

MAKALAH PENELITIAN

BEBERAPA KARAKTERISTIK KERUPUK IKAN YANG DIBUAT DENGAN VARIASI RASIO IKAN NILA/TAPIOKA DAN LAMA PEREBUSAN ADONAN

Ag. Pamudji Rahardjo dan Haryadi *)

ABSTRACT

'Keropok' crackers preparation was varied in the ratio of fish added to tapioca starch, and the length of dough-like mixture cooking. The fish used was in the form of ground red 'nila' fish (*Oreochromis niloticus*) meat. The ratios of fish to starch were 30:70, 40:60, 50:50, and 60:40. The ground fish and starch and other ingredients were mixed to get dough-like mixture which was then stuffed into a plastic bag having 5 cm diameter and 20 cm length. The stuffed rolls were then cooked in boiling water for 45, 60 and 75 min, cooled immediately, sliced, and dried.

The crackers were analyzed for moisture, and characterized for thermal properties, acceptability, objective texture, degree of expansion, and hygroscopicity.

The results indicated that higher ratio of fish to starch needed higher energy to melt. Higher ratio of fish to starch gave lower 'keropok' cracker acceptability. Higher ratio and longer cooking time resulted in decrease in the degree of expansion during frying. However, any samples showed no difference in hygroscopicity.

The crackers expanded well during frying when the initial moisture content ranged from 8,53 to 11,19%. Hardness of the acceptable fish crackers were 31,24 - 40,77 N.

Based on the high acceptability, and economic reason relating to lower ratio of fish to tapioca starch and shorter cooking time, methods of preparation involving addition of fish to starch at ratio 30:70 and dough-like cooking for 60 min and at ratio 40 : 60 and cooking for 45 min were considered best.

PENDAHULUAN

Kerupuk dibuat dari tapioka atau pati sagu (Yu, 1991b). Untuk memperkaya citarasa kerupuk biasanya ditambahkan penyedap berupa lumatan ikan laut, udang, telur dan lain-lain (Meliana Budiman, 1985; Jujun Julianty dkk., 1994; Yu, 1991b; Yu dkk., 1994). Ikan air tawar belum lazim digunakan untuk itu.

Ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) mengandung banyak protein dan olahan dagingnya gurih. Ikan nila lebih murah dibanding harga ikan konsumsi lainnya, kemungkinan karena pembudi-dayaannya mudah dan cepat berkembang biak (Siregar, 1994). Pemanfaatan ikan nila untuk penyedap pada pembuatan kerupuk memungkinkan memberi hasil dengan sifat inderawi yang dapat diterima dan selanjutnya secara ekonomis layak.

Tahap-tahap proses pembuatan kerupuk umumnya meliputi pembuatan adonan, pembentukan gelondong, pengukusan, pendinginan, pengirisan dan pengeringan. Tahap pembentukan gelondongan dapat diganti dengan pemasukan dalam selongsong selulosa (Siaw dkk., 1985). Selongsong plastik mungkin dapat digunakan untuk membungkus dan sekaligus mencetak adonan, selanjutnya perebusan adonan dalam selongsong dapat menggantikan pengukusan.

Penambahan bahan selain pati yang suka mengikat air dapat menyulitkan proses pemasakan pati (Chinachoti dkk., 1990). Ikan banyak mengandung protein; denaturasi protein pada pemasakan adonan berakibat penurunan kemampuan mengikat air (Kropf dan Bowers, 1992). Air yang dilepas digunakan untuk gelatinisasi pati. Maka makin banyak ikan ditambahkan, makin cepat pemasakan pati. Kematangan adonan pati mempengaruhi pengembangan pada hasil akhir dan akibatnya mempengaruhi kerenyahannya (Haryadi, 1994).

Makin banyak penambahan bahan bukan pati, makin kecil pengembangan kerupuk pada saat penggorengan, dan pengembangan menentukan kerenyahannya (Haryadi dkk., 1989). Jadi, makin banyak ikan nila, kemungkinan kerupuk makin enak, namun makin kecil pengembangan dan kerenyahannya. Kerenyahan merupakan penentu utama tingkat penerimaan kerupuk (Siaw dan Idrus, 1979; dalam Yu dkk., 1981).

Pada penggorengan kerupuk, terjadi pelunakan yang diduga merupakan pelelehan kristalit molekul pati. Differential Scanning Calorimetry (DSC) telah banyak digunakan untuk analisis perubahan termal gelatinisasi dan retrogradasi pati (Yook dkk., 1993). Cara DSC mungkin dapat mengungkap data perubahan termal selama penggorengan yang bermanfaat dalam pengembangan teknik penggorengan.

*) Staf Pengajar Fakultas Teknologi Pertanian UGM

Pada penelitian ini krupuk dibuat dengan variasi rasio ikan nila/tapioka dan lama perebusan adonan dalam selongsong plastik.

CARA PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan dasar berupa tapioka dan ikan nila merah segar dibeli di pasar Kranggan, Yogyakarta. Tapioka mengandung air 12,06% (AOAC, 1970) dan amilosa 10,74 % (Juliano, 1971). Daging ikan nila mengandung air 78,75 % dan protein 21,08 % (AOAC, 1970).

Alat

Alat utama yang digunakan berupa alat perebus yang dirancang khusus, berbentuk seperti soblok (alat pengukus) tetapi tanpa angas, dilengkapi alat penggantung untuk mengikat selongsong-selongsong berisi adonan. Digunakan juga mixer untuk membuat adonan, lemari es untuk mendinginkan adonan matang, alat perajang untuk merajang adonan matang, mesin pengering untuk mengeringkan krupuk mentah, dan *deep frier* untuk menggoreng krupuk.

Prosedur Pelaksanaan

Cara pembuatan krupuk pada penelitian ini adalah menurut Siaw dkk. (1985) dengan sedikit modifikasi. Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan perbandingan dan lama perebusan yang menghasilkan krupuk disukai berdasar uji panelis. Pada penelitian pendahuluan dibuat adonan dengan variasi rasio berat (basah) tambahan ikan nila/tapioka terendah 20:80 dan tertinggi 60:40 berdasar kelaziman rasio yang digunakan pada industri kecil krupuk ikan (Yu dkk., 1981), dengan lama waktu perebusan 60,90 dan 120 menit.

Untuk setiap 100 g berat kering adonan ditambahkan garam 5 g dan gula 10 g. Air ditambahkan hingga kadar air adonan sekitar 50%. Campuran diaduk selama 5 menit menggunakan mixer.

Adonan dimasukkan ke dalam selongsong plastik berdiameter 5 cm, panjang 20 cm, kemudian bagian atasnya diikat dengan tali yang kuat.

Adonan dalam selongsong plastik digantung pada bagian penutup alat perebus, tercelup pada air perebusan.

Selongsong adonan masak didinginkan dengan cara dimasukkan ke dalam air es selama 60 menit, kemudian dimasukkan ke dalam lemari es pada suhu 5-10° C selama 12 jam untuk mendorong retrogradasi pati, hingga terbentuk adonan matang yang kenyal yang mudah diiris. Adonan diiris dengan ketebalan 3 mm. Irisan dikeringkan pada suhu 40 - 45° C.

Analisis Hasil

Analisis kadar air krupuk dilakukan dengan cara menurut AOAC (1970).

Penyerapan panas pada pelelehan krupuk yang terjadi pada pemanasan dan kisaran suhu penyerapan panas diuji dengan DSC (Perkin Elmer) yang dilengkapi dengan perekam grafik. Sampel krupuk yang sudah dilembutkan dimasukkan ke dalam pan DSC yang sudah ditimbang sebelumnya. Pan segera ditutup rapat, kemudian ditimbang. Berat sampel sekitar 10 mg. Suhu dinaikkan dengan laju 10° C/menit.

Pengujian terhadap krupuk goreng dilakukan untuk mengetahui tingkat pengembangan krupuk yang dinyatakan dalam persen pertambahan diameter (Yu dkk., 1981), tingkat kemudahan krupuk menyerap uap air dari udara (higroskopisitas) menggunakan wadah dengan RH 75% (Haryadi, 1994) dinyatakan dalam *slope* garis lurus yang menunjukkan laju penyerapan uap air dari udara, dan tingkat penerimaan secara inderawi (Amerine dkk., 1965; Larmond, 1977). Penggorengan dilakukan pada 160° C selama 30 detik, menggunakan *deep frier*.

Tekstur krupuk goreng yang menurut hasil pengujian inderawi disukai, diukur lebih lanjut menggunakan *Lloyd Instrument*, untuk mengetahui ukuran tekstur objektif yang disukai.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian tahap pendahuluan menunjukkan bahwa ratio 20:80 dengan lama perebusan sampai dengan 120 menit, menghasilkan adonan dengan bagian tengah buram yang berarti masih mentah, bagian tepi-tepinya kurang rapi dan saat penggorengan bagian tengah cenderung retak. Untuk ratio 40:60 dengan masing-masing lama perebusan, adonan sudah masak, tampak bening, bagian tepi rapi, pada penggorengan dapat mengembang seluruhnya, namun berwarna coklat, dengan kesan gosong dan kurang menarik.

Hasil penelitian pendahuluan tersebut menunjukkan kecenderungan bahwa makin banyak ikan ditambahkan, adonan makin cepat matang. Hal ini kemungkinan karena denaturasi protein berakibat penurunan kemampuan pengikatan air selama pemanasan (Kropf dan Bowers, 1992). Air yang semula diikat oleh protein kemudian dilepaskan, hingga menambah ketersediaan air untuk gelatinisasi pati dengan akibat mempercepat pematangan pati.

Pada penelitian selanjutnya digunakan ratio ikan/tapioka 30:70, 40:60, 50:50 dan 60:40 dan lama perebusan 45, 60, dan 75 menit.

Hasil analisis kadar air krupuk mentah dan krupuk goreng menunjukkan bahwa makin banyak ikan yang digunakan dan makin lama perebusan, kadar air krupuk makin tinggi (Tabel 1. Kadar air krupuk dalam hal ini dianggap sudah seimbang dengan kelembaban udara sekitarnya).

Protein ikan kemungkinan masih mempunyai kemampuan mengikat air yang besar, meskipun sudah

direbus dan digoreng. Dengan demikian makin banyak ikan ditambahkan makin besar kadar air kerupuk.

Tabel 1. Kadar air, pengembangan dan higroskopisitas kerupuk*

Perlakuan		Kadar Air (% berat kering)		Tingkat Pengembangan (%)	Higroskopisitas
Lama Perebusan	Rasio Ikan/Tapioka	Mentah	Goreng		
45 menit	30:70	8,35 e	2,84 de	278 bc	0,87 a
	40:60	8,93 de	2,82 de	380 a	1,06 a
	50:50	9,98 bcd	3,09 cde	276 bc	0,98 a
	60:40	9,90 bcde	3,44 bcd	189 cd	0,92 a
60 menit	30:70	9,78 bcde	3,55 bc	268 bc	0,89 a
	40:60	9,33 cde	2,67 e	378 a	1,04 a
	50:50	10,74 bc	3,62 bc	300 ab	0,95 a
	60:40	11,19 ab	3,62 bc	195 cd	1,01 a
75 menit	30:70	10,25 bd	3,57 bc	286 abc	0,95 a
	40:60	9,85 bcde	4,03 ab	341 ab	0,99 a
	50:50	12,52 a	4,46 a	194 cd	0,99 a
	60:40	12,62 a	4,55a	158 d	1,16 a

* Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata ($P > 0,05$)

Makin lama perebusan, makin masak pati, yaitu makin renggang ikatan hidrogen antar molekul pada granula pati (Biliaderis, 1992). Dengan demikian makin banyak ikatan hidrogen terlepas, menjadikan pati makin kurang kompak dan makin banyak gugus suka air yang bebas, dengan demikian pati makin suka air, makin sulit melepas air sehingga kadar air makin tinggi pada kerupuk yang makin matang.

Makin banyak proporsi ikan ditambahkan, adonan pati makin cepat matang, seperti juga ditunjukkan oleh hasil penelitian pendahuluan. Selanjutnya makin matang adonan, mengakibatkan kerupuk makin mudah mengikat air, sehingga kadar airnya lebih tinggi.

Tingkat pengembangan kerupuk dari hasil berbagai perlakuan menunjukkan makin tinggi rasio ikan dibanding tapioka menunjukkan makin kecil (Tabel 1). Hal ini selaras dengan hasil penelitian Haryadi dkk. (1989) bahwa makin banyak proporsi bahan bukan pati mengakibatkan penurunan pengembangan kerupuk. Yu (1991a) dan Jujun Julianty dkk. (1994) melaporkan hasil penelitiannya yang mirip dengan hasil tersebut di atas.

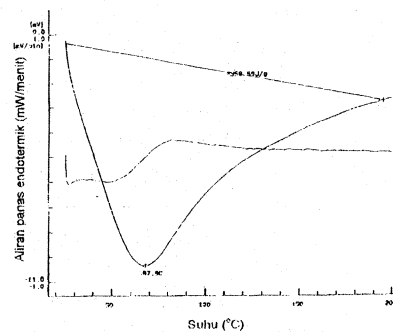
Menurut Yu (1991a) protein berinteraksi dengan pati dalam berbagai cara yang mengakibatkan penghambatan pengembangan. Perlu dikemukakan bahwa penyusun utama yang mengembang adalah pati, sedangkan protein dan lain-lain tidak mengembang, jadi makin sedikit proporsi pati makin sedikit pengembangan.

Tingkat pengembangan menunjukkan kecenderungan makin kecil dengan makin lama perebusan adonannya (Tabel 1). Hal ini kemungkinan makin lama perebusan mengakibatkan granula pati makin pecah, yang selanjutnya memberikan hasil dengan tingkat pengembangan yang makin kecil.

Kemungkinan pengembangan kerupuk juga dipengaruhi kadar air kerupuk mentahnya. Air diperlukan untuk pengembangan selama penggorengan; yaitu uap air yang terbentuk karena pemanasan air, dan kemudian mengembang selama penggorengan mengakibatkan pengembangan kerupuk; selanjutnya air lepas dari kerupuk. Namun kadar air yang berlebih juga tidak mengakibatkan pengembangan yang baik. Dari data kadar air dan pengembangan kerupuk pada Tabel 1 menunjukkan, bahwa pengembangan dicapai dengan baik dari penggorengan kerupuk berkadar air antara 8,53 - 11,19%; kerupuk berkadar air lebih dari 12 % memberikan hasil dengan pengembangan lebih kecil.

Bambang Haryono (1979) menyatakan bahwa makin tinggi kadar air, pengembangan kerupuk udang makin kecil. Muliawan (1991) menemukan bahwa kerupuk sagu mengembang dengan baik, jika kadar air awalnya 4,14-13,36%. Kerupuk bandung mengembang baik jika kadar awalnya sekitar 9% (Haryadi, 1994). Jadi kisaran kadar air kerupuk ikan yang dapat memberikan pengembangan baik masih dalam kisaran angka mirip dengan kerupuk lain-lain tersebut.

Tingkat penyerapan air oleh kerupuk (higroskopisitas) menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata dari semua hasil variasi perlakuan. Diduga, makin besar pengembangan kerupuk berakibat makin mudah menyerap uap air dari udara, karena permukaan yang lebih luas dan kekeroposan yang lebih besar. Makin banyak ikan, makin kecil pengembangan kerupuk, tetapi kemungkinan protein ikan masih mampu mengikat air yang besar, hingga pengaruh tingkat pengembangan dan kandungan protein kemungkinan saling menghilangkan. Dengan demikian tidak terdapat perbedaan higroskopisitas produk akhir tersebut.



Gambar 1. Contoh termogram DSC kerupuk ikan nila (rasio ikan nila/tapioka 30:70, lama perebusan adonan 45 menit).

Bentuk termogram semua hasil analisis DSC kerupuk ikan pada dasarnya sama dengan termogram pada Gambar 1. Pada suhu pengamatan mulai 26° C sudah menunjukkan terjadinya penyerapan panas. Kemungkinan perubahan pada suhu rendah tersebut bersifat dapat balik, menyangkut ikatan antar ujung rantai percabangan amilopektin yang lurus. Selanjutnya penyerapan panas terjadi sampai suhu 105 - 159° C (Tabel 2). Terjadi sampai suhu tinggi, karena kemungkinan kadar airnya rendah, sehingga dibutuhkan energi yang lebih besar untuk melepaskan ikatan hidrogen antar molekul-molekul amilosa yang mengalami retrogradasi yang kemudian mengalami pelelehan. Pelelehan kristalit molekul-molekul pati tersebut telah dikemukakan oleh Yook dkk. (1993) yang meneliti tingkat retrogradasi beras.

Tabel 2. Kisaran suhu endoterm dan panas diserap oleh kerupuk*)

Perlakuan		Suhu endoterm (°C)		Panas diserap (-J/g)
Lama Perebusan	Rasio Ikan/Tapioka	Puncak	Akhir	
45 menit	30:70	67,9	143	358,89
	40:60	67,7	136	317,51
	50:50	66,7	153	350,60
	60:40	58,6	145	189,42
60 menit	30:70	61,4	105	137,22
	40:60	57,6	110	225,30
	50:50	63,6	118	178,87
	60:40	64,6	117	189,39
75 menit	30:70	66,9	127	238,89
	40:60	67,3	123	206,11
	50:50	62,7	138	215,65
	60:40	64,1	159	291,93

*) Data uji DSC

Makin besar proporsi tambahan ikan, makin tinggi suhu pelelehan akhir. Hal ini kemungkinan karena protein ikan dalam kerupuk masih mempunyai kemampuan mengikat air, sehingga ketersediaan air untuk pelelehan makin sedikit, dengan akibat suhu pelelehannya makin tinggi. Pada penelitian ini, perebusan adonan selama 45 menit menghasilkan kerupuk dengan suhu pelelehan akhir dan energi pelelehan yang paling tinggi, sedangkan perebusan selama 60 menit menghasilkan kerupuk dengan suhu pelelehan akhir dan energi pelelehan yang paling rendah. Hal ini kemungkinan perebusan adonan selama 45 menit sebenarnya belum matang betul, atau granula pati belum menggelembung penuh, dengan akibat pada pemanasan kerupuk masih diperlukan panas untuk melepaskan struktur granula disamping panas untuk melepaskan ikatan hidrogen akibat retrogradasi. Perebusan selama 75 menit kemungkinan menjadikan granula pati pecah, dengan akibat retrogradasi berlangsung lebih intensif, dan selanjutnya diperlukan panas yang lebih banyak daripada pemanasan kerupuk hasil perebusan adonan 60 menit untuk pelelehan seluruhnya.

Perbedaan tingkat gelatinisasi granula pati selama perebusan adonan dan pengaruhnya terhadap sifat-sifat kerupuk akan diteliti dalam waktu dekat.

Hasil uji inderawi (Tabel 3) menunjukkan bahwa makin banyak ikan yang ditambahkan dalam pembuatan adonan kerupuk, makin mengurangi kesukaan panelis terhadap warna kerupuk goreng; sedangkan lama perebusan adonan tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat penerimaan warna kerupuk goreng.

Makin tinggi rasio ikan/tapioka yang digunakan dalam adonan, berakibat tingkat kesukaan terhadap citarasa kerupuk goreng menurun (Tabel 3). Penambahan ikan yang makin banyak menghasilkan kerupuk yang berwarna lebih coklat dengan citarasa yang terkesan hangus.

Kerenyahan kerupuk goreng menunjukkan makin menurun dengan penurunan jumlah ikan yang digunakan dalam adonan (data dari Tabel 2 dan Tabel 1); sedangkan variasi lama perebusan adonan tidak berpengaruh terhadap kerenyahan kerupuk goreng yang dihasilkan.

Tabel 3 Tingkat penerimaan warna, citarasa, kerenyahan dan sifat inderawi keseluruhan kerupuk hasil kombinasi perlakuan.

Perlakuan	Lama Perebusan	Rasio Ikan/Tapioka	Warna	Nilai inderawi *)		Keseluruhan
				Citarasa	Kerenyahan	
45 menit		30:70	3,90 ab	3,65 abc	3,85 ab	3,55 b
		40:60	3,90 ab	3,75 ab	3,90 ab	3,80 ab
		50:50	3,00 de	2,65 f	2,60 f	2,90 cd
		60:40	2,80 def	2,85 ef	3,20 cde	2,90 cd
60 menit		30:70	4,35 a	4,00 a	4,3 a	4,20 a
		40:60	3,55 bc	3,55 abcd	3,75 abc	3,75 ab
		50:50	2,45 f	2,85 ef	2,85 ef	2,60 d
		60:40	3,20 cd	3,25 bcde	3,40 bcde	3,35 bc
75 menit		30:70	3,80 b	3,30 bcde	3,85 ab	3,75 ab
		40:60	3,95 ab	3,50 abcd	3,75 abc	3,60 b
		50:50	2,55 ef	3,10 def	3,45 bcd	2,95 cd
		60:40	1,95 g	3,20 cde	3,05 def	3,00 cd

*) Nilai uji inderawi 1-5, makin besar makin disukai. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata (P>0,05).

Berdasar sifat inderawi secara keseluruhan (Tabel 3), serta dengan memperhatikan penghematan jumlah tambahan ikan dan lama proses, maka ratio ikan/tapioka 30:70 dan lama perebusan adonan 60 menit dan ratio ikan/tapioka 40:60 dan lama perebusan adonan 45 menit adalah yang memberikan hasil yang paling baik. Untuk penentuan optimasi rasio dan lama perebusan perlu pertimbangan ekonomis lebih lanjut.

Hasil uji tekstur dengan *Llyod Instrument* menunjukkan bahwa dari tiga sampel yang diambil berdasarkan hasil uji inderawi tekstur kerenyahan yang diterima baik oleh panelis menunjukkan berturut-turut kerupuk goreng dari rasio ikan/tapioka 40:60 dan lama perebusan adonan 60 menit kekerasannya 40,77 N, rasio

30:70 lama 75 menit kekerasan 36,25 N dan ratio 30:70 lama 60 menit kekerasannya 31,24 N. Data tersebut menunjukkan hubungan kecenderungan/makin besar tingkat penerimaan tekstur, makin kecil nilai kekerasan objektif. Jadi dapat diketahui nilai kekerasan objektif yang menunjukkan tingkatan kerenyahan yang disukai konsumen, dan data ini dapat dianjurkan untuk penentuan kerenyahan secara objektif.

KESIMPULAN

Makin besar rasio ikan nila merah/tapioka (dari 30:70 hingga 60:40), dan makin lama waktu perebusan adonan (dari 45-75 menit), kadar air kerupuk mentah dan kerupuk goreng makin tinggi, tingkat pengembangan kerupuk goreng menurun, namun tidak menunjukkan perbedaan tingkat penyerapan uap air dari udara oleh kerupuk goreng.

Makin besar ratio ikan, makin besar kebutuhan panas untuk pelelehan kerupuk, yaitu dari 143-145° C untuk kerupuk dari adonan dengan perebusan 45 menit, dari 105-117° C dari adonan dengan perebusan 60 menit, dan dari 127-159° C dari adonan dengan perebusan 75 menit.

Makin besar rasio ikan/tapioka, tingkat penerimaan panelis makin menurun. Sedangkan variasi lama perebusan tidak menghasilkan perbedaan tingkat penerimaan kerupuk.

Berdasar tingkat penerimaan inderawi keseluruhan dan tambahan ikan dan lama proses yang hemat, maka ratio ikan/tapioka 30:70 dan lama perebusan adonan 60 menit dan rasio 40:60 dan lama perebusan 45 menit adalah yang memberikan hasil yang paling baik, dengan kekerasan 40,77 N dan 31,24 N.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bagian Proyek Operasi dan Perawatan Fasilitas UGM yang mendukung dana penelitian ini, Hendri Wahyuni, Bayu Kanetro, Priyanto Triwitno dan Sulistyono yang membantu teknis penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Amerine, M.A., Pangborn, R. M. and Roessler, E. B., 1965. Principles of sensory evaluation of food, Academic Press, New York.

AOAC, 1970. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. AOAC, Washington.

Bambang Haryono, 1979. Pengamatan Komposisi Kimia Kerupuk Udang Guna Mencari Sifat-sifat Penentu Mutunya. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian UGM, Yogyakarta.

Biliaderis, C. G. 1992. Structures and phase transitions of starch in food system. J. Fd. Technol. (6): 98-145.

Chinachotti, P., Steinberg, M. P., and Villota, R., 1990. A model for quantitating energy and degree of starch gelatinization based on water, sugar and salt contents. J. Fd. Sci. 55:543.

Haryadi, 1994. Physical characteristics and acceptability of the kerupuk crackers from different starches. Indo. Fd. & Nutr. Pro. 1 (1): 23-26.

Haryadi, Sutardi dan Murdijati Gardjito, 1989. Pembuatan makanan kecil dari tepung sagu dan wuluh. PAU Pangan dan Gizi UGM.

Jujun Julianty, Belo, P., Smith, E. and McProud, L., 1994. Egg white powder in extruded fish crackers. International J. Fd. Sci. & Technol. 29: 315-320.

Juliano, B. O., 1971. A simplified assay for milled rice amylose. Cer. Sci. Today 16:334-340.

Kropf, D. and Bowers, J., 1992. Meat and meats products. In Food theory and applications (J. Browsers, ed.). Macmillan Publishing Co., New York, pp. 505-686.

Larmond, E., 1977. Laboratory Method for Sensory Evaluation of Food. Canada Departement of Agricultural Publication.

Meliana Budiman, 1985. Pengaruh rasio udang dan tapioka terhadap sifat-sifat kerupuk udang. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian UGM, Yogyakarta.

Muliawan, D. 1991. Pengaruh kadar air terhadap mutu kerupuk sagu. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian TPB, Bogor.

Siaw, C. L., Idrus, A. Z. and Yu, S. Y., 1985. Intermediate technology for fish crackers (*keropok*) produksi. J. Fd. Technol. 20: 17-21.

Siregar, D. A., 1994. Nila merah, pembenihan dan pembersihan secara intensif. Kanisius, Yogyakarta.

Yook, C., Pek, U. H. and Park, K. H. Gelatinization and retrogradation characteristics of hydroxypropylated and cross-linked rices. J. Fd. Sci. 58 (2): 405-407.

Yu, S. Y., 1991a. Effect of fish : flour ratio on fish crackers (*keropok*). ASEAN Fd. J. 6:36.

Yu, S. Y., 1991b. Acceptability of fish crackers (*keropok*) made from different types of flour. ASEAN Fd. J. 6:114.

Yu, S. Y., Mitchell, J. R. dan Abdullah, A., 1981. Production and acceptability testing of fish crackers (*keropok*) prepared by the extruding method. J. Fd. Technol. 16: 51-58.

Yu, S. Y., Yeoh, K. C. and Motohiro, T., 1994. Utilization of protein from fishball processing washwater in fish crackers (*keropok*). J. Fd. Proc. & Pre. 18: 453-459.