

**Sanksi Pelanggaran pasal 44 :
Undang-Undang Nomor 7 Tahun 1987 tentang
Perubahan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 1982**

Tentang Hak Cipta

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 100.000.000,- (seratus juta rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 50.000.000,- (lima puluh juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT., karena atas karunia-Nyalah, buku "**Evaluasi Nilai Gizi Pati Resisten Pisang**" ini dapat tersusun. Sumber tulisan untuk penyusunan buku ini terutama berasal dari hasil-hasil Penelitian Hibah Bersaing Tahun Anggaran 2008 dan Tahun 2009 yang dibiayai DP2M Ditjen Pendidikan Tinggi dan dari berbagai literatur yang menunjang. Selain itu juga berasal dari pengalaman penulis selama mengajar mahasiswa tingkat sarjana S-1 seperti mata kuliah Ilmu Gizi, Teknologi Pengolahan Pangan, Evaluasi Gizi Pengolahan, dan Ui Inderawi.

Dalam buku ini disampaikan teori pati resisten, jenis-jenis pisang, akibat proses pengolahan pangan pada pembentukan pati resisten pisang serta evaluasi nilai gizi pati resisten pisang secara in-vitro dan in-vivo yang sumbernya berasal dari hasil penelitian dan penelusuran literature yang menunjang yang dikembangkan oleh penulis.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DP2M) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional atas dukungan dana untuk Penelitian Hibah Bersaing yang menjadi dasar penulisan buku ini. Serta suami dan ketiga anak kami yang telah memberikan dukungan moril dan materiil selama penulisan buku ini.

Tulisan ini masih jauh dari sempurna, untuk itu diharapkan kritik dan saran ke arah perbaikan buku ini nantinya. Namun demikian, kami berharap buku ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa memberikan Rahmat dan HidayahNya kepada kita semua.

Surabaya, Januari 2011

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	viii
BAB 1 Pendahuluan	1
BAB 2 Rumusan Masalah	3
2.1. Studi Pendahuluan yang telah dilaksanakan	4
2.2. Kajian Hasil Penelitian Yang Telah Dipublikasikan	4
BAB 3 Pati Resisten	7
3.1. Sifat Fisik Kimia Pati Resisten	7
3.2. Pati Resisten Pisang	10
3.3. Pengolahan Pangan dan Pati Resisten	11
3.4. Efek Fisiologis Pati Resisten	13
BAB 4 Metode Pemecahan Masalah	17
4.1. Tahap I: Analisis kadar RS tepung pra-masak dari 8 varietas pisang dan 10 macam proses pengolahan	17
4.2. Tahap II : Bioassay pati resisten tepung pra-masak pisang	18
4.3. Tahap III : Penggunaan Tepung Pra-masak Pisang untuk Pembuatan Biskuit Crackers	22
BAB 5 Karakteristik Tepung Pra Masak Pisang	25
5.1. Karakteristik Tepung Pisang Kontrol	25
5.2. Karakteristik Tepung Pra-masak Pisang Kepok	27
5.3. Karakteristik Tepung Pra-masak Pisang Raja Bulu	28
5.4. Karakteristik Tepung Pra-masak Pisang Raja Nangka	30
5.5. Karakteristik Tepung Pra-masak Pisang Ambon	31
5.6. Karakteristik Tepung Pra-masak Pisang Raja Uli	33
5.7. Karakteristik Tepung Pra-masak Pisang Candi	34
5.8. Karakteristik Tepung Pra-masak Pisang Barangan	35
5.9. Karakteristik Tepung Pra-masak Pisang Tanduk	37

5.10. Pemilihan Perlakuan Terbaik	38
BAB 6 Evaluasi Gizi Tepung Pra-Masak	
6.1. Volume, Berat, dan Kadar air Digesta Tikus	41
6.2. Asam Lemak Rantai Pendek dan pH Digesta Tikus	44
6.3. pH digesta	50
6.4. Kadar Glukosa dan Kadar Kolesterol Darah Tikus	52
6.5. Kadar Glukosa Serum	53
6.6. Kadar Kolesterol Serum	55
BAB 7 Aplikasi Tepung Pra-Masak Untuk Pembuatan Crackers	59
7.1. Tekstur Crackers	60
7.2. Warna Crackers	61
7.3. Rasa Crackers	61
BAB 8 Kesimpulan	63
Daftar Pustaka	65
Lampiran	69
Tentang Penulis	103

BAB I

PENDAHULUAN

Masalah kesehatan yang akhir-akhir ini dialami masyarakat modern dengan tingkat ekonomi yang cukup adalah kegemukan, konstipasi (susah buang air besar), kanker kolon dan masalah yang berkaitan dengan jantung dan pembuluh darah. Masalah alat pencernaan erat hubungannya dengan perubahan pola makan. Kecenderungan mengkonsumsi makanan yang berasal dari bahan pangan hewani dan kurang mengkonsumsi bahan pangan nabati yang kaya serat (*dietary fiber*) mengakibatkan gangguan kesehatan alat pencernaan.

Pati dalam makanan dulu dianggap dapat dicerna secara sempurna. Namun dari beberapa penelitian, ditemukan pati yang lolos pada proses pencernaan usus halus, masuk ke dalam usus besar dan mengalami fermentasi anaerobik dan dikenal sebagai pati resisten. Pati resisten (*Resistant Starch/RS*) didefinisikan sebagai pati atau produk degradasi pati yang tidak dapat dicerna oleh usus manusia yang sehat (Asp dan Bjorck, 1992).

Pati Resisten, selain mempunyai manfaat yang mirip seperti serat pangan, juga mempunyai kelebihan untuk mencegah kanker kolon dan diare, serta dapat meningkatkan mikroflora usus, sehubungan dengan tingginya kadar asam lemak rantai pendek (*Short-Chain Fatty Acid/SCFA*) yang merupakan produk akhir utama dari degradasi serat pangan dan pati resisten oleh bakteri anaerob pada usus besar (Cummings, 1989).

Dalam beberapa dasawarsa terakhir ini, RS banyak diteliti terutama dari segi pembentukan dan aspek gizinya. RS dapat dihasilkan dari proses pengolahan (pemanasan dan pendinginan bahan berpati yang berulang-ulang), sifat alami pati (pati kentang, pisang dan bahan nabati tinggi amilosa lainnya) dan sifat fisik bahan berpati (ukuran partikel dan derajat hidrasi) dan sebagainya (Kingman dan Englyst, 1994).

Di Indonesia penelitian mendalam tentang pati resisten belum banyak dilakukan, padahal terdapat banyak sumber-sumber pati resisten

di Indonesia, misalnya pisang. Buah adalah tanaman buah yang paling banyak dikonsumsi di Indonesia. Pisang mengandung pati cukup tinggi (20-30%) sehingga merupakan sumber pati resisten yang potensial.

Atas dasar hal-hal tersebut di atas, perlu dipelajari evaluasi nilai gizi pati resisten pada tepung pra-masak pisang menggunakan tikus percobaan, sehingga jika diterapkan pada manusia diharapkan mempunyai efek yang positif untuk kesehatan usus besar. Hasil penelitian terbaik akan diaplikasikan untuk pembuatan biskuit tinggi pati resisten yang diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai makanan kesehatan untuk manusia terutama yang mengalami masalah pencernaan.

BAB II

RUMUSAN MASALAH

Beberapa permasalahan yang dihadapi berkaitan dengan pati resisten antara lain:

- a. Masalah alat pencernaan erat hubungannya dengan perubahan pola makan. Masyarakat modern cenderung mengkonsumsi makanan yang berasal dari bahan pangan hewani dan kurang mengkonsumsi bahan pangan nabati yang kaya serat. Pati resisten telah diteliti mempunyai efek fisiologis yang sama dengan serat makanan, yaitu dapat mencegah kanker kolon dan diare, sembelit, wasir dan divertikulosis.
- b. Di Indonesia penelitian mendalam tentang pati resisten belum banyak dilakukan, padahal terdapat banyak sumber-sumber pati resisten, misalnya pisang. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian sumber-sumber pati resisten, baik pada bahan mentah maupun pada bahan pangan olahan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai makanan kesehatan untuk manusia terutama yang mengalami masalah pencernaan.

Studi Pendahuluan yang telah dilaksanakan

Beberapa penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan pati resisten antara lain :

- a. Rosida, 2001. Perbandingan Penentuan Kadar Pati Resistan Secara *In vitro* dan *In vivo*. Pada penelitian ini dilakukan studi pendahuluan tentang cara-cara analisa kadar pati resisten. Secara *in vitro*, paling baik digunakan metode gravimetri dengan multi-enzim dan secara *in vivo*, dilakukan bioassay dengan tikus percobaan dan dilakukan analisa sifat fisik dan kimia digesta tikus.
- b. Rosida, 2004. Pembuatan Biskuit Crackers Dari Substitusi Parsial Tepung Terigu Dengan Tepung Pra-Masak Evaluasi Nilai Gizi Pati Resistan. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan crackers dari tepung pra-masak maizena, pisang dan beras. Tepung pra-masak yang

dihasilkan dari proses perebusan dan pendinginan mengandung kadar pati resisten yang relatif tinggi (5-10%).

- c. Rosida, 2005. Evaluasi Nilai Gizi Pati Resisten Pada Produk Kerupuk Dari Berbagai Jenis Tepung. Laporan Penelitian Dosen Muda TA. 2005. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan kerupuk dari tepung tapioka, maizena, hunkwee dan sagu. Hasil penelitian menunjukkan proses pembuatan kerupuk dapat meningkatkan kadar pati resisten dan mempunyai efek yang baik bagi kesehatan kolon tikus percobaan.

Kajian Hasil Penelitian Yang Telah Dipublikasikan

Beberapa Publikasi tentang Pati Resisten dan Proses Pembentukan Pati Resisten antara lain :

- a. Marsono, Y. 1998. Perubahan Kadar *Resistant Starch* dan Komposisi Kimia Beberapa Bahan Pangan Kaya Karbohidrat Dalam Pengolahan. *J.Agritech* Vol. 19 No. 3 : 124-127. Pada penelitian ini disimpulkan bahwa proses pengukusan dan pendinginan pada bahan pangan kaya karbohidrat (beras, umbi-umbian dan pisang) dapat meningkatkan kadar pati resistennya.
- b. Rosida, 2002. Pembuatan Tepung Pati Resisten Dari Beras, Pisang dan Maizena dan Pengaruhnya Terhadap Tikus Percobaan yang mengkonsumsinya. *J.Penelitian Ilmu-ilmu Teknik* Vol.2 No.2, Desember 2002. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan tepung pati resisten dari maizena, beras dan pisang melalui proses perebusan dan pendinginan. Bioassay menunjukkan konsumsi tepung pati resisten dapat menurunkan pH dan meningkatkan konsentrasi SCFA sehingga baik untuk kesehatan kolon.
- c. Rosida, 2009. Evaluasi Nilai Gizi Pati Resisten Pada Produk Kerupuk dari Empat Jenis Pati. *J. Teknologi dan Industri Pangan* Vol.20 No.1, Juni 2009. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan kerupuk dari maizena, tapioka, sagu dan hunkwee (pati kacang hijau). *Bioassay* menunjukkan diet dari masing-masing kerupuk tidak berpengaruh pada kadar air digesta, namun diet ini dapat meningkatkan berat, volume

digesta, dan konsentrasi SCFA serta menurunkan pH digesta terutama kelompok tikus yang diberi diet kerupuk sagu.

BAB III PATI RESISTEN

Sifat Fisik Kimia Pati Resisten

Pati resisten (*Resistant Starch/RS*) didefinisikan sebagai pati atau produk degradasi pati yang tidak dapat dicerna oleh usus manusia yang sehat (Asp dan Bjorck, 1992). Pati Resisten dapat dihasilkan dari proses pengolahan (pemanasan dan pendinginan bahan berpati yang berulang-ulang), sifat alami pati (pati kentang, pisang dan bahan nabati tinggi amilosa lainnya) dan sifat fisik bahan berpati (ukuran partikel dan derajat hidrasi) dan sebagainya (Kingman dan Englyst, 1994).

Tabel 1. Klasifikasi pati berdasarkan kecernaannya

Jenis pati	Terdapatnya	Kemungkinan kecernaan pd usus kecil
<ul style="list-style-type: none"> • Pati cepat tercerna (RDS) • Pati lambat tercerna (SDS) • Pati Resisten (RS) 	Makanan berpati yg baru dimasak	Cepat
<ul style="list-style-type: none"> 1. Pati Resisten secara fisik (RS-1) 	Sebagian besar sereal mentah	Lambat tapi komplit
<ul style="list-style-type: none"> 2. Granula pati yg resisten (RS-2) 	Sereal/biji-bijian yg digiling kasar	Tahan
<ul style="list-style-type: none"> 3. Pati teretrogradasi (RS-3) 	Kentang mentah dan pisang	Tahan
	Kentang rebus yg didinginkan, roti & flakes	Tahan

Kingman dan Englyst (1994).

Tabel 1 diatas dapat digunakan sebagai pedoman untuk membedakan beberapa penyebab resistensi pati. RS-tipe 1 adalah pati yang tidak tercerna secara fisik, yang menunjukkan pati yang terperangkap dalam struktur seluler atau multiseluler yang mencegah terjadinya hidrolisis pati oleh enzim amilase, misalnya pati yang terperangkap dalam biji sereal utuh. RS-tipe 2 menunjukkan pati yang tidak terhidrolisis karena struktur kristal dalam granula pati. Sedangkan RS-tipe 3 menunjukkan pati yang kembali membentuk kristal (rekristalisasi) selama gelatinisasi dan pendinginan pati, yang dikenal

dengan pati teretrogradasi dan mengandung terutama amilosa teretrogradasi (Kingman dan Englyst, 1994).

Dari Tabel 1 diketahui, pati yang terdapat dalam granula kentang dan pisang sangat resisten terhadap enzim pencernaan, yaitu sebagai sumber RS-tipe 2. Granula pati kentang mentah dan pisang yang mempunyai struktur kristalin *tipe B* yang resisten terhadap hidrolisis amilase. Menurut Schulz et al. (1993), RS-tipe 3 (pati teretrogradasi) dapat terbentuk selama proses pemasakan dan RS-tipe 2 (akibat sifat alami pati yang resisten) dapat hilang akibat lepasnya *barier seluler* dan kerusakan granula pati karena pemanasan dan pendinginan berulang-ulang.

Pati Resistan, selain mempunyai manfaat yang mirip seperti serat pangan, juga mempunyai kelebihan untuk mencegah kanker kolon dan diare, serta dapat meningkatkan mikroflora usus, sehubungan dengan tingginya kadar asam lemak rantai pendek (*Short-Chain Fatty Acid / SCFA*) merupakan produk akhir utama dari degradasi serat pangan dan pati resisten oleh bakteri anaerob pada usus besar (Cummings, 1989).

Menurut Cummings dan Bingham (1987), produk fermentasi serat pangan dan pati resisten berupa asam lemak rantai pendek dan gas-gas yaitu CO₂, CH₄ dan H₂. Diantara SCFA yang dihasilkan, asam asetat, propionat dan butirrat merupakan SCFA yang dominan, sedangkan isobutirat, valerat dan isovalerat kontribusinya sangat sedikit. Asam propionat mampu menurunkan sintesis asam lemak dan kolesterol, asam asetat dapat menurunkan glukosa darah, sedangkan asam butirrat diduga dapat mencegah kanker kolon karena kemampuannya menekan pertumbuhan sel-sel yang abnormal (Kim et al, 1994 didalam Morita et al., 1999).

Usaha-usaha untuk meniru proses pencernaan yang terjadi pada usus manusia adalah sulit dan diperlukan pengukuran analitik yang divalidasi oleh pengukuran secara *in vivo* (menggunakan hewan percobaan). Meskipun data yang tersedia masih terbatas, namun nampaknya tikus percobaan mencerna makanan dengan level yang sama dengan sistem pencernaan manusia. Kelebihan penggunaan hewan coba

adalah selain lebih mudah diperoleh, juga lebih murah dan lebih mudah digunakan daripada menggunakan pasien manusia.

Bioassay dengan tikus percobaan menunjukkan pati resisten dapat meningkatkan jumlah feses dan kadar air feses serta mempercepat transit di dalam kolon (Rosida, 2007). Pati resisten mengakibatkan digesta bersifat viskus dan menaikkan efek laksatif sehingga mencegah sembelit, wasir dan divertikulosis. Pada tikus, pati resisten menaikkan konsentrasi asam lemak rantai pendek digesta dan menurunkan pH digesta tikus sehingga mempunyai efek yang positif pada kesehatan kolon.

Pati Resisten Pisang

Buah pisang telah lama dikenal oleh masyarakat karena mudah diperoleh dan mempunyai nilai gizi yang tinggi. Buah pisang termasuk buah yang paling banyak dikonsumsi di Indonesia, juga termasuk buah yang mempunyai persentasi total produksi cukup besar dibandingkan buah-buahan lainnya.

Pisang termasuk buah yang mudah rusak (*perishable*), oleh karena itu banyak dilakukan proses pengolahan pisang untuk tujuan tertentu, misalnya meningkatkan nilai ekonominya, meningkatkan rasa dan memperpanjang umur simpannya. Pengolahan pisang secara tradisional antara lain dengan cara direbus, dikukus, digoreng/dibuat ceriping atau dibuat tepung. Tepung pisang adalah tepung yang diperoleh dari daging buah pisang melalui proses pengeringan dan penggilingan, dan digunakan sebagai bahan dasar untuk pembuatan kue maupun makanan bayi (Rahmawati et al., 2003).

Berdasarkan cara konsumsi, pisang dikelompokkan dalam 2 golongan, yaitu *Banana* dan *Plantain*. *Banana* adalah pisang yang sering dikonsumsi dalam bentuk segar setelah buah matang, contohnya pisang Ambon, Susu, Raja, Seribu dan Sunripe. *Plantain* adalah pisang yang dikonsumsi setelah digoreng, direbus, dibakar atau dikukus seperti pisang Kepok, Siam, Kapas, Tanduk dan Uli (Anonim, 2007).

Komposisi kimia buah pisang dipengaruhi oleh jenis pisang, kondisi pertumbuhan dan tingkat kemasakannya. Buah pisang mengandung pati cukup tinggi yaitu 28 – 29%, sehingga buah pisang ini cukup potensial dikembangkan sebagai sumber pati resisten. Kadar pati pisang Ambon, Uli, Nangka dan Kepok dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Pati Pisang Ambon, Uli, Nangka dan Kepok

Jenis Pisang	Kadar pati (%)
Pisang Kepok	29,06
Pisang Nangka	29,59
Pisang Uli	28,63
Pisang Tanduk	29,89

Rahmawati et al. (2003)

Menurut Lii dan Chang (1991), kandungan fosfor pisang relatif tinggi (0,05-0,07 mg/g) yang menunjukkan adanya ester fosfat pada granula pati. Fosfor membentuk rantai yang berikatan silang pada granula pati sehingga memperkuat struktur granula pati akibatnya lebih sukar diserang enzim amilase sehingga dapat mempengaruhi kadar pati resisten dalam buah pisang.

Pengolahan Pangan dan Pati Resisten

Pengolahan Pangan merupakan proses yang sangat sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Umumnya bahan pangan diolah dengan beberapa tujuan, antara lain untuk mengawetkan, mengemas dan menyimpan serta untuk membuat produk yang dikehendaki dan menyiapkan makanan untuk dihidangkan (Harris dan Karmas, 1989).

Pemanasan pati disertai air berlebihan akan mengakibatkan pati mengalami gelatinisasi. Pendinginan pati yang telah tergelatinisasi dapat mengubah struktur pati yang mengarah pada terbentuknya kristal baru yang tidak larut berupa pati teretrogradasi. Gelatinisasi dan retrogradasi yang sering terjadi pada pengolahan bahan berpati mempengaruhi pencernaan pati didalam usus halus (Marsono, 1998).

Pendinginan pati yang telah tergelatinisasi dapat mengubah struktur pati yang mengarah pada terbentuknya kristal baru yang tidak

larut berupa pati teretrogradasi. Gelatinisasi dan retrogradasi yang sering terjadi pada pengolahan bahan berpati dapat mempengaruhi pencernaan pati di dalam usus halus (Englyst dan Cummings, 1986).

Menurut Englyst dan Cummings (1987) didalam Marsono (1998) pemanasan pati disertai air berlebihan akan mengakibatkan pati mengalami gelatinisasi. Pendinginan pati yang telah tergelatinisasi dapat mengubah struktur pati yang mengarah pada terbentuknya kristal baru yang tidak larut berupa pati teretrogradasi. Gelatinisasi dan retrogradasi yang sering terjadi pada pengolahan bahan berpati dapat mempengaruhi pencernaan pati di dalam usus halus.

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perlakuan pemasakan yang dikombinasi pendinginan dapat meningkatkan kadar pati resisten pisang. Dan peningkatan kadar pati resisten tertinggi terdapat pada pisang Tanduk dan Raja Nangka. Data kadar pati resisten tepung pra-masak yang terbaik dari penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar pati resisten tepung pisang kontrol dan pra-masak

Jenis Tepung	Kadar RS (%)
Pisang Tanduk Kontrol	6,80
Pisang Tanduk (direbus & didinginkan)	11,44
Pisang Tanduk (dikukus & didinginkan)	7,02
Pisang Tanduk (dipanggang & didinginkan)	9,43
Pisang Tanduk (dibakar & didinginkan)	6,38
Pisang Tanduk (digoreng & didinginkan)	7,23
Pisang Raja Nangka Kontrol	6,42
Pisang Raja Nangka (direbus & didinginkan)	9,33
Pisang Raja Nangka (dikukus & didinginkan)	10,73
Pisang Raja Nangka (dipanggang & didinginkan)	8,77
Pisang Raja Nangka (dibakar & didinginkan)	7,21
Pisang Raja Nangka (digoreng & didinginkan)	5,13

Rosida (2008)

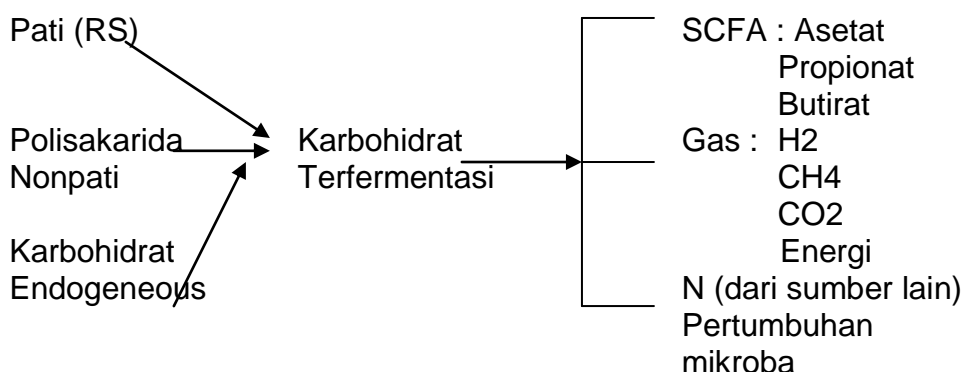
Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa perebusan/pengukusan yang dikombinasi dengan pendinginan dapat meningkatkan kandungan pati

resisten pisang. Hasil penelitian Yulia (1999) menunjukkan pisang Kepok dan pisang Tanduk mempunyai kandungan pati resisten yang tinggi setelah mengalami proses pengolahan (pengukusan dan pendinginan). Demikian pula hasil penelitian Rosida (2001) menunjukkan pisang Tanduk yang mengalami pengukusan dan pendinginan dapat meningkatkan kadar pati resistennya.

Efek Fisiologis Pati Resisten

Muir et al. (1995) menyatakan bahwa serat pangan bukanlah satu-satunya karbohidrat yang tidak tercerna dan masuk ke dalam usus besar. Pada awal tahun 1980-an, telah ditemukan fraksi pati dalam diet yang lolos pada proses pencernaan dan absorpsi dalam usus halus manusia. Pati atau produk degradasi pati yang tidak dapat dicerna oleh usus manusia yang sehat ini telah didefinisikan sebagai pati resisten (*Resistant Starch*) (Asp dan Bjorck, 1992).

Makanan yang tidak dapat dicerna dan diabsorpsi sempurna pada usus halus akan tersedia untuk fermentasi dalam kolon oleh bakteri anaerobik. Menurut Cummings (1989), serat pangan dan pati resisten merupakan substrat utama bagi bakteri untuk fermentasi di dalam caecum dan kolon. Skema fermentasi pati resisten dan serat pangan di dalam usus besar dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Pemecahan Karbohidrat (Pati Resisten dan Serat Pangan) dalam Usus Besar (Englyst dan Cummings, 1987 didalam Marsono, 1998).

Efek fisiologis serat pangan dan pati resisten bukan hanya disebabkan oleh serat pangan atau pati resisten itu sendiri, tetapi juga oleh asam lemak rantai pendek (*Short-Chain Fatty Acid / SCFA*) yang merupakan hasil fermentasinya di dalam usus besar. SCFA merupakan produk akhir utama dari degradasi serat pangan dan pati resisten oleh bakteri anaerob pada usus besar (Cummings, 1989).

Menurut Cummings dan Bingham (1987), produk fermentasi serat pangan dan pati resisten berupa asam lemak rantai pendek dan gas-gas yaitu CO₂, CH₄ dan H₂. Diantara SCFA yang dihasilkan, asam asetat, propionat dan butirat merupakan SCFA yang dominan, sedangkan isobutirat, valerat dan isovalerat kontribusinya sangat sedikit. Asam propionat mempunyai peranan yang penting dalam metabolisme karbohidrat dan lipid di dalam hati (Wolever, 1992 didalam Marsono, 1998), sedangkan asam butirat diduga dapat mencegah kanker kolon karena kemampuannya menekan pertumbuhan sel-sel yang abnormal (Kim et al, 1994 didalam Morita et al., 1999).

Dari hasil penelitian tahun pertama, dipilih 3 kombinasi proses pemasakan yang menyebabkan kenaikan kadar pati resisten pada hampir semua jenis pisang yaitu perebusan-pendinginan, pengukusan-pendinginan dan pemanggangan-pendinginan. Sedangkan jenis pisang yang dipilih adalah pisang Tanduk dan Raja Nangka yang mempunyai kadar pati resisten relatif tinggi dibandingkan pisang lainnya.

Pada penelitian ini dipelajari penggunaan tepung pra-masak sebagai sumber pati resisten dalam rangka pengembangan produk makanan kesehatan yang tinggi pati resisten. Melalui penelitian ini akan disusun formula yang menghasilkan produk biskuit tinggi pati resisten dengan tekstur, penampakan dan citarasa yang baik sehingga produk tersebut dapat berkompetisi di pasaran.

Biskuit crackers merupakan produk yang awet dan secara psikologi dapat diterima sebagai pengganti makanan pokok atau makanan sarapan. Crackers krim dibuat dengan resep yang sederhana yang terdiri dari terigu, lemak dan garam. Produk ini selalu difermentasi dengan ragi dan

adonannya dilaminasi sebelum dipotong-potong dan dipanggang. Campuran terigu dan lemak digunakan sebagai bahan pengisi diantara lapisan-lapisan adonan sehingga menghasilkan biskuit renyah yang berlapis-lapis (Manley, 1983).

BAB IV

METODE PEMECAHAN MASALAH

Atas dasar hal-hal tersebut diatas, perlu dipelajari metode pemecahan masalah yaitu penelitian evaluasi nilai gizi pati resisten pada tepung pra-masak pisang. Penelitian ini menggunakan metode penelitian laboratorium dengan tahapan penelitian sebagai berikut :

Tahap I : Analisis kadar RS tepung pra-masak dari 8 varietas pisang dan 10 macam proses pengolahan

Bahan dasar dalam penelitian ini adalah 8 jenis pisang, yaitu pisang Kepok, Raja Bulu, Raja Nangka, Ambon, Barangan, Tanduk, Raja Uli, dan Candi. Bahan-bahan kimia untuk penelitian ini adalah KOH, Arsenomolibdat, Nelson A, Nelson B dan Glukosa Standar serta enzim amilase, amiloglukosidase dan pullulanase.

Persiapan bahan meliputi pengupasan penimbangan, pengirisan dan perendaman dalam larutan Na-bisulfit. Untuk memperoleh tepung pisang kontrol (tanpa perlakuan pengolahan) dilakukan proses pengeringan (suhu 60°C selama 6 jam) pada pisang Kepok, Raja Bulu, Raja Nangka, Ambon, Barangan, Tanduk, Raja Uli, dan Candi. Pada tepung pisang kontrol dilakukan analisa kadar air, pati, dan amilosa, serta analisa kadar pati resisten untuk digunakan sebagai pembanding.

Perlakuan Pengolahan pisang meliputi : (1) perebusan (suhu 100°C selama 15 menit), (2) perebusan & pendinginan (suhu 15°C selama 24 jam), (3) pengukusan (suhu 100°C selama 15 menit), (4) pengukusan dan pendinginan, (5) pengovenan (suhu 100°C selama 15 menit), (6) pengovenan & pendinginan, (7) pemanggangan (di atas api selama 15 menit), (8) pemanggangan & pendinginan, (9) penggorengan (suhu 200°C selama 15 menit), serta (10) penggorengan & pendinginan, kemudian dilanjutkan pengeringan (suhu 60°C selama 6 jam), penggilingan dan pengayakan (100 mesh) sehingga diperoleh tepung pra-masak pisang. Pada tepung pra-masak dilakukan analisis kadar pati resisten untuk

mengetahui pengaruh proses pengolahan pada pembentukan pati resisten.

Tahap II : Bioassay pati resisten tepung pra-masak pisang

Hewan percobaan yang digunakan adalah tikus putih jenis Wistar (umur 2 bulan dengan berat rata-rata 110 g). Bahan-bahan untuk pakan tikus, meliputi kasein, sukrosa, minyak nabati, selulosa, campuran mineral (AIN-93) dan campuran vitamin (AIN-93), serta glukosa kit (bavaria Diagnostic Germany), kolesterol kit (DiaSys Diagnostic System GmbH & Co, Jerman).

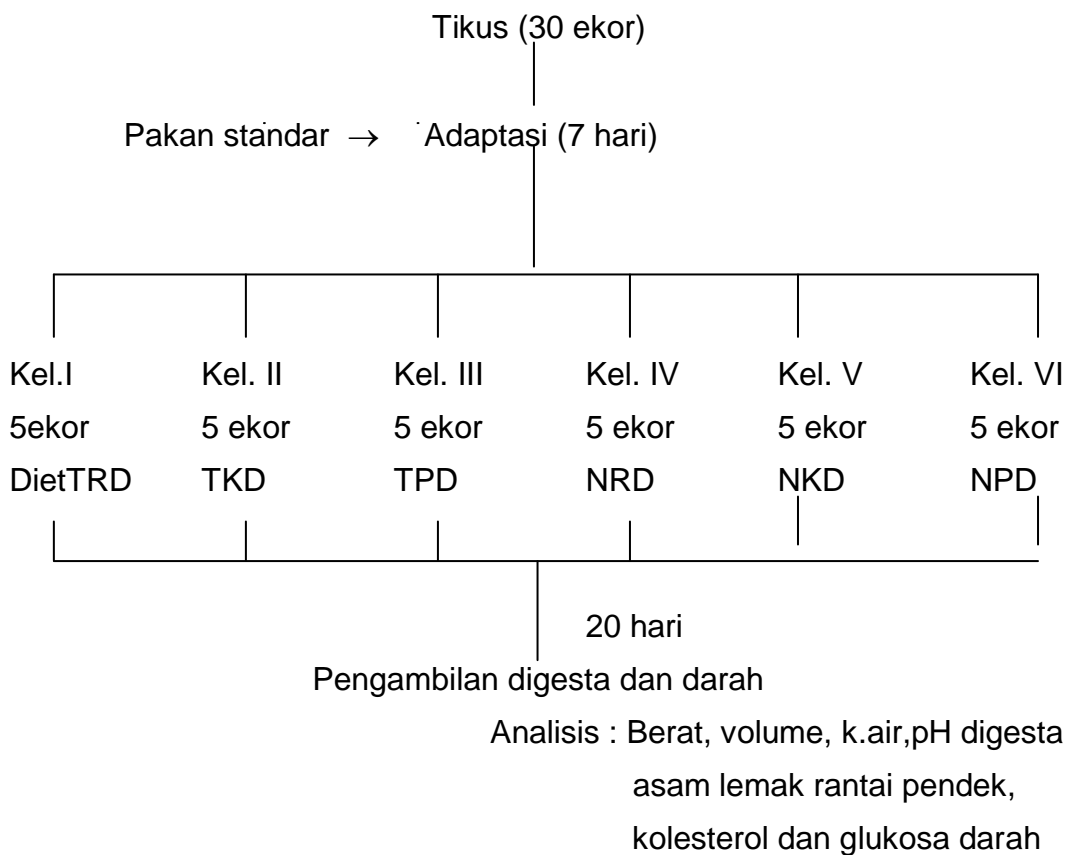
Diet perlakuan dibuat dari tepung pra-masak pisang dari 2 jenis pisang dan 3 jenis pengolahan sehingga diperoleh 6 macam diet perlakuan, yaitu diet pisang Tanduk setelah perebusan-pendinginan (TRD), pengukusan-pendinginan (TKD), dan pemanggangan-pendinginan (TPD), serta diet pisang Raja Nangka setelah perebusan-pendinginan (NRD), pengukusan-pendinginan (NKD), dan pemanggangan-pendinginan (NPD) yang disajikan pada Tabel 2. Pembuatan diet tikus mengacu pada formula diet *American Institute of Nutrition* (AIN-93) (Reeves et al., 1993).

Sebanyak 30 ekor tikus putih jenis Wistar (umur 2 bulan, berat rata-rata 110 g) diadaptasi selama 7 hari dengan cara menempatkan setiap tikus secara individu dalam kandang yang cukup cahaya, ventilasi, dan pada suhu kamar. Selama adaptasi, tikus diberi diet standar (AIN-93) dan minum secara ad libitum.

Kemudian tikus-tikus tersebut dibagi menjadi 6 (enam) kelompok sesuai perlakuan, yang masing-masing terdiri dari 5 ekor tikus. Diet perlakuan dan air minum diberikan ad libitum selama 20 hari

Pada hari ke-21 (dua puluh satu) dilakukan pembedahan pada semua tikus dari tiap-tiap kelompok untuk pengambilan digesta yang ada di caecum untuk dianalisa berat, volume, kadar air, pH dan kadar asam lemak rantai pendeknya (SCFA) serta pengambilan darah untuk dianalisa kadar kolesterol dan glukosa darah.

Sebelum diambil darahnya, tikus dipuaskan terlebih dahulu selama 12 jam. Pengambilan darah dilakukan melalui *sinus orbitalis* (terletak di organ mata) sebanyak 1 ml dengan menggunakan *haematocrit* dan dimasukkan pada tabung appendorf. Darah kemudian disentrifuse untuk memisahkan serum darah untuk dianalisis kadar glukosa serum menggunakan metode GOD-PAP serta kadar kolesterol total dengan menggunakan metode *Enzymatic Colorymetric Test* (CHOD-PAP).



Gambar 2. Diagram Alir *Bioassay*

Tabel 4. Komposisi Diet Tikus (g/1000 g)*

Komponen	Diet TRD	Diet TKD	Diet TPD	Diet NRD	Diet NKD	Diet NPD
P.Tanduk rebus-dingin	620,70	----	-----	-----	-----	-----
P.Tanduk kukus-dingin	----	620,70	-----	-----	-----	-----
P.Tanduk panggang-dingin	----	-----	620,70	-----	-----	-----
P. Raja Nangka	-----	-----	----	620,70	-----	-----

rebus-dingin						
P. Raja Nangka kukus-dingin	-----	-----	-----	-----	620,70	-----
P. Raja Nangka panggang-dingin	-----	-----	-----	-----	-----	620,70
Kasein	140	140	140	140	140	140
Sukrosa	100	100	100	100	100	100
Minyak Kedelai	40	40	40	40	40	40
Selulosa	50	50	50	50	50	50
Camp.mineral	35	35	35	35	35	35
Camp.vitamin	10	10	10	10	10	10
Air	Secukupnya	Secukupnya	Secukupnya	Secukupnya	Secukupnya	Secukupnya
Total Energi (g/1000 g)	3038,5	3038,5	3038,5	3038,5	3038,5	3038,5

*Campuran mineral dan vitamin mengacu pada AIN-93 (Reeves et al., 1993)

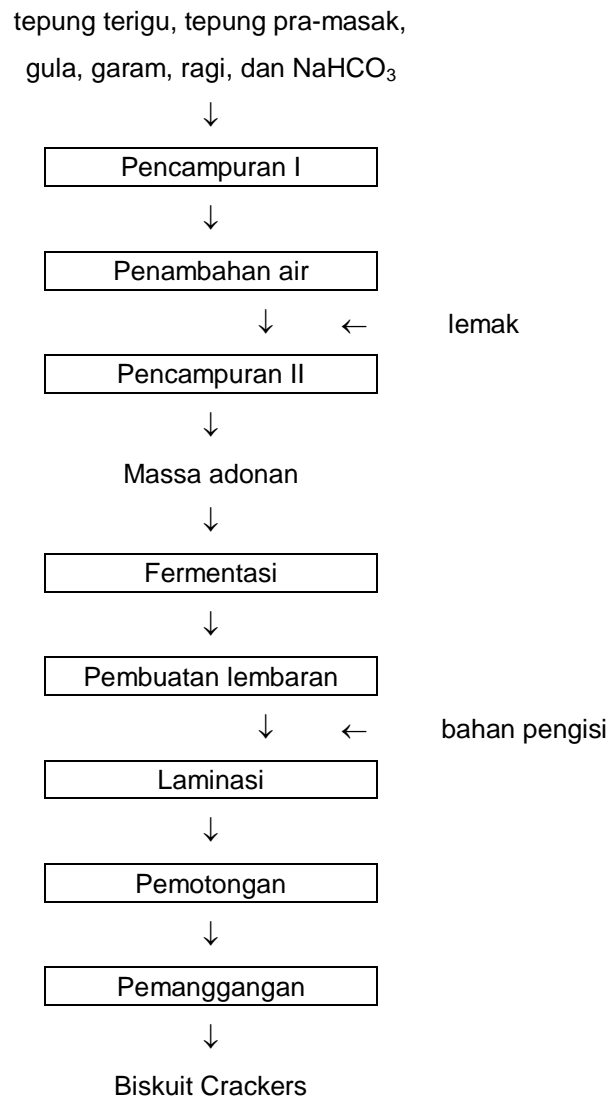
Tahap III : Penggunaan Tepung Pra-masak Pisang untuk Pembuatan Biskuit Crackers

Tahap ini bertujuan untuk mencoba penggunaan tepung pra-masak pisang untuk mensubstitusi sebagian tepung terigu pada pembuatan crackers. Pada tahap ini dilakukan pembuatan biscuit crackers dari tepung terigu yang disubstitusi sebagian dengan tepung pra-masak pisang Tanduk dan Raja Nangka (tingkat substitusi 15% dan 20%) yang dipilih sebagai perlakuan terbaik dari penelitian tahap I (*bioassay*).

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan crackers adalah tepung terigu, lemak, soda kue, garam, yeast, gula dan air (Manley, 1983).

Pembuatan biskuit crackers dilakukan menurut cara Manley (1983). Mula-mula bahan-bahan non lemak, yaitu 100 bagian tepung (tepung terigu dan tepung pra-masak) dicampur dengan gula, garam, ragi, dan NaHCO_3 (masing-masing 1,5, 1,5, 1,5, dan 0,5 bagian) dan air (sekitar 40 bagian) hingga terbentuk massa plastis yang disebut adonan, kemudian 20 bagian lemak dicampurkan secara merata. Setelah itu dilakukan fermentasi (selama 30 menit pada suhu kamar), pembentukan lembaran (*sheeting*), laminasi, pemotongan dan pemanggangan (pada suhu 260°C selama 5 menit dilanjutkan suhu 176°C selama 5 menit). Proses pembuatan biskuit crackers ini dapat dilihat pada Gambar 3.

Pengamatan yang dilakukan adalah uji organoleptik (uji hedonik) terhadap tekstur, warna, dan rasa crackers menggunakan 15 orang panelis (Soekarto, 1985).



Gambar 3. Proses pembuatan biskuit crackers dengan cara Manley (1983) yang dimodifikasi

BAB V

KARAKTERISTIK TEPUNG PRA MASAK PISANG

Karakteristik Tepung Pisang Kontrol

Pada penelitian ini dilakukan analisa kadar air, pati, amilosa dan pati resisten tepung kontrol (tanpa perlakuan pengolahan) dari 8 jenis pisang, yaitu pisang Kepok, Raja Bulu, Raja Nangka, Ambon, Barangan, Tanduk, Raja Uli, dan Candi. Hasil analisis kadar air, pati, amilosa dan pati resisten (RS) tepung kontrol dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Komposisi kimia tepung kontrol dari 8 jenis pisang (%)

Jenis Pisang	Kadar air	Kadar Pati	Kadar Amilosa	Kadar RS
Kepok	7,55	75,01	33,68	5,15
Raja Bulu	7,36	67,42	22,13	6,56
Raja Nangka	8,12	77,73	47,32	6,42
Ambon	8,47	79,37	33,13	7,86
Barangan	7,85	76,73	35,38	4,44
Tanduk	7,70	79,95	40,36	6,80
Raja Uli	6,89	66,96	22,00	5,40
Candi	5,91	76,40	37,01	5,47

Dari Tabel 5 tersebut terlihat bahwa kedelapan jenis tepung pisang mempunyai kadar air 5,91 – 8,47%, kadar pati 66,96 – 79,95%, kadar amilosa 22,00 – 47,32% dan kadar pati resisten 4,44 – 7,86 %.

Hasil analisa kadar RS menunjukkan semua jenis tepung pisang, kecuali pisang barangan, mempunyai kadar RS (5,15-7,86%) yang tergolong tinggi (5,0-15,0%). Tingginya kadar RS pada tepung kontrol disebabkan adanya RS-tipe 2 pada pisang, yang disebabkan oleh sifat alami granula pati yang resisten terhadap hidrolisis amilase. Menurut Kingman dan Englyst (1994), RS-tipe 2 menunjukkan pati yang tidak terhidrolisis karena struktur kristal dalam granula pati, misalnya granula pati kentang mentah dan pisang yang mempunyai struktur *kristalin tipe B*.

Pisang Tanduk dan Raja Nangka mempunyai kadar pati dan amilosa masing-masing 79,95% dan 40,36%, serta 77,73% dan 47,32% yang relatif tinggi dibandingkan jenis pisang lainnya, sehingga diharapkan

setelah mengalami proses pemanasan dan pendinginan dapat menghasilkan tepung pra-masak dengan kadar RS yang tinggi. Asp dan Bjorck (1992) menyatakan bahwa makin tinggi kadar amilosa pati, makin tinggi pula kadar pati resistennya. Granula pati yang kaya akan amilosa mempunyai kemampuan mengkristal yang lebih besar yang disebabkan oleh lebih intensifnya ikatan hidrogen, akibatnya pati tidak dapat mengembang/mengalami gelatinisasi sempurna pada waktu pemasakan sehingga tercerna lebih lambat.

Karakteristik Tepung Pra-masak Pisang Kepok

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa proses pengolahan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) pada kadar RS pisang Kepok. Hasil analisis kadar RS tepung pisang Kepok kontrol dan pra-masak dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kadar RS tepung pisang Kepok kontrol dan pra-masak

Perlakuan	Kadar RS (%)	
	Tepung kontrol	Tepung pra-masak
Mentah	5,15	-
Rebus		5,27 ^c
Rebus + Dingin		6,17 ^b
Kukus		5,18 ^c
Kukus + Dingin		6,68 ^b
Oven		5,67 ^c
Oven + Dingin		7,85 ^a
Panggang		5,71 ^c
Panggang + Dingin		7,24 ^{ab}
Goreng		7,32 ^{ab}
Goreng + Dingin		7,85 ^a

Ket : Rata-rata yang didampingi huruf berbeda berarti berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

Dari Tabel 6 tersebut diperoleh hasil bahwa kadar RS pisang kepok meningkat akibat proses pengolahan. Peningkatan tertinggi terdapat pada pisang yang diolah dengan kombinasi pengovenan dan pendinginan sebesar 152,4%, penggorengan dan pendinginan sebesar 152,4%, serta pemanggangan dan pendinginan sebesar 140,6% dibandingkan dengan tepung kontrol.

Pati resisten yang dihasilkan akibat proses pengolahan (pemanasan dan pendinginan bahan berpati yang berulang-ulang) adalah RS-tipe 3. Pemanasan pati disertai air berlebihan akan mengakibatkan pati mengalami gelatinisasi. Pendinginan pati yang telah tergelatinisasi dapat mengubah struktur pati yang mengarah pada terbentuknya kristal baru yang tidak larut berupa pati teretrogradasi. Gelatinisasi dan retrogradasi yang sering terjadi pada pengolahan bahan berpati mempengaruhi pencernaan pati didalam usus halus (Marsono, 1998).

Karakteristik Tepung Pra-masak Pisang Raja Bulu

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa proses pengolahan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) pada kadar RS pisang Raja Bulu. Hasil analisis kadar RS tepung pisang Raja Bulu kontrol dan pra-masak dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kadar RS tepung pisang Raja Bulu kontrol dan pra-masak

Perlakuan	Kadar RS (%)	
	Tepung kontrol	Tepung pra-masak
Mentah	6,56	-
Rebus		5,88 ^f
Rebus + Dingin		8,25 ^c
Kukus		4,92 ^h
Kukus + Dingin		6,72 ^e
Oven		5,07 ^g
Oven + Dingin		6,42 ^e
Panggang		6,42 ^e
Panggang + Dingin		9,75 ^a
Goreng		7,85 ^d
Goreng + Dingin		8,71 ^b

Ket : Rata-rata yang didampingi huruf berbeda berarti berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

Dari Tabel 7 tersebut diperoleh hasil bahwa kadar RS pisang Raja Bulu menurun pada proses pengolahan (perebusan, pengukusan, pengovenan dan pemanggangan) namun kombinasi proses pengolahan dengan pendinginan akan meningkatkan kadar RS tepung yang dihasilkan. Peningkatan tertinggi terdapat pada pisang yang diolah

dengan kombinasi pemanggangan dan pendinginan sebesar 148,6%, yaitu dari 6,56% menjadi 9,75%.

Pisang Raja Bulu kontrol mempunyai kadar RS yang relatif tinggi (6,56%) disebabkan oleh sifat alami granula pati yang resisten terhadap hidrolisis amilase (RS-tipe 2). Pada saat pengolahan dengan panas, proses pemanasan / gelatinisasi akan mengubah sifat granula pati menjadi lebih mudah diserang enzim amilase (lebih mudah dicerna), sehingga menurunkan kadar RS dibanding dengan tepung kontrol. Tetapi pemanasan disertai pendinginan pati yang telah mengalami gelatinisasi tersebut dapat mengubah struktur pati yang mengarah pada terbentuknya kristal baru yang tidak larut berupa pati teretrogradasi (*retrograded starch*). Sehingga kombinasi proses pengolahan dengan pendinginan akan meningkatkan kadar RS tepung yang dihasilkan (RS- tipe 3).

Menurut Schulz et al. (1993), RS-tipe 3 (*retrograded starch*) dapat terbentuk selama proses pemasakan dan RS-tipe 2 (akibat sifat alami pati yang resisten) dapat hilang akibat lepasnya *barier seluler* dan kerusakan granula pati.

Karakteristik Tepung Pra-masak Pisang Raja Nangka

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa proses pengolahan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) pada kadar RS pisang Raja Nangka. Hasil analisis kadar RS tepung pisang Raja Nangka kontrol dan pra-masak dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kadar RS tepung pisang Raja Nangka kontrol dan pra-masak

Perlakuan	Kadar RS (%)	
	Tepung kontrol	Tepung pra-masak
Mentah	6,42	-
Rebus		6,41 ^e
Rebus + Dingin		9,33 ^b
Kukus		6,65 ^e
Kukus + Dingin		10,73 ^a
Oven		6,73 ^e
Oven + Dingin		8,77 ^e
Panggang		7,12 ^d
Panggang + Dingin		7,21 ^d

Goreng		5,13 ^f
Goreng + Dingin		8,55 ^c

Ket : Rata-rata yang didampingi huruf berbeda berarti berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

Dari Tabel 8 tersebut diperoleh hasil bahwa kadar RS pisang Raja Nangka meningkat akibat proses pengolahan. Peningkatan tertinggi terdapat pada pisang yang diolah dengan kombinasi pengukusan dan pendinginan sebesar 182,7%, yaitu dari 6,42% menjadi 10,73%.

Pisang Raja Nangka mempunyai kandungan RS yang relatif tinggi dibandingkan pisang jenis lain. Hal ini disebabkan pisang Raja Nangka mengandung kadar pati (77,73%) dan kadar amilosa (47,32%) yang relatif tinggi (Tabel 4), sehingga menghasilkan tepung pra-masak dengan kadar RS yang tinggi.

Pati resisten yang dihasilkan akibat proses pengolahan (pemanasan dan pendinginan bahan berpati yang berulang-ulang) adalah RS-tipe 3. RS-tipe 3 berhubungan dengan agregat yang terbentuk oleh pemanasan dan dilanjutkan dengan pendinginan pati. Polimer linier amilosa teretrogradasi lebih cepat dan kuat daripada polimer bercabang amilopektin (Schulz *et al.*, 1993).

Karakteristik Tepung Pra-masak Pisang Ambon

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa proses pengolahan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) pada kadar RS pisang Ambon. Hasil analisis kadar RS tepung pisang Ambon kontrol dan pra-masak dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Kadar RS tepung pisang Ambon kontrol dan pra-masak

Perlakuan	Kadar RS (%)	
	Tepung kontrol	Tepung pra-masak
Mentah	7,86	-
Rebus		6,70 ^{bc}
Rebus + Dingin		8,69 ^a
Kukus		7,66 ^b
Kukus + Dingin		7,78 ^b
Oven		6,12 ^c
Oven + Dingin		8,11 ^{ab}

Panggang		7,61 ^b
Panggang + Dingin		8,97 ^a
Goreng		6,88 ^{bc}
Goreng + Dingin		7,61 ^b

Ket : Rata-rata yang didampingi huruf berbeda berarti berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

Dari Tabel 9 tersebut diperoleh hasil bahwa kadar RS pisang Ambon menurun pada proses pengolahan (perebusan, pengukusan, pengovenan, pemanggangan, dan penggorengan) namun kombinasi proses pengolahan dengan pendinginan akan meningkatkan kadar RS tepung yang dihasilkan. Peningkatan tertinggi terdapat pada pisang yang diolah dengan kombinasi pemanggangan dan pendinginan sebesar 114,1%, pengovenan dan pendinginan sebesar 103,2% serta perebusan pendinginan sebesar 110,5% dibandingkan dengan tepung kontrol.

Pisang Ambon kontrol mempunyai kadar RS yang relatif tinggi (7,86%) dibandingkan pisang jenis lain disebabkan oleh sifat alami granula pati yang resisten terhadap hidrolisis amilase (RS-tipe 2). Pada dasarnya semua jenis pisang mengandung RS-tipe 2, namun kandungan RS-tipe 2 ini bervariasi tergantung jenis pisang.

Pada tepung pra-masak, proses pemanasan / gelatinisasi yang dilakukan dalam wadah terbuka mungkin belum sempurna, sehingga ketika dianalisa diperoleh hasil pati teretrogradasi (RS-tipe 3) yang relatif rendah. Tetapi pemanasan disertai pendinginan (dalam refrigerator selama 1 malam) menyebabkan perubahan struktur pati yang mengarah pada terbentuknya kristal baru yang tidak larut berupa pati teretrogradasi (*retrograded starch*). Sehingga kombinasi proses pengolahan dengan pendinginan akan meningkatkan kadar RS tepung yang dihasilkan (RS-tipe 3).

Karakteristik Tepung Pra-masak Pisang Raja Uli

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa proses pengolahan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) pada kadar RS pisang Raja Uli. Hasil

analisis kadar RS tepung pisang Raja Uli kontrol dan pra-masak dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Kadar RS tepung pisang Raja Uli kontrol dan pra-masak

Perlakuan	Kadar RS (%)	
	Tepung kontrol	Tepung pra-masak
Mentah	5,41	-
Rebus		6,64 ^e
Rebus + Dingin		8,81 ^b
Kukus		7,65 ^c
Kukus + Dingin		7,73 ^c
Oven		6,04 ^f
Oven + Dingin		6,19 ^f
Panggang		7,09 ^d
Panggang + Dingin		9,94 ^a
Goreng		6,38 ^{ef}
Goreng + Dingin		7,84 ^c

Ket : Rata-rata yang didampingi huruf berbeda berarti berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

Dari Tabel 10 tersebut diperoleh hasil bahwa kadar RS pisang Raja Uli meningkat akibat proses pengolahan. Peningkatan tertinggi terdapat pada pisang yang diolah dengan kombinasi pemanggangan dan pendinginan sebesar 184,1%, yaitu dari 5,41% menjadi 9,94%. Pati resisten yang dihasilkan akibat proses pengolahan (pemanasan dan pendinginan bahan berpati yang berulang-ulang) adalah RS-tipe 3.

Pisang Raja Uli kontrol mempunyai kandungan RS yang relatif rendah (5,41 %). Hal ini disebabkan pisang Raja Uli mengandung kadar pati (66,9%) dan kadar amilosa (22,0%) yang relatif rendah (Tabel 4), sehingga menghasilkan tepung pra-masak dengan kadar RS yang rendah.

Asp dan Bjorck (1992) menyatakan bahwa makin tinggi kadar amilosa pati, makin tinggi pula kadar pati resistennya. Granula pati yang kaya akan amilosa mempunyai kemampuan mengkristal yang lebih besar yang disebabkan oleh lebih intensifnya ikatan hidrogen, akibatnya pati tidak dapat mengembang/mengalami gelatinisasi sempurna pada waktu pemasakan sehingga tercerna lebih lambat.

Karakteristik Tepung Pra-masak Pisang Candi

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa proses pengolahan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) pada kadar RS pisang Candi. Hasil analisis kadar RS tepung pisang Candi kontrol dan pra-masak dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Kadar RS tepung pisang Candi kontrol dan pra-masak

Perlakuan	Kadar RS (%)	
	Tepung kontrol	Tepung pra-masak
Mentah	5,47	-
Rebus		5,88 ^f
Rebus + Dingin		9,18 ^a
Kukus		6,50 ^e
Kukus + Dingin		8,59 ^b
Oven		5,98 ^f
Oven + Dingin		7,78 ^c
Panggang		7,28 ^d
Panggang + Dingin		8,61 ^b
Goreng		6,06 ^f
Goreng + Dingin		6,81 ^e

Ket : Rata-rata yang didampingi huruf berbeda berarti berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

Dari Tabel 11 tersebut diperoleh hasil bahwa pisang Candi kontrol mempunyai kandungan RS yang relatif rendah (5,47 %), namun kadar RS pisang Candi meningkat akibat proses pengolahan. Peningkatan terendah terdapat pada pisang yang diolah dengan perebusan sebesar 107,5%, yaitu dari 5,47 menjadi 5,88 % dan tertinggi pada pisang yang diolah dengan kombinasi perebusan dan pendinginan sebesar 167,8%, yaitu dari 5,47% menjadi 9,18%. Pati resisten yang dihasilkan akibat proses pengolahan (pemanasan dan pendinginan bahan berpati yang berulang-ulang) adalah RS-tipe 3.

Karakteristik Tepung Pra-masak Pisang Barangan

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa proses pengolahan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) pada kadar RS pisang Barangan. Hasil

analisis kadar RS tepung pisang Barangan kontrol dan pra-masak dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Kadar RS tepung pisang Barangan kontrol dan pra-masak

Perlakuan	Kadar RS (%)	
	Tepung kontrol	Tepung pra-masak
Mentah	4,44	-
Rebus		4,83 ^c
Rebus + Dingin		8,28 ^b
Kukus		5,60 ^c
Kukus + Dingin		7,16 ^b
Oven		4,97 ^c
Oven + Dingin		7,38 ^b
Panggang		5,03 ^c
Panggang + Dingin		9,98 ^a
Goreng		4,61 ^c
Goreng + Dingin		4,97 ^c

Ket : Rata-rata yang didampingi huruf berbeda berarti berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

Dari Tabel 12 tersebut diperoleh hasil bahwa kadar RS pisang Barangan meningkat akibat proses pengolahan. Peningkatan tertinggi terdapat pada pisang yang diolah dengan kombinasi pemanggangan dan pendinginan sebesar 167,8%, yaitu dari 4,44% menjadi 9,98%.

Pisang Barangan kontrol mempunyai kandungan RS yang relatif rendah dibandingkan pisang jenis lain. Hal ini mungkin disebabkan rendahnya RS-tipe 2 pada pisang Barangan. RS-tipe 2 disebabkan oleh sifat alami granula pati yang resisten terhadap hidrolisis amilase (karena adanya *barier seluler*). Pada dasarnya semua jenis pisang mengandung RS-tipe 2, namun kandungan RS-tipe 2 ini bervariasi tergantung jenis pisang. Namun proses pengolahan (pemanasan dan pendinginan) dapat meningkatkan kadar RS tepung pra-masak pisang Barangan.

Pati resisten dapat dihasilkan akibat proses pengolahan (pemanasan dan pendinginan bahan berpati yang berulang-ulang) adalah RS-tipe 3. Pemanasan pati disertai air berlebihan akan mengakibatkan pati mengalami gelatinisasi. Pendinginan pati yang telah tergelatinisasi dapat mengubah struktur pati yang mengarah pada terbentuknya kristal baru yang tidak larut berupa pati teretrogradasi. Gelatinisasi dan

retrogradasi yang sering terjadi pada pengolahan bahan berpati mempengaruhi pencernaan pati didalam usus halus (Marsono, 1998).

Karakteristik Tepung Pra-masak Pisang Tanduk

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa proses pengolahan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) pada kadar RS pisang Tanduk. Hasil analisis kadar RS tepung pisang Tanduk kontrol dan pra-masak dapat dilihat pada Tabel 13.

Dari Tabel 13 tersebut diperoleh hasil bahwa kadar RS pisang Tanduk meningkat akibat proses pengolahan. Peningkatan tertinggi terdapat pada pisang yang diolah dengan kombinasi perebusan dan pendinginan sebesar 168,2%, yaitu dari 6,80% menjadi 11,44%.

Tabel 13. Kadar RS tepung pisang Tanduk kontrol dan pra-masak

Perlakuan	Kadar RS (%)	
	Tepung kontrol	Tepung pra-masak
Mentah	6,80	-
Rebus		7,45 ^c
Rebus + Dingin		11,44 ^a
Kukus		6,38 ^c
Kukus + Dingin		7,02 ^c
Oven		6,03 ^c
Oven + Dingin		6,38 ^c
Panggang		9,03 ^b
Panggang + Dingin		9,43 ^b
Goreng		5,89 ^c
Goreng + Dingin		7,23 ^c

Ket : Rata-rata yang didampingi huruf berbeda berarti berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

Pisang Tanduk mempunyai kandungan RS yang relatif tinggi dibandingkan pisang jenis lain. Hal ini disebabkan pisang Tanduk mengandung kadar pati (79,9%) dan kadar amilosa (40,3%) yang relatif tinggi (Tabel 5), sehingga menghasilkan tepung pra-masak dengan kadar RS yang tinggi. Pati resisten yang dihasilkan akibat proses pengolahan (pemanasan dan pendinginan bahan berpati yang berulang-ulang) adalah RS-tipe 3.

Asp dan Bjorck (1992) menyatakan bahwa makin tinggi kadar amilosa pati, makin tinggi pula kadar pati resistennya. Granula pati yang kaya akan amilosa mempunyai kemampuan mengkristal yang lebih besar yang disebabkan oleh lebih intensifnya ikatan hidrogen, akibatnya pati tidak dapat mengembang/mengalami gelatinisasi sempurna pada waktu pemasakan sehingga tercerna lebih lambat.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa proses perebusan dan pendinginan pisang Tanduk akan meningkatkan kandungan RS-nya, yaitu dari 6,05% menjadi 11,33% (Rosida, 2001). Sedangkan proses pengukusan dan pendinginan pisang Tanduk akan meningkatkan kandungan RS dari 7,5% menjadi 9,7% (Yulia, 1999).

Pemilihan Perlakuan Terbaik

Pemilihan alternatif perlakuan terbaik dilakukan untuk menentukan jenis pisang dan perlakuan pengolahan yang menghasilkan kadar RS relatif tinggi, untuk dilanjutkan pada penelitian lanjutan (tahun kedua) yaitu Bioassay menggunakan tikus percobaan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua perlakuan pemasakan yang dikombinasi pendinginan dapat meningkatkan kadar pati resisten. Namun demikian dipilih 3 kombinasi proses pemasakan yang menyebabkan kenaikan kadar RS pada hampir semua jenis pisang yaitu perebusan-pendinginan, pengukusan-pendinginan dan pemanggangan-pendinginan. Sedangkan jenis pisang yang dipilih adalah pisang Tanduk dan Raja Nangka yang mempunyai kadar pati resisten relatif tinggi dibandingkan pisang lainnya. Hasil analisis kimia terhadap pisang Tanduk dan Raja Nangka dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Komposisi kimia Tepung Pra-masak Pisang (%)

Komposisi	Pisang Tanduk	Pisang Raja Nangka
Air (%)	7,70	8,12
Pati (%)	79,95	77,73
Amilosa (%)	40,36	47,32
Amilopektin (%)	39,59	30,41
Pati Resisten (%)		
- direbus & didinginkan	11,44	9,33

- dikukus & didinginkan	7,02	10,73
- dipanggang & didinginkan	9,43	7,21

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pisang Tanduk dan pisang Raja Nangka setelah proses pemasakan (pra-masak), pengeringan dan penggilingan mempunyai kadar pati resisten yang tergolong tinggi (7,02 - 11,44%). Tepung pra-masak ini akan dievaluasi nilai gizinya menggunakan tikus percobaan (*bioassay*).

BAB VI

EVALUASI GIZI TEPUNG PRA-MASAK

Evaluasi gizi pati resisten pisang dilakukan menggunakan tikus percobaan (tikus Wistar) yang diberi diet tepung pra-masak pisang Tanduk dan Raja Nangka yang telah mengalami 3 proses pengolahan (perebusan-pendinginan, pengukusan-pendinginan, dan pemanggangan-pendinginan). Penelitian ini bertujuan untuk pengaruh konsumsi tepung pra-masak pisang Tanduk dan Raja Nangka terhadap sifat fisik dan kimia digesta dan darah tikus percobaan. Analisa sifat fisik dan kimia digesta meliputi volume, berat, kadar air, pH dan kadar asam lemak rantai pendek (SCFA), sedangkan pada darah tikus percobaan dilakukan analisa kadar kolesterol dan glukosa darah.

Volume, Berat, dan Kadar air Digesta Tikus

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis pisang dan jenis pengolahan tidak berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap volume, berat, dan kadar air digesta tikus percobaan. Pengaruh pemberian diet tepung pra-masak pisang pada volume, berat, dan kadar air digesta tikus disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Volume, berat, dan kadar air digesta tikus yang mendapat 6 macam diet perlakuan (TRD, TKD, TPD, NRD, NKD dan NPD)

Diet	Volume digesta (g/100 g berat badan)	Berat digesta (g/100 g berat badan)	Kadar air (%)
TRD	2.06 ^a	2.07 ^a	86.46 ^a
TKD	2.00 ^a	2.01 ^a	84.08 ^a
TPD	1.92 ^a	1.97 ^a	84.07 ^a
NRD	2.04 ^a	2.02 ^a	86.14 ^a
NKD	1.96 ^a	2.00 ^a	84.32 ^a
NPD	2.00 ^a	2.02 ^a	76.64 ^a
Kontrol	2,02	1,82	81,75

- Nilai rata-rata dari 5 ulangan
- TRD (Tanduk rebus-dingin), TKD (Tanduk kukus-dingin), TPD (tanduk panggang-dingin), NRD (Raja Nangka rebus-dingin), NKD (raja Nangka kukus-dingin), NPD (raja nangka panggang-dingin)
- Nilai-nilai pada kolom yang sama ditandai huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

Dari Tabel 15 dapat dilihat bahwa tikus Wistar yang diberi diet tepung pra-masak pisang mempunyai volume digesta sekitar 1,92 – 2,06 ml, berat digesta sekitar 1,97 – 2,07 g dan kadar air digesta 76,64 – 86,46%. Hal ini mirip dengan tikus kontrol yang diberi diet standar (*standard-placebo*) mempunyai volume digesta 2,02 ml, berat digesta 1,82 g, dan kadar air digesta 81,75%.

Berdasarkan perlakuan jenis pisang, tikus-tikus yang diberi diet tepung pra-masak pisang Tanduk (terutama TRD dan NRD) mempunyai volume, berat dan kadar air digesta yang relatif tinggi yaitu, volume digesta masing-masing 2,06 dan 2,04; berat digesta masing-masing 2,07 dan 2,02 dan kadar air digesta masing-masing 86,46 dan 86,14. Hal ini disebabkan tepung pra-masak pisang Tanduk dan Raja Nangka (setelah proses perebusan-pendinginan) mempunyai kadar pati resisten relatif tinggi, masing-masing 11,44% dan 9,33 %.

Hal ini menunjukkan proses perebusan-pendinginan lebih efektif meningkatkan kadar pati resisten tepung pra-masak, sehingga jika dikonsumsi tikus percobaan akan meningkatkan volume, berat dan kadar air digesta. Dari hasil penelitian terbukti bahwa proses perebusan selama 30 menit dan pendinginan (selama 1 malam) lebih efektif dalam menghasilkan pati tergelatinisasi dan teretrogradasi yang menyebabkan tingginya kadar pati resisten (tipe-3) dibandingkan proses pengukusan dan proses pemanggangan. Hal ini disebabkan karena pada proses pengukusan (selama 15 menit) yang menggunakan uap air dan proses pemanggangan dengan udara panas (oven) mengakibatkan proses gelatinisasi yang kurang sempurna, akibatnya pada saat pendinginan, proses retrogradasi juga kurang sempurna sehingga menghasilkan tepung dengan kadar pati resisten yang relatif lebih rendah.

Menurut Wursch (1989) didalam Marsono (1998), pemanasan pati disertai air berlebihan akan mengakibatkan pati mengalami gelatinisasi, suatu proses yang meliputi hidrasi dan pelarutan granula pati. Tetapi pemanasan kembali disertai pendinginan pati yang telah

mengalami gelatinisasi tersebut dapat mengubah struktur pati yang mengarah pada terbentuknya kristal baru yang tidak larut berupa pati teretrogradasi (*retrograded starch*). Penyimpanan pati yang telah tergelatinisasi pada suhu rendah akan mempercepat terjadinya retrogradasi pati. Gelatinisasi dan retrogradasi yang sering terjadi selama pengolahan bahan berpati dapat mempengaruhi pencernaan pati didalam usus halus.

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan pemberian diet tinggi pati resisten akan meningkatkan berat digesta tikus yang mengonsumsinya (Gee et al., 1991, Morrand et al., 1992, Schulz et al, 1993, Morita et al, 1998 dan 1999), meningkatkan kadar air digesta (Gee et al., 1991 dan Schulz et al, 1993), dan meningkatkan jumlah feses (Schulz et al, 1993).

Asam Lemak Rantai Pendek dan pH Digesta Tikus

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis pisang dan jenis pengolahan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap konsentrasi asam asetat, propionat, butirrat dan total SCFA dalam digesta, namun tidak berpengaruh nyata pada pH digesta tikus percobaan. Pengaruh pemberian diet tepung pra-masak pisang pada konsentrasi asam asetat, propionat, butirrat, total SCFA dan pH dalam digesta tikus disajikan pada Tabel 16.

Tabel 16. Konsentrasi asam asetat, propionat, butirrat, total SCFA, dan pH digesta tikus yang mendapat 6 macam diet perlakuan (TRD, TKD, TPD, NRD, NKD dan NPD)

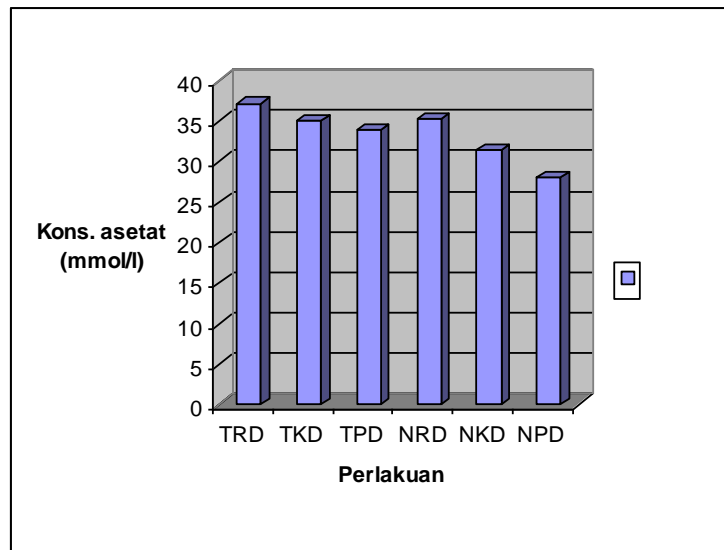
Diet	Konsentrasi SCFA (mmol/l)				pH
	Asetat	Propionat	Butirat	Total	
TRD	37.13 ^a	18.87 ^a	9.16 ^a	65,15	6.32 ^a
TKD	35.05 ^{ab}	16.06 ^{ab}	8.58 ^a	59,69	6.49 ^a
TPD	33.91 ^b	13.23 ^c	7.05 ^{ab}	54,19	6.78 ^a
NRD	35.23 ^{ab}	15.56 ^b	6.90 ^{ab}	57,69	6.67 ^a
NKD	31.39 ^{bc}	11.62 ^{cd}	6.39 ^{ab}	49,40	6.72 ^a
NPD	28.06 ^c	12.63 ^d	5.56 ^b	43,26	6.92 ^a

- Nilai rata-rata dari 5 ulangan

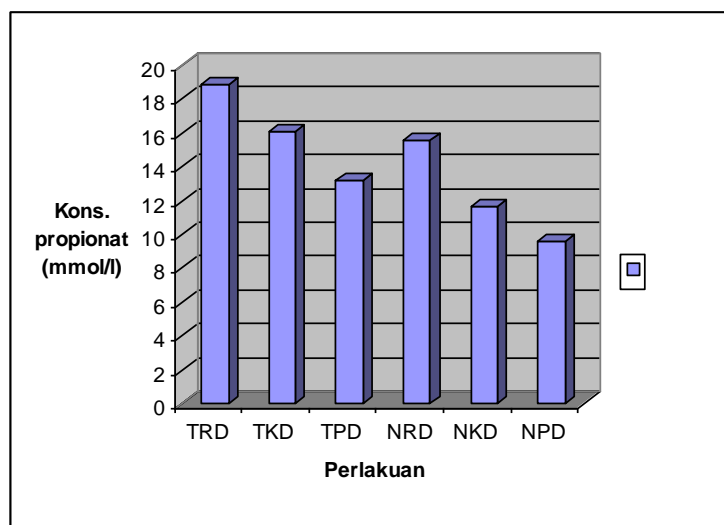
- TRD (Tanduk rebus-dingin), TKD (Tanduk kukus-dingin), TPD (Tanduk Panggang-dingin), NRD (Raja Nangka rebus-dingin), NKD (Raja Nangka kukus-dingin), NPD (Raja Nangka panggang-dingin)
- Nilai-nilai pada kolom yang sama ditandai huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

Berdasarkan Tabel 16 menunjukkan bahwa tikus-tikus yang diberi diet tepung pra-masak pisang Tanduk mempunyai konsentrasi asetat 33,91-37,13 (mmol/l), konsentrasi propionat 13,23-18,87 (mmol/l), konsentrasi butirat 7,05-13,08 (mmol/l) dan total SCFA 54,19-65,15 (mmol/l). Sedangkan tikus-tikus yang diberi diet tepung pra-masak pisang Raja Nangka mempunyai konsentrasi asetat 28,06-35,23 (mmol/l), konsentrasi propionat 11,62-15,56 (mmol/l), konsentrasi butirat 5,56-6,90 (mmol/l) dan total SCFA 43,26-65,15 (mmol/l). Konsentrasi asetat, propionat dan butirat digesta tikus yang mendapat 6 macam diet perlakuan (TRD, TKD, TPD, NRD, NKD dan NPD) dapat dilihat pada Gambar 4 - 6.

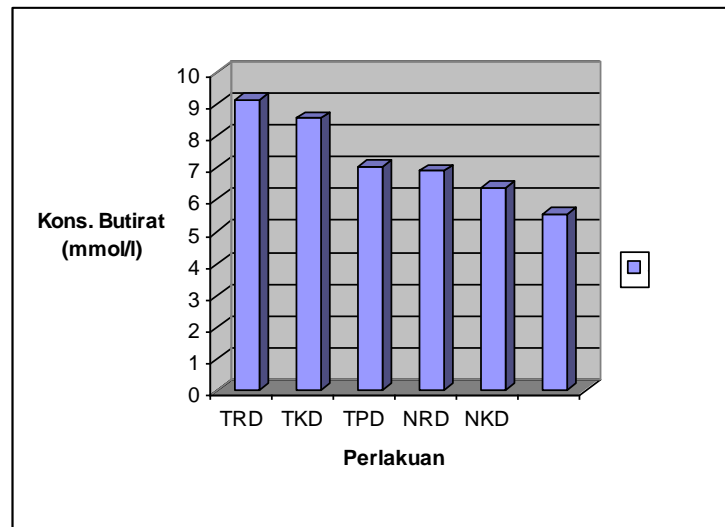
Hasil penelitian menunjukkan bahwa diet tepung pra-masak pisang Tanduk rebus-dingin (TRD) memberikan konsentrasi asetat, propionat dan butirat yang relatif tinggi dibandingkan diet lainnya. Konsentrasi asetat dan propionat yang relatif tinggi lainnya dihasilkan pada tikus dengan diet tepung pra-masak Tanduk kukus-dingin (TKD) dan Raja Nangka rebus-dingin (NRD) sehingga baik untuk pencegahan hiperkolesterol dan diabetes.



Gambar 4. Konsentrasi asam asetat digesta tikus yang mendapat 6 macam diet perlakuan (TRD, TKD, TPD, NRD, NKD dan NPD)



Gambar 5. Konsentrasi asam propionat digesta tikus yang mendapat 6 macam diet perlakuan (TRD, TKD, TPD, NRD, NKD dan NPD)



Gambar 6. Konsentrasi asam butirat digesta tikus yang mendapat 6 macam diet perlakuan (TRD, TKD, TPD, NRD, NKD dan NPD)

Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Rosida (2002) dimana tikus yang diberi diet tepung pra-masak pisang Tanduk (setelah perebusan dan pendinginan mempunyai konsentrasi asetat, propionat, butirat dan total SCFA digesta, masing-masing 40,86 ; 14,52 ; 7,31 ; dan 62,69 (mmol/l). Sedangkan tikus yang diberi diet standar (*standard-placebo*) mempunyai konsentrasi asetat, propionat, butirat dan total SCFA digesta, masing-masing 11,59 ; 8,42 ; 2,16 ; dan 22,18 (mmol/l). Hal ini menunjukkan konsumsi tepung pati resisten dapat meningkatkan konsentrasi SCFA dalam digesta sehingga baik untuk kesehatan kolon.

Menurut Cummings dan Bingham (1987), produk fermentasi serat pangan dan pati resisten berupa asam lemak rantai pendek dan gas-gas yaitu CO₂, CH₄ dan H₂. Diantara SCFA yang dihasilkan, asam asetat, propionat dan butirat merupakan SCFA yang dominan, sedangkan isobutirat, valerat dan isovalerat kontribusinya sangat sedikit.

Beberapa penelitian menunjukkan asam propionat mempunyai beberapa fungsi yang mengatur metabolisme karbohidrat di dalam hati, demikian juga asetat, tetapi mempunyai pengaruh yang berlawanan.

Propionat dapat menstimulai penggunaan glukosa atau berpotensi untuk meningkatkan metabolisme glukosa di dalam hati (Wolever, 1992 didalam Marsono, 1998). Menurut Alles et al. (1999), asetat dianggap memudahkan pengambilan glukosa ke dalam sel dengan menekan lipolisis dan menurunkan sejumlah asam lemak bebas di dalam serum, namun asetat mungkin berperan sebagai prekursor untuk sintesis kolesterol, sementara propionat mungkin menurunkan penggunaan asetat sebagai prekursor sintesis kolesterol.

Dengan demikian asetat dan propionat mempunyai pengaruh yang berbeda pada metabolisme glukosa dan lemak. Asetat diduga dapat menurunkan glukosa dan meningkatkan konsentrasi kolesterol sedangkan propionat mungkin meningkatkan produksi glukosa dan menurunkan konsentrasi kolesterol. Sedangkan menurut Cummings dan Bingham (1987) asam butirat dapat mencegah kanker kolon karena kemampuannya menekan pertumbuhan sel-sel abnormal atau karena kemampuannya menghambat karsinogenesis.

Menurut Morita et al. (1999), kenaikan asupan pati resisten yang terfermentasi juga memperbesar pool SCFA dalam usus besar sehingga dapat meningkatkan mikroflora usus dan mencegah kanker kolon. Asam butirat sangat penting untuk sel epitel kolon dan dalam beberapa keadaan telah menunjukkan penghambatan pertumbuhan sel neoplastik.

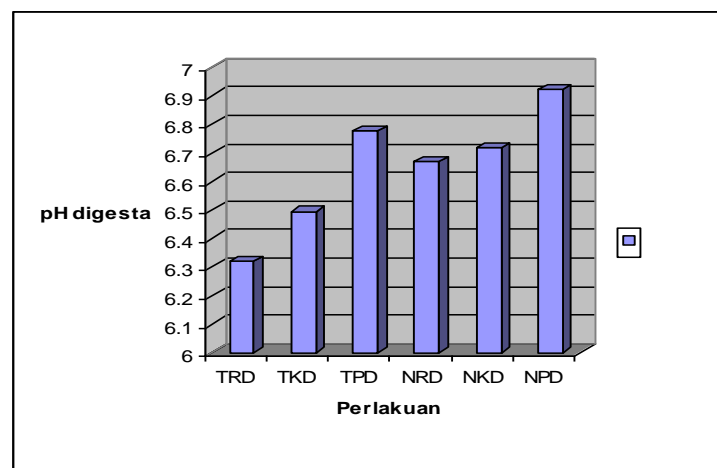
Pada penelitian ini, diet pisang Tanduk rebus-dingin (TRD) secara nyata memberikan konsentrasi butirat yang relatif tinggi (9,16%) sehingga baik untuk pencegahan penyakit kanker kolon.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa diet tepung pra-masak pisang Tanduk rebus-dingin (TRD) dan Raja Nangka rebus-dingin (NRD) memberikan konsentrasi asetat, propionat dan butirat yang relatif tinggi dibandingkan diet lainnya. Secara keseluruhan diet ini memberikan total asam lemak rantai pendek yang paling tinggi sehingga baik untuk kesehatan kolon. Diet tepung pra-masak TRD dan NRD dipilih sebagai perlakuan terbaik yang akan dilanjutkan untuk

penelitian tahap kedua untuk diaplikasikan pada pembuatan biskuit crackers tinggi pati resisten.

pH digesta

Berdasarkan hasil penelitian, tikus-tikus yang diberi diet tepung pra-masak pisang Tanduk mempunyai pH digesta 6,32-6,78, sedangkan tikus-tikus yang diberi diet tepung pra-masak pisang Raja Nangka mempunyai pH digesta 6,67-6,92 (Tabel 16 dan Gambar 7).



Gambar 7. pH digesta tikus yang mendapat 6 macam diet perlakuan (TRD, TKD, TPD, NRD, NKD dan NPD).

Berdasarkan Gambar 7 menunjukkan bahwa tikus-tikus yang diberi diet tepung pra-masak pisang Tanduk (terutama TRD dan TKD) mempunyai pH digesta yang relatif lebih rendah dibandingkan diet tepung pra-masak Raja Nangka. Hal ini disebabkan karena tepung pra-masak pisang Tanduk (terutama perlakuan perebusan-pendinginan dan pengukusan-pendinginan) mempunyai kadar pati resisten relatif tinggi. Pati yang tidak dapat dicerna dan diabsorpsi sempurna pada usus halus, akan tersedia untuk fermentasi dalam usus besar oleh bakteri anaerobik. Hasil utama dari fermentasi ini adalah asam lemak rantai pendek (SCFA) yang terutama terdiri dari asetat, propionat dan butirat. Tingginya kadar asam lemak rantai pendek akan menurunkan pH digesta. Sehingga makin

tinggi kadar pati resisten maka makin rendah pH digesta tikus yang mengkonsumsinya.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, tikus Wistar yang diberi diet standar (*standard-placebo*) dengan berat badan yang sama mempunyai pH 6,57 (Rosida, 2001). Pada penelitian ini, tikus Wistar yang diberi diet tepung pra-masak pisang Tanduk (terutama TRD dan TKD) mempunyai pH 6,32 dan 6,49. Sehingga terbukti bahwa konsumsi diet tepung pra-masak pisang Tanduk (terutama TRD dan TKD) mampu menurunkan pH digesta sehubungan dengan tingginya kadar asam lemak rantai pendek dalam digesta tikus, walaupun secara statistik tidak berbeda nyata.

Penurunan pH digesta disebabkan karena peningkatan komponen pati resisten yang tidak tercerna secara enzimatik sepanjang usus halus, sehingga akan lolos sampai ke caecum. Akibatnya terjadi peningkatan aktivitas mikroba yang ada didalam caecum untuk memproduksi SCFA, sehingga akan mempengaruhi pH cairan. Hal ini didukung oleh penelitian-penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pemberian diet kaya pati resisten akan menurunkan pH digesta tikus yang mengkonsumsinya dibandingkan tikus dengan diet rendah pati resisten (Gee *et al.*, 1991).

Kadar Glukosa dan Kadar Kolesterol Darah Tikus

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis pisang dan jenis pengolahan tidak berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap kadar glukosa serum darah, namun berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap kadar kolesterol serum darah tikus. Kadar glukosa dan kolesterol serum darah tikus yang mendapat 6 macam diet perlakuan (TRD, TKD, TPD, NRD, NKD dan NPD) dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Kadar glukosa dan kolesterol serum darah tikus yang mendapat 6 macam diet perlakuan (TRD, TKD, TPD, NRD, NKD dan NPD)

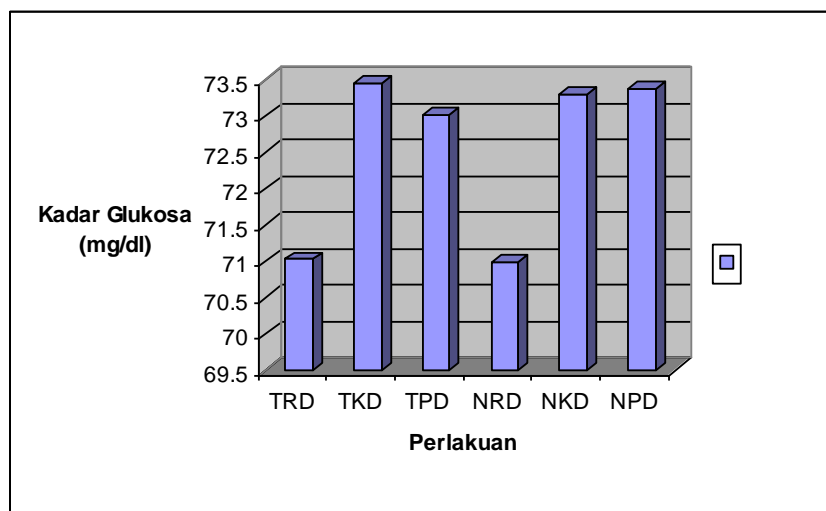
Diet	Kadar Glukosa (mg/dl)	Kadar Kolesterol (mg/dl)
TRD	71.03 ^a	90.61 ^c
TKD	73.44 ^a	91.31 ^c

TPD	73.01 ^a	98.72 ^a
NRD	70.99 ^a	94.56 ^b
NKD	73.29 ^a	99.99 ^a
NPD	73.37 ^a	100.62 ^a

- Nilai rata-rata dari 5 ulangan
- TRD (Tanduk rebus-dingin), TKD (Tanduk kukus-dingin), TPD (tanduk Panggang-dingin), NRD (Raja Nangka rebus-dingin), NKD (raja Nangka kukus-dingin), NPD (raja nangka panggang-dingin)
- Nilai-nilai pada kolom yang sama ditandai huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

Kadar Glukosa Serum

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan tikus-tikus yang diberi diet tepung pra-masak pisang Tanduk mempunyai kadar glukosa 71,03-73,01 mg/dl sedangkan tikus-tikus yang diberi diet tepung pra-masak pisang Raja Nangka mempunyai kadar glukosa 70,99-73,37 mg/dl (Gambar 8).



Gambar 8. Kadar glukosa serum darah tikus yang mendapat 6 macam diet perlakuan (TRD, TKD, TPD, NRD, NKD dan NPD)

Pada penelitian ini, tikus Wistar yang diberi diet tepung pra-masak pisang Tanduk rebus-dingin (TRD) dan Raja Nangka rebus-dingin (NRD) mempunyai kadar glukosa relatif lebih rendah dibandingkan diet lainnya, meskipun secara statistik tidak berbeda nyata. Rendahnya kadar glukosa dalam digesta kemungkinan akibat kemungkinan akibat konsumsi tepung pra-masak tinggi pati resisten yang menghalangi absorpsi glukosa dalam

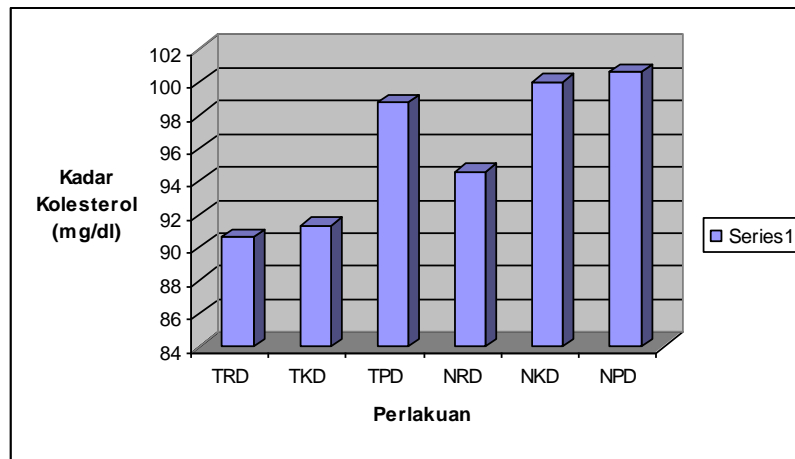
usus halus dan akibat konsentrasi asetat yang tinggi dalam digesta usus besar, yaitu masing masing 37,13 dan 35,23 (mmol/l), yang menyebabkan penurunan kadar glukosa dalam darah tikus.

Menurut Alles et al. (1999), asetat dan propionat mempunyai pengaruh yang berbeda pada metabolisme glukosa dan lemak. Asetat diduga dapat menurunkan glukosa dan meningkatkan konsentrasi kolesterol sedangkan propionat mungkin meningkatkan produksi glukosa dan menurunkan konsentrasi kolesterol.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, tikus yang mendapatkan diet standar, meskipun mengalami penurunan kadar glukosa serum, tetapi tidak sebesar pada tikus dengan diet kacang kapri dan kedelai. Penurunan kadar glukosa ini disebabkan karena diet kacang kapri dan kedelai mempunyai viskositas dan absorpsi glukosa yang relatif besar. Menurut Marsono (2000), dari segi komposisi kimia nampaknya serat pangan dan pati resisten juga berpengaruh pada viskositas dan absorpsi glukosa sehingga mempengaruhi potensi penurunan gula darah. Jumlah pati resisten pada kedelai dan kacang kapri masing-masing sebesar 8,93% dan 5,45%.

Kadar Kolesterol Serum

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa perlakuan jenis pisang dan jenis pengolahan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap kadar kolesterol serum darah tikus. Berdasarkan hasil penelitian, tikus-tikus yang diberi diet tepung pra-masak pisang Tanduk mempunyai kadar kolesterol 90,61-98,72 mg/dl sedangkan tikus-tikus yang diberi diet tepung pra-masak pisang Raja Nangka mempunyai kadar kolesterol 94,56-100,62 mg/dl (Gambar 9).



Gambar 9. Kadar kolesterol serum darah tikus yang mendapat 6 macam diet perlakuan (TRD, TKD, TPD, NRD, NKD dan NPD)

Pada penelitian ini, tikus Wistar yang diberi diet tepung pra-masak pisang Tanduk rebus-dingin (TRD) dan Tanduk kukus-dingin (TKD) mempunyai kadar kolesterol relatif lebih rendah, yaitu masing-masing 90,61 dan 91,31 (mmol/l) bila dibandingkan diet lainnya.

Menurut Hardoko (2008), kadar kolesterol tikus normal adalah 140 mg/dl. Sehingga dapat disimpulkan secara keseluruhan diet tepung pra-masak pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan kadar kolesterol tikus normal, sehingga konsumsi tepung ini mampu menurunkan kadar kolesesterol serum darah tikus.

Rendahnya kadar kolesterol dalam digesta kemungkinan akibat konsumsi tepung pra-masak tinggi pati resisten yang menghalangi absorpsi kolesterol dalam usus halus dan akibat konsentrasi propionat yang tinggi dalam digesta usus besar yang menyebabkan penurunan kadar kolesterol yang nyata dalam darah tikus.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, kemampuan serat pangan dan pati resisten dalam menurunkan total kolesterol diduga terkait dengan mekanisme gangguan pencernaan dan penghalangan absorpsi kolesterol dalam makanan dan dalam empedu sehingga terjadi produksi empedu yang terus meningkat yang berdampak pada menurunnya kolesterol darah. Fenomena ini didasarkan pernyataan Lehninger (1982) bahwa kolesterol merupakan

metabolisme awal terbentuknya asam empedu atau merupakan bahan baku pembentukan garam empedu dalam tubuh dan berperan dalam pembuangan lemak melalui feses.

Cummings dan Bingham (1987), menyatakan bahwa SCFA, khususnya asam propionat, dapat menurunkan kolesterol karena kemampuannya menghambat aktivitas HMGCoA reduktase.

Menurut Alles et al. (1999), asetat dianggap memudahkan pengambilan glukosa ke dalam sel dengan menekan lipolisis dan menurunkan sejumlah asam lemak bebas di dalam serum, namun asetat mungkin berperan sebagai prekursor untuk sintesis kolesterol, sementara propionat mungkin menurunkan penggunaan asetat sebagai prekursor sintesis kolesterol.

Menurut Lestari et al. (2003), penyebab turunnya kadar kolesterol serum darah mungkin disebabkan oleh dekonjugasi garam empedu karena adanya aktivitas enzim bile salt hydrolase (BSH) yang dimiliki oleh bakteri kolon terutama *Lactobacillus* sp. Mekanisme dekonjugasi garam empedu ini masih perlu dibuktikan pada penelitian selanjutnya.

Menurut Marsono (2002), terdapat fenomena pada tikus percobaan, dimana kenaikan gula darah dapat memberikan komplikasi pada kenaikan kolesterol. Pada penderita diabetes terjadi defisiensi atau resistensi insulin yang dapat mengakibatkan hiperglikemia dan meningkatnya lipolisis yang menyebabkan peningkatan Asetil CoA. Hal ini mengakibatkan kenaikan keton bodies dan kolesterol darah.

Pada penelitian tahap dua, tepung pra-masak pisang Tanduk dan Raja Nangka dari perlakuan perebusan (TRD dan NRD) dipilih sebagai perlakuan terbaik untuk diaplikasikan pada pembuatan biskuit crackers tinggi pati resisten, yang diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai makanan kesehatan untuk manusia terutama yang mengalami masalah pencernaan.

BAB VII

APLIKASI TEPUNG PRA-MASAK UNTUK PEMBUATAN CRACKERS

Tahap aplikasi tepung pra-masak bertujuan untuk mencoba penggunaan tepung pra-masak pisang untuk pembuatan crackers. Pada tahap ini dilakukan pembuatan biscuit crackers dari tepung terigu yang disubstitusi sebagian dengan tepung pra-masak pisang Tanduk dan Raja Nangka (tingkat substitusi 15% dan 20%) yang dipilih sebagai perlakuan terbaik dari tahap II (*bioassay*). Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan crackers adalah tepung terigu, lemak, soda kue, garam, yeast, gula dan air (Manley, 1983).

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis pisang dan jenis pengolahan tidak berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap skor kesukaan tekstur, warna dan rasa crackers yang dihasilkan. Hasil uji kesukaan tekstur, warna dan rasa crackers dari substitusi parsial tepung terigu dengan tepung pra-masak pisang Tanduk dan Raja Nangka dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Hasil uji kesukaan tekstur, warna dan rasa crackers dari substitusi parsial tepung terigu dengan tepung pra-masak pisang Tanduk dan Raja Nangka

Jenis Crackers dan tingkat substitusi	Tekstur	Warna	Rasa
Tanduk 15%	2,93 ^a	3,87 ^a	3,53 ^a
Tanduk 20%	3,20 ^a	2,73 ^a	3,20 ^a
R.nangka 15%	3,06 ^a	2,87 ^a	3,27 ^a
R.nangka 20%	2,40 ^a	2,60 ^a	3,27 ^a

- Nilai rata-rata dari 15 panelis
- Nilai-nilai pada kolom yang sama ditandai huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

Tekstur Crackers

Dari hasil uji hedonik terlihat bahwa crackers dari substitusi 20% tepung pra-masak pisang Tanduk mempunyai nilai kesukaan tekstur tertinggi (3,20) (biasa-suka) atau mempunyai kerenyahan yang paling disukai panelis tertinggi dibandingkan crackers lainnya. Hal ini

kemungkinan disebabkan karena tepung pra-masak pisang Tanduk mengandung pati relatif tinggi (79,95%) (Rosida, 2008), sehingga mempengaruhi kerenyahan crackers yang dihasilkan. Sedangkan tepung pra-masak pisang Raja Nangka mempunyai kandungan pati relatif rendah (77,73%) sehingga menghasilkan produk yang kurang renyah dan menurunkan kesukaan terhadap tekstur crackers meskipun penurunan skor kesukaan ini tidak berbeda nyata secara statistik.

Warna Crackers

Dari Tabel 18 dapat dilihat bahwa substitusi tepung pra-masak pisang Tanduk 15% akan menghasilkan crackers dengan nilai kesukaan warna yang paling tinggi 3,87 (biasa-suka). Hal ini disebabkan sifat tepung pra-masak pisang Tanduk yang berwarna kekuningan sehingga menghasilkan crackers pisang dengan warna kekuningan yang disukai panelis. Jika dibandingkan dengan tepung pra-masak pisang Raja Nangka yang mempunyai warna kecoklatan, sehingga mempengaruhi warna biskuit crackers menjadi kecoklatan yang kurang disukai panelis. Semakin tinggi tingkat substitusi tepung ini akan menurunkan kesukaan terhadap warna crackers meskipun secara statistik tidak berbeda nyata.

Rasa Crackers

Dari Tabel 18 dapat dilihat bahwa substitusi tepung pra-masak pisang Tanduk 15% akan menghasilkan crackers dengan nilai kesukaan rasa yang paling tinggi 3,53 (biasa-suka). Hal ini disebabkan rasa pisang Tanduk yang khas, dimana pisang tanduk tergolong kelompok pisang Plantain yang mempunyai rasa lebih enak jika diolah daripada dimakan dalam keadaan mentah. Pada tepung pra-masak pisang tanduk, pisang telah mengalami proses perebusan, pendinginan, pengeringan dan penggilingan, baru kemudian diolah menjadi biskuit crackers. Crackers dari perlakuan lain mempunyai nilai kesukaan rasa yang lebih rendah, namun demikian skor kesukaan rasa ini secara statistik tidak berbeda nyata. Dengan kata lain, baik pisang tanduk maupun pisang Raja Nangka

(yang juga kelompok pisang Plantain) lebih enak dimakan dalam bentuk pra-masak (setelah mengalami proses pengolahan). Akibat proses pengolahan pisang ini, selain diperoleh rasa yang lebih enak, produk ini mempunyai kadar pati resisten yang relatif tinggi sehingga memungkinkan untuk dikembangkan lebih lanjut untuk produk makanan kesehatan yang tinggi pati resisten.

BAB VIII

KESIMPULAN

1. Perlakuan pengolahan pada masing-masing jenis pisang berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) pada kadar pati resisten (RS) tepung pra-masak yang dihasilkan
2. Semua perlakuan pemasakan yang dikombinasi pendinginan dapat meningkatkan kadar pati resisten. Namun kombinasi perlakuan terbaik adalah proses perebusan-pendinginan, pengukusan-pendinginan dan pemanggangan-pendinginan dapat meningkatkan kadar RS pada hampir semua jenis pisang.
3. Tepung pra-masak pisang Tanduk dan Raja Nangka (setelah proses pemanasan dan pendinginan) mempunyai kadar pati resisten relatif tinggi (6,38-11,73%) dibandingkan pisang lainnya. Kedua jenis tepung pra-masak pisang tersebut dipilih menjadi alternatif perlakuan terbaik.
4. Pemberian diet tepung pra-masak pada tikus Wistar tidak berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap volume, berat, kadar air, pH digesta, dan kadar glukosa serum darah, namun meningkatkan konsentrasi SCFA serta menurunkan kadar kolesterol serum darah tikus secara nyata.
5. Secara keseluruhan diet tepung pra-masak Tanduk rebus-dingin dan Raja Nangka rebus-dingin memberikan konsentrasi asetat, propionat, butirat dan total SCFA yang relatif tinggi sehingga mempunyai efek yang positif pada kesehatan kolon.
6. Biskuit crackers yang dihasilkan dari substitusi parsial tepung terigu dengan tepung pra-masak (hingga 15-20%) mempunyai nilai kesukaan yang masih dapat diterima panelis (terutama dari tepung pra-masak Tanduk rebus-dingin) baik dari segi tekstur, warna, dan rasa sehingga memungkinkan untuk dikembangkan lebih lanjut untuk produk makanan kesehatan yang tinggi pati resisten.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2007. Pisang. [Http://id.Wikipedia.org/Wiki/Pisang](http://id.Wikipedia.org/Wiki/Pisang).
- Asp, N-G. dan I. Bjorck. 1992. *Resistant Starch*. Review. In Trends in Food Science and Technology 3. Elsevier, London.
- Cummings, J.H. 1989. *Metabolism of Dietary Fiber in the Large Intestine*. Di dalam Cummings, J.H. 9ed). The Role of Dietary Fiber in Enternal Nutrition. Abbot International Ltd, USA.
- Cummings, J.H. and Bingham, S.A. 1987. *Dietary Fiber, Fermentation and Large Bowel Cancer*. Cancer Surveys 6:601-621.
- Gasperz, V. 1991. *Metode Perancangan Percobaan*. CV. Armico, Bandung.
- Hardoko, 2008. Pengaruh Konsumsi Gel dan Larutan Rumput Laut (*eucheuma cottonii*) Terhadap Hiperkolesterolemia Darah Tikus Wistar. J. Teknol dan Industri Pangan Vol XIX No.2 Hal :97-103.
- Kingman ,S.M. dan H.N. Englyst. 1994. *The Influence of Food Preparation Methods on the In Vitro Digestibility of Starch in Potatoes*. Food Chem. 49:181-186.
- Marsono, Y. dan D.L. Topping. 1993. *Complex Carbohydrates in Australian Rice Products*. Food Sci. and Tech. (LWT) 26:364-370.
- Marsono, Y. 1998. *Perubahan Kadar Resistant Starch dan Komposisi Kimia Beberapa Bahan Pangan Kaya Karbohidrat Dalam Pengolahan*. J.Agritech Vol. 19 No. 3 : 124-127.
- Morita, T., S. Kasaoka, K. Hase dan S. Kiriya. 1999. *Psyllium Shifts the Fermentation Site of High-Amylose Cornstarch toward the Distal Colon and Increase Fecal Butyrate Concentration in Rats*. J. Nutr. 129:2081-2087.
- Muir, J.G., Z.X. Lu, G.P. Young, D.C. Smith, G.R. Collierr and K. O'Dea. 1995. *Resistant Starch in the Diet Increases Breath Hydrogen and Serum Acetate in Human Subjects*. Am. J. Clin. Nutr. 61 :792 – 799.
- Rahmawati, N.Y. Ani dan Hasbi. 2003. *Pengaruh Jenis Pisang Olahan Dan Larutan Perendam Terhadap Mutu Tepung Pisang*. Prosiding Seminar Nasional PATPI 2003.
- Reeves, P.G., F.H. Nielsen dan G.C. Fahey Jr. 1993. AIN-93 *Purified Diets for Laboratory Rodents*. Final Report of the American

- Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the Reformulation of the AIN-76A Rodent Diet. *J. Nutr.* 123:1939-1951.
- Rosida, 2001. *Tepung Pra-masak : Kandungan Pati Resisten, Sifat-sifat Digesta Tikus dan Sifat Organoleptik Crackers yang Dihasilkan*. Tesis. Program Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.
- Rosida, 2002. *Pembuatan Tepung Pati Resisten Dari Beras, Pisang dan Maizena dan Pengaruhnya Terhadap Tikus Percobaan yang mengkonsumsinya*. *J. Penelitian Ilmu-ilmu Teknik* Vol.2 No.2, Desember 2002.
- Rosida, 2005. *Evaluasi Nilai Gizi Pati Resisten Pada produk Kerupuk Dari Berbagai Jenis Tepung*. Laporan Hasil Penelitian Dosen Muda TA.2005.
- Rosida, 2008. *Evaluasi Nilai Gizi Pati Resisten Pisang (Kajian Varietas Pisang dan Proses Pengolahan)*. Laporan Hasil Penelitian Tahun Pertama Hibah Bersaing TA. 2008.
- Rosida, 2009. *Evaluasi Nilai Gizi Pati Resisten Pisang (Kajian Varietas Pisang dan Proses Pengolahan)*. Laporan Hasil Penelitian Tahun Pertama Hibah Bersaing TA. 2009.
- Schulz, A.G.M. , J.M.M. Van Amelsvoort dan A.C. Beynen. 1993. *Dietary Native Resistant Starch but not Retrograded Resistant Starch Raises magnesium and Calcium Absorption in Rats*. *J. Nutr.* 123:1724-1731.
- Soekarto, S.T. 1985. *Penilaian Organoleptik Untuk Industri Pangan dan hasil Pertanian*. Penerbit Bhartara Karya Aksara, Jakarta.

LAMPIRAN 1

ANALISIS RS (Englyst dan Cummings, 1987)

1. Penimbangan

Sebanyak 100 mg sample ditimbang dan dipindahkan ke dalam tabung *screwcap*.

2. Ekstraksi gula

a. 10 ml larutan etanol 80 % dimasukkan ke dalam tabung kemudian divortex.

b. Sentrifugasi pada kecepatan 2500 rpm dan suhu 4°C selama 25 menit.

c. Supernatan dipindahkan ke dalam Erlenmeyer, ekstraksi diulangi dengan penambahan 10 ml etanol. Supernatant hasil ekstraksi dikumpulkan dalam Erlenmeyer dan ditera sebagai gula sederhana dengan menggunakan analisa gula reduksi secara spektrofotometri. Padatan dalam tabung ditambah dengan 5 ml aseton lalu dikeringkan dengan aliran gas N₂.

3. Ekstraksi Lemak (jika kadar lemak sample lebih dari 5 %)

a. Padatan dalam tabung ditambah 8 ml heksana atau petroleum eter, divortex dan kemudian disentrifugasi selama 15 menit.

b. Supernatant dibuang dan padatannya ditambah dengan 2-3 ml aseton lalu dikeringkan dengan aliran gas N₂.

4. Hidrolisis Pati

a. Padatan dalam tabung ditambah dengan 7.5 ml buffer Na-asetat 0.1 M pH 5.0 dan 1.5 ml akuades serta *magnetic flea*.

b. Proses gelatinisasi dilakukan pada suhu 100°C selama 30 menit menggunakan penangas air yang dilengkapi dengan *magnetic stirrer*.

c. Sebanyak 50 µl enzim α-endoamilase dimasukkan ke dalam tabung. Tabung ditutup dan diinkubasikan pada suhu 95°C selama 30 menit sambil diaduk dengan *magnetic stirrer*.

- d. Setelah didinginkan, sebanyak 200 μ l amyloglukosidase dan 50 μ l pullulanase dimasukkan ke dalam tabung. Tabung ditutup dan di-stirrer pada suhu 40°C selama satu malam.
 - e. Setelah satu malam, larutan dipanaskan dalam air mendidih selama 15 menit untuk menginaktifkan enzim.
5. Presipitasi TDF dan RS
- a. Larutan di-evapomix sampai volumenya kurang dari 4 ml. kemudian ditambahkan 24.6 ml etanol 93 % dan didiamkan selama satu malam dalam ruang dingin (4-10°C) untuk mengendapkan TDF dan RS.
 - b. Tabung beserta isinya disentrifugasi pada kecepatan 2500 rpm dan suhu 4°C selama 15 menit.
 - c. Supernatant dipindahkan ke dalam Erlenmeyer dan ditera sebagai pati dengan menggunakan analisa gula reduksi secara spektrofotometri. Padatan dalam tabung ditambahkan dengan 2-3 ml aseton lalu dikeringkan dengan aliran gas N₂.
6. Hidrolisis RS
- a. Padatan dalam tabung ditambah dengan 1.5 ml KOH 2 M dan di-stirrer selama 30 menit pada suhu kamar.
 - b. Kemudian 7.5 ml buffer Na-asetat 0.1 M pH 5.0 μ l enzim α -endoamilase dimasukkan ke dalam tabung. Tabung ditutup dan di inkubasikan pada suhu 95°C selama 30 menit sambil diaduk dengan *magnetic stirrer*.
 - c. Setelah didinginkan, sebanyak 200 μ l amyloglukosidase dan 50 μ l pullulanase dimasukkan ke dalam tabung. Tabung ditutup dan stirrer pada suhu 40°C selama satu malam.
 - d. Setelah satu malam, larutan dipanaskan dalam air mendidih selama 15 menit untuk menginaktifkan enzim.
7. Presipitasi TDF
- a. Larutan di-evapomix sampai volumenya kurang dari 4 ml. kemudian ditambahkan 24.6 ml etanol 93 % dan didiamkan selama satu malam dalam ruang dingin (4-10°C) untuk mengendapkan TDF.

- b. Tabung beserta isinya disentrifugasi pada kecepatan 2500 rpm dan suhu 4°C selama 15 menit.
- c. Supernatant dipindahkan ke dalam Erlenmeyer, ekstraksi diulangi 2 kali dengan penambahan 10 ml etanol 80 %. Supernatant hasil ekstraksi dikumpulkan dalam Erlenmeyer dan ditera sebagai RS dengan menggunakan analisa gula reduksi secara spektrofotometri. Padatan dalam tabung ditambahkan dengan 2-3 ml aseton lalu dikeringkan dengan aliran gas N₂.

LAMPIRAN 2. HASIL ANALISIS KADAR AIR PISANG MENTAH DAN
TEPUNG

PISANG

KADAR AIR PISANG MENTAH

JENIS PISANG	KADAR AIR (%)		
	ULANGAN 1	ULANGAN 2	RATA-RATA
KEPOK	61,3056	60,9001	61,1028
RAJA BULU	56,2080	58,0511	57,1295
RAJA NANGKA	57,9591	58,1514	58,0552
AMBON	68,5357	68,5304	68,5330
BARANGAN	65,8600	64,3500	65,1050
TANDUK	61,2400	60,7100	60,9750
RAJA ULI	70,0100	70,3200	70,1650
CANDI	53,9700	54,1500	54,0600

KADAR AIR TEPUNG PISANG

JENIS PISANG	KADAR AIR (%)		
	ULANGAN 1	ULANGAN 2	RATA-RATA
KEPOK	7,6200	7,4800	7,5500
RAJA BULU	7,4500	7,2740	7,3620
RAJA NANGKA	8,3400	7,9000	8,1200
AMBON	8,5900	8,3560	8,4730
BARANGAN	8,1200	7,5780	7,8490
TANDUK	8,0400	7,3700	7,7050
RAJA ULI	7,1200	6,6580	6,8890
CANDI	6,2200	5,5960	5,9080

LAMPIRAN 3. HASIL ANALISIS KADAR PATI DAN AMILOSA TEPUNG PISANG

KADAR PATI TEPUNG PISANG

JENIS PISANG	KADAR PATI (%)		
	ULANGAN 1	ULANGAN 2	RATA-RATA
KEPOK	75,0929	74,9198	75,0063
RAJA BULU	67,5840	67,2605	67,4222
RAJA NANGKA	77,9098	77,5619	77,7358
AMBON	79,4612	79,2838	79,3725
BARANGAN	76,9048	76,5575	76,7311
TANDUK	79,7822	80,1284	79,9553
RAJA ULI	66,7557	67,1779	66,9668
CANDI	76,4748	76,3227	76,3987

KADAR AMILOSA TEPUNG PISANG

JENIS PISANG	KADAR AMILOSA (%)		
	ULANGAN 1	ULANGAN 2	RATA-RATA
KEPOK	33,6109	33,7572	33,6840
RAJA BULU	22,1614	22,1086	22,1350
RAJA NANGKA	47,4039	47,2345	47,3192
AMBON	33,0969	33,1645	33,1307
BARANGAN	35,3671	35,3885	35,3778
TANDUK	40,2786	40,4484	40,3635
RAJA ULI	21,9100	22,0970	22,0035
CANDI	36,9255	37,0916	37,0085

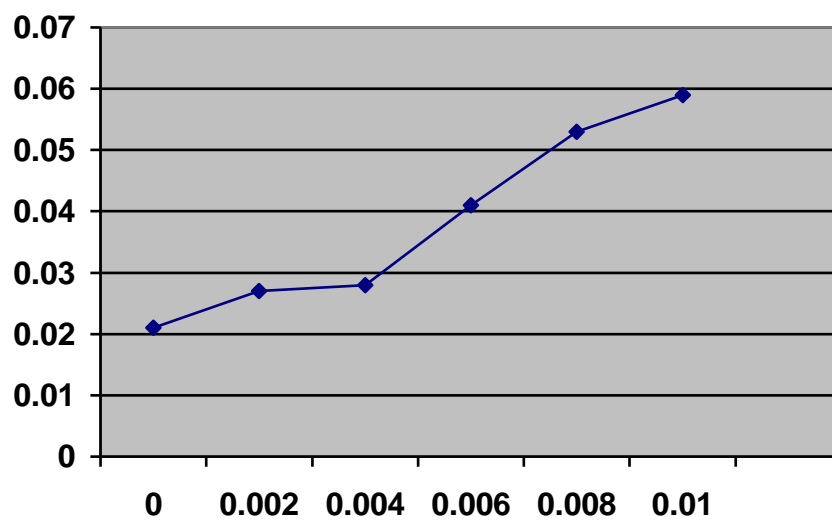
LAMPIRAN 4. HASIL ANALISIS KADAR PATI RESISTEN (RS) PISANG MENTAH

JENIS PISANG	KADAR RS (%)		
	ULANGAN 1	ULANGAN 2	RATA-RATA
KEPOK	5,4000	4,9000	5,1500
RAJA BULU	6,4672	6,6668	6,5670
RAJA NANGKA	6,3717	6,4708	6,4210
AMBON	7,8624	7,8624	7,8624
BARANGAN	4,6736	4,2060	4,4398
TANDUK	7,1648	6,4480	6,8064
RAJA ULI	5,3428	5,4708	5,4068
CANDI	5,4708	5,4708	5,4708

LAMPIRAN 5. KURVA STANDAR GLUKOSA

Konsentrasi Glukosa Standar	Absorbansi
0,000 %	0,021
0,002 %	0,027
0,004 %	0,028
0,006 %	0,041
0,008 %	0,053
0,010 %	0,059

Persamaan : $y = 0,01809 + 4,01428 x$



LAMPIRAN 6. HASIL ANALISIS KADAR RS TEPUNG PISANG KEPOK

KADAR RS TEPUNG PISANG KEPOK

PERLAKUAN	KADAR RS (%)		
	ULANGAN 1	ULANGAN 2	RATA-RATA
REBUS	5,4483	4,9032	5,2757
REBUS + DINGIN	6,4944	5,8449	6,1719
KUKUS	5,2242	5,1492	5,1867
KUKUS + DINGIN	6,4944	6,8682	6,6813
OVEN	5,6724	5,6724	5,6724
OVEN + DINGIN	7,8574	7,8574	7,8574
PANGGANG	5,5977	5,8218	5,7097
PANGGANG + DINGIN	7,0932	7,3914	7,2423
GORENG	6,8396	7,8113	7,3254
GORENG + DINGIN	7,8574	7,8574	7,8574

ANALISIS VARIANSI KADAR RS TEPUNG PISANG KEPOK

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel (5%)
Perlakuan	9	57,956	6,439	66,38*	3,02
Galat	10	0,976	0,097		
Total	19	58,932			

* berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

HASIL UJI DMRT

Perlakuan	Rata-rata kadar RS	Notasi
Rebus	5,2757	c
Rebus + dingin	6,1719	b
Kukus	5,1867	c
Kukus + dingin	6,6813	b
Oven	5,6724	c
Oven + dingin	7,8574	a
Panggang	5,7097	c
Panggang + dingin	7,2423	ab
Goreng	7,3254	ab
Goreng + dingin	7,8574	a

Nilai rata-rata yang didampingi huruf berbeda berarti berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

LAMPIRAN 7. HASIL ANALISIS KADAR RS TEPUNG PISANG RAJA BULU

KADAR RS TEPUNG PISANG RAJA BULU

PERLAKUAN	KADAR RS (%)		
	ULANGAN 1	ULANGAN 2	RATA-RATA
REBUS	5,7471	5,9715	5,8843
REBUS + DINGIN	8,4375	8,0640	8,2507
KUKUS	4,9251	4,9251	4,9251
KUKUS + DINGIN	6,8682	6,5691	6,7186
OVEN	5,149	5,1001	5,0746
OVEN + DINGIN	6,4197	6,4197	6,4197
PANGGANG	6,4197	6,4197	6,4197
PANGGANG + DINGIN	9,6797	9,8291	9,7544
GORENG	7,8113	7,8860	7,8486
GORENG + DINGIN	8,7080	8,7080	8,7080

ANALISIS VARIANSI KADAR RS TEPUNG PISANG RAJA BULU

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel (5%)
Perlakuan	9	70,739	7,859	523,93*	3,02
Galat	10	0,155	0,015		
Total	19	70,894			

* berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

HASIL UJI DMRT

Perlakuan	Rata-rata kadar RS	Notasi
Rebus	5,8843	f
Rebus + dingin	8,2507	c
Kukus	4,9251	h
Kukus + dingin	6,7186	e
Oven	5,0746	g
Oven + dingin	6,4197	e
Panggang	6,4197	e
Panggang + dingin	9,7544	a
Goreng	7,8486	d
Goreng + dingin	8,7080	b

Nilai rata-rata yang didampingi huruf berbeda berarti berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

LAMPIRAN 8. HASIL ANALISIS KADAR RS TEPUNG PISANG RAJA NANGKA

KADAR RS TEPUNG PISANG RAJA NANGKA

PERLAKUAN	KADAR RS (%)		
	ULANGAN 1	ULANGAN 2	RATA-RATA
REBUS	6,4492	6,3696	6,4094
REBUS + DINGIN	9,3336	9,3336	9,3336
KUKUS	6,6883	6,6084	6,6483
KUKUS + DINGIN	10,6920	10,7669	10,7294
OVEN	6,7680	6,6883	6,7281
OVEN + DINGIN	8,8113	8,7366	8,7739
PANGGANG	7,1190	7,1302	7,1246
PANGGANG + DINGIN	7,2099	7,2099	7,2099
GORENG	5,2534	5,0144	5,1339
GORENG + DINGIN	8,6619	8,0375	8,5497

ANALISIS VARIANSI KADAR RS TEPUNG PISANG RAJA NANGKA

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel (5%)
Perlakuan	9	70,482	7,831	340,48*	3,02
Galat	10	0,238	0,023		
Total	19	70,720			

* berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

HASIL UJI DMRT

Perlakuan	Rata-rata kadar RS	Notasi
Rebus	6,4094	e
Rebus + dingin	9,3336	b
Kukus	6,6483	e
Kukus + dingin	10,7294	a
Oven	6,7281	e
Oven + dingin	8,7739	e
Panggang	7,1246	d
Panggang + dingin	7,2099	d
Goreng	5,1339	f
Goreng + dingin	8,5497	c

Nilai rata-rata yang didampingi huruf berbeda berarti berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

LAMPIRAN 9. HASIL ANALISIS KADAR RS TEPUNG PISANG AMBON

KADAR RS TEPUNG PISANG AMBON

PERLAKUAN	KADAR RS (%)		
	ULANGAN 1	ULANGAN 2	RATA-RATA
REBUS	7,0539	6,3483	6,7011
REBUS + DINGIN	9,1462	8,2313	8,6887
KUKUS	7,6643	7,6643	7,6643
KUKUS + DINGIN	8,1872	7,3682	7,7777
OVEN	6,4435	5,7991	6,1213
OVEN + DINGIN	8,5361	7,6825	8,1093
PANGGANG	8,0129	7,2114.	7,6121
PANGGANG + DINGIN	8,9719	8,9719	8,9719
GORENG	6,8796	6,8796	6,8796
GORENG + DINGIN	8,0129	7,2114	7,6121

ANALISIS VARIANSI KADAR RS TEPUNG PISANG AMBON

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel (5%)
Perlakuan	9	13,744	1,527	8,39*	3,02
Galat	10	1,822	0,182		
Total	19	15,566			

* berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

HASIL UJI DMRT

Perlakuan	Rata-rata kadar RS	Notasi
Rebus	6,7011	bc
Rebus + dingin	8,6887	a
Kukus	7,6643	b
Kukus + dingin	7,7777	b
Oven	6,1213	c
Oven + dingin	8,1093	ab
Panggang	7,6121	b
Panggang + dingin	8,9719	a
Goreng	6,8796	bc
Goreng + dingin	7,6121	b

Nilai rata-rata yang didampingi huruf berbeda berarti berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

LAMPIRAN 10. HASIL ANALISIS KADAR RS TEPUNG PISANG RAJA ULI

KADAR RS TEPUNG PISANG RAJA ULI

PERLAKUAN	KADAR RS (%)		
	ULANGAN 1	ULANGAN 2	RATA-RATA
REBUS	6,6441	6,6441	6,6441
REBUS + DINGIN	8,8860	8,7366	8,8113
KUKUS	7,4661	7,6155	7,6528
KUKUS + DINGIN	7,7649	7,6902	7,7275
OVEN	6,1209	5,9715	6,0462
OVEN + DINGIN	6,1956	6,1956	6,1956
PANGGANG	7,0923	7,0923	7,0923
PANGGANG + DINGIN	9,7827	10,1071	9,9449
GORENG	6,4944	6,2703	6,3823
GORENG + DINGIN	8,0640	7,6155	7,8397

ANALISIS VARIANSI KADAR RS TEPUNG PISANG RAJA ULI

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel (5%)
Perlakuan	9	27,537	3,059	145,66*	3,02
Galat	10	0,215	0,021		
Total	19	27,752			

* berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

HASIL UJI DMRT

Perlakuan	Rata-rata kadar RS	Notasi
Rebus	6,6441	e
Rebus + dingin	8,8113	b
Kukus	7,6528	c
Kukus + dingin	7,7275	c
Oven	6,0462	f
Oven + dingin	6,1956	f
Panggang	7,0923	d
Panggang + dingin	9,9449	a
Goreng	6,3823	ef
Goreng + dingin	7,8397	c

Nilai rata-rata yang didampingi huruf berbeda berarti berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

LAMPIRAN 11. HASIL ANALISIS KADAR RS TEPUNG PISANG CANDI

KADAR RS TEPUNG PISANG CANDI

PERLAKUAN	KADAR RS (%)		
	ULANGAN 1	ULANGAN 2	RATA-RATA
REBUS	5,9725	5,7857	5,8791
REBUS + DINGIN	9,2110	9,1487	9,1799
KUKUS	6,4707	6,5330	6,5018
KUKUS + DINGIN	8,6505	8,5260	8,5882
OVEN	5,9140	6,0385	5,9762
OVEN + DINGIN	7,7162	7,8410	7,7786
PANGGANG	7,2182	7,3427	7,2804
PANGGANG + DINGIN	8,5050	8,7127	8,6088
GORENG	6,6577	6,6577	6,0577
GORENG + DINGIN	7,0312	6,5955	6,8133

ANALISIS VARIANSI KADAR RS TEPUNG PISANG CANDI

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel (5%)
Perlakuan	9	31,574	3,508	206,35*	3,02
Galat	10	0,169	0,017		
Total	19	31,743			

* berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

HASIL UJI DMRT

Perlakuan	Rata-rata kadar RS	Notasi
Rebus	5,8791	f
Rebus + dingin	9,1799	a
Kukus	6,5018	e
Kukus + dingin	8,5882	b
Oven	5,9762	f
Oven + dingin	7,7786	c
Panggang	7,2804	d
Panggang + dingin	8,6088	b
Goreng	6,0577	f
Goreng + dingin	6,8133	e

Nilai rata-rata yang didampingi huruf berbeda berarti berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

LAMPIRAN 12. HASIL ANALISIS KADAR RS TEPUNG PISANG BARANGAN

KADAR RS TEPUNG PISANG BARANGAN

PERLAKUAN	KADAR RS (%)		
	ULANGAN 1	ULANGAN 2	RATA-RATA
REBUS	5,0284	4,6255	4,8269
REBUS + DINGIN	8,7127	7,8415	8,2771
KUKUS	5,8968	5,3070	5,6019
KUKUS + DINGIN	7,5408	6,7866	7,1637
OVEN	5,1778	4,7599	4,9688
OVEN + DINGIN	7,7649	6,9882	7,3765
PANGGANG	5,2989	4,7689	5,0338
PANGGANG + DINGIN	10,5076	9,5688	9,9822
GORENG	4,8043	4,4239	4,6141
GORENG + DINGIN	5,1778	4,7599	4,9688

ANALISIS VARIANSI KADAR RS TEPUNG PISANG BARANGAN

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel (5%)
Perlakuan	9	88,726	9,858	47,16*	3,02
Galat	10	2,089	0,209		
Total	19	90,815			

* berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

HASIL UJI DMRT

Perlakuan	Rata-rata kadar RS	Notasi
Rebus	4,8269	c
Rebus + dingin	8,2771	b
Kukus	5,6019	c
Kukus + dingin	7,1637	b
Oven	4,9688	c
Oven + dingin	7,3765	b
Panggang	5,0338	c
Panggang + dingin	9,9822	a
Goreng	4,6141	c
Goreng + dingin	4,9688	c

Nilai rata-rata yang didampingi huruf berbeda berarti berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

LAMPIRAN 13. HASIL ANALISIS KADAR RS TEPUNG PISANG TANDUK

KADAR RS TEPUNG PISANG TANDUK

PERLAKUAN	KADAR RS (%)		
	ULANGAN 1	ULANGAN 2	RATA-RATA
REBUS	7,8396	7,0554	7,4475
REBUS + DINGIN	12,0438	10,8394	11,4416
KUKUS	6,7188	6,0468	6,3828
KUKUS + DINGIN	7,3914	6,6522	7,0218
OVEN	6,7188	6,0468	6,0277
OVEN + DINGIN	6,3450	5,7105	6,3828
PANGGANG	9,1321	8,9388	9,0353
PANGGANG + DINGIN	9,9324	8,9391	9,4357
GORENG	6,1956	5,5758	5,8897
GORENG + DINGIN	7,6155	6,8538	7,2346

ANALISIS VARIANSI KADAR RS TEPUNG PISANG TANDUK

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel (5%)
Perlakuan	9	60,627	6,736	19,695*	3,02
Galat	10	3,428	0,342		
Total	19	64,055			

* berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

HASIL UJI DMRT

Perlakuan	Rata-rata kadar RS	Notasi
Rebus	7,4475	c
Rebus + dingin	11,4416	a
Kukus	6,3828	c
Kukus + dingin	7,0218	c
Oven	6,0277	c
Oven + dingin	6,3828	c
Panggang	9,0353	b
Panggang + dingin	9,4357	b
Goreng	5,8897	c
Goreng + dingin	7,2346	c

Nilai rata-rata yang didampingi huruf berbeda berarti berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

LAMPIRAN 14

ANALISIS DIGESTA TIKUS

1. Berat dan Volume digesta (Anonim, 1995)

Digesta dari masing-masing tikus percobaan diisolasi dan diseksi dengan menggunakan gunting. Kemudian isi keseluruhan digesta dimasukkan ke dalam gelas ukur untuk mengukur volume digesta ditimbang untuk mengetahui berat digesta.

2. Kadar air digesta (Anonim, 1995)

Pengukuran kadar air ditetapkan berdasarkan penguapan sample yang dipanaskan dalam oven suhu 100-105°C, sampai beratnya konstan. Berat yang hilang adalah kandungan air dalam sampel .

3. pH digesta (Anonim,1995)

penentuan pH dilakukan pada sample digesta yang telah diencerkan dengan akuades berdasarkan deteksi ion H⁺ oleh electrode yang terdapat dalam alat pH meter. Angka-angka yang ditunjukkan pada alat pH-meter merupakan pH dari cairan digesta.

4. Asam lemak rantai pendek (Titgemeyer et al, 1991)

Penentuan SCFA dilakukan dengan alat kromatografi gas (GC) untuk memisahkan komponen-komponen SCFA berdasarkan volatilitasnya. Identifikasi SCFA dilakukan dengan cara membandingkan waktu retensi dari larutan standar campuran dari asetat, propionate dan butirat (perbandingan 1 : 1 : 1). Rasio molar SCFA ditentukan berdasarkan rasio luas area dari masing-masing SCFA dengan luar area total.

LAMPIRAN 15

ANALISIS RAGAM
VOLUME DIGESTA

PERLAKUAN DIET	ULANGAN					TOTAL	RATA
	1	2	3	4	5		
tanduk-rebus	1.7	2.2	2.1	2.1	2.2	10.3	2.06
tanduk kukus	1.8	2	2.1	2.3	2.1	10.3	2.06
tanduk panggang	1.8	1.7	2	1.8	2.3	9.6	1.92
raja angka-rebus	1.9	2	2.1	1.8	2.2	10	2
raja angka kukus	1.7	1.6	2.2	2.3	2.2	10	2
raja angka panggang	1.8	2.3	1.9	2.1	2	10.1	2.02
TOTAL	10.7	11.8	12.4	12.4	13	60.3	12.06

	B1	B2	B3	TOTAL	KUADRAT
A1	2.06	2.06	1.92	6.04	36.4816
A2	2	2	2.02	6.02	36.2404
TOTAL	4.06	4.06	3.94	12.06	72.722
KUADRAT	16.4836	16.4836	15.5236	48.4908	

ANALISIS RAGAM

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftabel
kelompok	4	116.8602	29.21505	769.8437*	2.71
perlakuan	5	0.00268	0.000536	0.014124	2.6
A	1	1.33E-05	1.33E-05	0.000351	4.35
B	2	0.00096	0.00048	0.012648	3.49
AB	2	4.849827	2.424913	63.89871*	3.49
galat	20	0.758987	0.037949		
total	29	117.6219			

* berbeda nyata ($p \leq 0.05$)

LAMPIRAN 16

ANALISIS RAGAM
BERAT DIGESTA

PERLAKUAN DIET	ULANGAN					TOTAL	RATA
	1	2	3	4	5		
tanduk-rebus	1.8	1.9	2.2	2.3	2.15	10.35	2.07
tanduk kukus	1.8	1.95	2.15	2.2	1.95	10.05	2.01
tanduk panggang	1.95	1.9	1.95	1.9	2.15	9.85	1.97
raja angka-rebus	1.95	2.15	2.15	1.8	2.05	10.1	2.02
raja angka kukus	1.8	1.7	2.15	2.2	2.15	10	2
raja angka panggang	1.7	2.3	1.85	2.2	2.05	10.1	2.02
TOTAL	11	11.9	12.45	12.6	12.5	60.45	12.09

	B1	B2	B3	TOTAL	KUADRAT
A1	2.07	2.01	1.97	6.05	36.6025
A2	2.02	2	2.02	6.04	36.4816
TOTAL	4.09	4.01	3.99	12.09	73.0841
KUADRAT	16.7281	16.0801	15.9201	48.7283	

ANALISIS RAGAM

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftabel
kelompok	4	117.2315	29.30787	972.5848*	2.71
perlakuan	5	0.00107	0.000214	0.007102	2.6
A	1	3.33E-06	3.33E-06	0.000111	4.35
B	2	0.00056	0.00028	0.009292	3.49
AB	2	4.872777	2.436388	80.85181*	3.49
galat	20	0.60268	0.030134		
total	29	117.8352			

* berbeda nyata ($p \leq 0.05$)

LAMPIRAN 17

ANALISIS RAGAM
PH DIGESTA

PERLAKUAN DIET	ULANGAN					TOTAL	RATA
	1	2	3	4	5		
tanduk-rebus	6.2	6.47	5.8	6.73	6.4	31.6	6.32
tanduk kukus	6.4	7.06	6.2	6.61	6.2	32.47	6.494
tanduk panggang	7.1	6.55	6.74	6.4	7.09	33.88	6.776
raja angka-rebus	7.1	6.28	6.72	6.8	6.44	33.34	6.668
raja angka kukus	6.5	7.1	6.44	6.8	6.75	33.59	6.718
raja angka panggang	7.2	6.41	7.02	6.8	7.17	34.6	6.92
TOTAL	40.5	39.87	38.92	40.14	40.05	199.48	39.896

	B1	B2	B3	TOTAL	KUADRAT
A1	6.32	6.494	6.776	19.59	383.7681
A2	6.668	6.718	6.92	20.306	412.3336
TOTAL	12.988	13.212	13.696	39.896	796.1017
KUADRAT	168.6881	174.5569	187.5804	530.8255	

ANALISIS RAGAM

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftabel
kelompok	4	1273.586	318.3966	1893.166*	2.71
perlakuan	5	0.045391	0.009078	0.053979	2.6
A	1	0.017089	0.017089	0.101607	4.35
B	2	0.02619	0.013095	0.077862	3.49
AB	2	53.05847	26.52924	157.7411*	3.49
galat	20	3.363642	0.168182		
total	29	1276.995			

* berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

LAMPIRAN 18

ANALISIS RAGAM
KADAR AIR DIGESTA TIKUS

PERLAKUAN DIET	ULANGAN					TOTAL	RATA
	1	2	3	4	5		
tanduk-rebus	86.46	85.14	87.26	86.17	87.27	432.3	86.46
tanduk kukus	83.21	84.21	85.26	84.46	83.27	420.41	84.082
tanduk panggang	83.17	84.61	83.93	85.5	83.14	420.35	84.07
raja angka-rebus	86.32	87.85	82.29	87.7	86.52	430.68	86.136
raja angka kukus	83.52	83.27	86.27	85.28	83.25	421.59	84.318
raja angka panggang	83.28	88.12	86.7	82.32	42.8	383.22	76.644
TOTAL	505.96	513.2	511.71	511.43	466.25	2508.55	501.71

	B1	B2	B3	TOTAL	KUADRAT
A1	86.46	84.082	84.07	254.612	64827.27
A2	86.136	84.318	76.644	247.098	61057.42
TOTAL	172.596	168.4	160.714	501.71	125884.7
KUADRAT	29789.38	28358.56	25828.99	83976.93	

ANALISIS RAGAM

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftabel
kelompok	4	201637.3	50409.33	657.8234*	2.71
perlakuan	5	12.79271	2.558543	0.033388	2.6
A	1	1.882007	1.882007	0.024559	4.35
B	2	7.262098	3.631049	0.047384	3.49
AB	2	8394.079	4197.04	54.76984*	3.49
galat	20	1532.61	76.63049		
total	29	203182.7			

* berbeda nyata ($p \leq 0.05$)

LAMPIRAN 19

ANALISIS RAGAM
KADAR ASAM ASETAT

PERLAKUAN DIET	ULANGAN					TOTAL	RATA
	1	2	3	4	5		
tanduk-rebus	32.35	20.08	32.7	27.84	26.62	139.59	27.918
tanduk kukus	31.99	35	18.32	23.25	35.66	144.22	28.844
tanduk panggang	34.26	34.98	17.36	22.55	30.24	139.39	27.878
raja angka-rebus	9.91	31.65	30.55	31.27	36.3	139.68	27.936
raja angka kukus	38.53	35.59	13.26	24.53	21.58	133.49	26.698
raja angka panggang	25.4	37.52	15.51	12.24	23.41	114.08	22.816
TOTAL	172.44	194.82	127.7	141.68	173.81	810.45	162.09

	B1	B2	B3	TOTAL	KUADRAT
A1	27.918	28.844	27.878	84.64	7163.93
A2	27.936	26.698	22.816	77.45	5998.503
TOTAL	55.854	55.542	50.694	162.09	13162.43
KUADRAT	3119.669	3084.914	2569.882	8774.465	

ANALISIS RAGAM

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftabel
kelompok	4	21504.36	5376.091	74.14069*	2.71
perlakuan	5	4.69715	0.93943	0.012956	2.6
A	1	1.723203	1.723203	0.023764	4.35
B	2	1.674202	0.837101	0.011544	3.49
AB	2	877.072	438.536	6.04777*	3.49
galat	20	1450.24	72.51202		
total	29	22959.3			

* berbeda nyata ($p \leq 0.05$)

LAMPIRAN 20

ANALISIS RAGAM
KADAR ASAM PROPIONAT

PERLAKUAN DIET	ULANGAN					TOTAL	RATA
	1	2	3	4	5		
tanduk-rebus	16.8	9.73	23.28	17.46	15.74	83.01	16.602
tanduk kukus	12.34	21.38	7.61	7.16	21.06	69.55	13.91
tanduk panggang	13.64	13.2	6.35	9.56	13.15	55.9	11.18
raja angka-rebus	7.94	14.2	14.26	14.32	14.41	65.13	13.026
raja angka kukus	11.55	13.14	6.69	10.3	6.51	48.19	9.638
raja angka panggang	9	15.28	5.87	3.22	5.25	38.62	7.724
TOTAL	71.27	86.93	64.06	62.02	76.12	360.4	72.08

	B1	B2	B3	TOTAL	KUADRAT
A1	16.602	13.91	11.18	41.692	1738.223
A2	13.026	9.638	7.724	30.388	923.4305
TOTAL	29.628	23.548	18.904	72.08	2661.653
KUADRAT	877.8184	554.5083	357.3612	1789.688	

ANALISIS RAGAM

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftabel
kelompok	4	4223.592	1055.898	32.06895*	2.71
perlakuan	5	10.08275	2.016549	0.061245	2.6
A	1	4.259347	4.259347	0.129362	4.35
B	2	5.784577	2.892289	0.087842	3.49
AB	2	173.223	86.61152	2.6305	3.49
galat	20	658.5174	32.92587		
total	29	4892.192			

* berbeda nyata ($p \leq 0.05$)

LAMPIRAN 21

ANALISIS RAGAM
KADAR ASAM BUTIRAT

PERLAKUAN DIET	ULANGAN					TOTAL	RATA
	1	2	3	4	5		
tanduk-rebus	22.02	22.92	8.52	12.49	20.37	86.32	17.264
tanduk kukus	19.35	25.8	5.41	4.53	22.43	77.52	15.504
tanduk panggang	9.97	10.44	6.73	9.34	9.47	45.95	9.19
raja angka-rebus	2.7	11.89	9.42	13.88	11.41	49.3	9.86
raja angka kukus	9.47	11.64	8.23	11.91	4.38	45.63	9.126
raja angka panggang	3.26	17.62	3.26	2.29	2.45	28.88	5.776
TOTAL	66.77	100.31	41.57	54.44	70.51	333.6	66.72

	B1	B2	B3	TOTAL	KUADRAT
A1	17.264	15.504	9.19	41.958	1760.474
A2	9.86	9.126	5.776	24.762	613.1566
TOTAL	27.124	24.63	14.966	66.72	2373.63
KUADRAT	735.7114	606.6369	223.9812	1566.329	

ANALISIS RAGAM

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftabel
kelompok	4	3882.243	970.5607	19.70988*	2.71
perlakuan	5	18.96301	3.792603	0.077019	2.6
A	1	9.856747	9.856747	0.200168	4.35
B	2	8.247663	4.123832	0.083746	3.49
AB	2	149.2439	74.62194	1.515402	3.49
galat	20	984.8467	49.24233		
total	29	4886.052			

* berbeda nyata ($p \leq 0.05$)

LAMPIRAN 22

ANALISIS RAGAM
KADAR GLUKOSA DARAH

PERLAKUAN DIET	ULANGAN					TOTAL	RATA
	1	2	3	4	5		
tanduk-rebus	47.6	40	35.5	42.9	31.3	197.3	39.4
tanduk kukus	17.5	33.8	61.6	35.7	44.3	192.9	38.5
tanduk panggang	43.3	33.5	39.1	42	44.9	202.8	40.5
raja nangka-rebus	44.8	26	31.3	48.7	46.4	197.2	39.4
raja nangka kukus	54.9	36.6	41.8	54.2	16.1	203.6	40.7
raja nangka panggang	32.5	31.8	38.9	57.8	42.8	203.8	40.7
TOTAL	240.6	201.7	248.2	281.3	225.8	1197.6	239.5

	B1	B2	B3	TOTAL	KUADRAT
A1	39.46	38.58	40.56	118.6	14065.96
A2	39.44	40.72	40.76	120.92	14621.65
TOTAL	78.9	79.3	81.32	239.52	28687.61
KUADRAT	6225.21	6288.49	6612.9424	19126.64	

ANALISIS RAGAM

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftabel
kelompok	4	46469.31	11617.33	89.76853989*	2.71
perlakuan	5	0.79856	0.159712	0.001234115	2.6
A	1	0.179413	0.179413	0.001386349	4.35
B	2	0.33656	0.16828	0.001300321	3.49
AB	2	1912.61	956.3051	7.389489311*	3.49
galat	20	2588.285	129.4142		
total	29	49058.39			

* berbeda nyata ($p \leq 0.05$)

LAMPIRAN 23

ANALISIS RAGAM
KADAR CHOLESTEROL

PERLAKUAN DIET	ULANGAN					TOTAL	RATA
	1	2	3	4	5		
tanduk-rebus	67.5	73	66.9	75.2	65.9	348.5	69.7
tanduk kukus	60.8	73.2	65.1	85.2	74.6	358.9	71.78
tanduk panggang	90.1	71.4	93.8	73.3	51.1	379.7	75.94
raja angka-rebus	69.5	76.2	77.5	68.6	71.9	363.7	72.74
raja angka kukus	79.5	75	81	71.1	78	384.6	76.92
raja angka panggang	60.9	59.9	97.8	88.4	80	387	77.4
TOTAL	428.3	428.7	482.1	461.8	421.5	2222.4	444.48

	B1	B2	B3	TOTAL	KUADRAT
A1	69.7	71.78	75.94	217.42	47271.46
A2	72.74	76.92	77.4	227.06	51556.24
TOTAL	142.44	148.7	153.34	444.48	98827.7
KUADRAT	20289.15	22111.69	23513.16	65914	

ANALISIS RAGAM

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftabel
kelompok	4	158509	39627.25	303.6195	2.71
perlakuan	5	9.76352	1.952704	0.014961	2.6
A	1	3.097653	3.097653	0.023734	4.35
B	2	5.98424	2.99212	0.022925	3.49
AB	2	6586.097	3293.049	25.23097	3.49
galat	20	2610.323	130.5162		
total	29	161129.1			

* berbeda nyata ($p \leq 0.05$)