

KETERSEDIAAN BIOLOGIS MIKROKAPSUL ZAT BESI UNTUK FORTIFIKASI GANDA

Oleh : Komari; Ance Murdiana; dan Erwin Affandi

ABSTRAK

Mikrokapsul zat besi yang dikembangkan dengan menggunakan teknik spray cooling diteliti ketersediaan biologisnya pada hewan percobaan menggunakan metoda repletion. Mikrokapsul tersebut mengandung zat besi 7.2% dan sebagai kontrol digunakan senyawa ferrosulfat. Pada awal masa depletion, tikus percobaan yang telah berumur 4 minggu diberi ransum rendah zat besi (sekitar 10 ppm) selama 14 hari, setelah tikus-tikus memasuki masa repletion diberi ransum mengandung kadar zat besi tinggi (54 ppm) yang berasal dari mikrokapsul zat besi atau ferrosulfat. Tikus yang diberi ransum rendah zat besi menunjukkan kadar hemoglobin sekitar 11.4 g/dl. Sedangkan setelah diberikan ransum dengan kadar zat besi tinggi kadar hemoglobinnya meningkat menjadi sekitar 15.13 g/dl - 15.43 g/dl. Dengan demikian nilai ketersediaan biologinya yang dinyatakan dalam *Relative Biological Value* sebesar 109. Keuntungan pembuatan mikrokapsul menggunakan teknik spray cooling adalah membran mikrokapsul dapat dipilih senyawa gizi (lemak), sehingga mikrokapsul tersebut mudah dicerna dan mutu zat besi yang dikandungnya tidak berubah.

Pendahuluan

Masalah gizi utama anemia gizi besi (AGB) diderita oleh sebagian besar ibu hamil sekitar 63.5% dan anak balita sebesar 55.5%. Risiko yang diderita oleh penderita AGB antara lain menurunnya prestasi belajar, kekebalan tubuh dan produktivitas kerja (1).

Pengembangan fortifikasi zat gizi mikro, khususnya zat besi dan mineral lainnya menyebabkan adanya perubahan warna dari bahan yang difortifikasi dan menyebabkan reaksi dengan komponen kimiawi dalam bahan makanan lainnya sehingga terbentuk perubahan aroma yang tidak disukai oleh konsumen (2). Dalam pengembangan fortifikasi dimungkinkan untuk melapisi zat gizi tersebut dalam suatu membran yang tipis sehingga kendala yang disebut di atas dapat diperlambat atau dicegah sama sekali.

Mikroenkapsulasi zat besi digunakan dalam fortifikasi bahan makanan agar zat besi tersebut tidak bersifat reaktif dengan komponen zat gizi lain dalam bahan makanan tersebut, memodifikasi warna senyawa besi sehingga tidak berwarna, dan mempermudah penggunaan zat besi dalam bahan makanan. Mikrokapsul zat besi dalam membran glyserol stearat telah dikembangkan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi Bogor menggunakan teknik *spray cooling*. Pemilihan teknik tersebut didasarkan atas hasil penelitian pendahuluan yang menunjukkan efisiensi maksimum dari proses tersebut (2). Dengan menggunakan senyawa lemak sebagai membran diharapkan ketersediaan biologis zat besi dalam mikrokapsul tidak akan

mengalami perubahan. Penelitian ini menyajikan data ketersediaan biologis mikrokapsul zat besi menggunakan metode hemoglobin repletion.

Bahan dan Cara

Bahan

Senyawa zat besi (ferosulfat-7-hidrat) yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Merek, Jerman. Sedangkan mikrokapsul zat besi dari senyawa yang sama diproduksi menggunakan teknik *spray cooling* yang dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi Bogor. Mikrokapsul disimpan dalam wadah plastik sebelum digunakan. Ransum tikus untuk penelitian ini menggunakan bahan makanan : kasein, sukrosa, maizena, minyak sayur, campuran vitamin (vitamin B1, C, D, asam folat) dan campuran mineral (zat besi, seng, magnesium).

Penentuan ketersediaan biologis mikrokapsul zat besi

Ketersediaan biologis mikrokapsul zat besi ditentukan menggunakan metode hemoglobin repletion (3). Tikus albino yang berumur 21 -28 hari dibagi dalam dua kelompok yang terdiri dari 8 tikus per kelompok. Pada periode depletion, kedua kelompok tersebut diberi ransum yang mengandung zat besi rendah (10 ppm) selama 14 hari, kemudian konsumsi makanan dan pertumbuhan tikus diukur sedangkan sampel darah diambil untuk penentuan kadar haemoglobin. Selanjutnya, semua tikus diberi ransum tinggi zat besi (54 ppm) dalam bentuk mikrokapsul zat besi atau ferosulfat-7-hidrat sebagai kontrol. Pada akhir penelitian tiga ekor tikus diambil secara random untuk analisis haemoglobin dalam darah. Komposisi ransum yang digunakan dalam periode depletion dan repletion dapat dilihat dalam Tabel 1. Semua tikus diberikan ransum dan air ad libitum.

Tabel 1. Komposisi ransum untuk penelitian ketersediaan biologis mikrokapsul zat besi (g/100 g)

| Bahan | Masa Depletion | Masa Repletion | |
|-----------------|-----------------|----------------|----------------------|
| | Rendah zat besi | Ferosulfat | Mikrokapsul zat besi |
| Kasein | 22 | 22 | 22 |
| Maizena | 29 | 29 | 29 |
| Minyak sayur | 8 | 8 | 8 |
| Sukrosa | 30 | 30 | 30 |
| Mineral Mixture | 4 | 4 | 4 |
| Vitamin Mixture | 2 | 2 | 2 |
| Zat besi, ppm | 10 | 54 | 54 |

Nilai biologis mikrokapsul zat besi diperoleh dari perhitungan kenaikan haemoglobin pada kedua kelompok tersebut. Ketersediaan biologi mikrokapsul zat besi adalah persentase kenaikan haemoglobin pada tikus yang diberi ransum mikrokapsul dibandingkan dengan kenaikan haemoglobin pada kelompok kontrol (Relative Biological Value). Kadar zat besi dalam mikrokapsul ditentukan dengan metode AOAC (1975) dengan sedikit modifikasi. Mikrokapsul zat besi ditambah dengan khloroform untuk melarutkan membran lemak sehingga zat besi tersebut dapat dilarutkan dengan larutan asam khlorida (0.1N). Selanjutnya zat besi ditentukan dengan pereaksi ",-dipyridil dan warna yang terbentuk dibaca dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 512 nm.

Hasil dan Bahasan

Mikrokapsul zat besi yang telah dikembangkan dengan teknik spray cooling tersebut mengandung zat besi sebesar 7.5%. Rendahnya kadar zat besi dalam mikrokapsul tersebut disebabkan oleh rendahnya perbandingan berat atom besi terhadap senyawa ferosulfat (56 dibandingkan 258). Hal ini berarti jumlah sesungguhnya senyawa ferosulfat yang berhasil dienkapsulasi adalah 34.5%. Berdasarkan data kadar zat besi mikrokapsul tersebut dan jumlah penambahan zat besi sebanyak 50%, berarti proses yang digunakan ini mempunyai nilai efisiensi mikroenkapsulasi sebesar 69.0%. Hal ini sesuai dengan perkiraan optimasi proses mikroenkapsulasi yang diharapkan. Pengamatan di bawah mikroskop menunjukkan ukuran partikel mikrokapsul zat besi maksimum adalah 20 mikron.

Pertumbuhan tikus percobaan selama penelitian disajikan dalam Tabel 2. Kenaikan berat badan tikus selama depletion period adalah 26.6 g dan 30.1 g masing-masing untuk kelompok mikrokapsul zat besi dan kelompok kontrol, sedangkan konsumsi ransumnya masing-masing untuk kelompok kontrol dan kelompok yang diberi mikrokapsul zat besi sebesar 110.9 g dan 115.4 g. Laju pertumbuhan kelompok tikus yang diberi ransum mikrokapsul zat besi tidak menunjukkan perbedaan dengan tikus yang diberi ransum ferosulfat.

Tabel 2. Kenaikan berat badan tikus dan konsumsi ransum pada masa depletion dan repletion

| Kelompok | Berat badan tikus | | | Rata-rata Konsumsi Ransum (g) |
|------------------------|-------------------|-------|----------|-------------------------------|
| | Awal | Akhir | Kenaikan | |
| Masa Depletion : | | | | |
| - Ferosulfat | 124.3 | 157.4 | 26.6 | 110.9 |
| - Mikrokapsul zat besi | 124.1 | 161.4 | 30.1 | 115.4 |
| Masa Repletion | | | | |
| - Ferosulfat | 157.8 | 192.8 | 22.2 | 135.0 |
| - Mikrokapsul zat besi | 157.7 | 192.0 | 21.8 | 134.3 |

Pada periode repletion, kenaikan berat badan tikus pada kelompok kontrol dan mikrokapsul adalah masing-masing 22.2 g dan 21.8 g dengan rata-rata konsumsi ransum masing-masing 135.0 g dan 134.3 g. Setelah melalui periode repletion, pertumbuhan tikus meningkat baik pada kelompok tikus yang diberi mikrokapsul zat besi maupun pada tikus yang diberi ransum ferrosulfat. Namun demikian peningkatan tersebut tidak setinggi pada masa depletion. Hal ini kemungkinan pertumbuhan tikus telah mencapai tahap yang lebih lanjut (lambat). Walaupun demikian konsumsi ransumnya menunjukkan peningkatan yang relatif lebih tinggi pada kedua kelompok tersebut (Tabel 2).

Kadar haemoglobin tikus pada akhir periode depletion menunjukkan angka sekitar 11.4g/dl, sedangkan pada akhir periode repletion meningkat menjadi masing-masing 15.13 g/dl untuk kelompok ferrosulfat dan 15.43/dl untuk kelompok mikrokapsul zat besi. Peningkatan tersebut relatif hampir sama baik pada kelompok kontrol maupun pada kelompok mikrokapsul.

Tabel 3. Ketersediaan biologi mikrokapsul zat besi

| Jenis membran | Relative Bioavailability Value (RBV) ¹⁾ |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Penelitian ini : Gliserol stearat | 109 |
| Penelitian lain (Hurrel, 1985) | |
| Minyak kedelai hidrogenasi sebagian | 101.115 |
| Minyak sawit hidrogenasi sebagian | 95 |
| Mono atau digliserida | 101.116 |
| Maltodextrin | 87 |
| Zinc stearat | 70 |
| Ethyl cellulose | 133 |

¹⁾Nilai tersebut diukur dengan uji hemoglobin repletion pada tikus
($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} = 100$)

Ketersediaan biologis besi yang dihasilkan dari penelitian ini dan berbagai penelitian lain menggunakan berbagai jenis membran dapat dilihat dalam Tabel 3. Ketersediaan biologis zat besi (RBV) sangat tergantung pada jenis besi, ukuran partikel besi dan untuk zat besi yang dibuat mikrokapsul adalah jenis membran yang digunakan untuk membungkus partikel zat besi tersebut (4). Ferrosulfat menunjukkan ketersediaan biologis (RBV) yang relatif tinggi (100) dibandingkan zat besi element (46) maupun ferofumarat sebesar 75. Sedangkan ukuran zat besi yang makin kecil akan menghasilkan ketersediaan biologis besi yang lebih besar. Pada ukuran partikel besi lebih kecil dari 1 mikron RBV elemen besi sebesar 33, sedangkan pada ukuran 1 mikron, 12 mikron dan 15 mikron RBVnya masing-masing 33.7 dan 6 (4). Dari hasil penelitian ini ketersediaan biologis mikrokapsul zat besi sebesar 109. Angka ini sama dengan hasil yang disajikan Hurrel (4) menggunakan mikrokapsul zat besi dengan

membran yang sama. Beberapa jenis membran ternyata tidak menyebabkan pengaruh terhadap ketersediaan biologis mikrokapsul zat besi, khususnya ethylcellulosa. Namun demikian ethylselulosa kurang diminati karena dalam proses pembuatan mikrokapsul, ethylcellulosa tersebut dilarutkan dalam pelarut organik yang bersifat toksis, selain itu membran ethylcellulose tidak dapat dicerna (5). Pembuatan mikrokapsul dengan spray cooling dapat dibuat menggunakan membran zat gizi (gliserol stearat) sehingga sangat menguntungkan karena mikrokapsul zat besi tersebut yang menggunakan membran terbuat dari zat gizi (gliserol stearat) yang dapat dicerna sehingga zat mineral yang dikandungnya tidak berubah mutu gizinya. Pengembangan formulasi mikrokapsul zat besi ke dalam berbagai jenis makanan (garam, roti dan kue lainnya) perlu diteliti lebih lanjut, khususnya menyangkut segi organoleptiknya.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Yudith Herlinda, MSc atas bantuan dalam penelitian dengan tikus dan kepada Sdri. Turindah, prahadati, Emiliana dan Yetty Yuniar atas bantuan membuat mikrokapsul dan analisis kimiawi dan biokimiawi.

Rujukan

1. Muhilal, Iman Sumarno dan Komari. Review of surveys and supplementation studies on anemia in Indonesia. Presented at Int. Workshop on Iron Deficiency Anaemia. Jakarta, Nov.7-8, 1994.
2. Komari, Y. Herlinda, E.Affandi dan A. Murdiana. Encapsulation of iodine and iron for double fortification of foods for combating Iodine Deficiency Disorder (IDD) and Iron Deficiency Anemia (IDA). Research Report National Institute for Health Research and Development-WHO, 1995.
3. Astuti, M.,S. Kasaoka, S. Goto and M.Adnan. Hemoglobin regeneration and distribution of iron, copper and zinc in hepatic subcellular fractions of rats fed with tempe diets. Ind.J.Food Nutr. Prog. 1994, 1(1)35-40.
4. Hurrel, R.F. Nonelemental Sources. In iron fortification of foods by F.M. Clydesdale and K.L. Wiemer (Eds). Orlando: Academic Press, 1985:31-53.
5. Komari. Bioparticle design for marine biotechnology reactor. Development of microencapsulated process. Res. Rep. Dept. of Chemical Engineering, Univ. of Queensland, Australia, 1991.