**Ekstraksi dan Evaluasi Sifat-Sifat Prebiotik** *Pectic Oligosaccharides*

Dari Kulit Pisang

Doli Pardomuan Hutagalung, Nurhayati, Maryanto  Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember  Jln. Kalimantan 37, Jember 68121 *E-mail*: [nhyati04@yahoo.com](mailto:DPU@unej.ac.id)

**Abstrak**

Kulit pisang dapat mencapai 40% dari total buah pisang segar jenis plantain dan limbah dalam jumlah yang besar ini menyebabkan permasalahan pembuangan tanpa pencemaran. Tujuan dari penelitian ini mengekstrak pektin dari kulit pisang jenis *plantain* dan mengevaluasi sifat-sifat prebiotik pektin kulit pisang. Sifat-sifat prebiotik berdasarkan ketahanannya terhadap hidrolisis asam lambung artifisial, *survival* probiotik *(Lactobacillus acidophilus)*, dan penurunan *survival* patogen *enteropathogenic Escherichia coli (EPEC) and Salmonella* Typhimurium*.* Hasil penelitian menunjukkan rendemen pektin kulit pisang varietas kayu dan kepoklebih tinggi dari varietas agung dan raja. Analisis prebiotik menunjukkan *acid soluble pectin* (ASP) lebih tahan terhadap hidrolisis asam lambung secara artifisial pada pH 1, 2, 3, 4, 5 dan meningkatkan pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus* (31,44%) dan menurunkan pertumbuhan *enteropathogenic Escherichia coli (3,18%) and Salmonella Typhimurium (4,59%).* Namun*,* ASP memiliki daya hambat pertumbuhan lebih besar dari pada WSP pektin dari kulit pisang *plantain* berpotensi sebagai ingredien pangan fungsional.

**Kata Kunci:** kulit pisang jenis *plantain*, pektin, prebiotik.

***Abstract***

*Plantain peels represent 40% of the total weight of fresh plantain and the large amount of these wastes poses the problem of disposal without causing environmental polution. The aim of the study were to extract Indonesian plantain peels-pectin and evaluate the prebiotic properties. The prebiotic properties based on the stability to artificial human gastric acid, survival of probiotic bacteria (Lactobacillus acidophilus) and decreased survival of enteropathogenic Escherichia coli (EPEC) and Salmonella Typhimurium. The result showed that the pectin yield content of kayu and kepok var. plantain were higher than agung and raja var. plantain. The prebiotic showed that ASP of pectin were resistant to artificial human gastric juice at pH 1,2,3,4,5 and able to increase the Lactobacillus acidophilus growth (31,44%) and decreased survival of enteropathogenic Escherichia coli (3,18%) and Salmonella Typhimurium (4,59%). However, ASP have more inhibition of growth than WSP. It can be concluded that plantain peels were potential source of pectin to developed as ingredient functional food.*

**Keywords:** *plantain peels, pectin, prebiotic properties*

Limbah kulit pisang biasanya digunakan sebagai pakan ternak dan terkadang juga dapat menjadi limbah organik yang mencemari lingkungan. Kandungan unsur gizi kulit pisang cukup lengkap, yaitu karbohidrat, lemak, protein, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin B, vitamin C dan air. Unsur-unsur gizi tersebut yang dapat digunakan sebagai sumber energi dan komponen penyehat bagi tubuh manusia (Munadjim, 1984).

Limbah kulit pisang merupakan bahan baku produksi pektin yang digunakan pada industri pangan. Umumnya ekstraksi pektin dilakukan dengan menggunakan pelarut asam. Berry dan Ahda (2009), melaporkan bahwa pektin kulit pisang kepok yang diekstrak dengan pelarut asam klorida menghasilkan rendemen sebesar 11,93% dan pektin yang diekstrak dengan pelarut asam asetat sebesar 10,10%.

Ekstraksi senyawa pektin dengan menggunakan asam mineral menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan asam organik. Peranan asam dalam ektraksi pektin  adalah untuk memisahkan ion polivalen, memutus ikatan antara asam pektinat dengan selulosa, menghidrolisa protopektin menjadi molekul yang lebih kecil dan menghidrolisa gugus metil ester pektin (Kertesz, 1951). Emaga, (2008), melaporkan bahwa serangkaian ekstraksi pektin menunjukkan bahwa ekstraksi dengan pelarut asam merupakan ekstraksi yang paling efisien untuk memisahkan pektin dari semua kulit pisang, sebaliknya ekstraksi ammonium oksalat lebih sesuai untuk kulit pisang raja.

Oleh karena itu, perlu dicari senyawa pengekstrak yang sesuai dalam mengekstrak pektin dari kulit pisang. Selain itu, di evaluasi sifat-sifat prebiotiknya untuk dapat mengetahui aktivitas prebiotik pektin dari kulit pisang terpilih berdasarkan rendemen tertinggi sebagai ingredien pangan fungsional.

**METODE PENELITIAN**

**Rancangan Penelitian**

Penelitian ini meliputi tiga tahap yaitu pembuatan tepung kulit pisang, ekstraksi pektin kulit pisang dengan menggunakan pelarut air, ammonium oksalat 0,5% serta HCl 0,05 M, dan mengevaluasi sifat-sifat prebiotik pektin kulit pisang yang meliputi uji ketahanan terhadap hidrolisis asam lambung artifisial pH 1, 2, 3, 4, dan 5, *survival* probiotik *Lactobacillus acidophilus*, *survival* bakteri patogen Enteropatogenik *Escherichia coli* dan *Salmonella* Typhimurium*.*

***Tempat dan Waktu Penelitian***

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, dan Laboratorium Mikrobiologi Pangan dan Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penelitian dilakukan selama enam bulan dimulai pada bulan Juli 2012 sampai Desember 2012*.*

***Bahan dan Alat***

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit pisang jenis *plantain* varietas kepok (AAB), agung (ABB), raja (AAB) dan kayu (ABB) yang diperoleh dari buah pisang mentah pada level 1 dengan umur panen 14-16 minggu dari masa pembungaan. Pelarut yang digunakan untuk ekstraksi adalah air, ammonium oksalat (0,5%) serta HCl 0,05M. Bahan untuk analisis evaluasi sifat-sifat prebiotik adalah buffer asam klorida, NaCl, fenol 5%, glukosa, H2SO4, DNS, *Lactobacillus acidophilus* sedangkan bakteri patogen yang digunakan Enteropatogenik *Escherichia coli* dan *Salmonella* Typhimurium. Media yang digunakan meliputi *de man ragosa sharp agar* (MRSA), *de man ragosa sharp broth* (MRSB) dan *xylose lysine deoxycholate medium* (XLDM) agar (Oxoid CM0469).

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ayakan 80 mesh, blender, oven, cawan petri, otoklaf, inkubator bergoyang, sentrifuse, dan tabung reaksi. Alat penunjang penelitian antara lain yaitu blender, neraca ohaus, dan seperangkat alat gelas lainnya, penangas air, kertas label, aluminium foil, beaker glass, *colony counter*, Erlenmeyer.

**Rancangan Percobaan**

Penelitian ini dilakukan sebanyak 2 kali ulangan. Data pektin diolah menggunakan analisis sidik ragam (*analysis of variant*). Untuk mengetahui adanya perbedaan antar perlakuan dilakukan uji lanjut beda nyata terkecil (BNT) pada taraf uji α ≤ 5 %. Data yang diperoleh dari evaluasi sifat-sifat prebiotik disajikan dalam bentuk tabel atau grafik yang dilengkapi dengan standar deviasi.

**Metode Analisis**

Ekstraksi pektin dengan menggunakan metode (Emaga *et al*., 2008). Evaluasi sifat-sifat prebiotik serat pangan pektin meliputi ketahanannya terhadap hidrolisis asam lambung secara artifisial dengan menggunakan metode (Wicheinchot *et al*., 2010), uji *surviva*l probiotik dan *survival* bakteri patogen enteropatogenik *Escherichia coli* serta *Salmonella* Thypimurium dilakukan dengan menggunakan metode (Huebner *et al*., 2007) dan metode (Buriti *et al*., 2010).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kadar Air Tepung Kulit Pisang**

Penentuan kadar air pada prinsipnya dilakukan dengan cara menguapkan air yang terdapat dalam bahan dengan proses pemanasan. **Gambar 1** menunjukkan kadar air tepung kulit pisang yang dihasilkan.

**Gambar 1.** Kadar air tepung kulit pisang

**Gambar 1** menunjukkan bahwa varietas pisang yang berbeda berpengaruh terhadap kadar air tepung kulit pisang. Hasil uji lanjut BNT pada taraf uji α ≤ 5% menunjukkan tepung kulit pisang agung memiliki persentase kadar air yang paling besar (12.67%) dibandingkan dengan varietas raja (8.78%). Tingginya kadar air disebabkan karena ketebalan kulit pisang yang berbeda-beda dan proses pengeringan yang menggunakan metode pengeringan konvensional yaitu dengan panas matahari, sehingga proses pengeringan sulit dikontrol (tergantung cuaca). Selain itu, tingginya kadar air bahan akan menutup permukaan dan menyulitkan difusi pelarut untuk mengekstrak pektin dari bahan.

**Rendemen Pektin**

Pektin merupakan senyawa polisakarida dengan bobot molekul tinggi yang banyak terdapat pada tumbuhan yang diekstrak dari jaringan tanaman menggunakan berbagai pelarut. Kandungan pektin di dalam tanaman berbeda-beda tergantung pada sumber dan metode ekstraksinya.

**Gambar 2** menunjukkan bahwa ekstraksi pektin dari varietas pisang yang berbeda dengan jenis pelarut yang sama berpengaruh terhadap rendemen pektin yang dihasilkan. Varietas kayu memiliki kandungan pektin tertinggi dibanding varietas yang lain (kepok, raja dan agung).

Rendemen pektin yang tertinggi dihasilkan oleh pelarut asam klorida pada kulit pisang kayu sebesar 4,08% (db) dan terendah terdapat pada kulit pisang agung sebesar 3,25% (db). Pelarut asam klorida (HCl) merupakan pelarut yang efektif untuk mengekstrak pektin dibandingkan pelarut air dan ammonium oksalat. Namun, pelarut ammonium oksalat memiliki rendemen tertinggi pada kulit pisang raja sebesar 0,75%. Hal ini sesuai dengan penelitian Emaga (2008), yang melaporkan bahwa ekstraksi ammonium oksalat lebih sesuai untuk kulit pisang raja. Goycoolea dan Adriana (2003), menjelaskan bahwa penggunaan HCl dengan konsentrasi 0.1N pada proses ekstraksi pektin memberikan rendemen pektin yang terbaik. Larutan asam yang sangat kuat akan mengakibatkan degradasi pada molekul pektin. Semakin tinggi suhu ekstraksi, maka kinetika reaksi hidrolisis protopektin semakin meningkat sehingga rendemen pektin yang dihasilkan juga semakin besar. Hal ini disebabkan karena dengan semakin tingginya suhu ekstraksi akan membantu difusi pelarut ke dalam jaringan tanaman dan dapat meningkatkan aktivitas pelarut dalam menghidrolisis pektin yang pada umumnya terdapat di dalam sel primer tanaman, khususnya pada lamella tengah (Towle dan Christensen, 1973).

**Derajat putih (*whiteness*) pektin** **kulit pisang**

Derajat putih (*whiteness*) adalah tingkat derajat keputihan pektin. Semakin besar nilai W pektin memiliki arti warna pektin semakin putih dan sebaliknya semakin kecil nilai W akan semakin tidak putih.

**Gambar  3** menunjukkan bahwa jenis pelarut yang berbeda berpengaruh terhadap warna pektin yang dihasilkan. Nilai rata-rata *whiteness* dengan perlakuan asam klorida lebih besar daripada air. Pektin merupakan zat berbentuk serbuk kasar hingga halus yang berwarna putih, kekuningan, kelabu, atau kecoklatan dan banyak terdapat pada buah-buahan dan sayuran matang. Gliksman (1969), menyatakan bahwa pektin kering yang telah dimurnikan berupa kristal yang berwarna putih dengan kelarutan yang berbeda-beda sesuai dengan kandungan metoksilnya.

**Sifat-Sifat Prebiotik pektin** **kulit pisang kayu**

**Ketahanan pektin** **kulit pisang kayu terhadap hidrolisis cairan asam lambung pH 1, 2, 3, 4 dan 5**

Ketahanan terhadap asam lambung merupakan persyaratan penting suatu ingredien sebagai kandidat prebiotik. Salah satu kriteria kandidat prebiotik adalah tahan terhadap hidrolisis asam lambung artifisial pada pH 1, 2, 3, 4 dan 5 (Wicheinchot *et al.,* 2010). Asam lambung memiliki pH yang sangat rendah yaitu sekitar pH 2. Hasil analisis ketahanan pektin terhadap cairan asam lambung menunjukkan bahwa ASP lebih stabil terhadap hidrolisis asam lambung artifisial jika dibandingkan dengan WSP dan CSP. ASP dapat terhidrolisis kurang dari 4% sedangkan WSP dapat terhidrolisis  hingga 6%. Persentase ketahanan serat pangan pektin terhadap hidrolisis asam lambung disajikan pada **Gambar 4.**

**Gambar 4.** Persentase hidrolisis pektin kulit pisang kayu:*water soluble pectin* (WSP), *chelating soluble pectin* (CSP), *acid soluble pectin* (ASP) oleh asam lambung artifisial pada  kisaran :

Hasil pengujian terhadap hidrolisis asam lambung menunjukkan bahwa ASP lebih stabil dari pada WSP seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4, terlihat dari grafik yang menunjukkan kurang dari 4% yang terhidrolisis pada pH 1, 2, 3, 4 dan 5, sedangkan WSP lebih stabil daripada CSP. Bahan pangan di lambung biasanya berada dalam kondisi asam (pH 2 - 4) dan dilepaskan mencapai usus setelah 2 jam. Menurut Cummings dan Macfarlane (2002), definisi pangan yang tidak dapat dicerna adalah jika 96% lolos tidak terhidrolisis oleh cairan asam lambung hingga sampai ke usus. Menurut Roberfroid (2008), klasifikasi ingredien pangan sebagai prebiotik antara lain: tahan terhadap asam lambung, tidak dihidrolisis oleh enzim pencernaan manusia, tidak diserap pada bagian atas saluran gastrointestinal, difermentasi oleh mikroflora usus, secara selektif menstimulasi pertumbuhan atau aktivitas bakteri intestinal yang berpotensial dan dihubungkan dengan kesehatan. Hal ini berarti bahwa ASP lebih tahan terhadap ketahanan cairan asam lambung dan dapat dikategorikan sebagai kandidat prebiotik berdasarkan ketahanannya terhadap hidrolisis asam lambung.

*Survival* **peningkatan bakteri probiotik** *L. acidophilus* **pada media pektin dari kulit pisang kayu**

Pengujian *survival* probiotik secara *in vitro* bertujuan untuk mengetahui potensi pektin sebagai media yang mampu meningkatkan pertumbuhan *L. acidophilus.*  Bakteri asam laktat yang bersifat sebagai probiotik pada pencernaan manusia merupakan mikroflora normal usus yang terdiri atas *Bifidobacteria* dan *L.* *acidophilus* (Gomes dan Malcata, 1999). Fuller, (1992) mengatakan bahwa bakteri asam laktat digunakan sebagai probiotik karena mampu: menghasilkan asam laktat yang dapat menurunkan pH, dalam kondisi aerob memproduksi hidrogen peroksida, dan memproduksi komponen penghambat yang spesifik misalnya bakteriosin.

**Gambar 5.** *Survival* bakteri probiotik *L. acidophilus* pada media yang mengandung pektin dari kulit pisang kayu: *water soluble pectin* (WSP), *chelating soluble pectin* (CSP), *acid soluble pectin* (ASP)

**Gambar 5** menunjukkan survival probiotik *L. acidhophilus* dari yang tinggi ke yang rendah yaitu ASP (31,44%), CSP (18,90%), WSP (14,22%), sedangkan kontrol hanya mengekstrak pektin (10,80%). Serat pangan pektin memperlihatkan BAL dapat tumbuh dalam kondisi asam. Pertumbuhan dan metabolisme dari spesies bakteri usus tergantung dari substrat yang tersedia dari makanan yang dikonsumsinya. Namun dengan membandingkan nilai log pertumbuhan kontrol *Lactobacillus* acidophilus dan bakteri patogen memperlihatkan baik *Lactobacillus* acidophilus dan bakteri patogen (EPEC dan *Salmonella* Typhimurium) dapat tumbuh pada pektin.

Pektin memiliki derajat polimerisasi yang tinggi sehingga kurang selektif terhadap pertumbuhan bakteri daripada serat pangan yang berupa pati resisten (*resistant starch*). Nurhayati (2011), melaporkan bahwa pati resisten sebagai polisakarida dapat terhidrolisis menjadi polimer yang memiliki derajat polimerisasi (DP) lebih rendah selama fermentasi. Dengan demikian lebih mudah digunakan oleh bakteri terutama *L. acidophilus* sebagai sumber karbon bagi pertumbuhannya. Moura *et al*. (2007), melaporkan bahwa xilooligosakarida (XOS) dengan DP 2 (BM rendah) memiliki sifat prebiotik lebih baik daripada XOS dengan DP 5 – 6 (BM lebih tinggi).

*Survival* **bakteri patogen enteropatogenik** *Eschericia* **coli (EPEC) pada media yang mengandung pektin dari kulit pisang kayu**

Pektin digunakan sebagai media pertumbuhan bagi bakteri patogen yaitu EPEC. Hal ini dilakukan untuk mengetahui potensi serat pangan pektin yang dihasilkan dalam menekan pertumbuhan bakteri patogen yang dinyatakan sebagai persentase pertumbuhan bakteri tersebut. Gambar 4.5 menunjukkan *survival* EPEC yang positif yang berarti pektin mampu dihidrolisis oleh EPEC untuk digunakan sebagai sumber karbon bagi pertumbuhannya. Bakteri *E. coli* merupakan organisme yang normal terdapat dalam usus manusia sehingga keberadaannya bukan merupakan masalah. Namun, beberapa strain tertentu dari bakteri ini dapat menimbulkan penyakit seperti diare, muntaber, dan gangguan pencernaan lainnya.

Pektin yang menggunakan pelarut akuades (WSP) menghasilkan pertumbuhan EPEC relatif lebih tinggi daripada pektin yang menggunakan pelarut asam (ASP). Menurut Salminen *et al*., (2004), menjelaskan bahwa EPEC merupakan strain dari bakteri *E. coli* yang menjadi salah satu jenis bakteri indikator sanitasi dan tumbuh baik dalam air seperti air sungai maupun air sumur (kondisi minim nutrisi).

E. coli memiliki ketahanan terhadap kondisi minim nutrisi tidak seperti halnya dengan L. acidophilus yang membutuhkan media kaya akan nutrisi (fastidious) untuk pertumbuhannya. Hal ini menunjukkan bahwa pektin bersifat kurang selektif terhadap pertumbuhan EPEC yang ditunjukkan dengan pertumbuhan EPEC yang bernilai positif. Pertumbuhan patogen disebabkan adanya gula-gula sederhana pada ekstrak pektin. Namun demikian, ekstrak pektin yang dihasilkan mampu mendukung pertumbuhan BAL sehingga mampu mereduksi jumlah patogen. Meskipun EPEC berada pada kondisi yang minim sumber karbon, akan tetapi EPEC memiliki kemampuan dapat bertahan hidup pada kondisi minim nutrisi seperti perairan.

**Gambar 6.** *Survival* bakteri patogen EPEC pada media yang mengandung pektin dari kulit pisang kayu

Pertumbuhan patogen disebabkan kemampuan untuk mendegradasi pektin menjadi gula-gula sederhana. Namun demikian, ekstrak pektin yang dihasilkan mampu mendukung pertumbuhan BAL sehingga mampu mereduksi jumlah patogen yang tumbuh. Penurunan jumlah patogen pada uji kompetisi melawan BAL diakibatkan oleh aktivitas dan metabolit yang dihasilkan oleh BAL. Menurut Mc Cracken dan Gaskin (1999), proses penghambatan yang dilakukan oleh bakteri-bakteri baik terhadap bakteri patogen adalah dengan melakukan kompetisi terhadap sumber nutrisi, pH, dan menghasilkan senyawa bakteriosin atau peptida anti mikroba lainnya.

***Survival*** **bakteri patogen *Salmonella* Typhimurium pada media yang mengandung pektin** **dari kulit pisang kayu**

**Gambar 7.** *Survival* bakteri patogen *Salmonella* Typhimurium pada media yang mengandung pektin dari kulit pisang kayu*: water soluble pectin* (WSP), *chelating soluble pectin* (CSP), *acid soluble pect*in (ASP)

**Gambar 7** menunjukkan bahwa pertumbuhan *Salmonella* Typhimurium tertinggi terdapat pada WSP (13,18%) dan terendah adalah ASP (4,59%), sedangkan kontrol adalah paling rendah (1,32%). Namun pertumbuhannya masih bernilai positif dan ASP memiliki daya hambat pertumbuhan lebih besar dari pada WSP. Habitat utama *Salmonella* adalah saluran usus binatang dan manusia. *Salmonella* juga terdapat di bagian tubuh yang lain juga di udara terutama udara yang tercemar (Jay, 2000). *Salmonella* merupakan bakteri patogen yang berbahaya bagi manusia dan hewan lainnya. *Salmonella* selain dapat menyebabkan gejala gastrointestinal (gangguan perut), juga menyebabkan demam tifus. Koloni tipikal pada media XLDA berwarna merah muda dengan atau tanpa warna hitam ditengahnya, beberapa akan tampak sebagai koloni yang besar, berwarna hitam mengkilap ditengahnya atau tampak sebagai koloni yang hampir semuanya berwarna hitam.

*Salmonella* hidup secara anaerobik fakultatif. Bakteri ini tidak dapat berkompetisi secara baik dengan mikroba-mikroba yang umum terdapat dalam makanan. Oleh karena itu, pertumbuhannya sangat terhambat dengan adanya bakteri-bakteri lain, misalnya bakteri-bakteri pembusuk, bakteri genus *Escherichiae* dan bakteri asam laktat (Supardi dan Sukamto, 1999).

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Pelarut yang mampu mengekstrak pektin dengan rendemen tertinggi adalah pelarut asam klorida dengan jenis *acid soluble pectin* (ASP) pada kulit pisang kayu sebesar 4,08%; raja 3,67%; kepok 3,50%; dan agung 3,25%. Rendemen pektin yang dihasilkan dari pelarut air dengan jenis *water soluble pectin* (WSP) pada kulit pisang kayu sebesar 3,25%; kepok 2,72%, raja 1,92%; dan agung 1,92%. Pektin yang diekstrak menggunakan ammonium oksalat dengan jenis *chelating soluble pectin* (CSP) pada kulit pisang raja menghasilkan rendemen sebesar 0,75%; kepok 0,42%; agung 0,33%; dan kayu 0,25%.

Pektin kulit pisang kayu menunjukkan adanya potensi prebiotik. Sifat prebiotik *acid soluble pectin* (ASP) lebih baik dibanding *water soluble pectin* (WSP) dan *chelating soluble pectin* (CSP). Hasil evaluasi sifat-sifat prebiotik terhadap WSP, CSP dan ASP pada kulit pisang kayu menunjukkan bahwa ASP lebih tahan terhadap hidrolisis asam lambung secara artifisial pH 1-5. ASP dari kulit pisang kayu yang terhidrolisis kurang dari 4%. Selain itu, ASP mampu meningkatkan populasi *Lactobacillus acidophillus* sebesar 31,44%. Walaupun demikian, pertumbuhan bakteri patogen masih bernilai positif yang ditandai dengan pertumbuhan enteropatogenik *Eschericia coli* (EPEC) sebesar 3,18% dan *Salmonella* Typhimurium sebesar 4,59%. Namun, ASP memiliki daya hambat pertumbuhan lebih besar dari pada WSP.

**Saran**

Potensinya sebagai ingredien prebiotik masih dianalisis secara *in vitro* sehingga perlu dilakukan analisis sifat-sifat prebiotik secara *in vivo* dengan menggunakan hewan percobaan dan manusia.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terimakasih kepada PT. Indofood Sukses Makmur Tbk atas bantuan dana penelitian Indofood Riset Nugraha Tahun 2012.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. [[1] Anonim. 2008. *Kandungan gizi pisang*. [serial online]. www.enformasi.com/2008 /12/2/ kandungan-gizi- pisang.html. [10 Februari 2012].](http://www.halcyon.com/pub/journals/21ps03-vidmar)

[2] Berry, Satria H., Yusuf Ahda. 2009. Pengolahan limbah kulit pisang menjadi pektin dengan metode ekstraksi. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

[3] Booth, I.R. and E.G. Kroll. 1989. The Preservation of food by low pH. Dalam: Gould, G.W. (ed.). Mechanism of Action of Food Preservation Procedures. Elsevier Applied Science, London.

[4] BPS (Badan Pusat Statistik). 2011. *Data Produksi Hortikultura Basis Data Pertanian*. [http://www.bps.go.id/getfile.php?news=201. [Diakses](http://www.bps.go.id/getfile.php?news=201.%20%5BDiakses) 30 Maret 2012]

[5] Buriti FCA, Castro IA, Saad SMI. 2010. Viability of *Lactobacillus acidophilus* in synbiotic guava mousses and its survival under in vitro simulated gastrointestinal conditions. *Int J Food Microbiology*. 137: 121–129

[6] DEPTAN (Departemen Pertanian). 2008. *Produktivitas Pisang Indonesia*. Jakarta: Departemen Pertanian Republik Indonesia.

[7] Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebers PA, Smith F. 1956. Calorimetric method for determination of sugars and related substances. *J Analytical Chem*. 28: 350–356

[8] Emaga, T.H., Robert, C., Ronkart , S.N., Wathelet, B., Paquot, M. (2008). Dietary fibre components and pectin chemical features of peels during ripening in banana and plantain varieties. *J Bioresource Tech 99*. p 4346–4354

[9]FAO/WHO. 2001. Joint FAO/WHO Expert Consultation on Evaluation of Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food Including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria. Amerian Córdoba Park Hotel, Córdoba, Argentina.

[10] FAO (Food and Agricultural Organization). 2007. Technical Meeting On Preobitics.[serialonline].http://www.fao.org/ag/agn/agns/files/PrebioticsTechMeetingReport.pdf. [10 Februari 2012].

[11] Fuller R. 1991. Probiotics in human medicine. *J Gut*, 32: 439-442.

[12] Fuller, R .1992 . Probiotics The Scientific Basis. Chapman & Hall. London.

[13] Gibson GR. 1998. Dietary modulation of the human gut microflora using prebiotics. Br *J Nutr,* 80(4):S209-12.

[14] Gibson GR et al. 2004. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics*. J Nutrition*. Res. Rev.17:259-275.

[15] Glicksman. 1969. Gum Technology in The Food Industry. Academic Press. NewYork

[16] Gnoth MJ, Kunz C, Kinne-Saffran E, Rudloff S. 2000. Human milk oligosaccharieds: Are minimally digested in vitro? *J Nutr,* 130(12):3014-3020.

[17] Goldberg, I. 1994. *Functional Foods: Designer foods, pharmafoods, nutraceutical.* Chapman and Hall. London. P. 393-449

[18] Gomes, A.M.P. and Malcata F.X. 1999. *Bifidobacterium* spp. and *L*. a*cidophilus* : biological, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics.

[19] Goycoolea, F.M. dan Adriana Cardenas. 2003. Pectins from Opuntia Spp: A Short Review. J. PACD. 17-29

[20] Grizard D, Barthomeuf C. 1999. Non-digestible oligosaccharides used as prebiotic agents: mode of production and benefecial effects on animal and human health. *Reprod Nutr Dev* 39 (5-6):563-88.

[21] Hesler, C.M. 1995. *Functional Foods: the Western Perspective*. First International Conference on East-West Perspective on Functional Foods. Singapore. Sept. 26-29

[22] Huebner J, Wehling RL, Hutkins RW. 2007. Functional activity of commercial prebiotics. *J Int Dairy*. 17: 770-775

[23] Jay, J. M. 2000. Modern Food Microbiology, 6th Edition. Aspen Publisher, Inc. Gaithersburg, Maryland.

[24] Karyadi, D. 2000. Ciri fungsional tempe dalam kerangka nilai tambah gizi, kesehatan, pencegahan dan pengobatan. Makalah pada Seminar Masa Depan Industri Tempe Menghadapi Milenium ketiga, Gedung BPPT, Jakarta, tanggal 14 Februari 2000

[25] Korakli M, Ganzle MG, Vogel RF. 2002. Metabolism by bifidobacteria and lactic acid bacteria of polysaccharides from wheat and rye, and exopolysaccharides produced by *Lactobacillus sanfranciscensis*. *J App Microbiol*. 92: 958–965

[26] Manning, T. S, R. Rastall, dan G. Gibson. Prebiotics and Lactic Acid Bacteria. Di dalam : S. Salminen, A.V Wright dan A. Ouwehand. 2004. Lactic Acid Bacteria : Microbiological and Functional Aspects. Marcel Dekker, Inc. New York-Basel.

[27] Mc Cracken, Vance J. dan H. Rex Gaskin. 1999.Probiotics and The Immune System. Di dalam : Gerald W. Tannock. Probiotics : A Critical Review. Horrizon Scientific Press. UK

[28] Mc farlane GT, Cummings JH, 1999; Probiotics and prebiotics: can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health. *BMJ*, 318: 999-1003.

[29] Munadijm. 1984. *Teknologi Pengolahan Pisang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

[30] Nazariah. 2010. *Pisang dan Manfaatnya*. http:// nad.litbang.deptan.go.id. [27 Januari 2012].

[31] Pilnik, W., 1990. *Gums and Stabilizers for the Food Industry*. Oxford Univerty Press, London.

[32] Reddy BS. 1998. Prevention of colon cancer by pre- and probiotics: evidence from laboratory studies. *Br J Nutr* 80(4):S219-23.

[33] Reddy BS. 1999. Possible mechanism by which pro- and prebiotics influence colon carcinogenesis and tumor growth. *J Nutr*, 129 (7 Suppl):1478S-82S.

[34] Roberfroid M. 2007. Prebiotics: The Concept Revisited. Effect of Probiotics and Prebiotics. *J Nutr*, 137:830S-837S.

[35] Robertson JA, Ryden P, Botham RL, Reading L, Gibson GR, Ring SG. 2001. Structural properties of diet-derived polysaccharides and their influence on butyrate production during fermentation. *British J Nutr*. 81: S219–S223

[36] Rukmana, Rahmat. 1999. *Usaha Tani Pisang*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius

[37] Salminen, S., A. Von-Wright, and A. Owehand. 2004. Lactic Acid Bacteria:Microbiological and Functional Aspects. Marcel Dekker Inc. New York.

[38] Schneeman, B. O,. 1986. Dietary Fiber, Physical and Chemistry Properties Methods of Analysis and Physiological Effects. Food Technology, February: 104-110

[39] Sobir. 2009. Buku Pintar Budidaya Tanaman Buah Unggul Indonesia. Jakarta: PT Agromedia Pustaka

[40] Suhardiman. 1997. *Budidaya Pisang Cavendish*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

[41] Sulusi, Suyanti dan Dondy A Setyabudi. 2008. *Teknologi Pascapanen dan Teknik Pengolahan Buah Pisang*. http://pascapanen.litbang.deptan.go.id/assets/ media/publikasi/juknis\_pisang.pdf. [10 Maret 2012].

[42] Tala, Zaimah. 2009. *Manfaat Serat Bagi Kesehatan*. Medan : Departemen Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara.

[43] Towle, G.A. dan O. Christensen. 1973. Pectin. Di dalam R.L Whistler (ed) Industrial Gum. Academic Press, New York.

[44] Winarti, Sri. 2010. *Makanan Fungsional*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

[45] Wichienchot S, Jatupornpipat M, Rastall RA. 2010. Oligosaccharides of pitaya (dragon fruit) flesh and their prebiotic properties. *J Food Chem*. 120: 850–857.