

OLIGOFUKTOSA: ASUPAN, KECERNAAN DAN ASPEK GIZI BAGI INANG

Th. Endang Widoeri Widyastuti *

Abstract

Oligofructose is the component of foods that can has beneficial effects. Oligofructose is naturally found in a variety of edible plants and has been commercially produce as food ingredient. They are resistant to digestion by mammalian α -amylase, sucrase, and maltase, but can be utilized by select microorganisms in the colon.

Daily intakes of oligofructose are between 1 - 11 g/d depend on usage and intestinal acceptability. Host intestinal acceptability are different, so there are many digestive symptoms such as flatulence, diarrhea, nausea, or abdominal pain that become limited of daily intakes. Physiological effect on the small intestine is bulk increased that indicated gastrointestinal health maintainance. Physiological effects on the colon are high fermentability that increase biomass which usefull for laxation and produce short chain fatty acid (SCFA) that influence glucose and trigliseride metabolism. Additional beneficial characteristics associated with oligofructose include its low caloric value, increase Ca absorption in oldest people and potential as prebiotic.

Key words : oligofructose, physiological effect, prebiotic, SCFA

PENDAHULUAN

Oligofruktosa merupakan makronutrien yang secara sadar ataupun tidak dikonsumsi manusia. Hal tersebut disebabkan banyak bahan pangan nabati yang sebenarnya mengandung oligofruktosa. Saat ini sifat fungsional oligofruktosa dalam bahan makanan olahan semakin dipahami sehingga kemungkinan penggunaannya semakin luas dan berarti kemungkinan asupan melalui diet semakin besar. Oleh karena itu menarik untuk diketahui bagaimana pencernaan dan implikasinya sehingga kita pemanfaatannya dapat sesuai dengan kebutuhan.

OLIGOFUKTOSA

Oligofruktosa adalah bagian dari fruktooligosakarida. Fruktooligosakarida adalah b-D fruktan dengan rantai pendek atau medium yang unit-unit fruktosilnya dihubungkan oleh ikatan β 2-1 osidik (Gambar 1). Berdasar derajat polimerisasinya (DP) fruktooligosakarida dibedakan atas oligofruktosa ($DP \leq 9$) dan inulin

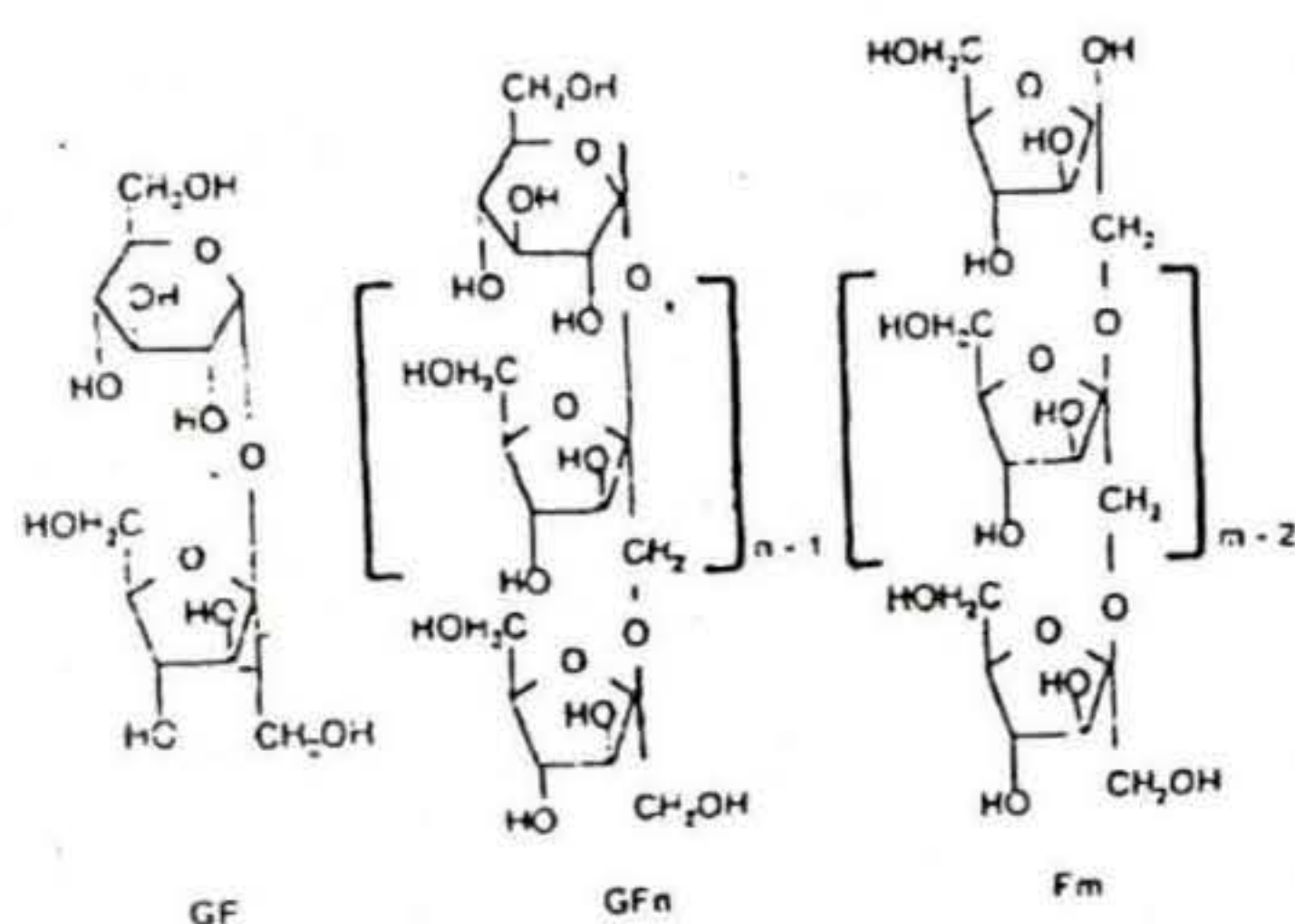
(DP sampai 60). Oleh karena sintesanya dalam sel tanaman dimulai dengan transfer bagian fruktosil diantara dua molekul sukrosa (Edelman dan Dickerson, 1966 dalam Gibson dan Roberfroid, 1995), beberapa molekul-molekul ini memiliki unit glukosa sebagai bagian awal dan disingkat sebagai GF_n.

Gula jenis ini bisa ditemukan pada berbagai tanaman *edible* seperti pisang, *barley*, *garlic*, madu, bawang putih, *rye*, tomat, akar asparagus, ataupun terigu (Spiegel *et al.*, 1994). Akar tanaman *Cichorium intybus* mengandung 15 - 20% inulin dan 5 - 10% oligofruktosa (Niness, 1999). Sedangkan Carpita *et al.* (1989) dalam Niness (1999) menyatakan oligofruktosa ada dalam lebih dari 36.000 spesies tanaman. Sebagian besar oligofruktosa yang tersedia secara komersial disintesa dari sukrosa atau diekstrak dari akar *chicory*. Istilah komersial untuk oligofruktosa dan inulin berturut-turut adalah *raffilosa* dan *raffilin*.

Oligofruktosa dapat disintesa dari sukrosa dengan transfruktosilasi, atas bantuan enzim β -fruktofuranosidase yang mengikatkan monomer-monomer fruktosa tambahan ke molekul sukrosa.

* Dosen Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

Fruktan yang terbentuk mengandung 2 – 4 unit fruktosa yang terikat ke glukosa terminal (tipe GFn). Molekul-molekul glukosa dan fruktosa yang terbentuk sebagai hasil samping proses, seperti halnya sukrosa yang tidak bereaksi, dapat dihilangkan menggunakan khromatografi (Crittenden *et al.*, 1996 dalam Niness, 1999). Produk komersialnya mengandung gula 5%.



Gambar 1. Struktur Kimia Sukrosa (GF) dan Fruktooligosakarida (GFn dan Fm)
Sumber: Gibson dan Roberfroid (1995)

Oligofruktosa juga dapat diperoleh dari *chicory* dengan cara yang sama dengan inulin. Inulin diekstrak dari akar menggunakan proses difusi dengan air panas, kemudian dimurnikan dan dikeringkan. Untuk mendapatkan oligofruktosa dilakukan hidrolisis inulin setelah ekstraksi. Inulin dipecah dengan enzim inulase hingga panjang rantai berkisar antara 2 sampai 10, dengan DP rata-rata 4. Produk oligofruktosa yang dihasilkan terdiri dari rantai fruktosa (tipe Fm) maupun rantai fruktosa dengan terminal unit glukosa (tipe GFn). Kemanisan oligofruktosa tersebut 30% sukrosa dan mengandung 5% glukosa, fruktosa dan sukrosa (basis kering).

ASUPAN

Oligofruktosa maupun inulin ada dalam diet sehari-hari sebagian besar populasi dunia (Van Loo *et al.*, 1995 dalam Coussement, 1999). Keberadaannya tidak dalam jumlah kecil (kelumit), bisa beberapa gram dikonsumsi melalui

diet normal. Asupan harian oligofruktosa dan inulin orang Amerika rata-rata 1 – 4 gram, sedangkan untuk orang Eropa rata-rata 3 – 11 gram/hari (Roberfroid dan Delzenne, 1998). Menurut Moshfegh *et al.* (1999), dari hasil survei terhadap lebih dari 15.000 orang Amerika berbagai usia, diet mereka rata-rata mengandung oligofruktosa 2,5 gram. Asupan bervariasi dengan kisaran 1,3 g untuk anak-anak hingga 3,5 g untuk laki-laki dewasa. Sumber makanan utama yang secara alami mengandung oligofruktosa pada diet orang Amerika adalah terigu (70%) dan *onion* sebanyak 25%. Di Jepang, fruktooligosakarida ditemukan pada lebih dari 500 produk makanan (Spiegel *et al.*, 1994).

Fruktooligosakarida digunakan sebagai *food ingredient* di industri pangan. Oligofruktosa yang tersusun atas oligomer-oligomer rantai pendek memiliki kualitas yang menyerupai gula dan sirup glukosa. Sifat fungsional yang dapat dimanfaatkan seperti: menyumbang *body* untuk produk-produk susu, humektan untuk *soft baked goods*, menurunkan titik beku pada *dessert* beku, memberi sifat *crispness* untuk *cookies low fat*, sebagai pemanis dapat menutupi *aftertaste* dari aspartam hingga peran sebagai prebiotik jika ditambahkan dalam yoghurt (Niness, 1999). Penambahan fruktooligosakarida untuk tujuan peningkatan kandungan serat pangan pada makanan biasanya berkisar 3 – 6 gram per porsi, pada kasus ekstrim mencapai 10 gram. Pada aplikasi yang lain, fruktooligosakarida ditambahkan sebanyak 3-8 gram per porsi untuk mendapatkan aktivitas bifidogenik (Coussement, 1999). Sedangkan menurut Bouhnik *et al.* (1999) dosis optimal fruktooligosakarida rantai pendek (GFn; $n \leq 4$) yang dapat ditoleransi dengan baik oleh sukarelawan yang sehat dan secara nyata dapat meningkatkan bifidobakteri fekal adalah 10 g/hari.

Akseptabilitas usus terhadap komponen-komponen tak tercerna terutama ditentukan oleh dua fenomena yaitu: pengaruh osmotik dan pengaruh fermentasi. Pengaruh osmotik mengakibatkan peningkatan jumlah air didalam kolon. Molekul-molekul dengan ukuran lebih kecil berusaha menggunakan tekanan osmotik yang lebih tinggi dan membawa lebih banyak air ke kolon.

Hal ini kemungkinan yang menjadi penyebab mengapa sorbitol, sebagai contoh, mempunyai potensi laksatif yang lebih tinggi daripada oligofruktosa (Hata dan Nakajima, 1984 dalam Coussement, 1999). Pengaruh fermentasi disebabkan oleh produk-produk fermentasi terutama SCFA dan gas. Bahan yang terfermentasi lebih lambat lebih mudah ditoleransi dibanding yang terfermentasi dengan cepat. Hal ini dapat menjelaskan mengapa inulin lebih mudah ditoleransi dibanding oligofruktosa. Untuk membedakan akseptabel atau nonakseptabelnya pengaruh samping fermentasi tidaklah mudah. Akseptabilitas usus terhadap makanan hanya bisa dinilai oleh orang yang memakannya. Parameter-parameter seperti diare, kelunakan tinja atau flatulensi sangat sulit diukur secara obyektif. Coussement (1999) menyatakan bahwa Orafiti mengembangkan pendekatan baru yang berdasar pada penilaian ketidaknyamanan secara personal.

Berdasar pengujian tersebut suatu makanan dinyatakan tidak akseptabel jika menyebabkan salah satu simptom berikut: sangat flatulen, terlalu banyak tekanan pada usus, usus terlalu banyak bersuara, usus terlalu kejang atau diare. Pengujian dilakukan tanpa adaptasi terhadap produk sebab reflektivitas lebih menunjukkan realita. Berdasar pengujian tersebut diketahui ada tiga kategori manusia berdasar sensitivitas terhadap karbohidrat yang dapat terfermentasi, yaitu: 1) golongan nonsensitif yang dapat mengkonsumsi 30 g/hari atau lebih tanpa reaksi yang tidak diinginkan seperti tersebut di atas, 2) golongan sensitif dapat mengkonsumsi 10 g/hari tanpa reaksi yang tidak diinginkan tapi akan mengalami reaksi yang tidak diinginkan pada dosis ≥ 20 g/hari, 3) golongan sangat sensitif dapat mengalami reaksi yang tidak diinginkan pada dosis ≤ 10 g/hari (Coussement, 1999). Pada pasien *irritable bowel syndrome*, oligofruktosa dengan dosis 6 g/hari tidak secara nyata mengubah berat fekal dan pH, waktu transit keseluruhan dan konsentrasi hidrogen nafas setelah puasa (Hunter *et al.*, 1999).

Penggunaan oligofruktosa yang semakin luas akan semakin meningkatkan asupan hariannya. Dengan demikian menarik diketahui bagaimana pencernaan dan aspek gizi bagi orang yang

mengkonsumsinya.

KECERNAAN

Oligofruktosa tahan terhadap pencernaan oleh α -amilase, sukrase dan maltase mamalia (Spiegel *et al.*, 1994). Seperti halnya serat pangan, oligofruktosa tidak dicerna oleh enzim-enzim dalam usus halus. Di dalam usus besar, air dan elektrolit diserap dan mikrobial yang ada memecah makronutrien dari bahan sisa yang telah melewati usus halus. Jadi senyawa tersebut tidak tercerna oleh manusia namun dapat digunakan oleh organisme gram-positif tertentu seperti bifidobakteri yang ada dalam usus besar.

Studi pada subyek ileostomi menunjukkan bahwa oligofruktosa melewati usus halus tanpa degradasi dan tanpa mempengaruhi absorpsi nitrogen, lemak, pati, Ca, Mg ataupun seng. Oligofruktosa juga tidak mempengaruhi penyerapan kolesterol atau ekskresi asam empedu. Efek fisiologis oligofruktosa adalah menyediakan substrat untuk fermentasi dalam kolon (Andersson *et al.*, 1999).

Oleh karena oligofruktosa terdispersi dalam air, maka tampaknya siap didegradasi oleh mikroorganisme yang ada dalam usus besar. Suatu bukti bahwa diet fruktan dicerna dalam usus besar adalah meningkatnya berat feses disebabkan oleh meningkatnya massa mikrobial dalam kolon dan dihasilkannya *short chain fatty acid* (Schneeman, 1999 dan Campbell *et al.*, 1997). Lebih terperinci Gibson *et al.* (1995) dalam Jenkins *et al.* (1999) menyatakan bahwa dosis oligofruktosa 10 - 20 g/hari meningkatkan berat fekal 1,3 gram untuk setiap gram yang dimakan.

Peneliti lain menyatakan bahwa hampir semua oligofruktosa yang dikonsumsi masuk ke kolon dan difermentasi secara lengkap dan cepat oleh mikroflora kolon (Niness, 1999 dan Jenkins *et al.*, 1999). Kecepatan fermentasi *in vitro* menunjukkan bahwa fruktooligosakarida dengan DP > 10 difermentasi rata-rata setengah kecepatan molekul-molekul dengan DP < 10 , sedangkan berdasar tipenya tidak ada perbedaan laju fermentasi antara fruktan tipe GFn dan Fm (Roberfroid *et al.*, 1998). Lebih lanjut Jenkins *et al.* (1999) menyebutkan bahwa hasil fermentasi

adalah asetat dan *short chain fatty acid* yang lain. Hasil fermentasi yang berbeda dipengaruhi oleh perbedaan enzim yang dihasilkan oleh mikroflora kolon dan berbagai jenis mikroba yang terlibat.

ASPEK GIZI BAGI INANG

Besarnya asupan oligofruktosa dan sifat kecernaannya yang lebih ditentukan oleh mikroflora kolon bisa memberi implikasi fisiologis dan bahkan kesehatan bagi yang mengkonsumsinya. Adanya beberapa penemuan yang mengarah pada potensi menyehatkan mendorong Roberfroid (1999a) untuk mengajukan konsep *Functional Food* untuk fruktan seperti oligofruktosa dan inulin.

Sifat biologis, khemis dan fisik dari diet fruktan bersama aksi fisiologis dalam usus halus dan usus besar memberikan implikasi metabolik yang penting terhadap kesehatan. Implikasi fisiologis dalam usus halus dan usus besar berturut-turut ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2. Didalam usus halus, sifat seperti dispersibilitas dalam air, *bulking*, dan viskositas berhubungan dengan lambatnya absorpsi karbohidrat dan lipid dan meningkatkan absorpsi sepanjang usus halus yang panjang. Aksi-aksi tersebut berhubungan dengan reduksi kolesterol dan tumpuhnya respon glisemik. Meskipun fruktan terdispersi dalam air dan terbukti bersifat *bulk* sebab tidak tercerna dalam usus halus, namun secara nyata tidak meningkatkan viskositas. Fermentabilitas dan kapasitas *bulking* karbohidrat tak tercerna menandai peran esensial serat dalam memelihara kesehatan gastrointestinal. Dalam usus besar, karbohidrat yang tidak tercerna dalam usus halus menjadi *available* untuk fermentasi oleh mikroflora yang ada.

Sedangkan Delzenne *et al.* (2000) mendapatkan bahwa diet fruktan meningkatkan konsentrasi poliamin dalam jaringan *cecum* tikus dibanding kontrol. Dalam sel-sel usus, poliamin

seperti *spermidine*, *spermine* dan *putrescine* terlibat dalam beberapa proses seperti transpor glukosa (Johnsons *et al.*, 1995 dalam Delzenne *et al.*, 2000) dan motilitas intestinal (Fioramonti *et al.*, 1999 dalam Delzenne *et al.*, 2000).

Implikasi yang lain seperti hasil penelitian Roberfroid (1999b) menunjukkan bahwa inulin dan oligofruktosa *chicory* yang tahan terhadap pencernaan dan tidak terabsorpsi di jalur gastrointestinal bagian atas dapat memberikan nilai kalori yang rendah. Tergantung pada derajat fermentasi kolonik dan asumsi model yang digunakan, nilai kalori berbagai karbohidrat tak tercerna namun terfermentasi bervariasi antara 0 dan 2,5 kkal/g (sebagai pembanding heksosa memberikan nilai kalori 3,9 kkal/g). Melalui katabolisme asam karboksilat rantai pendek dan asam laktat yang teradsorpsi dapat dihasilkan hingga 17 mol ATP/mol dari bagian gula yang terfermentasi. Oleh karena asupan harian karbohidrat diet ini relatif kecil (< 10% dan mungkin seringkali tidak lebih dari 5% total asupan kalori harian), maka relevansi nutrisi untuk memberikan nilai kalori yang tepat adalah rendah. Pada basis kurva keseimbangan biokimia untuk atom karbon, nilai kalori residu fruktosil dalam inulin dan oligofruktosa *chicory* sudah terhitung 25-35% dari molekul fruktosa yang tercerna dan terabsorpsi sempurna.

Potensi oligofruktosa sebagai prebiotik merupakan implikasi lain yang diteliti secara *in vivo* oleh Gibson (1999), dan ditegaskan oleh Menne *et al.* (2000) yang melaporkan bahwa potensi prebiotik molekul-molekul oligofruktosa tipe-Fn sama dengan tipe-GFn. Prebiotik ini memodulasi metabolisme lipid dan dengan dikombinasikan dengan probiotik diharapkan dapat meningkatkan klasifikasi prebiotik menjadi *health-enhancing functional foods ingredient* (Gibson dan Roberfroid, 1995).

Tabel 1. Karakteristik Inulin dan Oligofruktosa dan Hubungannya dengan Fungsi Usus Halus

Karakteristik	Sifat	Implikasi fisiologis
dispersibilitas dalam air	terlarut dalam air	berdasar keempat karakter, pengaruh terhadap usus halus minimal. Pengaruh utama : peningkatan <i>bulk</i>
<i>bulk</i>	tak tercerna, ada kontribusi terhadap fase <i>bulk</i>	
viskositas	tidak meningkatkan viskositas fase cair	
adsorb/pengikatan bahan	tidak mengikat asam empedu	

Sumber: Schneeman (1999)

Tabel 2. Karakteristik Inulin dan Oligofruktosa dan Hubungannya dengan Fungsi Usus Besar

Karakteristik	Sifat	Implikasi fisiologis
dispersibilitas dalam air	memberi fase cair untuk penetrasi mikroba	sifat terlarut menghasilkan derajat fermentabilitas tinggi dan pengaruh metabolik penting. Peningkatan massa mikroba membantu laksasi, produksi SCFA mempengaruhi metabolisme glukosa & trigliserida
<i>bulk</i>	meningkatkan bahan yang masuk usus besar	
adsorb/pengikatan asam empedu	tidak meningkatkan ekskresi asam empedu	
fermentabilitas	substrat pertumbuhan mikroflora, mikrobial terhadap polisakarida	

Sumber: Schneeman (1999)

Penemuan terakhir menunjukkan bahwa setelah diare akut, penggunaan larutan elektrolit dengan oligofruktosa akan mempercepat pengembalian bakteri yang menguntungkan, mengurangi besarnya bakteri detrimental yang menstimulasi pertumbuhan mukosal dan memperbaiki fungsi digestif dan imune (Buddington dan Weiher, 1999). Penggunaan oligofruktosa sebagai pengganti sukrosa pada diet mengakibatkan peningkatan bifidobakteri, sedangkan bakteroida, fusobakteria dan klostridia semuanya turun (Tabel 3). Rao (1999) mendapatkan hasil yang serupa, yaitu : dari uji *in vivo* dengan mengkonsumsi inulin atau oligofruktosa meningkatkan bifidobakteri fekal, sedangkan secara *in vitro* terlihat bahwa inulin dan oligofruktosa digunakan secara cepat dan lengkap

oleh mikroflora usus, dan bahwa derajat polimerisasi substrat mempengaruhi laju penghilangannya. Hal yang perlu dicatat adalah bahwa jumlah awal bifidobakteri dalam feses tampaknya mempengaruhi hasil.

Ohta *et al.* (1998) menyatakan bahwa konsumsi inulin dan oligofruktosa secara kronis dapat menurunkan atau mencegah kehilangan massa tulang, Ca dan fosfor dari tulang *gastrectomized rats*. Perbaikan penyerapan mineral pada tikus yang diberi pakan inulin dan oligofruktosa berhubungan dengan penurunan pH dari isi ileal, cecal dan kolon; meningkatkan konsentrasi asam lemak volatil, asam-asam empedu, Ca, fosfat; dan menurunkan Mg dari isi cecal (Levrat *et al.*, 1991; Ohta *et al.*, 1999).

Tabel 3. Perbedaan Jumlah Mikrobial Fekal dari Sukarelawan yang Diberi Makan Diet Kontrol Disuplementasi dengan Sukrosa atau Oligofruktosa 15 g/hari*)

Golongan bakteri	Sukrosa	Oligofruktosa
Total aerob	6,5 ± 1,0	6,2 ± 1,0
Coliform	6,0 ± 1,2	5,9 ± 0,7
Cocci gram positif	5,8 ± 0,7	5,8 ± 0,9
Total anaerob	10,3 ± 0,8	10,2 ± 0,9
Bifidobakteri	8,9 ± 0,6	9,5 ± 0,7
Bakteroida	9,3 ± 0,7	8,8 ± 1,1
Fusobakteri	8,5 ± 0,6	7,7 ± 0,9
Clostridia	8,0 ± 0,8	7,5 ± 0,9
Laktobasilus	6,6 ± 1,1	7,0 ± 1,4

Sumber: Gibson (1999)

Keterangan: *)log₁₀/g berat basah feses dan merupakan nilai rata-rata ± SD

Namun demikian Greger (1999) menyatakan bahwa fermentasi dalam cecum lebih berpengaruh penting bagi penyerapan Ca. Lebih jauh Van den Heuvel *et al.* (1998 dan 1999) mendapatkan bahwa konsumsi oligofruktosa dan inulin tidak berpengaruh terhadap penyerapan Ca dan besi pada manusia dewasa namun penyerapan Ca meningkat pada manula yang mengkonsumsi oligofruktosa.

PENUTUP

Hasil-hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa asupan oligofruktosa yang tidak dapat dicerna dalam usus halus namun terfermentasi dengan baik oleh mikroflora usus besar memberi implikasi terhadap orang yang mengkonsumsi, yaitu implikasi fisiologi yang berhubungan dengan usus halus maupun usus besar, penyerapan Ca pada manula, nilai kalori asupan harian, ataupun potensi prebiotik yang dapat menguntungkan kesehatan. Walaupun demikian implikasi terhadap kesehatan masih harus didukung oleh penelitian-penelitian lebih lanjut. Selain itu kondisi pengkonsumsi oligofruktosa akan sangat menentukan pengaruh yang ditimbulkan oleh dosis asupan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersson, H.B.; Ellegard, L.H.. dan Bosaeus, I.G. (1999) Indigestibility Characteristics of Inulin and Oligofructose in Humans. *J. Nutr.*, 129: 1428S-1430S.
- Bouhnik, Y.; Vahedi, K.; Achour, L.; Attar, A.; Salfati, J.; Pochart, P.; Marteau, P.; Flourie, B.; Bornet, F.; dan Rambaud, J.C. (1999). Short-Chain Fructo-oligosaccharide Administration Dose-Dependently Increases Fecal Bifidobacteria in Healthy Humans. *J. Nutr.*, 129: 113-116.
- Buddington, R.K. dan Weiher, E. (1999) The Application of Ecological Principles and Fermentable Fibers to Manage The Gastrointestinal Tract Ecosystem. *J. Nutr.*, 129: 1446S-1450S.
- Campbell, J.M.; Fahey, G.C. dan Wolf, B.W. (1997) Selected Indigestible Oligosaccharides Affect Large Bowel Mass, Cecal and Fecal Short-Chain Fatty Acids, pH and Microflora in Rats. *J. Nutr.* 127: 130-136.
- Coussement, P.A.A. (1999) Inulin and Oligofructose: Safe Intakes and Legal Status. *J. Nutr.* 129: 1412S-1417S.

- Delzenne, N.M.; Kok, N.; Deloyer, P. dan Dandrifosse, G. (2000). Dietary Fructans Modulate Polyamine Concentration in The Cecum of Rats. *J. Nutr.*, 130: 2456-2460.
- Gibson, G.R. dan Roberfroid, M.B. (1995) Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics. *J. Nutr.*, 125: 1401-1412.
- Gibson, G.R. (1999) Dietary Modulation of the Human Gut Microflora Using the Prebiotics Oligofructose and Inulin. *J. Nutr.*, 129: 1438S-1441S.
- Greger, J.L. (1999) Nondigestible Carbohydrates and Mineral Bioavailability. *J. Nutr.*, 129: 1434S-1435S.
- Hunter, J.O., Tuffnell dan Lee, A.J. (1999) Controlled Trial of Oligofructose in Management of Irritable Bowel Syndrome. *J. Nutr.*, 129: 1451S-1453S.
- Jenkins, D.J.A., Kendall, C.W.C. dan Vuksan, V. Inulin, Oligofructose and Intestinal Function. *J. Nutr.*, 129: 1431S-1433S.
- Levrat, M.A.; Remesy, C. dan Demigne, C. (1991) High Propionic Acid Fermentation and Mineral Accumulation in The Cecum of Rats Adapted to Different Levels of Inulin. *J. Nutr.*, 121: 1730-1737.
- Menne, E.; Guggenbuhl, N dan Roberfroid, M. (2000). Fn-type Chicory Inulin Hydrolysate Has a Prebiotic Effect in Humans. *J. Nutr.*, 130: 1197-1199.
- Moshfegh, A.J., Friday, J.E., Goldman, J.P. dan Ahuja, J.K.C. (1999) Presence of Inulin and Oligofructose in the Diets of Americans. *J. Nutr.*, 129: 1407S-1411S.
- Niness, K.R. (1999) Inulin and Oligofructose: What Are They? *J. Nutr.*, 129: 1402S-1406S.
- Ohta, A.; Ohtsuki, M.; Hosono, A.; Adachi, T.; Harn, H.; dan Sakata, T. (1998) Dietary Fructooligosaccharides Prevent Osteopenia after Gastrectomy in Rats. *J. Nutr.*, 128: 106-110.
- Rao, A.V. (1999) Dose-Response Effects of Inulin and Oligofructose on Intestinal Bifidogenesis Effects. *J. Nutr.*, 129: 1442S-1445S.
- Roberfroid, M.B., Van Loo, J.A.E. dan Gibson, G.R. (1998) The Bifidogenic Nature of Chicory Inulin and Its Hydrolysis Products. *J. Nutr.*, 128: 11-19.
- Roberfroid, M.B. dan Delzenne, N.M. (1998). Dietary Fructans. *Annu. Rev. Nutr.*, 18: 117-143.
- Roberfroid, M.B. (1999a) Concepts in Functional Foods: The Case of Inulin and Oligofructose. *J. Nutr.*, 129: 1398S-1401S.
- Roberfroid, M.B. (1999b) Caloric Value of Inulin and Oligofructose. *J. Nutr.*, 129: 1436S-1437S.
- Schneeman, B.O. (1999) Fiber, Inulin and Oligofructose: Similarities and Differences. *J. Nutr.* 129: 1424S-1427S.
- Spiegel, J.E., Rose, R., Karabell, P., Frankos, V.B.H., dan Schmitt, D.F. (1994) Safety and Benefits of Fructooligosaccharides as Food Ingredients. *Food Tech.*: 85-89.
- Van den Heuvel, E.; Schaafsma, G., Muys, T. dan van Dokkum, W. (1998) Nondigestible Oligosaccharides do not Interfere with Calcium and Nonheme-iron Absorption in Young, Healthy Men. *Am. J. Clin. Nutr.*, 67: 445-451.
- Van den Heuvel, E.; Muys, T.; Van Dokkum, W.; dan Schaafsma, G. (1999) Oligofructose Stimulates Calcium Absorption in Adolescents. *Am. J. Clin. Nutr.*, 69: 544-548.