

FERMENTASI ALAMI IKAN KAYU (ARABUSHI) CAKALANG (*Katsuwonus pelamis*) DAN TONGKOL (*Auxis thazard*) DALAM DESIKATOR

Jamal Basmal^{*)}, Ninoek Indriati^{*)}, Nurul Hak^{*)} dan Suyuti Nasran^{*)}

ABSTRAK

Percobaan fermentasi alami ikan kayu (*arabushi*) cakalang (*Katsuwonus pelamis*) dan tongkol (*Auxis thazard*) menjadi *katsuobushi* telah dilakukan di dalam desikator berdiameter 29 cm dan tinggi 26 cm. *Arabushi* disusun di dalam desikator secara bersilangan dan untuk meningkatkan kelembaban relatif udara ruangan fermentasi diletakkan kapas yang telah dibasahi dengan air sebanyak 50 mL pada dasar desikator. Fermentasi dilakukan melalui lima tahap dan setiap tahap diakhiri bila kapang tumbuh merata dan telah terjadi perubahan warna kapang dari putih menjadi abu-abu kehijauan atau abu-abu. Hasil percobaan fermentasi *arabushi* menjadi *katsuobushi* cakalang dan tongkol menunjukkan terjadinya penurunan kadar fenol sebesar 4,9%bk (bobot kering) dan 3,8%bk, nilai aktivitas air (a_w) *katsuobushi* cakalang cenderung konstan sebesar 0,87, sedangkan *katsuobushi* tongkol cenderung menurun dari 0,84 menjadi 0,81 setelah akhir fermentasi tahap V. Jumlah protein kasar yang dapat diuraikan menjadi asam-asam amino sederhana sebesar 13,69%bk dan 80,75%bk masing-masing untuk *katsuobushi* cakalang dan tongkol. Jenis asam amino yang tidak terdeteksi selama proses fermentasi pada *katsuobushi* cakalang adalah asam amino alanin, leusin, dan fenilalanin, sedangkan pada *katsuobushi* tongkol hanya asam amino prolin. Jenis kapang yang tumbuh selama tahapan fermentasi adalah *Eurotium repens*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium citrinum*, dan *Penicillium* spp.

ABSTRACT *Natural fermentation of dried fish stick (arabushi) skipjack tuna (Katsuwonus pelamis) and frigate mackerel (Auxis thazard) in desiccator.*
By: Jamal Basmal, Ninoek Indriati, Nurul Hak, and Suyuti Nasran.

The experiment on the natural fermentation of dried fish stick (*arabushi*) of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) and frigate mackerel (*Auxis thazard*) was carried out in a desiccator with 10 cm height, and 40 cm diameter. *Arabushi* was arranged in desiccator in which cotton sheets that have been moisted with 50 ml tap water were laid down on the bottom of desiccator. Natural fermentation was carried out 5 steps. Every step of fermentation was stopped when moulds completely covered the surface of *arabushi* and colour change from white to gray greenish or grayish occurred. The result of fermentation showed that phenolic content of dried fish skipjack tuna and frigate mackerel decreased during natural fermentation i.e. 4,9% db (dry basis) and 3,8% db, respectively. A_w value of skipjack tuna tend to be constant by 0.87, while frigate mackerel decreased from 0.84 to 0.812. Total crude protein digested to simple amino acids were 13.69%db and 80.75%db for skipjack tuna and frigate mackerel *katsuobushi*. Decomposition of peotein into amino acids such as alanine, leusine, and phenylalanine occurred on the skipjack mackerel *katsuobushi*, while proline was ocured during fermentation of frigate mackerel. Species of moulds grew on the surfaces of both *arabushi* were *Eurotium repens*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium citrinum* and *Penicillium* spp.

KEYWORDS: *arabushi, katsuobushi, moulds, fermentation.*

PENDAHULUAN

Ikan kayu (*katsuobushi*) adalah salah satu bentuk produk perikanan yang telah mengalami proses perebusan, pengeringan, pengasapan, dan fermentasi berulang kali menggunakan jenis kapang spesifik yang bertujuan untuk memperbaiki nilai gizi, citarasa dan aroma serta untuk tujuan pengawetan (Tanikawa, 1971; Winarno et

al., 1980), sedangkan *arabushi* adalah ikan yang telah mengalami perlakuan seperti *katsuobushi*, tetapi tidak dilakukan fermentasi. Keuntungan melakukan fermentasi berulang-ulang adalah untuk mendapatkan aroma dan citarasa spesifik ikan kayu, karena salah satu bentuk penentuan kualitas *katsuobushi* yang dihasilkan ditentukan oleh jumlah tahapan fermentasi, kemampuan kapang tumbuh menutupi permukaan *arabushi*

^{*)} Peneliti pada Balai Penelitian Perikanan Laut

dan jenis kapang. Tanikawa (1971) serta Doi *et al.* (1989a,b dan 1990) menemukan beberapa spesies *Aspergillus* pada proses fermentasi *arabushi* menjadi *katsuobushi* yaitu *A. repens* (lima strain), *A. glaucus* (empat strain) dan *A. candidus* (dua strain). Onions *et al.* (1981) dalam deskripsinya memasukkan *A. repens* bersama-sama dengan *A. echinulatus*, *A. amstelodemi* dan *A. chevalieri* ke dalam kelompok *A. glaucus*.

Jenis ikan yang umum digunakan untuk pembuatan ikan kayu adalah ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*), tongkol (*Euthynus spp.*), madidihang (*Thunnus albacore*), serta berbagai jenis ikan pelagik kecil seperti ikan layang (*Decapterus spp.*) dan lemuru (*Sardinella spp.*) (Tanikawa, 1971; Nasran, 1988; Hanafiah *et al.*, 1984). Di beberapa daerah seperti Sulawesi Utara, Maluku dan Irian Jaya telah dilakukan pengolahan ikan cakalang menjadi *arabushi* untuk diekspor ke beberapa negara dan biasanya proses pembuatan *katsuobushi* dilakukan di negara tujuan pada hal nilai tambah terbesar adalah bila *arabushi* dapat diolah menjadi *katsuobushi*.

Diketahui bahwa negara-negara tropis seperti Indonesia mempunyai beragam jenis kapang yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan *katsuobushi* dengan syarat kondisi tumbuh yang diinginkan harus memenuhi syarat tumbuh. Sifat kapang menyukai kondisi *like-wet* yakni akan tumbuh sempurna di permukaan *arabushi* bila kondisi lingkungan memenuhi syarat, dalam hal ini tingkat kelembaban dan jumlah uap air dalam ruangan fermentasi harus tinggi, suhu tidak terlalu tinggi, serta nutrisi medium tumbuh harus sesuai.

Hanafiah *et al.* (1984), Nasran & Irianto (1987) serta Basmal *et al.* (1997a dan 1997b) menemukan beberapa kendala yaitu kapang tidak tumbuh atau waktu yang diperlukan untuk tumbuh di permukaan *arabushi* masih relatif cukup lama. Selanjutnya dikatakan bahwa faktor eksternal (RH, jumlah uap air dan suhu) dan faktor internal (nilai a_w dan kadar air) sangat menentukan laju pertumbuhan kapang pada permukaan *arabushi*. Pada fermentasi yang dilakukan secara alami dengan tidak mengontrol laju kecepatan penguapan air dan tingkat kelembaban udara di dalam ruangan fermentasi sulit melakukan pengontrolan pertumbuhan kapang. Oleh sebab itu fermentasi dilakukan di dalam ruangan kedap air (desikator) dengan harapan tingkat kelembaban dan jumlah uap air dapat meningkat.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari kemampuan kapang alami tumbuh pada permukaan ikan kayu di dalam ruangan yang mempunyai tingkat kelembaban dan suhu yang

lebih tinggi dari sekitarnya. Di samping itu, juga untuk mempelajari kemampuan kapang melakukan degradasi protein, lemak, dan kadar fenol serta perubahan kadar air dan nilai a_w selama proses fermentasi.

Diduga perbedaan jenis kapang alami yang tumbuh pada kedua jenis *arabushi* mempunyai kemampuan yang berbeda pula dalam mengubah keseimbangan asam amino dan kadar fenol. Untuk itu pendekatan yang dilakukan adalah membiarkan kapang tumbuh secara alami di permukaan *arabushi* hingga merata, sampai terjadi perubahan warna kapang dari warna putih menjadi hijau keabu-abuan/hijau kebiru-biruan pada setiap tahap fermentasi.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Jenis ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan cakalang (*K. pelamis*) berukuran 2,5-3,0 kg dengan rata-rata bobot per ekor adalah 2,8 kg dan tongkol (*A. thazard*) berukuran antara 0,5-1,5 kg/ekor dengan rata-rata bobot per ekor 0,8 kg. Ikan-ikan ini diperoleh dari nelayan Pelabuhanratu yang ditangkap dengan jaring payang dan lama penangkapan tidak lebih dari enam jam. Kondisi ikan masih segar (*rigor*), mata cerah, insang merah dan berbau rumput laut segar, tekstur daging kompak dan belum terlihat adanya pemisahan antara lapisan daging, penampakan ikan cerah spesifik ikan cakalang dan bagian perut tidak pecah. Ikan dibawa ke Instalasi Penelitian Perikanan Laut Slipi dalam keadaan segar menggunakan es balok yang telah dihancurkan dengan perbandingan ikan : hancuran es adalah 1 : 1, sedangkan arang dan batok kelapa yang digunakan sebagai sumber asap dan energi panas diperoleh dari pasar.

Metode

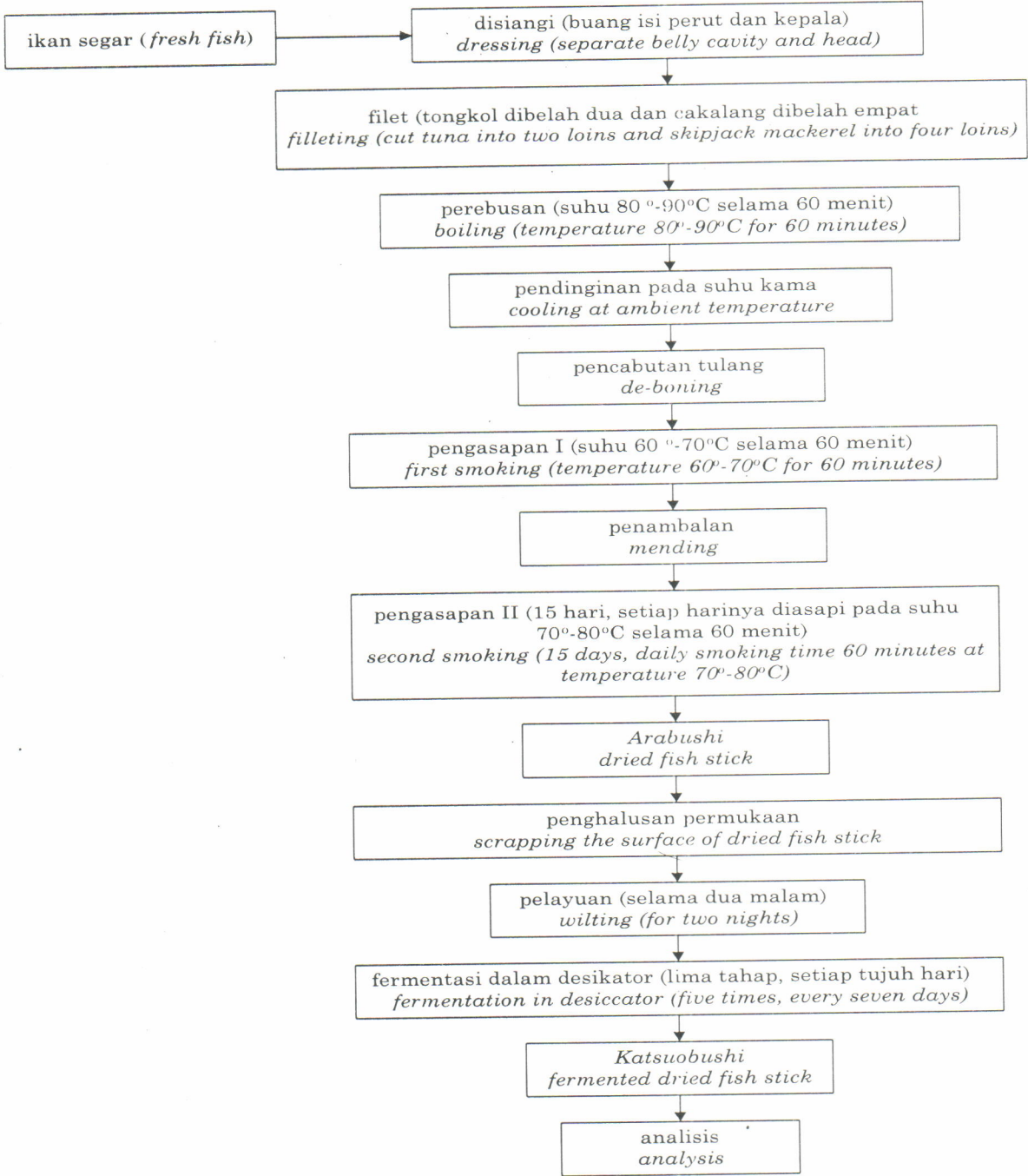
Arabushi diolah dengan menggunakan metode yang telah dikembangkan oleh Nasran & Irianto (1987). Pertama-tama ikan dibuang kepala dan isi perut, kemudian difilet. Filet ikan direbus pada suhu 80-90°C selama 90 menit. Selanjutnya dilakukan kombinasi pengeringan dan pengasapan panas di dalam ruangan asap hingga kadar air mencapai antara 17%-20%. Pada pembuatan *arabushi* ikan tongkol dibelah dua (*kamebushi*) dan ikan cakalang dibagi menjadi empat, setiap bagian disebut loin (*honbushi*).

Arabushi yang dihasilkan difermentasikan secara alami di dalam ruangan kedap udara

(desikator) berukuran tinggi 26 cm, dan diameter 29 cm. Waktu fermentasi tergantung pada kemampuan kapang tumbuh merata dan terjadinya perubahan warna dari putih menjadi hijau keabuan/hijau kebiru-biruan. Setelah kapang tumbuh dengan sempurna dilakukan penjemuran di bawah sinar matahari selama 60 menit,

kemudian kapang yang menempel di permukaan *arabushi* disikat. Proses fermentasi ini dilakukan hingga lima tahap dan setiap tahap memerlukan waktu tujuh hari. Pada Gambar 1 dapat dilihat diagram pembuatan *katsuobushi*.

Untuk meningkatkan kelembaban relatif ruangan fermentasi (desikator), kapas (10 g) yang



Gambar 1. Diagram pembuatan *katsuobushi*.
Figure 1. Processing flow diagram of *katsuobushi*.

telah dibasahi dengan air sebanyak 50 mL diletakkan pada dasar desikator dengan jarak *arabushi* dengan kapas \pm 5 cm. *Arabushi* disusun di atas lempengan porselen berlubang secara bersilangan; sebanyak 10 loin untuk setiap perlakuan. Setiap empat hari sekali dilakukan perubahan susunan *arabushi* dengan tujuan untuk menghindarkan kelembaban yang terlalu tinggi pada *arabushi* paling bawah. Di samping itu penyusunan kembali dimaksudkan untuk menghindarkan jangan sampai terjadi udara jenuh di dalam ruangan fermentasi.

Setiap akhir tahap fermentasi dilakukan analisis yang meliputi pengujian kadar fenol menggunakan metode Horwitz (1980), nilai a_w menggunakan a_w -meter merek aw-Wert-Messer, identifikasi jenis kapang yang tumbuh menggunakan metode Piit & Hocking (1985) dan Samson *et al.* (1995). Kandungan asam amino ditentukan menggunakan instrumen Shimadzu DU-Port high performance pressure liquid chromatographi Lc-A dengan coulumn ISC-07/S1504. Ikan segar, *arabushi* dan *katsuobushi* hasil fermentasi tahap V dianalisis proksimat (kadar air, lemak dan protein), dengan metode Anonim (1974) dan nilai a_w . Perbedaan suhu bola basah dan kering dicatat menggunakan alat pencatat suhu (*thermorecorder*) sedangkan perbedaan suhu bola basah dan kering tersebut diinterpretasikan ke dalam *psychrometric chart* untuk menghitung jumlah

kelembaban relatif udara dan uap air dalam ruangan fermentasi.

HASIL DAN BAHASAN

Pembuatan *arabushi*

Hasil pengujian *arabushi* terhadap kadar fenol, air dan protein kasar dari *arabushi* cakalang dan tongkol menunjukkan adanya perbedaan nyata. Perbedaan hasil pengujian diduga sangat dipengaruhi oleh ukuran fisik bahan mentah. *Arabushi* cakalang diolah dari ikan yang bobotnya di atas 2,5 kg/ekor, sedangkan *arabushi* tongkol dengan bobot 0,5–1,5 kg/ekor. Akumulasi fenol pada ikan cakalang lebih cepat dibandingkan tongkol. Ternyata perbedaan bobot ikan yang dipakai telah menyebabkan kadar fenol berbeda nyata, sedangkan penurunan kadar air lebih cepat terjadi pada ikan tongkol. Penurunan kadar air pada pengolahan *arabushi* cakalang adalah 223,9% (bk = bobot kering), sedangkan pada *arabushi* tongkol adalah 262,5%bk. Perbedaan kecepatan penurunan kadar air tersebut berpengaruh terhadap penurunan nilai a_w . Penurunan nilai a_w pada *arabushi* cakalang sebesar 7,5% dan *arabushi* tongkol sebesar 10,6%. Pada kisaran nilai a_w 0,84-0,86 (Tabel 1) bakteri pembusuk sudah dapat dipastikan tidak akan tumbuh, tetapi beberapa jenis kelompok kapang akan tumbuh pada kedua permukaan *arabushi*, khususnya

Tabel 1. Komposisi proksimat, nilai a_w dan pH ikan cakalang dan tongkol dalam bentuk segar, *arabushi* dan *katsuobushi*.
Table 1. Proximate composition, a_w and pH value of skipjack tuna and frigate mackerel in fresh, *arabushi* and *katsuobushi* forms.

Parameter Parameters	Ikan segar (<i>Freshfish</i>)		<i>Arabushi</i>		<i>Katsuobushi</i>	
	Cakalang <i>K. pelamis</i>	Tongkol <i>A. thazard</i>	Cakalang <i>K. pelamis</i>	Tongkol <i>A. thazard</i>	Cakalang <i>K. pelamis</i>	Tongkol <i>A. thazard</i>
Kadar air (% bk) <i>Moisture content (%db)</i>	250.02	285.06	26.1	22.6	31.2	19.5
Protein kasar (%bk) <i>Crude protein (%db)</i>	82.43	84.79	90.76	92.71	89.78	84.71
Kadar lemak (%bk) <i>Fat content (%db)</i>	2.59	1.96	4.16	2.7	td	td
Kadar abu (%bk) <i>Ash content (%db)</i>	8.16	5.47	3.96	4.32	td	td
Fenol (%bk) <i>Phenol content (%db)</i>			10.21	5.17	4.9	3.8
a_w	0.93	0.94	0.86	0.84	0.865	0.812
pH			-	6.14		

td = tidak dianalisis (*not analized*)

kelompok *A. glaucus* (Raper & Fennell, 1973; Pitt & Hocking, 1985; Samson *et al.*, 1995).

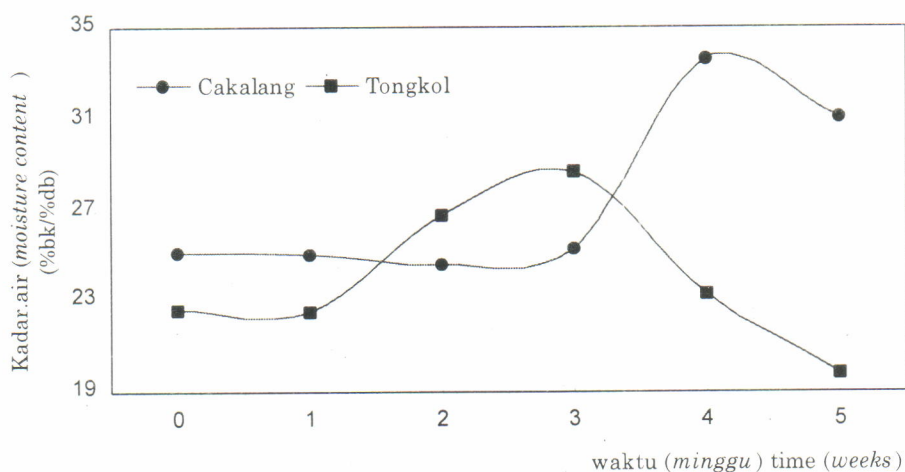
Pada akhir fermentasi terjadi penurunan kadar air dan kadar fenol masing-masing 0,98% dan 5,3% untuk *katsuobushi* cakalang, serta 8,0% dan 1,4% untuk *katsuobushi* tongkol. Kadar air dan nilai a_w meningkat sebesar 5,1%bk dan 0,9% untuk cakalang, serta sebesar 3,1%bk dan 3,3% untuk *katsuobushi* tongkol.

Pembuatan *katsuobushi*

Selama proses fermentasi menjadi *katsuo-bushi*, kadar air *arabushi* cakalang cenderung konstan hingga fermentasi tahap III, sedangkan kadar air *arabushi* tongkol meningkat dan mencapai maksimum pada fermentasi tahap III (Gambar 2). Pada fermentasi tahap IV, kadar air *arabushi* cakalang meningkat. Peningkatan kadar air yang terjadi pada kedua *arabushi* diduga

adalah sebesar 6,08%bk yang diukur dari fermentasi tahap I hingga tahap III. Pada fermentasi lebih lanjut terjadi penurunan kadar air baik untuk *arabushi* cakalang maupun *arabushi* tongkol.

Kapang dalam memacu pertumbuhannya tidak hanya dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi dari *arabushi* tetapi juga oleh suhu dan jumlah uap air di dalam ruangan fermentasi. Menurut Adnan (1982), kebutuhan air untuk pertumbuhan kapang akan lebih besar bila air yang digunakan untuk pertumbuhan diperoleh dengan cara absorpsi dibandingkan dengan sejumlah air yang diperoleh secara desorpsi. Pada *arabushi* cakalang kemungkinan kadar air yang dibutuhkan untuk tumbuh maksimum belum memadai sehingga sejumlah uap air yang diserap dari ruangan fermentasi jumlahnya lebih tinggi dibandingkan dengan *arabushi* tongkol. Hasil perhitungan jumlah rata-rata uap air per 1 kg udara kering



Gambar 2. Fluktuasi kadar air selama tahap fermentasi.

Figure 2. Changes of moisture content during fermentation process.

akibat sejumlah uap air yang ada dalam ruangan fermentasi terserap ke dalamnya. Adanya perbedaan kecepatan absorpsi uap air kemungkinan disebabkan oleh perbedaan tekstur daging, kadar air, dan kadar lemak awal. Hasil pengujian ditemukan bahwa kadar air dan lemak *arabushi* tongkol lebih kecil daripada *arabushi* cakalang, sehingga pada saat dilakukan fermentasi dalam ruangan kepadatan udara kecepatan absorpsi uap air lebih cepat terjadi pada *arabushi* tongkol. Absorpsi uap air oleh *arabushi* cakalang adalah sebesar 8,46%bk yang dihitung dari fermentasi tahap I hingga tahap IV, sedangkan oleh *arabushi* tongkol

pada ruangan fermentasi, untuk *arabushi* tongkol lebih besar dari *arabushi* cakalang (Tabel 2). Kelebihan uap air pada ruangan fermentasi tersebut diduga telah mempercepat proses absorpsi uap air ke *arabushi* tongkol sehingga dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan kapang. Sebaliknya penyerapan uap air ke *arabushi* cakalang lebih lambat yang mengakibatkan pertumbuhan kapang menjadi lambat dan tidak dapat merata di permukaan *arabushi*.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai a_w berkorelasi positif dengan peningkatan kadar air (Gambar 3). Kadar air produk cakalang hingga

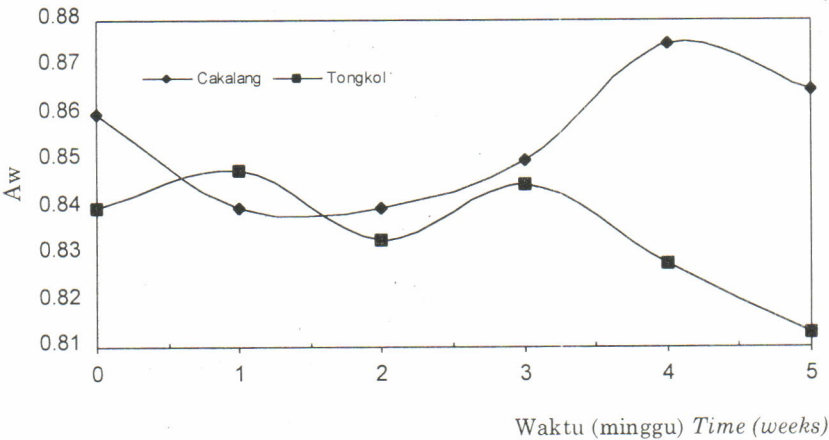
Tabel 2. Perubahan kelembaban dan jumlah uap air per kg udara kering selama pengamatan 4 x 24 jam.
 Table 2. Changes of relative air humidity and total moisture content per kg dry air during 4 x 24 hours observation.

Pengamatan Observation	Jenis ikan kayu (Type of arabushi)			
	Cakalang <i>Katsuwonus pelamis</i>		Tongkol <i>Auxis thazard</i>	
	% RH	Uap air (g/kg udara kering)	% RH	Uap air (g/kg udara kering)
		Moisture (g/kg dry air)		Moisture (g/kg dry air)
Maksimum (Maximum)	96	24.11	96	25.95
Minimum (Minimum)	90.7	22.06	90.43	19.46
Rata-rata (Average)	95.07	22.37	95.2	22.75
Rata-rata uap air di udara Average water vapor in air		21 g/kg udara kering (g/kg dry air)		

tahap IV fermentasi meningkat sebanyak 8,46% dan nilai a_w meningkat sebanyak 1,74%. Nilai a_w yang tinggi pada *arabushi* cakalang adalah sangat riskan, karena pada nilai a_w sebesar 0,88 memungkinkan bakteri xeropilik berkembang biak dan mengubah hasil degradasi protein oleh kapang menjadi akumulasi amonia. Hal ini terbukti bahwa produk menjadi lembab dan mengeluarkan bau amonia. Sebaliknya pada fermentasi tongkol kadar air turun sebanyak 3,7%bk dan diikuti oleh penurunan nilai a_w sebanyak 1,8%. Terjadinya perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan tingkat kelembaban, jumlah uap air

dalam ruangan fermentasi dan perbedaan komposisi kimia *arabushi* sebelum diperlakukan.

Fluktuasi faktor internal (kadar air, dan nilai a_w) dan faktor eksternal (suhu, oksigen, tingkat kelembaban dan jumlah uap air dalam ruangan fermentasi) berpengaruh negatif terhadap kemampuan kapang melakukan degradasi kadar fenol, protein dan kandungan lemak. Peningkatan nilai a_w dan kadar air pada produk cakalang telah menyebabkan terjadinya beberapa perubahan pada produk, antara lain terciumnya bau amonia yang agak kuat karena bakteri/kapang pembusuk telah mulai aktif memanfaatkan asam-asam



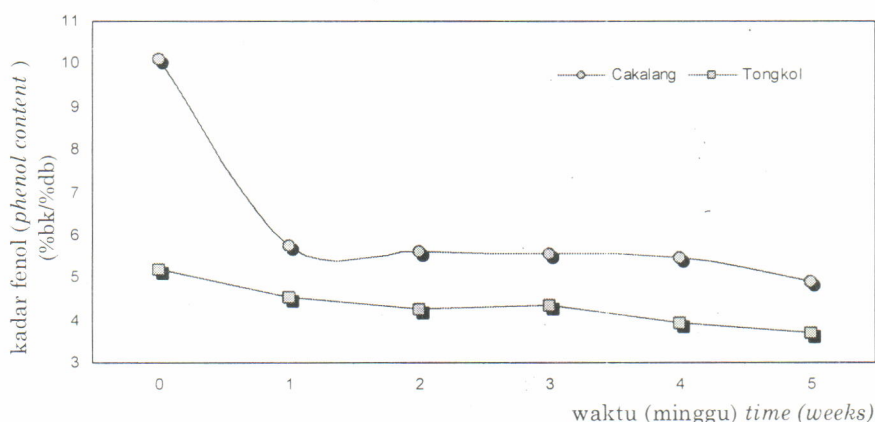
Gambar 3. Perubahan nilai a_w selama proses fermentasi dalam desikator.
 Figure 3. Changes of a_w value during fermentation process in desiccator.

amino hasil degradasi tahapan fermentasi sebelumnya sebagai sumber energi untuk membelah diri dan sebagai hasil aktivitasnya telah tercium bau amonia.

Produk tongkol sebelum memasuki fermentasi tahap IV dikeringkan dengan matahari dan pada dasar kotak tidak diberi air. Setelah fermentasi tahap IV ternyata bau amonia tidak terdeteksi dan produk tidak lembab. Namun demikian pertumbuhan kapangnya menjadi lebih lama jika dibandingkan dengan fermentasi cakalang, karena produk terlalu kering dan selama proses fermentasi tahap IV terjadi peristiwa desorpsi uap air dari produk tongkol ke ruangan fermentasi sebanyak 9,0%bk. Desorpsi ini telah menyebabkan penurunan nilai a_w dari 0,85 menjadi 0,83 (2,01% penurunan).

Fluktuasi kadar air dan nilai a_w berpengaruh negatif terhadap penurunan nilai fenol. Kadar fenol tersisa setelah fermentasi tahap III, adalah 5,5% untuk *katsuobushi* cakalang dan 4,3% untuk *Katsuobushi* tongkol. Doi *et al.* (1989a) menyatakan bahwa senyawa fenol pada fermentasi menggunakan *A. repens* MA0197 diubah menjadi produk turunannya seperti mono-, di-, dan trimetilasi yang merupakan salah satu *precursor* pembentukan citarasa *katsuobushi*. Pada *arabushi* cakalang setelah fermentasi tahap I kadar fenol yang tersisa 5,7% sedangkan pada *arabushi* tongkol 4,5% (Gambar 4). Hasil tersebut membuktikan bahwa pada kisaran nilai a_w antara 0,84-0,86 pada *arabushi* cakalang dan pada *arabushi* tongkol adalah 0,83-0,84 merupakan kisaran a_w optimum untuk mendegradasi senyawa fenol.

Nilai a_w yang merupakan barometer untuk mengukur aktivitas kapang menunjukkan kecenderungan peningkatan pada produk cakalang, sedangkan pada produk tongkol menunjukkan kecenderungan penurunan selama proses fermentasi berlangsung. Adanya kontradiksi yang berlainan inilah yang menyebabkan terjadinya perbedaan waktu fermentasi dan sebagai konsekuensinya komposisi asam-asam amino yang dihasilkan juga berbeda. Pada *katsuobushi* cakalang jumlah protein kasar yang dapat diuraikan menjadi sejumlah asam amino mengalami penurunan sebesar 0,25%bk. Kandungan asam amino *arabushi* cakalang sebesar 8,99%bk dan setelah fermentasi tahap I turun menjadi 8,74%bk, kemudian setelah fermentasi dilanjutkan hingga tahap V terjadi peningkatan sebesar 4,70%bk. Sebaliknya hasil degradasi protein menjadi asam amino pada *arabushi* tongkol berbeda sangat nyata dari sebesar 13,58%bk pada produk *arabushi* menjadi 59,91%bk setelah fermentasi tahap I dan kemudian setelah fermentasi dilanjutkan hingga tahap V protein kasar yang dapat didegradasi menjadi asam-asam amino sebesar 80,75%bk. Beberapa jenis asam amino telah rusak selama fermentasi *arabushi* cakalang antara lain: leusin, phenilalanin dan alanin (Tabel 3). Sedangkan pada *katsuobushi* tongkol terjadi peningkatan yang berarti pada sejumlah asam amino seperti aspartat, histidin, leusin, fenilalanin, sistin, dan threonin. Terbukti peranan jenis kapang yang tumbuh di setiap permukaan *arabushi* selama proses fermentasi berpengaruh terhadap kuantitas asam-asam amino yang dihasilkan. Pada Tabel 3 dapat dilihat proporsi



Gambar 4. Fluktuasi kadar fenol selama proses fermentasi dalam ruangan desikator.
Figure 4. Fluctuation of phenol content during fermentation process in desiccator.

Tabel 3. Komposisi asam amino pada produk *katsuobushi* cakalang dan tongkol.
 Table 3. Amino acid compotition of skipjack tuna and frigate mackerel *katsuobushi*.

Jenis asam amino <i>Type of amino acids</i>	Jenis <i>katsuobushi</i> (<i>Type of katsuobushi</i>)					
	Cakalang (<i>K. pelamis</i>)			Tongkol (<i>A. thazard</i>)		
	Ara*	F I	F5	Ara*	FI	F5
Alanin (<i>Alanine</i>)	0.36	-	-	0.69	2.25	3.36
Arginin (<i>Arginine</i>)	0.36	-	1.06	0.46	4.45	5.46
Aspartat (<i>Aspartate</i>)	0.60	0.29	0.70	0.70	2.67	11.31
Glisin (<i>Glycine</i>)	0.26	0.44	0.33	0.29	0.12	1.37
Glutamat (<i>Glutamate</i>)	1.30	0.67	2.17	1.75	5.47	2.50
Histidin (<i>Histidine</i>)	0.87	0.35	0.56	0.78	4.81	7.07
Isoleusin (<i>Isoleusine</i>)	0.37	0.69	1.43	0.71	7.08	1.87
Leusin (<i>Leusine</i>)	0.54	0.80	-	0.72	2.85	4.31
Lisin (<i>Lysine</i>)	0.72	0.29	0.06	0.25	1.75	3.37
Methionin (<i>Methionine</i>)	0.13	0.69	0.58	0.70	0.86	1.31
Phenil alanin (<i>Phenilalanine</i>)	0.28	0.67	-	0.60	3.10	4.57
Prolin (<i>Proline</i>)	-	0.36	0.56	0.33	-	-
Serin (<i>Serine</i>)	0.34	0.12	0.61	0.67	0.88	1.15
Sistin (<i>Systein</i>)	-	0.73	0.75	0.64	5.39	8.20
Threonin (<i>Threonine</i>)	0.32	-	0.85	1.11	4.09	6.93
Tirosin (<i>Tirosine</i>)	0.37	0.61	0.53	0.60	1.47	2.29
Valin (<i>Valine</i>)	0.36	0.30	0.28	0.29	1.67	2.37
Total asam amino (%bk)						
<i>Total amino acid (%db)</i>	7.18	7.01	10.48	11.28	48.91	67.43
Kadar air (%bb)						
<i>Moisture content (%wb)</i>	20.10	19.74	23.43	18.43	18.35	16.50
Total protein (%bk)						
<i>Crude protein (%db)</i>	90.08	td	89.77	94.41	td	84.71
Jumlah protein yang dicerna (%bk)						
<i>Total digested protein (%db)</i>	8.99	8.74	13.69	13.58	59.91	80.75
Jumlah protein yang tidak tercerna (%bk)						
<i>Total undigested protein (%db)</i>	81.09	td	76.08	80.58	td	3.96

F1 fermentasi tahap I (*first step fermentation*); F5 = fermentasi tahap V (*fifth step fermentation*); Ara* = *arabushi*; td = tidak dianalisis (*not analized*)

jumlah asam amino yang telah dihasilkan selama proses fermentasi.

Protein tercerna (*digested protein*) menjadi asam-asam amino tidak terlepas dari peranan kapang yang tumbuh pada permukaan *arabushi* dan kemampuannya untuk mendegradasi protein menjadi asam-asam amino. Pada Tabel 3 terbukti bahwa kapang alami yang tumbuh pada permukaan *katsuobushi* tongkol mempunyai kemampuan yang lebih besar mendegradasi protein menyadi asam-asam amino dibandingkan dengan kapang yang tumbuh pada permukaan *katsuo-bushi* cakalang. Setelah fermentasi tahap V jumlah asam amino pada *katsuobushi* tongkol

adalah 80,75% dan pada *katsuobushi* cakalang adalah 13,58%. Terbukti bahwa ukuran *arabushi*, jenis kapang yang tumbuh sangat berpengaruh terhadap kecepatan degradasi protein menjadi asam-asam amino.

Faktor lain yang ikut menunjang aktivitas kapang untuk mendegradasi protein menjadi asam-asam amino adalah faktor internal (*internal factors*) seperti perbedaan nilai a_w , kadar air, kandungan awal protein (Tabel 1) dan faktor eksternal (*external factors*) seperti tingkat kelembaban relatif udara, suhu dan jumlah uap air yang ada dalam ruangan fermentasi. Hasil identifikasi jenis-jenis kapang yang tumbuh pada

kedua permukaan *arabushi* selama proses fermentasi berlangsung dan yang paling dominan sejak fermentasi tahap I hingga tahap II pada *arabushi* tongkol adalah kombinasi *A. flavus* dan *Penicillium citrinum*, sedangkan pada *arabushi* cakalang pada tahap I dan II fermentasi telah didominasi oleh kapang *Errotium repens*, *Penicillium* spp. dan *A. flavus*. Kemudian pada tahap III dan IV kedua produk yang difermentasikan telah didominasi oleh *A. flavus* dan *P. citrinum*. Adanya kombinasi pertumbuhan *positive synergism* antara *A. flavus* dan *P. citrinum* telah dapat meningkatkan jumlah asam amino pada *katsuobushi* tongkol, sedangkan pada *katsuobushi* cakalang meskipun pada tahap III dan IV fermentasi telah ditumbuhi oleh *A. flavus* dan *P.*

kadar fenol selama proses fermentasi yakni kadar fenol *katsuobushi* cakalang setelah fermentasi tahap V tersisa sebesar 4,9%bk, dan *katsuobushi* tongkol tersisa sebesar 3,8%bk.

Jumlah protein kasar yang telah terdegradasi menjadi asam-asam amino pada *katsuobushi* cakalang sebesar 13,69% (bk), sedangkan pada *katsuobushi* tongkol sebesar 80,75%bk. Beberapa asam amino telah rusak selama fermentasi tahap V seperti alanin, leusin, dan fenilalanin pada *katsuobushi* cakalang, sedangkan prolin telah rusak pada *katsuobushi* tongkol selama fermentasi tahap V. Secara keseluruhan nilai gizi *katsuo-*
bushi tongkol lebih baik daripada *katsuobushi* cakalang.

Tabel 4. Jenis-jenis kapang yang tumbuh pada permukaan *arabushi* selama tahapan fermentasi.
Table 4. Types of mould growth on surfaces of skipjack tuna and frigate mackerel *arabushi* during fermentation.

Tahapan fermentasi Steps of fermentation	Jenis <i>arabushi</i> (Types of <i>arabushi</i>)	
	Cakalang Skipjack tuna	Tongkol Frigate mackerel
I	<i>E. repens</i>	<i>P. citrinum</i>
	<i>Penicillium</i> spp.	<i>A. flavus</i>
II	<i>E. repens</i>	<i>P. citrinum</i>
	<i>A. flavus</i>	<i>A. flavus</i>
III	<i>A. flavus</i>	<i>A. flavus</i>
	<i>P. citrinum</i>	<i>P. citrinum</i>
IV	<i>A. flavus</i>	<i>A. flavus</i>
	<i>P. citrinum</i>	<i>P. citrinum</i>

citrinum ternyata tidak dapat meningkatkan jumlah asam amino. Hal ini disebabkan karena kombinasi *E. repens* dan *A. flavus* banyak menghasilkan metabolik yang bersifat toksik untuk kapang yang akan tumbuh pada fermentasi tahap selanjutnya. Pada Tabel 4 dapat dilihat komposisi jenis-jenis kapang yang tumbuh selama fermentasi.

KESIMPULAN

Kecepatan reduksi kadar air dan nilai a_w dalam pembuatan *arabushi* sangat tergantung pada ukuran atau jenis ikan, sedangkan kadar fenol yang dapat disubstitusi dengan kadar air adalah lebih besar selama pembuatan *arabushi* cakalang.

Selama fermentasi dalam desikator terbukti antara kadar air dan nilai a_w mempunyai korelasi positif yang mengakibatkan terjadinya penurunan

Jenis kapang yang umum tumbuh pada kedua produk *katsuobushi* adalah dari kelompok *Aspergillus* yakni *A. flavus* dan *E. repens*, sedangkan dari kelompok *Penicillium* adalah *P. citrinum*.

Saran

Titik kritis yang perlu diperhatikan pada fermentasi alami adalah pada saat memasuki fermentasi tahap IV dan V. Untuk mengatasi masalah tersebut setiap akhir tahapan fermentasi produk dijemur kurang lebih 120 menit agar sejumlah uap air yang menempel pada permukaan produk dapat dihilangkan dan kemudian diikuti pada fermentasi tahap IV dan V dengan ruangan fermentasi tidak perlu dilembabkan kembali menggunakan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M. 1982. *Aktivitas Air dan Kerusakan Bahan Makanan*. Penerbit Agritech, Yogyakarta. 21-22.
- Anonimous. 1974. *Metode dan Prosedur Pemeriksaan Kimiawi Hasil Perikanan*. Lembaga Teknologi Perikanan, Jakarta. 3-14.
- Basmal, J., Indriati, N., Nasran, S. dan Hak, N. 1997a. *Penelitian Pendahuluan Pengolahan Katsuobushi dari Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Secara Alami*. Tidak diterbitkan.
- Basmal, J. dan Nasran, S. 1997b. *Respon Pertumbuhan Kapang di Permukaan Ikan Kayu (Kamebushi) Pada Kelembaban Relatif Udara Terkontrol*. Tidak diterbitkan.
- Doi, M., Matsui, M., Shuto, Y. and Kinoshita, Y. 1989a. Degradation and o-methylation of phenols among volatile flavor compounds of dried Bonito (*katsuobushi*) by *Aspergillus* species. *Agric. Biol. Chem.* 53(4):1051-1055.
- Doi, M. 1989b.)-methylation of phenols by *Aspergillus repens* MA0197. *Agric. Biol. Chem.* 53(11):3031-3032.
- Doi, M. 1990. Biological isomerization of cyclohexanols by *Aspergillus repens* MA0197. *Agric. Biol. Chem* 54(5) 1177-1181
- Hanafiah, T.A.R., Winarno, B.I. dan Marasabessy, H. 1984. Pengamatan pada proses pembuatan ikan kayu cakalang (*Katsuwonus pelamis*). *Jurnal Pen. Pascapanen Perikanan*. 27:15-22.
- Horwitz, W., 1980. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*. Benjamin Franklin Station, Washington D.C. 71-
- Nasran, S., dan Irianto, H.E. 1987. Penelitian pengolahan ikan kayu. *Jurnal Pen. Pascapanen Perikanan* 58: 31-38.
- Nasran, S. 1988. Pengolahan ikan kayu (*Katsuobushi*). *Kumpulan Hasil Penelitian Teknologi Pasca Panen Perikanan, Buku I*. Balai Penelitian Teknologi Perikanan. Jakarta. 45-48.
- Pitt, J.I. and Hocking, A.D. 1985. *Fungi and Food Spoilage*. Text book. Academic Press. Tikyo. 48-53.
- Raper, K.B. and Fennell, D.I. 1973. *Aspergillus group. The Genus Aspergillus. Textbook*. Robert E. Krieger Publishing Company Huntington, New York. P: 190 - 191.
- Sakakibara, H., Hosokawa, M., Yajima, I. and Hayashi, K. 1990. Flavor constituents of dried Bonito (*katsuobushi*). *Food Review International*, 6(4):553-572.
- Samson, R.A., Hocking, E.S., Jens C Frisvad and Ole Filterborg. 1995. *Indtroduction to Food-borne Fungi*. 4th edition. Central Bureau voor Schimmelcultures. Netherlands. P: 235-289.
- Tanikawa, E. 1971. *Marine Product in Japan, Koseisha Okseikaku. Co. Ltd. Tokyo*. 246-252.
- Winarno, F.G., Fardiaz, S. dan Fardiaz, D. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Penerbit PT. Gramadia Jakarta. 59-62.