

## PERBANDINGAN PENGARUH KADAR AIR KRUPUK MENTAH PADA PENGGORENGAN DENGAN MINYAK DAN DENGAN OVEN GELOMBANG MIKRO

Soewarno T. Soekarto<sup>1</sup>

### ABSTRAK

*Pengaruh kadar air krupuk mentah terhadap keragaan penggorengan dengan minyak dan penyangraian krupuk dengan oven gelombang mikro (OGM) telah diteliti dan dibandingkan berdasarkan hasil-hasil pengukuran pengembangan krupuk, kerenyahan dan tingkat-tingkat air terikatnya. Krupuk mentah yang digoreng minyak (secara konvensional) dan disangrai dengan OGM, kedua cara tersebut dapat menghasilkan krupuk goreng yang renyah dan mengembang sempurna. Kedua hasil gorengnya sama-sama sangat ditentukan oleh tingkat kadar air krupuk mentahnya.*

*Kerenyahan dan volume pengembangan maximum dicapai pada kadar air di daerah 9 - 10 % basis kering (atau sekitar 9 % basis basah), baik dari penggorengan krupuk sagu dengan minyak maupun dari penyangraian krupuk tapioka dengan OGM. Penggorengan krupuk mentah pada kadar air sangat rendah (krupuk sagu sampai 7 % b.k., krupuk tapioka sampai 6 %) dan sangat tinggi (krupuk sagu 15 % ke atas, krupuk tapioka 13 % keatas), hasil gorengnya tidak mengembang dan tidak renyah.*

*Cara "penggorengan" krupuk dengan OGM dapat menggantikan cara penggorengan dengan minyak, bahkan mempunyai kelebihan dapat mengendalikan kandungan minyak dalam krupuk gorengnya sesuai yang dikehendaki.*

*Berdasarkan hasil analisis kandungan air terikatnya dapat disimpulkan bahwa pengembangan krupuk dengan goreng atau dengan OGM hanya berlangsung pada daerah kandungan Air Terikat Sekunder (ATS) yaitu antara 6 - 15 % b.k. pada krupuk sagu dan 6 - 13 % pada krupuk tapioka. Mekanisme pengembangan pengembangan krupuk selama penggorengan dengan minyak dan penyangraian dengan OGM yaitu terjadinya letupan-letupan gas yang dihasilkan dari ATS menjadi uap akibat pemanasan pada suhu sangat tinggi.*

### PENDAHULUAN

Krupuk merupakan jenis makanan gorengan kering yang bersifat mengembang, renyah dan gurih rasanya. Produk ini telah menjadi populer dan digemari masyarakat luas di Indonesia, dan dikonsumsi baik sebagai makanan ringan (snack food) maupun sebagai lauk. Meskipun masih diproduksi secara tradisional komoditas krupuk telah disukai masyarakat mancanegara dan telah diepor ke Singapura, Hongkong, Jepang, Eropa dan Amerika Serikat (Rumbay et al, 1985, Wiriano, 1984). Beberapa peneliti asing yang mulai tertarik dengan penelitian krupuk terutama dari Malaysia (Yu et al, 1981; Siaw et al, 1985, Yu and Low,

---

<sup>1</sup>Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor

1992). Seperti halnya banyak peneliti Indonesia, peneliti dari Malaysia ini umumnya juga meneliti tentang cara pembuatan dan aspek mutunya.

Sebelum dikonsumsi biasanya krupuk digoreng dengan minyak, yang berfungsi sebagai medium pemanas, meratakan suhu dan berperan sebagai pemberi rasa gurih. Namun selama penggorengan krupuk mengalami penyerapan minyak yang terlalu tinggi, sampai mencapai 28 % lebih (Justica, 1994). Hal ini tidak disukai oleh konsumen karena menjadikan produk berminyak, mudah tengik, dan mutunya rendah, serta dihindari karena alasan penyakit pembuluh darah, jantung koroner, obesitas, dll.

Keberhasilan penggorengan krupuk sangat dipengaruhi kandungan air tingkat tertentu pada krupuk mentahnya (Muliawan, 1991). Kandungan air terlalu rendah atau terlalu tinggi tidak menghasilkan krupuk goreng yang mengembang dan renyah.

Sebagai alternatif proses penggorengan krupuk telah dicobakan penyangraian krupuk dengan oven gelombang mikro (OGM) oleh Justica (1994), Suwarman (1996), Sya'bani (1996), Purwaninghari (1997). Ditemukannya persyaratan kadar air optimum untuk pengembangan volume dan kerenyahan krupuk serta alternatif cara penggorengan krupuk dengan OGM yang penggunaannya sudah mengglobal, maka terbuka peluang bagi industri untuk lebih memperluas pemasaran komoditas krupuk mentah siap goreng, termasuk kemungkinan pasar ekspor.

Penelitian ini bertujuan membandingkan keragaan (performances) proses penggorengan krupuk secara tradisional (dengan minyak) dan secara pemanasan (sangrai) dengan OGM untuk mendapatkan data dasar dan parameter proses pengembangan volumetrik krupuk goreng dan kerenyahannya. Diharapkan hasil penelitian ini berguna untuk merancang proses industri krupuk secara moderen serta untuk meningkatkan mutu produknya.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Bahan utama untuk pembuatan krupuk digunakan tepung sagu kirai dan tepung tapioka, keduanya diperoleh dari pabrik pengolahan di daerah Kedunghalang, Bogor. Tepung terigu diperoleh dari toko di Bogor. Adonan krupuk dibuat dari formulai dasar dengan tambahan bahan penyedap garam dan bawang putih. Krupuk sagu menggunakan 100 % tepung sagu kirai sedangkan krupuk tapioka 80 % tepung tapioka dan 20 % terigu.

Pembuatan krupuk mentah melalui tahapan : pencampuran bahan, pembuatan adonan, pembuatan lembaran dengan sheeter merek "Valmadera". Itali, pengukusan dengan steamer merek "Armfield", England, pengeringan awal dengan pengering oven, pencetakan dengan puncher manual dan akhirnya penjemuran.

Perlakuan tingkat kadar air krupuk mentah sebelum digoreng dilakukan dengan menyeimbangkan contoh krupuk dalam desikator berisi larutan garam jenuh untuk mendapatkan aktivitas air ( $a_w$ ) tertentu (Tabel 1). Penggorengan krupuk dilakukan dalam wajan dengan minyak berlebihan (10 gr krupuk dalam 620 ml minyak goreng) pada suhu penggorengan sekitar 200°C, dengan lama penggorengan sekitar 30 detik. Sangrai krupuk dengan OGM menggunakan oven merek "Tens", buatan Indonesia, dengan lama sangrai antara 40 - 70 detik.

Tabel 1. Keseimbangan Kadar Air dan  $a_w$  Krupuk Sagu dengan Berbagai Kondisi RH/ $a_w$  pada Suhu Kamar

Larutan	RH	Krupuk Mentah		
		$a_w$	K.a (% bk)	K.a (% bb)
NaOH	8,2	0,182	2,1	2,3
LiCl	11,3	0,113	3,2	3,1
K-asetat	22,5	0,25	6,8	6,4
MgCl <sub>2</sub>	32,8	0,328	7,8	7,2
K <sub>2</sub> CO <sub>2</sub>	43,2	0,432	8,2	7,6
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	59,9	0,529	8,5	7,8
NaNO <sub>2</sub>	64,3	0,643	9,4	8,6
NaCl	75,3	0,753	12,3	11,0
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	81,0	0,810	14,9	13,0
Sr-Nitrat	85,1	0,851	*)	*)
BaCl <sub>2</sub>	90,2	0,902	28,7	22,3

\*) berjamur tidak diukur

Pengukuran kadar air krupuk mentah dan krupuk goreng menggunakan metoda AOAC (1984) dalam oven pada suhu 105°C selama 16 jam dengan ukuran contoh sekitar 5 gram yang dipotong kecil-kecil, sedangkan volume jenis krupuk menurut metoda Muliawan (1991) menggunakan manik-manik dalam tabung ukur.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Kadar Air Krupuk Sagu Mentah terhadap Hasil Goreng

Hasil percobaan penggorengan krupuk sagu mentah pada berbagai kadar air disajikan Pada Tabel 2, yang meliputi data persen kadar air basis basah dan basis kering, dan terjadinya pengembangan atau tidak, serta menjadi renyah atau keras. Tingkat kadar air krupuk mentah bervariasi dari yang terendah 0,7 % b.k.(0,4 %b.b.) dan yang tertinggi 50,1 % b.k. (33,4 % b.b.).

### Kriteria Pengembangan Krupuk Goreng.

Ada-tidaknya pengembangan krupuk ditetapkan berdasarkan pengamatan visual selama berlangsungnya penggorengan dengan kriteria tertentu. Krupuk dikatakan mengembang jika seluruh keping krupuk mengembang penuh dan merata serta dihasilkan krupuk goreng utuh dan renyah waktu dicicip. Krupuk dianggap gagal mengembang jika sebagian atau seluruh keping krupuk terlihat tidak mengembang (bantat) dan dihasilkan krupuk goreng yang tidak renyah (keras). Kriteria krupuk goreng demikian sesuai dengan ciri-ciri keberhasilan penggorengan krupuk yang berlaku di masyarakat atau di rumah tangga.

Tabel 2. Keberhasilan Pengembangan dan Kerenyahan Krupuk Sagu Goreng dari Berbagai Tingkat Kadar Air Krupuk Mentahnya

Kadar Air (% b.k)	Pengembangan	Kerenyahan
3,1	tidak mengembang	tidak renyah
3,6	tidak mengembang	tidak renyah
4,1	mengembang	renyah
5,8	mengembang	renyah
7,5	mengembang	renyah
9,5	mengembang	renyah
10,4	mengembang	renyah
11,1	mengembang	renyah
11,7	mengembang	renyah
11,8	mengembang	renyah
13,3	mengembang	renyah
13,4	mengembang	renyah
16,0	tidak mengembang	tidak renyah
16,8	tidak mengembang	tidak renyah

Dari Tabel 2 terlihat bahwa pada kadar air sangat rendah dan sangat tinggi krupuk tidak dapat mengembang. Krupuk sagu mentah selama digoreng hanya dapat mengembang sempurna pada kisaran kadar air 4 - 13,4 % b.k. (3,9 - 11,8 % b.b.). Temuan ini sejalan dengan pengalaman ibu-ibu rumah tangga dalam menggoreng krupuk yaitu bahwa krupuk baru dapat mengembang sempurna jika krupuk mentah dijemur sebelum digoreng. Dari percobaan tersebut juga diketahui bahwa ada hubungan erat antara pengembangan krupuk dengan kerenyahannya.

#### Volume Pengembangan

Hasil pengukuran kuantitatif pengembangan krupuk sagu goreng dari berbagai tingkat kadar air krupuk mentahnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hubungan Volume Pengembangan dengan Kerenyahan Krupuk Sagu dari Berbagai Kadar Air Krupuk Mentahnya

Kadar air krupuk mentah		Volume Pengembangan (%)	Kerenyahan
% b.b.	% b.k.		
0,4	0,7	103	keras
6,0	6,1	670	renyah
8,0	8,6	861	renyah
11,1	12,5	576	renyah
13,9	16,1	445	keras
15,7	18,6	192	keras
33,4	50,1	30	keras

Dari Tabel 3 terlihat bahwa besarnya volume pengembangan krupuk goreng sangat tergantung pada kadar air krupuk mentahnya. Pada krupuk mentah dengan kadar air sangat rendah, 0,7 % b.k., dan sangat tinggi, diatas 12,5 %, hanya menghasilkan volume pengembangan rendah, yaitu antara 30 - 445 % dari volume krupuk mentahnya, dan krupuk gorengnya tidak renyah. Sedangkan dari krupuk mentah dengan kadar air berkisar 6,1 - 12,5 % b.k. menghasilkan krupuk goreng yang renyah dengan volume pengembangan besar (569 - 861 %).

Dari data Tabel 3 diperkirakan batas kriteria kerenyahan krupuk sagu goreng dapat disepadankan dengan nilai volume pengembangan 500 %.

### **Pengaruh Kadar Air Krupuk Tapioka Mentah terhadap Hasil Sangrai OGM**

Hasil percobaan sangrai krupuk tapioka mentah pada berbagai tingkat kadar air dengan OGM disajikan pada Tabel 4. Ternyata proses sangrai (tanpa minyak) dengan OGM juga dapat menghasilkan pengembangan krupuk sama baiknya dengan proses penggorengan dengan minyak.

Dari Tabel 4 terlihat bahwa kadar air krupuk tapioka mentah juga sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pengembangan volume dan kerenyahan krupuk. Krupuk mentah, dari kadar air sangat rendah, 3,2 % b.k. (3,1 % b.b.) dan dari yang sangat tinggi, 21,9 %b.k. (18,0 %b.b.), tidak menghasilkan krupuk matang yang renyah dan pengembangan volumenya juga rendah. Yang dari kadar air sangat rendah volume pengembangannya hanya 448 % dan yang dari kadar air sangat tinggi hanya 223 %. Volume pengembangan krupuk yang besar dan kerenyahan yang penuh hanya dicapai dari krupuk mentah pada kisaran kadar air 8,2 - 12,3 % b.k. (7,6 - 11,0 % b.b.).

Tabel 4. Hubungan Volume Pengembangan dengan Kerenyahan Krupuk Tapioka dari Berbagai Kadar Air Krupuk Mentahnya

Kadar air		Volume Pengembangan	Kerenyahan
% b.b	%b.k.	(%)	
3,1	3,2	448	tidak renyah
7,6	8,2	620	renyah
8,6	9,4	852	renyah
11,0	12,3	533	renyah
18,0	21,9	223	tidak renyah

Di sini juga dapat dipatok batas kriteria kerenyahan krupuk tapioka matang sepadan dengan nilai volume pengembangan 500 %. Berdasarkan patokan tersebut maka batas kisaran kadar air krupuk tapioka mentah untuk menghasilkan kerenyahan sempurna dapat ditetapkan lebih akurat dari grafik hubungan volume pengembangan krupuk matang dengan kadar air krupuk mentahnya.

### **Hubungan Volume Pengembangan dengan Kadar Air Krupuk Mentah**

Kurva hubungan volume pengembangan krupuk sagu goreng dan krupuk tapioka sangrai versus kadar air krupuk mentahnya disebut kurva pengembangan krupuk dan disajikan dalam satu grafik pada Gambar 1. Dari kurva ini dapat ditetapkan lebih akurat batas terendah dan tertinggi daerah kisaran kadar air krupuk mentah yang dapat menghasilkan volume

pengembangan tinggi dan kerenyahan sempurna. Daerah kisaran kadar air itu disebut daerah renyah.

Berdasarkan nilai volume pengembangan 500 % sebagai batas kriteria renyah dapat ditetapkan batas daerah renyah, dengan menarik garis vertikal dari titik potong garis nilai 500 % pada kurva pengembangan Gambar 1). Untuk krupuk sagu diperoleh daerah renyah pada kisaran 4,5 - 14,6 % b.k. (4,3 - 12,7% b.b.) dan untuk krupuk tapioka pada kisaran 5,1 - 13,1% b.k. (4,9 - 11,6% b.b.)

Nilai kisaran kadar air daerah kerenyahan ini sangat penting sebagai data dasar dalam perancangan proses produksi krupuk dan sebagai parameter proses dalam pengendalian proses industri.

Dari Gambar 1 juga dapat dilihat bahwa daerah puncak kurva pengembangan krupuk tapioka lebih sempit daripada puncak kurva pengembangan krupuk sagu. Hal ini akan dihubungkan dengan perbedaan besarnya Air Terikat Sekunder dari masing-masing jenis krupuk.

#### **Analisis Air Terikat dan Kaitannya dengan Pengembangan Krupuk Goreng**

Dari dua percobaan penggorengan krupuk sagu dengan minyak dan penyangraian krupuk tapioka (tanpa minyak) dengan OGM, keduanya memperlihatkan fenomena yang sama dalam pola pengembangan volume dan kerenyahan krupuk gorengnya. Fenomena itu ialah (1) bahwa terjadinya pengembangan krupuk selama digoreng sangat ditentukan oleh kandungan air tertentu, (2) bahwa pengembangan volume dan kerenyahan krupuk goreng hanya terjadi dari krupuk mentah pada kisaran kadar air tingkat menengah (intermediate); dan (3) bahwa pengembangan volume krupuk selama digoreng atau disangrai hanya berlangsung pada suhu pemanasan sangat tinggi sekitar 200°C.

Ketiga fenomena itu mengarahkan analisis untuk mengaitkan proses pengembangan volume krupuk dengan jenis air tertentu dalam krupuk mentahnya. Dari beberapa ahli pangan (Scott 1957, Kuprianoff 1957, Gur-Arieh et al 1967, Labuza 1968, Rockland 1969, Soekarto and Steinberg 1981) telah dikenal adanya beberapa jenis air terikat yang diikat kuat (lebih tinggi dari energi ikatan kondensasi air) melalui ikatan hidrogen pada makromolekul dalam produk pangan. Lebih lanjut mereka juga mengidentifikasi adanya beberapa jenis air terikat yang oleh Soekarto and Steinberg (1981) didapatkan 3 jenis dan masing-masing

dinamakan Air Terikat Primer (ATP), Air Terikat Sekunder (ATS) dan Air Terikat Tertier (ATT), yang berbeda tingkat energi ikatannya.

Berdasarkan konsep air terikat dilakukan analisis penetapan ketiga jenis air terikat dari data kurva isoterme sorpsi air untuk kedua jenis krupuk mentah sagu dan tapioka dengan metoda (Soekarto and Steinberg, 1981). Dari percobaan penyeimbangan contoh krupuk dalam desikator dihasilkan data keseimbangan kadar air krupuk mentah dengan  $A_w$ -nya (Tabel 1), yang kemudian diplot menjadi kurva isoterme sorpsi air Gambar 2. Data ini digunakan untuk menetapkan fraksi ATP, ATS dan ATT.

Untuk penetapan besarnya Air Terikat Primer (ATP) digunakan modifikasi rumus BET yang biasanya berlaku hanya sampai kisaran nilai  $A_w$  0,0 - 0,55 :

$$A_w/(1-A_w)M = 1/(M_0.c) + (c-1)/(M_0.c). A_w \dots\dots\dots(1)$$

Untuk penetapan Air Terikat Sekunder (ATS) digunakan rumus :

$$\log (1-A_w) = b. M + a \dots\dots\dots (2)$$

yang berlaku pada kisaran nilai  $A_w$  0,3 ke atas, dimana :

- Aw - aktivitas air, pada keadaan setimbang = nilai RH,
- M - kadar air dalam keadaan setimbang dengan  $A_w$ ,
- $M_0$  - kadar air lapis tunggal (monolayer), yang besarnya = nilai ATP,
- a,b,c - konstanta matematik.

Grafik dari rumus (2) untuk produk pangan yang susunannya kompleks selalu dihasilkan garis patah (gambar 3) sehingga diperoleh nilai ganda untuk konstatantanya ( $a_1, a_2$  dan  $b_1, b_2$ ). Batas atas ATS ditentukan dari titik patah kurva rumus (2). Hasil penetapan nilai ATP, ATS, ATT serta daerah renyah dan daerah puncak pengembangan disajikan pada Tabel 5.



Tabel 5. Jenis Air Terikat Krupuk Sagu dan Tapioka Beserta Kadarnya dan Batas Kisarannya, % b.k.

	Krupuk sagu (% b.k.)	Krupuk Tapioka (% b.k.)
1. Air terikat primer (fraksi)	5,8	6,1
2. Air terikat sekunder		
Batas Atas	15,2	10,1
Kadar (Fraksi)	9,4	4,0
Kisaran	5,5-15,2	6,1-10,1
3. Air terikat tertier		
Batas atas*	40	41
Kadar (fraksi)	24,8	29,9
4. Kisaran daerah renyah		
Data empirik	4,1-13,4	8,2-12,3
Data analisis	4,5-14,6	6,0-12,8
Data transmisi	6-15	6,13
5. Daerah puncak pengembangan	9,10	9,10

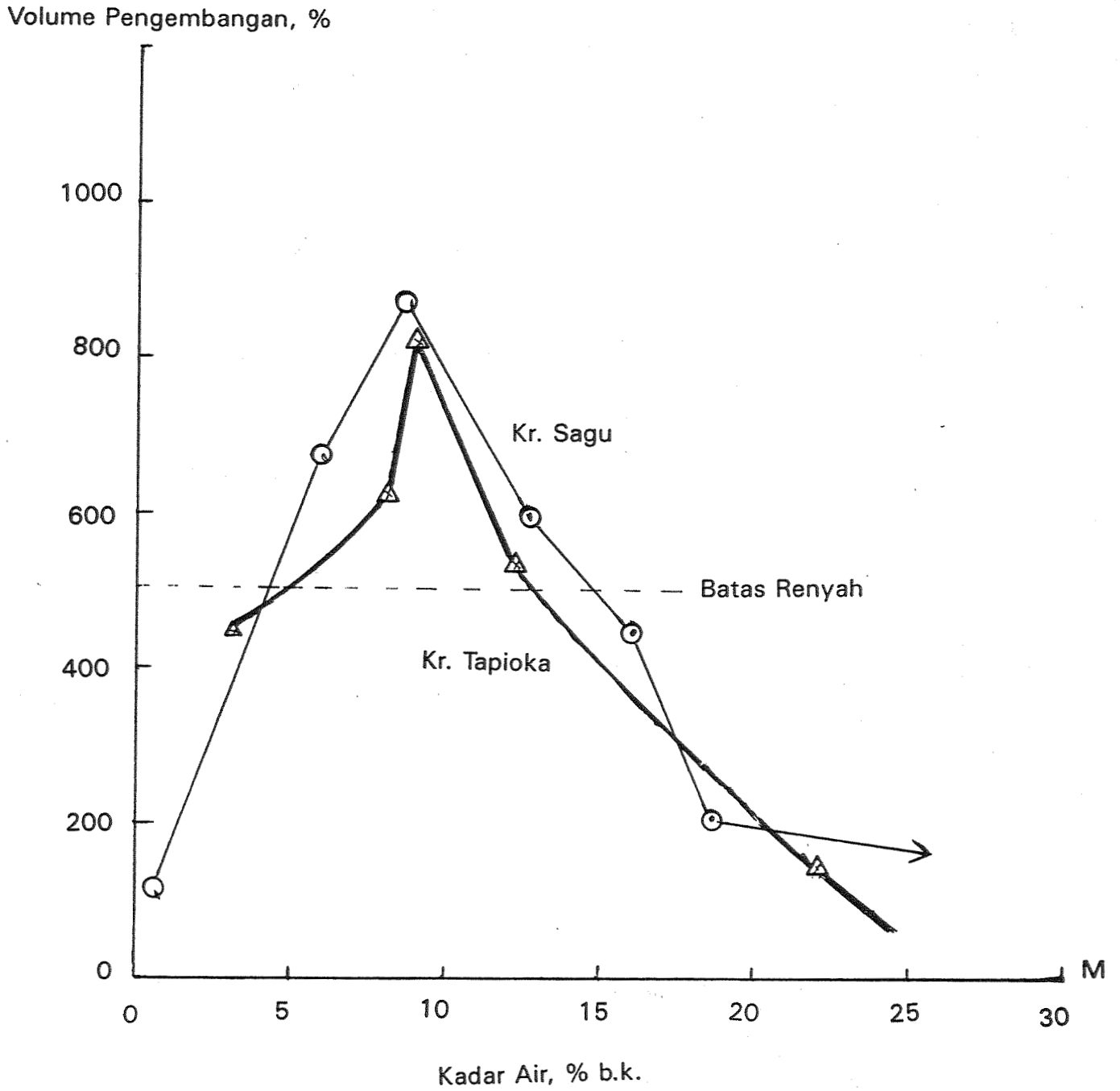
\*Proksimat dengan ekstrapolasi

Dari Tabel 5 terlihat bahwa kisaran ATS krupuk sagu mentah (5,8 - 15,5 %b.k.) sangat dekat atau berimpit dengan daerah renyah krupuk gorengnya, Tabel 3 (sekitar 6 - 15 % b.k.). Demikian pula daerah kisaran ATS krupuk tapioka mentah (6,1 - 12,0 % b.k.) berimpit dengan kisaran daerah renyah krupuk matangnya, Tabel 4 (sekitar 5 - 13 b.k.). Dari Gambar 1 juga diperlihatkan bahwa daerah puncak kurva pengembangan krupuk tapioka lebih sempit (lebih runcing) daripada daerah puncak kurva pengembangan krupuk sagu. Hal ini sejalan dengan kisaran daerah ATS krupuk tapioka mentah yang juga lebih sempit daripada kisaran daerah ATS krupuk sagu mentah. Berdasarkan kedekatan antara kisaran daerah ATS krupuk dengan kisaran daerah renyah krupuk maka dapat disimpulkan bahwa jenis Air Terikat Sekunderlah yang berperan dalam mekanisme pengembangan (juga kerenyahan) krupuk selama digoreng atau disangrai dengan OGM.

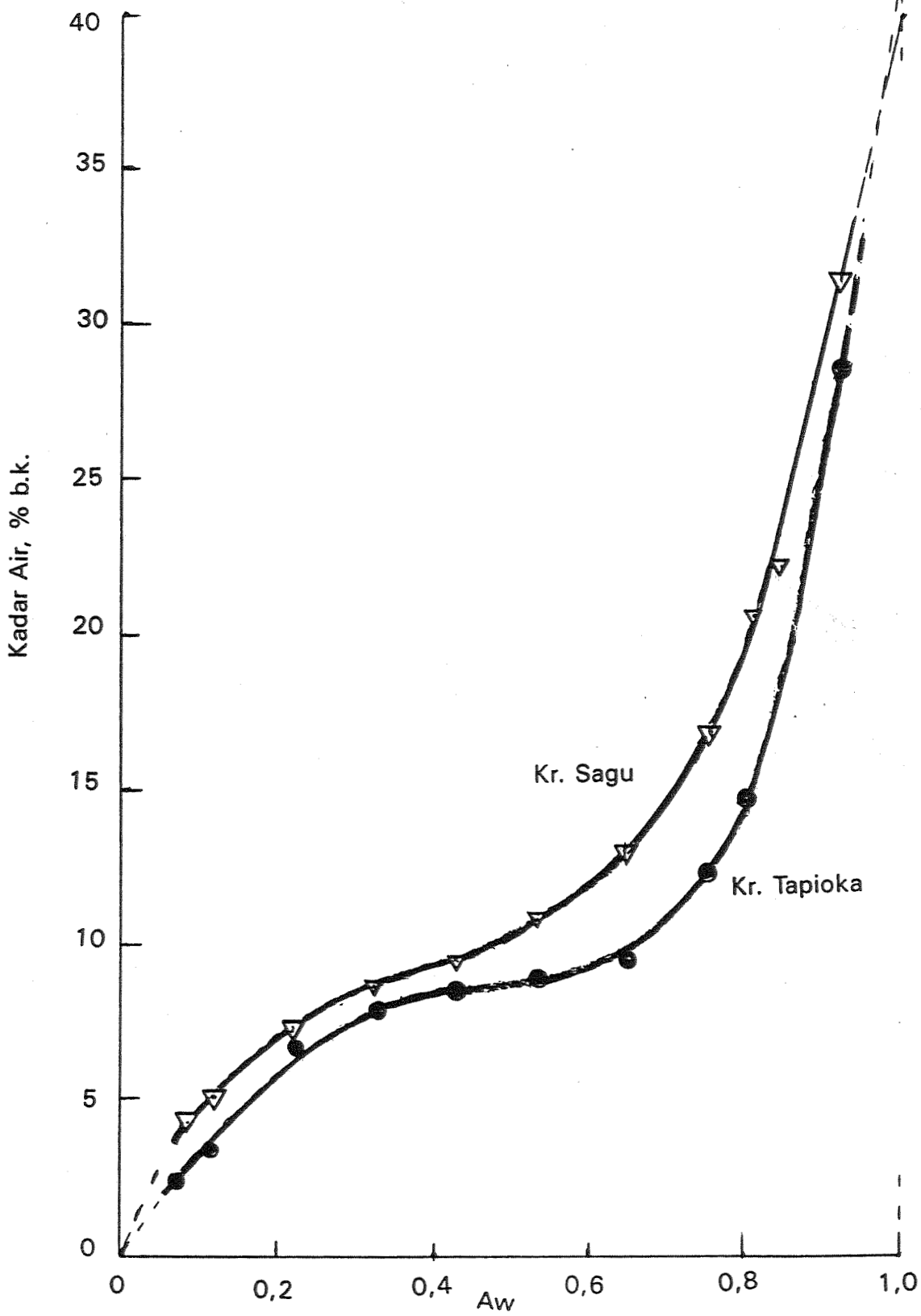
#### DAFTAR PUSTAKA

- Gur-Areh, C., A.I. Nelson, M.P. Steinberg and L.S. Wei, 1967. A Method for Rapid Determination of Moisture Adsorption Isotherm of Solid Particles. *J. Food Sci.* 30 : 105-109.

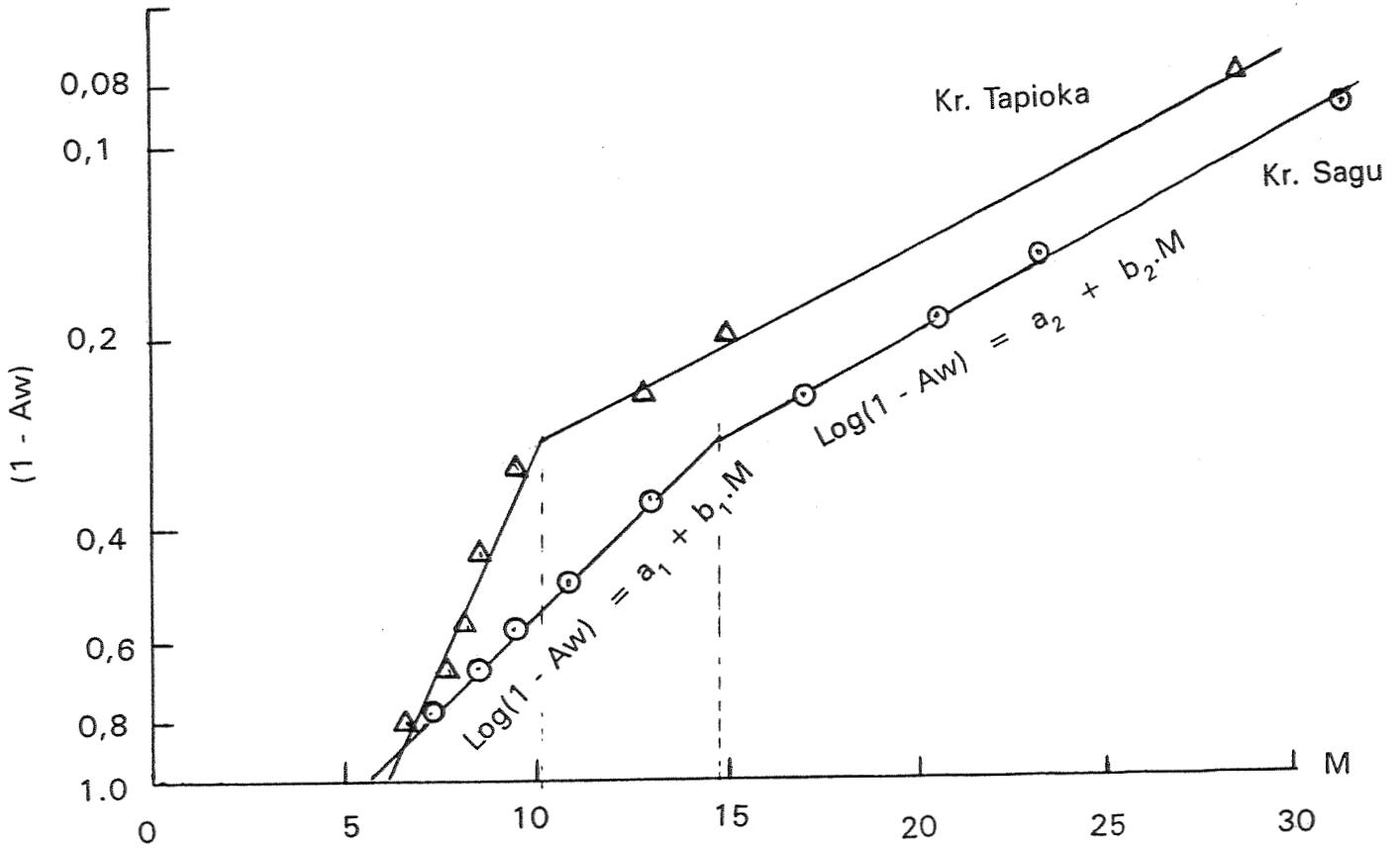
- Kuprianoff, J. 1958. Bound Water. In Fundamental Aspect of Dehydration of Foodstuffs. Soc. Chem. Indt. 14.
- Labuza, T.P., 1968. Sorption Phenomena in Foods. Food Technol. 22 : 15-19
- Muliawan, D., 1991. Pengaruh berbagai Tingkat Kadar Air terhadap Pengembangan Kerupuk Sagu Goreng. Skripsi Jur. TPG, Fak. Tekn. Pertanian, IPB, Bogor.
- Purwaninghari, W.A., 1996. Pengaruh Tingkat Kadar Minyak pada "Penggorengan" Krupuk Emping Mentah dengan Oven Gelombang Mikro. Skripsi Jur. TPG, Fak. Tek. Pertanian, IPB, Bogor.
- Rockland, L.B., 1969. Water Activity and Storage Stability. Food Technol. 23 : 1241-1025
- Rumbay, J.O., S. Sumarni, K. Banteng, D. Tani, J.E. Manopo dan F. Wangka, 1985. Pengembangan Pembuatan Krupuk Sagu baru. Badan LITBANG Industri. Dept. Perindustrian.
- Scott, W.J., 1957. Water Relation of Food Spoilage Microorganisms. Adv. in Food Science 7 : 83
- Siaw, P.S., A.Z. Idrus and S.Y. Yu, 1985. Intermediate Technology for Fish Cracker (keropok) Production. J. Fd. Technology 20 : 17-21
- Soekarto, S.T. and M.P. Steinberg, 1981. Determination of Binding Energy for the Three Fraction of Bound Water. Water Activity : Influences on Food Quality. (Ed.: L.B. Rockland and G.F. Stewart). Academic Press, New York, London.
- Suwarman, W., 1996. Kajian Pembuatan krupuk secara Mekanik. Skripsi Jur. TPG, Fak. Tekn. Pertanian, IPB, Bogor.
- Sya'bani, A.E., 1996. Kajian Penggorengan Krupuk Tapioka Mentah dengan Pemanasan Oven Gelombang mikro. Skripsi Jur. THP, Fak. Tek. Pertanian, IPB, Bogor.
- Wiriano, H. 1984. Mekanisasi dan Teknologi Pembuatan Krupuk. Badan LITBANG Industri, dept. Perindustrian.
- Yu, S.Y., J.R. Mitchel and A. Abdullah, 1981. Production and Acceptability Testing of Fish Crackers (keropok) Prepared by Extrusion method. J. Fd. Technology 16 : 16-38
- Yu, S.Y. and S.L. Lou, 1992. Utilization of Pregelatinized Tapioca Starch in the Manufacture of Snck Food, Fish Crackers (keropok). Int. J. Fd. Sci and Techn. 37 : 593-596.
- Yustica, H., 1994. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Absorpsi Minyak selama Penggorengan Krupuk Sagu. Skripsi, Jur. TPG, Fak. Tek. Pertanian, IPB, Bogor.
- Zulviani, R., 1992. Pengaruh berbagai Tingkat Suhu Penggorengan terhadap Pengembangan Krupuk Sagu Goreng. Skripsi Jur. TPG, Fak. Tek. Pertanian. IPB, Bogor.



Gambar 1. Kurva hubungan volume pengembangan krupuk goreng dengan kadar air krupuk mentahnya.



Gambar 2. Isotermi sorpsi air krupuk mentah sebelum digoreng



Gambar 3. Plot  $(1 - Aw)$  versus kadar air untuk daerah ATS dan ATT