

## FERMENTASI TAMBELO DAN KARAKTERISTIK PRODUKNYA

### *Fermentation of Tambelo and its product characteristics*

**Lely Okmawaty Anwar\*, Linawati Hardjito, Desniar**

Lely Okmawaty Anwar\*, Linawati Hardjito, Desniar  
Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,  
Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Jalan Agatis, Bogor 16680 Jawa Barat  
Telepon (0251) 8622909-8622906, Faks. (0251) 8622907

\*Korespondensi : lely.anwar@gmail.com

Diterima 10 September 2014/Disetujui 11 Desember 2014

#### Abstrak

Tambelo adalah hewan penggerek kayu yang dikelompokkan ke dalam filum moluska, hidup pada batang kayu bakau yang telah mati dan mengalami proses pembusukan. Pengalaman empiris masyarakat pantai Sulawesi Tenggara dan beberapa hasil penelitian menunjukkan tambelo memiliki nilai gizi yang tinggi sehingga bermanfaat bagi kesehatan. Tambelo sangat mudah mengalami pembusukan dan pengolahan tambelo belum banyak dilakukan sehingga tingkat konsumsinya rendah, oleh karena itu pembuatan tambelo fermentasi adalah cara yang tepat. Tujuan penelitian ini adalah membuat tambelo fermentasi menggunakan bakasang sebagai *starter* dan menentukan mutu produk akhirnya. Selama fermentasi tambelo, dilakukan analisis pH, NaCl, total bakteri, dan total bakteri asam laktat (BAL) setiap minggu selama 4 minggu, kemudian mutu produk akhir dianalisis komposisi kimia dan asam aminonya. Selama fermentasi nilai pH dan kadar NaCl mengalami penurunan, total bakteri dan total bakteri asam laktat (BAL) mengalami peningkatan sampai minggu ke dua lalu mengalami penurunan sampai minggu ke empat. Tambelo fermentasi memiliki kadar protein total yang lebih tinggi dibandingkan dengan tambelo segar dan proses fermentasi berlangsung sempurna meskipun kadarnya lebih rendah dibandingkan dengan komposisi asam amino total pada tambelo segar.

Kata kunci: bakau, fermentasi, tambelon

#### Abstract

Tambelo (*Bactronophorus* sp.) is a wood borer grouped into mollusc and living in the mangrove logs that have died and suffered from decaying process. Regarding empirical experience of the coastal people of Southeast Sulawesi and some research, it indicates that tambelo has a high nutrition which is so beneficial for human's health. Tambelo is highly perishable and the usage of it is hardly found so the consumption level is low, therefore fermenting the tambelo is the right way. The objectives of this research are to make fermented tambelo by using bakasang as a *starter* and to determine the quality of final product. The value of pH, NaCl concentration, total bacteria, and total lactic acid bacteria (LAB) every week for 4 week were analyzed during fermentation, then the quality of final product were determined based on chemical composition and amino acids. During fermentation pH and NaCl concentration decreased however total bacteria and total lactic acid bacteria (LAB) increased in two weeks then decreased until the fourth week. Tambelo fermentation has a total protein contents which is higher than the total protein of fresh tambelo and fermentation proses was run perfectly although the level are lower than the total amino acid composition in fresh tambelo.

Keywords: fermentation, mangrove, tambelo

#### PENDAHULUAN

Salah satu moluska yang hidup pada ekosistem mangrove dan telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat pantai selain sebagai bahan pangan, juga digunakan sebagai obat alami karena dipercaya dapat

menyembuhkan berbagai macam penyakit adalah tambelo. Tambelo merupakan salah satu jenis hewan penggerek kayu yang hidup di dalam batang kayu bakau yang sudah mati dan mengalami proses pembusukan.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan

tambelo sangat berpotensi besar jika diolah lebih lanjut dalam bidang pangan dan kesehatan namun di sisi lain daging tambelo mudah mengalami pembusukan karena memiliki kadar air yang sangat tinggi sehingga memerlukan proses penanganan yang cepat, selain itu rendahnya tingkat konsumsi tambelo sehingga diperlukan inovasi pengolahan untuk menghasilkan produk baru dalam bentuk yang lebih menarik agar mudah diterima secara luas oleh masyarakat. Proses pengolahan tambelo dengan cara fermentasi dianggap tepat, karena fermentasi dapat menyelamatkan bahan baku dari proses pembusukan, mempertahankan bahkan meningkatkan nilai gizi bahan baku, menambah rasa dan aroma, dapat membantu dalam mengawetkan makanan, serta memberikan sifat-sifat tertentu yang dapat menjadi daya tarik bagi konsumen.

Produk-produk fermentasi tradisional pada umumnya dibuat dengan 2 cara yaitu secara spontan (penggunaan garam kadar tinggi) dan secara tidak spontan (penambahan *starter* berupa kultur bakteri), namun beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa proses fermentasi secara tidak spontan memberikan kualitas fisika-kimia dan mikrobiologi produk fermentasi yang lebih baik. Penggunaan kultur murni tunggal sebagai *starter* mempunyai resiko yang tinggi mengalami kegagalan dibandingkan penggunaan biakan campuran karena asam laktat dapat mendominasi di awal proses fermentasi dibandingkan mikroba pembusuk.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan terkait pembuatan produk fermentasi menggunakan *starter* kultur campuran dan ekstrak produk fermentasi antara lain Koesoemawardani *et al.* (2013) pada pembuatan rusip dengan penambahan *starter* campuran 3 jenis kultur murni bakteri BAL memiliki kondisi mikrobiologi dan karakteristik lebih baik jika dibandingkan dengan pembuatan rusip secara spontan,

Murtini *et al.* (1997) pada pembuatan bakasam dengan penambahan bagian cairan dari asinan sawi dan kubis sebagai sumber bakteri asam laktat memberikan hasil secara organoleptik produk lebih baik dari tanpa *starter* khususnya dalam hal warna, serta selama penyimpanan 8 minggu bekasam masih tetap disukai, Utama dan Sumarsih (2010) menyatakan bahwa penggunaan ekstrak produk fermentasi limbah pasar sayur sebagai *starter* dalam pembuatan silase ikan mampu mengawetkan ikan selama 12 hari tanpa mengurangi kandungan gizi ikan, serta hasil penelitian Utama dan Mulyanto (2009) menyatakan bahwa penggunaan ekstrak produk fermentasi limbah pasar sayur sebagai *starter* fermentasi bekatul mampu meningkatkan kandungan mineral dan membuat bekatul awet disimpan selama 1 tahun pada suhu ruang tanpa mengubah komposisi proksimat dan mampu digunakan sebagai *starter* fermentasi selanjutnya.

Lawalata (2012) berhasil mengidentifikasi jenis bakteri asam laktat yang terdapat pada berbagai jenis bakasang yang dijual di pasar tradisional Karombosan manado yaitu masuk dalam anggota genus *Pediococcus*, *Enterococcus*/*Streptococcus*, *Lactobacillus*, dan *Leuconostoc* yang sebagian besar merupakan penghasil antimikrobal yang berpotensi sebagai bahan pengawet alami untuk diaplikasikan pada makanan fermentasi tradisional, oleh karena bakasang berpotensi sebagai *starter* untuk menghasilkan produk fermentasi. Tujuan penelitian ini adalah membuat tambelo fermentasi menggunakan bakasang sebagai *starter* dan menentukan mutu produk akhirnya.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu daging tambelo jenis *Bactronophorus* sp. yang hidup pada batang kayu bakau mati dan mengalami proses pembusukan genus *Rhizophora* sp., pada hutan mangrove di desa

Wonuakongga kecamatan Laeya kabupaten Konawe Selatan provinsi Sulawesi Tenggara, bakasang ikan japuh (*Dussumieria acuta*) utuh tanpa insang hasil fermentasi garam 10% selama 3 minggu dari kec. Malalayang kota Manado Sulawesi Utara, garam rakyat beriodium merek Tenda yang diproduksi oleh UD Nagamas berstandar SNI 01.3556.2000, *Plate Count Agar* (PCA), Man Ragosa Sharp (MRS), larutan NaCl, CaCO<sub>3</sub>, Peralatan yang digunakan antara lain botol fermentasi, pH meter, inkubator, timbangan digital, *Gas Chromatograph* (GC) Hitachi: 263-50, dan HPLC ACCELA 1250 *Thermo Scientific*.

### Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dalam dua tahap yaitu pembuatan produk fermentasi dan karakterisasi produk tambelo fermentasi yang meliputi analisis komposisi kimia dan asam amino.

Produk fermentasi tambelo dibuat menurut metode pembuatan bakasang oleh masyarakat Malalayang kota Manado yang dimodifikasi merujuk pada metode penelitian Koesoemawardani *et al.* (2013) dan Syaputra *et al.* (2007). Tambelo segar dibersihkan, isi perut, cangkang dan palletnya dibuang lalu dikeringkan di bawah sinar matahari terik selama 2-3 hari. Sebelum difermentasi, tambelo kering direndam hingga daging melunak menggunakan air steril, kemudian ditiriskan untuk memisahkan daging dengan air. Sebanyak 100 g daging tambelo dimasukkan ke dalam botol fermentasi steril lalu ditambahkan bakasang dan garam masing-masing 5 % kemudian dilakukan pengecokan agar seluruh bahan tercampur dengan baik, selanjutnya botol ditutup rapat dan seluruh permukaan botol fermentasi dibungkus agar tidak tembus cahaya. Pemeraman dilakukan selama 4 minggu dan setiap hari sampel dijemur di bawah sinar matahari selama 6 - 7 jam. Sampel fermentasi tambelo dibuat dalam tiga ulangan.

Parameter yang dianalisis setiap minggu hingga 4 minggu proses fermentasi adalah pH

dan kadar NaCl (Fardiaz 1989), total bakteri (SNI 01-2332.3-2006), serta total bakteri asam laktat (BAL) (Fardiaz 1989). Karakterisasi kualitas produk akhir meliputi analisis komposisi kimia (AOAC 2005) yang terdiri dari kadar air, protein, lemak dan abu, dan komposisi asam amino (AOAC 1995).

### Analisis Data

Data-data kuantitatif yang diperoleh dari hasil pengujian diolah menggunakan metode statistika sederhana yaitu rata-rata dan standar deviasi kemudian dianalisis secara deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

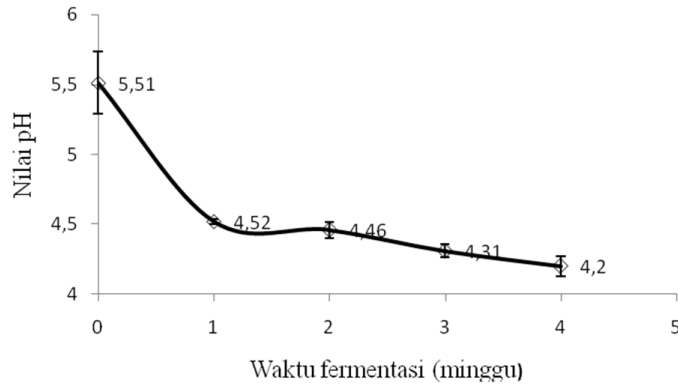
### Fermentasi Tambelo

Fermentasi pada dasarnya terjadi karena aktivitas mikroba dalam substrat organik yang sesuai. Terjadinya fermentasi dapat menyebabkan terjadinya perubahan sifat awal yang diakibatkan oleh terjadinya pemecahan beberapa kandungan bahan awal tersebut sehingga menjadi komponen-komponen yang lebih sederhana (Sari *et al.* 2013). Selama proses fermentasi tambelo, dilakukan analisis pH, kadar NaCl, total bakteri, dan total bakteri asam laktat (BAL) pada setiap minggu selama 4 minggu fermentasi.

### pH

Nilai pH merupakan konsentrasi ion hidrogen yang terdapat dalam larutan yang menunjukkan derajat keasaman suatu bahan. Nilai pH sangat mempengaruhi jasad renik yang dapat tumbuh dan dalam pengolahan pangan sehingga sangat berperan dalam menentukan daya awet suatu makanan (Fardiaz 1993). Nilai pH mengalami penurunan selama fermentasi tambelo (Gambar 1). Penurunan tajam terjadi pada minggu pertama dan penurunan cenderung stabil pada minggu ke dua hingga minggu ke empat.

Menurunnya nilai pH mulai dari minggu pertama hingga minggu ke-4 diduga disebabkan oleh meningkatnya produksi asam laktat pada produk. Selama pemeraman,



Gambar 1 Perubahan nilai pH selama 4 minggu fermentasi tambelo

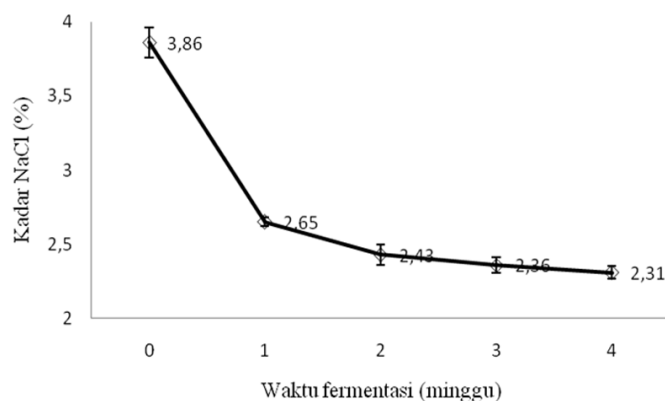
asam laktat diproduksi oleh bakteri asam laktat yang berperan dalam proses fermentasi sehingga pH produk menurun (Bertoldi *et al.* 2002). Nilai pH di bawah 5 dan di atas 8,5 bakteri tidak dapat tumbuh dengan baik, kecuali bakteri asam laktat dan bakteri sulfur (Fardiaz 1993). Yuliana (2007) menyatakan bahwa nilai pH rusip selama dua puluh hari proses fermentasi mengalami penurunan disebabkan oleh kemampuan bakteri asam laktat mampu mengubah sumber karbohidrat menjadi asam laktat, asam-asam volatil, alkohol, dan ester.

#### Kadar NaCl

Pembuatan produk-produk fermentasi ikan dilakukan penambahan garam dalam jumlah yang optimum untuk merangsang pertumbuhan bakteri asam laktat. Beberapa mikroba proteolitik penyebab kebusukan tidak toleran pada kombinasi antara garam

dan asam. Kadar NaCl mengalami penurunan yang tajam setelah seminggu proses fermentasi dan penurunan yang cenderung stabil pada minggu ke dua hingga minggu ke empat fermentasi (Gambar 2).

Penurunan kadar NaCl yang terjadi pada minggu pertama diduga karena pecahnya senyawa kompleks NaCl menjadi molekul-molekul penyusunannya yaitu ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Cl}^-$ . Ion  $\text{Na}^+$  dimanfaatkan oleh bakteri asam laktat untuk proses pertumbuhannya yang pada saat itu merupakan masa pertumbuhan awal bakteri sehingga jumlah yang diperlukan lebih besar karena selain untuk proses pertumbuhan juga diperlukan untuk proses adaptasi dengan kondisi lingkungan baru. Desniar *et al.* (2009) menyatakan bahwa terjadinya penurunan kadar garam selama fermentasi pada ikan kembung (*Rastrelliger sp.*) disebabkan oleh terurainya garam menjadi ion-ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Cl}^-$ . Ion-ion  $\text{Na}^+$  dari garam berfungsi sebagai



Gambar 2 Perubahan kadar NaCl selama 4 minggu fermentasi tambelo

substitusi ion-ion  $K^+$  ketika terjadi difusi. Ion  $K^+$  yang terkandung dalam membran bakteri asam laktat sangat berperan dalam mencegah pecahnya struktur protein membran bakteri (Tedja 1979). Penurunan kadar juga terjadi pada proses fermentasi kecap ikan selar yang selama proses fermentasi terjadi penurunan persentase fermentasi kadar NaCl sekitar 22,5-45,5% dari konsentrasi garam awal yang digunakan (Desniar *et al.* 2007).

### Total Bakteri dan Total Bakteri Asam Laktat (BAL)

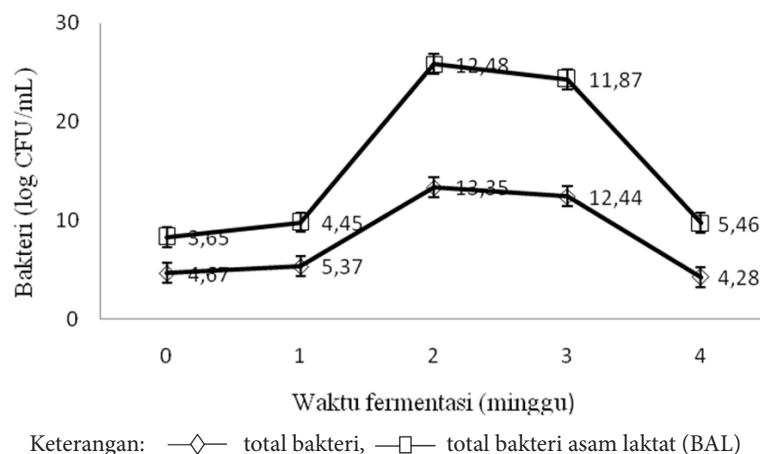
Selama 4 minggu fermentasi tambelo, pada minggu pertama total bakteri dan total BAL mengalami peningkatan yang cenderung stabil, pada minggu ke dua mengalami peningkatan tajam, kemudian pada minggu ke tiga mengalami penurunan yang cenderung stabil, dan pada minggu ke empat total bakteri dan total BAL mengalami penurunan tajam (Gambar 3).

Peningkatan total bakteri yang terjadi pada minggu pertama fermentasi disebabkan oleh keberadaan garam yang merangsang pertumbuhan bakteri asam laktat, kondisi asam pada lingkungan menyebabkan hanya bakteri asam laktat dan halofilik yang dapat tumbuh, dibuktikan dengan peningkatan jumlah total BAL pada saat yang bersamaan sehingga diduga bahwa total bakteri yang tumbuh didominasi oleh

BAL, selain itu bakteri asam laktat juga memiliki komponen mikrobial yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan bakteri pembusuk. Purwaningsih *et al.* (2013) menyatakan bahwa selama fermentasi bakasang jeroan ikan cakalang selama 8 hari pemeraman terjadi peningkatan total mikroba dari 4,62 log CFU/g menjadi 5,15 log CFU/g dan Lawalata *et al.* (2010) menemukan bahwa 98 isolat bakteri asam laktat yang terdapat pada bakasang (fermentasi jeroan ikan cakalang) memiliki daya hambat terhadap bakteri patogen dan pembusuk.

Peningkatan jumlah total bakteri yang terjadi hingga minggu ke-2 fermentasi dikarenakan peningkatan jumlah total BAL akibat kondisi lingkungannya yang optimal dan jumlah nutrisi untuk pertumbuhan tersedia dengan baik. Ichimura *et al.* (2006) menyatakan bahwa fermentasi dapat terjadi karena aktivitas mikroba pada substrat organik yang sesuai. Penelitian lain yang dilakukan oleh Kilinc *et al.* (2006) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi glukosa yang digunakan dalam fermentasi, maka semakin tinggi jumlah bakteri asam laktat dan halofilik. Hasil uji proksimat menunjukkan bahwa tambelo mengandung kadar karbohidrat yang tinggi sehingga dimanfaatkan sebagai sumber glukosa atau karbon untuk pertumbuhan bakteri BAL dan halofilik.

Penurunan jumlah total bakteri pada



Gambar 3 Perubahan total bakteri dan total bakteri asam laktat selama 4 minggu fermentasi

minggu ke-3 dan ke-4 fermentasi diduga karena bakteri BAL mulai mengalami kematian akibat nutrisi yang tersedia pada substrat sudah berkurang sehingga jumlahnya terus mengalami penurunan, hal ini didukung dengan penurunan jumlah total BAL pada saat yang bersamaan. Hasil yang sama dilaporkan oleh Zummah dan Wikandari (2013) bahwa pada fermentasi bakasam ikan bandeng setelah mencapai jumlah maksimal pada hari ke 5, jumlah bakteri asam laktat terus mengalami penurunan karena telah sampai pada fase kematian.

### Tambelo Fermentasi

Mutu produk akhir proses fermentasi tambelo ditentukan dengan menganalisis komposisi kimia dan asam aminonya.

### Komposisi Kimia

Komposisi kimia tambelo fermentasi yang dianalisis melalui uji proksimat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar air tambelo fermentasi lebih besar dibandingkan dengan tambelo sebelum fermentasi. Peningkatan kadar air tersebut disebabkan oleh terjadinya perubahan tipe air selama proses fermentasi yaitu dari air terikat menjadi air bebas. Simanjourang *et al.* (2012) menyatakan bahwa pH rendah mempunyai kemampuan membebaskan air yang terikat dengan senyawa kompleks dan mempunyai gugus hidrofilik menjadi air bebas, misalnya ikatan protein.

Proses fermentasi meningkatkan kadar protein daging tambelo. Selama fermentasi

terjadi peningkatan jumlah nitrogen larut air yang disebabkan oleh adanya aktivitas proteolitik yang menguraikan protein menjadi fragmen yang lebih mudah larut air. Peningkatan kandungan protein dalam produk hidrolisat disebabkan selama proses hidrolisis terjadi konversi protein yang bersifat tidak larut menjadi senyawa nitrogen yang bersifat larut, selanjutnya terurai menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana, seperti peptida dan asam amino sehingga mudah diserap oleh tubuh (Susi 2012). Noviana *et al.* (2012) menyatakan bahwa silase keong mas yang dibuat dengan penambahan bakteri asam laktat fermentasi 7 hari menunjukkan hasil adanya peningkatan kadar protein karena adanya aktivitas bakteri yang menghasilkan enzim protease yang memecah protein menjadi peptida atau asam amino sehingga total nitrogen terlarut cenderung mengalami peningkatan dan kadar protein meningkat. Anggorowati *et al.* (2012) menyatakan bahwa peningkatan jumlah massa mikroba akan menyebabkan meningkatnya kandungan protein produk fermentasi, dimana kandungan protein merupakan refleksi dari jumlah massa sel.

Kadar lemak produk fermentasi tambelo mengalami penurunan, hal ini sesuai dengan penelitian Noviana *et al.* (2012) yang menunjukkan setelah menjadi silase hasil fermentasi dengan penambahan bakteri asam laktat, kadar lemak keong mas mengalami penurunan, dan penurunan tersebut disebabkan karena lemak terhidrolisis menjadi gliserol dan asam lemak bebas. Asam lemak bebas mudah mengalami kerusakan sehingga mengakibatkan kadar lemak menurun.

Tabel 1 Komposisi kimia produk fermentasi tambelo

Komposisi kimia	Sebelum fermentasi	Kebutuhan Realisasi
Kadar Air (%)	49,6±1,85	64,27±1,5
Protein (%)	16,29±1,79	18,75±0,66
Lemak (%)	6,62±0,07	0,84±0,18
Abu (%)	4,51±0,27	2,94±0,45

Tabel 2 Komposisi asam amino tambelo sebelum dan setelah fermentasi 4 minggu

Komposisi Kimia	Sebelum Fermentasi	Kebutuhan Realisasi
Esensial		
Valina	0,55	1,24
Leusina	1,25	1,20
Isoleusina	0,55	0,75
Metionina	0,40	1,33
Treonina	0,90	1,05
Lisina	0,80	0,58
Histidina	0,95	1,04
Arginina	0,65	0,62
Fenilalanina	0,80	1,25
Non Esensial		
Alanina	0,80	0,78
Prolina	1,60	0,99
Tirosina	1,25	0,95
Asam glutamat	4,35	0,99
Serina	0,95	0,92
Sisteina	0,65	0,69
Glisina	0,75	0,64
Asam aspartat	2,50	0,83
Total	19,70	15,85

### Komposisi Asam Amino

Hasil analisa asam amino produk akhir fermentasi tambelo terlihat pada Tabel 2. Berdasarkan table tersebut menunjukkan bahwa produk fermentasi tambelo memiliki 17 macam asam amino. Kirk dan Othmer (1953) menyatakan bahwa hidrolisis yang berjalan sempurna akan menghasilkan hidrolisat yang terdiri dari campuran 18-20 macam asam amino. Hal ini berarti proses fermentasi yang dilakukan mendekati sempurna.

Jenis asam amino yang dihasilkan sama dengan asam amino yang terkandung pada tambelo segar tetapi kadar asam aminonya yang berbeda, ada yang mengalami peningkatan (valina, isoleusina, metionina, treonina histidina, fenilalanina) yang kesemuanya merupakan asam amino esensial, adapula yang mengalami penurunan pada umumnya adalah asam-asam amino non

esensial. Khairina dan Khotimah (2006) menyatakan bahwa komponen asam amino yang terdapat pada ikan betok segar sama dengan komponen asam amino yang terdapat pada wadi ikan betook, namun komposisi dari setiap komponen asam amino yang terdapat pada wadi ikan betook lebih rendah dari ikan betok segar, hal ini dikarenakan selama fermentasi terjadi perombakan protein menjadi peptida-peptida, asam amino serta senyawa yang lebih sederhana.

Kandungan asam amino pada tambelo fermentasi lebih rendah dibandingkan pada daging tambelo segar namun asam-asam amino yang terkandung pada produk fermentasi tambelo merupakan asam amino bebas sehingga avaibilitas gizi asam aminonya lebih mudah tercerna dan dapat langsung terserap oleh tubuh dibandingkan pada daging segar tambelo, karena melalui proses

fermentasi terjadi hidrolisis protein menjadi senyawa lebih sederhana yaitu dipeptida hingga asam aminonya (Susi 2012).

## KESIMPULAN

Selama proses fermentasi tambelo terjadi penurunan nilai pH dan kadar NaCl, serta total bakteri dan total bakteri asam laktat (BAL) mengalami peningkatan sampai minggu ke dua, kemudian mengalami penurunan hingga minggu ke empat fermentasi. Tambelo fermentasi memiliki kadar protein total yang lebih tinggi dibandingkan dengan tambelo segar dan proses fermentasi yang berlangsung sempurna meskipun kadar komposisi asam amino totalnya lebih rendah dari tambelo segar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 1995. Official Methods of Association of Official Analytical Chemist. Volume ke-2A(28.057). Washington (US): AOAC Inc.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist (US). 2005. Official Methods of Association of Official Analytical Chemist. Ed ke-12. Washington (US): AOAC Inc.
- Anggorowati DA, Setyawati H, Purba ABP. 2012. Peningkatan kandungan protein abon nangka muda. *Jurnal Teknik Kimia* 7(1):17-21.
- Bertoldi FC, Sant'anna ES, Beirao LH. 2002. Reducing the bitterness of tuna (*Euthynnus pelamis*) dark meat with *Lactobacillus casei* subsp. *Casei* ATCC 392. *Journal Food Technology and Biotechnology* 42(1):41-45.
- Desniar, Poernomo D, Timoryana DVF. 2007. Studi pembuatan kecap ikan selar (*Caranx leptolepis*) dengan fermentasi spontan. Di dalam: Prosiding SEMNASKAN Tahun ke IV Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan; 2007 Juli 28; Yogyakarta, Indonesia. Yogyakarta (ID): Faperta UGM.
- Desniar, Poernomo D, Wijatur W. 2009. Pengaruh konsentrasi garam pada peda ika kembung (*Rastrelliger sp.*) dengan fermentasi spontan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 12(1):73-87.
- Fardiaz S. 1989. Petunjuk Laboratorium Analisis Mikrobiologi Pangan. Bogor (ID): PAUPG IPB.
- Ichimura T, Hu J, Duong OA, Maruyama S. 2006. Angiotensin inconvertin enzyme inhibitory activity and insulin secretion stimulative activity of fermented fish sauce. *Bioscience Bioengineering* 96:496-499.
- Khairina R, Khotimah IK. 2006. Studi komposisi asam amino dan mikroflora pada wadi ikan betook. *Jurnal Teknologi Pertanian* 7(2):120-126.
- Kilinc B, Cakli S, Tolasa S, Dincer T. 2006. Chemical, microbiological and sensory changes associated with fish sauce processing. *European Food Research and Technology* 222:604-613.
- Kirk RE, Othmer JB. 1953. Encyclopedia of Chemical Technology. Volume IX. New York (ID): The Interscience Encyclopedia Inc.
- Koesoemawardani D, Rizal S, Tauhid M. 2013. Perubahan sifat mikrobiologi dan kimiawi rusip selama fermentasi. *Agritech* 33(3):265-271.
- Lawalata HJ, Sembiring L, Rahayu ES. 2010. Bakteri asam laktat pada bakasang dan aktivitas penghambatannya terhadap bakteri patogen dan pembusuk. Seminar Nasional Biologi; 2010 Sept 24-25; Yogyakarta, Indonesia. Yogyakarta (ID): Fakultas Biologi UGM. hlm 1163-1167.
- Lawalata HJ. 2012. Keanekaragaman bakteri asam laktat penghasil antimikroba selama proses fermentasi bakasang [disertasi]. Yogyakarta (ID): Universitas Gadjah Mada.
- Murtini JT, Yuliana, Nurjanah E, Nasran S. 1997. Pengaruh penambahan starter bakteri asam laktat pada pembuatan bekasam ikan sepat (*Trichogaster trichopterus*) terhadap mutu dan daya awetnya. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 3(2):71-82.



- Noviana NY, Lestari S, Hanggita SRJ. 2012. Karakteristik kimia dan mikrobiologi silase keong mas (*Pomacea canaliculata*) dengan penambahan asam format dan bakteri asam laktat 3B104. *Journal Fishtech* 1(1):55-68.
- Purwaningsih S, Santoso J, Garwan R. 2013. Perubahan fisiko-kimiawi, mikrobiologi, dan histamin bakasang ikan cakalang selama fermentasi dan penyimpanan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 24(2):168-177.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2006. Standar Nomor 01.2332-2006 Tahun 2006 tentang Cara Uji Mikrobiologi pada Produk Perikanan. Jakarta (ID): BSN.
- Sari NI, Dahlia, Octavian D. 2013. Quality characteristics fermented tilapia (*Oreochromis niloticus*) different carbohydrate source. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 18(2):76-85.
- Simanjorang E, Kurniawati N, Hasan S. 2012. Pengaruh penggunaan enzim papain dengan konsentrasi yang berbeda terhadap karakteristik kimia kecap tutut. *Jurnal Perikanan Kelautan* 3(4):209-220.
- Susi. 2012. Komposisi kimia dan asam amino pada tempe kacang nagara (*Vigna unguiculata* ssp. *cylindrica*). *Agroscientiae* 19(1):28-36.
- Syaputra D, Ibrahim B, Poernomo D. 2007. Produk fermentasi ikan dari cacing kapal *Bactronophorus* sp segar. *Jurnal Sumberdaya Perairan* 1(1):12-14.
- Tedja TI. 1979. Pengaruh garam dan glukosa pada fermentasi asam laktat dari ikan kembung (*Scomber neglectus*) [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Utama CS, Mulyanto A. 2009. Potensi limbah pasar sayur menjadi *starter* fermentasi. *Jurnal Ilmu Kesehatan* 2: 6-13.
- Utama CS, Sumarsih S. 2010. Pengaruh penambahan aras asinan kubis sortir terhadap kandungan nutrisi silase ikan. *Jurnal Ilmu Kesehatan* 3(1):27-32.
- Yuliana NN. 2007. Profil fermentasi rusip yang dibuat dari ika teri (*Stolephorus* sp.). *Agritech* 27(1):12-17.
- Zumamah A, Wikandari PR. 2013. Pengaruh waktu fermentasi dan penambahan kultur *starter* bakteri asam laktat terhadap mutu bakasang ikan bandeng. *Jurnal Kimia Unesa* 2(3):14-24.