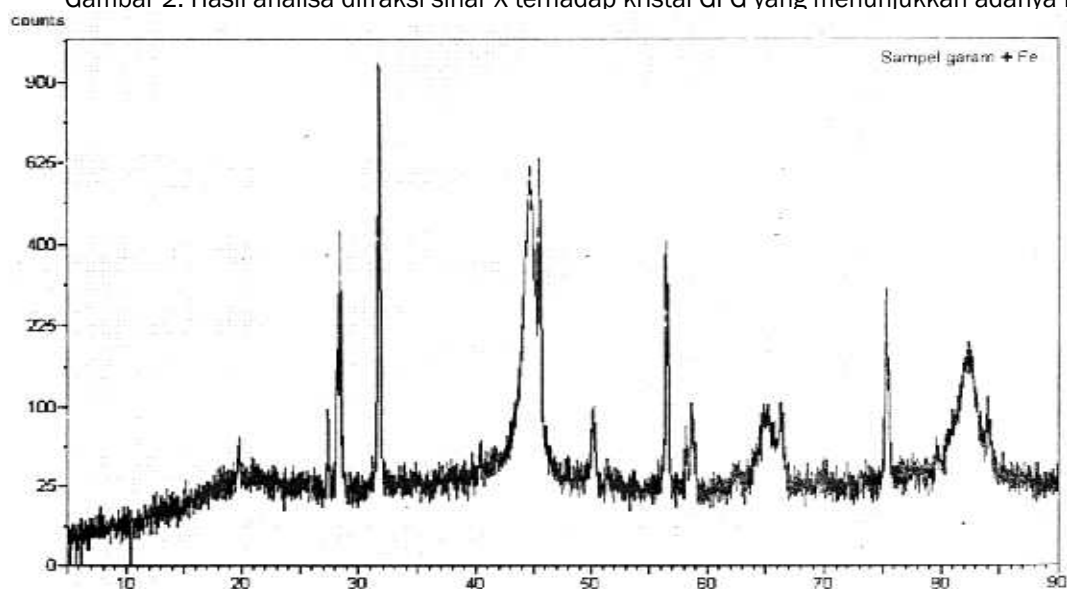
Hasil analisis kadar besi terlihat pada Tabel 4. Dari data hasil pengukuran besi tampak bahwa sejak pencampuran sampai penyimpanan 6 bulan kandungan besi dalam GFG tetap stabil. Maka GFG yang telah berhasil dibuat dengan kalium iodat sebagai sumber iodium dan besi karbonil enkapsulasi sebagai sumber besi sangat stabil. Formula GFG dalam penelitian ini dapat mengatasi kendala yang umumnya ditemui pada pembuatan GFG. Adanya besi karbonil tidak berpengaruh banyak terhadap konsentrasi iodium selama 6 bulan. Konsentrasi iodium yang hilang dalam GI, GFGa dan GFGb berturut-turut 1 %, 2 % dan 4 %. Ketiga perbedaan persentasi ini jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan hilangnya iodium dalam GFG yang dibuat oleh Zimmermann dkk. (2004) dimana iodium yang hilang pada penelitian tersebut ~ 20 % dalam kisaran waktu yang sama yaitu 6 bulan penyimpanan, sedangkan besi yang hilang tidak dilaporkan.

Ketika besi elemental tersebut ditambahkan ke dalam garam yang mengandung kalium iodat, kestabilan iodium yang terdapat di dalam GFG

sebanding dengan iodium yang terdapat di dalam GI.



Gambar 2. Hasil analisa difraksi sinar X terhadap kristal GFG yang menunjukkan adanya Fe.



Gambar 1. Spektrum difraksi sinar X kristal GFG

KESIMPULAN

Hasil pengamatan terhadap warna GFG menunjukkan terjadi penurunan derajat *brightness* dari 92 % menjadi 86 % (GFGa) dan 91 % menjadi 84 % (GFGb) serta 98 % menjadi 97 % (GI, kontrol). Penurunan tersebut tidak berbeda signifikan dan tingkat keputihannya masih mendekati 100 (standar warna putih pada garam). Kadar iodium selama penyimpanan tidak menunjukkan perbedaan signifikan ($P \leq 0,050$) dimana kisaran kadar iodium sekitar 49 ppm baik untuk GI, GFG maupun GFGb. Sisa iodium dalam GFG selama penyimpanan mencapai 96 %. Sementara itu kadar besi tetap stabil. Hasil analisis difraksi sinar X menunjukkan tidak terjadi interaksi diantara fortifikan dan tidak terbentuk senyawa baru. Hasil analisis membuktikan besi

karbonil mikroenkapsulasi mampu melindungi iodium sehingga tidak menimbulkan perubahan warna dan kadar iodium tetap terjaga. Maka dapat disimpulkan GFG pada umumnya sangat stabil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya sampaikan kepada Ir. Giharto Goenawan, MM (UD Kalian Bekasi, Jawa Barat) atas bantuan bahan baku dan kimia serta dukungan moril selama pelaksanaan penelitian sampai penyelesaian tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

(Depkes) Departemen Kesehatan. *Survei Kesehatan Rumah Tangga*. Depkes Jakarta, 1995.

- Komari. Ketersediaan biologis mikroenkapsul zat besi untuk fortifikasi ganda. *Penelitian Gizi dan Makanan* 1995; 18: 110 – 114.
- Oshinowo T, Levente D, Rizwan Y, dan Louis L. Stability of Salt Double-fortified with ferrous fumarate and potassium iodate or iodide under storage and distribution conditions in Kenya. *Food and Nutr. Bull. Vol 25, 2004; 3.*
- Rao BSN. Fortification of Salt with iron and iodine to control anemia and goiter: development of a new formula with good stability and bioavailability of iron and iodine *Food Nutr. Bull.1994; 15: 32 – 9.*
- Saidin M et al. Efektifitas Penambahan Vitamin A dan Zat Besi pada garam iodium terhadap status gizi dan konsentrasi belajar anak sekolah dasar. *Penelitian Gizi Makanan Vol. 25, 2002; 14 – 25.*
- Untoro R. *Pelaksanaan Program Fortifikasi Pangan Dalam Rangka Penanggulangan Kurang Gizi Mikro.* Makalah disampaikan pada Workshop Koalifikasi Fortifikasi Indonesia. Cisarua Bogor. 9 – 10 Desember 2004.
- Zimmermann MB et al. Dual Fortification of Salt with iodine and microencapsulated iron : a randomized, double-blind, controlled trial in Morrocan School Children. *Am. J. Clin. Nutr.* 2003; 77: 425 – 32.
- Zimmermann MB et al. Dual Fortification of Salt with iodine and micronized ferric pyrophosphate: a randomized, double-blind, controlled trial in Morrocan School Children. *Am. J. Clin. Nutr.* 2004; 80: 952 – 9.