

Jurnal AGROTEKNOLOGI

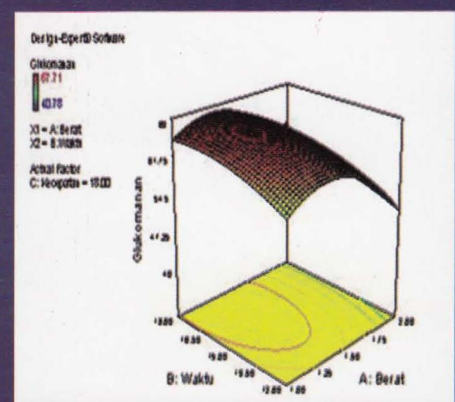
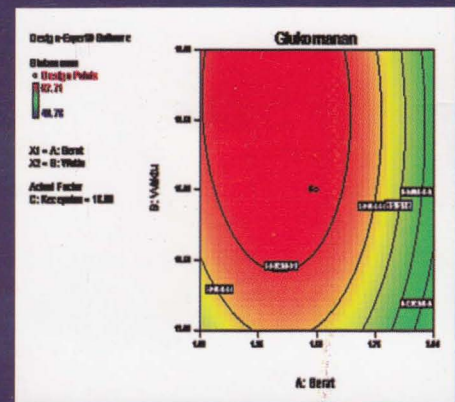
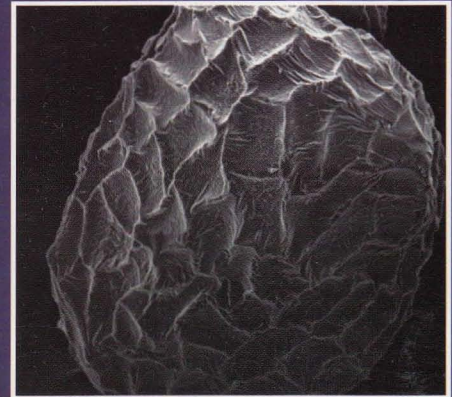
Volume 4, Nomor 2, Juli 2010

ISSN 1978-1555

Running Title :

- Tempe Ampas Tahu Campuran beras jagung
- Program Alokasi Air (PAA) Berbasis Open Office Calc
- Proses Compression Molding Dalam Pembuatan Edible Film
- Peningkatan Kadar Glukomanan Pada Proses Penepungan Chip Porang
- Metode Six Sigma Pada Perbaikan Mutu Tahu Putih
- Mutu Susu Kambing Terpasteurisasi sinar ultraviolet
- Model Pengeringan Gabah Lapis Tipis
- Modifikasi Proses Produksi Tepung Pisang
- Aktivitas Antioksidatif Daun Beluntas
- Analisis Keberlanjutan Agroindustri

Porang
(*Amorphophallus oncophyllus*)



DITERBITKAN OLEH :
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER

Jurnal AGROTEKNOLOGI

Volume 4, Nomor 2, Juli 2010

ISSN : 1978-1555

DAFTAR ISI

Hasil Penelitian

- Pembuatan Tempe Ampas Tahu dengan Pencampuran Beras Jagung dan Variasi Konsentrasi Ragi Tempe** 107-115
Wiwik Siti Windrati, Yhulia Praptiningsih, dan Candra Prasetya Utama
- Pengembangan Program Alokasi Air(PAA) Berbasis Open Office Calc** 116-123
Arif Faisol dan Indarto
- Penentuan Kondisi Optimum Proses *Compression Molding* dalam Pembuatan *Edible Film* Berbahan Baku ISP :Tapioka dengan Aplikasi Sistem Respon Permukaan** 124-136
Triana Lindriati, Simon Bambang Widjanarko, Hari Purnomo, dan I.N.G. Wardana
- Optimasi Peningkatan Kadar Glukomanan Pada Proses Penepungan dari Chip Porang (*Amorphophallus onchophyllus*) dengan Metode Mekanis** 137-147
Anni Faridah, S.B. Widjanarko, dan Aji Sutrisno
- Penerapan Metode *Six Sigma* Pada Perbaikan Mutu Tahu Putih di Produksi Tahu Arjasa Jember** 148-159
I. B. Suryaningrat, Djoko Pontjo Hardani, dan Aristariandi Wahyu
- Karakteristik Fisik, Kimia, dan Mikrobiologis Susu Kambing Terpasteurisasi dengan Sinar Ultraviolet Sistem Sirkulasi** 160-168
Budi Hariono, Sutrisno, Kudang Boro Seminar, dan Rarah Ratih A Maheswari
- Model Pengeringan Gabah Lapis Tipis dengan Energi Surya** 169-175
Suryanto
- Modifikasi Proses Secara Fermentasi Spontan dan Otoklaf-Pendinginan dalam Produksi Tepung Pisang** 176-184 ✓
Nurhayati, Betty Sri Laksmi Jenie, Harsi D. Kusumaningrum, dan Sri Widowati
- Pengaruh Ekstraksi dan Fraksinasi Terhadap Aktivitas Antioksidatif Daun Beluntas (*Pluchea Indica Less*)** 185-195
Paini Sri Widyawati, C Hanny Wijaya, Peni Suprapti Harjosworo, dan Dondin Sajuthi
- Analisis Keberlanjutan Agroindustri Perikanan Tangkap Potensial dan Kebijakan Pengembangannya di Kawasan Pesisir Kabupaten Tuban Lamongan dan Gresik** 196-205
Bambang Herry P, Machfud, Marimin, Aji Hermawan, dan Eko S Wiyono

MODIFIKASI PROSES SECARA FERMENTASI SPONTAN DAN OTOKLAF-PENDINGINAN DALAM PRODUKSI TEPUNG PISANG

Process Modification by Spontaneous Fermentation And Autoclaving-Cooling On Banana Flour Production

Nurhayati¹⁾, Betty Sri Laksmi Jenie²⁾, Harsi D. Kusumaningrum²⁾, Sri Widowati³⁾

¹⁾Jurusan Teknologi Hasil Pertanian FTP Universitas Jember

²⁾Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan FTP Institut Pertanian Bogor

³⁾Peneliti Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Departemen Pertanian Bogor
Email: nhyati04@yahoo.com

ABSTRACT

New economical strategies are now considered for banana utilization, such as production of unripe banana flour. Studies on the modification process of banana flour production by spontaneous fermentation and autoclaving-cooling process were carried out on "var agung semeru" banana (*Musa paradisiaca formatypica*). Native and modified banana flour were determined chemical composition and degree of crystallinity. Spontaneous sub merged fermentation was conducted on the banana slice for 24 h at room temperature, then followed by retrogradation process while used autoclaving process at 121°C for 15 min and cooling process at 4°C for 24 h. The result shown that spontaneous sub merged fermentation can decrease chemical composition and crystallinity of banana flour. Retrogradation process can increase resistant starch. Modified banana flour contained highest resistant starch (45.83% ± 0.96 db) than native banana flour (10.48% ± 0.06 db). X-ray diffraction pattern of banana flour was shown obvious differences as granule type C. Native banana flour has highest crystallinity of the starch granule than the others.

Key words: *Musa paradisiaca formatypica flour, spontaneous fermentation, autoclaving-cooling process, resistant starch, crystallinity*

PENDAHULUAN

Pisang merupakan salah satu bahan pangan yang sebagian besar terdiri atas karbohidrat terutama pati. Kadar pati pada pisang sangat bervariasi tergantung pada jenisnya. Pisang olahan (jenis *plantain*) mengandung pati lebih banyak daripada pisang buah (jenis *banana*). Kandungan pati pada pisang olahan segar berkisar antara 61.3 – 76.5% basis kering (Zang *et al.*, 2005; Tribess *et al.* 2009). Beberapa penelitian telah melakukan modifikasi di tingkat pati untuk menghasilkan pati yang memiliki sifat fungsional lebih baik. Selain itu modifikasi pati juga dilakukan untuk menghasilkan pati yang memiliki kandungan pati resisten (*resistant starch/RS*) lebih banyak.

Pati yang diotoklaf pada suhu 121°C selama 1 jam dan pendinginan 4°C selama 24 jam berulang sebanyak tiga kali mampu meningkatkan kadar pati resisten dari 1.51% menjadi 16.02% (Saguilan *et al.*, 2005). Modifikasi pati pisang dengan menggunakan metode *debranching* oleh enzim pullulanase yang dikombinasi dengan pemanasan otoklaf- pendinginan dapat meningkatkan kadar pati resisten hingga 6 kali (Soto *et al.*, 2004).

Modifikasi di tingkat pati menghasilkan pati sebagai ingredien pangan yang memiliki fungsi tertentu dan penggunaannya relatif dalam jumlah sedikit, sedangkan modifikasi di tingkat tepung diharapkan menghasilkan tepung pisang yang dapat digunakan sebagai tepung komposit sehingga dapat digunakan dalam jumlah yang lebih banyak.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan modifikasi proses pembuatan tepung pisang secara fermentasi spontan dan pemanasan bertekanan (otoklaf)-pendinginan sehingga dihasilkan tepung pisang yang memiliki karakteristik terdapat pati resisten lebih tinggi. dalam pembuatan tepung pisang terhadap karakteristik fisikokimia tepung pisang yang dihasilkan. Pisang yang digunakan adalah jenis *plantain* yaitu pisang var agung semeru (*Musa paradisiaca* formatypica). Pisang tersebut banyak dibudidayakan di Kabupaten Lumajang Jawa Timur dengan produktivitas mencapai lebih dari 40 ribu ton per tahun (RPJM Deptan Lumajang, 2009).

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium (*pure experiment*) dan meliputi tiga kegiatan utama, yaitu : 1) modifikasi proses pembuatan tepung pisang, 2) perhitungan populasi mikroba, 3) analisis proksimat, 4) pengamatan granula pati, dan 5) analisis derajat kristalinitas.

Rancangan Percobaan

Penelitian dilaksanakan dengan Rancangan Acak Lengkap dengan dua factor, yaitu 1) lama fermentasi, dan 2) frekuensi otoklaf. Lama fermentasi yang diuji yaitu 12, 24, 36, 48, 60 dan 78 jam. Sementara, otoklaf dilakukan dengan frekuensi satu (1) dan dua (2) kali. Pengukuran parameter dilakukan sebanyak 3 ulangan.

Bahan

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.

Modifikasi Proses Pembuatan Tepung Pisang

Pisang diiris dengan ketebalan \pm 5mm, selanjutnya direndam dalam akuades steril (3:4) dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu kamar. Setiap interval 12 jam dilakukan pengukuran total bakteri asam laktat, pH dan asam laktat tertitrasi. Pisang ditiriskan dan diberi pemanasan bertekanan dengan menggunakan otoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit kemudian didinginkan pada suhu 4°C selama 24 jam. Perlakuan otoklaf dan pendinginan dilakukan sebanyak satu dan dua kali. Proses pengeringan dilakukan pada suhu 50°C selama 20 jam, selanjutnya dihaluskan serta diayak (80 mesh). Tepung pisang alami/kontrol dibuat tanpa modifikasi fermentasi dan otoklaf-pendinginan.

Perhitungan Populasi Mikroba

Cairan fermentasi pisang diambil secara periodik tiap 12 jam selama 78 jam (jam ke-0, 12, 24, 36, 48, 60 dan 78) untuk melihat profil pertumbuhan mikroba. Selanjutnya ditambah dengan 90 ml akuades steril dan dilakukan pengenceran berseri. Tiga seri hasil pengenceran dipipet sebanyak 1 ml dan dilakukan pemupukan metode tuang pada media *Potato Dextro Agar* (PDA) dengan inkubasi suhu 40°C untuk khamir, pada media PDA 10% asam tartarat dengan inkubasi suhu kamar untuk kapang dengan inkubasi 37°C, pada media *de Mann Rogosa Sharp Agar* (MRSA) dengan inkubasi suhu 37°C untuk bakteri asam laktat, dan pada media *Nutrient Agar* (NA) dengan inkubasi suhu 37°C untuk total bakteri aerob yang masing-masing diinkubasi selama 2 hari. Nilai pH dan asam laktat diukur dengan menggunakan pHmeter dan metode titrimeter.

Analisis Proksimat

Tepung pisang dianalisis kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, dan

kadar karbohidrat (AOCC, 1999). Kadar pati dan daya cerna pati dianalisis dengan menggunakan metode AACC (2000). Kadar pati resisten ditentukan dengan menggunakan metode Englyst *et al.* (1992).

Pengamatan Granula Pati

Sebanyak 0.1g pati pisang ditambah 1 ml akuades. Sampel diambil dua tetes dan ditempatkan pada kaca preparat. Struktur granula diamati dengan menggunakan mikroskop polarisasi (Olympus C-35AD-4 Japan) pada perbesaran 400 kali.

Analisis Derajat Kristalinitas

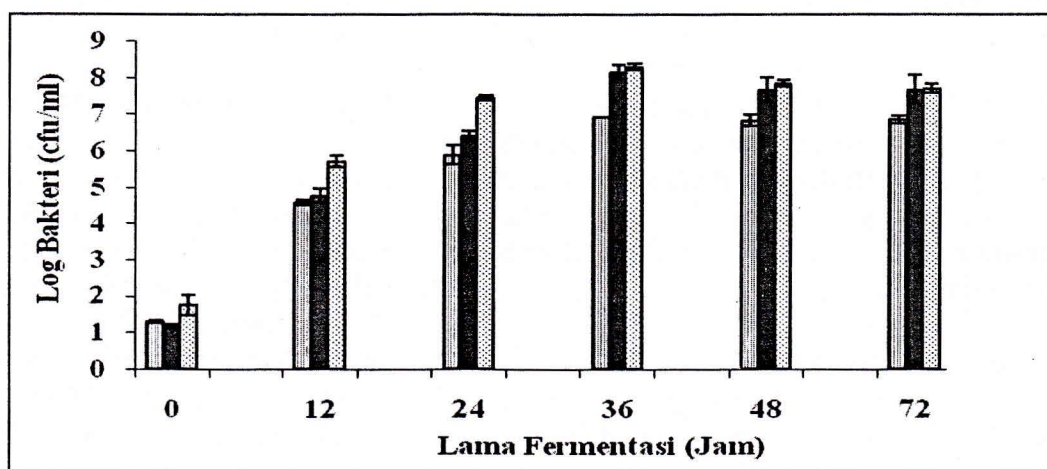
Difraktogram sinar X dari tepung pisang ditentukan dengan difraktometer sinar X Shimadzu XRD-7000 Maxima. Daerah *scanning* dimulai dari sudut

difraksi 5° sampai 40° dengan ukuran 0.02°, 0.6 detik pada radiasi Cu, 40 kV, 30mA. Tepung pisang ditimbang dalam wadah RH 100% pada suhu ruang selama 24 jam (Waliszewski *et al.*, 2003; Soto *et al.*, 2007).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Mikroba selama Fermentasi Spontan

Populasi mikroba yang tumbuh selama 78 jam pada fermentasi spontan pisang var agung semeru disajikan pada **Gambar 1**. Mikroba yang tumbuh selama 72 jam fermentasi spontan pisang mentah adalah bakteri yang lebih didominasi oleh bakteri asam laktat (BAL), sedangkan khamir dan kapang tidak tumbuh hingga inkubasi 72 jam.



Gambar 1. Populasi bakteri aerob (□) bakteri asam laktat (■) dan total bakteri (▨) pada fermentasi spontan pisang var agung semeru (*Musa paradisiaca* formatypica) selama 72 jam

Populasi bakteri meningkat selama fermentasi hingga jam ke-48 dan selanjutnya menurun pada jam ke-72. Populasi bakteri asam laktat hingga jam ke-24 sekitar 6 log cfu/ml dan meningkat hingga mencapai 8 log cfu/ml pada jam ke-48. Hasil penelitian Fatimah (2010) juga melaporkan bahwa selama fermentasi spontan pisang 100jam juga didominasi oleh bakteri asam laktat.

Peningkatan jumlah BAL selama fermentasi seiring dengan terjadinya penurunan pH dari pH awal 6.36 menjadi pH 5.36 pada jam, sedangkan produksi asam laktat meningkat hingga mencapai 0.34% (**Tabel 1**). Vishnu *et al.* (2006) melaporkan bahwa beberapa strain *Lactobacillus* spp mampu secara langsung memfermentasi karbohidrat menjadi asam laktat.

Tabel 1. Nilai pH, konsentrasi asam laktat, dan tekstur pisang selama fermentasi spontan

Lama Inkubasi	pH	Asam Laktat (% mL/mL)	Tekstur
0	6.36 ± 0.08	0.02 ± 0.00	Keras (<i>rigid</i>) +++
12	6.12 ± 0.10	0.04 ± 0.00	Keras (<i>rigid</i>) +++
24	5.36 ± 0.24	0.11 ± 0.01	Keras (<i>rigid</i>) ++
36	5.21 ± 0.04	0.32 ± 0.02	Keras (<i>rigid</i>) +
48	5.08 ± 0.05	0.39 ± 0.06	Lunak ++
60	5.11 ± 0.13	0.38 ± 0.02	Lunak +++
72	5.15 ± 0.06	0.34 ± 0.02	Hancur

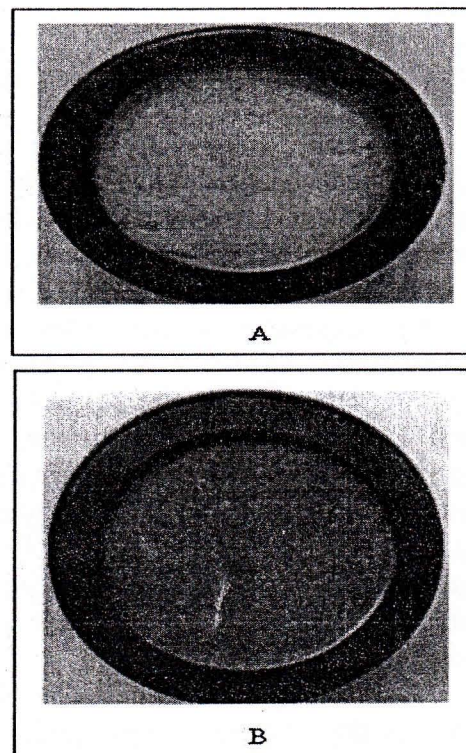
Asam laktat merupakan asam organik yang tidak menguap pada suhu kamar dan dapat berperan sebagai antimikroba yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri lain. FDA USA juga telah mengklasifikasikan asam laktat ke dalam GRAS (*Generally Recognized As Safe*) untuk digunakan sebagai bahan tambahan pangan dan kepentingan lain seperti sebagai pengawet produk pangan (Datta & Henry, 2006). Asam laktat yang dihasilkan oleh BAL dapat bereaksi dengan pati pisang untuk membentuk kopolimer pati-asam laktat. Gong *et al.* (2006) menjelaskan bahwa kopolimer pati dengan asam laktat dapat menurunkan kereaktifan grup hidroksil pada unit glukopiranososa pati yaitu pada C6, C3 dan C2 sehingga pati menjadi lebih resisten terhadap enzim pencernaan.

Fermentasi lebih dari 24 jam sudah menghasilkan tekstur yang agak lembek dan terjadi degradasi lanjut. Hal ini tidak menguntungkan karena dapat menyebabkan kehilangan rendemen yang tinggi lebih dari 30% (Fatimah, 2010). Oleh karena itu dipilih waktu fermentasi pada jam ke-24 dalam pembuatan tepung pisang modifikasi.

Pengaruh Modifikasi Proses terhadap Komposisi Kimia Tepung Pisang

Proses modifikasi dengan pemanasan otoklaf menyebabkan tepung pisang memiliki warna lebih gelap (agak coklat) sedangkan tepung pisang alami/kontrol memiliki warna lebih cerah (agak putih-kuning). Warna gelap tersebut disebabkan karena terjadi reaksi pencoklatan (*browning*) selama proses otoklaf dan karamelisasi gula selama proses

pengeringan (Carrera *et al.*, 2007). Perbedaan warna kedua tepung dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Tepung pisang alami (A) dan tepung pisang modifikasi secara otoklaf (B)

Tepung pisang dari proses fermentasi spontan memiliki kadar abu, dan karbohidrat lebih rendah daripada tepung pisang kontrol/tanpa modifikasi. Kadar lemak tepung pisang modifikasi tidak berbeda nyata dengan tepung pisang kontrol (**Tabel 2**).

Tabel 2. Pengaruh fermentasi spontan dan otoklaf-pendinginan terhadap komposisi kimia tepung pisang

Komposisi (%)	Tepung Pisang					
	Kontrol	Fermentasi	Otoklaf 1x	Otoklaf 2x	Fermentasi-Otoklaf 1x	Fermentasi - Otoklaf 2x
Kadar Air	5.03 ± 0.05 ^d	7.79 ± 0.03 ^b	6.72 ± 0.02 ^c	6.72 ± 0.02 ^c	9.74 ± 0.03 ^a	9.74 ± 0.03 ^a
Abu *	2.21 ± 0.05 ^a	1.77 ± 0.01 ^d	1.99 ± 0.04 ^b	1.84 ± 0.04 ^c	1.60 ± 0.01 ^e	1.67 ± 0.01 ^d
Lemak *	1.02 ± 0.03 ^a	1.09 ± 0.03 ^a	1.07 ± 0.06 ^a	1.07 ± 0.06 ^a	1.07 ± 0.04 ^a	1.07 ± 0.04 ^a
Protein*	1.99 ± 0.03 ^a	1.89 ± 0.04 ^a	2.04 ± 0.06 ^a	2.04 ± 0.06 ^a	1.86 ± 0.04 ^a	1.86 ± 0.04 ^a
Karbohidrat*	8.75 ± 0.06 ^a	8.47 ± .030 ^d	87.64 ± 0.02 ^c	88.32 ± 0.05 ^b	87.46 ± 0.08 ^d	85.66 ± 0.03 ^e

Keterangan :

* = basis kering tepung

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan nilai tidak berbeda nyata pada taraf uji < 0.05

Modifikasi secara fermentasi dan otoklaf-pendinginan menyebabkan penurunan kadar pati. Hal ini menunjukkan selama fermentasi terjadi degradasi pati menjadi komponen lebih sederhana seperti glukosa yang akan digunakan sebagai nutrisi oleh mikroorganisme. Selama proses pemanasan dengan otoklaf pati mengalami gelatinisasi. Proses pengeringan juga menyebabkan pati mengalami reaksi pencoklatan sehingga dapat mengurangi kandungan karbohidrat tepung pisang. Pemanasan suhu tinggi dan pengeringan dalam oven dapat menyebabkan terbentuknya komponen pirodekstrin dari karbohidrat (Carrera *et al.*, 2007).

Pati resisten yang terkandung dalam tepung pisang kontrol tanpa perlakuan merupakan pati resisten tipe II (RS2) yaitu pati resisten yang terbentuk karena struktur granula pati sedemikian rupa sehingga sulit didegradasi oleh enzim alfa amilase pencernaan (Tribess *et al.*, 2009). Kadar RS2 menurun dari 17.32% (tepung pisang kontrol) menjadi 12.78% dengan adanya fermentasi spontan selama 24 jam. Hal ini disebabkan karena granula pati mengalami pengembangan (*swelling*) selama perendaman dan menjadi lebih mudah

terhidrolisis oleh enzim mikroorganisme sehingga sifat resisten dan kristalinitas pati berkurang (Zang *et al.*, 2005). Ambriz *et al* (2008) melaporkan bahwa kadar pati resisten tepung pisang menurun akibat proses likuifikasi dengan menggunakan enzim amilase yang dihasilkan *Bacillus subtilis*.

Kadar amilosa tepung pisang meningkat dengan adanya fermentasi spontan selama 24 jam. Peningkatan kadar amilosa disebabkan karena terjadinya pemotongan struktur cabang dari amilopektin (*debranching*) menghasilkan amilosa dengan derajat polimer lebih pendek. Amilosa tersebut akan mengalami retrogradasi setelah diberi perlakuan pemanasan otoklaf-pendinginan. Amilosa yang teretrogradasi berperan dalam meningkatkan kadar pati resisten (Soto *et al.*, 2007). Niba dan Hoffman (2003) melaporkan bahwa kadar pati resisten biji sorgum juga meningkat hingga 60% dengan perendaman dalam air destilat (fermentasi spontan biji sorgum pada suhu 37°C selama 10 hari).

Tabel 3. Pengaruh fermentasi spontan dan pemanasan otoklaf-pendinginan terhadap komposisi pati dan daya cerna tepung pisang

Komposisi (%)	Tepung Pisang					
	Kontrol	Fermentasi	Otoklaf 1x	Otoklaf 2x	Fermentasi-Otoklaf 1x	Fermentasi-Otoklaf 2x
Pati*	70.16 ± 0.12 ^a	69.79 ± 0.14 ^a	69.86 ± 0.03 ^a	67.12 ± 0.86 ^d	68.80 ± 0.40 ^b	67.67 ± 0.52 ^c
Amilosa**	13.56 ± 0.05 ^f	15.44 ± 0.01 ^c	14.10 ± 0.06 ^e	14.52 ± 0.01 ^d	15.66 ± 0.19 ^b	16.54 ± 0.53 ^a
RDS**	38.15 ± 0.05 ^a	32.64 ± 0.16 ^b	23.84 ± 0.34 ^d	21.53 ± 0.07 ^e	23.99 ± 0.11 ^c	18.26 ± 0.33 ^f
SDS**	24.66 ± 0.01 ^c	32.80 ± 0.35 ^a	26.03 ± 0.28 ^b	19.42 ± 0.14 ^d	17.51 ± 0.11 ^f	18.39 ± 0.12 ^e
RS**	10.48 ± 0.06 ^f	6.24 ± 0.73 ^e	28.62 ± 0.90 ^d	38.97 ± 0.32 ^b	39.67 ± 0.32 ^c	45.83 ± 0.96 ^a
Daya Cerna**	64.43 ± 0.25 ^b	72.01 ± 0.01 ^a	55.88 ± 0.05 ^c	47.59 ± 0.01 ^e	49.22 ± 0.07 ^d	43.21 ± 0.06 ^f

Keterangan : * = basis kering tepung ; ** = basis kering pati
 RDS = *rapid digestible starch* (pati cepat dicerna);
 SDS = *slowly digestible starch* (pati lambat dicerna)
 RS = *resistant starch* (pati resisten)
 Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan nilai tidak berbeda nyata pada taraf uji < 0.05

Tabel 3. menunjukkan bahwa proses otoklaf berulang dua kali menghasilkan kadar pati resisten lebih tinggi daripada proses otoklaf satu kali baik pada pisang yang tanpa difermentasi (dari 29.33% menjadi 39.13%) maupun pisang yang difermentasi (dari 35.93% menjadi 42.67%), sedangkan kadar pati resisten tepung pisang kontrol adalah 10.48%. Kombinasi proses fermentasi spontan dengan pemanasan otoklaf berulang dua kali meningkatkan kadar pati resisten dari 10.48% menjadi 42.67%. Pati resisten yang dihasilkan dari proses pemanasan otoklaf merupakan pati resisten tipe III (RS3) yang terbentuk dari retrogradasi amilosa (Soto *et al.*, 2004). Saguilan *et al.* (2005) melakukan modifikasi pada pati pisang plantain dengan menggunakan pemanasan otoklaf dan pendinginan berulang tiga kali mampu meningkatkan kadar pati resisten hingga 10 kali lipat dari pati pisang kontrol.

Kadar pati resisten yang dihasilkan dari modifikasi di tingkat pati

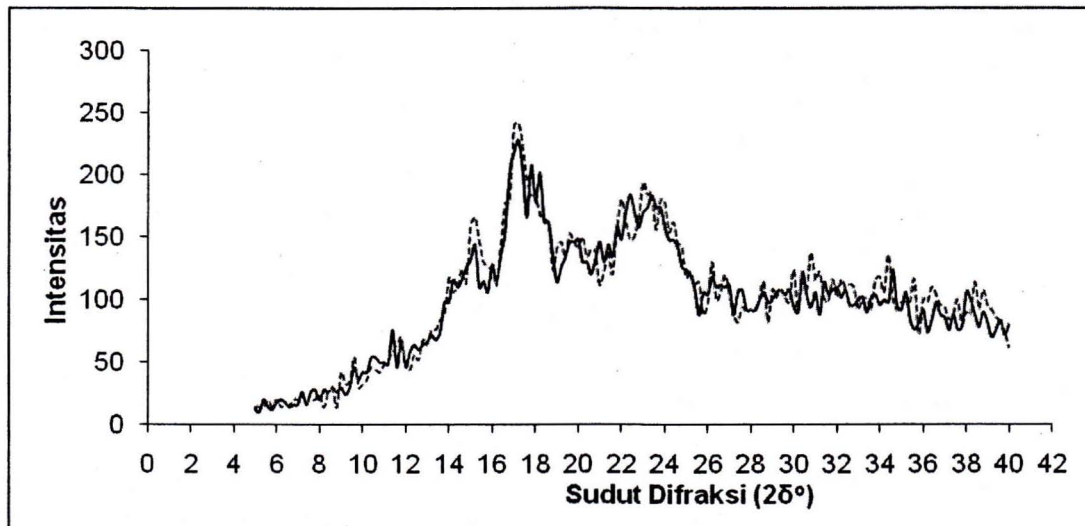
lebih banyak, akan tetapi aplikasi proses modifikasi lebih mudah dan lebih efisien jika dilakukan modifikasi selama proses pembuatan tepung pisang yaitu fermentasi dan pemanasan otoklaf pendinginan pada pisang tanpa harus mengisolasi patinya. Tepung yang dihasilkan dapat diaplikasikan langsung sebagai tepung substitusi pada pembuatan produk pangan seperti roti, kukis dan brownies (Jenie *et al.*, 2010).

Daya cerna pati meningkat dengan adanya proses fermentasi spontan dari 69.67% (tepung pisang kontrol) menjadi 72.01% (tepung pisang fermentasi), sedangkan proses pemanasan otoklaf dan pendinginan (retrogradasi) menurunkan daya cerna pati. Komposisi pati yang dapat dicerna menurun dengan semakin meningkatnya kadar pati resisten. Hasil analisis daya cerna secara *in vitro* juga menurun hampir 50% pada tepung yang dihasilkan dari perlakuan fermentasi dan kombinasinya dengan pemanasan otoklaf-pendinginan.

Pengaruh Modifikasi Proses terhadap Tingkat Kristalinitas Tepung Pisang

Granula pati tepung pisang kontrol dan tepung pisang modifikasi secara fermentasi menunjukkan adanya puncak (*peak*) difraksi yang kuat pada sudut $17 - 18^\circ$ dan sudut $23 - 24^\circ$ (Gambar 3). 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 modifikasi 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 (Hizukuri, 1961; Waliszewski *et al.*, 2003; Soto *et al.*, 2007).

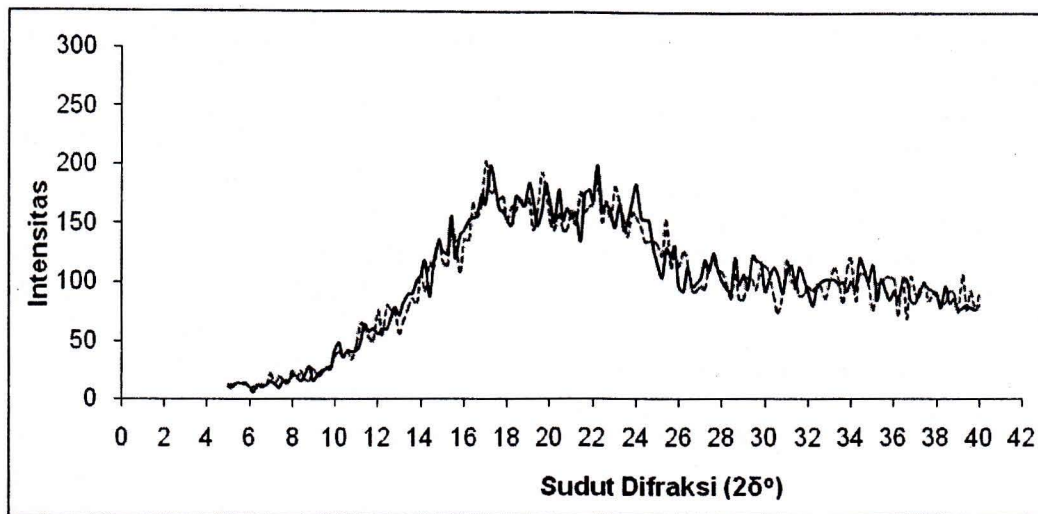


Gambar 3. Difraktogram tepung pisang; (\cdots) tanpa modifikasi, ($—$) fermentasi

Tepung pisang alami memiliki tingkat kristalinitas yang tinggi ($20.08\% \pm 0.18^a$) dibandingkan tepung pisang dari proses fermentasi ($18.74\% \pm 0.11^b$). Penurunan tingkat kristalinitas tepung pisang dari proses fermentasi menunjukkan bahwa selama fermentasi terjadi perubahan bagian kristalin menjadi lebih amorf. Perubahan ini disebabkan oleh degradasi amilopektin sebagai komponen pati yang berperan dalam pembentukan bagian kristalin granula pati. Bagian amorf lebih mudah terdegradasi oleh enzim pencernaan dan mengurangi sifat resistensi pati (Eliason & 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 pati resisten tipe II (RS2).

Tepung pisang dari irisan pisang yang diotoklaf baik tanpa fermentasi maupun dengan fermentasi memiliki puncak (*peak*) difraksi sinar X yang kuat pada sudut difraksi 17° dan 24° (Gambar 4). Puncak difraksi sinar X pada tepung pisang modifikasi masih berasosiasi dengan puncak difraksi sinar X tepung pisang kontrol. Akan tetapi tingkat kristalinitas yang dihasilkan berbeda yaitu dihasilkan oleh kristalinitas struktur amilosa teretrogradasi bukan dihasilkan oleh struktur granula pati (Soto *et al.*, 2007).



Gambar 4. Difraktogram tepung pisang otoklaf-pendinginan dua kali (-----), tepung pisang fermentasi yang dikombinasi dengan otoklaf pendinginan dua kali (—)

Proses retrogradasi dengan cara otoklaf-pendinginan berulang dua kali pada irisan pisang menghasilkan tingkat kristalinitas sangat rendah yaitu $9.52\% \pm 0.28^\circ$ untuk tepung pisang dari proses retrogradasi (otoklaf-pendinginan berulang dua kali) dan $6.98\% \pm 0.30^d$ untuk tepung pisang dari proses fermentasi yang dikombinasi dengan proses otoklaf-pendinginan berulang dua kali. Retrogradasi meliputi terjadinya gelatinisasi pati oleh suhu tinggi pada kondisi basah 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 yang teretrogradasi. Amilosa merupakan komponen pati yang berperan dalam pembentukan pati teretrogradasi yang memiliki sifat resisten terhadap enzim pencernaan dan disebut pati resisten tipe 3 (Tovar *et al.*, 2002; Saguilan *et al.*, 2005).

KESIMPULAN

Modifikasi proses secara otoklaf-pendinginan dan kombinasi fermentasi spontan dengan otoklaf (pemanasan pada

suhu 121°C selama 15 menit diikuti pendinginan pada suhu 4°C selama 24 jam) tidak mempengaruhi kadar lemak dan protein tepung pisang, akan tetapi dapat menurunkan kadar abu dan karbohidrat. Modifikasi proses juga mampu meningkatkan kadar pati resisten sekitar empat kali (dari $10.48\% \pm 0.06$ menjadi $45.83\% \pm 0.96$ per berat kering tepung pisang). Pemanasan otoklaf mampu menyebabkan kerusakan pada granula pati sehingga tingkat kristalinitas tepung yang dihasilkan juga lebih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- AACC (American Association of Cereal Chemists) (2000). Approved Methods of the AACC. *The Association, St. Paul, MN*. 10th ed.
- Abdillah F (2010). Modifikasi Tepung Pisang Tanduk (*Musa paradisiacal Formatypica*) melalui Proses Fermentasi Spontan dan Pemanasan Otoklaf untuk Meningkatkan Kadar Pati Resisten. [Tesis] Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor
- Ambriz SLR, Hernandez JJI, Acevedo EA, Tovar J, and Perez LAB (2008). Characterization of a fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. *J Food Chem* 107: 1515–1521.

- AOAC (1999). Official Methods of Analysis of AOAC International^{16th}. USA
- Carrera EC, Cruz AC, Guerrero LC, and Ancona DB (2007). Effect of pyrodextrinization on available starch content of Lima bean (*Phaseolus lunatus*) and Cowpea (*Vigna unguiculata*) starches. *J Food Hydrocolloids* 21: 472–479
- Datta R and Henry M (2006). Lactic acid: recent advances in products, processes and technologies—a review. *J Chem Technol Biotechnol* 81:1119–29
- Eggleston G, Swennen R, and Akoni S (1992). Physicochemical studies on starches isolated from plantain cultivar plantain hybrids and cooking bananas. *J Starch* 44: 121-128
- Eliasson AC and Gudmunsson M (1996). Starch: physicochemical and functional properties aspects. In: *Carbohydrate in Food* (Edited by Eliasson A.C.), Marcel Dekker, Inc. New York. p 431-504.
- Englyst HN, Kingman SM, Cummings JH (1992) Classification and measurement of nutritionally important starch fraction. *Eu J Clin Nutr* 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. *J Agric and Biological Chem* 25: 45–49.
- Jenie BSL, Widowati S, Kusumaningrum HD, Nurhayati (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. LPPM, IPB
- Niba LL and Hoffman J (2003). Resistant starch and b-glucan levels in grain sorghum (*Sorghum bicolor* M.) are influenced by soaking and autoclaving. *J Food Chem.* 81: 113–118
- [RPJMD] Kabupaten Lumajang (2009). Rencana Pembangunan Jangka Kabupaten Menengah Daerah Kabupaten Lumajang 2010 - 2014.
- Saguilan AA, Huicochea EF, Tovar JT, Meraza FG, Pérez LAB (2005). Resistant starch rich-powders prepared by autoclaving of native and lintnerized banana starch: partial characterization. *J Starch* 57: 405-412.
- Soto RAG, Acevedo EA, Feria JS, Villalobos RR Bello-Perez LA (2004). Resistant starch made from banana starch by autoclaving and debranching. *J Starch/Stärke* 56: 495–499.
- Soto RAG, Escobedo RM, Sanchez HH, Rivera MS, Perez LAB (2007). The influence of time and storage temperature on resistant starch formation from autoclaved debranched banana starch. *J Food Research Int* 40: 304–310.
- Reddy G, Altaf M, Naveena BJ, Venkateshwar M, and Kumar EV (2008). Amyolytic bacterial lactic acid fermentation — A review. *J Elsevier- Biotechnol Adv* 26: 22–34.
- Tribess TB, Herná'ndez-Uribe JP, Me'ndez-Montealvo MGC, Menezes,LA Bello-Perez EW, Tadini CC (2009). Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions. *J Food Sci and Technol* 42:1022-1025.
- Tovar J, Melito C, Herrera E, Rascón A, Pérez E (2002). Resistant starch formation does not parallel syneresis tendency in different starch gels. *J Food Chem* 76: 455–459.
- Vishnu C, Naveena BJ, Altaf Md, Venkateshwar M, Reddy G (2006). Amylopullulanase: a novel enzyme of *L. amylophilus* GV6 in direct fermentation of starch to L(+) lactic acid. *J Enzyme Microb Technol* 38:545–50.
- Waliszewski KN, Aparicio MA, Bello LA, Monroy JA (2002). Changes of banana starch by chemical and physical modification. *J Carbohydr Polimer* 52: 237-242. Elsevier Science Ltd.
- Zang P, Whistler RL, Bemiller JN, Hamaker BR (2005). Banana starch: production, physicochemical properties, and digestibility—a review. *J Carbohydr Polymers* 59: 443–458.