



Pengaruh Aras Starter *Lactobacillus sp* Terhadap Performa Mikrobiologi Silase Ikan Dilihat Dari Total Bakteri, Bakteri Asam Laktat Dan Fungi

(The effect of starter *Lactobacillus sp* on microbiological performances of fish silage based on total bacteria and fungi)

Sri Sumarsih, B. Sulistiyanto, H. S. Adi dan C.S. Utama
Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang

ABSTRACT

The aim of the research was to evaluate the effect of addition starter *Lactobacillus sp* on microbiologic performances was been seen from total bacterial, lactic acid bacteria and fungal of fish silage. The research material were fish waste (ikan rucah), rice bran, *Lactobacillus sp*, fisiologic NaCl, NA (*Nutrient Agar*), MRS (*de Man, Rogosa, and Sharpe*) Broth, and SGA (*Saboroud Glucose Agar*). The completely randomized design was been used on this research with 5 treatments and 3 replications. The treatments were C0 (level starter 0%), C1 (level starter 2%), C2 (level starter 4%), C3 (level starter 6%) and C4 (level starter 8%). The parameters were total bacterial, lactic acid bacteria and fungal of fish silage. The results showed that addition of starter *Lactobacillus sp* has no affected to total bacterial and fungal of fish silage. The addition increased ($p < 0,01$) total lactic acid bacteria of fish silage. The conclusion was addition of starter *Lactobacillus sp* was been stored during 2 weeks no affect total bacteria and fungi of fish silage. Addition of 4% level starter *Lactobacillus sp* increased total lactic acid bacteria of fish silage.

Keyword : starter *Lactobacillus sp*, fish silage, total bacteria, total fungi

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah mengkaji pengaruh penambahan aras starter *Lactobacillus sp* terhadap performans mikrobiologis silase ikan dilihat dari total bakteri, bakteri asam laktat dan fungi. Materi penelitian meliputi ikan rucah, bekatul, starter murni *Lactobacillus sp*, NaCl fisiologis, media NA (*Nutrient Agar*), MRS (*de Man, Rogosa, and Sharpe*) Broth, dan SGA (*Saboroud Glucose Agar*). Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah C0 (Aras starter 0%), C1 (Aras starter 2%), C2 (Aras starter 4%), C3 (Aras starter 6%) dan C4 (Aras starter 8%). Parameter penelitian adalah total bakteri, total bakteri asam laktat dan fungi silase ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan aras starter *Lactobacillus sp* tidak berpengaruh signifikan terhadap total bakteri dan total fungi silase ikan. Penambahan starter meningkatkan ($p < 0,05$) total BAL silase ikan. Simpulan dari penelitian adalah penambahan starter *Lactobacillus sp* pada pembuatan silase ikan yang disimpan selama 2 minggu tidak berpengaruh terhadap total bakteri dan fungi silase ikan. Penambahan starter *Lactobacillus sp* sampai aras 4% meningkatkan total BAL silase ikan.

Kata kunci : starter *Lactobacillus sp*, silase ikan, total bakteri, total fungi

PENDAHULUAN

Ikan rucah memiliki potensi untuk diolah menjadi bahan pakan dalam memenuhi kebutuhan protein bagi ternak karena produksi ikan rucah yang tinggi dan mempunyai nilai ekonomis rendah. Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2007 menunjukkan bahwa di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) kota Semarang hasil tangkapan ikan sebanyak 325,8 ton. Produksi ikan rucah sebesar 5% dari total tangkapan atau sekitar 16,28 ton. Hasil tangkapan ikan rucah berpotensi mengakibatkan limbah atau sampah yang berbau busuk bila tidak segera diolah (Murtidjo, 1997). Pembusukan mengakibatkan kandungan protein, lemak ataupun bahan-bahan lainnya akan terurai, juga kemungkinan besar akan dihasilkan toksin (senyawa racun) yang membahayakan (Suriawiria, 2004).

Silase ikan atau tepung silase ikan (TSI) adalah salah satu produk alternatif yang dapat dikembangkan dalam mengolah ikan rucah guna memenuhi kebutuhan tepung ikan di Indonesia. Penggunaan silase ikan sebagai pengganti tepung ikan dianggap sangat menguntungkan, karena harganya relatif murah dan kualitasnya tidak jauh berbeda. Berdasarkan hasil penelitian Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 4 kg silase ikan dapat menggantikan 4 kg tepung ikan (Afrianto dan Liviawaty, 2005). Produk silase ikan adalah cairan kental sebagai hasil pemecahan senyawa kompleks menjadi sederhana oleh enzim pada lingkungan terkontrol. Berdasarkan proses pengontrolan tersebut, maka pembuatan silase ikan dapat dilakukan secara kimia dan biologis (Junianto, 2003).

BAL diharapkan tumbuh dan berkembang secara otomatis pada saat terjadi fermentasi, tetapi untuk menghindari kegagalan fermentasi dianjurkan untuk melakukan penambahan inokulum BAL homofermentatif, agar terjamin berlangsungnya fermentasi asam laktat. Jenis BAL yang biasa digunakan sebagai starter diantaranya *Lactobacillus pentosus*, *L. bulgaris*, maupun *L. plantarum*.

Kandungan karbohidrat mudah dicerna pada ikan yang relatif sedikit akan menyebabkan kurang optimalnya kerja BAL pada pembuatan silase ikan. Karbohidrat merupakan nutrisi bagi BAL agar bisa memperbanyak diri dan menghasilkan asam laktat yang cukup untuk menekan pertumbuhan mikrobia merugikan. Bekatul adalah salah satu bahan yang dapat ditambahkan sebagai sumber karbohidrat dalam proses pembuatan silase ikan.

Penambahan BAL sebagai starter dalam penyimpanan ikan diharapkan mampu menghasilkan asam laktat dalam waktu relatif cepat untuk menekan pertumbuhan mikrobia pembusuk, sehingga dapat mempertahankan kualitas mikrobiologis silase ikan. Tujuan dari penelitian adalah mengkaji pengaruh penambahan aras starter *Lactobacillus sp* terhadap performans mikrobiologis silase ikan dilihat dari total bakteri, total bakteri asam laktat dan fungi, sehingga dapat dihasilkan silase ikan dengan kualitas dan daya simpan tinggi. Manfaat yang dapat diambil adalah dapat memberikan informasi mengenai total bakteri dan fungi silase ikan, level pemberian starter

Lactobacillus sp, mengurangi resiko pencemaran lingkungan oleh limbah penangkapan ikan dengan memanfaatkan ikan rucah serta mendapatkan pakan alternatif sumber protein hewani khususnya untuk ternak unggas. Hipotesis penelitian adalah penggunaan aras starter *Lactobacillus sp* berpengaruh terhadap performans mikrobiologi silase ikan

PROSEDUR PENELITIAN

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan, yaitu C0 (Aras starter 0%), C1 (Aras starter 2%), C2 (Aras starter 4%), C3 (Aras starter 6%), C4 (Aras starter 8 %).

Penelitian dilaksanakan dalam 2 tahap, yakni tahap pembuatan silase ikan dan pengamatan total mikrobial silase ikan

Tahap pembuatan silase ikan

Pembuatan silase ikan dimulai dengan mencuci 2 kg ikan rucah dengan air mengalir. Ikan rucah dipotong-potong dengan ukuran 1-2 cm, kemudian ikan dihaluskan dengan blender hingga berbentuk seperti bubur. Ikan ditimbang sebanyak 100 g dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Bekatul ditimbang dan dimasukkan sebanyak 4 % dari berat segar ikan. Campuran ikan dan bekatul diaduk sampai homogen. *Erlenmeyer* ditutup dengan kertas alumunium foil. Erlenmeyer yang telah tertutup rapat, dimasukkan ke dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121⁰ C sebagai proses sterilisasi. Kultur

murni *Lactobacillus sp* hasil isolasi bakteri dari ikan rucah diencerkan hingga nilai 10⁷ digunakan sebagai starter dan dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* menggunakan *micropipet* dengan aras 0, 2, 4, 6 dan 8% dari berat segar ikan dan diusahakan saat memasukkan inokulum dekat dengan nyala api bunsen, untuk mengurangi kontaminasi bakteri lain masuk ke dalam substrat. Pemeraman dilakukan dengan memasukkan labu *erlenmeyer* ke dalam box yang tertutup rapat. Sebuah lilin yang telah menyala diletakkan di dalam box. Lilin yang telah padam adalah indikator bahwa kandungan oksigen di dalam box sudah habis. Pemeraman dilakukan selama 2 minggu

Tahap pengamatan total mikrobial

Silase ikan yang telah diperam, diambil sampel sebanyak 0,5 g untuk diencerkan dengan 4,5 ml NaCl fisiologis dalam tabung reaksi. Pengenceran dilakukan sampai dengan 10⁻⁸. Sampel dari hasil pengenceran 10⁻⁶, 10⁻⁷, 10⁻⁸ ditanam ke media NA untuk pengamatan total bakteri, Media MRS untuk pengamatan total bakteri asam laktat dan media SGA untuk pengamatan total fungi. Metode penanaman dilakukan dengan metode permukaan (*Surface/Spread Plate*), yaitu sampel sebanyak 0,1 ml dituangkan ke permukaan media agar steril dan padat. Sampel disebar ke seluruh permukaan agar dengan cara goresan menggunakan jarum ose yang telah disterilkan. Cawan petri diamati dan dihitung total bakteri dan total bakteri asam laktat setelah diinkubasi selama 24 jam. Pengamatan total fungi dilakukan

setelah diinkubasi selama 3 hari. Perhitungan total bakteri dan fungi berdasarkan metode *Standart Plate Count* (SPC) (Fardiaz, 1989).

Analisis Data

Data hasil penelitian ditransformasi menggunakan transformasi Log. Data hasil transformasi dianalisis dengan menggunakan analisis ragam. Apabila terdapat pengaruh perlakuan ($p < 0,05$), dilakukan Uji wilayah ganda Duncan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan (Gaspersz, 1994). Analisis kontribusi BAL terhadap total bakteri melalui deskripsi kualitatif. Perhitungan total bakteri dan total fungi menggunakan rumus :

$$\text{Total mikrobial} = \text{jumlah koloni} \times \frac{1}{\text{Faktor pengenceran}} \text{ Cfu/g}$$

Sumber : (Fardiaz, 1989)

Total Bakteri Silase Ikan

Hasil penelitian tentang perhitungan total bakteri pada silase ikan dengan aras starter *Lactobacillus sp* setelah pemeraman selama 2 minggu dapat dilihat pada Tabel 1 Tabel 1. Data Hasil Pengamatan Total Bakteri Silase Ikan

Aras Starter (%)	Ulangan			Rata-rata
	1	2	3	
	-----Cfu/g-----			
0	$7,8 \times 10^7$	$5,0 \times 10^6$	$1,9 \times 10^7$	$3,4 \times 10^7$
2	$9,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^7$	$6,7 \times 10^6$
4	$1,3 \times 10^7$	$6,0 \times 10^6$	$6,0 \times 10^7$	$2,6 \times 10^7$
6	$1,0 \times 10^6$	$6,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^6$	$2,7 \times 10^6$
8	$1,0 \times 10^6$	$4,0 \times 10^6$	$7,0 \times 10^6$	$4,0 \times 10^6$

Hasil perhitungan analisis ragam menunjukkan tidak ada pengaruh nyata ($p > 0,05$) total bakteri akibat perlakuan aras starter *Lactobacillus sp*. Hal ini menunjukkan bahwa dengan aras starter perlakuan pada ikan rucah dengan pemeraman selama 2 minggu, tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap total bakteri dalam silase ikan. Terlihat bahwa antara perlakuan tidak terdapat perbedaan total bakteri. Kondisi total bakteri yang tidak berbeda bukan berarti bakteri silase ikan memiliki kesamaan jenis. Total bakteri merupakan cara perhitungan dan pengamatan jumlah bakteri hidup dalam suatu bahan, sehingga bakteri terhitung adalah semua jenis bakteri yang tumbuh pada silase ikan baik bakteri yang menguntungkan maupun merugikan. Menurut Schlegel (1994), perhitungan jumlah bakteri keseluruhan dengan menghitung jumlah bakteri yang hidup. Perhitungan jumlah bakteri hidup adalah perhitungan berdasarkan jumlah koloni dari sel-sel yang mampu terus hidup. Jenis bakteri yang menguntungkan adalah jenis BAL sedangkan bakteri pembusuk termasuk dalam bakteri yang merugikan.

Penambahan starter pada pembuatan silase ikan memberikan dampak positif, yaitu tumbuhnya koloni BAL selama proses ensilase berlangsung. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pada total bakteri silase ikan terdapat keragaman jenis bakteri. Pengamatan total BAL silase ikan menunjukkan bahwa jumlah BAL cenderung meningkat dengan adanya penambahan starter *Lactobacillus sp*. Tumbuhnya BAL pada silase ikan sesuai

Pengaruh Aras Starter *Lactobacillus sp* Terhadap Performa Mikrobiologi Silase Ikan Dilihat Dari Total Bakteri, Bakteri Asam Laktat Dan Fungi

dengan hasil penelitian Hasan (2003), bahwa pembuatan silase ikan dengan inokulasi kultur murni *Lactobacillus pentosus* mampu menghasilkan BAL dan menghambat pertumbuhan bakteri lainnya selama penyimpanan 180 hari

Tabel 2. Data Hasil Pengamatan Total Bakteri Asam Laktat Silase Ikan

Aras Starter (%)	Ulangan			Rata-rata
	1	2	3	
	----- Cfu/g -----			
0	1,4 x 10 ⁵	1,3 x 10 ⁵	1,5 x 10 ⁵	1,3 x 10 ⁵
2	3,9 x 10 ⁶	3,5 x 10 ⁶	3,7 x 10 ⁶	3,7 x 10 ⁶
4	7,1 x 10 ⁶	7,5 x 10 ⁶	7,3 x 10 ⁶	7,3 x 10 ⁶
6	2,0 x 10 ⁶	2,0 x 10 ⁶	2,0 x 10 ⁶	2,0 x 10 ⁶
8	7,1 x 10 ⁵	7,3 x 10 ⁵	7,4 x 10 ⁵	7,3 x 10 ⁵

Kemampuan BAL tumbuh pada media ikan juga disebabkan adanya penambahan bekatul sebagai sumber karbohidrat. Penambahan bekatul dimaksudkan untuk memberikan suplai nutrisi bagi BAL karena kandungan karbohidrat mudah dicerna pada ikan hanya sedikit. Menurut Lindgren (1992), pembuatan silase ikan membutuhkan tambahan sumber karbohidrat sebagai substrat yang dibutuhkan oleh BAL mengingat jumlah karbohidrat mudah tercerna pada ikan terlalu sedikit. Bekatul merupakan salah satu bahan yang mengandung karbohidrat mudah tercerna cukup tinggi. Bekatul juga lebih murah dan mudah didapatkan dari pada bahan lainnya seperti molasses, gula maupun onggok. Murtini *et al.* (1997) melaporkan bahwa BAL sebenarnya terdapat dalam tubuh ikan tetapi jumlahnya kecil sehingga untuk memfermentasi karbohidrat harus ditambahkan dari luar. Begitu pula sumber karbohidrat untuk fermentasi juga terbatas dalam tubuh ikan sehingga diperlukan tambahan dari luar.

BAL membutuhkan karbohidrat yang cukup untuk memenuhi kebutuhan baik untuk pertumbuhan maupun produksi asam laktat. Penambahan sumber karbohidrat pada pembuatan silase ikan mendukung BAL untuk tumbuh dan menghasilkan asam laktat yang cukup dalam menghambat pertumbuhan mikrobia pembusuk. Penelitian Malaka dan Laga (2005) melaporkan bahwa bakteri asam laktat memfermentasi karbohidrat untuk pertumbuhannya dan akan dikonversi menjadi asam laktat (homofermentatif) atau asam laktat, CO₂, ethanol dan asam asetat (heterofermentatif). Asam yang diproduksi dari karbohidrat dapat terjadi baik dibawah kondisi aerobik maupun anaerobik

Total Fungi Silase Ikan

Hasil penelitian tentang perhitungan total fungi pada silase ikan dengan aras starter *Lactobacillus sp* setelah pemeraman selama 2 minggu dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Data Hasil Pengamatan Total Fungi Silase Ikan

Aras Starter (%)	Ulangan			Rata-rata
	1	2	3	
	----- Cfu/g -----			
0	1,0 x 10 ⁶	4,5 x 10 ⁹	5,0 x 10 ⁶	1,5 x 10 ⁹
2	2,0 x 10 ⁶	2,0 x 10 ⁶	2,0 x 10 ⁶	2,0 x 10 ⁶
4	1,0 x 10 ⁸	2,0 x 10 ⁶	3,1 x 10 ⁷	4,4 x 10 ⁷
6	3,8 x 10 ⁸	1,0 x 10 ⁷	2,0 x 10 ⁸	1,9 x 10 ⁸
8	1,0 x 10 ⁸	1,0 x 10 ⁸	1,0 x 10 ⁸	1,0 x 10 ⁸

Hasil penghitungan analisis ragam menunjukkan tidak ada pengaruh nyata (p>0,05) total fungi akibat perlakuan aras starter *Lactobacillus sp*. Penambahan starter *Lactobacillus sp* pada pembuatan silase ikan tidak memberikan pengaruh

signifikan terhadap total fungi. Hal ini kemungkinan disebabkan kurang optimalnya kerja BAL dalam menghambat pertumbuhan fungi. Kemampuan fungi untuk hidup pada kondisi asam kemungkinan mempengaruhi hasil perhitungan, karena fungi memiliki kisaran pH yang cukup luas. Nurwantoro dan Djariyah (1997) berpendapat khamir menyukai pH 4,0-5,0 dan dapat tumbuh pada kisaran 2,5-8,5. Sedangkan pertumbuhan kapang memerlukan pH optimum antara 5,0-7,0 dengan kisaran pH antara 3,0-8,5. Ketahanan fungi pada kondisi asam telah dilaporkan pada penelitian Amin dan Leksono (2001) bahwa perlakuan lama perendaman ikan jambal asap pada larutan *ensiling* tidak berpengaruh nyata terhadap total jamur meskipun berpengaruh nyata terhadap total bakteri.

Terbatasnya jumlah karbohidrat mudah tercerna yang tersedia pada substrat menyebabkan adanya kemungkinan kompetisi BAL dalam memperoleh nutrisi. Akibat kurangnya nutrisi mempengaruhi produksi asam laktat selama proses fermentasi, meskipun pada hasil pengamatan total bakteri silase didominasi oleh BAL. Menurut Supardi dan Sukanto (1999), mikrobia hidup seperti halnya organisme lain yang membutuhkan nutrisi seperti karbohidrat, protein, lemak dan vitamin. Penggunaan nutrisi tergantung jenis mikrobia sesuai dengan kebutuhan. Buckle *et al.* (1987), menambahkan bahwa pertumbuhan populasi mikrobia dibatasi oleh habisnya nutrisi yang tersedia pada media, akibatnya kecepatan pertumbuhan menurun.

Nilai pH yang masih mendekati netral juga menunjukkan kurang optimalnya kerja BAL dalam menghasilkan asam, sehingga belum mampu menurunkan pH silase ikan. Hal ini dimungkinkan karena ikan merupakan substrat yang memiliki kandungan protein tinggi. Substrat dengan kandungan protein tinggi memiliki kemampuan untuk menjaga pH tetap mendekati netral atau disebut dengan *buffering capacity*. Penambahan karbohidrat sebagai nutrisi bagi BAL perlu dilakukan agar mampu menghasilkan cukup asam laktat, sehingga mampu menurunkan pH silase agar dapat menekan pertumbuhan mikrobia lain.

Kontribusi BAL terhadap Total Bakteri Silase Ikan

Berdasarkan hasil perhitungan deskripsi kualitatif antara total BAL dengan total bakteri, menunjukkan bahwa penambahan starter *Lactobacillus sp* mampu meningkatkan populasi BAL silase ikan. Perlakuan aras 0% terdapat koloni BAL sebanyak $1,3 \times 10^5$ Cf/g. Perlakuan 2, 4, 6 dan 8% masing-masing $3,7 \times 10^6$; $7,3 \times 10^6$; $2,0 \times 10^6$; dan $7,3 \times 10^5$ Cf/g. Tumbuhnya BAL akan menyebabkan penurunan jumlah bakteri tidak tahan asam pada silase ikan. Terlihat bahwa selisih total bakteri dengan total BAL perlakuan aras starter 0% sebanyak $3,4 \times 10^7$ Cf/g, sedangkan aras 2, 4, 6 dan 8% masing-masing sebanyak $3,0 \times 10^6$; $1,9 \times 10^7$; $6,7 \times 10^5$; dan $3,3 \times 10^6$ Cf/g. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa adanya kontribusi BAL dalam mempengaruhi total bakteri silase ikan. Kondisi tersebut sejalan dengan penelitian Katikou *et al.* (2007) bahwa filet ikan

Pengaruh Aras Starter *Lactobacillus sp* Terhadap Performa Mikrobiologi Silase Ikan Dilihat Dari Total Bakteri, Bakteri Asam Laktat Dan Fungi

yang diinokulasi dengan kultur *Lactobacillus sakei* dapat menghambat pertumbuhan mikrobia pembusuk (Enterobacteriaceae, *Pseudomonas* spp). Kemampuan BAL untuk tumbuh dan menghambat bakteri tidak tahan asam pada media ikan telah dilaporkan pula oleh Ndaw *et al.* (2008) bahwa jumlah BAL pada filet sarden yang diinokulasikan dengan *Lactobacillus delbrueckii* mencapai 3×10^9 Cfu/g setelah 4 hari fermentasi serta mampu menghambat kontaminasi coliform dan *Salmonella* setelah 2 minggu penyimpanan

Tabel 4. Selisih total BAL terhadap total bakteri silase ikan

Aras Starter (%)	Total bakteri	Total BAL	Selisih
	----- Cfu/g-----		
0	$3,4 \times 10^7$	$1,3 \times 10^5$	$3,4 \times 10^7$
2	$6,7 \times 10^6$	$3,7 \times 10^6$	$3,0 \times 10^6$
4	$2,6 \times 10^7$	$7,3 \times 10^6$	$1,9 \times 10^7$
6	$2,7 \times 10^6$	$2,0 \times 10^6$	$6,7 \times 10^5$
8	$4,0 \times 10^6$	$7,3 \times 10^5$	$3,3 \times 10^6$

Penurunan jumlah bakteri pembusuk pada silase ikan kemungkinan disebabkan oleh produksi asam laktat oleh BAL. Pendapat Lindgren (1992) bahwa asam yang dihasilkan BAL dapat menghambat pertumbuhan dan aktivitas metabolisme mikrobia lain. Penelitian Amin dan Leksono (2001) menunjukkan bahwa semakin lama perendaman pada larutan *ensiling*, semakin menurun total bakteri pada ikan. Hal ini disebabkan semakin tingginya penetrasi asam pada ikan, sehingga semakin menurunkan pH pada ikan. Rendahnya nilai pH menyebabkan jumlah mikrobia-mikrobia juga berkurang, terutama bakteri tidak tahan asam. Ada beberapa jenis mikrobia pembusuk yang tidak tahan asam. Menurut Jay *et al.* (2005) bakteri seperti *Salmonella sp*, *E. Coli*,

Clostridium sp adalah jenis bakteri pembusuk yang tidak tahan terhadap asam karena memiliki kisaran pH normal antara 4-9

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa pembuatan silase ikan dengan penambahan starter *Lactobacillus sp* selama 2 minggu pemeraman tidak berpengaruh terhadap total bakteri dan fungi silase ikan. Penambahan starter *Lactobacillus sp* sampai aras 4% meningkatkan total BAL silase ikan

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, E. dan E. Liviawaty. 2005. Pengawetan dan Pengolahan Ikan. Kanisius, Yogyakarta.
- Amin W. dan T. Leksono. 2001. Analisis Pertumbuhan Mikroba Ikan Jambal Siam (*Pangasius sutchi*) Asap yang Telah Diawetkan Secara Ensiling. J. Natur Indonesia 4 (1): 1-9
- Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H. Fleet dan M. Wooton. 1987. Ilmu Pangan. Universitas Indonesia. Jakarta (Diterjemahkan oleh H. purnomo dan Adiono).
- Fardiaz, S. 1989. Penuntun Praktikum Mikrobiologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Gaspersz, V. 1994. Metode Perancangan Percobaan. CV. Armico, Bandung.
- Hasan, B. 2003. Fermentation of Fish Silage using *Lactobacillus pentosus*. J. Natur Indonesia. 6 (1): 11-15
- Jay, J. M., M. J. Loessner, and D. A. Golden. 2005. Modern Food Microbiology 7th ed. Spinger Science and Business Media Inc., New York
- Junianto. 2003. Teknik Penanganan Ikan. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Katikou, P., I. Ambrosiadis, D. Georgantelis, P. Koidis, and S. A. Georgakis. 2007. Effect of

Lactobacillus Cultures on Microbiological, Chemical and Odour Changes During Storage of Rainbow Trout Fillets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **87** (3) : 477-484

Lindgren, S. 1992. Storage of waste products for animal feed. In : Brian J. B. Wood (Ed). *The Lactic Acid Bacteria I. The Lactic Acid Bacteria in Health and Disease*. Departement of Bioscience and Biotechnology. University of Strathclyde. Glasgow. UK. pp : 387-407.

Malaka, R. dan A. Laga. 2005. Isolasi dan Identifikasi *Lactobacillus Bulgaricus* Strain Ropy dari Yoghurt Komersial. *J. Sains dan Teknologi*. **5** (1) : 50-58

Murtidjo, A. B. 1997. *Budi Daya Kakap Dalam Tambak dan Karamba*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta

Murtini, J. T., E. Yuliana, Nurjanah dan S. Nasran. 1997. Pengaruh Penambahan Starter Bakteri Asam Laktat pada Pembuatan Bekasam Ikan Sepat (*Trichogaster trichopterus*) Terhadap Mutu dan Daya Awetnya. (http://www.perpustakaanbrkp.dkp.go.id/bptp/getfile6.php?src=Puslitbangkan%5C9732%5C9732_9.pdf&format=application/pdf). Tanggal akses : 19 Juni 2009.

Ndaw, A., A. Zinedine, M. Faid, and A. Bouseta. 2008. *Effect of Controlled Lactic Acid Bacterial Fermentation on The Microbiological and Chemical Qualities of Moroccan Sardines (Sardina pilchardus)*. *J. Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*. **55** (3): 295-310

Nurwantoro dan A. S. Djariah. 1997. *Mikrobiologi Pangan Hewani-Nabati*. Kanisius, Yogyakarta.

Schlegel, H.G. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Cambridge University Press, Cambridge. (Diterjemahkan oleh M. Kogut).

Sumarsih, S. 2009. *Potensi Mikrobiologis Ikan Rucah*. Fakultas Peternakan. Univeritas Diponegoro, Semarang. (Laporan penelitian)

Supardi, I. dan Sukamto. 1999. *Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan*. Penerbit Alumni, Bandung.

Suriawiria, U. 2004. *Silase Untuk Pakan Ternak*. (<http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/0904/30/cakrawala/lainnya3.htm>). Tanggal akses : 23 Oktober 2007.