

Peluang Aplikasi Mikroenkapsulat Vitamin A dan Zat Besi sebagai Fortifikan

Chance of Microencapsulat Application of Vitamin A and Iron as Fortificants

Windi Asterini, Sugiyono, dan Endang Prangdimurti

Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB
Jl. Lingkar Akademik Kampus IPB Darmaga Bogor - 16680
Email : sugiyono@ipb.ac.id

Diterima : 2 Februari 2016

Revisi : 5 Maret 2016

Disetujui : 15 April 2016

ABSTRAK

Vitamin A dan zat besi termasuk salah satu zat gizi mikro yang dibutuhkan oleh tubuh. Kekurangan asupan dan absorpsi zat gizi mikro dapat mengakibatkan gangguan pada kesehatan, pertumbuhan, dan fungsi lainnya di dalam tubuh. Program fortifikasi merupakan salah satu cara yang dilakukan oleh pemerintah untuk mengatasi masalah defisiensi vitamin A dan zat besi. Kedua mikronutrien ini sering digunakan menjadi fortifikan akan tetapi masing-masing senyawa ini memiliki reaksi negatif di dalam bahan pangan. Vitamin A merupakan senyawa yang rentan terhadap suhu tinggi, cahaya dan udara (oksigen), sedangkan zat besi dapat menghasilkan efek negatif pada sensori (bau dan warna) pangan fortifikasi. Perlindungan fortifikan dari pengaruh lingkungan sangat diperlukan untuk mendukung keberhasilan program fortifikasi. Salah satu caranya ialah dengan menggunakan teknologi enkapsulasi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa fortifikasi dengan menggunakan teknik mikroenkapsulasi menghasilkan fortifikasi yang lebih stabil, tidak mengubah bahan pangan pembawa fortifikan secara fisik dan kimia. Oleh karena itu pembuatan mikroenkapsulasi fortifikan dinilai lebih efisien dan efektif dalam mengatasi masalah defisiensi zat gizi mikro.

kata kunci : defisiensi, fortifikasi, mikroenkapsulasi, vitamin A, zat besi.

ABSTRACT

Vitamin A and iron are essential micronutrients needed by the body. Deficiency of intake and absorption of micronutrients can lead to disturbances in health, growth and other functions in the body. Fortification is one of the government programs to cope with the deficiency of vitamin A and iron. Both compounds are often used as fortificants, but their present promotes undesirable reaction in foodstuffs. Vitamin A is susceptible to high temperature, light and air (oxygen), while iron can result in detrimental effects on the color and smell. Therefore, the protection of fortificants against environmental effect in food system is highly required, and encapsulation is a promising technique. Previous studies showed that microencapsulation technique produced more stable compounds and unchanged chemical and physical characteristics of fortified food. For this reason, microencapsulation in fortified food is considered as efficient and effective way in addressing micronutrient deficiencies.

keywords : deficiency, fortification, microencapsulation, vitamin A, iron.

I. PENDAHULUAN

Zat gizi mikro merupakan salah satu komponen pangan berupa vitamin dan mineral yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit tetapi memiliki peranan penting di dalam tubuh. Kekurangan asupan dan absorpsi zat gizi mikro dapat mengakibatkan gangguan pada kesehatan, pertumbuhan mental dan fungsi

lainnya di dalam tubuh. Kekurangan zat gizi mikro yaitu yodium, besi dan vitamin A secara luas menimpa lebih dari sepertiga penduduk dunia (Allen, dkk., 2006). Defisiensi vitamin A dan zat besi dapat menyebabkan risiko kematian pada bayi dan ibu hamil karena anemia (Semba dan Bloem 2008; McLean, dkk., 2008; Oliveira, dkk., 2008). Keberadaan vitamin A dapat

membantu zat besi untuk membentuk sel darah merah di dalam tubuh. Di Indonesia terdapat 54 persen bayi dan 18 persen ibu hamil yang mengalami kekurangan vitamin A (Dijkhuizen, dkk., 2001). Depkes (2007) menunjukkan bahwa sebanyak 19,7 persen ibu dalam masa produktif kekurangan zat besi, dan 24,5 persen menderita kekurangan zat besi di masa kehamilan.

Intervensi gizi yang mampu menjamin konsumsi makanan masyarakat mengandung cukup zat gizi mikro merupakan salah satu cara yang dilakukan pemerintah (BPOM, 2004). Menurut WHO (2001) dan BPOM (2004) defisiensi zat gizi mikro dapat ditanggulangi dengan melakukan fortifikasi zat gizi mikro tersebut ke dalam produk pangan. Fortifikasi makanan terbukti efektif untuk menanggulangi kekurangan gizi penduduk dengan menggunakan makanan yang umum dikonsumsi dan didukung strategi perbaikan diet (yakni kampanye pendidikan gizi) (WHO, 2001).

Vitamin A dan zat besi merupakan senyawa yang sering menjadi fortifikan akan tetapi vitamin A dan zat besi memiliki reaksi negatif di dalam bahan pangan (Allen, dkk., 2006). Vitamin A mudah rusak dengan adanya suhu tinggi, cahaya dan udara (oksigen) (Semba dan Bloem, 2008). Senyawa fortifikan zat besi akan menghasilkan efek negatif pada warna dan bau (Allen, dkk., 2006). Perlindungan fortifikan dari pengaruh lingkungan yang merugikan sangat diperlukan untuk mendukung keberhasilan program fortifikasi. Salah satu cara untuk mencegah masalah munculnya interaksi negatif pada masing-masing senyawa mikro tersebut ialah dengan menggunakan teknologi enkapsulasi (Silva, dkk., 2011). Teknologi enkapsulasi diharapkan meminimalisir interaksi negatif serta melindungi senyawa fortifikan yang sudah dienkapsulasi.

II. DEFISIENSI VITAMIN A DAN ZAT BESI

Vitamin A dan zat besi merupakan mikronutrien yang dibutuhkan oleh tubuh. Kedua mikronutrien ini tidak dapat dihasilkan secara alami pada tubuh manusia. Vitamin A dapat ditemukan dalam makanan pada produk hewani atau sebagai provitamin A (karotenoid) pada produk tanaman sedangkan zat besi terdapat

pada daging, sayur-sayuran dan produk sereal (Allen, dkk., 2006). Vitamin A dinyatakan dalam unit internasional (IU) dan satu IU setara dengan 0,30 µg trans retinol dan 0,55 µg dari trans retinil palmitat sedangkan zat besi dinyatakan dalam ppm. Asupan harian vitamin A tidak boleh melebihi 3000 µg atau 10.000 IU/hari untuk mencegah overdosis dan minimal 700 µg-900 µg/hari (Allen, dkk., 2006).

Masing-masing mikronutrien mempunyai fungsi tersendiri di dalam tubuh. Vitamin A sangat penting untuk fungsi penglihatan, pertumbuhan, reproduksi, kulit dan sistem kekebalan tubuh (WHO, 2006). Zat besi (Fe) diperlukan dalam *hematopoiesis* (pembentukan darah) yaitu dalam sintesa hemoglobin (Hb) (Fairweather, dkk., 2001). Vitamin A dan zat besi secara bersamaan diketahui berperan dalam mencegah anemia pada ibu hamil dan balita (McLean, dkk., 2008; Oliveira, dkk., 2008). Kekurangan vitamin A di dalam tubuh dapat mengakibatkan pembentukan eritrosit oleh zat besi dalam jumlah sedikit sehingga hemoglobin (Hb) rendah di dalam darah (Lynch, 1997). Hemoglobin yang rendah dapat menyebabkan anemia. Hubungan vitamin A dengan peningkatan hemoglobin sangat berkaitan, karena zat besi dan vitamin A sangat baik untuk memelihara jaringan epitel (endotelium) pada pembuluh darah (Oliveira, dkk., 2008). Kedua zat gizi tersebut membantu mencegah kerusakan pembuluh darah dan dikatakan oleh beberapa ahli bahwa vitamin A dan zat besi secara signifikan membantu meningkatkan sistem kekebalan tubuh (McLean, dkk., 2008; Oliveira, dkk., 2008).

Menurut WHO (2006) defisiensi vitamin A dan zat besi pada masyarakat mempunyai beberapa indikator serta tingkatan (Tabel 1). Di negara berkembang, persentase kekurangan vitamin A pada anak-anak di bawah usia lima tahun masih cukup besar. Sekitar 1 juta anak meninggal setiap tahun karena kekurangan vitamin A (WHO, 2011). Kasus kekurangan vitamin A (KVA) pada anak-anak menyebabkan seroftalmia, diare, campak, malaria, dan infeksi lainnya (WHO, 2011). Pada ibu hamil, kekurangan mikronutrien dapat menyebabkan morbiditas dan kematian ibu (WHO, 2006).

Tabel 1. Tanda-tanda Defisiensi Vitamin A dan Zat Besi serta Tingkatannya

Zat gizi mikro	Tanda-tanda defisiensi	Tingkatan defisiensi
Vitamin A	Level serum retinol	>2%-<10% : rendah >10%-<20% : sedang >20% : parah
	Seroftalmia	Anak-anak usia 2-5 tahun dengan tanda kerusakan mata.
	Buta senja pada saat mengandung	Memiliki masalah pengelihanatan pada malam hari (di tempat yang sedikit cahaya) pada saat mengandung.
	Retinol yang rendah pada ASI	Persentase ibu umur 15-49 tahun yang sedang menyusui dengan konsentrasi retinol <1.05 µmol/L
Zat besi	Persentase anak umur 6-59 bulan dan wanita terkena anemia.	<4,9% : belum bermasalah 5,0%-19,9% : ringan 20,0%-39,9% : sedang >40% : berat
	Persentase anak umur 6-14 tahun terkena anemia	Konsentrasi hemoglobin <12,0 g/dL darah
	Persentase laki-laki umur 15-59 tahun terkena anemia	Konsentrasi hemoglobin <13,0 g/dL darah

Sumber : WHO, 2006

III. FORTIFIKASI

Fortifikasi merupakan penambahan zat gizi mikro tertentu ke dalam bahan pangan secara sengaja untuk meningkatkan kualitas bahan pangan yang bermanfaat bagi kesehatan dengan risiko minimal. Fortifikasi pangan umumnya digunakan untuk mengatasi masalah gizi mikro pada jangka menengah dan panjang. Tujuan utama fortifikasi adalah untuk meningkatkan status gizi masyarakat melalui penambahan zat gizi yang dibutuhkan (Allen, dkk., 2006). Organisasi pangan dan pertanian PBB menyarankan pemerintah di negara-negara dengan kekurangan zat gizi mikro untuk menambahkan yodium, zat besi dan vitamin A pada pangan serta mengatur fortifikasinya (Thompson dan Amaroso, 2015). *Codex Alimentarius Commission* PBB pada FAO (2015) menetapkan standar internasional untuk program fortifikasi nasional yaitu : (i) fortifikasi dilakukan tepat sasaran pada masyarakat yang kekurangan gizi; (ii) pemilihan pangan

pembawa (seperti tepung atau minyak nabati) yang dikonsumsi oleh masyarakat kurang gizi dan jumlah pengkonsumsian; dan (iii) batas fortifikasi minimum dan maksimum.

Di Indonesia, komitmen terhadap pelaksanaan fortifikasi tertuang dalam Peraturan Pemerintah (PP) No. 28 Tahun 2004 tentang keamanan, mutu dan gizi pangan. BPOM (2004) menyatakan bahwa fortifikasi merupakan langkah yang diambil pada saat terjadi kekurangan atau penurunan status gizi masyarakat. Sebagian besar program fortifikasi telah menggunakan makanan olahan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat. Di negara-negara industri, fortifikasi menggunakan makanan olahan yang banyak dikonsumsi masyarakat dan dengan sistem distribusi yang efisien berhasil dalam pencegahan dan pengendalian kekurangan vitamin dan mineral (Allen, dkk., 2006).

WHO (2006) menyatakan bahwa fortifikasi dapat dilakukan dengan menambahkan

senyawa mikro ke dalam pangan pembawa misalnya saja tepung, minyak goreng, atau *snack*. Tidak semua senyawa dapat menjadi fortifikan. Allen, dkk., (2006) menyatakan syarat suatu senyawa dapat dijadikan fortifikan selain dapat diserap tubuh dengan baik, tidak beracun, dan tidak mengubah aroma, tekstur maupun rasa dari produk akhir. Di Indonesia terdapat beberapa acuan produk fortifikasi yang telah diatur oleh pemerintah. Fortifikasi yodium pada garam (sejak tahun 1994), zat besi dan zink pada tepung terigu (sejak tahun 2001), dan fortifikasi vitamin A pada minyak goreng (sejak tahun 2013) (Dijkhuizen, dkk., 2013). Sekitar 95 persen penduduk di negara berkembang negara mengkonsumsi terigu sebagai makanan pokok (WHO, 2006). Terigu dianggap sebagai bahan pangan yang cocok sebagai pembawa fortifikan dalam pencegahan defisiensi senyawa mikro. Di negara berkembang, banyak jenis sereal dan umbi-umbian yang dimanfaatkan untuk kebutuhan fortifikasi pada makanan. Program-program fortifikasi telah berhasil dan menyebabkan penurunan 20 persen angka kematian ibu di negara-negara berkembang (WHO, 2006).

Bentuk vitamin A untuk fortifikasi yang umum digunakan adalah retinil palmitat, retinil asetat, dan β -karoten baik dalam bentuk minyak maupun kering (bubuk) (Tabel 2). Retinil

asetat dan retinil palmitat merupakan fortifikan yang direkomendasikan oleh WHO digunakan sebagai fortifikan. Penggunaan β -karoten banyak dipakai sebagai fortifikan pada minuman atau makanan (keju dan beras di China) untuk meningkatkan zat gizi sekaligus memberi warna kuning/oranye (Grune, dkk., 2010). Namun penggunaan β -karoten sebagai fortifikan pada minyak goreng justru dikhawatirkan mempengaruhi daya terima minyak goreng tersebut. Rekomendasi WHO untuk fortifikasi minyak goreng menggunakan retinil palmitat karena bioavailabilitasnya lebih baik, lebih stabil, dan biayanya lebih murah dibandingkan β -karoten (30 persen RE) (Stuijvenberg dan Benade, 2000). Pada fase lipid, β -karoten efisien mengurangi radikal peroksil (Souganidis, dkk., 2013). Sifat antioksidan pada β -karoten merupakan salah satu dasar yang mendukung peran potensial β -karoten dalam pencegahan kanker (Souganidis, dkk., 2013). Berbanding terbalik dengan sifat antioksidan pada β -karoten, beberapa penelitian menemukan bahwa adanya implikasi kesehatan yang disebabkan β -karoten jika dikonsumsi dengan jumlah berlebih (overdosis) terutama kanker dan penyakit kardiovaskular (Rao dan Rao, 2007).

Retinil palmitat telah berhasil digunakan sebagai suplemen maupun fortifikasi pada berbagai makanan, termasuk minyak sayur

Tabel 2. Aplikasi Fortifikasi Vitamin A

Fortifikan	Aplikasi	Stabilitas
Retinil asetat (minyak)	Pangan olahan berbasis lemak seperti margarin dan produk olahan susu	Baik
Retinil palmitat (minyak)	Pangan olahan berbasis lemak seperti margarin dan produk olahan susu	Baik
Retinil asetat (minyak) atau retinil palmitat (minyak) di tambah vitamin D3	Pangan olahan berbasis lemak seperti margarin dan produk olahan susu dimana penambahan vitamin diperbolehkan	Baik
Retinil palmitat (kering) atau retinil asetat (kering)	Produk kering seperti tepung, bubuk dan komponen larut air.	Cukup
Retinil palmitat (kering) atau retinil asetat (kering) dengan penambahan vitamin D3	Produk kering seperti tepung, bubuk dan komponen larut air	Cukup

Sumber : Allen, dkk., 2006

(Semba dan Bloem 2008), monosodium glutamat (Muhilal dan Murdiana 1985), tepung sereal (Solon, dkk., 2000) dan gula (Arroyave, dkk., 1981). Menurut Souganidis, dkk., (2013) minyak kedelai yang diperkaya dengan retinil palmitat pada penyimpanan suhu 23°C selama 9 bulan dapat dipertahankan sebanyak 99 persen. Retinil palmitat akan hilang sampai 90 persen jika dipanaskan dengan tekanan dan suhu tinggi. Penggorengan dengan berulang kali dan penyimpanan dapat dipastikan mengakibatkan hilangnya vitamin A.

Bentuk senyawa zat besi yang digunakan sebagai fortifikan dapat dilihat pada Tabel 3. Fero sulfat memiliki ketersediaan dan bioavailabilitas yang tinggi serta harga yang cukup murah bila dibandingkan dengan senyawa zat besi yang lainnya. Selain itu fero sulfat juga mempunyai sifat larut air, sehingga memudahkan untuk dienkapsulasi (Allen, dkk., 2006). Fero sulfat merupakan fortifikan yang sering digunakan untuk fortifikasi roti dan tepung terigu. Fero fumarat banyak digunakan untuk fortifikasi makanan sapihan yang terbuat dari campuran jagung, kedelai dan susu. Penyerapan fero fumarat hampir sama dengan fero sulfat jika diberikan dalam bentuk suplemen, namun jika digunakan untuk fortifikasi penyerapannya akan lebih rendah (Allen, dkk., 2006). Fero glukonat mudah diserap tetapi harganya relatif mahal

dan banyak digunakan untuk fortifikasi susu dan makanan formula bayi (Allen, dkk., 2006). Fero amonium sitrat digunakan dalam makanan formula bayi dan tepung terigu. Fero ortofosfat dan natrium fero pirofosfat digunakan untuk fortifikasi sereal (Allen, dkk., 2006), akan tetapi penggunaan kedua senyawa ini sangat terbatas karena ketersediaannya secara biologisnya sangat rendah.

Keberhasilan program fortifikasi salah satunya dapat dicapai dengan melihat efek peningkatan penyerapan mikronutrien tersebut di dalam tubuh. Pada program fortifikasi, tahapan kritis dalam perencanaan program fortifikasi zat besi adalah pemilihan senyawa yang dapat diterima dan dapat diserap oleh tubuh. Beberapa senyawa zat besi yang umum digunakan untuk fortifikasi besi seperti fero fumarat, fero sulfat, fero glukonat, fero laktat, fero ammonium sulfat (Palupi, 2010). Program fortifikasi makanan yang berhasil dengan menggunakan zat besi larut air seperti fero sulfat menggunakan penambahan asam askorbat sebagai pendukung penyerapan atau penggunaan NaFeEDTA untuk mengatasi efek negatif dari asam fitat (Akhtar, dkk., 2010; Hurrell, 2002). Fortifikasi satu atau lebih senyawa di dalam bahan pangan akan menghasilkan interaksi negatif secara kimia (ketersediaan dan kestabilan fortifikan) dan fisik (sensori). Pada zat besi, fortifikasi dapat menyebabkan

Tabel 3. Senyawa Zat Besi yang Digunakan sebagai Fortifikan

Fortifikan	Jumlah Zat Besi (%)	Kemampuan Bioavailabilitas (%)	Aplikasi
Fero sulfat (kering)	33	100	Sereal-makanan tambahan, tepung, pasta dan beras
Fero sulfat ditambah asam askorbat	20	100	Pasta dan beras
Fero bisglisinat	20	>100	Pasta dan beras
Feri amonium sitrat	17	51	Pasta dan beras
Zat besi sodium EDTA	13	>100	Tepung
Fero fumarat	33	100	Sereal-makanan tambahan dan tepung
Fero sulfat (Enkapsulasi)	16	100	Sereal-makanan tambahan dan tepung
Fero fumarat (Enkapsulasi)	16	100	Tepung

Sumber : Allen, dkk., 2006

perubahan warna (menjadi kecoklatan) sebagai hasil reaksi dengan senyawa-senyawa yang terkandung dalam bahan pembawanya dan dapat mengkatalisis reaksi oksidatif sehingga menghasilkan bau dan aroma yang kurang disukai (Roe dan Fairweather, 1999). Pada fortifikasi vitamin A, faktor kehilangan karena cahaya, pengolahan suhu tinggi dan teroksidasi merupakan variabel yang sangat diperhatikan (Allen, dkk., 2006). Teknik enkapsulasi dengan ukuran nano merupakan teknik fortifikasi yang banyak digunakan untuk melindungi senyawa fortifikan dan membantu penyerapan senyawa tersebut di dalam tubuh.

IV. MIKROENKAPSULASI

Enkapsulasi didefinisikan sebagai proses untuk melindungi suatu senyawa (khususnya senyawa bioaktif) dengan memakai senyawa lainnya sebagai pelindung (Poshadri dan Aparna, 2010). Polimer pada kapsul berperan sebagai lapisan pelindung dan menghambat dari paparan yang dapat merusak senyawa yang dilindungi seperti proses pengolahan, interaksi dengan cahaya, udara maupun panas (Silva, dkk., 2012). Di samping untuk melindungi dari paparan, teknik enkapsulasi juga berfungsi sebagai pengontrol sistem pelepasan suatu senyawa kimia pada titik tertentu misalnya saja pada senyawa volatil (Margarida, 2011). Secara umum, berdasarkan ukurannya kapsul dibagi menjadi ukuran makro ($>5000 \mu\text{m}$), ukuran mikro ($0,2$ sampai $5000 \mu\text{m}$) dan nano ($<0,2 \mu\text{m}$) (Silva, dkk., 2012). Berdasarkan bentuk dari kapsulnya dapat dibagi menjadi kapsul *irregular*, kapsul bilayer, kapsul berbentuk bulat, kapsul dengan beberapa bulatan, dan kapsul

yang didalamnya terdapat kapsul-kapsul kecil (Margarida, 2011).

Bahan senyawa penyalut fortifikan pada proses enkapsulasi mudah didapat dan harganya relatif terjangkau. Bahan yang digunakan untuk pelindung (enkapsulat) harus *food grade*, *biodegradable* dan dapat membentuk dinding antara fase internal dengan senyawa di sekitarnya. Ada banyak senyawa yang diketahui dapat digunakan sebagai enkapsulat sebagai bentuk padatan, cairan atau gas serta asal-usul dan sifat karakteristik enkapsulatnya. Hanya ada beberapa bahan enkapsulat yang dapat diaplikasikan pada makanan yang diakui sebagai bahan yang aman untuk dimakan (Tabel 4).

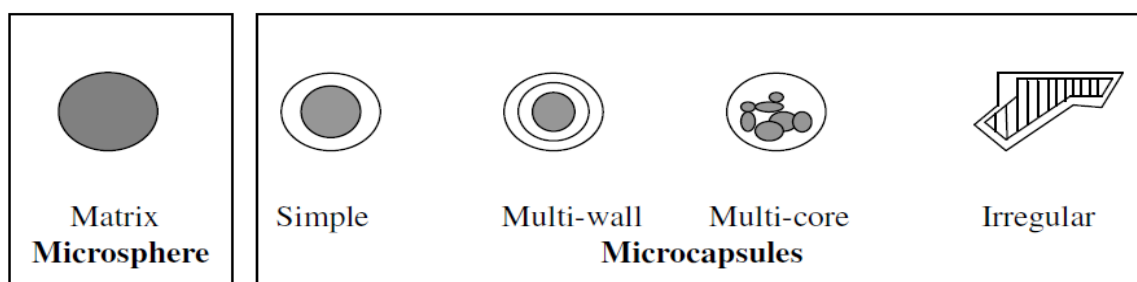
Menurut Desai dan Park (2005), ada beberapa potensi mikroenkapsulasi untuk digunakan dalam aplikasi industri pangan yaitu : (i) mikroenkapsulasi dapat melindungi senyawa dari berbagai faktor lingkungan, seperti oksigen, air dan cahaya serta interaksi yang tidak diinginkan dengan bahan lainnya; (ii) fungsi lain adalah untuk mengontrol difusi, untuk mengisolasi dan mengontrol pelepasan bahan di tempat yang tepat dan waktu yang tepat; (iii) karakteristik fisik dari senyawa utama dapat dimodifikasi; (iv) pengurangan atau kehilangan senyawa utama dapat berkurang karena tidak adanya interaksi dengan lingkungan luar; (v) senyawa inti dapat dilepaskan ketika diperlukan dalam jumlah yang sangat kecil dan pendispersiannya masih seragam; dan (vi) dapat digunakan untuk memisahkan satu senyawa dengan senyawa lain.

Tabel 4. Bahan Enkapsulat

Bahan enkapsulat	Golongan	Proses enkapsulasi	Aplikasi
Gum arab	Polisakarida	Pengeringan semprot	Perisa makanan
Pati termodifikasi	Polisakarida	Pengeringan semprot	Perisa makanan
Gelatin	Protein	Pengeringan semprot	Vitamin
Whey protein	Protein	Pengeringan semprot	Lemak
Maltodekstrin	Karbohidrat	Pengeringan semprot	Perisa makanan
Minyak sayur terhidrogenasi	Gliserida	Pengeringan semprot	Bahan tambahan pangan

Sumber : Nizori, 2013

Teknik mikroenkapsulasi dapat diklasifikasikan berdasarkan mekanisme pembentukan mikropartikel. Proses ini termasuk proses fisik atau mekanik (pengeringan semprot, *spray chilling*/pendingin, ekstrusi dan pelapisan) dan proses kimia (koaservasi, semi-kristalisasi, inklusi molekul atau polimerisasi). Kombinasi dari beberapa proses juga dapat dikombinasikan, misalnya dalam pembentukan emulsi tunggal atau ganda diikuti dengan pengeringan semprot (Madene, dkk., 2005). Mikropartikel yang terbentuk dikategorikan sebagai mikrokapsul atau mikrosfer (Gambar 1) berdasarkan struktur, posisi inti dan *shell*.



Gambar 1. Mikroenkapsulasi dan mikrosfer (Gibbs, dkk., 1999)

Teknik yang paling umum dan yang paling mudah diaplikasikan dalam mengenkapsulasi bahan ialah dengan memakai pengeringan semprot. Teknik enkapsulasi dengan memakai pengeringan semprot dinilai murah dan efektif untuk mengenkapsulasi bahan atau senyawa yang mudah rusak atau membutuhkan perlakuan khusus seperti senyawa flavour (Poshadri dan Aparna 2010 ; Silva, dkk., 2012). Fortifikasi menggunakan teknik enkapsulasi sangat efektif untuk melindungi suatu senyawa terhadap proses pengolahan maupun faktor-faktor lain yang dapat mengurangi efektifitasnya.

Ada beberapa proses yang diperlukan untuk menghasilkan mikrokapsul, yaitu pembentukan partikel inti diikuti dengan proses pelapisan. Pada teknik pengeringan semprot, yang biasa digunakan sebagai bahan pelindung adalah pati termodifikasi, maltodekstrin, pati yang sudah terhidrolisis dan protein *whey*. Bahan pengkapsul dicampur dengan senyawa yang akan dienkapsulasi dengan perbandingan 1 : 4 dan diletakkan ke dalam pengering semprot kemudian dijadikan ukuran atom dengan penyemprotan (Poshadri dan Aparna, 2010). Air yang berada di dalam pengering semprot dievaporasi dengan udara panas sehingga

menjadi ukuran atom dan kemudian kapsul terbentuk setelah terbentuknya serbuk-serbuk di wadah penampung (Gibbs, dkk., 1999).

V. POTENSI FORTIFIKASI DENGAN MIKROENKAPSULAT

Fortifikasi pada produk pangan bertujuan sebagai sumber penyedia zat gizi mikro yang bermanfaat bagi masyarakat yang mengalami defisiensi. Mikroenkapsulasi telah banyak diaplikasikan untuk fortifikasi beberapa produk seperti garam, susu, keju, minyak dan beras. Fortifikasi ganda (fortifikasi dengan dua jenis senyawa fortifikan) telah banyak dilakukan

untuk meningkatkan efisiensi program fortifikasi dimana kasus kekurangan beberapa zat gizi mikro terjadi secara bersamaan. Namun demikian, keberadaan beberapa fortifikan secara sekaligus dapat mengakibatkan penurunan bioavailabilitas fortifikan dan mutu makanan. Zat besi dapat bereaksi dengan air menimbulkan perubahan pada warna garam (Vinodkumar dan Rajagopalan, 2007).

Mikroenkapsulasi zat gizi mikro diharapkan dapat menjaga kestabilan kandungan zat gizi mikro dalam fortifikasi selama proses pengolahan dan penyimpanan (Madene, dkk., 2005; Silva, dkk., 2012). Stabilitas yodium dalam fortifikasi garam dilaporkan meningkat ketika yodium dienkapsulasi dengan maltodekstrin (Vinodkumar dan Rajagopalan, 2007). Mikroenkapsulasi vitamin A dengan minyak sawit terhidrogenasi juga dapat meningkatkan stabilitas vitamin A pada fortifikasi garam (Zimmerman, dkk., 2004). Minyak sawit terhidrogenasi merupakan salah satu bahan pengapsul untuk vitamin A. Bahan berbentuk minyak merupakan bahan pengapsul yang baik untuk mengenkapsulasi senyawa nonpolar seperti vitamin A. Dalam keadaan terenkapsulasi, vitamin A terlindungi

dari kemungkinan terjadinya oksidasi. Vitamin A yang biasa digunakan untuk fortifikasi bahan makanan kering memiliki harga yang lebih tinggi daripada vitamin A yang digunakan untuk fortifikasi makanan cair (harga mencapai 4 kali lipat). Dengan enkapsulasi, vitamin A yang biasa digunakan untuk fortifikasi makanan cair juga dapat digunakan untuk fortifikasi makanan dalam bentuk kering sehingga dapat menekan biaya. Teknologi enkapsulasi dinilai efektif untuk mengurangi defisiensi zat gizi mikro serta dapat mensukseskan program fortifikasi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Akhtar, dkk. (2010) tepung gandum yang difortifikasi dengan besi NaFeEDTA, zat besi, zink sulfat dan zink oksida memiliki hasil kadar air yang menurun. Masing-masing fortifikan zat besi (8,44 persen) dan seng oksida (8,35 persen) mengalami penurunan jika dibandingkan dengan tepung yang tidak difortifikasi (8,83 persen). Pada penelitian yang hampir sama, fortifikasi zat besi dengan menggunakan enkapsulat lebih dapat mempertahankan ketersediaannya di dalam bahan pangan serta tidak mengubah warna dari pangan.

Zimmerman, dkk., (2004) menyebutkan bahwa mikroenkapsulasi zat besi, yodium dan vitamin A yang difortifikasikan ke dalam garam cenderung stabil secara fisik, akan tetapi, kehilangan sebanyak 12 persen sampai 15 persen dari bagian yodium dan vitamin A. Pada penelitian yang berbeda, enkapsulasi zat besi, yodium dan vitamin A yang difortifikasikan ke dalam *snack* menunjukkan tidak ada perubahan warna dan secara keseluruhan diterima secara sensori oleh panelis (Wegmuller, dkk., 2006). Perbandingan senyawa yang difortifikasi dengan menggunakan teknik enkapsulasi dengan teknik nonenkapsulasi dapat dilihat pada penelitian Azzam (2009). Menurut Azzam (2009) zat besi yang dimikroenkapsulasi dengan *whey protein* ketika difortifikasi ke dalam yogurt tidak mengubah rasa, aroma maupun warnanya sedangkan yogurt yang difortifikasi dengan fero sulfat (tanpa enkapsulasi) menghasilkan rasa "besi".

VI. KESIMPULAN

Fortifikasi dinilai penting untuk mencegah defisiensi senyawa mikro pada masyarakat.

Vitamin A dan zat besi merupakan senyawa mikronutrien yang dapat menjadi bahan fortifikasi. Senyawa fortifikan yang digunakan harus memenuhi syarat : (i) tidak bereaksi dengan senyawa lain dan bahan pembawa; (ii) mempunyai bioavailabilitas yang tinggi; (iii) tidak mempengaruhi karakteristik sensori pangan; (iv) harganya murah; dan (v) mudah didapat.

Teknik enkapsulasi dan nanoteknologi kepada senyawa mikronutrien dilakukan untuk melindungi senyawa fortifikan, mencegah kehilangan senyawa fortifikan dan mencegah adanya interaksi negatif dari senyawa fortifikan. Pada berbagai penelitian dapat dilihat bahwa fortifikasi dengan menggunakan mikroenkapsulasi menghasilkan fortifikasi yang lebih stabil, tidak mengubah bahan pangan pembawa fortifikan secara fisik dan kimia. Selain itu pembuatan mikroenkapsulasi fortifikan dinilai lebih efisien dan efektif dalam mengatasi masalah defisiensi zat gizi mikro.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, S., Rehman, Z.U., Anjum, F.M., Ali, Z., dan Nisar, A. 2010. Bioavailability of Iron and Zinc Fortified Whole Wheat Flour in Rats. *J Zool.* Vol. 42. Dec : 771-779.
- Allen, L., Benoist, B.D., Dary, O., dan Hurrell, R. 2006. *Guidelines on Food Fortification with Micronutrients*. Geneva : World Health Organization and Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- Azzam, M.A. 2009. Effect of Fortification with Iron–Whey Protein Complex on Quality of Yoghurt. *Egyptian J Dairy Sci.* Vol. 37 : 55–63.
- Arroyave, G., Mejia, L.A., dan Aguilar, J.P. 1981. The Effect of Vitamin A Fortification of Sugar on the Serum Vitamin A Levels of Preschool Guatemalan Children: A Longitudinal Evaluation. *Am J Clin Nutr.* Vol.34 : 41–49.
- [BPOM] Badan Pengawasan Obat dan Makanan. 2004. *Kebijakan dan Program Direktorat Penilaian Keamanan Pangan. Buletin POM.* Volume 06/Tahun III/2004.
- [DEPKES] Departemen Kesehatan. 2008. *Riset Kesehatan Dasar 2007*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Jakarta.
- Desai, K.G.H. dan Park, H.J. 2005. Recent Developments in Microencapsulation of Food Ingredients. *Dry Technol.* Vol. 23. Apr : 1361-1394.
- Dijkhuizen, M.A., Wieringa, F.T., West, C.E.,

- Muherdiyantiningsih, dan Muhilal. 2001. Concurrent Micronutrient Deficiencies in Lactating Mothers and Their Infants in Indonesia. *Am J Clin Nutr*. Vol. 73: 786-91.
- Dijkhuizen, M.A., Wieringa, F.T., Soekarjo, D., Van, K.T., dan Laillou, A. 2013. Legal Framework for Food Fortification: Examples from Vietnam and Indonesia. *Food Nut Bull*. Vol. 34. Jan : 112-123.
- Fairweather, T.S., Wartley, G., dan Dainty, J. 2001. Iron Absorption from A Breakfast Cereal: Effects of EDTA Compounds and Ascorbic Acid. *Int J Vitam Nutr Res*. Vol 71. Feb : 117-22.
- [FAO] Food Agriculture Organization/[WHO] World Health Organization. 2015. *Codex Alimentarius Commission: General Principles for the Addition of Essential Nutrients to Foods (amended 1989, 1991): CAC/GL 09-1987*. Food Agriculture Organization/ World Health Organization
- Gibbs, B.F., Kermasha, S., Ali, I., dan Mulligan, C.N. 1999. Encapsulation in the Food Industry: A Review. *Int J Food Sci Nutr*. Vol. 50.Mar : 213-24.
- Grune, T., Lietz, G., Palou, A., Ross, A.C., Stahl, W., Tang, G., Thurnham, D., Yin, S., dan Biesalski, H.K. 2010. B-Carotene is an Important Vitamin A Source For Human. *Int J Food Sci Nutr*. Vol. 17. Dec : 2268-2285.
- Hurrell, RF. 2002. How To Ensure Adequate Iron Absorption From Iron-Fortified Food. *Nutrition Reviews*. Vol. 60 : 7-15.
- Lynch, S.R. 1997. Interaction of Iron with Other Nutrients. *Nutr Rev*. Vol. 55 :102-110.
- Madene, A., Jacquot, M., Scher, J., dan Desobry, S. 2005. Flavour Encapsulation and Controlled Release-A Review. *Int J Food Sci Tech*. Vol. 41 : 1-21.
- Margarida, I.N.F.V.P. 2011. *Encapsulation of active compounds : Particle characterization, Loading Efficiency and Stability* [Disertasi]. Porto. Faculdade de engenharia. Universidade do porto.
- McLean, E., Cogswell, M., Egli, I., Wojdyla, D., dan Benoist, B.D. 2008. Worldwide Prevalence of Anaemia, WHO Vitamin and Mineral Nutrition Information System, 1993-2005. *Public Health Nutr*. Mar : 1-11.
- Muhilal., dan Murdiana, A. 1985. Teknologi Fortifikasi MSG dengan Vitamin A. *Penelitian Gizi dan Makanan*. Vol. 8 : 57-66.
- Nizori, A. 2013. *The Development and Application of Microencapsulation for Enhanced Retention of Ascorbic Acid During Fortification of Foods*. PhD Thesis at RMIT University, 198h.
- Oliveira, J.M., Michelazzo, F.B., Stefanello, J., dan Rondó, P.H.C. 2008. Influence of Iron on Vitamin A Nutritional Status. *Nutr Rev*. Vol. 66. Mar : 141-147.
- Palupi, N.S. 2010. Fortifikasi zat besi. *Food Review*. Vol. 5. Sep : 49-52.
- Poshadri, A., dan Aparna, K. 2010. Microencapsulation Technology : A Review. *J.Res. Angra*. Vol. 38. Jan : 86-102.
- Rao, A.V., dan Rao, L.G. 2007. Carotenoids and Human Health. *Pharmacological Research*. Vol. 55 : 207-216.
- Semba, R.D., dan Bloem, M.W. 2008. *Vitamin A Deficiency. Nutrition and Health in Developing Countries*. New York : Humana Press.
- Silva, P.T.D., Fries, L.L.M., Menezes, C.R.D., Holkem, A.T., Schwan, C.L., Wigmann, E.F., Bastos, J.D.O., dan Silva, C.B.D.B. 2014. Microencapsulation: Concepts, Mechanisms, Methods and Some Applications in Food Technology. *Ciência Rural*. Vol. 44. Jul : 1304-1311.
- Silva, D.H., Miguel, A.C., Antonio, A., dan Vicente. 2012. Nanoemulsions for Food Applications: Development and Characterization. *Food Bioprocess Technology*. Vol. 5: 854-867.
- Solon, F.S., Klemm, R.D.W., Sanchez, L., Darnton, Hill, I., Craft, N.E., Christian, P., dan West, K.P.J. 2000. Efficacy of A Vitamin A Fortified Wheat-Flour Bun on the Vitamin A Status of Filipino Schoolchildren. *Am J Clin Nutr*. Vol. 72 : 738-744.
- Souganidis, E., Laillou, A., Leyvraz, M., dan Moench, R. 2013. A Comparison of Retinyl Palmitate and Red Palm Oil β -Carotene as Strategies to Address Vitamin A Deficiency. *Nutrients*. Vol. 5 : 3257-3271.
- Stuijvenberg, V., dan Benade, A.J.S. 2000. South African Experience with the Use of Red Palm Oil to Improve the Vitamin A Status of Primary Schoolchildren. *Food and Nutr Bull*. Vol. 21. Feb : 212-214.
- Thompson, B., dan Amoroso, L. 2015. *Improving and Nutrition Diets : Food Based Approaches*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Italy. Rome.
- Vinodkumar, M.S., dan Rajagopalan, S. 2007. Multiple Micronutrient Fortification of Salt. *Eur J. Clin Nutr*. Vol. 63. Mar : 437-445.
- Wegmuller, R., Zimmermann, M.B., Buhr, V.G., Windhab, E.J., dan Hurrell, R.F. 2006. Development, Stability, and Sensory Testing of Microcapsules Containing Iron, Iodine, and Vitamin A for Use in Food Fortification. *J Food Sci*. Vol. 71 : 181-187.

-
- [WHO] World Health Organization. 2001. *Iron Deficiency Anaemia Assessment, Prevention, and Control*. A guide for programme managers.
- [WHO] World Health Organization. 2006. *WHO Global Database on Vitamin A Deficiency Vitamin and Mineral Nutrition Information System (VMNIS)*.
- [WHO] World Health Organization. 2011. *Guidelines: Vitamin A supplementation in infants and children 6–59 months of age*.
- Zimmerman, M.B., Wegmueller, R., Zeder, C., Chaouki, N., Biebinger, R., Hurrell, R.F., dan Windhab, E. 2004. Triple Fortification of Salt with Microcapsules of Iodine, Iron, and Vitamin A. *Am J Clin Nutr*. Vol. 80 : 1283–1290.

BIODATA PENULIS :

Windi Asterini, lahir di Padang, 6 Desember 1991. Pendidikan S1 sarjana teknologi pertanian dengan konsentrasi teknologi hasil pertanian dari Universitas Andalas dan S2 pascasarjana Institut Pertanian Bogor jurusan Ilmu Pangan di IPB Bogor tahun 2013.

Sugiyono, lahir di Sidoarjo, 19 Juli 1965. Pendidikan S1 Institut Pertanian Bogor dengan bidang studi teknologi pangan IPB, S2 University of New South Wales, Australia dan S3 University of New South Wales, Australia.

Endang Prangdimurti, lahir di Bogor, 23 Juli 1968. Pendidikan S1 Teknologi Pangan dan Gizi di Fakultas Teknologi Pertanian, IPB pada tahun 1991, S2 bidang ilmu pangan juga di IPB pada tahun 1999 dan S3 bidang ilmu pangan juga di IPB pada tahun 2007.