

# KOMPOSISI KIMIA DAN KRISTALINITAS TEPUNG PISANG TERMODIFIKASI SECARA FERMENTASI SPONTAN DAN SIKLUS PEMANASAN BERTEKANAN-PENDINGINAN

Chemical Composition and Crystallinity of Modified Banana Flour by Spontaneous Fermentation and Autoclaving-Cooling Cycles

Nurhayati<sup>1</sup>, Betty Sri Laksmi Jenie<sup>2</sup>, Sri Widowati<sup>3</sup>, Harsi Dewantari Kusumaningrum<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember,  
Jl. Kalimantan I Kampus Tegal Boto, Jember 68121

<sup>2</sup>Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus Darmaga IPB, Bogor 16680

<sup>3</sup>Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Departemen Pertanian,  
Jl. Tentara Pelajar No. 12 A, Cimanggu, Bogor 16111

Email: nurhayatiftp@yahoo.com

## ABSTRAK

Kajian tentang komposisi kimia dan kristalinitas tepung pisang alami dan tepung pisang termodifikasi dilakukan pada pisang var agung semeru (*Musa paradisiaca* formatypica). Tepung pisang alami (kontrol) dihasilkan dengan mengeringkan irisan pisang, menghancurkan dan mengayak tepung dengan ayakan 80 mesh. Tepung pisang modifikasi dihasilkan dengan cara irisan pisang diberi perlakuan fermentasi spontan (suhu kamar, 24 jam) dilanjutkan dengan satu atau dua siklus pemanasan bertekanan (121°C, 15 menit) yang diikuti dengan pendinginan (4°C, 24 jam) sebelum dilakukan proses pengeringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi spontan mampu meningkatkan kadar amilosa. Dua siklus pemanasan bertekanan-pendinginan meningkatkan pati resisten (RS) tepung pisang dengan nyata (39,13 – 42,68% bk) dibandingkan dengan yang satu siklus (29,34 – 35,93% bk). Proses pemanasan bertekanan-pendinginan menurunkan kristalinitas tepung pisang dari 18,74-20,08% menjadi 6,98-9,52%. Difraksi sinar X menunjukkan granula pati pisang adalah granula tipe C yang merupakan campuran dari granula tipe A dan tipe B.

**Kata kunci:** Tepung pisang termodifikasi, fermentasi spontan, *autoclaving-cooling cycles*

## ABSTRACT

Studies on the chemical composition and crystallinity of the native banana flour and modified banana flour were carried out on “agung var semeru” banana (*Musa paradisiaca* formatypica). Native banana flour was produced by drying the banana slice, ground and passed through a 80 mesh screen. Modified banana flour were produced by spontaneous fermentation (room temperature, 24 h) and one or two cycles of autoclaving (121°C, 15 min) followed by cooling (4°C, 24 h) of the slices before drying process. The results showed that spontaneous fermentation of banana slices increased amylose content. Two cycles of autoclaving-cooling significantly increased resistant starch content of banana flour (39.13 – 42.68% db) than the one cycle (29.34 – 35.93% db). Retrogradation process decreased the crystallinity from 18.74% -20.08% to 6.98% - 9.52%. X-ray diffraction showed that the starch granule was type C granule as a mixture of A and B polymorphs.

**Keywords:** Modified banana flour, spontaneous fermentation, autoclaving-cooling cycles

## PENDAHULUAN

Pisang merupakan salah satu bahan pangan yang sebagian besar penyusunnya terdiri atas karbohidrat terutama pati. Pisang dapat dibagi menjadi empat jenis yaitu: pisang jenis *banana* yang dimakan dalam keadaan segar setelah buahnya masak, pisang jenis *plantain* yang dimakan setelah diolah, pisang berbiji yang dimanfaatkan daunnya dan pisang yang diambil seratnya. Salah satu jenis *plantain* yaitu pisang var agung semeru (*Musa paradisiaca formatypica*) yang banyak dibudidayakan di Kabupaten Lumajang Jawa Timur dengan produktivitas mencapai lebih dari 57 ribu ton per tahun (Anonim, 2009).

Modifikasi proses pada tepung pisang telah dilakukan oleh Tribess dkk. (2009) untuk meningkatkan kadar pati resisten (*resistant starch/RS*) selama proses pengeringan *chip* pisang dengan mengatur kecepatan udara pengering (0,6 – 1,4 m/detik pada suhu 55°C). Jenie dkk. (2009) melaporkan bahwa fermentasi spontan irisan pisang yang dikombinasi dengan satu siklus pemanasan bertekanan-pendinginan mampu meningkatkan kandungan RS tepung pisang lebih dari 17% berat kering (hampir dua kali). Pengaruh dua siklus pemanasan bertekanan-pendinginan setelah proses fermentasi belum pernah dilakukan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia dan kristalinitas tepung pisang yang dihasilkan melalui proses modifikasi secara fermentasi spontan yang dikombinasi dengan satu dan dua siklus pemanasan bertekanan-pendinginan dalam upaya meningkatkan kadar RS.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan baku berupa pisang var agung semeru (*Musa paradisiaca formatypica*) diperoleh dari Desa Burno dan Desa Kandang Tepus, Kecamatan Senduro, Kabupaten Lumajang, Propinsi Jawa Timur. Pisang dipanen pada minggu ke 16 dari awal pembungaan dengan tingkat kematangan tahap 1 yaitu pisang tua dengan kulit hijau merata. Alat utama yang digunakan antara lain yaitu: otoklaf, lemari pendingin, alat pengering (oven), grinder dan difraktometer sinar X Shimadzu XRD-7000 Maxima.

### Pembuatan Tepung Pisang Modifikasi melalui Fermentasi Spontan dan Siklus Pemanasan Bertekanan-Pendinginan

Proses pembuatan tepung pisang mengikuti metode modifikasi dari metode Saguilan dkk. (2005); Soto dkk. (2005); Niba dan Hoffman (2003). Pisang dikupas kulitnya kemudian diiris dengan ketebalan  $\pm 5$  mm, selanjutnya direndam dalam akuades steril (3:4) dan difermentasi selama

24 jam pada suhu kamar. Pisang yang sudah difermentasi selama 24 jam kemudian ditiriskan dan diberi pemanasan bertekanan dengan menggunakan otoklaf (121°C, 15 menit) yang dilanjutkan dengan pendinginan (4°C, 24 jam). Proses pemanasan bertekanan-pendinginan dilakukan sebanyak satu dan dua siklus. Selanjutnya pisang dikeringkan (50°C, 16 jam) dan dihaluskan serta diayak dengan ayakan 80 mesh. Tepung pisang kontrol dibuat dari irisan pisang yang langsung dikeringkan dan dihaluskan serta diayak tanpa proses modifikasi. Perlakuan diulang sebanyak dua kali dengan dua kali ulangan teknik sampling bahan baku di lahan budidaya pisang var agung semeru.

### Analisis Komposisi Kimia

Tepung pisang dianalisis kadar air, abu, protein, lemak dan kadar karbohidrat (AOAC, 1996). Selain itu juga dilakukan analisis kadar pati, kadar amilosa (AACC, 2000) dan kadar pati resisten modifikasi (Englyst dkk., 1992).

### Analisis Kristalinitas

Tepung pisang ditimbang dalam wadah RH 100% pada suhu ruang selama 24 jam. Difraktogram sinar X tepung pisang ditentukan dengan daerah *scanning* yang dimulai dari sudut difraksi 5° sampai 40° dengan ukuran 0,02°, 0,6 detik pada radiasi Cu, 40 kV, 30 mA (Waliszewski dkk., 2003; Soto dkk., 2007). Tingkat kristalinitas tepung pisang ditentukan dengan menghitung luas area grafik landai (*smooth*) dibagi dengan luas area utuh.

### Analisis Statistik

Data dianalisis menggunakan prosedur *Analysis of Variance* (ANOVA). Apabila ada perbedaan dilakukan uji lanjut beda nyata terkecil pada taraf uji 5% ( $p \leq 0,05$ ).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Komposisi Kimia Tepung Pisang

Pengaruh fermentasi dan siklus pemanasan bertekanan-pendinginan terhadap komposisi kimia tepung pisang disajikan pada Tabel 1. Tepung pisang hasil fermentasi memiliki kadar abu lebih rendah daripada tepung pisang tanpa fermentasi (kontrol). Penurunan kadar abu tepung pisang diduga karena terjadi kehilangan akibat perendaman dan fermentasi. Penurunan kadar abu akibat proses fermentasi dapat meningkatkan proporsi jumlah karbohidrat. Alasan ini juga diperkuat karena perhitungan kadar karbohidrat berdasarkan metode *by difference*. Kadar lemak dan protein tepung pisang modifikasi berbeda tidak nyata dengan tepung pisang kontrol.

Tabel 1. Pengaruh fermentasi spontan dan siklus pemanasan bertekanan-pendinginan terhadap komposisi kimia tepung pisang

Komposisi	Tanpa fermentasi spontan			Fermentasi spontan		
	Tanpa PBP	Satu siklus PBP	Dua siklus PBP	Tanpa PBP	Satu siklus PBP	Dua siklus PBP
Kadar air %wb	5,07 ± 0,05 <sup>f</sup>	7,18 ± 0,06 <sup>d</sup>	6,71 ± 0,02 <sup>c</sup>	7,77 ± 0,03 <sup>c</sup>	8,05 ± 0,07 <sup>b</sup>	9,72 ± 0,03 <sup>a</sup>
Abu %db	2,30 ± 0,05 <sup>a</sup>	2,14 ± 0,04 <sup>b</sup>	1,97 ± 0,04 <sup>c</sup>	1,92 ± 0,01 <sup>d</sup>	1,74 ± 0,02 <sup>f</sup>	1,86 ± 0,01 <sup>e</sup>
Lemak %db	1,07 ± 0,03 <sup>a</sup>	1,13 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,15 ± 0,06 <sup>a</sup>	1,18 ± 0,06 <sup>a</sup>	1,09 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,18 ± 0,04 <sup>a</sup>
Protein % db	2,09 ± 0,03 <sup>a</sup>	2,24 ± 0,06 <sup>a</sup>	2,19 ± 0,06 <sup>a</sup>	2,04 ± 0,04 <sup>a</sup>	2,10 ± 0,03 <sup>a</sup>	2,06 ± 0,04 <sup>a</sup>
Karbohidrat %db	93,50 ± 0,06 <sup>d</sup>	94,42 ± 0,02 <sup>c</sup>	94,67 ± 0,05 <sup>b</sup>	94,84 ± 0,03 <sup>b</sup>	95,12 ± 0,08 <sup>a</sup>	94,88 ± 0,03 <sup>b</sup>
Pati <sup>1</sup> %db	70,16 ± 0,12 <sup>a</sup>	69,86 ± 0,03 <sup>a</sup>	67,12 ± 0,86 <sup>d</sup>	69,79 ± 0,14 <sup>a</sup>	68,80 ± 0,40 <sup>b</sup>	67,67 ± 0,52 <sup>c</sup>
Amilosa <sup>2</sup> %db	13,56 ± 0,05 <sup>f</sup>	14,10 ± 0,06 <sup>c</sup>	14,52 ± 0,01 <sup>d</sup>	15,44 ± 0,01 <sup>c</sup>	15,66 ± 0,04 <sup>b</sup>	16,54 ± 0,03 <sup>a</sup>
RS <sup>2</sup>	10,32 ± 0,30 <sup>f</sup>	29,34 ± 0,06 <sup>d</sup>	39,13 ± 0,03 <sup>b</sup>	6,78 ± 0,02 <sup>e</sup>	35,93 ± 0,10 <sup>c</sup>	42,68 ± 0,33 <sup>a</sup>

PBP = Pemanasan Bertekanan-Pendinginan

<sup>1</sup> = berat kering tepung

<sup>2</sup> = berat kering pati

Angka-angka pada baris yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan nilai berbeda tidak nyata pada taraf uji ≤0,05

Modifikasi proses fermentasi spontan 24 jam tidak mempengaruhi kandungan pati, akan tetapi proses pemanasan bertekanan dua kali dapat menurunkan kadar pati tepung pisang. Selama proses pemanasan bertekanan pati akan pecah dan tergelatinisasi, selanjutnya amilosa akan teretrogradasi pada saat pendinginan. Proses pemanasan bertekanan juga mengakibatkan interaksi karbohidrat dengan komponen bahan pangan lainnya seperti lemak dan protein. Hal ini akan mengurangi jumlah lemak atau protein sehingga berperan dalam meningkatkan perhitungan kadar karbohidrat. Pemanasan suhu tinggi dan pengeringan dalam oven dapat menyebabkan terbentuknya komponen pirotekstrin dari karbohidrat (Carrera dkk., 2007).

Kadar amilosa tepung pisang meningkat oleh fermentasi selama 24 jam. Peningkatan ini diduga karena disebabkan oleh terjadinya pemotongan struktur cabang dari amilopektin (*debranching*) menghasilkan oligomer dengan derajat polimer lebih pendek seperti amilosa. Selanjutnya amilosa akan mengalami retrogradasi setelah diberi perlakuan pemanasan bertekanan-pendinginan. Amilosa yang teretrogradasi berperan dalam meningkatkan kadar RS (Soto dkk., 2007). Niba dan Hoffman (2003) melaporkan bahwa kadar RS biji sorgum juga meningkat hingga 60% dengan fermentasi spontan biji sorgum pada suhu 37°C selama 10 hari. Fermentasi sangat lama karena biji sorgum memiliki lapisan aleuron yang tebal sehingga diperlukan waktu lebih lama untuk absorpsi air dan berlangsungnya fermentasi spontan.

Dua siklus pemanasan bertekanan-pendinginan menghasilkan kadar RS tepung pisang lebih tinggi daripada yang satu siklus baik pada pisang yang tanpa difermentasi (dari 29,34% menjadi 39,13%) maupun pisang yang difermentasi (dari 35,93% menjadi 42,68%), sedangkan kadar RS tepung pisang kontrol adalah 10,32%. Kombinasi proses fermentasi

spontan dengan dua siklus pemanasan bertekanan-pendinginan (retrogradasi) mampu meningkatkan kadar RS tepung pisang dari 10,32% menjadi 42,68%.

Pati resisten yang dihasilkan dari proses retrogradasi merupakan pati resisten tipe III (RS3) yang merupakan amilosa teretrogradasi (Soto dkk., 2004). Saguilan dkk. (2005) melakukan modifikasi di tingkat pati pisang plantain dengan menggunakan tiga siklus pemanasan bertekanan-pendinginan sehingga kadar RS meningkat hingga 10 kali lipat.

Kadar RS yang dihasilkan dari modifikasi di tingkat pati lebih tinggi, akan tetapi aplikasinya memiliki tahapan yang lebih banyak terutama tahap isolasi pati. Proses modifikasi pati di tingkat tepung yaitu fermentasi dan pemanasan bertekanan-pendinginan mempermudah aplikasinya dan lebih efisien yaitu perlu mengisolasi patinya terlebih dahulu. Tepung yang dihasilkan dapat diaplikasikan langsung sebagai tepung substitusi pada pembuatan produk pangan seperti roti, cookies dan brownies (Jenie dkk., 2010).

### Kristalinitas Tepung Pisang

Tepung pisang tanpa fermentasi (kontrol/alami) dan tepung pisang terfermentasi menunjukkan adanya puncak (*peak*) difraksi yang kuat pada sudut 17-18° dan sudut 23-24° (Gambar 1). Puncak difraksi pada sudut 17° merupakan puncak difraksi untuk granula pati tipe A dan puncak pada sudut 24° merupakan puncak difraksi untuk granula pati tipe B sehingga tepung pisang baik yang alami maupun yang fermentasi dapat digolongkan sebagai granula pati tipe C yaitu granula pati campuran dari tipe A dan tipe B. Beberapa pisang plantain dilaporkan memiliki granula pati tipe C. Granula tipe A memiliki amilosa dengan berat molekul lebih kecil, cabang amilopektin lebih pendek dan tingkat kristalinitas lebih tinggi, sedangkan granula tipe B memiliki

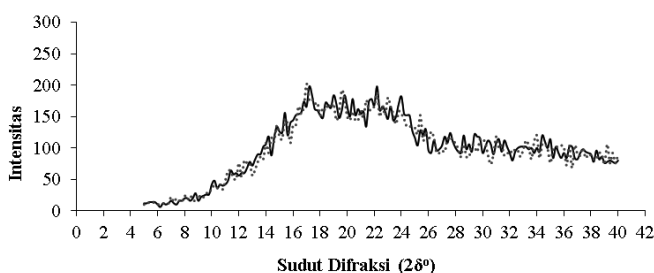
amilosa dengan berat molekul lebih besar, cabang amilopektin lebih panjang dan tingkat kristalinitas lebih rendah (Hizukuri, 1961; Waliszewski dkk., 2003; Soto dkk., 2007).



Gambar 1. Pengaruh fermentasi spontan terhadap intensitas difraksi tepung pisang. (.....) kontrol, (—) fermentasi

Tepung pisang alami memiliki tingkat kristalinitas lebih tinggi ( $20,08\% \pm 0,09$ ) dibandingkan tepung pisang fermentasi ( $18,74\% \pm 0,11$ ). Penurunan tingkat kristalinitas pada tepung pisang fermentasi mengindikasikan terjadi perubahan bagian kristalin menjadi lebih amorf selama fermentasi. Perubahan ini disebabkan oleh degradasi amilopektin sebagai komponen pati yang berperan dalam pembentukan bagian kristalin pada granula pati. Bagian amorf lebih mudah terdegradasi oleh enzim pencernaan dan mengurangi sifat resistensi pati (Eliason dan Gudmunsson, 1996). Hal ini juga memperkuat dugaan sebelumnya bahwa hidrolisis parsial pati terjadi selama fermentasi spontan yang menyebabkan perubahan struktur granula pati menjadi lebih mudah didegradasi oleh amilase dan menurunkan kadar RS2.

Tepung pisang hasil dari proses modifikasi dua siklus pemanasan bertekanan-pendinginan baik tanpa fermentasi maupun dengan fermentasi memiliki puncak (*peak*) difraksi sinar X yang kuat pada sudut difraksi  $17^\circ$  dan  $24^\circ$  (Gambar 2). Puncak difraksi sinar X pada tepung pisang modifikasi pemanasan bertekanan-pendinginan masih berasosiasi dengan puncak difraksi sinar X tepung pisang alami, akan tetapi tingkat kristalinitas yang dihasilkan lebih rendah pada tepung pisang modifikasi dua siklus retrogradasi. Hal ini disebabkan karena struktur granula pati rusak sehingga menurunkan



Gambar 2. Pengaruh dua siklus pemanasan bertekanan-pendinginan terhadap intensitas difraksi tepung pisang (.....) tanpa fermentasi spontan, (—) dengan fermentasi spontan

tingkat kristalinitas tepung. Kristalinitas pada tepung pisang modifikasi masih terdeteksi akibat terbentuknya amilosa teretrogradasi (Soto dkk., 2007).

Proses retrogradasi dengan cara pemanasan bertekanan-pendinginan pada irisan pisang menghasilkan tingkat kristalinitas sangat rendah yaitu  $9,52\% \pm 0,18$  untuk tepung pisang dari proses dua siklus pemanasan bertekanan-pendinginan dan  $6,98\% \pm 0,07$  untuk tepung pisang dari proses fermentasi dengan dua siklus pemanasan bertekanan-pendinginan. Tingkat kristalinitas tepung pisang yang rendah berkorelasi positif dengan terjadinya kerusakan granula pati akibat retrogradasi yaitu gelatinisasi pati oleh suhu tinggi pada kondisi basah (uap air) dan restrukturisasi serta sineresis pati oleh suhu rendah.

Gelatinisasi menyebabkan granula pati rusak dan pada saat pendinginan terjadi restrukturisasi pati menjadi pati resisten. Akan tetapi struktur yang terbentuk bukan merupakan struktur granula pati melainkan struktur amilosa teretrogradasi. Amilosa merupakan komponen pati yang berperan dalam pembentukan pati teretrogradasi. Pati tersebut memiliki sifat resisten terhadap enzim pencernaan yang disebut sebagai pati resisten tipe III (Tovar dkk., 2002; Saguilan dkk., 2005; Sajilata dkk., 2006).

## KESIMPULAN

Modifikasi proses dengan kombinasi fermentasi spontan dengan dua siklus pemanasan bertekanan-pendinginan tidak mempengaruhi kadar lemak dan protein tepung pisang. Fermentasi spontan selama 24 jam dapat meningkatkan kadar amilosa. Modifikasi proses mampu meningkatkan kadar RS tepung pisang hingga empat kali (dari  $10,32\%$  menjadi  $42,68\%$  berat kering pati). Dua siklus pemanasan bertekanan-pendinginan mampu menurunkan kristalinitas tepung pisang dari  $18,74\text{--}20,08\%$  menjadi  $6,98\text{--}9,52\%$ . Granula pati pisang var agung semeru (*Musa paradisiaca* formatypica) adalah granula tipe C yaitu campuran granula tipe A dengan tipe B.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Dirjen Dikti Kemendiknas RI yang telah membiayai sebagian penelitian melalui Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2009/2011. Terima kasih juga disampaikan kepada Eka Ruriani, S.TP, M.Si, selaku tim pada penelitian Hibah Bersaing 2009/2011 dan Dr. Ir. Jayus selaku tim pada penelitian Hibah Bersaing 2011.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Association of Official Analytical Chemist (AOAC) (1996). *Official Methods of Analysis*. Washington, DC.
- American Association of Cereal Chemists (AACC) (2000). *Approved Methods of the AACC*. The Association, St. Paul, MN. 10<sup>th</sup>ed.
- Anonim (2009). Rancangan Panjang Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kabupaten Lumajang. Rencana Pembangunan Jangka Kabupaten Menengah Daerah Kabupaten Lumajang 2010 - 2014.
- Carrera, E.C., Cruz, A.C., Guerrero, L.C. dan Ancona, D.B. (2007). Effect of pyrodextrinization on available starch content of Lima bean (*Phaseolus lunatus*) and Cowpea (*Vigna unguiculata*) starches. *Food Hydrocolloids* **21**: 472-479.
- Eliasson, A.C. dan Gudmunsson, M. (1996). Starch: physicochemical and functional properties aspects. Dalam: Eliasson A.C. (edited). *Carbohydrate in Food* hal 431-504. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Englyst, H.N., Kingman, S.M. dan Cummings, J.H. (1992). Classification and measurement of nutritionally important starch fraction. *European Journal of Clinical Nutrition* **46**(Suppl.2):533-550.
- Hizukuri, S. (1961). X-ray diffractometric studies on starches. Part VI. Crystalline types of amylopectin and effect of temperature and concentration of mother liquor on crystalline type. *Journal of Agricultural and Biological Chemistry* **25**: 45-49.
- Jenie, B.S.L., Widowati, S. dan Nurjannah, S. (2009). *Pengembangan Produk Tepung Pisang dengan IG Rendah dan Sifat Prebiotik sebagai Bahan Pangan Fungsional* Laporan Akhir Hibah Kompetitif Penelitian Sesuai Prioritas Nasional Batch II. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Jenie, B.S.L., Widowati, S. dan Kusumaningrum, H.D. (2010). *Pengembangan Produk Tepung Pisang dengan IG Rendah dan Sifat Prebiotik sebagai Bahan Pangan Fungsional*. Laporan Akhir Hibah Kompetitif Penelitian Sesuai Prioritas Nasional Batch II. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Niba, L.L. dan Hoffman, J. (2003). Resistant starch and  $\beta$ -glucan levels in grain sorghum (*Sorghum bicolor* M.) are influenced by soaking and autoclaving. *Food Chemistry* **81**: 113-118
- Saguilan, A.A., Huicochea, E.F., Tovar, J.T., Meraza, F.G. dan Pérez, L.A.B. (2005). Resistant starch rich-powders prepared by autoclaving of native and lintnerized banana starch: partial characterization. *Starch Starke Journal* **57**: 405-412
- Sajilata, M.G., Rekha, S.S. dan Puspha, R.K. (2006). Resistant starch a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **5**: 1-17
- Soto, R.A.G., Acevedo, E.A., Feria, J.S., Villalobos, R.R. dan Perez, L.A.B. (2004). Resistant starch made from banana starch by autoclaving and debranching. *Starch Starke Journal* **56**: 495-499
- Soto, R.A.G., Escobedo, R.M., Sanchez, H.H., Rivera, M.S. dan Perez, L.A.B. (2007). The influence of time and storage temperature on resistant starch formation from autoclaved debranched banana starch. *International Food Research Journal* **40**: 304-310.
- Tovar, J., Melito, C., Herrera, E., Rascon, A. dan Perez, E. (2002). Resistant starch formation does not parallel syneresis tendency in different starch gels. *Food Chemistry* **76**: 455-459
- Tribess, T.B., Hernandez-Urbe, J.P., Mendez-Montealvo, M.G.C., Menezes, E.W., Perez, L.A.B. dan Tadini, C.C. (2009). Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions. *Journal of Food Science and Technology* **42**: 1022-1025
- Waliszewski, K.N., Aparicio, M.A., Perez, L.A.B. dan Monroy, J.A. (2002). Changes of banana starch by chemical and physical modification. *Carbohydrate Polimers* **52**: 237-242.