

TEPUNG UBI JALAR (*Ipomea batatas* (L) : SEBAGAI BAHAN MAKANAN SUMBER SERAT PANGAN DAN PREBIOTIK PENCEGAH DIARE AKIBAT BAKTERI PATOGEN

Meddiati Fajri Putri
TJP, Fakultas Teknik UNNES

ABSTRAK : Potensi ubi jalar sebagai sumber serat pangan perlu dipelajari lebih lanjut. Serat pangan larut seperti oligosakarida secara selektif digunakan sebagai substrat pertumbuhan mikroba bermanfaat dalam kolon (Bouhnik dkk.,1999) atau prebiotik. Prebiotik adalah bahan makanan tidak tercerna yang mempunyai manfaat bagi tubuh dengan selektifitasnya dalam menstimulasi pertumbuhan dan aktivitas dari satu atau beberapa spesies bakteri yang berada dalam kolon dan bakteri tersebut berada untuk meningkatkan kesehatan tubuh (Gibson dan Ruberfroid, 1995).. Selain dapat meningkatkan populasi bakteri yang bermanfaat, prebiotik juga bermanfaat untuk memperbaiki fungsi usus selama fermentasi. Berdasarkan penelitian terdahulu, diketahui bahwa ekstrak kasar serat pangan ubi jalar dapat meningkatkan populasi *L. acidophilus* dan dapat mencegah diare akibat bakteri patogen (Ira budi astuti, 2005).

Key words : Serat Pangan, ubi jalar, prebiotik, produk pangan

PENDAHULUAN

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) merupakan bahan pangan pokok keempat setelah beras, jagung, dan ubikayu, meskipun konsumsinya masih dalam jumlah yang terbatas. Konsumsi ubi jalar di negara berkembang seperti Indonesia tergantung pada tingkat pendapatan dan pengaruh pada status sosial di masyarakat. Pemanfaatan ubi jalar sebagai makanan kesehatan belum banyak terungkap. Berbeda dengan ubi kayu, ubi jalar mempunyai keistimewaan tersendiri yaitu tidak mengandung HCN (asam sianida). Disamping itu ubi jalar mempunyai rasa yang lebih manis dari umbi-umbi yang lain seperti sawi, gembili dan ganyong. Raffinosa dalam ubi jalar telah diketahui menyebabkan

flatulensi (kembung) bagi yang mengkonsumsinya (Palmer, 1982 dalam Villareal dan Griggs, 1982). Efek flatulen tersebut diketahui sebagai akibat kerja bakteri dalam kolon dalam memfermentasi karbohidrat pada ubi jalar yang tidak tercerna oleh enzim pencernaan. Potensi ubi jalar sebagai sumber serat pangan tersebut perlu dipelajari lebih lanjut. Serat pangan larut seperti oligosakarida secara selektif digunakan sebagai substrat pertumbuhan mikroba bermanfaat dalam kolon (Bouhnik dkk.,1999) atau biasa disebut sebagai prebiotik.

Prebiotik adalah bahan makanan tidak tercerna yang mempunyai manfaat bagi tubuh dengan selektifitasnya dalam menstimulasi pertumbuhan dan aktivitas

dari satu atau beberapa spesies bakteri yang berada dalam kolon dan bakteri tersebut berada untuk meningkatkan kesehatan tubuh (Gibson dan Ruberfroid, 1995). Penurunan pH akibat asam lemak rantai pendek yang dihasilkan oleh mikrobia kolon merupakan seleksi pertumbuhan bakteri, sehingga bagi bakteri yang tidak tahan kondisi asam akan menurun viabilitasnya. *Bifidobacterium longum* dan *Lactobacillus acidophilus* merupakan bakteri penghasil asam-asam tersebut dan viabilitasnya tidak menurun akibat kondisi asam pada medium. Bakteri patogen dapat menghambat kolonisasi bakteri patogen pada dinding mukosa usus. Selain dapat meningkatkan populasi bakteri yang bermanfaat, prebiotik juga bermanfaat untuk memperbaiki fungsi usus selama fermentasi.

Diare di Indonesia terjadi disegala umur. Penyebab diare disebutkan terjadi di masyarakat umum antara lain rotavirus, *Salmonella spp.*, *E. coli*, *Vibrio cholera*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Campylobacter spp.*, dan *Yersinia enterocolitica*. Diare adalah penyakit yang ditandai dengan buang air besar (BAB) lebih dari tiga kali dalam sehari atau konsistensi cair (Punjabi, 2004), Salah satu penyebab diare adalah dominasi bakteri patogen *Salmonella* yang tumbuh dalam saluran pencernaan. Salmonellosis merupakan masalah terbesar kesehatan masyarakat. variasi

dan banyaknya hasil ternak yang dikonsumsi manusia berpotensi sebagai agen pembawa *salmonellae* non-tifoid. Konsumsi serat pangan ubi jalar diharapkan dapat meningkatkan populasi mikrobia bermanfaat dalam usus dan mencegah kolonisasi bakteri patogen pada dinding mukosa usus, selanjutnya dapat berfungsi sebagai anti diare patogen *salmonella*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kasar serat pangan ubi jalar dapat meningkatkan populasi *L. acidophilus* dan dapat mencegah diare akibat bakteri patogen (Ira budi astuti, 2005)

Sejauh ini, pemanfaatan ubijalar di Indonesia masih terbatas pada beberapa jenis produk pangan saja inipun dalam jumlah kecil, paling banyak dijumpai di pasaran adalah kripik. Dengan memanfaatkan ubi jalar sebagai campuran dalam pembuatan produk pangan akan menaikkan nilai ekonomis ubi jalar sekaligus membuka peluang pasar untuk produk-produk olahannya.

Uraian diatas mendorong peneliti mengangkatnya menjadi penelitian yang berjudul: pengembangan penggunaan tepung ubi jalar (*ipomea batatas* (l)) sebagai sumber serat pangan dan prebiotik dalam mencegah diare akibat bakteri patogen dan aplikasinya pada produk

UBI JALAR

Tanaman umbu-umbian sebagai sumber karbohidrat yang efisien, murah, dan digunakan sebagai bahan substitusi dalam berbagai olahan pangan. Ubi jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) selain sebagai sumber karbohidrat juga sebagai sumber mineral dan vitamin. Kandungan karbohidrat dalam ubi jalar sebesar 18-35 g/100g berat basah atau hampir 90% berat kering (Rahmianna dkk., 1999). Ubi jalar selain mempunyai berbagai zat gizi, juga mempunyai zat antigizi yaitu tripsin inhibitor. Aktivitas tripsin inhibitor tersebut dapat dihilangkan dengan perebusan atau pengukusan. Ubi jalar juga mengandung senyawa penyebab flatulensi. Flatulensi disebabkan oleh produksi gas yang ditimbulkan dari fermentasi sisa karbohidrat tidak tercerna dalam usus halus oleh mikrobia kolon, (Palmer, 1982 dalam Villareal dan Griggs, 1982). Penyebab flatulensi tersebut antara lain, oligosakarida, pektin, hemiselulosa, dan patiresisten yang terkandung dalam ubi jalar. Menurut Cummings dkk. (2001) penyebab flatulensi selain karena oligosakarida dapat juga disebabkan oleh polisakarida bukan pati (pektin, gum, selulosa), gula alkohol, dan pati resisten.

Karbohidrat dalam ubi jalar terdiri dari monosakarida, oligosakarida, dan polisakarida. Monosakarida terdiri dari glukosa dan fruktosa. Oligosakarida

terdiri dari raffinosa dan verbaskosa. Polisakarida terdiri dari pati, selulosa, pektin dan hemiselulosa (Erika, 2005).

Zat gizi pada ubi jalar berbeda-beda sesuai dengan varietasnya (Huang, 1982 dalam Villareal dan Griggs, 1982). Sebagai contoh, hasil penelitian yang dilakukannya ubi jalar varietas Peng hu dapat menurunkan kadar kolesterol darah dan hati pada tikus dibandingkan dengan barietas lain. Perbedaan komposisi gula dan oligosakarida ubi jalar asal Amerika dibandingkan dengan Filipina telah dibuktikan oleh Truong dkk. (1986). Ubi jalar Amerika oleh Palmer dalam Villareal dan Griggs (1982) disebutkan mengandung raffinosa 0.5% berat basah, sukrosa 4.4%, maltosa 5.5%, fruktosa 0.9% dan glukosa 0.8%. Tepung ubi jalar Filipina mengandung gula total sebesar 85-96% (segar) dan 17-54% (kukus), pati sebesar 33-37% (segar) dan 32-61% (kukus), serta hasil pemecahan pati, maltosa dan maltotriosa, terdapat pada sampel kukus, bersama selobiosa (0.23-0.40%) dan raffinosa dalam jumlah kecil.

SERAT PANGAN

Serat pangan (*dietary fiber*) banyak terkandung dalam tanaman yang tahan terhadap pemecahan enzim dalam saluran pencernaan maka tidak terabsorpsi (Gaman dan Herrington, 1981). Definisi serat pangan menurut AACC (2001) dalam Anomim (2003)

adalah bagian dari tanaman atau karbohidrat analog yang tidak tercerna dan terabsorpsi dalam usus halus secara sempurna atau sebagian terfermentasi dalam usus besar (kolon) termasuk didalamnya polisakarida, oligosakarida, lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Serat pangan telah diketahui mempunyai manfaat kesehatan. Konsumsi karbohidrat dalam bentuk murni yaitu gula, tepung terigu atau roti tawar menyebabkan banyaknya keluhan dan gangguan saluran pencernaan penduduk negara barat. Konsumsi lemak dalam jumlah besar dan rendah serat pangan ini mengakibatkan penduduk negara barat banyak yang menderita *diverticulosis* berupa bisul pada dinding luar kolon yang disebabkan tidak lancarnya buang air besar, kanker kolon, dan hernia (Gaman dan Sherrington, 1981). Serat pangan dibedakan antara serat pangan larut dan serat pangan tak larut. Serat pangan larut merupakan karbohidrat yang akan cepat terfermentasi pada kolon bagian proksimal, sedangkan serat pangan tak larut walaupun sangat lambat terfermentasi akan lebih berperan dalam penghambatan kanker kolon karena fermentasi terjadi diseluruh bagian kolon terutama bagian distal (Spiller, 2001). Dijelaskan pula bahwa sumber serat pangan juga mempengaruhi kecepatan fermentasinya dalam kolon. Serat pangan yang berasal dari buah-buahan

dan sayuran lebih cepat terfermentasi daripada serat pangan yang berasal dari kacang-kacangan. Serat pangan larut menurut Matos (2003) dapat menghambat kolonisasi *Salmonella typhimurium* pada saluran pencernaan dan memperbaiki fungsi usus akibat infeksi Salmonella.

Serat pangan terdiri dari polisakarida bukan pati (pektin, gum, hemiselulosa, selulosa), pati resisten, dan oligosakarida, (Cummings dkk., 2001). Masing-masing mempunyai manfaat yang berbeda-beda. Pektin merupakan satu dari sumber serat pangan yang paling penting. Pektin merupakan campuran polisakarida yang kompleks terdapat pada berbagai buah-buahan dan sayuran asal akar (Gaman dan Sherrington, 1981). Pektin merupakan serat pangan larut berfungsi sebagai pembentuk gel, stabilisator asam lemak, dan bersifat anti diare (Voragen dkk., 1995). Pektin merupakan polisakarida bukan pati yang efektif terfermentasi dalam kolon atau subtrat yang penting untuk mikrobia didalamnya (Spiller, 2001). Dikemukakan pula bahwa sumber pektin terdapat pada buah-buahan, sayuran, dan kacang-kacangan. Gum arabic dan guar gum termasuk kedalam golongan serat pangan larut yang terfermentasi cepat dalam kolom. Gum merupakan polisakarida bukan pati yang mempunyai kapasitas pengikatan air yang tinggi dan membentuk gel pada

usus halus (Spiller, 2001). Pati resisten secara fisiologis didefinisikan sebagai jumlah dari pati dan hasil dari pencernaan pati yang tidak terserap didalam usus halus individu sehat (Asp, 1992 dalam Marsono, 1998). Sedangkan secara analitis, pati resisten didefinisikan sebagai pati yang tahan terhadap dispersi dalam air mendidih dan hidrolisis amilase pankreas beserta pullulanase, tetapi dapat didispersi oleh KOH dan dihidrolisis oleh amiloglukosidase (Englyst dan Cummings, 1987 dalam Marsono, 1998). Pati resisten dapat pula terbentuk dari senyawa pati yang telah teretrogradasi karena pemanasan dan pendinginan yang berulang sehingga strukturnya berubah. Perubahan Struktur tersebut menyebabkan enzim pencernaan tidak dapat mendegradasi selanjutnya menuju kolon untuk didegradasi oleh mikrobial, maka disebut sebagai pati resisten (Spiller, 2001). Selulosa merupakan polisakarida yang terdiri dari rangkaian panjang unit-unit glukosa (Gaman dan Sherrington, 1981). Senyawa ini tidak dapat didegradasi oleh enzim saluran pencernaan manusia sehingga dapat meningkatkan laju makanan dalam tubuh. Selulosa yang tak larut air dan kapasitas pengikatan air yang rendah dalam pencernaan mempunyai sifat meruahkan dan mempercepat pengosongan lambung (Spiller, 2001). Selulosa terdapat pada kulit dan bagian berserat

pada buah, sayuran, atau bagian luar sereal. Oligosakarida terdiri dari unit monosakarida yang terdiri lebih dari 2 unit monosakarida. Sebagian besar oligosakarida sama dengan polisakarida bukan pati, kecuali sifatnya yang larut dalam air dan cairan fisiologis. Usus halus tidak mengandung enzim yang mendegradasi oligosakarida sehingga senyawa ini masuk kedalam usus besar (kolon) tanpa perubahan bentuk. (Strickling dkk., 2000).

Cummings dan Macfarlane (1991) dalam Strickling dkk. (2000) menyatakan bahwa jumlah dan tipe *fermentable carbohydrate* yang masuk kedalam kolon merupakan salah satu faktor yang membatasi pertumbuhan populasi bakteri yang berada didalamnya. Disebutkan pula bahwa suatu bakteri dapat lebih cepat mendegradasi substrat spesifik kemudian mengalami perbanyakan sel melebihi bakteri yang lain. Raffinosa termasuk golongan oligosakarida dengan unit penyusunannya antara lain unit sukrosa dan galaktosa dan terdapat dalam tanaman (Braun dan Keller, 2001). Oligosakarida yang digunakan oleh Strickling dkk. (2000) antara lain fruktooligosakarida, mannanoligosakarida, dan xylooligosakarida. Dosis penggunaan oligosakarida dalam diet dipengaruhi oleh struktur spesifikasinya. Manfaatnya antara lain menstimulasi pertumbuhan mikrobial kolon terutama dalam

meningkatkan produksi asetat, propionat atau butirat yang digunakan sebagai sumber energi untuk menjaga kesehatan jaringan saluran pencernaan. Brown dkk. (1993) dalam Matos dkk. (2003) menyebutkan bahwa polisakarida yang terkandung dalam kedelai akan menurunkan resiko diare yang disebabkan oleh bakteri maupun virus. Serat yang cepat terfermentasi (serat pangan larut) dapat memperbaiki fungsi usus dan menurunkan bahaya infeksi *salmonella typhimurium* (Matos dkk., 2003), oleh karena itu serat pangan larut tersebut efektif untuk menurunkan infeksi patogen yang ditandai dengan gejala yang timbul yaitu diare.

PREBIOTIK

Gibson dan Ruberfroid (1995) mendefinisikan prebiotik sebagai bahan dasar makan tidak tercerna yang mempunyai manfaat bagi tubuh dengan selektifitasnya dalam menstimulasi pertumbuhan dan atau aktivitas dari satu atau beberapa spesies bakteri yang berada dalam kolon dan bakteri tersebut berada untuk meningkatkan kesehatan tubuh. Semua substrat yang berupa karrbohidrat (rantai pendek) yang dapat terfermentasi dalam kolon berpotensi sebagai prebiotik. bakteri yang terdapat saluran pencernaan ada yang bermanfaat maupun merugikan atau bahkan potogen. Populasinya sangat tergantung pada substrat yang tersedia dilingkungan pertumbuhannya. Sebagai

contoh, Oligosakarida merupakan substrat spesifik pertumbuhan bifidobacteria sebagai bakteri bermanfaat, walaupun ada bakteri lain yang dapat mendegradasikan dengan jumlah yang lebih kecil (Rruberfroid, 2001). Kriteria yang digunakan untuk mengklasifikasikan komponen bahan pangan sebagai prebiotik antara lain tidak tercerna oleh enzim pencernaan, hidrolisis dan difermentasika oleh mikrobia dalam kolon , dan yang paling penting adalah menstimulasi pertumbuhan secara selektif satu atau dalam jumlah terbatas bakteri dalam kolom

Bakteri dalam lambung (antara lain steptococci, lactobacilli, *staphylococcus epidermidis*, dan *candida albicans*) mempunyai jumlah koloni rendah (10^3 CFU/mL isi lambung). Rendahnya koloni bakteri dalam lambung disebabkan oleh rendahnya nilai PH, sehingga pertumbuhan bakteri yang tidak tahan kondisi asam dapat ditekan. Mikroba dalam doudenum dan jejenum terdapat dalam jumlah kecil ($0-10^{4.5}$ CFU/mL) organisme aerobik (streptococci , lactobacilli dan yeast) dan anaerobik (streptococci dan lactobacilli). Mikrobia pada illeum, jumlah populasi bakteri lebih tinggi ($10^{3.5}-10^{6.3}$ CFU/mL) hampir sama dengan dengan populasi mikrobia kolon. Perbedaanya pada illeum terdapat jumlah populasi *bacteriodes*, *coliforms*, dan *clostridium* (bakteri gram negatif)

lebih tinggi, sedangkan pada kolon terdapat jumlah populasi bakteri gram positif lebih tinggi. Mikroba dalam kolon manusia biasa dilihat pada feses dengan jumlah populasi bakteri rata-rata $10^{9.6}$ CFU/g anaerobik, $10^{7.5}$ CFU/g coliform, dengan perbandingan 2-3 log lebih rendah pada kolon. (Hentges, 1983).

BAKTERI BERMANFAAT UNTUK KESEHATAN

Lactobacilli merupakan bakteri gram positif heterofermentatif (Salminen dan Wright, 1998). *Lactobacillus acidophilus* merupakan salah satu spesies bakteri bermanfaat dalam kolon disamping *Bifidobacterium*. *Lactobacillus acidophilus* dapat menfermentasi arabinosa dan melezitosa selain rafinosa, lactosa, mannosa, fruktosa, galaktosa, sukrosa, maltosa, melobiosa dan ribosa.

Genus lactobacilli bersama bifidobacteria dapat distimulasi pertumbuhannya dengan prebiotik. Menurut Walker (2001) genus lactobacilli dapat berfungsi sebagai pencegah atau memulihkan penyakit. Dijelaskan pula bahwa bakteri tersebut dapat meningkatkan repon ketahanan tubuh berupa immunoglobulin A dalam menghambat pertumbuhan berbagai macam patogen seperti virus dan bakteri. Penghambatan mikrobial kolon pada pertumbuhan bakteri patogen

antara lain dengan memproduksi asam organik terutama asam lemak rantai pendek sehingga menstimulasi gerakan peristaltik usus dan dengan memproduksi bakteriosin (Salminen dan Wright, 1998)

BAKTERI PATOGEN

Bakteri pada usus besar (kolon) manusia dapat digolongkan menjadi 2 yaitu bakteri bermanfaat (misal *Bifidobacterium*, *Eubacterium* dan *Lactobacillus*) dan bakteri berbahaya (misal: *Yersinia*, *Shigella*, and *Salmonella*) bagi kesehatan tubuh (Ruberfroid, 2001).

Infeksi *Salmonella* digunakan sebagai indikator untuk menentukan bakteri penginduksi diare yang sporadis, terbatas, dan ringan selama 1 minggu setelah pertumbuhannya dalam saluran pencernaan (Maltos dkk., 2003). Penyebab utama dari infeksi saluran pencernaan adalah *S. Enteritidis serovar typhimurium* (*S. typhimurium*) (Songer, 2004). Pasien kebanyakan anak-anak usia kurang dari 10 tahun dan yang menderita terdeteksi kultur positif pada feses, masa inkubasi 6-24 jam selama satu minggu. Gejala yang ditimbulkan mual, muntah pada awal infeksi, diikuti dengan sakit perut, diare, dan demam. *Salmonella* merupakan bakteri gram negatif yang bersifat patogen dan membentuk koloni pada sel mukosa usus.

Penyebab utama diare adalah infeksi bakteri patogen dalam usus. Diare banyak terjadi pada anak-anak umur kurang dari 3 tahun karena pada masa tersebut bakteri dalam usus masih belum stabil komposisinya dan pengaruh terbesar dari komposisi makanan yang dikonsumsinya (Matos dkk., 2003). Menurut Brown (2004) diare yang disebabkan oleh infeksi berhubungan dengan sebab akibat dengan malnutrition. Infeksi akan menyebabkan penurunan status nutrisi akibat menurunnya asupan makanan dan absorpsi dalam usus, meningkatkan katabolisme yang akan mengurangi nutrisi yang dibutuhkan untuk sintesis jaringan dan pertumbuhan. Malnutrisi akan memudahkan terjadinya infeksi dikarenakan menurunnya fungsi pertahanan tubuh.

Kolonisasi oleh *Salmonella* dipengaruhi oleh barrier sel mukosa usus dan penghambatan oleh reaksi tubuh (Bruggencate dkk, 2003). Disebutkan pula perubahan komposisi mikrobial dalam kolon oleh bakteri patogen terjadi saat mikrobial kolon yang normal terganggu, ketika pertahanan sistem immune berkurang atau kehilangan barrier sel mukosa usus. Konsentrasi asam organik yang dihasilkan mikrobial

akibat fermentasi oligosakarida dalam kolon akan menghambat kolonisasi bakteri patogen yang sensitif terhadap konsentrasi asam.

Mekanisme invasi *Salmonella* pada mukosa usus dapat dilihat pada gambar 2.1 *Salmonella* masuk lewat mulut kemudian berkolonisasi pada usus (ileum dan cecum) dan melakukan invasi pada mukosa usus. Invasi tersebut menghasilkan toksin sehingga menyebabkan peradangan dan luka pada mukosa. Aktivasi enzim adenil siklase meningkatkan siklus adenosin monofosfat sehingga produksi cairan pada usus halus dan cecum dan terjadi diare.

Diare yang terjadi biasanya disebabkan oleh infeksi bakteri patogen yang mengkontaminasi makanan yang dikonsumsi. Kejadian tersebut dapat ditanggulangi dengan memberikan medium pertumbuhan yang menguntungkan untuk menyeimbangkan mikrobial kolon, maka akan terjadi persaingan pemakaian nutrisi, penempelan pada mukosa usus, dan kemungkinan produksi senyawa antimikrobial oleh bakteri bermanfaat. (Orrhage dan Nord, 2000 dalam Bruggencate dkk., 2003).

DAFTAR PUSTAKA

Anoni. 2003. *ALL Dietary Fiber Is Fundamentally Functional. Cereal Food World*. 48:128-131.

Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 1995. *In S. Williams official Methods of Analysis of The AOAC Williams ed. Virginia: The Association of Official Analytical Chemists Inc.*

- Apriyantono, A., Fardiaz, D., Puspitasari N. L., Sedarnawati, Budiyanto, S. 1980. *Petunjuk Laboratorium Analisa Pangan. Dept. Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan Gizi, Institut Pertanian Bogor.*
- Bouhnik, Y., Vahedi, K., Achour, L., Attar, A., Salfati, J., Pochart, P., Marteau, P., Fluorie, B., Bornet, F., dan Rambaud, J. C. 1999. Short Chain-Fructooligosaccharida Administration Dose-Dependently Increases Fecal Bifidobacteria in Healthy Human. *J. Nurt.* 129: 133-166.
- Braun, R. Dan F. Keller. 2000. Vocular chain elongation of farrinose oligosaccharides in *Ajuga reptans*. *Aust. J. Plant Physiol.* 27:743-746.
- Brown, K. H. 2004. Diarrhea and Malnutrition. Symposium: Nutrition an Infection, Prologue and Progress since 1968. University of carolina
- Bruggencate, S. J. M. T., Bovee-Oudenhoven I. M. J., Lettink-Wissink M. L. G, dan Van der Merr R. 2003. Dietary Fructooligosaccharidea Dose-Dependently Increase Translocation of Salmonella in Rats . *J. Nurt.* 133:2313-2318.
- Bruggencate, S. J. M. T., Bovee-Oudenhoven I. M. J., Lettink-Wissink M. L. G, Katan, M. B., dan Van der Meer R. 2004. Dietary fructo-oligosaccharides and inulin decrease resistance of rats to salmonella: protective role of calcium. *Gut.* 53: 530-535.
- Buddington, K. K., Donahoo, J. B., dan Buddington, R. K. 2002. Dietary Oligofructose and Inulin Protect Mice from Enteric and Systemic Pathogen and Tumor Inducer. *J. Nurt.* 132: 472-477
- Campbell, J. M., Fahey, G. C. Jr., 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. Nurt.* 127: 130-136
- Chiang, W., Cheng, C., Chiang, M., dan Chung, K. T. 2000. Effect of Dehulled Adlay on the Culture Count of Some Microbiota and Their Metabolism in the Gastrointestinal Tract of Rats. *J. Agric. Food. Chem.* 48:829-832.
- Cummings, J. H., Macfarlane, G. T., dan Englyst H. N. 2001. Prebiotic digestion and fermentation. *Am. J. Clin. Nurt.* 73(2):415S-420S.
- Erika.2005.<http://www.biology.lsu.edu/webfac/dpollolock/4800/Projects2/Erika/SweetPotatoPages/chemcomp.html>
- Gallaher, D. D., stallings, W. H., Blessing, L. L., Busta, F. F., dan Brady, L. J. 1996. Probiotic, cecal Microflora, and Aberrant Crypts in the Rat Colon. *J. Nurt.* 126:1362-1371.
- Gaman, P. M. Dan K. B. Sherrington. 1981. The science of food: An introduction to food science, nutrition, and microbiology. Edisi ke-2. Pergamon Press, England.
- Giannella, R.A.2005.Salmoneella.http://www.microvet.arizona.edu/Courses/MIC420/lecture_notes.html
- Gibson G. R. Dan M. B. Ruberfroid. 1995. Dietary Modulation of Human Colonic Microbiota: Introducing The Concept of Prebiotic. *J. Nurt.* 125:1401-1412.
- Gopal, P. K., Sullivan, P. A., dan Smart, J. B. 2000. Utilisation of galactooligosaccharides as selective substrates for growth by lactic acid bacteria including *Bifidobacterium lactis* DR 10 and *Lactobacillus rhamnosus* DR 20. *Int. Dairy Journal.* 11: 19-25

- Harrington, M. E., Flynn, A., dan Cashman, K. D. 2001. Effect of dietary fiber extracts on calcium absorption in the rat. *Food Chem.* 73:263-269.
- Hentges, D. J. 1983. *Human Intestinal Microflora in Health and Disease.* Academic Press, INC., New York.
- Holt, J. G., Castenholz, R. W., Schleifer, K. H., Tully J. G., Ursing J., dan Williams S. T. 1994. Board of Trustees of Bergey's manual Trust. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, USA.
- Langlands, S. J., Hopkins, M. J., dan Cummings, J. H. 2004. Prebiotic carbohydrate modify the associated microflora of the human large bowel. *Gut.* 53: 1610-1616.
- Le blay, G., Michel, C., Blottiere, H. M., dan cherbut, C. 1999. Prolonged Intake of Fructo-Oligosaccharides Induces a Short-Term Elevation of Lactic Acid-Producing Bacteria and a Persistent Increase in Cecal Butyrate in Rats. *J. Nutr.* 129: 2231-2235.
- Lewthwaite, S. L., Sutton, k. H., dan Triggs, C. M. 1997. Free Sugar Composition of Sweet Potato Cultivars after Storage. *New Zealand J. Crop and Hort. Sci.* 25: 33-41.
- Marsono, T. 1993. Complex Carbohydrates and Lipid in Rice product. Thesis. Departement of Primary Health Care School of Medicine. The Flinders University of South Australia, South Australia, Australia.
- Matos, N. J. C., Donovan, S. M., Isaacson R. E., Gaskins H. R., White, B. A, dan Tappenden, K. A. 2003. Fermentable Fiber Reduce Recovery Time and Improve Intestinal Function in Piglet Following *Salmonella typhimurium* Infection. *J. Nurt.* 133: 1845-1852.
- Meulen, R. V., Avonts, L., dan Vuyst, L. D. 2004 Short Fraction of Oligofructose Are Preferentially Metabolized by *Bifidobacterium animalis* DN-173 010. *J. Applied and Environmental Microbiology.* 70(4): 1923-1930.
- Milner, J. A. 1999. Fuctional Food and Health Promotion. *J. Nurt.* 129:1395S-1397S.
- Mital, B.K dan Steinkraust, K.H. 1975. Utilization of Oligasaccharides by Lactic Acid Bacteria During Fermentation of Soy Milk. *J.Food Science.* Vol 40:114-118.
- Mongeau, R., Siddqui, I. R., Emery, J., and Brassard, R. 1990. Effect of Dietary Fiber Concentrated from Celery, Parsnip, and Rutabaga on Intestinal Function, Serum Cholesterol, and Blood Glucose Response in rats. *J. Agri. Food Chem.* 38. 195-200.
- Monro, J. A. 1993. A nutritionally valid procedure for measuring soluble dietary fiber. *Food Chem.* 47:187-193.
- Naughton, P. J., Mikkelsen, L. L., dan Jensen, B. B. 2001. Effect of Nondigestible Oligosaccharides on *Salmonella enterica* Serovar Typhimurium and Nonpathogenic *Escherichia coli* in the Pig Small Intestine *In Vitro.* *Appl. And Environmental Microbiol.* 67(8): 3391-3395.
- Punjabi, N. H. 2004. Kejadian Luar Biasa (KLB) Diare di Indonesia. Disampaikan pada Lokakarya Disain Format Jejaring Kajian Risiko Mikrobiology. Badan Pengawasan Obat dan Makanan di Yogyakarta.
- Rahmianna, A. A., Heriyanto, dan Winarto, A. 1999. Pemberdayaan Tepung Ubi Jalar sebagai Substitusi Terigu dan Potensi

- Kacang-Kacangan untuk Pengkayaan Kualitas Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Balai Penelitian Tanaman kacang-Kacangan dan Ubi-Umbian, Malang.
- Ray, B. 1996. *Fundamental Food Microbiology*. CRC press. New York.
- Roberfroid, M. B., Van Loo, J. A. E., dan Gibson, G. R. 1998. The Bifidogenic Nature of Chicory Inulin and Its Hydrolysis Products. *J. Nurt.* 128: 11-19.
- Roberfroid, M. B. 2001. Prebiotic: preferential substrat for specific germs. *Am. J. Clin. Nurt.* 73(2); 406S-409S.
- Roller, M., Rechkemmer, G., dan Watzl, B. 2004. Prebiotic Inulin Enriched with Oligofructose in Combination with the Probiotics *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium lactis* Modulates Intestinal Immune Functions in Rats. *J. Nurt.* 134: 153-156.
- Salminen, S dan A. V. Wright. 1998. *Lactic Acid bacteria (Microbiology and Functional Aspect)*. Marcel Dekker Inc. Yew York.
- Schneeman, B. O. 1986. *Dietary Fiber, Physical and Chemistry Properties Methods of Analysis and Physiological effects*. Food Tech. February: 104-110.
- Sharp, R., Fishbain, S., dan Macfarlane, G. T. 2001. Effect of short-chain carbohydrates on human intestinal bifidobacteria and *Escherichia coli* in vitro. *J. Med. Microbiol.* 50: 152-160.
- Songer, G. 2004. *Pathogenic Bacteriology, Lecture Notes Veterinary Science and Microbiology*. http://www.microvet.arizona.edu/Courses/MIC420/lecture_notes.html
- Spiller, G. A. 2001. *Edisi ke-3. CRC Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition*. CRC Press LCC, USA.
- Strickling, J.A., Harmon, D. L., Dawson, K. A., dan Gross, K. L. 2000. Evaluation of Oligosaccharide addition to dog diets: influence on nutrient digestion and microbial populations. *Animal Fedd Sci. And Tech.* 86: 205-219.
- Suzuki, m. Dan Chatterton, N. J. 1993. *Science and Technologi of Fructans*. CRC Press. Boca Raton, Florida, USA.
- Tangerman, A. 1996. A gas chromatographic analysis of fecal short chain fatty acids, using the direct injection method. *Anal. Biochem.* 236: 1-8. [Midline]