



## Prebiotik dan Kepadatan Tulang



Pada manusia, banyak penelitian menyebutkan bahwa kolon dapat mengabsorpsi kalsium dalam jumlah yang bermakna, dan proses ini sensitif terhadap manipulasi diet substrat yang dapat difermentasi, khususnya fruktan jenis inulin. Fruktan jenis inulin dapat memodulasi absorpsi kalsium karena resisten terhadap hidrolisis oleh enzim mamalia dan difermentasi di usus besar untuk menghasilkan asam lemak rantai pendek, yang menurunkan pH lumen, memodifikasi dan meningkatkan kelarutan, atau menunjukkan efek langsung pada jalur transpor mukosa. Absorpsi kalsium di usus dapat juga terjadi melalui jalur paraseluler pasif melalui *tight junction* antara sel-sel mukosa sepanjang usus kecil dan usus besar.

Fermentasi kolon fruktan jenis inulin menghasilkan asam lemak rantai pendek (*acetate*, *propionate*, dan *butyrate*), serta asam organik lain (misal *lactate*) yang berkontribusi menurunkan pH lumen usus besar. Penurunan pH menyebabkan perubahan kalsium dan meningkatkan kelarutan pada fase lumen, sehingga bioavailabilitas meningkat. Asam lemak rantai pendek mungkin juga berkontribusi langsung terhadap peningkatan absorpsi kalsium melalui mekanisme pertukaran kation. Lebih lanjut, fruktan jenis inulin juga meningkatkan transpor kalsium aktif transeuler dengan mengubah aktivitas

reseptor vitamin D dan meningkatkan *calbindin-9K* (protein intraseluler yang terlibat dalam translokasi kalsium terhadap membran basolateral sel epitel mukosa). Peningkatan produksi *butyrate* dan/atau *polyamine* tertentu yang secara tidak langsung menyebabkan perubahan histologi dan fungsional epitel usus, dapat juga meningkatkan absorpsi mineral.

Cukup banyak studi intervensi yang menunjukkan peningkatan absorpsi kalsium dengan fruktan jenis inulin pada dewasa dan dewasa muda; efek positif juga telah dilaporkan pada wanita usia lanjut. Perbandingan langsung fruktan jenis inulin menunjukkan bahwa inulin atau campuran inulin rantai panjang dan *oligofructose* memberikan efek lebih nyata dibanding *oligofructose* saja dalam menstimulasi absorpsi mineral dan penambahan mineral tulang. Meskipun fruktan dapat memperbaiki absorpsi kalsium dan kandungan mineral tulang pada hewan coba, namun efeknya pada bioavailabilitas kalsium dan densitas tulang dapat bervariasi dengan derajat polimerisasinya.

Oleh karena itu, suatu studi pada hewan (tikus) dilakukan selama 3 bulan; tikus-tikus diberikan diet kontrol atau diet yang diperkaya *oligofructose* (*fructooligosaccharide*=FOS) atau inulin. Hasilnya menunjukkan bahwa berat

badan, massa otot tubuh, dan panjang tulang apendikuler sama pada ketiga kelompok. Tikus yang diberi makan fruktan mempunyai peningkatan berat dinding sekum (30%) yang sama, tetapi peningkatan relatif kadar *calbindin-9K* adalah 2 pada kelompok *oligofructose* dan 4 pada kelompok inulin. Lebih lanjut, penurunan kadar kolagen *C-telopeptide* tipe I dalam serum secara bermakna lebih besar pada kelompok inulin (30%) dibanding kelompok *oligofructose* (16%).

Peningkatan kandungan mineral tubuh secara keseluruhan yang diukur dengan DXA lebih besar pada kelompok inulin dibanding kelompok *oligofructose*, tetapi DXA mendeteksi peningkatan kandungan mineral tulang dari tulang femur yang terlatih hanya pada kelompok inulin. Peningkatan area dan densitas mineral tulang kancellous (*cancellous*) pada tulang tibia proksimal dan vertebra ditemukan pada tikus yang diberi makan fruktan dan efek inulin lebih besar ( $p < 0,01$ ) dibanding *oligofructose* ( $p < 0,05$ ). Lebih lanjut, inulin secara bermakna meningkatkan densitas mineral tulang korteks pada lokasi apendikuler dan perifer ( $p < 0,01$ ) dan indeks tegangan tulang femur ( $p < 0,01$ ).

Penemuan tersebut menunjukkan bahwa baik pada inulin maupun *oligofructose* mempunyai efek positif pada densitas mineral tulang, efek terbesar dari inulin dikaitkan dengan kapasitas yang lebih besar dari fruktan ini untuk menurunkan resorpsi tulang.

Perbedaan kapasitas antiresorpsi yang berbeda dari kedua fruktan mungkin dikaitkan dengan perbedaan dampak pada absorpsi kalsium dan bioavailabilitas kalsium karena peningkatan jumlah *calbindin-9K*, suatu protein yang diketahui berperan penting dalam absorpsi kalsium, lebih besar pada tikus yang diberi makan inulin dibanding *oligofructose*. (LAI)

### REFERENSI:

1. Coxam V. Current data with inulin-type fructans and calcium, targeting bone health in adults. *J Nutr.* 2007;137:2527–33.
2. Scholz-Ahrens K, Schrezenmeir J. Inulin and oligofructose and mineral metabolism: The evidence from animal trials. *J Nutr.* 2007;137:2513–23.
3. Nzeusseua A, Diensta D, Haufroid V, Depresseux G, Devogelaera J, Manicourtac D. Inulin and fructo-oligosaccharides differ in their ability to enhance the density of cancellous and cortical bone in the axial and peripheral skeleton of growing rats. *Official Journal of the International Bone Mineral Society* 2006;38(3):394-9.