

## ANALISIS KADAR AIR DAN AKTIFITAS AIR KRITIKAL PRODUK SATA DARI MALAYSIA DAN IMPLIKASINYA PADA SIFAT-SIFAT PRODUK DAN UMUR SIMPANNYA

[Analysis of Critical Moisture and Water Activity of Malaysian Sata and Its Implication to Product Characteristics and Shelf Life]

Rita Hayati <sup>1)</sup>, Aminah Abdullah <sup>2)</sup>, Mohd.Khan Ayob <sup>2)</sup>, dan Soewarno T. Soekarto <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh, peserta Program Doktor Falsafah di Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), Malaysia

<sup>2)</sup> Dosen Jurusan Kimia dan Teknologi Makanan Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), Malaysia

<sup>3)</sup> Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor, Indonesia

Diterima 20 September 2005 / Disetujui 10 Desember 2005

### ABSTRACT

*Critical moisture and water activity of Sata, a Malaysian traditional food made of fish and young coconut meats, were analyzed for the first and second critical points of transition among the primary, secondary and tertiary bound water fractions in the Sata. It was found out that the first critical points of moisture content and water activity were  $M_p$  of 5.09 % db (4.78 % wb) and  $a_p$  of 0.44 respectively. The second critical points were water content  $M_s$  of 19.38 % db (16.2 % wb) and water activity  $a_s$  of 79 % respectively. The upper limit of the tertiary bound water ( $M_t$ ) was 75.3 % db (43.0 % wb).*

*Sata sample in the primary bound water fraction (represented by moisture content at 5.0 % db / 4.76 % wb), was stable in colour and appearance, but slightly rancid due to molecular mobility of the liquid oil content. The sample in the secondary bound water fraction (represented by moisture content of 15.0 % db / 13.0 % wb), has a colour change to darker brown; and in the tertiary bound water fraction (represented by moisture of 30.5 % db / 23.4 % wb), mold growth appeared on the 10th day storage. The characteristics of the Malaysian Sata indicated an intermediate moisture food (IMF) with water content of 37.6 % wb, water activity of 0.9 and limited shelf life for few days at room temperature.*

**Key words :** Malaysian sata, critical  $a_w$ , critical moisture, sorption isotherm, shelf life

### PENDAHULUAN

Sata yaitu makanan tradisional yang populer di Pantai Timur Semenanjung Malaysia, dibuat dari daging ikan selayang dicampur dengan kelapa muda parut, bumbu dan rempah-rempah. Campuran dibentuk pasung ( cone ), dibungkus daun pisang, beberapa bungkusan ditusuk bambu kemudian dipanggang di atas bara api. Masyarakat mengkonsumsinya sebagai lauk atau nyamikan (snack). Umur simpan produk ini terbatas yaitu hanya sekitar 3 hari (Rohani et al., 2002). Karena umumnya yang pendek Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI) dengan bahan-bahan yang sama, hanya kelapa parut diganti tepung kelapa, memodifikasi prosesnya menjadi lebih moderen. Bahan-bahan setelah dicampur berupa adonan, dibentuk bulat dengan mesin cetak dan dipanggang dalam oven. Hasilnya dikemas dalam kotak plastik dan dapat disimpan beku. Dengan demikian umur simpannya jauh lebih lama, yaitu dapat mencapai 5 bulan.

Sata dari Malaysia mirip dengan belacan di Aceh, keduanya termasuk produk pangan semi basah

(Intermediate Moisture Foods) yang stabilitas mutu dan daya awetnya sangat dipengaruhi oleh aktifitas air ( $a_w$ ) atau kadar airnya. Hubungan kadar air dan  $a_w$  atau kelembaban setimbang (equilibrium RH) dinyatakan dalam bentuk grafik isoterme sorpsi air (ISA). ISA dapat menggambarkan adanya berbagai struktur air dalam produk pangan (Soekarto, 1978) yaitu adanya tiga fraksi air terikat primer, air terikat sekunder dan air terikat tersier. Fraksi-fraksi air ini mempunyai perilaku dan pengaruh yang berbeda terhadap sifat-sifat produk pangan. Dengan demikian nilai batas antar 3 fraksi air tersebut merupakan kadar air kritis yang dapat digunakan untuk memperkirakan terjadinya perubahan sifat produk pangan, termasuk daya simpannya. Posisi air demikian sangat berguna bagi ahli pangan untukantisipasi terjadinya perubahan sifat atau stabilitas mutu produk pangan, dan untuk menentukan pemilihan bahan pengemas dan pemilihan ingredien (Labuza, 1984). Dalam konstelasi ISA posisi kadar air juga penting kaitannya dengan umur simpan terutama pada produk pangan kering dan pangan semi basah.



Kurva ISA dari produk pangan sangat penting karena berkaitan dengan sifat-sifat produk, parameter proses pengeringan, pengemasan dan penyimpanan (Labuza, Kaanane dan Chen, 1985 ; Van den Berg, 1981; Muterjemi, 1988; Syarif. dan Halid, 1993; Bimbenet dan Loncin, 1995; Purnomo, 1995; Hayati, 2001; Wulandari., 2002; Pratiwiningsih, 2004; Hayati, et al., 2005).

Belum adanya data dan informasi kadar air dan  $a_w$  kritikal pada produk *sata*, memerlukan penelitian lebih lanjut agar datanya dapat digunakan untuk aplikasi proses penyimpanan.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mendapatkan data kadar air dan  $a_w$  kritikal kaitannya dengan kondisi penyimpanan serta (2) umur simpan pada produk pangan *sata*.

## METODOLOGI

### Pembuatan *sata*

Dalam penelitian ini *sata* dibuat dengan modifikasi cara tradisional menggunakan ikan tongkol rebus dan kelapa muda parut serta bahan-bahan lainnya sama yaitu bawang merah, bawang putih, lada dan garam. Ikan tongkol dipotong kepalanya, dibuang isi perutnya, dicuci lalu direbus selama 25 menit. Setelah dingin bagian dagingnya dilepas kemudian dicampur dan dilumatkan menjadi adonan dengan kelapa muda parut, bumbu dan rempah-rempah. Adonan dibentuk bulat panjang, dibungkus daun pisang dan dipanggang di atas bara api selama 25 menit. Hasilnya berupa *sata* matang siap santap.

### Penyeimbangan kadar air

Keseimbangan kadar air dan  $a_w$  *sata* dilakukan dalam desikator berisi larutan garam jenuh dan ditutup rapat. Bahan contoh *sata* terlebih dahulu diturunkan kadar airnya dengan pengering beku dan dilanjutkan dengan pengeringan kemoreaksi menggunakan kapur api sampai tercapai kadar air 2%. Contoh ditimbang kurang lebih 2 gram, dimasukkan ke dalam cawan dan disetimbangkan di dalam desikator. Sebanyak 14 tingkat  $a_w$  dibuat dengan 14 larutan garam jenuh (Tabel 1). Masing-masing larutan garam jenuh dibuat sebanyak 100 ml untuk setiap desikator. Desikator disimpan dalam ruang inkubator suhu 28°C, dan setiap hari dilakukan penimbangan contoh sampai setimbang. Keseimbangan kadar air bahan contoh kemudian diukur dengan metode oven (AOAC, 1995).

Penentuan umur simpan *sata* berdasarkan pada percobaan penyimpanan di udara luar pada suhu 28 °C dan RH udara 80%. Penentuan umur simpan didasarkan pada sehari sebelum tampak tanda-tanda kerusakan *sata* dengan pengamatan secara indrawi, yaitu timbulnya perubahan warna, berlendir, penyimpangan bau, atau pertumbuhan kapang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil produk pangan *sata*

Produk yang dihasilkan berupa *sata* ikan tongkol panggang (Gambar 1A) yang terbungkus daun pisang dengan beberapa permukaan daun gosong terpancang. Setelah dibuka tampak *sata* yang berwarna putih kecoklatan, yang agak kering dan agak mengeras di permukaan dan agak padat kenyal di bagian dalam. *Sata* ikan beraroma tajam dan khas harum *sata*.

Peragaan *sata* ikan dari penelitian dan dari literatur (Rohani et al., 2002) disajikan pada Gambar 1, yaitu bersama-sama dengan *sata* tradisional di Malaysia dan *sata* hasil pengembangan lembaga penelitian MARDI. Meskipun formulasinya sama hanya beda pada jenis ikannya, tetapi karena ada modifikasi dari cara pembuatannya maka terlihat penampilan produk yang berbeda. Produk *sata* tradisional (Gambar 1B) berbentuk pasung masih terbungkus daun pisang dan tersusun dalam tusukan bambu. Kondisi demikian memungkinkan produk mudah terkontaminasi mikroba melalui daun pisang yang robek atau terkoyak, atau mikroba dari pembungkus daun pisang, sehingga umurnya pendek dan cepat ditumbuhi mikroba. Meskipun bentuknya berbeda, penampilan isi bungkus *sata* hasil penelitian (Gambar 1A) tak jauh beda dengan *sata* tradisional, namun penanganannya lebih higienik sehingga produknya dapat lebih tahan lama.

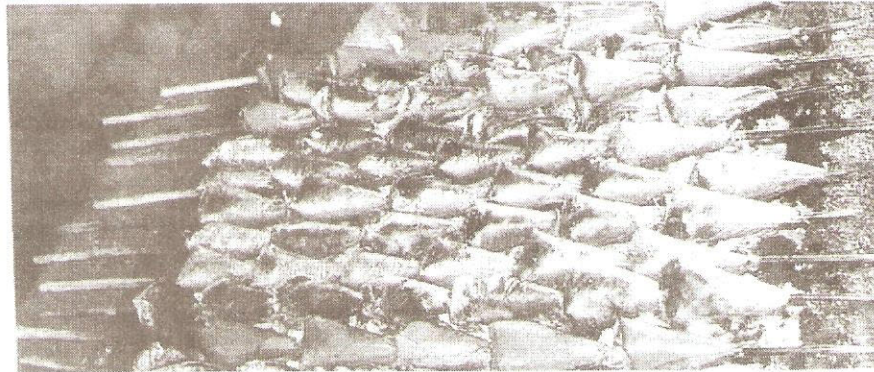
*Sata* MARDI (Gambar 1C) berbentuk bulat tebal tanpa dibungkus daun melainkan dikemas kotak plastik. Penangan produknya cukup higienik. MARDI menyarankan produk *sata* kemasan disimpan beku agar dapat sangat tahan lama.

### Isotermi sorpsi air *sata*

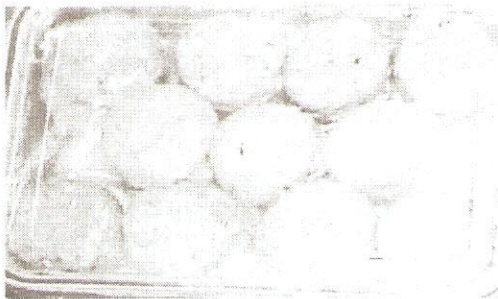
Data isotermi sorpsi air (ISA) dari produk *sata* diperlukan untuk analisis kadar air dan aktifitas air kritikal. Hasil pengukuran kadar air keseimbangan,  $M_e$  (Tabel 1) dihubungkan dengan nilai  $a_w$  produk, diperoleh kurva isotermi sorpsi air (ISA) *sata* (Gambar 2A). Kurva ISA yang dihasilkan mempunyai bentuk sigmoid. Menurut Labuza (1984) bentuk kurva sigmoid merupakan bentuk umum yang dijumpai pada sebagian besar produk pangan. Bentuk kurva sigmoid ini memperlihatkan adanya tiga daerah kurva yang masing-masing mempunyai pengaruh berbeda terhadap karakteristik dan daya awet produk.

Soekarto (1978), Labuza (1984), Aguilera dan Stanley (1999) membagi kurva ISA menjadi 3 daerah air yaitu daerah air terikat primer (*monolayer water*), daerah air terikat sekunder (*multilayer water*), dan daerah air terikat tersier (air pelarut, pelunak produk, *plastizer*). Analisis daerah-daerah kurva itu akan menghasilkan batas-batas daerah ke tiga fraksi air tersebut dan sekaligus menetapkan titik-titik kritikal potensi terjadinya perubahan sifat-sifat produk, stabilitas mutu dan umur simpan.





B. Sata tradisional



C. Sata modern



A. Sata penelitian

Gambar 1. Tiga macam bentuk sata ikan dari Malaysia

Tabel 1. Larutan garam jenuh serta nilai RH,  $a_w$  dan kadar air keseimbangan ( $M_e$ ) produk sata pada suhu 28°C.

No.	Larutan	RH (%)	$a_w$	$M_e$ (%bk)
1.	LiCl	11	0.11	5.00
2.	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	43	0.43	5.60
3.	NaBr	57	0.57	8.15
4.	NaNO <sub>2</sub>	64	0.64	12.17
5.	K I	69	0.69	12.90
6.	SrCl <sub>2</sub>	71	0.71	15.03
7.	NaNO <sub>3</sub>	73	0.73	16.17
8.	Kbr	80	0.80	23.60
9.	KCl	84	0.84	25.71
10.	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	85	0.85	30.46 <sup>a)</sup>
11.	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	86	0.86	32.20 <sup>a)</sup>
12.	BaCl <sub>2</sub>	90	0.90	32.35 <sup>b)</sup>
13.	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	92	0.92	50.30 <sup>b)</sup>
14.	KNO <sub>3</sub>	93	0.93	64.28 <sup>b)</sup>

<sup>a)</sup> Tumbuh kapang <sup>b)</sup> Berlendir

**Analisis fraksi air terikat dan titik-titik kritisikal produk sata**

Dari data ISA (Tabel 1) dilakukan analisis fraksi-fraksi air terikat untuk menetapkan titik-titik kritisikal yang dapat mempengaruhi sifat-sifat produk dan daya

simpannya. Air terikat primer (ATP) atau fraksi air pertama adalah bagian air yang terikat sangat kuat oleh molekul bahan kering (*solid*), yang disebut satu lapis molekul air atau *monolayer water* (BET, 1938; dan Van den Berg dan Bruin, 1981). Air terikat primer dapat ditentukan berdasarkan model matematika isotermi sorpsi air BET (1938). Dengan cara ini dapat dihasilkan kadar air kritisikal pertama,  $M_p$ . Air terikat sekunder (ATS) atau fraksi air kedua merupakan lapisan *multilayer water* (BET, 1938; Rockland, 1969) yang analisisnya dapat menggunakan model matematik semilogaritma (Soekarto (1978), seperti disajikan pada Gambar 2C. Dengan cara ini dapat dihasilkan kadar air kritisikal kedua ( $M_s$ ) dan aktifitas air kritisikal kedua, ( $a_s$ ).

Daerah air terikat tersier (ATT) merupakan daerah fraksi air ketiga yang terikat lemah. Pada daerah ini mikroba dapat tumbuh dan produk akan rusak oleh pertumbuhan mikroba. Penentuan batas atas atau kapasitas air terikat tersier didasarkan pada konsep bahwa air bebas (yang mampu menghasilkan uap jenuh RH 100%) mempunyai  $a_w = 1$  dan air terikat mempunyai  $a_w < 1$ . Jadi kadar air terendah menghasilkan  $a_w = 1$ , merupakan batas antara fraksi air terikat tersier dengan

air bebas. Penentuan nilai batas air terikat tersier dengan air bebas ( $M_t$ ) dilakukan melalui 2 pendekatan yaitu pertama, metoda extrapolasi dengan analisis regresi model polinomial ordo 2 (Gambar 2D) dan kedua, metoda extrapolasi manual (Gambar 3).

Untuk menetapkan kadar air kritis pertama digunakan analisis data ISA dengan modifikasi model matematik BET (1938) yang penerapannya hanya berlaku pada kisaran  $a_w$  0 -- 0.60 (Risvi, 1995), dengan persamaan (1) :

$$\frac{a_w}{(1-a_w)M} = \frac{1}{M_{pC}} + \frac{(c-1)}{M_{pC}} \cdot a_w \dots\dots\dots(1)$$

dimana M adalah kadar air (%), c adalah konstanta,  $M_p$  adalah kapasitas atau batas air terikat primer (%).  $M_p$  merupakan kadar air kritis pertama. Plot persamaan BET dapat dilihat pada Gambar 2B.

Persamaan (1) dapat dipandang sebagai rumus regresi linear dengan variabel bebas  $a_w$ . Hasil analisis regresinya untuk sata ikan tongkol menjadi persamaan (2) :

$$Y = 0.1026x + 0.0936 \quad (R_2=0.9039) \dots\dots\dots(2)$$

Dari persamaan regresi (2) tersebut nilai konstanta regresi a dan b dimasukkan ke dalam persamaan (1) sehingga menjadi :

$$a = 1/M_{pC} = 0.1026 \text{ dan } b = (c-1)/M_{pC} = 0.0936$$

$$\text{Jadi } b/a = (c-1) = 0.1026/0.0936 = 1.096, \text{ dan } c = 2.096$$

$$a = 1/M_{pC} = 0.0936, \text{ jadi } M_p = 5.09 \% \text{ bk.}$$

Untuk menetapkan kadar air kritis sekunder ( $M_s$ ) digunakan model analisis semilogaritma dengan persamaan umum (3) :

$$-\log(1-a_w) = p + q (M) \dots\dots\dots(3)$$

dimana M adalah kadar air (%) pada aktivitas air  $a_w$ , p dan q adalah konstanta regresi linier. Plot grafik semilogaritma sata disajikan pada Gambar 2C.

Menurut Soekarto (1978), plot data persamaan tersebut menghasilkan garis lurus yang patah menjadi dua garis lurus (Gambar 2C). Garis lurus pertama mewakili daerah fraksi air terikat sekunder yaitu pada kisaran antara 6 – 20 % (Tabel 1) dengan persamaan model (3a) dan hasil analisis regresi persamaan (3b):

$$-\log(1-a_w) = p_1 + q_1 (M) \dots\dots\dots(3a)$$

$$Y_1 = 0.0296x + 0.0997 \quad R^2 = 0.9695 \dots\dots\dots(3b)$$

Garis lurus kedua mewakili fraksi air terikat tersier yaitu di daerah kadar air di atas 18 % dengan persamaan (4a) :

$$-\log(1-a_w) = p_2 + q_2 (M) \dots\dots\dots(4a)$$

$$Y_2 = 0.017x + 0.3439 \quad R^2 = 0.8543 \dots\dots\dots(4b)$$

Titik potong kedua garis merupakan batas daerah fraksi air kedua dan ketiga dan nilainya sebagai kadar air kritis kedua ( $M_s$ ) yang diperoleh dari menggabungkan persamaan (3a) dan (4a) menjadi persamaan (5a) dan

gabungan data kedua regresinya menjadi persamaan (5b) :

$$p_1 + q_1 M_s = p_2 + q_2 M_s \dots\dots\dots(5a)$$

$$0.0997 + 0.0296 M_s = 0.3439 + 0.017 M_s \dots\dots\dots(5b)$$

$$0.0126 M_s = 0.2442$$

$$M_s = 19.38 \text{ atau dibulatkan } 19.4 \% \text{ bk}$$

Dengan memasukkan nilai  $M_p$  dan  $M_s$  ke persamaan (4a) dapat diperoleh nilai batas  $a_w$  antara daerah fraksi air terikat primer dan sekunder yaitu aktifitas air kritis pertama ( $a_p$ ) dan batas  $a_w$  antara daerah fraksi air terikat sekunder dan tersier yaitu  $a_w$  kritis kedua ( $a_s$ ).

$$-\log(1-a_w) = p_1 + q_1 M$$

$$-\log(1-a_p) = 0.0997 + 0.0296 (5.09) = 0.2504$$

$$1-a_p = 0.56$$

$$a_p = 0.44, \text{ setara dengan } RH = 44 \%$$

$$-\log(1-a_s) = 0.0997 + 0.0296 (19.38) = 0.6738$$

$$1-a_s = 0.21$$

$$a_s = 0.79, \text{ setara dengan } RH = 79 \%$$

Untuk menetapkan batas atas air terikat tertier digunakan data ISA dari daerah air terikat tersier, yaitu daerah kadar air 19.4 % bk ke atas. Berdasarkan konsep bahwa air bebas nilai  $a_w$ nya = 1 maka dapat digunakan metode extrapolasi secara regresi ataupun manual. Dengan metode analisis regresi digunakan model polinomial ordo 2, persamaan (6), pada Gambar 2D. Dengan memasukkan nilai  $x = a_w = 1$  pada persamaan regresi (6) maka diperoleh nilai batas atas fraksi air terikat tersier ( $M_t = Y_{x=1}$ ) :

$$Y = a x^2 + b x + c \dots\dots\dots(6)$$

dimana adalah Y kadar air dan x aktivitas air.

$$Y = 1262.3x^2 - 2019.4x + 832.4 \quad (R^2 = 0.8548) \dots\dots\dots(6)$$

$$M_t = 1262.3 (1)^2 - 2019.4 (1) + 832.4$$

$$= 75.3, \text{ jadi } M_t = 75.3 \% \text{ bk}$$

Dengan memasukkan nilai  $x = a_w = 1$ , pada rumus (6) maka diperoleh nilai Y yaitu nilai batas atas air terikat tersier ( $M_t$ ) = 75.3 %. Dengan cara extrapolasi manual (Gambar 3) diperoleh nilai  $M_t = 75 \% \text{ bk}$ .

**Kadar air dan aktivitas air kritis**

Dari hasil analisis data ISA produk pangan sata diperoleh data kadar air dan  $a_w$  kritis seperti disajikan pada Tabel 2. Telah dihasilkan 3 nilai kadar air kritis  $M_p$ ,  $M_s$  dan  $M_t$  serta 2 aktifitas air kritis yaitu  $a_p$  dan  $a_s$ . Masing-masing nilai kritis sangat penting karena menjadi batas potensi terjadinya perubahan yang spesifik sesuai kondisi daerah fraksi airnya.  $M_t = 75.3 \% \text{ bk}$  (43% bb) adalah batas atas seluruh air terikat pada produk sata, di atas itu adalah air bebas atau bulk water.

Menurut Labuza (1984) ketiga daerah fraksi air itu berbeda potensi reaksi kimia dan pertumbuhan mikroba dan pengaruhnya terhadap perubahan sifat dan mutu serta daya awet produk pangan.



Kandungan air *sata* di daerah fraksi air primer (sampai kadar air kritis pertama,  $M_p = 5.09\%$  b.k dan setara  $a_p$  kritis pertama = 0.34.) terikat sangat kuat oleh bahan kering (*solid*) dan motilitas molekul air dan molekul bahan kering sangat rendah sehingga reaktan di daerah itu tidak dapat bereaksi, karenanya mutu produk sangat stabil. Contoh *sata* kering pada kadar 5 % dari hasil ekuilibrisasi dengan RH 11 % ternyata tidak mengalami perubahan penampakan visual sampai penyimpanan 2 bulan. Namun baunya menjadi agak tengik, karena komponen minyak klapa yang mengandung asam lemak tak jenuh (terutama asam oleat) motilitas molekulnya pada suhu kamar masih cukup tinggi sehingga reaksi oksidasi pada minyak masih dapat terjadi dan menghasilkan bau *sata* kering agak tengik.

Kandungan air *sata* di daerah fraksi air sekunder (kadar air antara  $M_p$  dan  $M_s$ , dengan batas atas  $M_s = 19.38\%$ , dan setara  $a_s$  kritis kedua = 0.79) molekul airnya terikat cukup kuat, motilitas molekul air dan molekul bahan kering mulai meningkat sehingga reaksi kimia pada molekul bahan kering dapat berlangsung dan mulai terjadi perubahan kimiawi yang mengakibatkan penurunan mutu produk secara kimiawi. Contoh *sata* agak kering pada kadar air 15 % dari hasil

ekuilibrisasi dengan RH 71 % berwarna lebih coklat daripada *sata* kering dengan kadar air 5 %.

Kandungan air *sata* di daerah fraksi air tertier (pada kadar air antara  $M_s$  dan  $M_t$ , dengan batas atas 75.3 % bk atau 43 % bb) terikat lemah. Air bertindak sebagai pelarut dan tekanan osmose larutannya setara dengan tekanan osmose plasma sel. Di daerah fraksi air tertier inilah mikroba tumbuh, karena tekanan osmose fraksi air tertier seimbang dengan tekanan osmose cairan plasma sel mikroba. Frazier dan Westhoff (1978) dan Aguilera dan Stanley (1999) menyatakan adanya persyaratan minimal  $a_w$  berbeda untuk pertumbuhan beda jenis mikroba yaitu  $a_w$  0.80 untuk kapang, 0.87 untuk khamir dan 0.91 untuk bakteri. Dalam percobaan ini pada penyimpanan 7 hari kapang tumbuh di *sata* pada  $a_w$  0.85 (setara kadar air 30.46 % bk. atau 23.4 % bb.) dan bakteri tumbuh (pembentukan lendir) pada  $a_w$  0.92 (setara kadar air 50.30 % bk. atau 33.5 % bb.).

**Daya awet dan umur simpan *sata***

Hasil pengukuran sifat-sifat produk *sata* hasil penelitian dan data literatur dari *sata* tradisional dan *sata* buatan MARDI disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Kadar air dan aktivitas air ( $a_w$ ) kritis produk *sata*

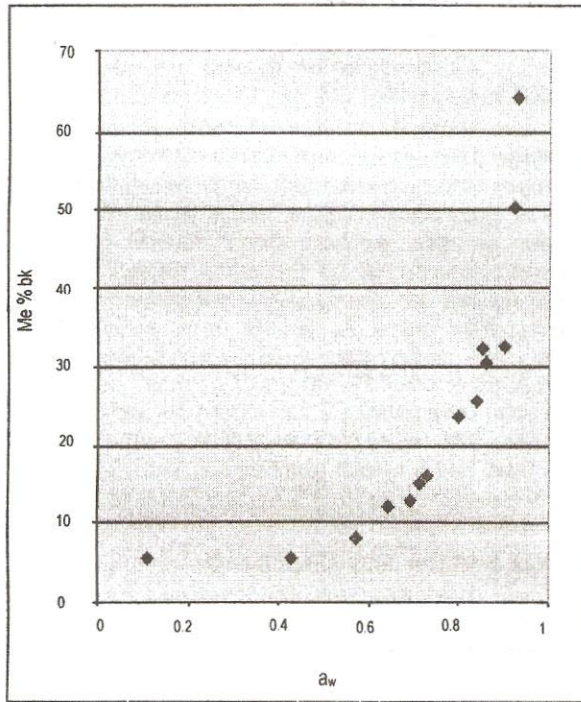
Fraksi Air	Kapasitas air Terikat	M kritis (% bk)	Jenis Air Terikat, %	$a_w$ kritis	RH (%)
Ke-1	$M_p$	5.09	ATP : 5.09	$a_s = 0.34$	34
Ke-2	$M_s$	19.38	ATS : 14.29	$a_p = 0.79$	79
Ke-3	$M_t$	75.3	ATT : 55.92	-	-

ATP = data  $M_p$ , ATS =  $M_s - M_p$ , ATT =  $M_t - M_s$

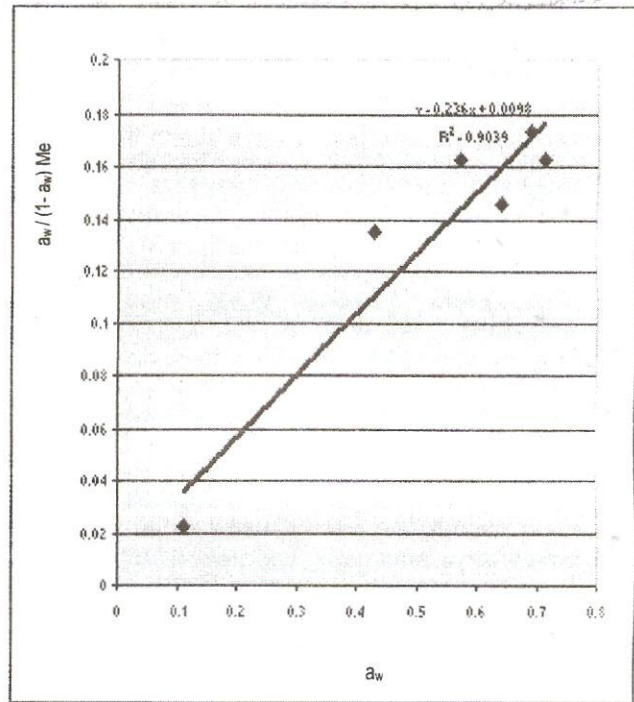
Tabel 3. Hasil pengukuran dan pengamatan sifat-sifat *sata* dan umur simpan, pada penyimpanan suhu kamar 28 ° C.

No.	Sifat-sifat produk	<i>Sata</i> penelitian	<i>Sata</i> Tradisional <sup>a)</sup>	<i>Sata</i> Beku MARDI <sup>a)</sup>
1	Kadar Air, % bb	37.6	40.1	40.4
	% bk	60.2	67.0	67.7
2	Aktifitas Air ( $a_w$ )	0.9	0.9	0.9
3	Umur Simpan, hari	9	3	5 bulan <sup>b)</sup>
4	Tanda-tanda Kerusakan			
	- Perubahan Warna	Putih-coklat	Putih-coklat	Kuning-coklat
	- Bau	Tengik	Tengik	Agak Tengik
	- Kapang	Tumbuh pada hari ke-10	- <sup>c)</sup>	- <sup>c)</sup>
- Lendir	Lendir	Lendir	Lendir	

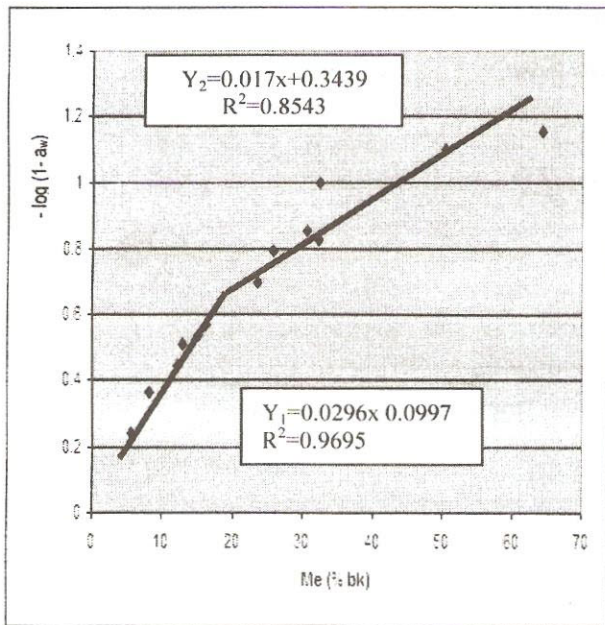
a) Rohani et al., (2002). b) Disimpan dalam freezer suhu - 20 ° C. c) Tidak dilaporkan



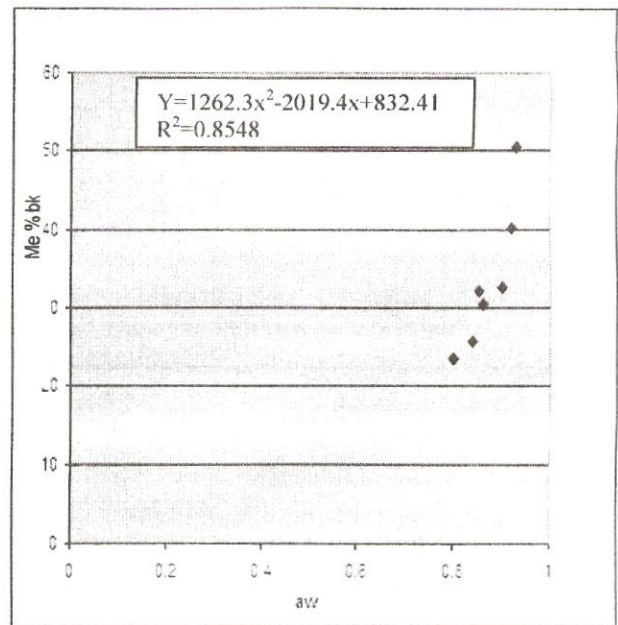
A. Kurva ISA



B. Plot BET



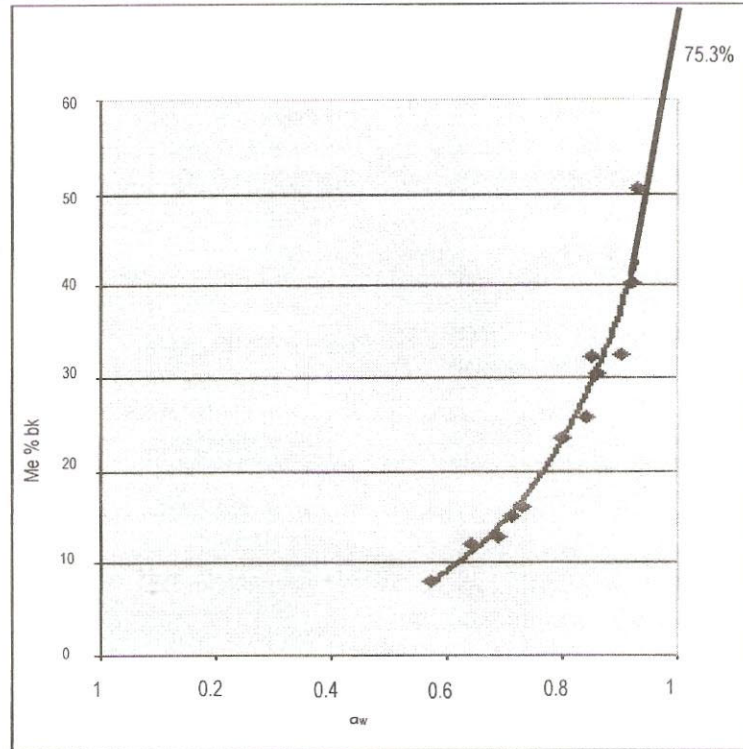
C. Plot logaritma



D. Plot polinomial ordo 2

Gambar 2. Analisis grafik ISA Produk sata





Gambar 3. Ekstrapolasi manual pada penentuan air terikat tersier sata

**KESIMPULAN**

Produk *sata* dari Malaysia, yang sama dengan *belacan* dari Aceh, adalah produk tradisional yang dibuat dari campuran daging giling ikan selayang, parutan kelapa muda, dan bumbu-bumbu lalu dipanggang di atas bara api. Hasilnya merupakan produk pangan semi basah (PSB), sekelas dengan ikan pindang, dengan ciri-ciri kadar air 37 % b.b., aktifitas setimbangnya  $a_w$  0.9 dan umur simpan 3 – 5 hari. Dari penelitian ini produk *sata* diproses dengan modifikasi menggunakan daging ikan tongkol rebus dan dipanggang 25 menit, dapat meningkatkan umur simpan lebih lama dibandingkan *sata* tradisional yang dibuat dari ikan segar.

Titik-titik kritikal pertama *sata* yang dihasilkan ialah  $M_p$  4.7 % bb dan setimbangnya  $a_p$  0.44. Di bawah nilai ini penampakan produk stabil, namun kandungan minyak cair kelapa menyebabkan produk agak tengik, dan di atas titik kritikal produk tidak tengik hanya mengalami pencoklatan. Titik-titik kritikal kedua ialah  $M_s$  19.38 % bk atau 16.2 % bb dan setimbangnya  $a_s$  0.79. Di atas titik kritikal ini, yaitu daerah fraksi air tersier, mula-mula produk ditumbuhi kapang dan menjadi berlendir/ ditumbuhi bakteri pada kadar air yang semakin tinggi.

Kerusakan *sata* terjadi pada daerah fraksi air tertier. Berdasarkan kriteria pengamatan organoleptik *sata* ikan dari hasil percobaan mempunyai umur simpan lebih lama (9 hari) daripada *sata* tradisional (3 hari). Data ini setara dengan umur simpan ikan pindang *cue* dari

Indonesia dan kedua jenis produk itu menunjukkan ciri-ciri pangan semi basah.

**DAFTAR PUSTAKA**

AOAC, 1995. Official Methods of Anaysis. Association of Official of Analytical Chemist, Washington D.C.

Aguilera, J.M and Stanley, D.W. 1999. Microstructural Priciples of Food Processing and Engineering. 2<sup>nd</sup> ed. Aspen Publ.Inc.Maryland.

Bimbenet and Loncin 1995. Equilibre entre phases,Activite de L'eau, Bases du Genie des Procedes Alimentaires, Mason, Paris. Pp. 53-58.

BET 1938 (Brunauer, S., Emmitt,P.H., and Teller, E. 1938 ). Adsorption of gases in multi-molecular layer. J. Am. Chem. Soc. 66 : 309

Davis, R; G.G. Birch and K.J. Parker, 1976. Intermediate Moisture Foods. Applied Science Publ. Ltd, London

Erawan, I.M.S. 2005. Aplikasi BAL terhadap daya awet Pindang Presto Ikan Kembung Perempuan. Skripsi, Dept. Tekn. Hasil Perairan, IPB.

Fennema, O.R. 1985. Food Chemistry. 2<sup>nd</sup> Edition : Review and expanded. Marcel Dekker Inc. New York and Basel.

- Frazier, W.C. and O.C. Westhoff. 1978. Food Microbiology. McGraw Hill Book Co., New York.
- Hayati, R. 2001. Kajian Penggaraman dan Pengerinan Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dalam Pembuatan Asam Suntik Dari Aceh. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hayati, R, Aminah Abdullah, Mohd.Khan Ayob, dan Soewarno T. Soekarto. 2005. Isotermi Sorpsi Air dan Analisis Umur Simpan Ikan Kayu Tongkol (*Euthynnus affinis*) dari Aceh. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, 15 (3):157-163.
- Labuza, T.P. 1984. Moisture Sorption : Practical Aspects of isotherm Measurement and Use. Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul Minnesota.
- Labuza, A.Kaanane and J.Y. Chen 1985. Effect of Temperature on The Moisture Sorption, Isotherm and Water Activity Shift to Two Dehydrates Foods. Journal Food Science (50) : 385-391.
- Muterjemi, Y. 1988. A Study of Some Physical Properties of Water in Foodstuff. Doctoral Dissertation, Division of Food Engineering, Lund University, Sweden.
- Purnomo, H. 1995. Aktivitas Air dan Peranannya dalam Pengawetan Pangan. UI-Press-Jakarta.
- Pratiwiningsih, I. 2004. Kajian Sifat Fungsional, Mikrostruktur, dan Pendugaan Umur Simpan Surimi Kering Dari Ikan Marlin (*Makaira* sp). Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rizvi, S.S.H. 1995. Thermodynamic Properties of Food in Dehydration. Dalam M.A. Rao and Rizvi, S.S.H. (eds). Engineering Properties of Foods. Marcel Dekker, New York.
- Rockland, L.B. 1969. Water Activity and storage stability. Food Technology. 23 : 1241-1251.
- Rohani, A; Rokiah, M. Mohd. A. W; Abu, B. H. Wan Rahimah, W. I. 2002. Manual pemrosesan produk ikan. Pusat penyelidikan teknologi makanan. Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI).
- Soekarto, S.T. 1978. Pengukuran air ikatan dan peranannya pada pengawetan pangan (Bound water determination and its significance to food preservation). Bulletin Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia, 4: 4-18.
- Syarief, R. dan Halid. 1993. Teknologi Penyimpanan Pangan. Penerbit Arcan, Jakarta.
- Van den Berg, C. 1981. Vapour sorption equilibria and other water-starch interaction; a physicochemical approach. Doctoral thesis, Agricultural University, Wagenigen.
- Van den Berg, C and Bruin, S. 1981. Water activity and its estimation in food systems : theoretical aspects. Dalam Water Activity : Influences in Food Quality. Rockland, L.B and Steward, G.F. (ed). Academic Press. London.
- Wulandari, N. 2002. Analisis Pengerinan Absorpsi dengan Kapur Api pada Pengerinan Lada Hitam. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.