**STABILITAS ZAT GIZI MIKRO (IODIUM DAN FE) SELAMA PROSES PENGOLAHAN PADA BERAS TERFORTIFIKASI**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **TESIS** |  |

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kelulusan*

*Magister Teknologi Pangan*

**Oleh :**

**DIKI NANANG SURAHMAN**

**128512102**



**MAGISTER TEKNOLOGI PANGAN**

**FAKULTAS PASCA SARJANA**

**UNIVERSITAS PASUNDAN**

**BANDUNG**

**2014**

**STABILITAS ZAT GIZI MIKRO (IODIUM DAN FE) SELAMA PROSES PENGOLAHAN PADA BERAS TERFORTIFIKASI**

**ABSTRAK**

Penelitian ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan akan zat gizi mikro yang dibutuhkan oleh tubuh manusia, diantaranya adalah Iodium dan Fe. Dan hal ini dapat dilakukan melalui proses fortifikasi pada beras, mengingat beras merupakan makan pokok di Indonesia. Proses fortifikasi pada beras dengan fortikan Fe-fumarat dan Kalium Iodat (KIO3) yang telah dilakukan enkapsulasi dengan bahan pengkasul yaitu *whey* tahu dan malto dekstrin. Untuk melihat stabilitas fortifikan yang ditambahkan, dilakukan pengujian terhadap kandungan iodium dan Fe selama proses pengolahan yang meliputi pencucian beras satu kali dan pemasakan nasi. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa dengan konsentrasi KIO3 7,5% dan Fe fumarat 1 %, konsentrasi bahan pengkapsul yang optimal digunakan untuk bahan penyalutan adalah 7% b/v, dengan hasil kadar Iodium pada beras dan nasi fortifikasi dari beras tanpa pencucian adalah masing-masing 38,52 ppm dan 1,57 ppm, serta dari beras dengan pencucian adalah masing-masing 73,24 ppm dan 1,65 ppm. Sedangkan kadar Fe pada beras dan nasi fortifikasi dari beras tanpa pencucian adalah masing-masing 15,64 ppm dan 12,92 ppm, serta dari beras dengan pencucian adalah 17,25 ppm. Hasil uji mutu hedonik untuk beras terfortifikasi baik dari beras tanpa pencucian dan dengan pencucian dengan parameter uji warna dan aroma, menunjukkan hasil tidak berbeda nyata. Demikian pula dengan nasi fortifikasi dari beras tanpa pencucian dan dari beras dengan pencucian untuk parameter uji warna, aroma dan rasa juga menunjukkan hasil tidak berbeda nyata. Dengan demikian beras yang difortifikasi iodium dan Fe dapat diterima dengan baik oleh konsumen.

**Kata Kunci : fortifikasi, beras, iodium, Fe, pengolahan**

**PENDAHULUAN**

Kekurangan zat gizi mikro yang umum dijumpai adalah kekurangan zat besi yang dapat menyebabkan anemia, kekurangan vitamin A pada anak-anak, dan kelainan akibat kekurangan iodium. Kekurangan zat gizi mikro diatas banyak dijumpai di negar-negara peng-konsumsi beras sebagai makanan pokoknya (Dexter, 1998).

Salah satu zat gizi mikro yang terpenting adalah zat besi (Fe) dan Iodium. Zat besi memiliki peran yang sangat penting pada pembentukan hemoglobin yaitu protein pada sel darah merah yang bertugas mengantarkan oksigen dari paru-paru ke otak dan seluruh jaringan tubuh (Darlan 2012). Kekurangan zat gizi mikro yaitu besi (*Iron Deficiency*), dapat mengakibatkan anemia (Soekirman dan Martianto, 2005). Anemia masih merupakan masalah kesehatan masyarakat dunia selama lebih dari satu dekade terakhir yang melanda baik negara berkembang maupun maju. Anemia dapat terjadi pada setiap tahap siklus kehidupan, namun paling banyak ditemukan pada kelompok perempuan dan anak berusia dibawah lima tahun (balita). Sementara itu GAKI (Gangguan Akibat Kekurangan Iodium) adalah sekumpulan gejala atau kelainan yang ditimbulkan karena tubuh menderita kekurangan iodium secara terus menerus dalam waktu yang lama sehingga berdampak pada pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup (Almatsier, 2003).

Berdasarkan pada hal tersebut diatas maka, akan dilakukan proses fortifikasi pada beras dengan fortikan Fe-fumarat dan Kalium Iodat (KIO3) yang telah dilakukan enkapsulasi dengan bahan pengkasul yaitu *whey* tahu dan malto dekstrin. Untuk melihat stabilitas fortifikan yang ditambahkan, dilakukan pengujian terhadap kandungan iodium dan Fe selama proses pengolahan yang meliputi pencucian beras satu kali dan pemasakan nasi.

**BAHAN DAN METODE**

 Bahan-bahan utama yang akan digunakan pada penelitian ini adalah beras varietas IR 64-3, whey tahu, maltodekstrin, Fe-fumarate dan kalium iodat (*KIO3*). Bahan-bahan yang akan digunakan untuk analisis kimia adalah kalium iodat 0,1 N (*KIO3*), KI, H2SO4, Na2S2O3, amylum 1%, asam nitrat (HNO3) pekat, asam posfat pekat, standar besi 100 ppm dan aquadest.

Alat yang akan digunakan dalam proses penelitian yaitu baskom, wadah plastik, gelas kimia, gelas ukur, biuret, timbangan digital, botol semprot, batang pengaduk, sendok, *homogenizer (Micra D9, 40233, Jerman)*, *spray drying* (*Lab Plant SD-05*, *Jerman*) dan *ultrasonic digester*, *air brush sprayer*, *rotary molen dryer*, dan *tray dryer*. Alat-alat yang akan digunakan untuk analisis kimia adalah *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS), cawan petri, penjepit cawan, lap, labu ukur, kaca arloji, pipet ukur, erlenmeyer, gelas kimia, pipet, pipet volume, botol semprot, kuas, oven, sentrifuse, timbangan digital, alat titrasi, batu didih, kertas saring, gelas ukur, dan pemanas air.

**Penelitian Pendahuluan**

 Penelitian pendahuluan dilakukan untuk membuat bahan pengkapsul yang terdiri dari campuran maltodekstrin, whey tahu bubuk, kalium iodat (KIO3) dan Fe-fumarat. Formulasi dan prosedur pembuatan bahan pengkapsul dilakukan berdasarkan hasil penelitian sebelumnya (Halim, 2013). Whey tahu bubuk dibuat dari endapan whey tahu cair yang dikeringkan. Perbandingan jumlah whey tahu bubuk dan maltodekstrin adalah 30 : 70. Sedangkan KIO3 yang digunakan sebesar 7,5% b/b dan Fe-fumarate sebesar 1% b/b dari total jumlah campuran whey tahu dan maltodekstrin bubuk. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.

**Penelitian Utama**

 Berdasarkan dari hasil penelitian pendahuluan, maka dilakukan perlakuan untuk penelitian utama. Beras dengan pencucian dan tanpa pencucian dilakukan proses fortifikasi dengan cara menyemprotkan larutan fortikan yang mengandung zat gizi mikro yaitu Iodium dan Fe. Konsentrasi larutan fortikan untuk masing-masing perlakuan adalah 7% b/v, 14% b/v dan 21% b/v. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1. Sementara untuk prosedur penelitian utamanya dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.

**Tabel 1. Rancangan Perlakuan Beras yang Difortifikasi**

|  |  |
| --- | --- |
| **Jenis Perlakuan Beras** | **Konsentrasi Fortikan (% b/v)** |
| Tanpa Pencucian | 7 | 14 | 21 |
| Dengan Pencucian | 7 | 14 | 21 |

**Rancangan Respon**

Rancangan respon meliputi uji sifat fisik yaitu uji organoleptik, analisis kimia yaitu kadar Fe dan Iodium. Pengujian kadar Fe menggunakan metode AAS sedangkan kadar iodium menggunakan metode iodometri. Baik uji fisik dan kimia dilakukan terhadap produk beras fortifikasi juga dilakukan terhadap nasi fortifikasi.

Pengujian organoleptik dilakukan dengan metode uji mutu hedonik dan bertujuan untuk membandingkan sifat-sifat organoleptik dari beras maupun nasi fortifikasi dengan beras maupun nasi biasa berdasarkan mutu. Pengujian ini menggunakan bantuan 15 orang panelis yang akan membandingkan beras dan nasi biasa dengan beras dan nasi fortifikasi berdasarkan parameter-parameter organoleptik yang telah ditentukan, yaitu warna, aroma dan rasa. Hasil pengujian berupa data objektif yang diolah dengan menggunakan Tabel Anava.

Pencampuran I (Whey Tahu Serbuk : Maltodekstrin)

30 : 70

Pencampuran II

Homogenisasi I

t = 15ʺ, 11.000 rpm

Uji kadar : iodium dan Fe

Pengeringan

Spray dryer, T = 170°C

Laju alir 15 mL/menit

Homogenisasi II

t = 5ʺ, 11.000 rpm

Hidrasi

t = 1 malam, T = 4°C

Pengujian Warna

**Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Bahan Pengkapsul**

Pemasakan Beras Fortifikasi

Pencucian 1 kali

Penyalutan

Larutan fortikan (7%b/v, 14%b/v, dan 21%b/v)

Analisa Kimia : Fe dan Iodium

Uji Organoleptik : warna, dan aroma

Analisa Kimia : Fe dan Iodium

Uji Organoleptik : warna, aroma, dan rasa

**Gambar 2. Diagram alir penelitian utama Pembuatan Beras dan Nasi Fortifikasi dari Beras Tanpa Pencucian**

Pengeringan

*Cabinet Dryer*

T = 45oC, t = 4 jam

Pencucian 1 kali

Beras Putih IR 64-3

Beras Bersih Kering

Penyalutan

Beras Fortifikasi

Aquadest

Larutan fortikan (7%b/v, 14%b/v, dan 21%b/v)

Pemasakan Beras Fortifikasi

Nasi Fortifikasi

Analisa Kimia : Fe dan Iodium

Uji Organoleptik : warna, dan aroma

Analisa Kimia : Fe dan Iodium

Uji Organoleptik : warna, rasa dan aroma

**Gambar 3. Diagram Alir Penelitian Utama Pembuatan Beras dan Nasi Fortifikasi dari Beras dengan Pencucian**

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Penelitian Pendahuluan**

 Penelitian pendahuluan didapatkan hasil bahan pengkapsul yang terbuat dari campuran maltodekstrin dan whey tahu bubuk (70 : 30), KIO3 7,5% dan Fe fumarat 1%. Sebelum pembuatan bahan pengkapsul, terlebih dahulu dibuat *whey* tahu bubuk yang awalnya adalah *whey* tahu yang berupa cairan sisa dari proses pembuatan tahu, cairan ini kemudian diendapkan. Endapan *whey* tahu dikeringkan dengan pengering semprot dengan kondisi suhu *spray* *inlet* 170oC, suhu *exhaust* (*outlet*) 88-100oC dan laju alir *spray* 15mL/menit. Hasil pengujian terhadap rendemen *whey* tahu kering adalah 1,13%. Hasil analisis komposisi kimia *whey* tahu kering dapat dilihat dalam Tabel 2.

**Tabel 2. Komposisi kimia whey tahu.**

|  |  |
| --- | --- |
| **Parameter Analisis****(Komposisi Kimia Whey Tahu)** | **Hasil Analisis (%)** |
| Protein | 43,76 |
| Karbohidrat | 19,96 |
| Lemak | 14,24 |
| Air | 5,33 |
| Serat, abu, vitamin, mineral, dll | 16,71 |

*Whey* tahu memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan pembuat kapsul karena memiliki nutrisi yang sangat cukup baik dengan prosentase kandungan bahan padatan relatif tinggi. Kandungan protein yang relatif tinggi didalam *whey* tahu yaitu sebesar 43,76% Selain itu pemanfaatan protein *whey* tahu merupakan cara terbaik untuk mengurangi limbah cair yang dapat menyebabkan peningkatan kepadatan mikroenkapsulasi. Kandungan protein yang tinggi didalam *whey* tahu akan meningkatkan interaksi antar partikel dan kepadatan pada mikroenkapsulasi. Tingginya kadar protein dalam *whey* tahu yang digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan mikroenkapsulasi dapat mengubah aktivitas permukaan atau tegangan antar muka serta sifat pengemulsi *whey* tahu juga dapat berubah. Kadar protein yang relatif tinggi terdapat di dalam *whey* tahu, karbohidrat dan lemak yang terdapat didalam *whey* tahu juga relatif tinggi. Kandungan karbohidrat dan lemak yang tinggi di dalam *whey* tahu, juga akan meningkatkan kepadatan produk yang menggunakan bahan baku *whey* tahu. Kandungan karbohidrat dan lemak yang ada di dalam *whey* tahu akan mempengaruhi sifat emulsifikasi dan sifat adsorpsi pada antar muka partikel-partikel *whey* tahu serta lapisan tipis yang terbentuk pada pencampuran dalam pembuatan bahan pengkapsul iodium (Halim, 2013).

 Sementara itu hasil analisa karakteristik bahan penyalut dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Karakteristik bahan pengkapsul.**

|  |  |
| --- | --- |
| **Karakteristik Bahan Pengkapsul** | **Nilai %** |
| Kadar Air | 3,22 |
| *Water Activity* | 0,254 |
| Tingkat Kelarutan | 86,96 |
| Kadar FeKadar iodium | 0,0334,54 |

**Penelitian Utama**

 Berdasarkan pada penelitian pendahuluan, maka dilakukan penelitian utama dengan melakukan penyalutan beras dengan larutan pengkapsul yang mengandung fortikan (KIO3 dan Fe fumarat). Konsentrasi larutan penyalut adalah 0,7 g/10 ml (7% b/v), 1,4 g/10 ml (14% b/v) dan 2,1 g/10 ml (21% b/v) disemprotkan pada beras sebanyak 1000 gram yang dimasukan ke dalam *molen dryer* dan penyalutan dengan menggunakan alat *air brush* sambil sesekali diaduk agar bahan pengkapsul merata disetiap permukaan butir beras. Parameter yang diamati adalah (1) Kadar Iodium pada beras tanpa pencucian yang difortifikasi, beras setelah pencucian yang difortifikasi, beras yang difortifikasi kemudian dilakukan pencucian 1 kali dan nasi dari beras terfortifikasi dengan pencucian 1 kali (2) Kadar Fe pada beras tanpa pencucian yang difortifikasi, beras setelah pencucian yang difortifikasi, beras yang difortifikasi kemudian dilakukan pencucian 1 kali dan nasi dari beras terfortifikasi dengan pencucian 1 kali. Selanjutnya terhadap beras tanpa pencucian yang difortifikasi dilakukan uji mutu hedonik dengan parameter warna dan aroma. Sedangkan untuk nasi yang difortifikasi dengan pencucian satu kali dilakukan pula uji mutu hedonik dengan parameter warna, aroma dan rasa.

**Kadar Iodium**

**Kadar Iodium pada Beras dan Nasi yang Difortifikasi dari Beras Tanpa Pencucian**

Kadar iodium dalam beras fortifikasi ditentukan dengan menggunakan metoda iodometri dan untuk melihat stabilitas bahan pengkapsul selama proses pengolahan yang meliputi pencucian dan pemasakan, maka dilakukan juga analisis kadar iodium terhadap beras fortifikasi setelah melalui pencucian 1 (satu) kali dan pemasakan (analisis kadar iodium pada nasi). Proses pencucian beras dilakukan dengan menimbang beras sebanyak 100 g dan ditambahkan 200 mL air, kemudian beras diputar searah jarum jam sebanyak satu kali putaran dengan menggunakan tangan.

Hasil analisa kadar iodium pada beras tanpa pencucian yang difortifikasi, beras yang difortifikasi kemudian dilakukan pencucian 1 kali dan nasinya yang dapat dilihat pada Tabel 4.

 **Tabel 4. Kadar Iodium pada Beras dan Nasi yang Difortifikasi dari Beras Tanpa pencucian**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Konsentrasi Bahan Penyalut (%b/v)**  | **Kadar Iodium sebagai KIO3 (ppm)** | **% Kehilangan Iodium** |
| **Beras**  | **Beras cuci 1 kali**  | **Nasi**  | **Beras ke Beras cuci 1 kali** | **Beras Cuci 1 kali ke Nasi** | **Beras ke Nasi** |
| 7 | 38,52 | 24,88 | 1,57 | 35,41 | 93,69 | 95,92 |
| 14 | 47,84 | 41,02 | 1,97 | 14,26 | 95,20 | 95,88 |
| 21 | 59,91 | 55,45 | 2,13 | 7,44 | 96,16 | 96,44 |

 Berdasarkan pada Tabel 4 diatas, diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan penyalut, semakin tinggi pula kadar iodium yang terdapat pada beras tanpa pencucian, beras dengan pencucian 1 (satu) kali dan nasi. Hal ini disebabkan oleh konsentrasi bahan penyalut yang ditambahkan pun semakin meningkat. Namun penurunan kadar iodium terjadi pada perlakuan pencucian beras 1(satu) kali dan pemasakan beras menjadi nasi, baik pada konsentrasi bahan penyalut 7% b/v, 14% b/v dan 21%b/v. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat juga pada Gambar 4.

**Gambar 4. Grafik Kadar Iodium pada Beras dan Nasi yang Difortifikasi**

**dari Beras Tanpa pencucian**

Menurut Dexter (1998), menjelaskan bahwa zat gizi pada beras yang telah mengalami fortifikasi atau pun pengkayaan (*enrichment*) akan hilang selama proses penyimpanan, pembilasan, pencucian dan pemasakan dengan tingkat kehilangan mencapai kurang lebih 60%. Namun demikian dengan menggunakan metode pelapisan (*coating*) dapat mempertahankan tingkat kehilangan akibat pencucian dan pemasakan beras sekitar 10 – 30 %, namun pemasakan beras menjadi nasi menggunakan air yang berlebih akan menyebabkan persentasi kehilangan menjadi lebih tinggi yaitu lebih dari 80%. Hal ini terbukti dengan persentasi tingkat kehilangan kadar iodium dari beras menjadi nasi yaitu 95,92% untuk konsentrasi bahan penyalut 7% b/v, 95,88% untuk konsentrasi bahan penyalut 14% b/v dan 96,44% untuk konsentrasi bahan penyalut 21% b/v.

Kadar KIO3 yang ditambahakan pada awal pembuatan bahan penyalut sebesar 7,5% dari jumlah padatan bahan penyalut, setelah menjadi bahan penyalut yang telah mengalami proses pengeringan dalam *spray dryer* kadar KIO3 pada bahan penyalut menjadi 4,5%. Kehilangan iodium sebesar 3% ini disebabkan karena sifat iodium, yaitu iodium mudah larut dalam air, mudah menguap, serta mudah rusak bila terkena cahaya atau panas (Yogaswara, 2008).

Iodium dalam bentuk KIO3 yang disalutkan kepermukaan beras juga sangat mudah dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan KIO3 adalah kelembaban udara, suhu dan waktu penyimpanan, jenis pengemas, adanya logam terutama besi (Fe), kandungan air, cahaya, keasaman, dan zat-zat pengotor yang bersifat reduktor atau higroskopis (Cahyadi, 2006). KIO3  dengan suhu tinggi akan terurai menjadi I2,  dan I2 akan menguap selama proses penyimpanan dan pemasakan. Menurut Diosady *et al.* (2002) menerangkan bahwa I2 yang terbentuk dari penguraian KIO3 akan cepat menguap pada kondisi suhu kamar bahkan akan hilang sama sekali pada suhu 40oC. Meskipun teknik mikroenkapsulasi masih dapat mempertahankan kestabilan dari KIO3 sekitar 10 -30%.

Hal lain yang sangat berpengaruh dalam penurunan kadar iodium dalam beras fortifikasi dan nasi dari beras terfortifikasi iodium adalah adanya mineral yang bersifat reduktor. Kalium iodat dapat terdekomposisi menjadi iodium melibatkan suatu reduktor dan kondisi asam. Reaksi tersebut dapat ditulis sebagai berikut :

IO3- + 6H+ + 5e ½ I2(s) + 3 H2O Eº=1,20 V

Harga potensial reduksi (Eo) 1,20 V pada setengah reaksi di atas menunjukkan bahwa iodat (IO3-) sangat mudah tereduksi menjadi iodium (I2) oleh suatu zat yang bersifat reduktor seperti ion Fe2+ dan tembaga (I). Senyawa organik pada garam yang bersifat reduktor, sampai saat ini belum dapat diidentifikasi (Maswati *et.al.*, 2003).

 Secara teoritis telah diketahui bahwa penurunan pH (suasana asam) akan mendorong terjadinya reduksi iodat oleh senyawa reduktor. Begitu pula sebaliknya, sesuai dengan reaksi pembentukan iodat maka peningkatan pH akan semakin mendorong terbentuknya iodat. Dengan demikian pH memegang peranan penting dalam mempertahankan retensi iodat dalam garam. Dengan semakin banyaknya kandungan zat pereduksi maka akan semakin menurun pula retensi KIO3. Hal ini disebabkan karena senyawa-senyawa pereduksi seperti Fe2+ dan Cu+ (yang terdapat pada garam) dalam suasana asam mampu untuk mendekomposisi KIO3 dalam garam menjadi I2. Dengan demikian, banyak jumlah zat pereduksi yang terdapat dalam garam akan semakin besar pula jumlah KIO3 yang akan terdekomposisi dan hilang sebagai I2 (g) (Saksono, 2002).

Menurut Saksono (2002), bahwa adanya fluktuasi pada retensi KIO3 dapat disebabkan karena adanya reaksi setimbang dari hidrolisis I2 yang terbentuk dari reduksi IO3- menjadi iodida dan asam hipoiodous.

I2 + H2O ⇔ I- + H+ + HOI

Adanya cahaya akan mempercepat terjadinya reaksi hidrolisis dari iodin. Hal ini disebabkan karena adanya dekomposisi dari asam hipoiodous.

3 HOI ⇔ 3 I- + 3 H+ + IO3-

Reaksi ini berlangsung cukup lama dan tergantung pada pH, temperatur, konsentrasi dan molekul terlarut lainnya. Reaksi selengkapnya adalah sebagai berikut :

3 I2 + 3 H2O ⇔ 5 I- + IO3- + 6 H+

Reaksi di atas berlangsung dalam suasana basa. Kenaikan pH dari 8 menjadi 10 membuat reaksi tersebut menjadi 4 -5 kali lebih cepat. Selain itu I dapat teroksidasi menjadi IO3- dengan reaksi sebagai berikut :

I- + 6 OH- ⇔ IO3- + 3 H2O + 6 e

Apabila didalam bahan penyalut terdapat oksidator yang memiliki Eo lebih besar dari -0,26V seperti Fe3+ menjadi Fe2+ atau Fe(CN)63- menjadi Fe(CN)64- dan ion OH-, reaksi diatas dapat terjadi.

 Adanya fortikan Fe dalam bentuk senyawa Fe(II) Fumarat, dengan rumus kimianya adalah C4H2FeO4, semakin menguatkan bahwa penurunan kadar iodium selama proses pengolahan menjadi nasi terbukti, karena Fe2+ dalam Fe(II) fumarat merupakan reduktor yang mengurai KIO3 menjadi I2 (g).

 Proses pemasakan/penanakan beras menjadi nasi melibatkan air dan suhu pemasakan. Menurut Maswati (2003) pada penelitiannya tentang fortifikasi garam dengan KIO3 menerangkan bahwa Air yang diserap oleh garam berperan penting dalam mekanisme hilangnya KIO3 melalui suatu reaksi redoks. Reaksi tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

IO3- (aq.) + 6H+ + 5e ½ I2 (aq.) + 3H2O

Reaksi di atas terjadi pada kondisi terlarut dalam air, oleh sebab itu keberadaan air sangat berperan pada hilangnya iodium. Adapun proses dekomposisi Iodat menjadi iodin dan iodida pada garam beryodium dapat dilihat pada Gambar 5.

KIO3 (aq) K+ + IO3-

KIO3 (s) in salt

- pH

- Leaching

- Water

I2

I- (aq)

I2/I3- (aq)

I2 (g)

Evaporation

pH

- Reductor

-pH

- Reductor

-pH

Leaching

**Gambar 5. Proses Dekomposisi Iodat menjadi Iodin dan Iodida pada**

**Garam Beryodium (Cahyadi, 2008)**

**Kadar Iodium pada Beras dan Nasi yang Difortifikasi dari Beras dengan Pencucian**

 Beras varietas IR 64-3 dilakukan pencucian sebanyak 2 (dua) kali, kemudian dilakukan pengeringan pada suhu 40oC, selama 6 jam. Beras hasil pengeringan tersebut, kemudian dilakukan penyalutan dengan konsentrasi bahan penyalut 7%b/v, 14%b/v dan 21%b/v. Beras hasil penyalutan selanjutnya dilakukan pemasakan menjadi nasi tanpa dilakukan pencucian kembali. Selanjutnya dilakukan analisa kadar iodium beras hasil penyalutan dan nasinya. Data hasil analisa dapat dilihat pada Tabel 5.

 Berdasarkan pada Tabel 5, diketahui bahwa terjadi penurunan kadar iodium, meskipun beras yang ditanak menjadi nasi tanpa melalui proses pencucian. Dengan persentase kehilangan untuk masing-masing konsentrasi bahan penyalut adalah 97%.

**Tabel 5.** **Kadar Iodium pada Beras dan Nasi yang Difortifikasi dari Beras dengan Pencucian**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Konsentrasi Bahan Penyalut (%b/v)**  | **Kadar Iodium sebagai KIO3 (ppm)** | **% Kehilangan Iodium** |
| **Beras**  | **Nasi**  |
| 7 | 73,24 | 1,65 | 97,75 |
| 14 | 75,22 | 1,97 | 97,38 |
| 21 | 86,34 | 2,57 | 97,02 |

Persentase kehilangan terbesar adalah perlakuan penyalutan dengan konsentrasi bahan penyalut 7% b/v. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.

**Gambar 6. Grafik** **Kadar Iodium pada Beras dan Nasi yang Difortifikasi dari Beras dengan Pencucian**

 Penurunan kadar iodium pada perlakuan beras dan nasi yang difortifikasi dari beras dengan pencucian juga terjadi. Penurunan ini terjadi sama seperti yang terjadi pada perlakuan beras dan nasi dari beras tanpa pencucian. Namun apabila dibandingkan kadar awal iodium dari beras yang dicuci terlebih dahulu kemudian dikeringkan dan kemudian disalut dengan larutan fortikan lebih tinggi daripada beras tanpa pencucian yang langsung disalut dengan larutan fortikan.

 Hal ini disebabkan karena pada beras yang langsung disalut dengan fortikan masih terdapat kotoran atau *impurities* (debu, serbuk beras, dedak, dll), sehingga larutan fortikan tidak dapat menyalut beras dengan baik. Sedangkan pada beras yang dicuci terlebih dahulu kemudian dikeringkan dan dilakukan penyalutan, larutan fortikan dapat melapisi beras dengan baik, sehingga pada saat pengukuran kadar iodium dengan metode Iodometri didapatkan kadar iodium lebih tinggi. Menurut Maswati (2003), menjelaskan bahwa hilangnya iodat dari garam disebabkan oleh beberapa faktor antara lain karena pengepakan yang kurang baik, kandungan air, kelembaban udara, cahaya, *impurities*, dan keasaman.

Penurunan kadar iodium dari beras menjadi nasi baik dari beras tanpa pencucian yang difortifikasi dan beras dengan pencucian yang difortifikasi menunjukkan hasil yang hampir sama yaitu berkisar antara 1,57 – 1,65 ppm untuk konsentrasi bahan penyalut 7% b/v, 1,97 ppm untuk konsentrasi bahan penyalut 14% b/v dan 2,13 – 2,57 ppm untuk konsentrasi bahan penyalut 21% b/v. Iodium dalam bentuk KIO3 yang disalutkan kepermukaan beras juga sangat mudah dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan KIO3 adalah kelembaban udara, suhu dan waktu penyimpanan, jenis pengemas, adanya logam terutama besi (Fe), kandungan air, cahaya, keasaman, dan zat-zat pengotor yang bersifat reduktor atau higroskopis (Cahyadi, 2006). KIO3  dengan suhu tinggi akan terurai menjadi I2,  dan I2 akan menguap selama proses penyimpanan dan pemasakan. Menurut Diosady *et al.* (2002) menerangkan bahwa I2 yang terbentuk dari penguraian KIO3 akan cepat menguap pada kondisi suhu kamar bahkan akan hilang sama sekali pada suhu 40oC. Meskipun teknik mikroenkapsulasi masih dapat mempertahankan kestabilan dari KIO3 sekitar 10 -30%.

 Namun apabila dirunut berdasarkan kebutuhan asupan iodium per hari untuk setiap kelompok umur berbeda-beda. Kebutuhan iodium untuk anak-anak adalah 40-120 μg/hari (0,04 – 0,12 ppm), orang dewasa 150 μg/hari (0,15 ppm), sedangkan untuk ibu hamil dan menyusui ditambah masing-masing 25 μg/hari dan 150 μg/hari (Nugraha, 2008). Sedangkan dari hasil analisa kadar iodium pada nasi baik dari beras tanpa pencucian terfortifikasi dan beras dengan pencucian terfortifikasi adalah cukup besar, yaitu berkisar antara 1570 – 1650 μg/kg untuk konsentrasi bahan penyalut 7% b/v, 1970 μg/kg untuk konsentrasi bahan penyalut 14% b/v dan 2130 – 2570 μg/kg untuk konsentrasi bahan penyalut 21% b/v. Sehingga konsentrasi bahan penyalut dapat diperkecil atau konsentrasi KIO3 yang ditambahkan pada proses mikroenkapsulasi dapat diperkecil, sehingga dapat memperkecil pemakaian KIO3 yang pada akhirnya berdampak pada penurunan ongkos atau biaya produksi untuk pembuatan beras fortifikasi.

**Kadar Fe**

**Kadar Fe pada Beras dan Nasi yang Difortifikasi dari Beras Tanpa Pencucian**

Hasil analisa kadar Fe pada beras tanpa pencucian yang difortifikasi, beras yang difortifikasi kemudian dilakukan pencucian 1 kali dan nasinya berdasarkan persamaan kurva kalibrasi standar Fe, dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 6. Kadar Fe pada Beras dan Nasi yang Difortifikasi dari Beras Tanpa Pencucian**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Konsentrasi Bahan Penyalut (%b/v)**  | **Kadar Fe (ppm)** | **% Kehilangan Fe** |
| **Beras**  | **Beras cuci 1 kali**  | **Nasi**  | **Beras ke Beras cuci 1 kali** | **Beras Cuci 1 kali ke Nasi** | **Beras ke Nasi** |
| 7 | 15,64 | 14,33 | 12,92 | 8,38 | 9,84 | 17,39 |
| 14 | 24,61 | 21,81 | 16,22 | 11,38 | 25,63 | 34,09 |
| 21 | 48,39 | 27,62 | 19,66 | 42,92 | 28,82 | 59,37 |

 Berdasarkan pada Tabel 6 diatas, diketahui bahwa terjadi penurunan kadar Fe pada beras fortifikasi selama proses pengolahan menjadi nasi. Untuk lebih jelasnya penurunan kadar Fe selama proses pengolahan dapat dilihat pada Gambar 7.

**Gambar 7. Grafik Kadar Fe pada Beras dan Nasi yang Difortifikasi dari Beras Tanpa Pencucian**

Berdasarkan Tabel 6 dan Gambar 7, terlihat jelas penurunan kadar Fe selama proses pengolahan. Hal ini disebabkan karena pada saat proses pengolahan menjadi nasi, beras yang sudah disalut oleh larutan fortikan mengalami proses pencucian 1 (satu) kali sebelum kemudian ditanak/dimasak menjadi nasi. Pada proses pencucian inilah fortikan yang telah menempel pada permukaan beras terlarut dalam air dan kemudian air cucian beras tersebut dibuang.

Menurut Fidler (2003) menerangkan bahwa fortifikasi beras dengan menggunakan metode penyalutan sangat rentan dan dapat hilang selama proses pencucian dan pemasakan.

 Proses mikroenkapsulasi pada fortikan, dalam hal ini adalah Fe fumarat secara langsung dapat mengurangi dampak kehilangan selama proses pencucian dan pemasakan, terlebih Fe fumarat merupakan senyawa besi yang sedikit larut dalam air tetapi larut dalam suasana asam. Proses mikroenkapsulasi memberikan perlindungan terhadap fortikan terhadap dampak proses pengolahan terutama pencucian dan pemasakan. Menurut Dexter (1998), menjelaskan bahwa kehilangan nutrisi terbesar adalah selama proses pencucian dan pembilasan, diperkirakan sekitar 20% - 100% akan terbuang tergantung pada jumlah air yang digunakan pada saat pencucian dan pembilasan dan juga lama waktu pemasakan.. Mikroenkapsulasi zat besi dimaksudkan agar zat 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). Selain itu Fe berada dalam bentuk mikrokapsul yang bertindak sebagai barier, mencegah interaksi antara zat besi dan iodium atau antara zat 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 (Soeid, *et al.* 2006).

Namun demikian teknik penyalutan juga memegang peranan penting Menurut Dexter (1998), menjelaskan bahwa kehilangan nutrisi juga tergantung pada teknik penyalutan yang digunakan, dengan rata-rata kehilangan nutrisi setelah proses pencucian dan pembilasan serta pemasakan adalah sekitar 10-30%. Namun demikian menurut pembilasan minimal dan pemasakan beras selama 5 menit dapat meminimalkan kehilangan nutrisi (Murphy, 1992 dalam Dexter 1998).

 Hal lain yang menyebabkan turunnya kadar Fe selama proses pengolahan adalah asam fitat. Menurut Indrasari (2008), asam fitat pada beras banyak terdapat pada lapisan luar beras (*aleuron*). Lapisan luar beras (*aleuron*) yang tersosoh selama proses penyosohan merupakan bagian terpenting dari mutu gizi beras. Hasil penelitian menunjukkan bagian beras yang tersosoh juga mengandung senyawa antigizi, yang merupakan faktor pembatas penyerapan zat-zat gizi yang diperlukan tubuh. Bekatul pada lapisan aleuron banyak mengandung zat antigizi, antara lain asam fitat yang akan menurunkan nilai cerna protein beras dan mengikat mineral penting bagi tubuh. Derajat sosoh adalah tingkat pelepasan lapisan aleuron dan lembaga dari butir beras selama proses penyosohan. Jika derajat sosoh 80%, berarti masih ada 20% lapisan aleuron yang menempel pada butir beras. Bila derajat sosoh mencapai 100% berarti tidak ada lapisan aleuron yang menempel pada butir beras. Kadar asam fitat pada beras varietas IR 64 dapat dilihat pada Tabel 7. Asam fitat atau garam mioinositol heksofosfat merupakan unsur penting dalam lapisan *aleuron* dan lembaga pada semua biji serealia. Asam fitat merupakan bentuk utama unsur P dalam tanaman dan juga salah satu zat antigizi yang terdapat pada beras. Senyawa ini sulit dicerna sehingga P yang ada tidak dapat digunakan tubuh. Asam fitat dapat mengikat elemen-elemen mineral, terutama kalsium, magnesium, besi, dan seng, sehingga menurunkan ketersediaan mineral-mineral tersebut bagi tubuh (Indrasari, 2008).

**Tabel 7. Mutu Gizi dan Antigizi Beras Glosor dan Beras Kristal dari Varietas IR 64 dan Muncul**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Mutu Gizi dan Antigizi** | **Beras Glosor** | **Beras Kristal** |
| **IR 64** | **Muncul** | **IR 64** | **Muncul** |
| Lemak (%) | 0,45 | 0,48 | 0,15 | 0,32 |
| Protein (%) | 8,25 | 9,36 | 8,02 | 9,08 |
| Serat Kasar (%) | 0,20 | 0,27 | 0,06 | 0,07 |
| Abu (%) | 0,98 | 0,98 | 0,65 | 0,75 |
| Air (%) | 10,14 | 13,32 | 10,10 | 10,16 |
| Karbohidrat (%) | 79,98 | 78,58 | 81,36 | 79,51 |
| Energi (kal) | 367,99 | 366,65 | 370,65 | 367,07 |
| **Asam Fitat (%)** | **0,074** | **0,088** | **0,023** | **0,031** |

Sumber : Indrasari, 2008.

 Asam fitat akan mengikat mineral Fe menjadi Fe3+ -fitat. Fe3+-fitat merupakan senyawa yang tidak larut dalam air (Thompson and Erdman, 1982). Secara teori menurut Darlan (2012), menjelaskan bahwa sumber Fe yang diguanakan adalah larutan besi (III) klorida (FeCl3.6H2O). Penambahan larutan FeCl3.6H2O akan menyebabkan fitat berada dalam kesetimbangan Fe-fitat dengan persamaan reaksi :

[Fe(OH)2)6]3+ + fitat Fe3+-fitat(s) + 6H2O

 Pemberian ammonium tiosianat menyebabkan terbentuk larutan berwarna merah bata. Reaksi yang terjadi pembentukan komplek antara ion feri [Fe(OH)2)6]3+ dan ion tiosianat (SCN-) menghasilkan feri tiosianat dengan persamaan reaksi :

[Fe(OH)2)6]3+ + SCN- [Fe(OH2)5(SCN)]2+ + H2O

Ion ferri yang telah membentuk komplek dengan fitat tidak lagi dapat bereaksi dengan ion-ion tiosianat. Ion [Fe(OH2)5(SCN)]2+ adalah ion komplek berwarna merah bata. Dalam larutan, ion ferri (Fe3+) bertindak sebagai komplek oktahedral terhidrat yaitu Fe(H2O)63+. Adanya ion tiosianat (SCN-), satu molekul ligan air akan digantikan ligan SCN- dan akan menghasilkan ion ferri tiosianat [Fe(OH2)5(SCN)]2+. Ion komplek [Fe(OH2)5(SCN)]2+ yang terbentuk mudah diekstraksi dengan eter atau amil alkohol. Penggunaan amil alkohol lebih direkomendasikan dibandingkan eter, karena eter lebih cepat menguap dibandingkan amil alkohol. Kesetimbangan dalam fasa amil alkohol reaksinya adalah sebagai berikut :

[Fe(OH2)5(SCN)]2+ + fitat Fe-fitat + SCN- + 5H2O

Berdasarkan reaksi kesetimbangan tersebut, jika fitat (reaktan) yang ditambahkan makin banyak, reaksi akan bergeser ke kanan (pembentuk produk), Fe3+-fitat terbentuk lebih banyak dan komplek [Fe(OH2)5(SCN)]2+ yang ada akan semakin berkurang, artinya jumlah ion [Fe(OH)2)6]3+ dan (SCN-) juga akan berkurang.

 Menurut Darlan (2012), menjelaskan bahwa semakin banyak ion Fe yang direaksikan akan memberikan kesempatan lebih luas mineral tersebut untuk terikat dengan asam fitat. Hal ini terlihat dengan semakin tinggi jumlah Fe yang direaksikan akan semakin tinggi Fe yang terikat oleh fitat yang ditandai dengan berkurangnya % hasil Fe non-fitat. Menurut Thompson and Erdman (1982) menjelaskan bahwa hal tersebut karena adanya gugus sulfat yang dapat merubah koordinasi ligan dengan ion ferri. Ikatan sulfat dengan beberapa logam transisi stabil dalam larutan air. Jika terbentuk ikatan antara sulfat dan ion ferri, maka ion ferri tidak lagi leluasa untuk mengikat fitat sehingga rasio Fe : fitat yang dibutuhkan untuk berikatan akan meningkat. Tanpa adanya ion sulfat, ion ferri hanya mampu mengikat satu anion fitat maka dapat disimpulkan bahwa Fe yang dibutuhkan untuk mengikat fitat lebih banyak dengan semakin banyaknya sulfat yang ditambahkan sehingga Fe non fitat semakin sedikit.

 Berdasarkan pada penjelasan tersebut datas terlihat jelas bahwa semakin banyak konsentrasi bahan penyalut yang mengandung fortikan Fe ditambahkan, maka semakin tinggi pula persentasi tingkat kehilangan Fe. Hal ini dimungkinkan adanya kandungan asam fitat pada beras varietas IR 64-3 yang digunakan sebagai *vehicle* untuk fortifikasi zat gizi mikro Fe.

 Kebutuhan asupan Fe per hari berdasarkan umur dan jenis kelamin adalah bervariasi yaitu antara 0,27 – 27 ppm (Fidler, 2003). Berdasarkan hasil analisa kadar Fe pada Tabel 6, pada nasi terdapat kadar Fe sebesar 12,92 ppm untuk konsentrasi bahan penyalut 7% b/v, 16,22 ppm untuk konsentrasi bahan penyalut 14% b/v dan 19,66 ppm untuk konsentrasi bahan penyalut 21% b/v. Sehingga masih dapat memenuhi kebutuhan Fe per hari.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil peneilitan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Konsentrasi KIO3 dan Fe fumarat yang digunakan untuk proses pembuatan bahan pengkapsul adalah 7,5% dan 1 %.

2. Konsentrasi bahan pengkapsul yang optimal digunakan untuk bahan penyalutan adalah 7% b/v, dengan hasil kadar Iodium pada beras dan nasi fortifikasi dari beras tanpa pencucian adalah masing-masing 38,52 ppm dan 1,57 ppm, serta dari beras dengan pencucian adalah masing-masing 73,24 ppm dan 1,65 ppm. Sedangkan kadar Fe pada beras dan nasi fortifikasi dari beras tanpa pencucian adalah masing-masing 15,64 ppm dan 12,92 ppm, serta dari beras dengan pencucian adalah 17,25 ppm.

**DAFTAR PUSTAKA**

Almatsier S., 2003. **Prinsip Dasar Ilmu Gizi**. Jakarta : Gramedia.

Cahyadi, W., 2006. **Penentuan Konstanta Laju Penurunan Kadar Iodat Dalam Garam Beriodium**. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Volume XVII No. 1 Th. 2006. Bandung.

Cahyadi, W., 2008. **Determination of Iodine Species Content in Iodized Salt and Foodstuff During Cooking.** International Food Research Journal. 15(3) : 325-330.

Darlan., Azhar. 2012. **Fortifikasi Dan Ketersediaan Zat Besi Pada Bahan Pangan Berbasis Kedelai Dengan Menggunakan Fortifikan FeSO4.7H2O Campuran FeSO4.7H2O + Na2H2EDTA.2H2O Dan NaFeEDTA**. Tesis. Program Pasca Sarjana. Departemen Kimia, FMIPA – Universitas Indonesia. Depok.

Dexter, Patricia B. 1998. **Fortification For Developing Countries**, OMNI/USAID, Departement of Food Science, University of Arkansas – Fayetteville, USA.

Diosady LL. Alberti JO. MGV Mannar. 2002. **Microencapsulation for iodine stability in salt with ferrous fumarate and potassium iodide**. *Food Research* Int. 35: 635-642.

Fidler, M.C. 2003. **Optimizing The Absorption Of Fortification Iron**.Dissertation. Diss ETH No. 15113. Swiss Federal Institute Of Technology, Zurich.

Halim, A.D. 2013. **Kajian Stabilitas Iodium (KIO3) Dalam Bahan Pengkapsul Melalui Teknik Mikroenkapsulasi**. Tesis. Magister Teknologi Pangan. Fakultas Teknik Pasca Sarjana. Universitas Pasundan. Bandung.

Indrasari, S.D. 2008. **Mutu Gizi Beras Kristal**. Earta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Volume 30, No. 6, 2008.

Komari. 1995. **Ketersediaan Biologis Mikroenkapsul Zat Besi Untuk Fortifikasi Ganda**. Penelitian Gizi dan Makanan. 18 : 110-114.

Maswati, *et al*., 2003. **Analisis Pengaruh Kandungan Zat Pengotor Dan Zat Pereduksi Terhadap Kestabilan KIO3 Pada Garam Konsumsi**. Marina Chimica Acta Vol. 4 No. 2. ISSN 1411-2132. Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Hasanuddin. Hal. 13-17.

Murphy, P.A., B. Smith, C. Hauck, K. O’Connor. 1992. **Stabilization of Vitamin A in Synthetic Rice Premix**. *J. of Food Science*, 57:437.

Nugraha, S. 2008. **Beras Fortifikasi Iodium**. Informasi Ringkas Bank Pengetahuan Padi Indonesia. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.

Saksono, N. 2002. **Studi Pengaruh Pencucian Garam Terhadap Komposisi Dan Stabilitas Yodium Garam Konsumsi**. MAKARA TEKNOLOGI, Vol. 6, No. 1, April 2002.

Soeid, *et al.*, 2006. **Pembuatan dan Uji Stabilitas Garam Fortifikasi Ganda Dengan Kalium Iodat dan Besi Elemental Mikroenkapsulasi**. Akta Kimindo Vol. 1 No. 2. April 2006 : 123-130.

Soekirman and Drajat Martianto. 2005**. Indonesian Food Fortification Program : Strategic Plan 2005 – 2020**. The Workshop on Fortification, December 9 – 10, 2004. Organized by The Indonesia’s Coalition for Fortification (KFI). Cisarua. Bogor.

Thompson, D.B, and Erdman J.W. 1982. ***Structural Model for Ferric Phytate : Implications for Phytic Acid Analysis***. American Association of Cereal Chemistry, 59 (6). 525-528.

Yogaswara, Ghema. 2008. **Mikroenkapsulasi Minyak Ikan Dari Hasil Smping Industri Penepungan Ikan Lemuru (*Sardiniella lemuru*) Dengan Metode Pengeringan Beku (*Freeze Drying*)**. Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.