

PENGARUH PENAMBAHAN *Pediococcus acidilactici* F-11 SEBAGAI KULTUR STARTER TERHADAP KUALITAS RUSIP TERI (*Stolephorus* sp.)

Arifah Kusmarwati¹⁾, Endang Sri Heruwati²⁾, Tyas Utami³⁾, dan Endang Sutriswati Rahayu⁴⁾

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan *Pediococcus acidilactici* F-11 sebagai kultur starter terhadap kualitas rusip melalui proses fermentasi. Rusip teri dibuat melalui fermentasi tanpa dan dengan penambahan starter dengan variasi penggaraman 10, 15, dan 20% dan masing-masing ditambah gula merah 10% dari berat ikan pada suhu kamar ($30 \pm 2^\circ\text{C}$) selama 12 hari. Parameter yang diamati meliputi parameter mikrobiologi (ALT, total bakteri asam laktat (BAL), dan total *coliform*), kimiawi (pH, total asam, TVB, kadar air, dan kadar garam), dan sensori. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *Pediococcus acidilactici* F-11 dapat meningkatkan total BAL dan menurunkan total *coliform* produk rusip yang dihasilkan. Selain itu dapat mempersingkat waktu fermentasi dari 12 hari menjadi 9 hari dan menghasilkan produk rusip dengan sifat sensori yang lebih disukai terutama pada perlakuan penggaraman 15%. Produk rusip yang dihasilkan memiliki total BAL lebih tinggi yaitu sebesar 7,47 log, total *coliform* lebih rendah yaitu 3,34 log daripada rusip tanpa starter serta memiliki rasa dan tekstur yang lebih disukai.

ABSTRACT: *Effect of the addition of **Pediococcus acidilactici** F-11 as a starter culture on the quality of rusip. By: Arifah Kusmarwati, Endang Sri Heruwati, Tyas Utami and Endang Sutriswati Rahayu*

*Research was conducted to evaluate the effect of addition of **Pediococcus acidilactici** F-11 as starter culture on the quality of rusip through fermentation process. Rusip was processed by fermentation either with or without **Pediococcus acidilactici** F-11 with the addition of 10, 15 and 20% (w/w) salt and 10% (w/w) brown sugar which was done at room temperature for 12 days. Observations were conducted including microbiological analysis (total plate count, total lactic acid bacteria (LAB) and total coliform), chemical analysis (pH, total acid, TVB, moisture content, salt content), and sensory. The result showed that **Pediococcus acidilactici** F-11 addition could increase total LAB count and decrease total coliform of rusip. Beside that it shortened fermentation time from 12 days to 9 days and produced more acceptable rusip, especially on the 15% salt treatment. The rusip had higher total LAB count, i. e. 7.47 log and lower total coliform, i. e. 3.34 log than that of without starter and also had the more acceptable taste and texture.*

KEYWORDS: *rusip, fermentation, **Pediococcus acidilactici** F-11*

PENDAHULUAN

Produk fermentasi ikan seperti bekasam, peda, wadi, kecap ikan, dan terasi ikan/udang telah banyak dikenal di Indonesia. Rusip merupakan salah satu produk fermentasi ikan yang khas dari Propinsi Kepulauan Bangka Belitung. Di tempat asalnya rusip dibuat dari ikan teri/bilis segar yang diolah ketika ikan melimpah. Dalam kondisi tersebut, nelayan setempat melakukan upaya pengawetan berupa penggaraman yang dilanjutkan dengan pemeraman ikan pada suhu ruang. Pemeraman dilakukan selama 7 hari hingga 2 minggu secara anaerob. Pemberian garam di awal proses fermentasi bervariasi antara 10–25%,

selanjutnya ditambahkan gula aren sekitar 10% dengan atau tanpa penambahan beras (Yuliana, 2007).

Pengolahan produk rusip secara tradisional memiliki beberapa kelemahan terutama dalam hal mutu produk yang relatif rendah. Madani *et al.*, 2007 melaporkan bahwa produk rusip mengandung TVB mencapai 2348 mgN/100 g. Batas maksimum TVB untuk ikan olahan dengan penggaraman sebesar 200 mgN/100 g (Connel, 1980). Rendahnya kualitas olahan ikan termasuk rusip dapat terjadi karena pada umumnya proses fermentasi ikan secara tradisional berlangsung secara spontan sehingga bakteri pembusuk tumbuh lebih cepat mendahului pertumbuhan bakteri asam laktat yang diketahui

¹⁾ Peneliti pada Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Balitbang KP, KKP; Jl. KS. Tubun Petamburan VI, Slipi, Jakarta Pusat; E-mail: iin_amri@yahoo.com

²⁾ Dosen pada Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada; JL. Susio Yustisia, Bulaksumur, Yogyakarta

mampu menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk (Ustadi *et al.*, 2002). Selain itu produk dipasarkan dalam kondisi terendam larutan garam yang memungkinkan proses fermentasi terus berjalan. Kondisi ini memungkinkan produk mudah mengalami kemunduran mutu. Produk rusip di pasaran juga mengandung garam dengan kadar yang rendah sehingga lebih mudah busuk, atau sebaliknya mengandung garam dengan kadar yang tinggi, sehingga beresiko untuk terjadinya gejala tekanan darah tinggi bagi yang mengkonsumsinya.

Peranan bakteri asam laktat pada produk fermentasi ikan telah banyak dilaporkan antara lain oleh Morzel *et al.* (1997); Rahayu (1997); Tanasupawat & Komagata (1999); Muller *et al.* (2002); Ustadi *et al.* (2004); Rinto (2006); Nurulita *et al.* (2007); Riebroy *et al.* (2008). Bakteri asam laktat dari rusip telah berhasil diisolasi dan diidentifikasi sebagai *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, dan *Enterococcus*. BAL asal rusip tersebut mampu menghasilkan bakteriosin (Dessi, 1999 dalam Yuliana 2007 dan Sakti, 2009). Bakteriosin ini merupakan peptida atau senyawa protein yang memiliki aktivitas antimikrobia (Kusmiati & Malik, 2002; Galvez *et al.*, 2007).

Pediococcus acidilactici F-11 merupakan salah satu BAL yang telah digunakan pada fermentasi ikan peda dan *ina sua* (ikan asin) gurami (Nendissa, 2001; Rinto, 2006). Bakteri ini dilaporkan mampu menghasilkan bakteriosin yang mampu menghambat berbagai jenis bakteri pembusuk dan patogen serta mampu meningkatkan kualitas produk. Penggunaan starter tersebut diharapkan dapat menghasilkan produk yang lebih konsisten dalam hal mutu dan karakteristik produk (Nendissa, 2001; Rinto, 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh penambahan *Pediococcus acidilactici* F11 sebagai kultur starter pada proses fermentasi rusip dalam memperbaiki kualitas mikrobiologis, kimiawi, dan sifat sensori produk.

BAHAN DAN METODE

Bahan-bahan untuk pembuatan rusip di laboratorium terdiri dari ikan teri (*Stolephorus* sp.), bakteri asam laktat *Pediococcus acidilactici* F-11, sukrosa (gula aren), dan garam. Ikan teri segar diperoleh dari pengumpul di Pusat Pelelangan Ikan Labuhan Banten, bakteri asam laktat *Pediococcus acidilactici* F-11 diperoleh dari *Food and Nutrition Culture Collection* Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Sedangkan sukrosa (gula aren) dan garam dibeli dari pasar Beringharjo Yogyakarta.

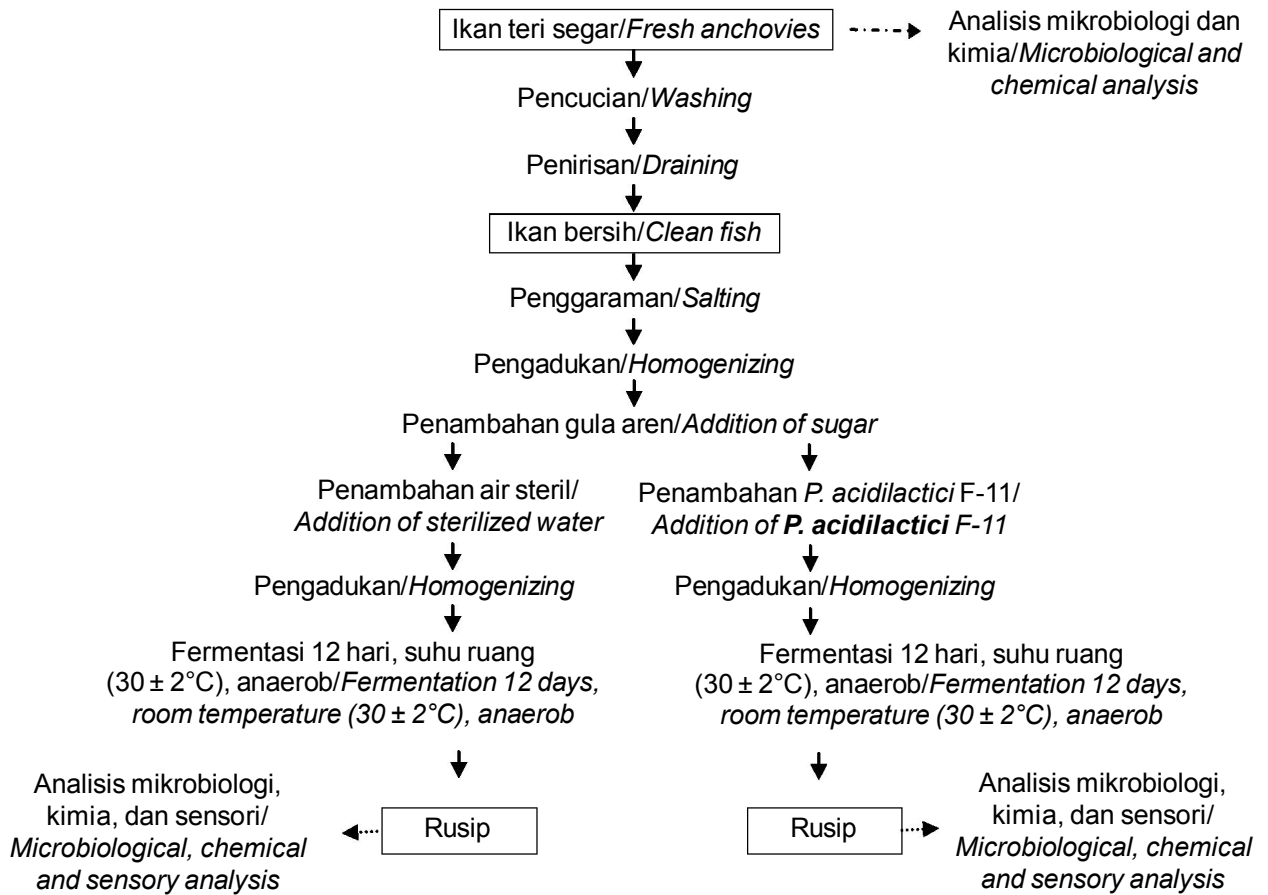
Media yang digunakan yaitu TGE broth (*Tryptone Glucose Yeast Extract*), MRS (*DeMan, Rogosa and Sharpe*), PCA (*Plate Count Agar*) dan VRBA (*Violet Red Bile Salt Agar*). Media TGE broth digunakan untuk menumbuhkan starter, media MRS (Oxoid) agar yang ditambah CaCO_3 1% dan natrium azida 0,2% digunakan sebagai media enumerasi/perhitungan jumlah bakteri asam laktat, media PCA (Oxoid) digunakan untuk enumerasi total bakteri.

Penanganan awal teri segar yang diperoleh dari Labuhan Banten adalah teri segar langsung dimasukkan ke dalam *coolbox* yang telah diisi es curah lalu dibawa ke laboratorium Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan (BBRP2BKP), Jakarta. Terhadap ikan teri segar kemudian dilakukan analisis kesegaran, yaitu analisis kimia (TVB) dan mikrobiologi (Angka Lempeng Total/ALT).

Pembuatan rusip dilakukan melalui proses fermentasi tanpa starter dan dengan starter pada suhu kamar ($30 \pm 2^\circ\text{C}$) selama 12 hari. Fermentasi menggunakan starter diawali dengan pembuatan kultur starter *P. acidilactici* F-11. Pembuatan kultur starter *P. acidilactici* F-11 sebanyak 100 mL dilakukan dengan cara berikut : 1 ose kultur cair *P. acidilactici* F-11 dimasukkan ke dalam 5 mL media TGE cair dan diinkubasi pada suhu 35°C selama 24 jam. Selanjutnya sebanyak 1 mL kultur dipindahkan ke dalam 4 mL media TGE cair. Setelah diinkubasi selama 24 jam, 5 mL kultur dipindahkan kembali ke dalam 95 mL media TGE cair dan kembali diinkubasi selama 24 jam. Seratus mililiter kultur BAL yang berisi 10^7 cfu/mL siap digunakan sebagai starter.

Adapun prosedur pembuatan rusip adalah sebagai berikut: ikan teri (*Stolephorus* sp.) dicuci bersih, ditiriskan dan ditimbang lalu dilumuri garam 10, 15, dan 20% dan gula aren 10% dari berat ikan. Selanjutnya ikan ditambah air steril (sebagai kontrol/ tanpa starter) atau kultur starter *P. acidilactici* F-11; setiap 5 mL kultur starter atau 5 mL air steril digunakan untuk menginokulasi 100 gram ikan yang akan difermentasikan. Setelah diaduk secara merata kemudian ikan sebanyak 150 g dimasukkan ke dalam wadah (botol gelas) bersih volume 300 mL, ditutup rapat dengan kain dan diikat. Selanjutnya dilakukan pemeraman pada suhu ruang ($30 \pm 2^\circ\text{C}$) selama 12 hari. Selengkapnya diagram alir fermentasi rusip disajikan pada Gambar 1.

Sampling dilakukan sebanyak 5 kali yaitu pada hari ke-0, 3, 6, 9, dan 12. Terhadap produk rusip dilakukan analisis mikrobiologi, kimia, dan sensori. Analisis mikrobiologi meliputi Angka Lempeng Total (ALT), total bakteri asam laktat, dan total *coliform* (BSN, 2006). Analisis kimia meliputi pH, total asam,



Gambar 1. Diagram alir fermentasi rusip.
Figure 1. Flow chart of rusip fermentation.

TVB, kadar air, dan kadar garam (AOAC, 1999), sedangkan analisis sensori meliputi kenampakan, bau, rasa, dan tekstur menggunakan metode skoring dengan skor 1–5 dengan skor 5 untuk mutu terbaik dan skor 1 untuk mutu terendah. Analisis sensori secara hedonik dengan skor 1–7 (skor 1: sangat tidak suka dan skor 7: sangat suka) untuk penerimaan secara umum.

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan dua kali ulangan. Data diolah dengan

menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA). Apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (LSD) (Steel & Torie, 1989).

HASIL DAN BAHASAN

Bahan Baku Ikan Teri Segar

Hasil pengamatan terhadap tingkat kesegaran bahan baku ikan teri yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat kesegaran bahan baku ikan teri
Table 1. The freshness of the raw material of anchovies

No	Parameter/Parameter	Kandungan/Content	Standar Maksimum/Maximum Standard
1	ALT (cfu/g)	2.11×10^4	5×10^5 a)
2	TVB (mgN/100 g)	23.03	30 b)
3	Kadar air/Moisture content (%)	82.30	-

Keterangan/Note:

a) SNI untuk ikan segar/Standard for fresh fish (BSN, 2009)

b) Standar batas maksimum untuk ikan segar/Maximum standard for fresh fish (Connel, 1980)

Jumlah bakteri pada ikan teri yang digunakan sebesar $2,11 \times 10^4$ cfu/g. Hal ini menunjukkan bahwa kesegaran ikan teri yang digunakan sebagai bahan baku fermentasi rusip masih memenuhi SNI untuk ikan segar yaitu maksimum sebesar 5×10^5 cfu/g atau 1 log cycle di bawah ambang batas kesegaran. Kondisi ini memperlihatkan bahwa penanganan bahan baku di tingkat nelayan maupun pengumpul sudah cukup baik. Demikian pula dengan mutu kimiawi teri segar baik nilai TVB dan kadar air yang mengindikasikan tingkat kesegaran yang cukup baik.

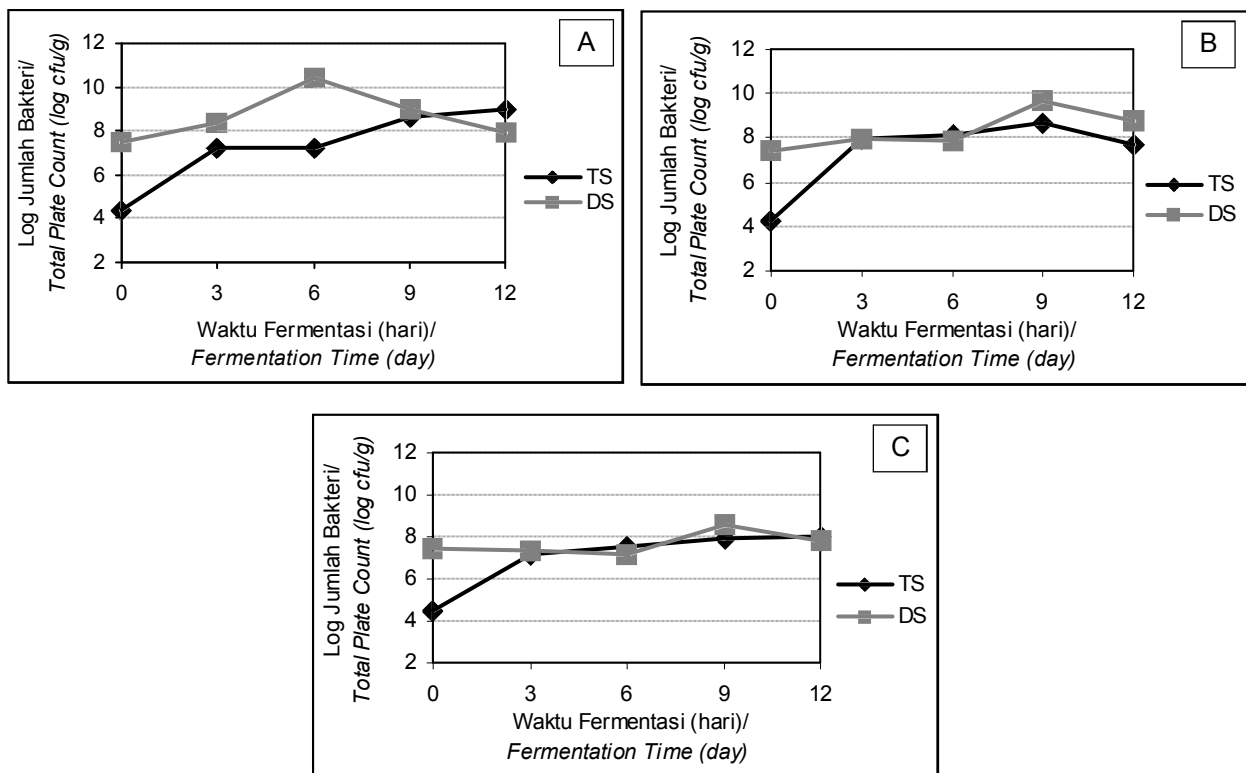
Perubahan Mikrobiologi Ikan selama Fermentasi Rusip

Jumlah bakteri total

Perubahan kandungan bakteri total pada rusip kontrol dan rusip yang diinokulasi dengan starter *P. acidilactici* F-11 dapat dilihat pada Gambar 2. Dari gambar tersebut terlihat bahwa baik pada fermentasi tanpa maupun dengan penambahan starter memperlihatkan pola kenaikan jumlah bakteri total yang serupa selama proses fermentasi rusip pada suhu ruang.

Pada fermentasi tanpa starter dengan waktu pengamatan setiap 3 hari sekali, jumlah bakteri total

meningkat pada 3 hari fermentasi. Jumlah bakteri total mencapai puncaknya pada hari ke-9 dan 12 fermentasi (8,7 dan 8,9 log). Peningkatan tersebut menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri halofilik/halotoleran termasuk bakteri asam laktat selama proses fermentasi bergaram seiring meningkatnya efek penghambatan oleh garam. Gram *et al.* (2002) menyatakan bahwa terjadi perubahan mikroflora seiring menguatnya efek penghambatan oleh garam selama proses fermentasi. Perubahan mikroflora tersebut mengikuti pola tertentu berturut-turut dari awal hingga akhir fermentasi yaitu dari bakteri Gram negatif non fermentatif, bakteri Gram negatif fermentatif, bakteri asam laktat, yeast, dan kapang. Kemudian setelah mencapai jumlah tertinggi, nilai jumlah bakteri total mengalami penurunan. Penurunan nilai jumlah bakteri total ini terkait dengan kondisi produk yang semakin asam seiring lamanya waktu fermentasi. Bakteri asam laktat yang berperan dalam proses fermentasi mengubah glukosa dan sumber karbohidrat lain menjadi asam laktat. Selanjutnya asam yang terbentuk menurunkan pH produk sehingga menjadi faktor pengontrol terhadap bakteri yang tidak diinginkan selama fermentasi (Hutkins, 2006; Cocconcelli, 2007). Terkait dengan hal ini, pH produk rusip menurun sangat tajam dari 6,37 menjadi 4,86



Gambar 2. Log jumlah bakteri total selama fermentasi pada A) kadar garam 10%; B) kadar garam 15%; dan C) kadar garam 20% (TS: Tanpa Starter; DS: Dengan Starter)

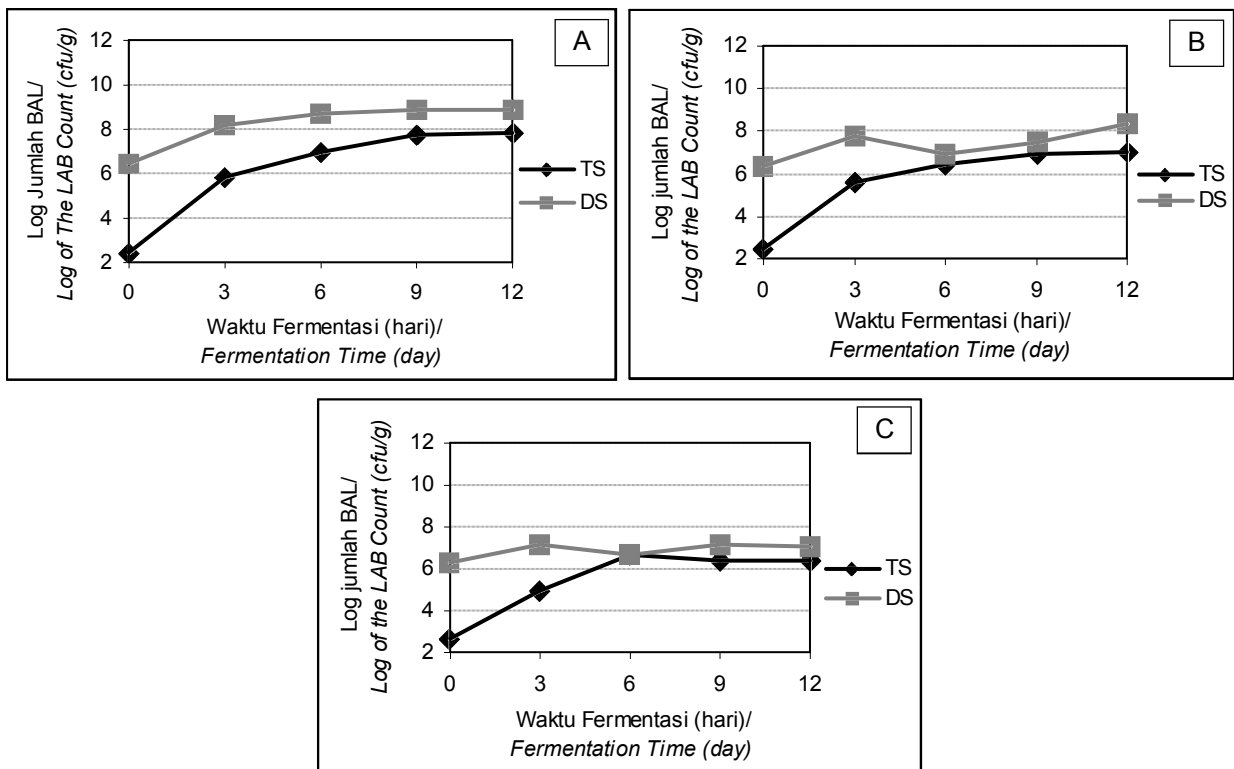
Figure 2. Log of the total plate count during fermentation on A) 10% salt; B) 15% salt and C) 20% salt (TS: without starter; DS: with starter)

(pada penambahan garam 10%). Dengan penambahan garam 15 dan 20%, pH produk turun berturut-turut dari 6,33 menjadi 6,09 dan dari 6,31 menjadi 6,08 selama fermentasi 12 hari (Gambar 5).

Pada fermentasi menggunakan starter, jumlah bakteri total sudah sebesar 3 log cycle lebih tinggi dari jumlah bakteri awal pada ikan, di awal proses pembuatan rusip (hari ke-0). Setelah difermentasikan selama 3 hari terjadi peningkatan jumlah bakteri total yang mencapai puncaknya pada hari ke-6 sebesar 10,4 log (penggaraman 10%) dan pada hari ke-9 sekitar 9,5 log cfu/g (penggaraman 15 dan 20%). Kondisi ini memperlihatkan bahwa penambahan starter mampu mempercepat proses fermentasi dari 12 hari menjadi 6 hari (penggaraman 10%) dan dari 12 hari menjadi 9 hari (penggaraman 15 dan 20%). Dengan demikian fermentasi rusip dengan starter hanya membutuhkan waktu 6–9 hari, sedangkan melalui fermentasi tanpa starter membutuhkan waktu fermentasi lebih lama yaitu 12 hari (Gambar 2).

Selama proses fermentasi tanpa starter, jumlah bakteri total (ALT) meningkat sejak awal fermentasi hingga hari ke-12 pada penggaraman 10 dan 20%, sementara pada penggaraman 15% peningkatan ALT hanya terjadi hingga hari ke-9, kemudian jumlahnya

menurun hingga akhir fermentasi. Pada fermentasi tanpa starter jumlah bakteri total meningkat pada penggaraman 20%, berkaitan dengan kondisi pH lingkungan pertumbuhan bakteri, sebesar 6,02 yang masih sesuai untuk pertumbuhannya (Gambar 5C). Sementara pada waktu yang sama kondisi pH pada penggaraman 15% adalah lebih rendah, sehingga penurunan total bakteri diduga karena pertumbuhan yang terhambat akibat kondisi yang lebih asam. Pada proses fermentasi dengan penambahan starter, jumlah bakteri total meningkat menjadi 8 dan 8,4 log setelah 3 hari masa fermentasi (penggaraman 10 dan 15%), sebaliknya pada penggaraman 20% terjadi penurunan. Penurunan tersebut kemungkinan disebabkan oleh bakteriosin yang telah terbentuk di awal proses fermentasi. Hal ini didukung oleh nilai pH ikan 6,05–6,21 (Gambar 5A dan 5B) sehingga memungkinkan terserapnya pediosin (bakteriosin yang dihasilkan oleh *Pediococcus*) oleh bakteri. Yang & Ray (1992) melaporkan proses terserapnya pediosin oleh bakteri secara maksimal terjadi pada pH 6,0–6,5. Berdasarkan Gambar 2A pada fermentasi dengan starter, bakteri total yang tumbuh pada produk rusip dengan penggaraman 10% lebih cepat menurun populasinya dibandingkan dengan rusip penggaraman 15 dan 20% (Gambar 2B dan 2C). Hal ini berkorelasi dengan pH



Gambar 3. Log jumlah BAL selama fermentasi pada A) kadar garam 10%; B) kadar garam 15%; dan C) kadar garam 20% (TS: Tanpa Starter; DS: Dengan Starter).

Figure 3. Log of the LAB count during fermentation on A) 10% salt; B) 15% salt and C) 20% salt (TS: without starter; DS: with starter).

produk yang juga cenderung turun lebih cepat. Penurunan pH menyebabkan pertumbuhan bakteri menjadi terhambat, dan kebanyakan mikroorganismenya tumbuh pada pH sekitar 5–8 dan hanya jenis tertentu mampu bertahan hidup pada pH rendah (Effendi, 2009).

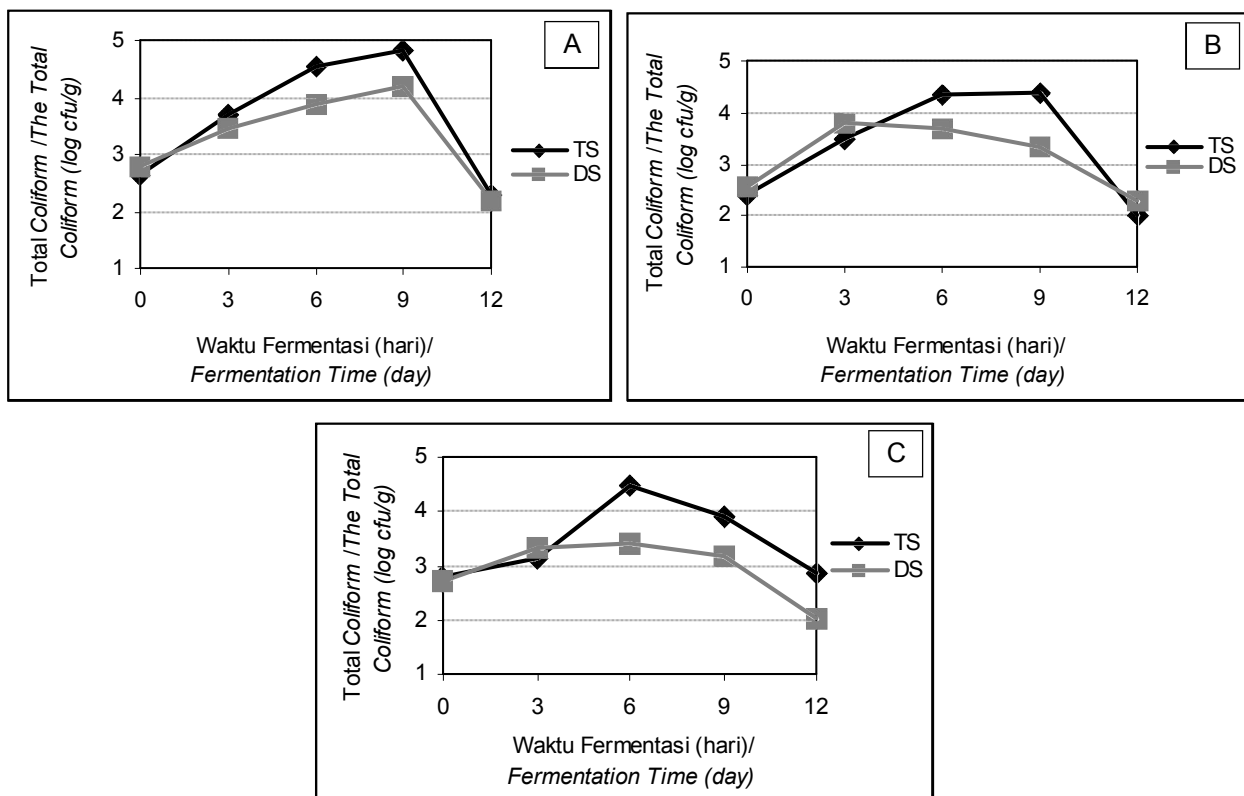
Bakteri Asam Laktat (BAL)

Bakteri asam laktat merupakan bakteri yang berperan penting dalam proses fermentasi. Perubahan kandungan BAL pada rusip dengan dan tanpa starter *P. acidilactici* F-11 dapat dilihat pada Gambar 3. Dari Gambar tersebut dapat diketahui bahwa secara umum terjadi kenaikan jumlah BAL baik pada fermentasi dengan maupun tanpa starter hingga hari ke-12.

Pada fermentasi tanpa starter, jumlah BAL pada awal fermentasi adalah 2 log lebih rendah dari jumlah BAL dengan penambahan starter. Morzel *et al.* (1997) melaporkan bahwa populasi awal BAL rendah yaitu sekitar 5% dari total flora bakteri dalam ikan. Selama fermentasi 12 hari BAL meningkat, kecuali pada perlakuan penggaraman 20% yang menurun setelah hari ke-6. Kandungan BAL pada penggaraman 10% lebih tinggi dibandingkan dengan penggaraman 15 dan 20%. Jumlah BAL dengan penggaraman 10% mencapai 8 log pada hari ke-12, sementara dengan

penggaraman 15 dan 20% berturut-turut mencapai 7 dan 6 log.

Pada fermentasi menggunakan starter jumlah BAL sudah sebesar 4 log *cycle* lebih tinggi dari jumlah bakteri awal pada ikan di awal proses pembuatan rusip (hari ke-0). Setelah difermentasikan selama 3 hari, jumlah BAL meningkat hingga puncaknya pada hari ke-6 sebesar 9 log (penggaraman 10%), serta sebesar 8 dan 7 log masing-masing pada penggaraman 15 dan 20% (hari ke-3 dan ke-9). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan starter mempercepat waktu fermentasi. Selain itu meningkatnya jumlah BAL berkorelasi dengan pH. Jumlah BAL yang meningkat pada penggaraman 10 dan 15% terjadi seiring dengan menurunnya pH, sedangkan jumlah BAL yang cenderung tidak meningkat pada penggaraman 20% (setelah hari ke-3) terjadi seiring dengan pH yang konstan (Gambar 5C). Pertumbuhan BAL yang lebih datar pada penggaraman 20% ini terkait dengan kadar garam. Dengan kadar garam di atas 12% menyebabkan pertumbuhan BAL terhambat. Hal ini sejalan dengan Muller *et al.* (2002) yang menyebutkan bahwa pertumbuhan BAL secara optimal terjadi ketika kadar garam produk tidak lebih dari 6–7% dan pada kadar garam di atas 9% pertumbuhannya menjadi terhambat.



Gambar 4. Log total coliform selama fermentasi pada A) kadar garam 10%; B) kadar garam 15%; dan C) kadar garam 20% (TS: Tanpa Starter; DS: Dengan Starter)

Figure 4. Log of the total coliform during fermentation on A) 10% salt; B) 15% salt and C) 20% salt (TS: without starter; DS: with starter)

Semakin tinggi kadar garam yang terserap daging ikan, kandungan BAL semakin rendah. Hal ini disebabkan karena kemampuan BAL terhadap garam berbeda-beda. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pertumbuhan BAL tergantung pada konsentrasi garam.

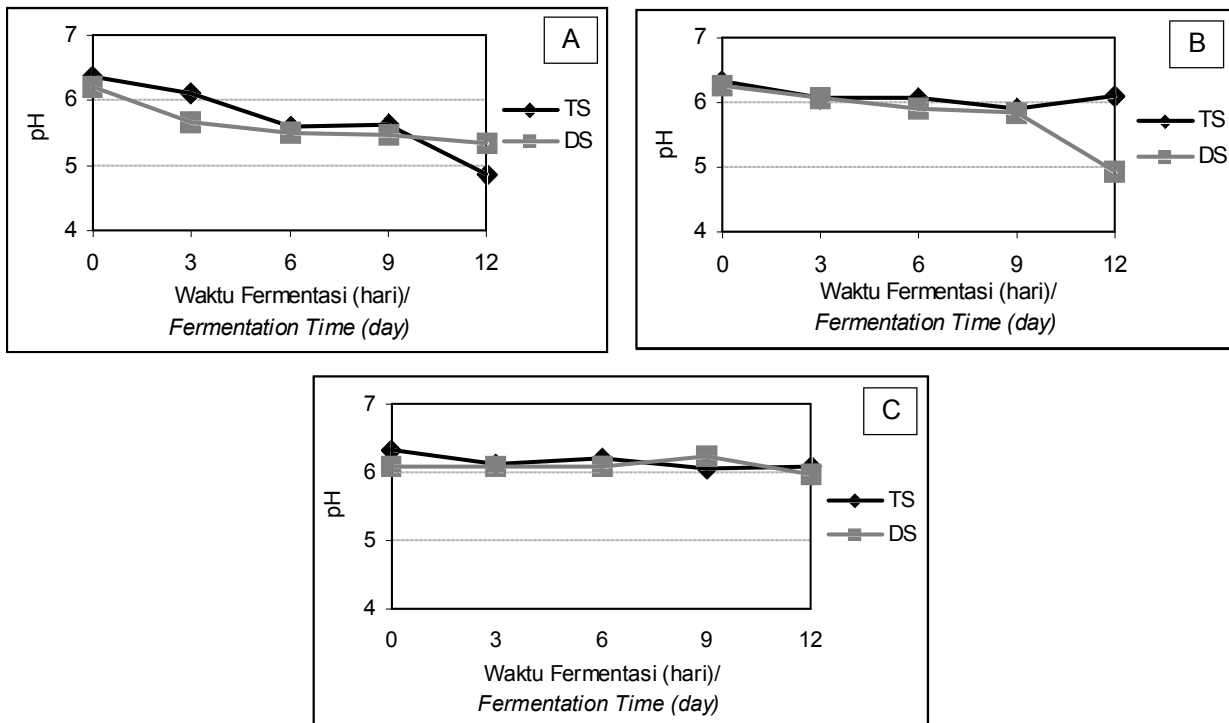
Total coliform

Coliform merupakan bakteri indikator sanitasi dan hygiene produk makanan. Adanya bakteri Coliform dalam produk pangan mengindikasikan bahwa produk tersebut telah terkontaminasi. Jumlah bakteri *coliform* pada rusip selama proses fermentasi dapat dilihat pada Gambar 4.

Mengacu pada Gambar 4 terlihat bahwa pada fermentasi tanpa starter terjadi peningkatan total *coliform* hingga hari ke-9 kecuali pada penggaraman 20%, kemudian jumlahnya menurun. Sedangkan pada fermentasi dengan starter total bakteri coliform meningkat hingga hari ke-3, kecuali pada penggaraman 10% yang meningkat hingga hari ke-9.

Total *coliform* pada fermentasi tanpa starter rata-rata lebih tinggi daripada fermentasi dengan menggunakan starter. Peningkatan total Coliform dimungkinkan karena kondisi pH media pada penggaraman 20% masih sesuai untuk *coliform*. Hasil

analisis pH pada penggaraman 20% selama 12 hari fermentasi sekitar 6,05–6,21. Sementara *E. coli* tumbuh optimum pada pH 6,0–7,0 (Atlas, 2001 dalam Rinto, 2006). Total *coliform* pada penggaraman 10% mencapai 5 log cycle sedangkan pada penggaraman 15 dan 20% jumlah bakteri ini lebih rendah mencapai 4 log cycle (Gambar 4). Semakin tinggi garam yang ditambahkan mengakibatkan jumlah bakteri *coliform* semakin rendah. Penambahan starter menyebabkan penurunan total *coliform* dalam produk sebagaimana terlihat pada Gambar 4. Pada fermentasi 9 hari, total *coliform* pada perlakuan penambahan starter berkisar antara 3–4,1 log, sedangkan tanpa starter berkisar antara 4–4,8 log. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum penambahan starter terbukti mampu menekan bakteri *coliform*. Setelah 9 hari fermentasi penggunaan starter untuk menekan bakteri *coliform* lebih nyata pada penggaraman 10% dibandingkan penggaraman 15 dan 20%. Secara umum, penurunan total *coliform* pada produk rusip ini dimungkinkan karena tingginya kadar garam. Semakin tinggi kadar garam maka total *coliform* semakin rendah sebagaimana dilaporkan oleh Rinto (2006) bahwa penggunaan starter *Pediococcus acidilactici* F-11 pada awal fermentasi pada menyebabkan pengurangan kandungan bakteri *coliform* sebesar 2 log cycle pada penggaraman 20%. Garam dapat menyeleksi mikroba kontaminan,



Gambar 5. pH rusip selama fermentasi pada A) kadar garam 10%; B) kadar garam 15%; dan C) kadar garam 20% (TS: Tanpa Starter; DS: Dengan Starter).

Figure 5. pH of rusip during fermentation on A) 10% salt; B) 15% salt and C) 20% salt (TS: without starter; DS: with starter).

mengurangi nilai aktivitas air (a_w) substrat, hilangnya air menyebabkan kejutan osmotik dan plasmolisis sehingga sel tidak mampu tumbuh (Ray, 1996). Kedua, bakteriosin (pediosin) yang dihasilkan *P. acidilactici* F-11 dapat menghambat mikroorganisme yang tidak diinginkan termasuk *coliform* (Ray, 1996; Vennema, 1999 dalam Rinto, 2006).

Perubahan Kimiawi Produk Rusip selama Fermentasi

pH

Selama proses fermentasi dengan maupun tanpa starter terjadi penurunan pH produk sejak awal hingga akhir fermentasi. Penurunan pH terjadi seiring dengan kenaikan jumlah bakteri asam laktat dan asam yang diproduksi. Dari Gambar 5 terlihat bahwa pada awal fermentasi pH ikan sekitar 6, kemudian pada fermentasi tanpa starter selama 12 hari dengan penggaraman 10% terjadi penurunan pH yang sangat tajam dari 6,37 menjadi 4,86. Sedangkan pada penggaraman 15 dan 20%, pH turun sedikit dari 6,33 menjadi 6,09 (15%) dan dari 6,31 menjadi 6,08 (20%).

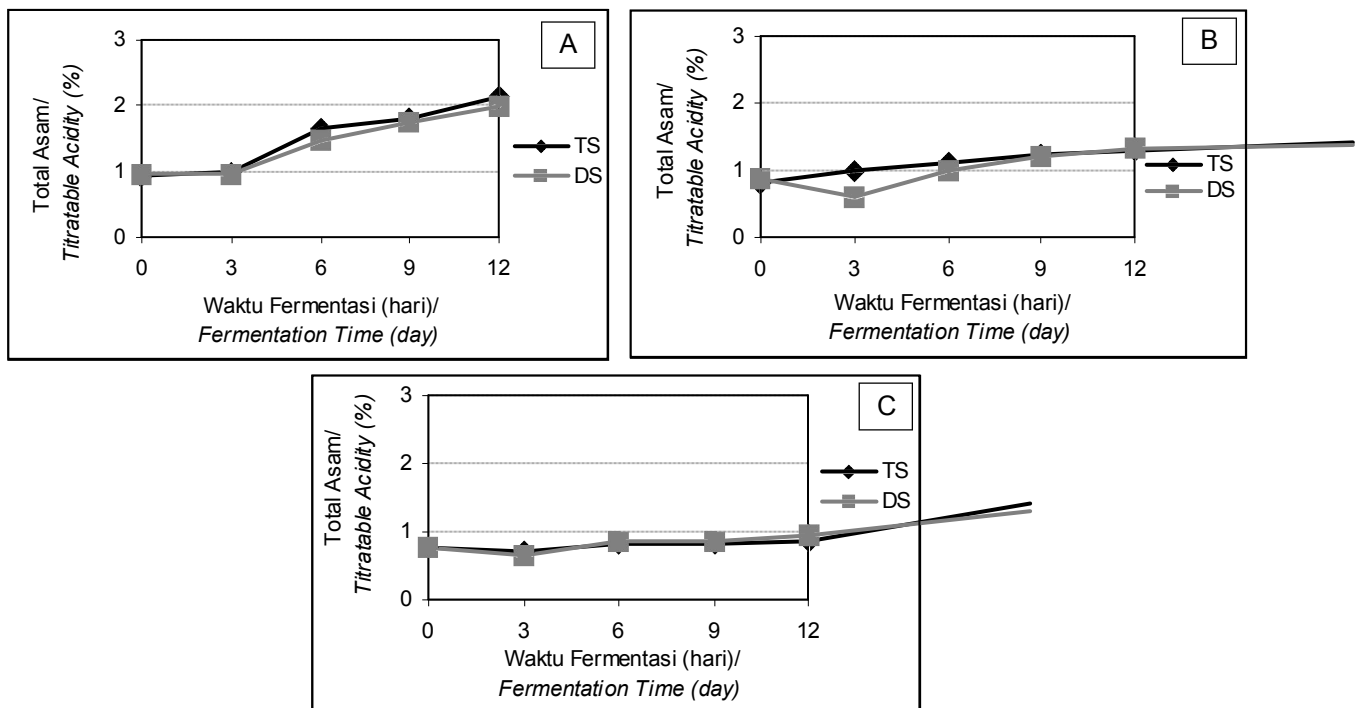
Berbeda dengan fermentasi tanpa starter, fermentasi dengan penambahan starter menyebabkan penurunan pH yang sangat tajam pada penggaraman 10% dari 6,21 menjadi 5,34. Pada penggaraman 15%, pH turun secara tajam dari 6,27 menjadi 4,95.

Sedangkan pada penggaraman tinggi 20%, pH turun sedikit dari 6,09 menjadi 5,98. Kondisi ini memperlihatkan bahwa penambahan starter dapat mempercepat terjadinya penurunan pH. Namun penambahan starter pada penggaraman tinggi tidak efektif dalam mempercepat penurunan pH yang disebabkan bakteri asam laktat dalam produk tidak mampu tumbuh dan bekerja secara optimal. Kemudian selama fermentasi berlanjut penurunan pH masih terus berlangsung dan penurunan tersebut seiring dengan meningkatnya keasaman produk. Penurunan pH juga berkorelasi dengan penurunan jumlah bakteri aerob. Menurunnya jumlah bakteri aerob mengakibatkan menurunnya pelepasan ammonia yang diikuti dengan penggunaan asam amino oleh mikroorganisme perangsang fermentasi (Anihouvi *et al.*, 2007).

Hasil analisis sidik ragam terhadap pH menunjukkan bahwa penambahan starter pada perlakuan penggaraman 10% (hari ke-3 dan 9) dan 15% (hari ke-12) berpengaruh nyata terhadap penurunan pH ($p < 0,05$). Hal ini terlihat jelas dari penurunan pH secara tajam pada perlakuan penggaraman 10 dan 15% (Gambar 5A dan 5B).

Total asam

Pada fermentasi tanpa starter, total asam meningkat sejak awal hingga akhir fermentasi



Gambar 6. Total asam rusip selama fermentasi pada A) kadar garam 10%; B) kadar garam 15%; dan C) kadar garam 20% (TS: Tanpa Starter; DS: Dengan Starter).

Figure 6. Titratable acidity of rusip during fermentation on A) 10% salt; B) 15% salt and C) 20% salt (TS: without starter; DS: with starter).

(Gambar 6). Begitu pula dengan rusip yang difermentasi dengan penambahan starter. Dalam hal ini, total asam pada fermentasi tanpa starter maupun dengan starter tidak jauh berbeda baik jumlah maupun polanya. Pada awal fermentasi tanpa starter, total asam berkisar antara 0,8–0,9%, selanjutnya selama fermentasi 12 hari mengalami peningkatan. Total asam produk pada ketiga perlakuan penggaraman mencapai kadar tertinggi pada hari ke-12. Pada penggaraman 10%, total asam mencapai kadar tertinggi sebesar 2,1% diikuti oleh penggaraman 15 dan 20% masing-masing sebesar 1,3 dan 0,9%.

Pada fermentasi menggunakan starter, total asam tertinggi dicapai pada hari ke-12 pada ketiga perlakuan penggaraman. Pada penggaraman 10% terbentuk asam paling besar mencapai 2,0%, diikuti oleh penggaraman 15 dan 20% masing-masing sebesar 1,7 dan 1,6%. Tinggi rendahnya produksi asam ini berkorelasi dengan jumlah bakteri asam laktat. Pada Gambar 3, jumlah BAL paling tinggi, sebesar 9 log, di capai dengan penggaraman 10%, paling rendah sebesar 7 log dengan penggaraman 20%, dan sebesar 8 log dengan penggaraman 15% (hari ke-12)

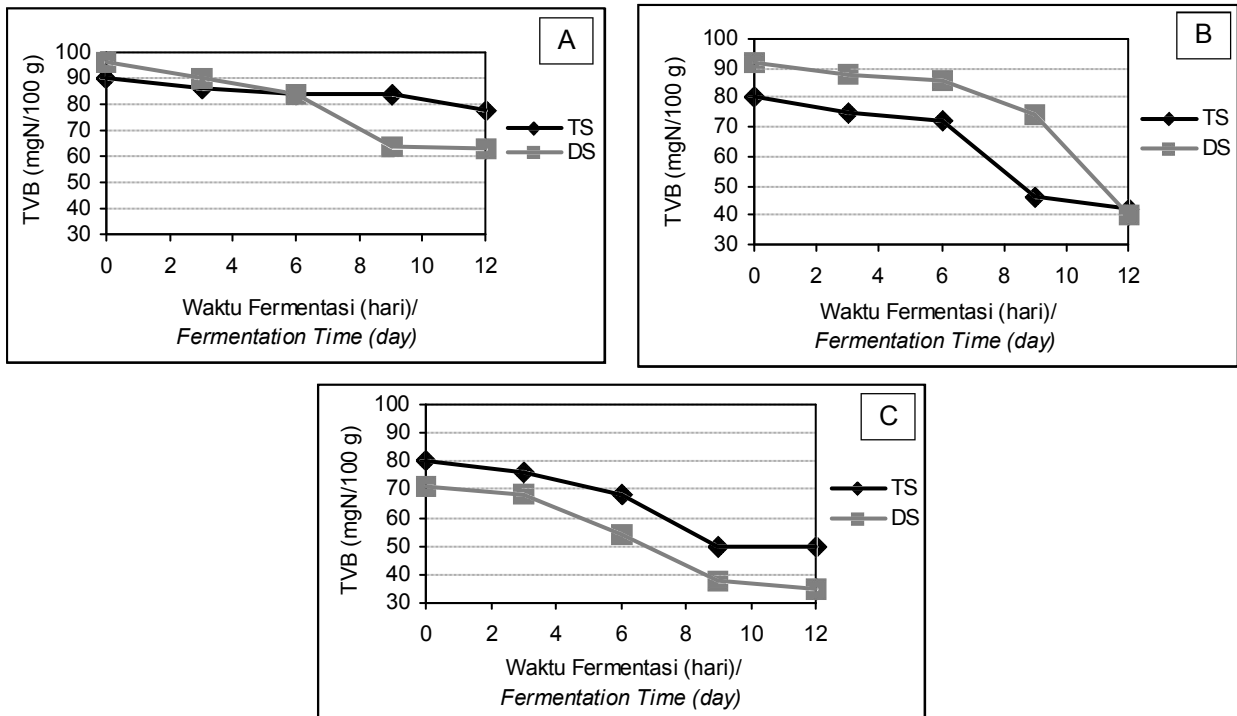
Jumlah BAL pada penggaraman 10% di hari ke-12 paling tinggi sebesar 9 log (hari ke-12), sebesar 8 log dengan penggaraman 15% (hari ke-12), namun dengan penggaraman 20% jumlah BAL di waktu yang

sama paling rendah sebesar 7 log (Gambar 3). Semakin tinggi penggaraman maka jumlah BAL semakin rendah sehingga semakin rendah pula asam yang diproduksi. Sebagaimana dilaporkan oleh Muller *et al.* (2002) pada fermentasi *plaa som* (produk ikan fermentasi) pertumbuhan BAL secara optimal tergantung pada konsentrasi garam. Semakin tinggi kadar garam yang terserap daging ikan, maka semakin rendah kandungan BAL yang disebabkan kemampuan tumbuh BAL bervariasi menurut kadar garam. Berdasarkan Gambar 6, penambahan starter tidak berpengaruh nyata terhadap kenaikan total asam pada penggaraman 10, 15, dan 20% (Gambar 6).

TVB

TVB merupakan indeks pembusukan pada produk ikan segar dan terfermentasi (Yongjin *et al.*, 2007). Analisis TVB terkait dengan estimasi seluruh senyawa amina volatil yang diproduksi selama proses pembusukan, termasuk amonia, dimetilamin, dan trimetilamin (Bonnell, 1994).

Berdasarkan Gambar 7, penurunan TVB pada fermentasi tanpa starter terjadi hingga akhir pengamatan, yaitu hari ke-12 pada ketiga konsentrasi penggaraman. Berbeda dengan fermentasi tanpa starter, pada fermentasi menggunakan starter terjadi penurunan nilai TVB secara tajam pada semua



Gambar 7. TVB rusip selama fermentasi pada A) kadar garam 10%; B) kadar garam 15%; dan C) kadar garam 20% (TS: Tanpa Starter; DS: Dengan Starter).

Figure 7. TVB of rusip during fermentation on A) 10% salt; B) 15% salt and C) 20% salt (TS: without starter; DS: with starter).

konsentrasi penggaraman (Gambar 7A, 7B, dan 7C). Hingga hari ke-12 TVB menurun seiring kenaikan total asam (Gambar 6) dan pada saat itu jumlah BALnya juga mengalami peningkatan (Gambar 3). Total asam produk pada penggaraman 10% mencapai 2,0%. Pada penggaraman 15% kadarnya lebih rendah sebesar 1,3%, sedangkan pada penggaraman 20% total asam produk paling rendah sebesar 0,9%. Jumlah BAL pada hari ke-12 sebesar 9 log (penggaraman 10%), 8 log (penggaraman 15%), dan 7 log (penggaraman 20%).

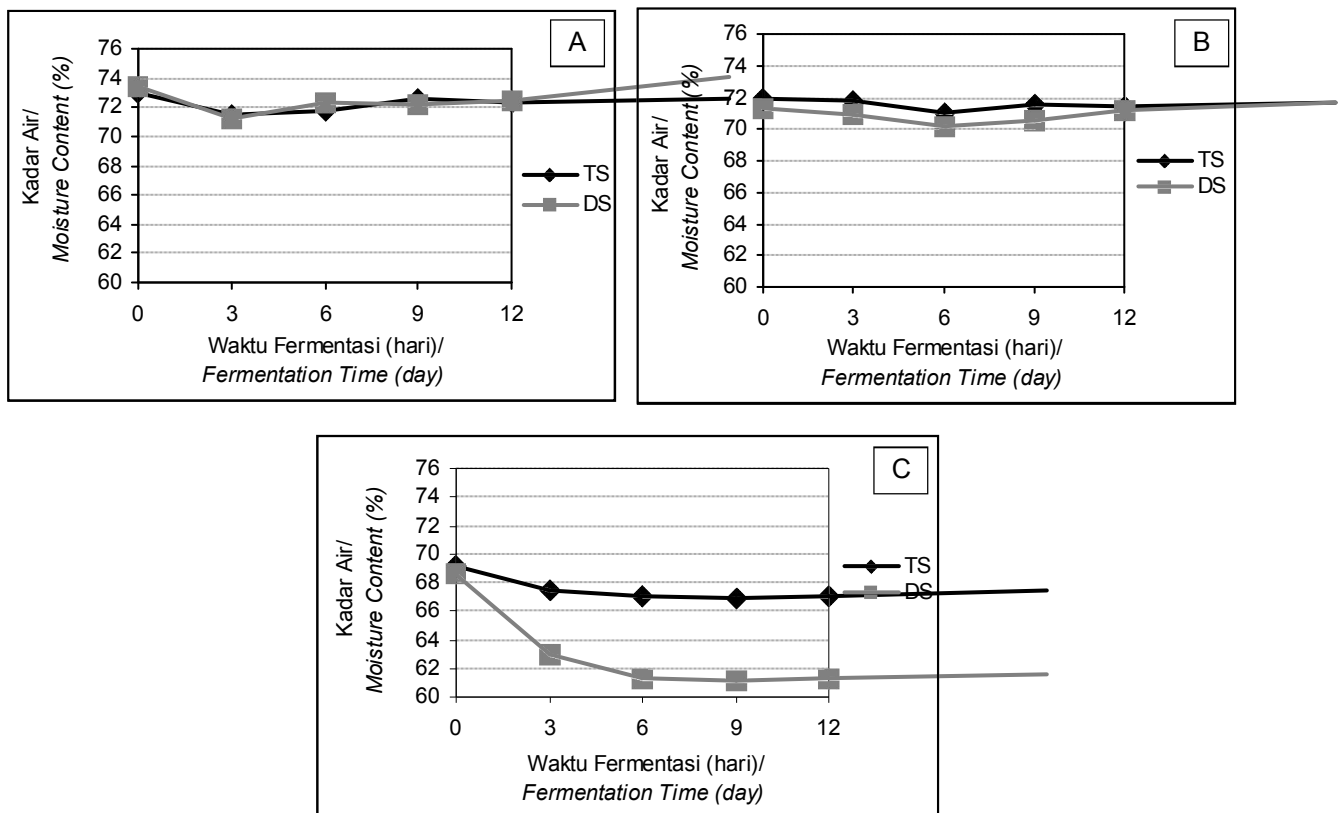
Nilai TVB rusip yang difermentasi tanpa starter secara umum lebih tinggi daripada yang difermentasi dengan starter. Pada penggaraman 10% melalui fermentasi tanpa starter nilai TVB paling tinggi mencapai 80 mgN/100 g. Kemudian diikuti oleh penggaraman 15 dan 20% dengan pola penurunan lebih tajam masing-masing mencapai 42 mgN/100 g dan 50 mgN/100 g. Penurunan nilai TVB yang lebih tajam pada perlakuan tersebut disebabkan karena pada konsentrasi garam yang lebih tinggi memungkinkan garam lebih mampu menyeleksi kehadiran bakteri pembusuk sehingga dapat menekan produksi basa-basa volatil. Dalam hal ini total *coliform*

pada kadar garam 15 dan 20% adalah lebih rendah daripada total *coliform* pada kadar garam 10% (Gambar 4).

Pada fermentasi menggunakan starter selama 12 hari, nilai TVB menurun sehingga nilainya menjadi lebih rendah daripada tanpa starter. Penurunan nilai TVB pada penggaraman 10% sebesar 15 mgN/100 g. Pada penggaraman 15% nilai TVB berkurang 2 mgN/100 g dari 42 mgN/100 g menjadi 40 mgN/100 g. Sedangkan pada penggaraman 20% nilai TVB berkurang sebesar 15 mgN/100 g yaitu dari 50 mgN/100 g menjadi 35 mgN/100. Kondisi ini memperlihatkan bahwa starter yang ditambahkan mampu menekan akumulasi TVB dalam produk. Hal ini sejalan dengan Yin *et al.* (2002) yang menyebutkan bahwa bakteri asam laktat mampu menghambat akumulasi TVB-N dengan memproduksi asam laktat dan bakteriosin, yang mampu menetralkan basa-basa nitrogen volatil kemudian menurunkan nilainya dalam produk.

Kadar air dan kadar garam

Perubahan kadar air rusip selama fermentasi tanpa starter maupun dengan penambahan starter dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Kadar air rusip selama fermentasi pada A) kadar garam 10%; B) kadar garam 15%; dan C) kadar garam 20% (TS: Tanpa Starter; DS: Dengan Starter).

Figure 8. Moisture content of rusip during fermentation on A) 10% salt; B) 15% salt and C) 20% salt (TS: without starter; DS: with starter).

Selama proses fermentasi 12 hari baik tanpa starter maupun dengan penambahan starter, kadar air ikan terfermentasi mengalami sedikit penurunan.

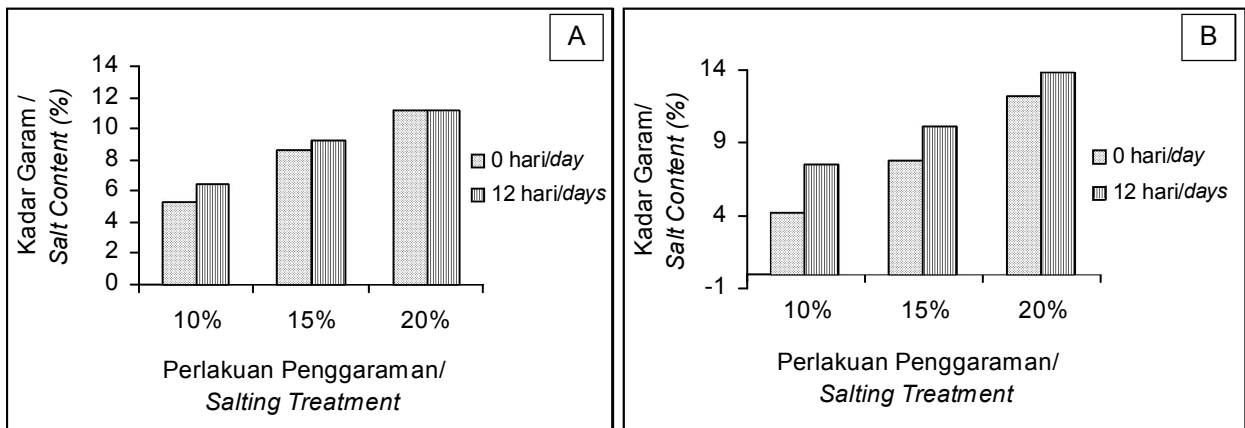
Penurunan kadar air dimungkinkan oleh proses hilangnya air melalui pori-pori penutup wadah yang tidak sepenuhnya tertutup rapat.

Berdasarkan Gambar 8C terdapat pola penurunan kadar air yang lebih tajam pada perlakuan garam 20%. Pengurangan kadar air yang lebih besar ini terkait dengan tingginya kadar garam. Tingginya kadar garam yang diberikan di awal fermentasi menyebabkan semakin cepatnya molekul garam meresap ke dalam daging ikan. Pada saat bersamaan, cairan ikan tertarik ke luar sehingga menyebabkan kehilangan air lebih besar. Selain itu terdapat pula pola penurunan kadar air yang lebih tinggi pada rusip bergaram 20% dengan penambahan starter. Hal ini terkait dengan pertambahan jumlah bakteri akibat penambahan starter memungkinkan daging ikan lebih mudah diuraikan membentuk struktur yang kurang kompak. Kondisi ini mempercepat meresapnya garam sehingga mempermudah proses hilangnya air dari dalam daging.

Berdasarkan Gambar 9, kadar garam selama 12 hari pada fermentasi tanpa starter tidak mengalami perubahan, begitu pula dengan rusip dengan penambahan starter memperlihatkan pola serupa. Hal ini disebabkan karena selama proses fermentasi tidak ada penambahan garam.

Mutu Sensori Produk Rusip

Analisis sensori dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap produk rusip serta mengetahui skor nilai sensori rusip berdasarkan atribut kenampakan, bau, rasa, dan tekstur. Tingkat penerimaan rusip dengan penambahan starter *P. acidilactici* F11 disajikan pada Tabel 4. Mutu hedonik rusip yang diinokulasi dengan penambahan starter adalah 4–5 (netral-agak suka), sedangkan skala penerimaan rusip tanpa starter lebih rendah yaitu 3–4 (agak tidak suka-netral). Sedangkan penilaian sensori produk rusip berdasarkan atribut kenampakan, bau, rasa, dan tekstur disajikan dalam Tabel 5.



Gambar 9. Kadar garam rusip selama fermentasi A) Tanpa starter, B) Dengan starter (0 hari, 12 hari).
 Figure 9. Salt content of rusip during fermentation A) Without starter; B) With starter (0 day, 12 day).

Tabel 4. Mutu hedonik rusip
 Table 4. Hedonic quality of rusip

Perlakuan/Treatment	Mutu Hedonik/Hedonic Quality
Tanpa starter/Without starter:	
10%	4.33
15%	3.78
20%	4.11
Dengan starter/With starter:	
10%	4.33
15%	4.56
20%	4.00

Tabel 5. Mutu sensoris rusip dengan variasi penambahan garam
 Table 5. Sensory quality of rusip with variation of salt addition

Perlakuan/Treatment	Kenampakan/ Appearance	Bau/Odour	Rasa/Taste	Tekstur/Texture
Tanpa starter/Without starter:				
10%	2.44	3.33	3.22	4.22
15%	3.00	3.44	3.33	3.33
20%	3.00	3.89	3.22	3.20
Dengan starter/With starter:				
10%	3.11	3.56	3.44	3.44
15%	2.78	3.33	3.67	3.67
20%	3.44	3.56	3.30	3.33

Berdasarkan Tabel 5, secara umum skor kenampakan produk rusip tanpa starter lebih rendah daripada rusip dengan penambahan starter yang memberikan kenampakan ikan lebih utuh, warna coklat keabu-abuan dan lebih cerah. Hal ini terkait dengan asam laktat dan pediosin yang dihasilkan *P. acidilactici* F-11. Kedua metabolit tersebut menghambat aktivitas proteolitik dari mikroorganisme yang tidak diinginkan termasuk bakteri pembusuk maupun patogen yang berasosiasi dengan produk (Ray, 1996; Vennema, 1999 dalam Rinto, 2006).

Bakteri dengan aktivitas proteolitik merombak protein daging ikan menjadi asam-asam amino yang selanjutnya bereaksi dengan glukosa (reaksi *Maillard*) yang menimbulkan warna kecoklatan pada daging ikan (Vennema, 1996). Terhambatnya pertumbuhan bakteri pembusuk menyebabkan kenampakan fisik daging ikan dapat dipertahankan sehingga menghasilkan daging ikan lebih utuh dan lebih cerah.

Berdasarkan hasil analisis rasa, rusip dengan penambahan starter lebih baik daripada rusip tanpa starter. Rusip dengan penambahan starter tidak gatal, rasa gurih dan asin seimbang, sedikit asam serta segar spesifik produk berkurang, sedangkan rusip tanpa starter tidak gatal, kurang gurih, terasa asin dan asam. Dalam hal ini asam laktat yang dihasilkan dari bakteri asam laktat berperan penting memunculkan karakter asam dan meningkatkan rasa asin yang mungkin menutupi *flavor* yang lain (Riebroy *et al.*, 2008).

Selain asam laktat juga terdapat asam amino yang berkontribusi besar terhadap rasa produk fermentasi ikan. Sebagaimana dilaporkan oleh Ijong & Ohta (1995) bahwa asam aspartat, asam glutamat, serin, arginin, treonin, alanin, prolin, valin, isoleusin, dan fenilalanin merupakan asam-asam amino yang berkontribusi terhadap *flavor* bakasang (produk fermentasi ikan).

Perlakuan garam 15% dengan penambahan starter memperlihatkan skor penerimaan rasa lebih tinggi daripada perlakuan garam 10 dan 20%. Dibandingkan dengan rusip tanpa starter dengan perlakuan garam yang sama (15%) juga memperlihatkan skor penerimaan rasa lebih baik. Rasa rusip baik tanpa maupun dengan starter dinilai rendah oleh panelis terkait dengan rasa asam yang mendominasi produk. Sementara produk komersial yang dijadikan sebagai acuan penentuan skor *sheet* produk rusip memiliki rasa gurih, asin dan asam seimbang. Hal ini disebabkan garam yang ditambahkan di awal proses pengolahan rusip komersial jauh lebih tinggi (mencapai 25%). Pada konsentrasi garam yang lebih tinggi, memungkinkan pertumbuhan bakteri asam laktat yang secara alami berperan dalam proses menjadi kurang optimal sehingga kemampuannya mengasamkan produk menjadi lebih rendah. Hal ini tercermin dari nilai pH produk rusip komersial yang lebih tinggi (5,35–6,27) (Heruwati *et al.*, 2010). Sementara produk rusip yang diberi perlakuan garam lebih rendah dan diberi starter (10 dan 15%), memiliki pH berkisar 4,95 hingga 5,34 pada hari ke-12 fermentasi. Oleh karenanya untuk mendapatkan produk rusip dengan derajat keasaman yang diinginkan/lebih dapat diterima panelis, seharusnya fermentasi dihentikan sebelum hari ke-12.

Secara umum, rusip yang diinokulasi dengan starter memperlihatkan tingkat penerimaan tekstur lebih tinggi daripada rusip tanpa starter. Rusip dengan penambahan starter pada perlakuan garam 15% memperlihatkan skor penerimaan tekstur lebih tinggi daripada perlakuan garam 10 dan 20%. Penambahan starter menyebabkan tekstur rusip menjadi lebih kompak, padat dan sedikit masir, sedikit lebih baik kondisinya dibandingkan rusip tanpa starter yang bertekstur kurang kompak, sedikit lembek, dan masir. Diduga tekstur rusip yang lebih kompak dan padat berkaitan dengan asam laktat dan pediosin yang dihasilkan *P. acidilactici* F-11. Kedua metabolit

tersebut menghambat aktivitas proteolitik dari bakteri pembusuk maupun patogen yang berasosiasi dengan produk (Vennema, 1999 dalam Rinto, 2006). Anihouvi *et al.* (2007) mengemukakan bahwa bakteri pembusuk/patogen seperti *Bacillus* spp. dan *Staphylococcus* spp. yang diisolasi dari *lanhouin* (produk fermentasi ikan) memiliki aktivitas proteolitik dan esterolitik yang menyebabkan perubahan tekstur pada produk.

KESIMPULAN

Penambahan *Pediococcus acidilactici* F-11 sebagai kultur starter untuk memperbaiki kualitas rusip memberikan nilai sensori terbaik, terutama rasa dan tekstur pada penggaraman 15% dengan waktu fermentasi 9 hari. Rusip yang dihasilkan mempunyai kandungan ALT produk sebesar 9,63 log; total BAL sebesar 7,47 log; total *coliform* 1 log lebih rendah daripada rusip tanpa starter yaitu dengan nilai 3,34 log; pH 5,83; total asam 1,2%; dan TVB 74 mgN/100 g.

DAFTAR PUSTAKA

- Anihouvi, V.B., Dawson, E.S., Ayernor, G.S., and Hounhouiga, J.D. 2007. Microbiological changes in naturally fermented cassava fish (*Pseudolithus* sp.) for *lanhoin* production. *International J. of Food Microbiology*. 116: 287–291.
- Anonymous. 2007. Probiotic. <http://en.wikipedia.org/wiki/probiotic>. Diakses pada tanggal 9 Oktober 2008. 12 pp.
- AOAC. 1999. *Official Methods of Analysis of AOAC International*, vol. 2, 16th ed. Association Official of Analytical Chemist. Washington DC. 1018 pp.
- Bonnel, A.D. 1994. *Quality Assurance in Seafood Processing: A Practical Guide*. Chapman and Hall, Inc., New York.
- Cocconcelli, P.S. 2007. Starter cultures: bacteria. In Toldra, F. (ed.). *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Blackwell Publishing, UK. 545 pp.
- Connel, J.J. 1980. *Control of Fish Quality: Quality Deterioration and Defects in Products*. England. Fishing News Books Ltd. p. 56–105.
- Effendi, M.S. 2009. *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Penerbit Alfabeta, Bandung. 202 pp.
- Endang, S.H., Murtini, J.T., Indriati, N., Ariyani, F., Dwiyoitno., Andayani, F., Priyanto, N., Siregar, T.H., Rachmawati, N., dan Triwibowo, R. 2010. *Penelitian Teknologi Pengolahan, Pengemasan dan Penyimpanan Tropical Cat fish, Nila dan Bandeng yang Aman dari Pembentukan Residu Bahan Berbahaya*. Laporan Teknis. Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan.
- Galvez, A., Abriouel, H., Lopez, L., and Omar, N.B. 2007. Bacteriocin-based strategies for food biopreservation. *International J. of Food Microbiology*. 120: 51–70.
- Gram, L., Ravn, L., Rasch, M., Bruhn, A. B., Christensen, A.B., and Givskov, A.B. 2002. Food spoilage-interaction between food spoilage bacteria. *J. of Food Microbiology*. 78: 79–97.
- Hutkins, R.W. 2006. *Microbiology and Technology of Fermented Food*. Blackwell Publishing Ltd, UK. 475 pp.
- Ijong, F.G. and Ohta, Y. 1995. Microflora and chemical assessment of an traditional fermented fish sauce “Bekasang”. *J. Fac. Appl. Biol. Sci.* 34: 95–100.
- Ilminingtyas, D., Hadiwiyoto, S., Wisesa, D., dan Naruki, S. 2000. Pembentukan fraksi-fraksi protein selama fermentasi peda. *Agrosains*. 13(1): 1–17.
- Kusmiati dan Malik, A. 2002. Aktivitas bakteriosin dari bakteri *Leuconostoc mesenteroides* Pbac1 pada berbagai media. *Makara Kesehatan*. 6(1): 1–6.
- Madani, A., Koesoemawardani, D., dan Susilawati. 2007. Karakteristik rusip dari Pulau Bangka. http://www.unila.ac.id/~fp/index.php?option=com_content&task=view&id=103&itemid=256. Diakses pada tanggal 23 Agustus 2009.
- Muller, C.P., Madsen, M., Sophanodora, P., Gram, L., and Moller, P. L. 2002. Fermentation and microflora of plaasom, a Thai fermented fish product prepared with different salt concentration. *J. Food. Microbiology*. 73: 61–70.
- Morzell, M., Fransen, and Arendt, E.K. 1997. Define starter cultures used for fermentation of salmon fillets. *J. Food Sci.* 62(6): 1214–1218.
- Nendissa, S.J. 2001. *Pemanfaatan Kultur Pediococcus acidilactici F11 Penghasil Bakteriosin untuk Memperbaiki Kualitas “Ina sua” (Ikan Asin) Gurame (Osphronemus gouramy Lacepede)*. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 88 pp.
- Nurulita, E., Susilawati, dan Yuliana. 2007. Pengaruh penambahan kultur cair bakteri asam laktat pada rusip. http://www.unila.ac.id/~fp/index.php?option=com_content&task=view&id=103&itemid=256. Diakses pada tanggal 23 Agustus 2009.
- Ray, B. 1996. *Fundamental Food Microbiology*. CRC Press. London. 516 pp.
- Sakti, T.P.J. 2009. *Analisis Sifat-Sifat Probiotik Bakteri Asam Laktat Asal Rusip*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. 35 pp.
- Steel, R.G.D. and Torie, J.H. 1989. *Prinsip dan Prosedur Statistika*, 2nd ed. PT Gramedia, Jakarta. 748 pp.
- Rahayu, 1997. Lactic acid bacteria in fermented foods of Indonesian origin. *Agrotech*. 23(2): 75–84.
- Riebroy, S., Benjakul, S., and Visessanguan, W. 2008. Properties and acceptability of som-fug, a Thai fermented fish minced, inoculated with lactic acid bacteria starters. *LWT*. 41: 569–580.
- Rinto. 2006. *Pediococcus acidilactici* F11 sebagai Biokontrol Pembentukan Histamin pada Fermentasi Peda. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 102 pp.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2006. SNI 01-2332.3-2006. *Cara uji mikrobiologi. Bagian 3*.

- Penentuan Angka Lempeng Total (ALT) pada produk perikanan*. Badan Standarisasi Nasional. 11 pp.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2009. SNI 7388. 2009. *Batas Maksimum Cemaran Mikroba dalam Pangan*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta. 37 pp.
- Tanasupawat, S. dan Komagata, K. 1999. Lactic acid bacteria in fermented foods in Southeast Asia. In Nga, B.H., Tan, H.M. and Suzuki, I. (eds.). *Microbial Diversity in Asia Technology and Prospects*. World Scientific. Singapura. 252 pp.
- Ustadi, Suparmo, dan Rahayu, E.S. 2004. Penyiapan starter kering bakteri asam laktat halofilik untuk pengolahan hasil perikanan fermentatif bergaram. *Agritech*. 24(2): 41–47.
- Van Veen, A.G. 1965. Fermented and dried seafood product in Southeast Asia. In Borgstrom, G. (ed.). *Fish as Food*. Academic Press Inc London Ltd. 489 pp.
- Vennema, O.R. 1996. *Food Chemistry*. Marcel Dekker Basel.
- Wood and Holzapfel. 1995. *The Genera of Lactic Acid Bacteria Vol 2*. Blackie Academic & Professional. London. 398 pp.
- Yang, R. and Ray, B. 1992. Factor influencing production of bacteriocin by lactic acid bacteria. *Food Microbiology*. 11: 281–292
- Yin, L., Pan, C., and Jiang, S. 2002. Effect of lactic acid bacterial fermentation on the characteristics of minced mackerel. *Journal of Food Science*. 67(2): 786-792.
- Yongjin, Hu., Wenshui, X., and Xiaoyong. 2007. Changes in biogenic amine in fermented silver carp sausages inoculated with mixed starter cultures. *Food Chemistry*. 104: 188–195.
- Yuliana, N. 2007. Profil fermentasi rusip yang dibuat dari ikan teri (*Stolephorus* sp.). *Agritech*. 27(1): 12–17.