

# PROFIL FERMENTASI “RUSIP” YANG DIBUAT DARI IKAN TERI (*Stolephorus sp*)

## Fermentation Profile of Rusip Made from Anchovies

Neti Yuliana<sup>1)</sup>

### ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari karakteristik rusip dari ikan teri selama fermentasi untuk mendapatkan profil fermentasi rusip. Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali yang diamati secara periodik pada hari ke 0, 4, 8, 12, 16 dan 20 hari. Fermentasi rusip merupakan fermentasi asam laktat yang diindikasikan oleh keberadaan bakteri asam laktat selama fermentasi. Selama 20 hari fermentasi, kandungan air, total asam laktat, TVN, TMA dan protein terlarut meningkat sementara pH, lemak dan gula reduksi menurun. Profil kimia rusip pada hari ke 20 fermentasi adalah sebagai berikut, pH 5,07; total asam laktat 22,20%; lemak 1,5%; TVN 82,34 mgN /100 g; TMA 14,9 mg N/100g; gula reduksi 3,68% dan protein terlarut 6,36%.

**Kata kunci:** rusia, bakteri asam laktat, profil fermentasi.

### ABSTRACT

The objective of this research was to study rusip characteristic of anchovies (*Stolephorus sp.*) during fermentation to dig its fermentation profile up. The experiment was conducted in 3 replications and observed periodically: 0, 4, 8, 12, 16, 20, days. The lactic acid fermentation was observed in rusip as indicated by lactic acid bacteria presence during fermentation. Throughout 20 days fermentation, the moisture content, total lactic acid, TVN, TMA, and soluble protein increased while the pH, fat, and reducing sugar contents decreased. Chemical profile of rusip at day 20 fermentation was characterized by pH of 5.07; 22.20% total lactic acid, 1.5% fat, 82.34 mg N/100 g TVN; 14.9 mg N/100g TMA; 3.68% reducing sugar, and 6.36% soluble protein.

**Keywords:** rusip, lactic acid bacteria, profile, fermentation

### PENDAHULUAN

Salah satu pengawetan tradisional ikan yang banyak dilakukan masyarakat adalah fermentasi. Beberapa produk awetan ikan fermentasi tersebut diantaranya adalah pakasam dan wadi dari daerah Banjarmasin, peda dan terasi dari daerah Yogyakarta, Jawa, dan Lombok, dan pindang dari daerah Jawa (Rahayu, 2002), kecap ikan dan bekasem dari daerah Sumatera Selatan, Kalimantan Tengah, dan Kalimantan Selatan (Afrianto dan Liviawaty, 1989), bakasang dari daerah Timur Indonesia (Itjong dan Ohta, 1995). Ikan fermentasi lainnya yang belum banyak dikenal dan dilaporkan peneliti adalah "rusip".

Rusip merupakan produk fermentasi ikan asal Bangka dan Lampung. Rusip dibuat dari ikan yang diberi garam antara 10-25% dan beras atau gula aren sekitar 10%, yang kemudian difermentasi selama kurang lebih dua minggu secara anaerob. Penambahan garam lebih dari 13% pada substrat kaya protein seperti ikan menghasilkan hidrolisis protein yang terkontrol yang mencegah pembusukan, menghasilkan pasta serta asam amino dan peptida yang beraroma "meaty" dan "savory" (Steinkraus, 2002). Umumnya, ikan yang dijadikan bahan baku pembuatan rusip adalah ikan rucah yang berukuran kecil, misalnya ikan teri (*Stolephorus sp*).

<sup>1)</sup> Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Lampung, Jl Sumantri Brojonegoro No 1, Bandar Lampung

Proses pengawetan ikan secara fermentasi akan melibatkan proses enzimatik kimiawi dan mikrobial selama proses fermentasi yang akhirnya menentukan karakteristik mikrobiologi dan kimia ikan fermentasi. Penelitian yang telah dilakukan pada rusip dari daerah Bangka menunjukkan bahwa bakteri asam laktat yang berperan merupakan genus *Lactobacillus*, *Streptococcus*, dan *Leuconostoc* (Dessi, 1999). Rusip juga dilaporkan mengandung senyawa etil asetat, ber-pH relatif rendah, total asam rendah, kadar garam yang relatif tinggi, dan kadar air tinggi (Dessi, 1999 dan Susilawati, 1999). Namun demikian, karakteristik rusip berbahan baku ikan teri asal Lampung belum banyak diketahui. Demikian pula, belum ada informasi mengenai perubahan kandungan lemak, total volatil nitrogen dan trimetilamin, gula reduksi serta protein terlarut selama fermentasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik mikrobiologi dan kimia rusip dari ikan teri selama fermentasi.

**METODE PENELITIAN**

**Bahan dan Alat**

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan teri, garam, dan gula aren yang diperoleh dari pasar lokal Koga Kecamatan Kedaton Bandar Lampung. Bahan kimia yang digunakan adalah H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, NaOH, HCl, TCA (*trichloro acetic acid*), bovine serum albumin (BSA), Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O, pereaksi *folin-ciocalteu*, glukosa anhidrat, formaldehid, petroleum eter, MRS agar, garam fisiologis, dan bahan kimia lainnya. Alat-alat yang digunakan adalah soxhlet, alat destilasi, spektrofotometri (spektronik 20), timbangan analitik (ES model 08152-CA4ZA10A-A), waring blender (Philips) dan alat-alat analisis lainnya.

**Cara penelitian**

Fermentasi rusip dilakukan sebanyak tiga kali ulangan yang diamati secara periodik terhadap periode waktu fermentasi yaitu pada hari ke 0 (F<sub>0</sub>), hari ke 4 (F<sub>1</sub>), hari ke 8 (F<sub>2</sub>), hari ke 12 (F<sub>3</sub>), hari ke 16 (F<sub>4</sub>), dan hari ke 20 (F<sub>5</sub>). Pengamatan dilakukan terhadap karakteristik mikrobiologi dan kimia rusip yang meliputi pH, total asam, lemak, total volatil nitrogen (TVN) dan trimetilamin (TMA), gula reduksi, protein terlarut, dan total bakteri asam laktat. Data kemudian diplot untuk memperoleh profil karakteristik rusip.

**Pembuatan rusip**

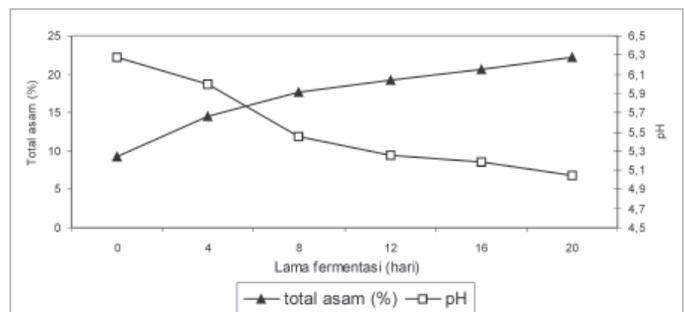
Pembuatan rusip pada penelitian ini mengikuti prosedur pembuatan rusip yang biasa dilakukan oleh masyarakat Bangka. Ikan teri (*Stolephorus sp*) dicuci bersih, ditiriskan dan kemudian ditambahkan garam sebanyak 25% (b/b) dari berat ikan, lalu diaduk hingga rata. Setelah itu ditambahkan gula aren sebagai sumber karbohidrat pengganti beras seba-

nyak 10% (b/b), lalu diaduk rata. Ikan kemudian dimasukkan ke dalam toples plastik bersih, dan ditutup rapat. Selanjutnya dilakukan pemeraman (inkubasi) pada suhu ruang dan dievaluasi pada hari ke 0, 4, 8, 12, 16, dan 20.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**pH dan Total Asam**

Nilai pH rusip selama dua puluh hari proses fermentasi mengalami penurunan sebesar 1,18% seiring dengan meningkatnya total asam. Pada hari pertama pembuatan rusip, pH yang terukur sebesar 6,25 dan menurun menjadi 5,07 pada hari kedua puluh fermentasi (Gambar 1). Nilai pH akhir rusip (5,07) ini lebih rendah dari pH rusip yang diproduksi oleh produsen rusip di Bangka yaitu 5,82-5,85 (Dessi,1999 dan Susilawati,1999). Namun, kisaran nilai pH tersebut tidak berbeda dengan nilai pH olahan ikan yang berkisar antara 5,3-6,7 (Mizutani dkk. 1992) dan masih memenuhi persyaratan SNI 01-4271 untuk syarat mutu kecap ikan dengan nilai pH normal 5-6. Sementara Gildberg dkk. (1984) melaporkan bahwa pH saus ikan yang diproduksi dari ikan *anchovies* (*Stolephorus spp.*) setelah autolis adalah sekitar 4.



**Gambar 1.** Perubahan nilai pH dan total asam (%) rusip selama fermentasi

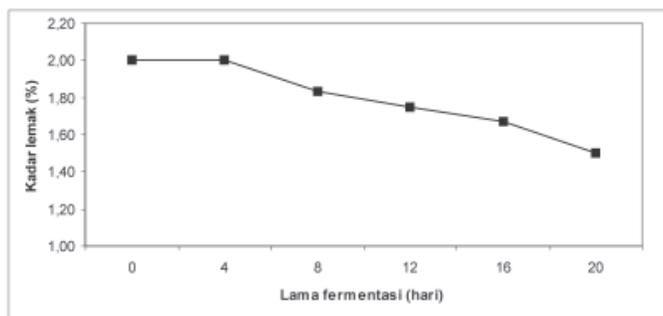
Selain autolisis enzimatik dan kerja bakteri-bakteri halofilik, yang berperan selama fermentasi ikan, adalah fermentasi asam laktat. Keberadaan bakteri rusip dilaporkan oleh Dessi, 1999. Bakteri asam laktat mampu mengubah sumber karbohidrat menjadi asam laktat, asam-asam volatile, alkohol, dan ester yang dapat menurunkan nilai pH produk (Stamer, 1979; dan Daeschel, 1989) sebagai konsekuensi dari meningkatnya total asam.

Total asam selama proses fermentasi, mengalami peningkatan sebesar 13,02% dari kandungan awal yang sebesar 9,18% (Gambar 1). Peningkatan ini disebabkan oleh meningkatnya asam laktat seiring dengan meningkatnya perombakan gula oleh bakteri asam laktat yang ditunjukkan dengan meningkatnya bakteri asam laktat sebesar 4,30 log cfu/g pada hari keenam belas fermentasi. Peranan bakteri asam laktat dalam memproduksi asam organik seperti asam laktat,

asam asetat dan metabolit sekunder lainnya telah banyak dilaporkan (Dizon, 2002, Battcock dan Ali, 1998; Sharpe, 1979; Stamer, 1979; Daeschel, 1989). Asam laktat yang dihasilkan selain menciptakan flavor asam organik, juga berdampak pada denaturasi protein otot yang dapat meningkatkan rasa (Smith dan Palumbo, 1981).

**Lemak**

Kandungan lemak selama dua puluh hari proses fermentasi rusip mengalami sedikit penurunan sebesar 0,5% dari kandungan lemak awal yang sebesar 2% (Gambar 2). Nilai ini tidak jauh berbeda dengan kandungan lemak rusip dari beberapa produsen di Bangka yang berkisar 1,82% - 3,06% (Madani, 2006).



**Gambar 2.** Kadar lemak rusip selama fermentasi.

Penurunan kadar lemak selama proses fermentasi rusip dapat disebabkan oleh penguraian lemak oleh aktivitas mikroba dan enzimatis ikan itu sendiri. Proses hidrolisis lemak secara mikrobial terjadi melalui tahapan lipolisis oleh enzim lipase mikrobial dan tahap lipoksidasi oleh enzim lipoksidase yang juga dihasilkan oleh mikroba (Hadiwiyoto, 1993). Namun demikian, penurunan yang terjadi pada fermentasi rusip ini relatif rendah dibandingkan penurunan lemak pada fermentasi bekasam ikan mujair yang dilaporkan oleh Chamidah dkk (2000). Diduga, kehadiran bakteri kelompok lipolisis pada rusip tidak cukup signifikan karena fermentasi didominasi oleh bakteri asam laktat (Gambar 8); walaupun beberapa bakteri asam laktat (BAL) dilaporkan mempunyai aktivitas lipolitik yang kuat (Gonzales dan Wilbey, 2001). Namun demikian, BAL yang berperan pada fermentasi rusip ini tampaknya bukan termasuk golongan tersebut; sehingga, kandungan lemak akhir rusip yang sebesar 1,5% ini tidak berbeda jauh dengan kandungan lemak ikan segar secara umum, yaitu 2-2,2% (Hadiwiyoto, 1993). Penurunan kandungan lemak juga dilaporkan pada fermentasi bekasam ikan mujair selama 10 hari fermentasi (Chamidah dkk., 2000).

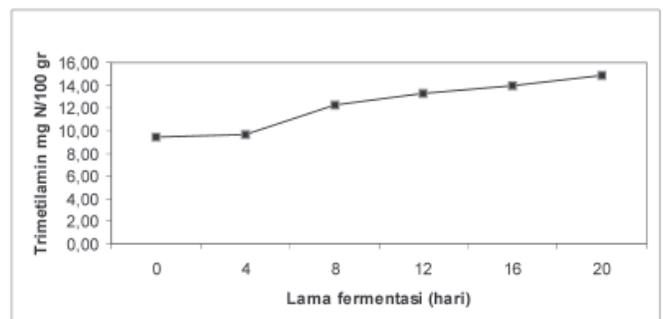
**Total Volatil Nitrogen (TVN) dan Trimetilamin (TMA)**

Total Volatil Nitrogen (TVN) selama fermentasi meningkat sebesar 5,47 mgN/100g dari 76,87 mgN/100g menjadi 82,34 mgN/100 g pada akhir fermentasi. Mengacu pada

pengertian total volatil basis (TVB) sebagai bagian dari total volatil nitrogen, TVN awal fermentasi yang telah mencapai 76,86mg N/100 g ini sangat tinggi jika dibandingkan dengan produk fermentasi ikan yang dilaporkan oleh Chamidah dkk.,(2000) dan Yin dkk.,(2002) masing-masing dengan TVB sebesar 67,67 mg N/100 g, dan 56,2 mg N/100 g pada bekasam ikan mujair, dan ikan makarel yang difermentasi 24 jam. Hal ini mengimplikasikan bahwa mutu ikan bahan baku rusip rendah yang berakibat pada tingginya TVN dibandingkan produk fermentasi sejenis. Mutu bahan baku tampak pula pada variasi TVN rusip beberapa produk Bangka yang berkisar 1.65 –2384 mg N/100 g (Madani, 2006).

TVN ikan terdiri dari TVB yang merupakan kontribusi dari ammonia, dimetilamin dan trimetilamin, ditambah senyawa nitrogen lainnya (Jay,2000). Peningkatan TVN selama fermentasi disebabkan oleh penguraian protein lanjut yang melibatkan proses enzimatis ikan, aktivitas mikroba proteolitik, atau gabungan keduanya (Manullang dkk,1995). Beberapa ikan dilaporkan mempunyai enzim proteolitik kuat dan beberapa mikroba proteolitik seperti *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, dan *Enterobacteriaceae* dilaporkan oleh Lopotcharat dan Park, (2002) terdapat pada fermentasi ikan makarel.

Selain TVN, kandungan Trimetilamin (TMA) selama fermentasi rusip juga mengalami peningkatan yaitu sebesar 5,53 mg N/100 g (Gambar 3).



**Gambar 3.** Perubahan kandungan TMA rusip selama fermentasi.

Pada hari pertama kandungan TMA sebesar 9,37 mg N/ 100 g dan pada hari kedua puluh menjadi 14,90 mg N/100 g. Kecenderungan peningkatan nilai TMA disebabkan oleh degradasi protein menjadi asam amino bebas oleh enzim proteolitik. Enzim proteolitik dapat berasal dari tubuh ikan dan hasil metabolit bakteri asam laktat. Namun demikian tidak semua bakteri asam laktat dapat menghasilkan enzim proteolitik sehingga peningkatan jumlah bakteri asam laktat tidak semuanya dapat mencerminkan peningkatan nilai TMA. Peningkatan asam amino bebas selama fermentasi yang melibatkan bakteri asam laktat dilaporkan oleh beberapa peneliti (Yin dkk., 2002; Verplaetse dkk., 1989 dan Vignol dkk., 1988).

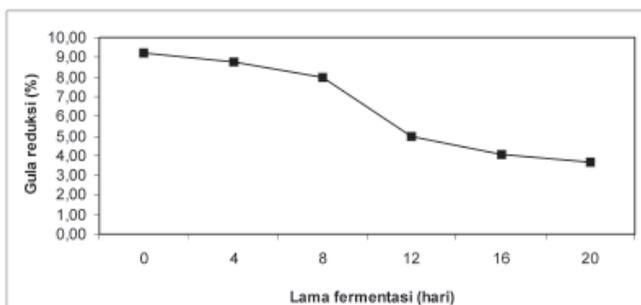
Kandungan TMA pada ikan dapat juga berasal dari penggabungan asam laktat dengan TMAO (Hadiwiyoto,1993).

Pada kecepatan penguraian makromolekul yang meningkat, terbentuk mikromolekul seperti peptida, dipeptida, asam amino bebas, TMAO, dan senyawa nitrogen lain, yang hasilnya tampak selama monitoring basa volatil pada sampel ikan (Lougharn dan Diamond, 2000).

TMA terbentuk dari penguraian senyawa lipoprotein menjadi kolin lalu diuraikan menjadi TMAO oleh enzim dehidrogenase, kemudian direduksi menjadi TMA sebagai senyawa yang sebagian besar terdapat pada spesies ikan laut (Jay, 2000). Nilai TMA (14,90 mgN/100g) rusip pada penelitian ini cukup tinggi dibandingkan TMA yang dilaporkan Hadiwiyo (2003) pada saus ikan kuniran yang sebesar 9,07 mg N/100 g. Sedangkan penelitian kecap dari ikan kembung yang dihidrolisis dengan enzim selama enam hari mengandung TMA yang lebih kecil yaitu sebesar 3,60 % (Manullang, 1995), sementara nilai TMA beberapa rusip dari Bangka berkisar antara 11.55-94,58 mg N/100g (Madani, 2006).

**Gula Reduksi**

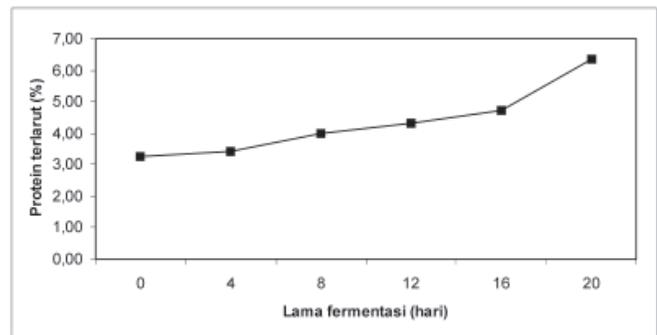
Gula reduksi selama dua puluh hari proses fermentasi rusip mengalami penurunan sebesar 5,56% dari 9,24% menjadi 3,68% (Gambar 4). Penurunan kadar gula reduksi disebabkan oleh aktifitas bakteri asam laktat yang memanfaatkan gula aren sebagai sumber energi. Bakteri asam laktat umumnya menggunakan sumber karbohidrat yang dapat difermentasi sebagai sumber sukrosa atau glukosa. Walaupun glukosa merupakan sumber energi umumnya BAL, tetapi beberapa spesies dapat juga menggunakan gula-gula seperti laktosa, sukrosa, dan xilosa (Sneel, 1952). BAL homofermentatif mengubah kira-kira 95% glukosa dan heksosa lain yang dapat difermentasi menjadi asam laktat, sedangkan BAL heterofermentatif memecah glukosa menjadi asam laktat, CO<sub>2</sub>, etanol, dan kadang-kadang asam asetat (Stamer dkk., 1979, Battcock dan Ali, 1998).



**Gambar 4.** Penurunan kadar gula reduksi rusip selama fermentasi

**Protein Terlarut**

Protein terlarut selama fermentasi rusip meningkat sebesar 3,12% dari 3,24% pada awal fermentasi menjadi 6,36% pada hari kedua puluh (Gambar 5).

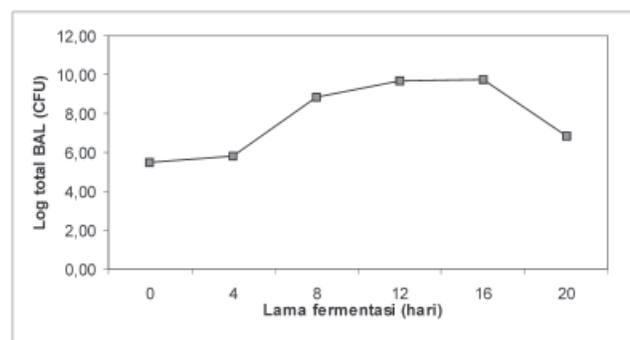


**Gambar 5.** Protein terlarut rusip selama fermentasi

Protein terlarut pada ikan merupakan hasil hidrolisis protein menjadi peptida, dipeptida, dan asam amino bebas dengan berat molekul kecil yang mudah larut dalam air melalui proses enzimatik, aktivitas mikroba maupun campuran keduanya. (Hadiwiyo, 1993). Enzim yang terlibat dalam proses fermentasi dapat berasal dari mikroba, daging ikan itu sendiri (*katepsin*), dan enzim yang berasal dari organ isi perut ikan (*tripsin*, *khemotripsin*, dan *pepsin*) (Manullang, 1995). Pelepasan protein larut air dari sel akibat tekanan osmosis akan meningkatkan total kandungan N ikan (Lopecharat dan Park, 2002). Total N tersebut merupakan indeks kualitas bagi beberapa produk ikan misalnya produk fermentasi ikan yang disebut "nampla" dan patis, haruslah mempunyai kandungan N >16.3 gN/liter berdasar metode Kjeldahl (Wilaipen, 1990).

**Total Bakteri Asam Laktat**

Total bakteri asam laktat selama enam belas hari fermentasi rusip mengalami peningkatan dan menurun setelahnya (Gambar 6). Pada hari pertama hingga hari keempat pembuatan rusip, total BAL sedikit meningkat dari 5,45 log cfu/g menjadi 5,78 log cfu/g pada hari keempat yang mengindikasikan bahwa pertumbuhan BAL berada pada fase pertumbuhan yang lambat. Pada fase ini BAL melakukan penyesuaian terhadap kondisi lingkungannya. Namun demikian pada hari keempat hingga hari kedelapan terjadi peningkatan pertumbuhan BAL yang tajam yang mencapai 8,8348 log cfu/g, mengindikasikan pertumbuhan BAL berada pada fase pertumbuhan logaritmik.



**Gambar 6.** Total bakteri asam laktat rusip selama fermentasi

Pada hari kedua belas hingga hari keenam belas fermentasi pertumbuhan bakteri asam laktat cenderung tetap dengan jumlah BAL mencapai 9,7620 log cfu/g yang menunjukkan pertumbuhan bakteri asam laktat mengalami fase stasioner. Namun setelah hari keenam belas hingga hari kedua puluh terjadi penurunan BAL menjadi 6,8112 log cfu/g, menunjukkan BAL berada pada fase kematian. Pada fase ini terjadi persaingan untuk mendapatkan nutrisi, dan akumulasi metabolit asam laktat yang berkontribusi pada penekanan jumlah BAL.

## KESIMPULAN

Fermentasi rusip merupakan fermentasi BAL yang mengalami peningkatan pesat pada hari keempat ke hari keenambelas, dengan jumlah tertinggi sebesar log 8,83 cfu/g BAL. Fermentasi BAL didukung oleh data meningkatnya total asam dan menurunnya pH menjadi sekitar 5. Karakteristik rusip selama fermentasi dicirikan oleh meningkatnya total volatile nitrogen (TVN), trimetilamin (TMA), dan menurunnya protein terlarut, lemak, dan gula reduksi. Karakteristik kimia rusip pada hari kedua puluh fermentasi adalah sebagai berikut pH 5,07, total asam laktat 22,20%, lemak 1,5%, total volatile nitrogen (TVN) 82,34 mg N/100 g, trimetilamin (TMA) 14,90 mg N/100 g, gula reduksi 3,68%, protein terlarut 6,36%.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terimakasih kepada TPSDP-Unila Batch 1 tahun 2005 yang mendanai penelitian, dan kepada Rio Aprianto, Ibu Dyah Kusumawardhani dan ibu Susilawaty yang membantu penulis dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Afrianto, E., dan Liviawaty, E. 1989. *Pengawetan dan pengolahan ikan*. Kanisius. Yogyakarta

Battcock, M., dan Ali, S.A. 1998. Fermented fruit and vegetables, a global perspective. *FAO Agriculture. Services Bulletin*. No 134.

Chamidah, A., Yahya., dan Kartikaningsih, H. 2000. Pengembangan makanan fermentasi tradisional Indonesia: bekasam ikan mujair: tinjauan aspek mikrobiologi dan kimia. *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik*. 12(2): 186-193.

Daeschel, N.A. 1989. Antimicrobial substances of lactic acid bacteria for uses as food preservatives. *J. Food Technology* 43:164-167

Dessi. 1999. Sifat kimiawi dan ciri-ciri bakteri pada rusip yang dibuat dengan berbagai sumber karbon. Skripsi Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Jurusan Teknologi Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya. Indralaya.

Gildberg, A., Hermes, J.E., dan Orrejana, F.M. 1984. Acceleration of autolysis during fish sauce fermentation by adding acid and reducing the salt content. *J. Food Science Agriculture*. (35) 1363 – 1369.

Gonzales, L.H. dan Wilbey, R.A. 2001. Determination of free fatty acids produced in filled-milk emulsions as a result of the lipolytic activity of lactic acid bacteria. *Food Chemistry* 72: 301-307.

Hadiwiyoto, S. 2003. *Chemical composition and functional properties of fish sauce*. International Conference of Functional and Health Foods: Market, Technology and Health Benefit. August 26 – 27, 2003. UGM. Yogyakarta.

Hadiwiyoto, S. 1993. *Teknologi pengolahan hasil perikanan*. Jilid 1. Penerbit Liberty. Yogyakarta.

Ijong, F.G. dan Ohta, Y. 1996. Physicochemical and Microbiological Changes Associated with Bakasang Processing a Traditional Indonesian Fermented Sauce. *J. The Science of Food and Agriculture*. 71 (1): 69-74

Jay, M.J. 2000. *Modern food microbiology*. Sixth Edition. An Aspen Publications. Maryland.

Lopetcharat, L. dan Park, J.W. 2002. Characteristics of fish sauce made from pacific whiting and surimi by-products during fermentation stage. *J. Food Science*. 67(2): 511-516

Lougharn, M. dan Diamond, D. 2000. Monitoring of volatile bases in fish sample headspace using an acidochromic dye. *Food Chemistry* 69: 97-103.

Madani, A. 2006. *Karakterisasi rusip dari pulau Bangka*. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Manulang, M., Tjahjo, M. dan Hermanianto, J. 1995. Pengolahan kecap ikan kembung (*Rastrellinger sp*) secara hidrolisis enzimatis dan fermentasi. *Buletin Teknologi dan Industri Pangan*. VI.(2).

Mizutani, T., Kimizuka, A., Ruddle, K. dan Ishige, N. 1992. Chemical components of fermented fish product. *J. Food Com Anal* 5:152-159.

Rahayu, S.E. 2002. Lactic acid bacteria in fermented foods of Indonesia origin. *Agritech* 23(2): 75 –84.

Stamer, J.R. 1979. Lactic acid bacteria. In: Defiguereido, M.P., dan Sliplittsoeslsser, D.F. (ed.). *Food Microbiology: Public Health Spoilage Aspect*. The AVI Publishing Inc. Westport. Connecticut.

- Sharpe. 1979. Identification of the lactic acid bacteria. In: Skinner, F.A. dan Lovelock, D.W. (ed.). *Identification methods for microbiologist*. Academic Press. London, 234-259
- Steinkraus, K.H. 2002. Fermentations in world food processing. *Comprehensive review in food science and food safety*. *J. Food Science* 1: 23-30.
- Smith, J.L. dan Palumbo, S.A. 1981. Microorganism as food additives. *J. Food Prot* 44 (12): 936-955.
- Sneel, E.E. 1952. The nutrition of lactic acid bacteria. *J. Bacteriological Review*. 16 (4): 156 – 160.
- Susilawati. 1999. *Analisa senyawa etil asetat pada rusip ikan bilis (Stolephorus sp)*. Skripsi Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Jurusan Teknologi Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Verplaetse, A., Debosschere, M., dan Demeyer, D. 1989. *Proteolysis during sausage ripening*. The 35<sup>th</sup> Proceeding International Congress. Meat Science Technology. Copenhagen p:815-817.
- Vignol, G.M., de Ruz Holgado, A.P. dan Oliver, G. 1988. Acid production and proteolytic activity of *Lactobacillus* strains isolated from dry sausage. *J. Food Protection* 51(6):481-484.
- Wilaipen. 1990. *Halophilic bacteria producing lipase in fish sauce*. MSc Thesis, Bangkok, Thailand: Chulalongkorn University.
- Winarno, F.G., Fardiaz, S., dan Fardiaz, D. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Gramedia. Jakarta.
- Yin, L.J., Pan, C.L., dan Jiang, S.T. 2002. New technology for producing paste-like fish products using lactic acid bacteria fermentation. *J. Food Science*. 67(8):3114-3118.
- Yin, L.J., Pan, C.L. dan Jiang, S.T. 2002. Effect of lactic acid bacteria fermentation on the characteristics of minced mackerel. *J. Food Science* 67(2):786-792.