

## INULIN SEBAGAI PREBIOTIK

Minda Azhar <sup>\*)</sup>

### ABSTRACT

*Inulin is natural polymer belong to a class of carbohydrates. Inulin has effect the best of prebiotic. Inulin is fermented by Bifidobacteria and Lactobacilli quickly and easy. Major product of fermentation is short chain fatty acids (SCFA) and L-laktate. SCFA is an important function of the large intestine. SCFA influence immune function, heart health, cancer prevention. SCFA decrease colonic and faecal pH, so support growth of Lactobacilli and Bifidobacteria, inhibits growth of patogen bacterial. SCFA can influences metabolism of lipid and glucose. Inulin can increase absortion of Ca, Mg and Fe.*

**Key words** : inulin, prebiotic, probiotic, SCFA

<sup>\*)</sup> Jurusan Kimia Fakultas MIPA UNP, email: minda@fmipa.unp.ac.id

### PENDAHULUAN

Pemeliharaan kesehatan usus besar (kolon) adalah penting untuk menjaga kesehatan tubuh secara keseluruhan. Pada dasawarsa terakhir ini, penelitian banyak ditujukan pada fungsi kolon yang mempengaruhi kesehatan manusia dan nutrisi utamanya dalam hubungan dengan mikrobiota yang hidup di dalamnya. Oleh sebab itu lahirlah konsep "prebiotik dan probiotik". *Prebiotik* dapat didefinisikan sebagai substrat atau *food ingredient* yang tidak dapat dicerna *host* tetapi difermentasi selektif oleh beberapa mikroflora kolon, ia menstimulasi pertumbuhan dan aktivitas bakteri yang bermanfaat untuk kesehatan *host* (Scholz-Ahrens *et al.*, 2001; Roberfroid, 2001). Konsep prebiotik dikembangkan mulai tahun 1995 (Gibson and Roberfroid, 1995).

Istilah *probiotik* merujuk pada "mikro-organisme hidup" yang dimakan dalam jumlah cukup yang berimplikasi pada kesehatan *hostnya* (FAO/WHO, 2002). Mikroorganisme ini memperbaiki secara menguntungkan keseimbangan mikroorganisme kolon. *Lactobacilli*, *bifidobacteria*, and *streptococci* merupakan probiotik yang paling umum dari mikrobiota manusia (Kukkonen, 2008; Gibson, 2000; Gibson, 1995). Untuk viabilitas mikrobiota ini diperlukan prebiotik.

Senyawa-senyawa yang termasuk kelompok prebiotik antara lain inulin, fructooligosaccharides (FOS), isomaltooligosaccharides, Lactosucrose, lactulose, pyro-dextrins, soy oligosaccharides, trans-

galactooligosaccharides, xylo-oligosaccharides (Amarowicz, 1999). Tetapi pada tahun 2007 hanya dua *food ingredient* yang dapat memenuhi kriteria prebiotik yaitu inulin dan trans-galactooligosaccharides (TOS) (Roberfroid, 2007). Inulin merupakan prebiotik yang paling banyak diteliti (Gibson, 2004). Inulin sebagai prebiotik telah banyak menarik perhatian peneliti pada tiga dekade ini. Hal ini karena inulin mempunyai efek prebiotik yang paling baik (Roberfroid, 2001). Inulin sebagai prebiotik telah dikapsulkan dengan merek dagang antara lain Inubio Forte produk dari Finland. Inulin yang telah dikapsulkan ini merupakan ekstrak kering inulin dari akar chicory. Inulin dikelompokkan sebagai *food ingredient* yang diklasifikasikan sebagai prebiotik. Inulin ternyata memberikan efek prebiotik yang paling baik dibandingkan prebiotik lainnya. Oleh sebab itu, inulin telah menjadi prebiotik diet harian yang sebagian besar dipakai oleh penduduk dunia (Coussement, 1999).

Inulin sebagai prebiotik telah ditambahkan pada beberapa produk susu seperti susu formula untuk bayi dan susu untuk orang dewasa. Penambahan inulin pada produk yang mengandung probiotik dikenal dengan sinbiotik. Sinbiotik merupakan makanan kesehatan yang inofatif untuk masa kini dan mendatang. Pada formulasi sinbiotik telah terdapat prebiotik dan probiotik. Kombinasi prebiotik dan probiotik mempunyai efek sinergistik karena penambahan prebiotik dapat

meningkatkan pertumbuhan bakteri probiotik (Roberfroid, 2000).

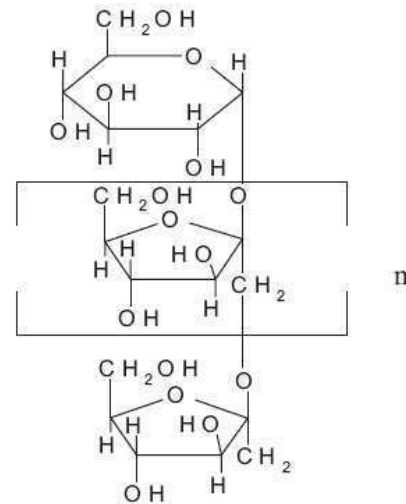
Penambahan prebiotik inulin pada pembuatan set yoghurt dari susu skim adalah contoh formulasi sinbiotik. Minda (2006) menemukan bahwa penambahan inulin mempunyai pengaruh yang berarti terhadap karakteristik set yoghurt dari susu skim yaitu menurunkan pH, menaikkan kadar asam lemak dan kadar asam laktat. Ishak, *et.al.* (2006) menemukan bahwa inulin dapat memperbaiki sifat fisika dan sensori dadih. Hal yang sangat menarik untuk diteliti lanjut apakah formulasi sinbiotik dengan prebiotik inulin dapat menurunkan resiko kanker kolon?

Umbi tanaman dahlia merupakan sumber inulin. Tanaman ini banyak tumbuh di dataran tinggi Indonesia seperti dataran tinggi Sumatera Barat, Jawa Barat. Tanaman lain yang mengandung inulin adalah akar chicory, umbi jerusalem artichoke. Inulin hadir pada ketiga jenis tanaman tersebut dalam jumlah besar (Franck, 2003; Marchessault, 1980). Inulin juga terdapat pada pisang, bawang putih dan gandum dalam jumlah yang sedikit.

Tumbuhan Indonesia sebagai sumber inulin selain tanaman dahlia telah diteliti oleh Simanjuntak (2004). Nama keluarga tumbuhan yang ditelitinya adalah *Amaryllidaceae*, *Asteraceae*, *Iridaceae* dan *Poaceae* yang diantaranya termasuk brambang utan, bakung, tutup bumi, kenikir, alang-alang, tebu ireng, jinten dan sintrong. Kadar inulin pada tumbuh-tumbuhan tersebut kecil dibandingkan pada umbi dahlia. Pada tulisan ini dijelaskan struktur molekul inulin, sifat-sifat inulin, dan inulin sebagai prebiotik.

### STRUKTUR INULIN

Inulin adalah polimer alami kelompok karbohidrat. Monomer inulin adalah fruktosa yang jumlahnya pada satu untai polimer bervariasi tergantung sumbernya. Antara monomer fruktosa pada inulin dihubungkan dengan ikatan (2→1) residu  $\beta$ -D-fructofuranosyl (Kulminskaya, *et al.*, 2003). Tiap ujung pereduksi untai polimer inulin dapat hadir glukosa (Franck, 2003). Oleh sebab itu polimer inulin dapat ditulis GF<sub>n</sub> yaitu fruktan dengan ujung terminal glukosa atau Fn yaitu fruktan tanpa ujung terminal glukosa (Gambar 1). Simbol n pada rumus tersebut adalah derajat polimerisasi (DP).  $2 < DP \leq 10$  dikenal sebagai oligofruktosa.



Gambar 1. Struktur Inulin

DP inulin tergantung asal inulin. Inulin yang berasal dari tumbuh-tumbuhan merupakan molekul linear dengan DP bervariasi dari beberapa unit fruktosa sampai sekitar 70 (Franck, 2003). DP inulin dari chicory antara 2 sampai 60, dengan DP rata-rata 12 (Roberfroid, 2005). Hal ini berarti bahwa inulin adalah campuran dari oligomer dan polimer. DP inulin pada umbi Jerussalem artichoke berubah selama penyimpanan setelah panen. Fraksi DP 3-10 naik, fraksi DP > 10 turun setelah 4-6 minggu penyimpanan umbi tumbuhan Jerussalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L) (Saengthongpinit, 2005). Gejala ini disebabkan pada umbi Jerussalem artichoke terdapat inulinase. Hal ini juga telah dibuktikan pada umbi dahlia (Minda, 2007).

Pada banyak literatur menyatakan bahwa inulin merupakan rantai lurus, tetapi De Leenheer (1994) menyatakan bahwa inulin dari tumbuh-tumbuhan mengandung sangat sedikit cabang yaitu sekitar 1-2% pada inulin dari chicory, 4-5% pada inulin dari dahlia. Sebaliknya inulin yang berasal dari bakteri mempunyai DP yang sangat tinggi dengan DP 10.000 sampai di atas 100.000 dengan cabang yang lebih besar dari 15 % (Franck, 2003). DP inulin dan hadirnya cabang merupakan sifat yang dapat mempengaruhi bagaimana inulin bereaksi. Sampai saat ini, inulin untuk kebutuhan pangan diisolasi dari tumbuh-tumbuhan, seperti dari tanaman dahlia, Jerusalem artichoke dan chicory.

### SIFAT INULIN

Inulin merupakan serbuk berwarna putih. Inulin sukar larut dalam air dingin dan pelarut

organik seperti etanol, sebaliknya inulin mudah larut dalam air panas (Yurmizar, 1989). Oleh sebab itu, prinsip ekstraksi inulin dari bahan alam adalah memanfaatkan kelarutan inulin dalam air dan etanol. Sifat inulin yang penting untuk dipelajari adalah kelarutan inulin dalam air, karena sifat ini sangat penting untuk reaksi hidrolisis inulin secara enzimatis.

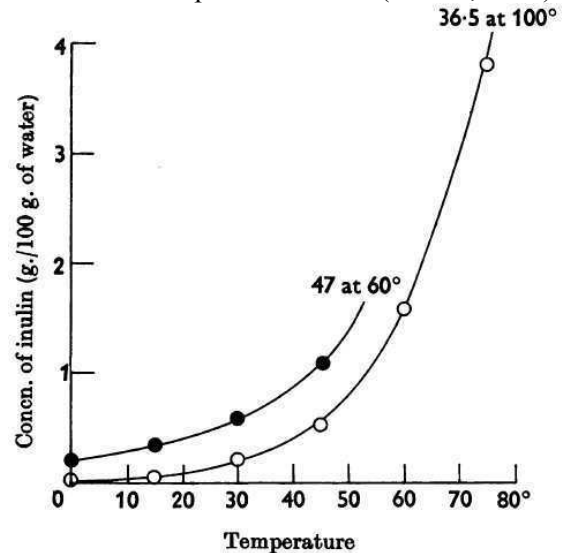
Kelarutan inulin dalam air tergantung pada cara bagaimana inulin tersebut direkristalisasi. Kelarutan inulin yang direkristalisasi dengan etanol lebih besar dibandingkan kelarutan inulin yang direkristalisasi dengan air. Hal ini terlihat menjolok sekali mulai pada temperatur 60°C. Pada temperatur 60°C, kelarutan inulin yang direkristalisasi dengan etanol adalah 47,0g/100g, sedangkan kelarutan inulin yang direkristalisasi dengan air adalah 1,57g/100g (Phelps, 1965). Pada suhu 100°C, kelarutan inulin yang direkristalisasi dengan air adalah 36,5g/100g. Kelarutan inulin pada variasi temperatur dimuat pada Gambar 2. Kelarutan inulin dalam air yang dilaporkan Leite *et al.* (2004) adalah sekitar 6% pada 10°C dan 35% pada 90°C.

Kelarutan inulin juga dipengaruhi oleh DP inulin. Inulin dengan rentang DP kecil dari 30 lebih larut dalam air dan mempunyai viskositas yang lebih rendah dibandingkan inulin dengan rentang DP 2 sampai 60 (Wada *et al.*, 2005). Selain itu DP inulin juga dipengaruhi oleh pemanasan. Inulin bebas air dapat terdegradasi akibat pemanasan pada temperatur di atas 135°C (Bohm *et al.*, 2005).

Uji kualitatif inulin dapat dilakukan dengan resorsinol. Inulin dengan resorsinol dalam larutan HCl menghasilkan warna merah (Yurmizar, 1989). Warna ini terbentuk karena reaksi fruktosa dengan resorsinol. Inulin dapat dihidrolisis dengan baik menjadi fruktosa dalam medium asam pada pH 1-2, suhu 80-100°C. Selain itu, inulin mempunyai kemampuan untuk membentuk mikrokristal jika disebar dalam air atau susu. Kristal-kristal ini tidak mengendap di dalam mulut tetapi berinteraksi untuk membentuk suatu tekstur krem yang halus (Niness, 1999).

Inulin dapat berfungsi sebagai emulsifier, stabilizer dan teskturizer pada konsentrasi 2-5% dalam makanan yang mengandung daging (Rulis, 2003). Karena sifat-sifat tersebut inulin digunakan sebagai bahan penstabil pada

makanan kadar lemak rendah. Inulin memenuhi syarat sebagai bahan penstabil karena inulin tidak berasa, terdispersi baik dalam air dan cocok sekali dikombinasikan dengan makanan rendah lemak seperti susu skim (Niness, 1999).



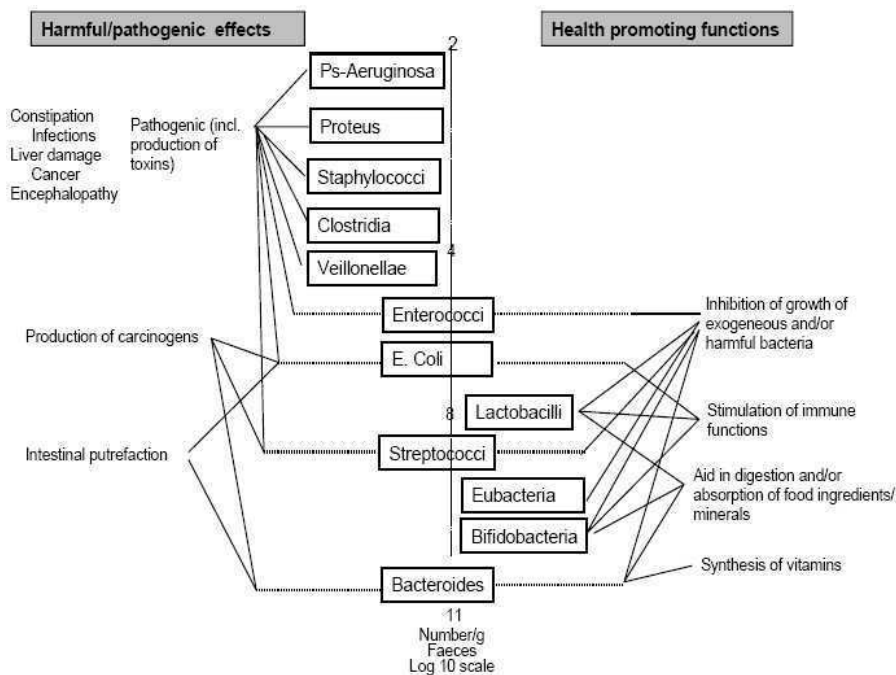
Gambar 2. Kelarutan Inulin Dalam Air pada Variasi Temperatur

- Inulin yang direkristalisasi dengan etanol
- Inulin yang direkristalisasi dengan air (Phelps, 1965)

Penambahan inulin pada makanan rendah lemak selain berfungsi sebagai bahan penstabil juga dapat berfungsi sebagai *dietary fiber*. *Dietary fiber* adalah kelompok karbohidrat yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim tubuh manusia tetapi difermentasi oleh mikroflora usus sehingga berpengaruh pada fungsi usus dan parameter lipid darah (Roberfroid, 1993; Niness, 1999). Inulin merupakan *dietary fiber* yang larut sehingga cepat difermentasi oleh *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli*. Oleh sebab itu inulin dikelompokkan sebagai *food ingredient* yang diklasifikasikan sebagai prebiotik. Inulin memberikan efek prebiotik yang paling baik dibandingkan dengan prebiotik lain (Roberfroid, 2001).

### INULIN SEBAGAI PREBIOTIK

Semua sel hidup dalam tubuh manusia diperkirakan 95% adalah bakteri usus besar (Gibson, 2000). Oleh sebab itu kolon manusia merupakan suatu ekosistem yang sangat sarat



Gambar 2. Mikrobiota kolon manusia  
(Gibson, 1995)

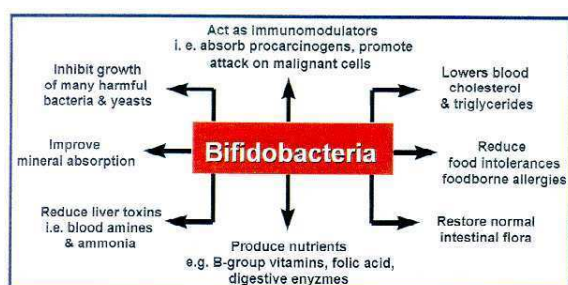
dengan kolonisasi mikrobiota, diperkirakan terdiri atas 300-500 spesies bakteri yang berbeda (Guamer, 2003). Mikroflora di saluran kolon tersebut berupa (1) bakteri menguntungkan (misalnya *Bifidobacteria*, *Lactobacillus*, *Eubacteria*, (2) bakteri yang merugikan (misalnya, *Aeruginosa*, *Clostridia*, *Staphylococci*, (3) bakteri yang mempunyai sifat keduanya *Bacteroides*, *E. Coli*, *Streptococci*, dan *Enterococci* (Gibson, 1995). Mikrobiota kolon dimuat pada Gambar 3.

Keberadaan bakteri menguntungkan di kolon sangat penting dipertahankan karena mempunyai efek kesehatan yang luas pada *hostnya* diantaranya memperbaiki sistem imun, mempertinggi pencernaan dan penyerapan, mensintesa vitamin, menekan pertumbuhan bakteri patogen, menurunkan kolesterol darah (Gibson, 2004). Istilah *probiotik* merujuk pada mikroorganisme hidup yang dimakan untuk memperbaiki secara menguntungkan keseimbangan mikroorganisme usus sehingga berimplikasi pada kesehatan *hostnya*. Karakteristik probiotik yang diinginkan adalah mempunyai kapasitas untuk bertahan hidup, melakukan kolonisasi serta melakukan metabolisme dalam saluran cerna, mampu mempertahankan suatu keseimbangan mikroflora usus yang sehat melalui kompetisi dan inhibisi bakteri patogen, bersifat non-patogen dan non-toksik. Disamping itu harus mampu bertahan hidup secara optimal, stabil

selama penyimpanan dan penggunaan dalam bentuk prepat makanan yang diinginkan secara massal dalam industri (Gibson, 2000).

Mikroflora yang tergolong probiotik pada manusia adalah *Lactobacillus* (*L.acidophilus*, *L.casei*, *L.Delbruekii* subsp.*bulgaricus*), Mikroflora lainnya adalah *Bifidobacteria* (*B. Adolescentis*, *B. Bifidum*, *B. Longum*, *B. Breve* dan *B.infantis*), dan *Streptococcus* (*S.thermophilus*, *S.lactis*) (Gibson, 2000; Gibson, 1995). Semua kelompok mikroflora tersebut termasuk kelompok bakteri asam laktat yang dapat membentuk asam laktat pada metabolismenya. Yoghurt merupakan salah satu susu fermentasi dengan kultur bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Dengan demikian yoghurt mengandung probiotik.

*Bifidobacteria* merupakan salah satu probiotik yang terpenting. Manfaat *Bifidobacteria* pada manusia telah diteliti secara *in vivo* dan *in vitro*. Efek positif *Bifidobacteria* bagi kesehatan manusia mencakup beberapa hal, diantaranya mengambat pertumbuhan bakteri dan ragi yang berbahaya, memperbaiki penyerapan mineral, menurunkan toksin, mensintesa vitamin, menurunkan kolestorel darah, menyeimbangkan flora usus (Gambar 4).



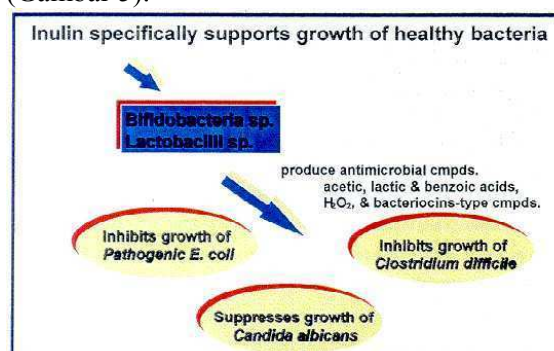
Gambar 4. Manfaat *Bifidobacteria* (Tungland, 2000)

Penggunaan probiotik pada pangan mengalami beberapa kendala, diantaranya kemampuan survival, kolonisasi, kompetisi nutrisi untuk masuk ke dalam suatu lingkungan ekosistem yang sudah mengandung beberapa ratus jenis spesies bakteri lainnya. Pendekatan yang dapat dilakukan agar probiotik tetap survival adalah dengan penggunaan prebiotik. Konsep prebiotik dikembangkan pertamakali pada tahun 1995 oleh Gibson dan Roberfroid (1995). Dasar pemikiran adalah banyak mikroorganisme yang potensial mempunyai efek promotif bagi kesehatan seperti *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus*. Bakteri tersebut telah ada bermukim dalam usus. Pertumbuhan bakteri itulah yang dimodifikasi agar optimal. Oleh sebab itu perlu diidentifikasi molekul-molekul yang secara eksklusif digunakan oleh bakteri tersebut. Molekul-molekul itu dikelompokkan sebagai prebiotik, yang dalam pangan termasuk *food ingredient*.

*Food ingredient* yang diklasifikasikan sebagai prebiotik harus :1) tidak dihidrolisa dan tidak diserap di bagian atas traktus gastrointestinal; 2) substrat yang selektif untuk satu atau sejumlah mikroflora yang menguntungkan kolon, memicu pertumbuhan bakteri yang aktif melakukan metabolisme; 3) mampu merubah mikroflora kolon menjadi komposisi yang menguntungkan kesehatan (Roberfroid *et al.*,1998). Prebiotik dapat didefinisikan sebagai substrat atau *food ingredient* yang tidak dapat dicerna *host* tetapi difermentasi selektif oleh beberapa mikroflora kolon, ia menstimulasi pertumbuhan dan aktivitas bakteri yang bermanfaat untuk kesehatan *host* (Scholz-Ahrens *et al.*, 2001:1; Roberfroid, 2001:406S). Inulin termasuk kelompok *food ingredient* yang fungsional karena terbukti mempengaruhi proses biokimia dan psikologikal pada tikus dan manusia yaitu memberikan kesehatan yang lebih baik dan menurunkan resiko banyak penyakit.

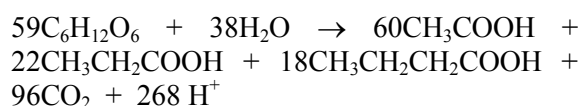
### Implikasi Prebiotik Inulin pada Kesehatan

Laporan ilmiah pertama yang menyatakan bahwa inulin bermanfaat untuk kesehatan adalah pada abad ke 19 (Roberfroid,2005). Pada tahun 2007 hanya dua *food ingredient* yang dapat memenuhi kriteria prebiotik yaitu inulin dan trans-galactooligosaccharides (TOS) (Roberfroid, 2007). Inulin adalah makanan yang baik bagi *Bifidobacteria* (Schneeman, 2004) dan *Lactobacilli* karena mudah dan cepat difermentasi oleh bakteri tersebut (Bergner, 2004:2). Inulin tipe GFn dan Fm difermentasi oleh *Bifidobacteria* dengan kecepatan yang sama (Roberfroid *et al.*,1998). Inulin menaikkan level bakteri *Bifidobacteria* (Menne, 2000; Bergner, 2004; Niness, 1999; Koenig, 2004) dan *Lactobacilli* (Bergner, 2004). *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli* dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Gambar 5).



Gambar 5. Inulin Menstimulasi *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli* dan Menekan Mikroba Patogen (Tungland, 2000).

Produk fermentasi inulin oleh *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli* menghasilkan terutama *short chain fatty acids* (SCFA), L-laktate yang telah dibuktikan secara *in vivo* dan *in vitro* (Tungland, 2000; Pool-Zobel, 2005). Senyawa yang termasuk SCFA adalah acetate, propionate dan butyrate. Persamaan reaksi total pembentukan SCFA (Topping, 2001) adalah sebagai berikut:



SCFA mempunyai fungsi penting pada usus besar. Pembentukan SCFA dan L-laktat dapat menurunkan pH kolon yang dapat menaikkan pertumbuhan *Lactobacilli* dan *Bifidobacteria* dan menurunkan aktivitas enzim-enzim bakterial yang terlibat pada

sintesa produk yang bersifat karsinogen dan toksik di dalam usus, menurunkan pertumbuhan bakteri patogen. SCFA mensuplai lebih dari 50% kebutuhan energi harian jaringan kolon dan mempengaruhi metabolisme kolon. SCFA juga diserap dan masuk ke *portalvein* dan dimetabolisme oleh hati, SCFA terlibat pada regulasi lipid dan gula (Heavey, 2004). Hal yang sama juga dinyatakan bahwa SCFA dapat mempengaruhi metabolisme lipid tubuh (Roberfroid *et al.*, 1998; Niness, 1999).

Proses regulasi lipid dan glukosa oleh SCFA dapat dijelaskan sebagai berikut propionate dapat menghambat HMG CoA reductase yang merupakan katalis pembentukan mevalonic acid dari  $\beta$ -Hydroxy  $\beta$ -methyl glutaryl CoA (Kaur, 2002). Mevalonic acid merupakan prekursor pembentuk kolesterol. Dengan demikian propionate menghambat pembentukan kolesterol. Propionat juga dapat menurunkan pembentukan glukosa dengan cara propionat diubah ke methyl malonyl CoA. Methyl malonyl CoA dapat menghambat pyruvate carboxylase (Kaur, 2002). Enzim ini merupakan katalis pembentukan phosphoenol pyruvate (PEP) dari pyruvate. PEP merupakan prekursor pembentukan glukosa pada jalur glikoneogenesis.

SCFA mempengaruhi fungsi immune, kesehatan jantung, mencegah kanker kolon (Heavey, 2004). Augenlicht, *et al.*, (2002) juga mempelajari hubungan antara SCFA dengan kanker kolon. Beatrice (2005), Kaur (2002) dan Poo-Zobel (2005) menyatakan bahwa inulin menurunkan resiko kanker kolon. Selain itu, inulin dapat menaikkan efisiensi sistem pencernaan dengan cara membuat sistem pencernaan efisien menyerap Ca sehingga mempertinggi penyerapan Ca (Niness, 1999; Stonyfield Farm, 2004), menaikkan penyerapan Mg dan Fe (Koenig, 2004).

### SIMPULAN

Inulin termasuk *food ingredient* yang diklasifikasikan sebagai prebiotik. Prebiotik dapat didefinisikan sebagai substrat atau *food ingredient* yang tidak dapat dicerna *host* tetapi difermentasi selektif oleh beberapa mikroflora kolon. Inulin menstimulasi pertumbuhan dan aktivitas bakteri yang bermanfaat untuk kesehatan *host*. Inulin termasuk kelompok *food ingredient* yang fungsional karena terbukti mempengaruhi proses biokimia dan psikologikal pada tikus dan manusia yaitu

memberikan kesehatan yang lebih baik dan menurunkan resiko banyak penyakit. Produk fermentasi inulin oleh *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli* menghasilkan terutama SCFA, L-laktate. Inulin juga dapat menaikkan efisiensi penyerapan Ca, menaikkan penyerapan Mg dan Fe.

### DAFTAR RUJUKAN

- Amarowicz, R.(1999). *Nutritional importance of oligosaccharides*. **Rocz Panstw Zakl High** 50:89-95.
- Augenlicht, LH; Mariadason, JM; Wilson, A; Arango, D; Yang, WC; Heerdt, BG; Velcich (2002). *Short chain fatty acids and colon cancer*. **J. Nutr.**132:3804S-3808S.
- Beatrice L, Pool-Zobel (2005). *Inulin-type fructans and reduction in colon cancer risk: review of experimental and human data*. **British Journal of Nutrition** 93, suppl 1. S73-S90.
- Bergner, Paul. (2004). Inulin. <http://www.-medherb.com>. Diakses 5 April 2004
- Coussement, PAA. (1999). *Inulin and oligofructose: safe intakes and legal status*. **American Society for Nutritional Sciences**: 1412S-1417S.
- De Leenheer, L and Hoebregs, H.(1994). *Progress in the elucidation of the composition of chicory inulin*. **Starch**. 46:193-196.
- FAO/WHO (2002). **Joint FAO/WHO Working Group on drafting guidelines for the evaluation of probiotic in Food: report of a joint FAO/WHO working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in Food**. London, Ontario, Canada.
- Franck, A; Leenheer, LD. (2003). Inulin. Email: [ann.franck@orafti.com](mailto:ann.franck@orafti.com). Diakses 25 Maret 2004
- Gibson, GR, Roberfroid MB. (1995). *Dietary modulation of human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics*. **J. Nutrition** 125:1401-12.
- Gibson, GR.(2000). *Probiotics and Prebiotics: gut microflora management for*

- improved health. **Medical Progress** 27(N0.2):34-6.
- Gibson, GR (2004). *Recent Advances in Prebiotic Use in Human*. **European Nutrition Research**
- Guamer F; Malagelada JR (2003). *Gut Flora in Health and Disease*. **European Nutrition Research**
- Heavey,PM; Rowland,IR (2004). *Review of the role for Short Chain Fatty Acids in human health and disease*. **European Nutrition Research**
- Ishak, R; Mustafa, S; Sipat, A (2006). *Influence of inulin addition on physical properties and sensory dadih*. **Journal of applied sciences**. 6(5):1128-1131.
- Kaur, N; Gupta, AK. (2002). *Application of inulin and oligofructose in health and nutrition*. **J. Biosci** . vol 27.No.7: 703-714.
- Koenig, Vicki. (2004). Inulin: a prebiotic. [http:// www. Stonyfield](http://www.StonyfieldFarm.com) Farm.com. Diakses 3 April 2004
- Kukkonen, AK.(2008). *Probiotics and Prebiotics in the primary prevention of allergic diseases*. **Dissertation** Department of allergy skin and allergy hospital and Pediatric Graduate School Hospital for Children and Adolescents Helsinki University Central Hospital Finland.
- Kulminskaya, AA; Arand, M; Eneyskaya, EV; Ivanen, DR; Shabalin, KA; Shishlyannikov, SM; Saveliev, AN; Korneeva, OS; Neustroev, KN.(2003). *Biochemical characterization of Aspergillus awamori exoinulinase: substrate binding characteristics and regioselectivity of hydrolysis*. **Biochimica et Biophysica Acta** 1650.22-29.
- Marchessault,RH, Bicha T,Deslandes Y, Revol JF.(1980) **Can.J.Chem** 58:2415.
- Menne, E;Guggenbuhl, N. (2000). *Fn-type chocory inulin hydrolysate has a prebiotik effect in humans*. **Journal of Nutrition** 130:1197-1199.
- Minda A dan Iryani (2006). **Pengaruh penambahan inulin pada karakteristik set yoghurt dari susu skim**. *Laporan Penelitian UNP. Padang.*
- Minda A. (2007). *Aktivitas enzim inulinase yang diekstraksi dengan etanol dari umbi tanaman dahlia*. **Jurnal Sainsteks**. Edisi September. Vol.x. No.1.Hal.11-23
- Niness, Kathy R (1999). *Inulin and oligofructosa: what are they*. **Journal of Nutrition**. 1999;129:1402S-1406S.
- Phelps,CF (1965). *The physical properties of inulin solution*. **Biochem.J**. 95:41-47.
- Pool-Zobel, BL (2005). *Inulin-type fructan and reduction in cancer risk: review of experimental and human data*. **British Journal of Nutrition**, 93:Suppl 1,S73-S90.
- Roberfroid, MB; Loo,AEV; Gibson, GR.(1998). *The Bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products*. **J. Nutr**.126:11-19.
- Roberfroid, MB; Deizenna, N (1998). *Dietary fructan*. **Annu Rev Nutr** 18:117-143.
- Roberfroid, MB.(2000). *Prebiotics and probiotics: are they functional foods?* **J Clin Nutr** 71(6 Suppl):1682S-7S.
- Roberfroid, MB.(2001). *Prebiotics: preferential substrates specific germs*. **American Journal of Clinical Nutrition**. Vol.73. No.2. 406S-409S.
- Roberfroid,MB (2005). **Inulin-Type Fructan functional Food Ingredient**. CRC Press.
- Roberfroid,MB (2005). *Introducing inulin-type fructans*. **British Journal of Nutrition**. 93.Suppl.1.S13-S25
- Roberfroid, MB.(2007). *Prebiotics: The Concept Revisited*. **The Journal of Nutrition**. 137:830-837.
- Saengthongpinit, W; Sajjaanantakul (2005). *Influence of harvest time and stroge temperature on characteristics of inulin from Jerusalem artichoke (Helianthus tuberosus L.) tubers*. **Postharvest Biology and Technology**. Volume 37:93-100.
- Scholz-Ahrens, KE; Schaafsma G; Heuvel

- EGHM; Schrezenmeir, J (2001). *Effect of prebiotics on mineral metabolism*. **American Journal of Clinical Nutrition**. Vol.:73 No.2 : 4595-464S.
- Schneeman BO (2004). **Fiber, inulin and oligofructose**; similarities and differences. <http://www.nutrition.org>. Diakses 25 Maret 2004.
- Simanjuntak,P;Rachmat,J;Rosalinda,N. (2004). *Tumbuhan Indonesia sebagai sumber inulin*. **Alchemy**, Vol.3, No.1:8-14
- Stonyfield Farm (2004).**Inulin Promotes Good DigestiveHealth** . <http://www.stonyfieldfarm.com>. Diakses 23 April 2004
- Topping, DL; Clifton, PM. (2001). *Short-chain fatty acids and human colonic function: role of resistant starch and nonstarch polysaccharides*. **Physiological Reviews**, vol81, no 3 :1031-1064.
- Tungland, BC (2000). *Inulin-A comprehensive scientific review*. **Duncan wholistic consultant**.1-75.
- Yurmizar. (1989). *Penandaan Inulin dengan Radionuklida Teknesium-99m dan Biodistribusinya pada Tikus Putih*. **Skripsi FMIPA**. Padang: Universitas Andalas.