

## FERMENTASI TAMBELO (*Bactronophorus* sp.) DAN KARAKTERISTIK PRODUKNYA

Lely Okmawaty Anwar<sup>1)</sup>, Linawati Hardjito<sup>2)</sup>, dan Desniar<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Muhammadiyah Kendari

<sup>2)</sup> Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

### ABSTRAK

Tambelo (*Bactronophorus* sp.) 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, Tambelo

### 1. PENDAHULUAN

Tambelo adalah salah satu moluska yang hidup pada ekosistem mangrove dan telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat pantai sebagai bahan pangan dan obat alami karena dipercaya dapat menyembuhkan berbagai macam penyakit. 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 berpotensi besar jika diolah lebih lanjut dalam bidang pangan dan kesehatan. Daging tambelo mudah mengalami pembusukan karena memiliki kadar air yang sangat tinggi sehingga memerlukan proses penanganan yang cepat. Tingkat konsumsi tambelo rendah sehingga diperlukan inovasi pengolahan untuk menghasilkan produk baru dalam bentuk yang lebih menarik agar mudah diterima oleh masyarakat luas. Proses pengolahan tambelo dengan cara fermentasi dianggap tepat, karena fermentasi dapat menyelamatkan bahan baku dari proses pembusukan, mempertahankan bahkan meningkatkan nilai gizi, 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). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa proses fermentasi secara tidak spontan memberikan kualitas fisika-kimia dan mikrobiologi produk fermentasi yang lebih baik dibanding secara spontan. 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.

### 2. KAJIAN LITERATUR

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan terkait pembuatan produk fermentasi menggunakan *starter* kultur campuran dan ekstrak produk fermentasi yaitu rusip yang dibuat dengan penambahan starter campuran 3 jenis kultur murni bakteri BAL memiliki kondisi mikrobiologi dan karakteristik lebih baik dibandingkan dengan rusip yang dibuat secara spontan (Koesoemawardani *et al.* 2013), bekasam yang dibuat dengan menambahkan bagian cairan dari asinan sawi dan kubis sebagai sumber bakteri asam laktat, secara organoleptik hasilnya lebih baik

dari tanpa starter, khususnya dalam hal warna dan selama penyimpanan 8 minggu bekasam masih tetap disukai (Murtini *et al.* 1997). Utama dan Sumarsih (2010) menyatakan bahwa silase ikan yang dibuat menggunakan ekstrak produk fermentasi limbah pasar sayur sebagai *starter*, mampu mengawetkan ikan selama 12 hari tanpa mengurangi kandungan gizi ikan dan Utama dan Mulyanto (2009) menyatakan bahwa ekstrak produk fermentasi limbah pasar sayur yang digunakan sebagai *starter* fermentasi bekatul mampu meningkatkan kandungan mineral dan membuat bekatul awet disimpan selama 1 tahun pada suhu ruang tanpa mengubah komposisi proksimat, serta mampu digunakan sebagai *starter* fermentasi selanjutnya. Lawalata (2012) menyatakan bahwa jenis bakteri asam laktat yang diidentifikasi pada berbagai jenis bakasang yang dijual di pasar tradisional Karombosan Manado, termasuk dalam anggota genus *Pediococcus*, *Enterococcus*/*Streptococcus*, *Lactobacillus* dan *Leuconostoc*.

Sebagian besar bakteri tersebut merupakan penghasil antimikrob yang berpotensi sebagai bahan pengawet alami untuk diaplikasikan pada makanan fermentasi tradisional. Oleh karena itu bakasang berpotensi sebagai *starter* untuk menghasilkan produk fermentasi. Tujuan penelitian ini adalah membuat tambelo fermentasi menggunakan bakasang sebagai *starter* dan menentukan mutu produk akhirnya.

### **3. METODE PENELITIAN**

#### **3.1. 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 Kecamatan Malalayang Kota Manado Provinsi 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.

#### **3.2. 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 pengocokan 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).

#### **3.3. Analisis Data**

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

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

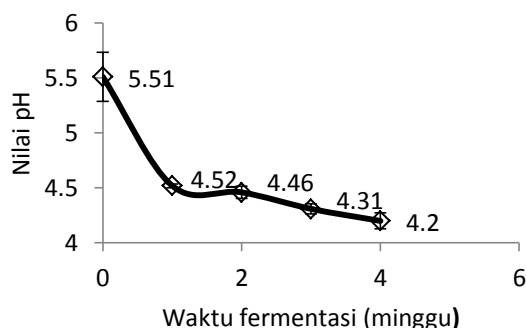
### 4.1. Fermentasi Tambelo

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.

### 4.2. pH

Nilai pH merupakan konsentrasi ion  $H^+$  yang terdapat dalam larutan yang menunjukkan derajat keasaman suatu bahan. Nilai pH sangat mempengaruhi jasad renik yang dapat tumbuh 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 kedua hingga minggu keempat.

Menurunnya nilai pH mulai dari minggu pertama hingga minggu ke-4 diduga disebabkan oleh meningkatnya produksi asam laktat pada produk. Selama pemeraman, asam laktat diproduksi oleh bakteri asam laktat yang berperan dalam proses fermentasi sehingga pH produk menurun (Bertoldi *et al.* 2002). Bakteri tidak dapat tumbuh dengan baik pada pH di bawah 5 dan di atas 8.5, 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 mengubah sumber karbohidrat menjadi asam laktat, asam-asam volatil, alkohol, dan ester.

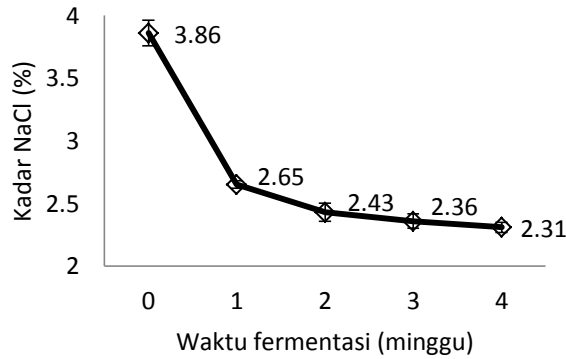


Gambar 1. Nilai pH selama 4 Minggu Fermentasi Tambelo

### 4.3. Kadar NaCl

Penambahan garam dalam jumlah yang optimum pada pembuatan produk-produk fermentasi ikan dilakukan 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 kedua hingga minggu keempat fermentasi (Gambar 2).

Penurunan kadar NaCl juga terjadi pada proses fermentasi kecap ikan selar yaitu sebesar 22.5-45.5% dari konsentrasi garam awal yang digunakan (Desniar *et al.* 2007) dan selama proses fermentasi ikan kembung (*Rastrelliger* sp.) menjadi peda disebabkan oleh terurainya garam menjadi ion-ion  $Na^+$  dan  $Cl^-$  (Desniar *et al.* 2009). Penurunan kadar NaCl yang tajam pada minggu pertama hingga minggu kedua diduga karena adanya peningkatan jumlah bakteri sehingga jumlah senyawa kompleks NaCl yang pecah menjadi molekul-molekul penyusunannya yaitu ion  $Na^+$  dan  $Cl^-$  juga meningkat. Ion  $Na^+$  dan  $Cl^-$  diperlukan oleh bakteri untuk proses pertumbuhan dan penurunan tersebut terus berlangsung hingga akhir proses fermentasi.

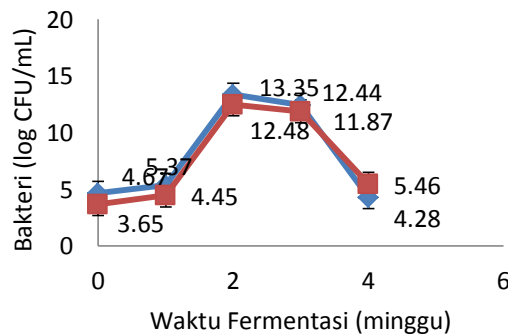


Gambar 2. Kadar NaCl selama 4 Minggu Fermentasi Tambelo

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

Selama 4 minggu fermentasi tambelo, total bakteri dan total BAL pada minggu pertama mengalami peningkatan yang cenderung stabil dan pada minggu kedua mengalami peningkatan tajam. Total bakteri dan total BAL mengalami penurunan yang cenderung stabil pada minggu ketiga kemudian pada minggu keempat 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. Bakteri asam laktat juga memiliki komponen mikrob 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 mikrob 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.



Gambar 3. Perubahan Total Bakteri dan Total Bakteri Asam Laktat selama 4 Minggu Fermentasi Tambelo. —◇— Total bakteri, —□— Total Bakteri Asam Laktat (BAL).

Peningkatan jumlah total bakteri yang terjadi hingga minggu kedua 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 mikrob 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 halofilik dan BAL.

Penurunan jumlah total bakteri pada minggu ketiga dan keempat 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 kelima, jumlah bakteri asam laktat terus mengalami penurunan karena telah sampai pada fase kematian.

#### 4.5. Tambelo Fermentasi

Produk tambelo fermentasi diperoleh setelah fermentasi empat minggu. Mutu tambelo fermentasi tersebut ditentukan dengan menganalisis komposisi kimia dan asam aminonya.

##### a. Komposisi Kimia

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

Tabel 1 Komposisi kimia produk fermentasi tambelo

Komposisi kimia	Sebelum fermentasi	Setelah fermentasi
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

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, misalnya 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 dan fermentasi selama 7 hari menunjukkan adanya peningkatan kadar protein karena adanya aktivitas bakteri yang menghasilkan enzim protease yang memecah protein menjadi peptida atau asam amino sehingga total nitrogen terlarut dan kadar protein cenderung meningkat. Selain itu Anggorowati *et al.* (2012) menyatakan bahwa peningkatan jumlah massa mikrob 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 kadar lemak silase keong mas hasil fermentasi dengan penambahan bakteri asam laktat 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.

##### b. Komposisi Asam Amino

Hasil analisis asam amino produk akhir fermentasi tambelo dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel tersebut menunjukkan bahwa produk fermentasi tambelo mengandung 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 berjalan 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. Asam amino non esensial umumnya mengalami penurunan. 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 betok, namun komposisi dari setiap komponen asam amino yang terdapat pada wadi ikan betok lebih rendah dari ikan betok segar, hal ini dikarenakan selama fermentasi terjadi perombakan protein menjadi peptida-peptida, asam amino serta senyawa yang lebih sederhana.

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

Unsur Asam Amino	Komposisi Kimia	
	Tambelo segar	Tambelo fermentasi
<b>Esensial</b>		
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
<b>Non Esensial</b>		
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
<b>Total</b>	<b>19.70</b>	<b>15.85</b>

Kandungan asam amino pada tambelo fermentasi lebih rendah dibandingkan pada daging tambelo segar. Asam amino yang terkandung pada produk fermentasi tambelo merupakan asam amino bebas sehingga lebih mudah tercerna dan dapat langsung terserap oleh tubuh dibandingkan pada daging segar tambelo. Protein terhidrolisis menjadi senyawa lebih sederhana yaitu dipeptida hingga asam aminonya selama proses fermentasi (Susi 2012).

## 5. KESIMPULAN

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

## 6. REFERENSI

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist (US). 2005. *Official Methods of Association of Official Analytical Chemist*. Ed ke-12. Washington (US): AOAC Inc.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 1995. *Official Methods of Association of Official Analytical Chemist*. Volume ke-2A(28.057). Washington (US): AOAC Inc.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2006. Standar Nomor 01.2332-2006 Tahun 2006 tentang Cara Uji Mikrobiologi pada Produk Perikanan. Jakarta (ID): BSN.
- 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 inverting 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 (US): 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.
- Sari NI, Dahlia, Octavian D. 2013. Quality characteristics fermented tilapia (*Oreochromis niloticus*) different carbohydrate source. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 18(2):76-85.
- Simanjourang 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*). *Agroscentia*. 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.
- 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 ikan teri (*Stolephorus* sp.). *Agritech* 27(1):12-17.
- Zumamah A, Wikandari PR. 2013. Pengaruh waktu fermentasi dan penambahan kultur starter bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum* B1765 terhadap mutu bekasam ikan bandeng (*Chanos chanos*). *Unesa Journal of Chemistry* 2(3):14-24.

