

**PERUBAHAN KANDUNGAN MIKROFLORA AKIBAT PENAMBAHAN
STARTER *Pediococcus acidilactici* F-11 DAN GARAM SELAMA FERMENTASI
PEDA**

*Effect of Addition of *Pediococcus acidilactici* F-11 and Salt on Microflora during
Peda Fermentation*

Rinto

**Program Studi Teknologi Hasil Perikanan
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya**

Abstract

Peda is one of traditional fermented fish product. The addition of culture starter gives effect towards fermentation process. The purpose of this research was to know has present of microflora / microorganisms during fish fermentation by *Pediococcus acidilactici* F-11 as a starter. Peda was processed from Indiana mackerel fish (*Rastrelliger neglectus*) with different salt concentrations i.e. 20%, 25%, and 30%, with *P. acidilactici* F-11 was used as a starter. Batch without starter was used as a control. The result showed that peda with *P. acidilactici* as starter can decreased coliform number to 2 log cycles from $1,3 \times 10^6$ to $1,7 \times 10^4$ CFU and reduced histamine forming bacteria to 3 log cycle from $1,2 \times 10^6$ to $3,8 \times 10^3$ CFU in start of fish fermentation process, but in the end of process, the numbers of bacteria was not different, so *P. acidilactici* F-11 as starter was effective used in start of fish fermentation process.

Keywords: *Pediococcus acidilactici* F-11, microorganism, peda.

PENDAHULUAN

Pediococcus acidilactici F-11 merupakan bakteri asam laktat *homofermentatif* penghasil bakteriosin yang diisolasi dari produk fermentasi. Bakteri tersebut mempunyai kemampuan dalam mengawetkan bahan makanan karena dapat memproduksi asam laktat yang dapat menurunkan pH media dan menghasilkan bakteriosin (pediosin), sehingga keberadaannya lebih cepat menekan pertumbuhan bakteri lainnya. Bakteri *P. acidilactici* F-11 telah digunakan dalam pembuatan ikan asin (*inasua*) dan mampu menekan pertumbuhan bakteri *coliform* serta meningkatkan kandungan bakteri asam laktat (Nendisa dan Rahayu 2001).

Peda merupakan salah satu produk fermentasi pengolahan hasil perikanan Indonesia yang dibuat melalui proses penggaraman ikan dengan jumlah garam 20-30%. Tujuan dari penggaraman adalah untuk menekan aktivitas bakteri pembusuk dan mendorong

* Korespondensi: Rinto, Departemen Teknologi Hasil Perikanan
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, email: rinto_thi@yahoo.co.id

pertumbuhan bakteri asam laktat. Selama proses fermentasi, pertumbuhan mikroorganisme pada daging ikan tidak terkontrol. Beberapa bakteri pembusuk, *coliform*, dan bakteri pembentuk histamin masih dapat tumbuh selama proses fermentasi. Bakteri pembentuk histamin menyebabkan kandungan histamin pada ikan peda cukup tinggi, yaitu 107-133mg/100g ikan (Heruwati 2002). Kandungan histamin pada peda telah melebihi standar keamanan pangan yang mensyaratkan tidak lebih dari 50mg/100g ikan (FAO 2006). Penelitian ini menggunakan *P. acidilactici* F-11 sebagai *starter* ataupun agensia untuk mengontrol keberadaan mikroflora/mikroorganisme (bakteri) selama berlangsungnya proses fermentasi peda, khususnya bakteri yang merugikan, yaitu pembusuk (aerob), *coliform* dan bakteri pembentuk histamin sehingga kualitas ikan peda dapat ditingkatkan.

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini berlangsung dari Bulan Januari sampai dengan Juli 2006, bertempat di Laboratorium Mikrobiologi Pusat Antar Universitas, Universitas Gadjah Mada.

Bahan dan Alat

Bahan baku pembuatan peda skala laboratorium adalah ikan kembung, garam, dan isolat *P. acidilactici* F-11. Media yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *Plate Count Agar* (Oxoid), *Niven Differential Agar*, VRBA (Merck), dan PGY.

Peralatan yang digunakan yaitu autoklaf (Hiclave HVE-25 Hiramaya), oven (Hereus type UT 5042 EK), *waterbath* (GFL), inkubator, mikropipet, *stomacher* 80 (Seward Tekmar), dan *coloni counter* (Dorkfield Quebec), serta alat-alat gelas berupa cawan petri, gelas erlenmeyer, gelas ukur, gelas beker, pengaduk, corong, dan tabung reaksi.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh gambaran tentang mikroflora (mikroorganisme) pada ikan peda selama proses fermentasi. Penelitian dilakukan dengan mengkombinasikan konsentrasi garam (20%, 25% dan 30%) serta penambahan *P. acidilactici* F-11 (10^9 CFU/ml) pada pembuatan ikan peda yang masing-masing dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Analisis yang dilakukan meliputi jumlah bakteri aerob dengan media *plate count agar* (Oxoid), jumlah bakteri *coliform* dengan media VRBA (Merck), jumlah bakteri asam laktat dengan media PGY dan jumlah bakteri pembentuk histamin dengan media *niven differential agar*. Perhitungan jumlah bakteri berdasarkan metode *total plate*

count yang ditumbuhkan dengan cara *pour plate*. Selain itu dilakukan analisis kadar garam, air, a_w dan pH sebagai pendukung berdasarkan AOAC (1990). Hasil penelitian dianalisis secara deskriptif.

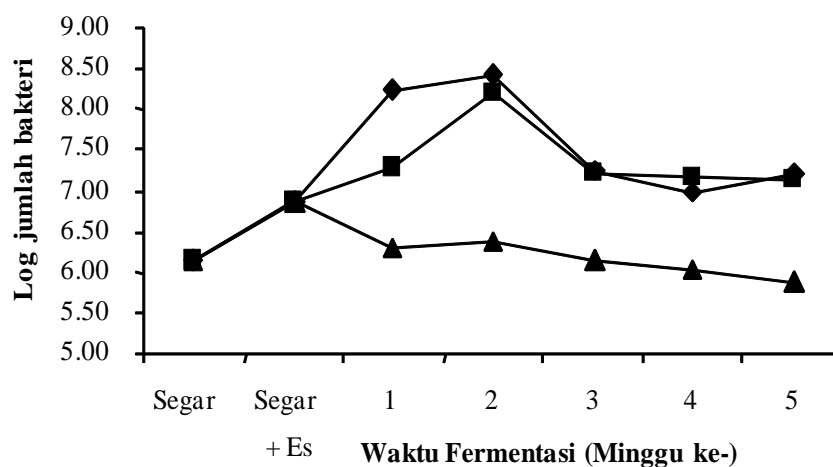
HASIL DAN PEMBAHASAN

Bakteri aerob

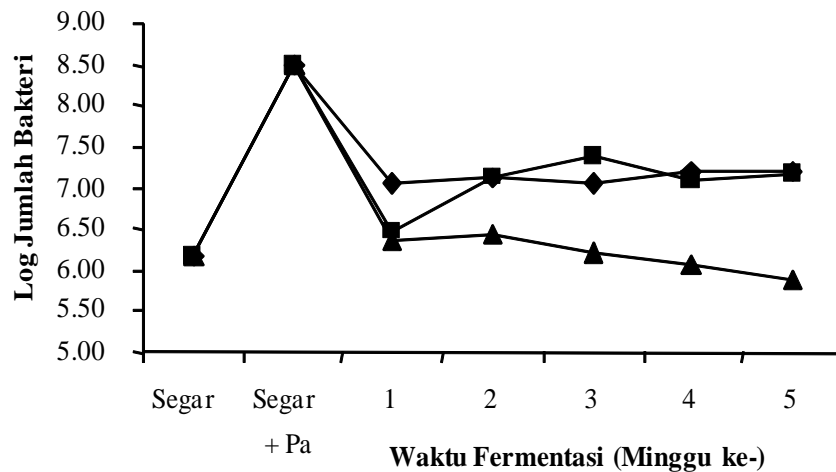
Bakteri aerob merupakan bakteri yang hidup dengan membutuhkan oksigen, baik aerob obligat maupun anaerob fakultatif. Total bakteri aerob pada ikan selama fermentasi dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah bakteri aerob pada ikan kembung segar sebesar $1,5 \times 10^6$ CFU/gram. Hal ini menunjukkan bahwa ikan kembung yang digunakan sebagai bahan baku fermentasi pada berada pada kondisi ambang batas kesegaran. Ikan terkategori mulai membusuk apabila kandungan bakteri aerob melebihi 10^6 CFU/gram. Tingginya kandungan bakteri aerob pada ikan dapat disebabkan oleh penanganan yang kurang baik dari para nelayan maupun pada pengumpul. Kurangnya penggunaan es pada penyimpanan ikan dapat memacu pertumbuhan bakteri-bakteri pembusuk.

Kandungan jumlah bakteri aerob obligat pada ikan segar sebesar 7,5% meliputi *Micrococcus luteus* dan *Planococcus citreus*. Bakteri anaerob fakultatif sebesar 68% terdiri dari *Aeromonas spp.*, *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pediococcus halophilus*, *Proteus mirabilis*, *Vibrio alginolyticus* dan *V. anguillarum*, sedangkan bakteri anaerob obligat sebesar 24% yaitu *Clostridium bifermentas*, *C.botulinum* type C, *C. ghoni*,



Gambar 1. Log bakteri aerob tanpa penambahan *P. acidilactici* F-11 selama fermentasi (◆ : garam 20%; ■: garam 25%; dan ▲ : garam 30%)



Gambar 2. Log bakteri aerob dengan penambahan *P. acidilactici* F-11 selama fermentasi (◆ : garam 20%; ■: garam 25%; dan ▲ : garam 30%)

C. mangenotii, *C. novyi* type B, *C. perfingens* dan *C. sardiniensis*. Diantara bakteri tersebut yang dapat membentuk histamin pada ikan segar adalah *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Vibrio alginolyticus*, dan *Clostridium perfingens* (Yoshinaga dan Frank 1982).

Perlakuan perendaman ikan yang telah disiangi kedalam air es tanpa kultur starter menyebabkan pertambahan jumlah bakteri aerob 7.1×10^6 CFU/gram. Hal ini dimungkinkan adanya kontaminasi bakteri baik dari air, es maupun tempat perendaman yang berupa wadah plastik tanpa sterilisasi. Pada perlakuan dengan perendaman dalam starter *P. acidilactici* F-11 sebanyak $1,7 \times 10^9$ CFU/ml menyebabkan perubahan jumlah bakteri aerob yang sangat signifikan yaitu menjadi $3,0 \times 10^8$ CFU/gram. Ini berarti telah terjadi penambahan bakteri asam laktat (*P. acidilactici* F-11) pada ikan sebagai starter yang akan digunakan pada tahap proses fermentasi selanjutnya.

Total bakteri aerob pada ikan awal proses fermentasi pada tahap pertama (FI) tanpa menggunakan starter, mengalami peningkatan bila dibandingkan dengan ikan segar, kecuali pada perlakuan penggaraman awal 30%. Peningkatan ini menunjukkan mulai adanya pertumbuhan bakteri halofilik/halotoleran pada proses fermentasi, mengingat kadar garam pada ikan setelah satu minggu fermentasi tahap pertama berkisar antara 6,22–7,48%. Menurut Dabrowski *et al.* (2001), selama proses fermentasi (penggaraman) terjadi suksesi (pergantian) dominasi bakteri pada ikan yaitu dari gram negatif ke bakteri gram positif, diantaranya adalah bakteri asam laktat.

Penurunan jumlah bakteri aerob pada ikan dengan penggaraman awal 30% disebabkan tingginya konsentrasi garam yang digunakan. Makin tinggi garam yang digunakan pada awal penggaraman menyebabkan molekul-molekul garam semakin cepat meresap ke dalam daging ikan dan cairan dalam tubuh ikan tertarik keluar. Keluarnya cairan (*drip*) ikan menyebabkan berkurangnya kadar air pada daging ikan dan mengurangi nilai aktivitas air (a_w), sehingga menghambat pertumbuhan bakteri.

Penambahan starter *P. acidilactici* F-11 menyebabkan penambahan jumlah bakteri aerob pada ikan sebelum proses fermentasi, namun setelah satu minggu fermentasi tahap pertama (F1), jumlah bakteri aerob mengalami penurunan. Penurunan ini disebabkan karena adanya bakteriosin (pediosin) yang telah terbentuk pada saat pembuatan kultur starter. Proses terserapnya pediosin oleh beberapa bakteri secara maksimum terjadi pada pH 6,0-6,5 (Yang *et al.* 1994). Hal ini didukung oleh data nilai pH pada ikan setelah fermentasi tahap pertama (F1) yang berkisar antara 6,30-6,45, sehingga aktivitas bakteriosin pada tahap F1 berjalan maksimal dan menghambat pertumbuhan bakteri-bakteri yang terdapat pada ikan, baik bakteri asam laktat lainnya maupun bakteri-bakteri pembusuk. Hal ini menyebabkan jumlah bakteri aerob pada ikan tahap F1 yang menggunakan starter mengalami penurunan dibandingkan dengan sebelumnya.

Total bakteri aerob pada saat minggu kedua berlangsungnya fermentasi atau fermentasi tahap kedua minggu 1 (F2-1) baik menggunakan starter ataupun tidak, menunjukkan penambahan dibandingkan dengan sebelumnya. Hal ini disebabkan adanya kontaminasi bakteri pada saat penirisan yang dilakukan secara terbuka, namun pada proses fermentasi minggu berikutnya jumlah bakteri aerob kembali mengalami penurunan dan relatif stabil sampai akhir fermentasi (F2-4) berkisar antara $7,4 \times 10^5$ - $1,6 \times 10^7$ CFU/gram.

Pola pertumbuhan bakteri aerob secara umum pada ikan dengan penggaraman awal 20% hampir sama dengan penggaraman 25%. Keduanya mempunyai perbedaan dengan pertumbuhan bakteri aerob pada penggaraman awal 30%. Kadar garam pada penggaraman 25% lebih cenderung sama (tidak berbeda nyata secara statistik) dengan penggaraman 30%. Begitu pula dengan pH, a_w dan kadar air, tidak bisa mencerminkan kondisi yang mendukung pola pertumbuhan bakteri aerob seperti pada Gambar 1 dan 2, sehingga diperlukan penelitian lanjutan yang dapat menjawab fenomena pola yang sama pada pertumbuhan bakteri aerob dengan penggaraman awal 20% dan 25%, dan pola yang berbeda

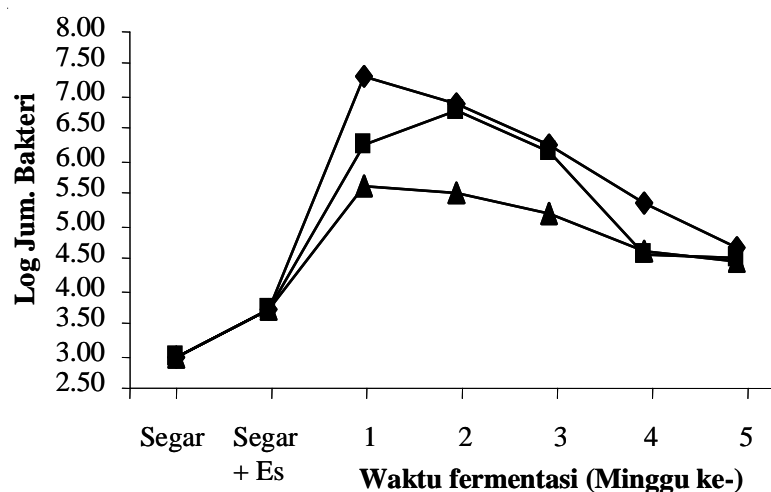
pada penggaraman 30%. Hal ini terjadi pula pada pola pertumbuhan bakteri *coliform*, bakteri asam laktat dan bakteri pembentuk histamin khususnya perlakuan tanpa penambahan starter *P. acidilactici* F-11.

Bakteri asam laktat

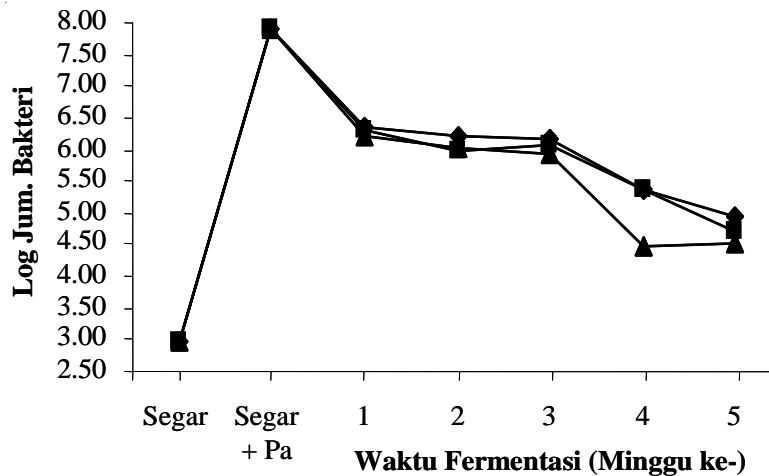
Bakteri asam laktat merupakan bakteri yang berperan penting dalam proses fermentasi. Hasil pengamatan terhadap kandungan bakteri asam laktat selama proses fermentasi pada dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses fermentasi pada dapat meningkatkan total BAL dari ikan segar sebesar 3-4 *log cycle*. Pada ikan yang direndam dalam air tanpa starter jumlah bakteri asam laktat sebelum berlangsungnya proses fermentasi sebanyak $5,20 \times 10^3$ CFU/gram. Satu minggu setelah fermentasi tahap pertama jumlah bakteri asam laktat mengalami peningkatan. Peningkatan ini menunjukkan adanya suksesi kandungan bakteri dari gram negatif (pembusuk) pada ikan segar menjadi gram positif, yaitu bakteri asam laktat (Dabrowski *et al.* 2001). Menurut Rahayu (2003) serta Tanasupawat dan Komagata (1999), bakteri asam laktat yang ditemukan pada peda adalah *Lactobacillus plantarum*, *L. curvatus*, *L. murinus* dan *Streptococcus thermophilus*.

Kandungan bakteri asam laktat pada penggaraman ikan 20% tanpa starter lebih tinggi dibandingkan dengan penggaraman awal 25 dan 30% tanpa starter. Semakin tinggi kadar garam yang terserap pada daging ikan, kandungan bakteri asam laktat semakin rendah. Ini disebabkan oleh kemampuan bakteri asam laktat terhadap kadar garam pada suatu media



Gambar 3. Log bakteri asam laktat tanpa penambahan *P. acidilactici* F-11 selama fermentasi (◆ : garam 20%; ■: garam 25%; dan ▲ : garam 30%)



Gambar 4. Log bakteri asam laktat dengan penambahan *P. acidilactici* F-11 selama fermentasi (◆ : garam 20%; ■: garam 25%; dan ▲ : garam 30%)

juga berbeda-beda. Konsentrasi garam pada fermentasi dengan penggaraman awal 20% tanpa starter adalah 6,22%, sedangkan pada penggaraman 25% dan 30% tanpa starter adalah 7,37% dan 7,48%. Kandungan bakteri asam laktat pada penggaraman 20% tanpa starter lebih tinggi dibandingkan dengan penggaraman 25% dan 30% tanpa starter. Menurut Axelsson (1993) bahwa beberapa bakteri asam laktat yang tahan pada kadar garam 6,5% adalah beberapa *Lactobacillus*, *Aerococcus*, *Enterococcus*, beberapa *Leuconostoc*, beberapa *Pediococcus* dan *Tetragenococcus*, sedangkan bakteri *Streptococcus* dan beberapa *Lactobacillus* tidak tahan pada konsentrasi garam 6,5%.

Ikan peda yang difermentasi menggunakan starter *P. acidilactici* F-11, rata-rata jumlah bakteri asam laktat lebih sedikit dibandingkan dengan penggaraman tanpa starter. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu: 1) pediosin yang terbentuk saat pembuatan kultur dalam media TGE meresap kedalam daging ikan saat direndam dalam kultur dan mampu menekan pertumbuhan beberapa bakteri asam laktat lainnya, terutama diawal fermentasi. Beberapa bakteri asam laktat yang dapat dihambat pertumbuhannya oleh pediosin yaitu *Lactobacillus brevis*, *L. plantarum*, *L. Lactis sp* dan beberapa *Pediococcus* lainnya (Davidson dan Hoover 1993); 2) kadar garam dalam daging ikan pada akhir fermentasi tahap pertama (FI) dengan penambahan starter *P. acidilactici* F-11 lebih tinggi bila dibandingkan tanpa starter berkisar antara 7,04-7,44%, sehingga bakteri asam laktat yang tidak tahan pada kondisi tersebut tidak akan tumbuh.

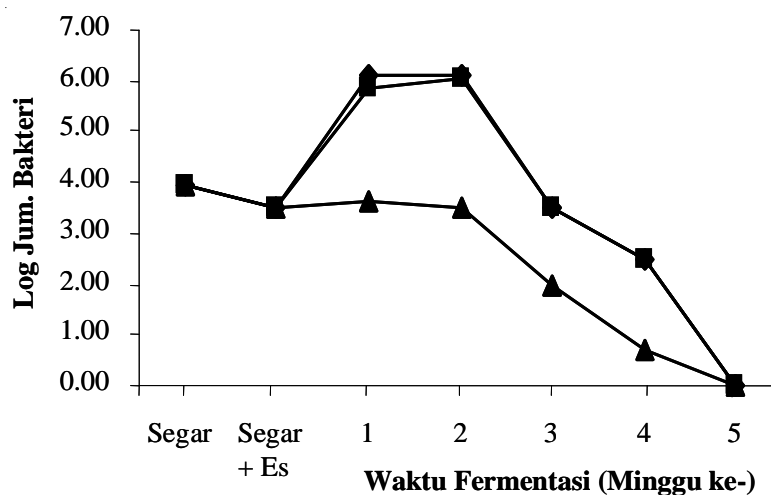
Semakin lama waktu fermentasi, kadar garam pada daging ikan terus mengalami peningkatan. Meningkatnya kadar garam pada daging ikan menyebabkan jumlah bakteri asam laktat terus mengalami penurunan sampai akhir fermentasi (F2-4).

Coliform

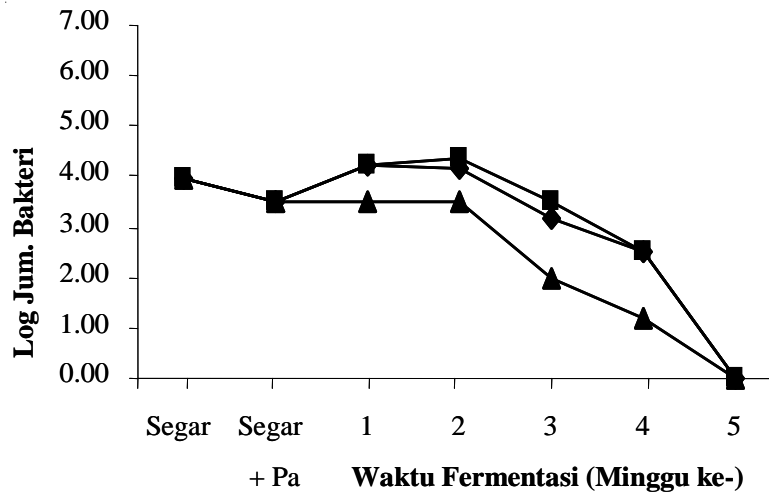
Coliform merupakan bakteri indikator sanitasi dan higiene produk makanan. Keberadaan bakteri *coliform* dapat berasal dari bahan baku maupun lingkungan selama proses produksi, penyimpanan ataupun penyajian. Keberadaan bakteri *coliform* pada peda selama proses fermentasi dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.

Total bakteri *coliform* pada ikan kembung segar sebesar $9,0 \times 10^3$ CFU/gram. Setelah mengalami penyiangian dan pencucian kemudian direndam dalam air es tanpa starter *P. acidilactici* F-11 jumlah bakteri *coliform* sedikit mengalami penurunan menjadi $3,0 \times 10^3$ CFU/gram.

Jumlah bakteri *coliform* mengalami peningkatan dari sebelumnya pada awal fermentasi tahap pertama (F1) tanpa menggunakan starter dengan penggaraman 20% dan 25% dan saat penggaraman 30% juga mengalami peningkatan, walaupun sangat sedikit (masih dalam nilai *log cycle* yang sama). Adanya peningkatan bakteri *coliform* pada ikan setelah satu minggu fermentasi tahap pertama dimungkinkan karena kondisi ikan (media tumbuh) yang masih dapat digunakan untuk pertumbuhan *coliform*. Analisis terhadap pH menunjukkan kisaran nilai 6,30-6,45. *Eschericia coli* sebagai salah satu bakteri *coliform* tumbuh optimum pada pH 6,0 – 7,0. Selain itu kadar garam pada ikan sebesar 6,22- 7,48%.



Gambar 5. Log jumlah bakteri *coliform* tanpa penambahan *P. acidilactici* F-11 selama fermentasi (◆ : garam 20%; ■ : garam 25%; dan ▲ : garam 30%)



Gambar 6. Log jumlah bakteri *coliform* dengan penambahan *P. acidilactici* F-11 selama fermentasi (◆ : garam 20%; ■ : garam 25%; dan ▲ : garam 30%)

E. coli masih dapat tumbuh pada kadar garam 6,5% dalam media *Trypticase Soy broth* (TSB), walaupun sangat lambat. Jumlah sel bakteri yang pada mulanya 5×10^2 CFU/ml akan tetap berkembang namun tidak akan lebih dari 10^7 CFU/ml (Glass *et al.* 1992).

Jumlah bakteri *coliform* tidak banyak berubah dari fermentasi tahap pertama (F1) dan cenderung mulai ada penurunan pada awal fermentasi tahap kedua minggu kesatu (F2-1). Adanya proses penirisan selama satu malam pada akhir fermentasi tahap pertama memungkinkan terjadinya kontaminasi *coliform* dari lingkungan, namun pertumbuhan *coliform* dapat terhambat dengan kadar garam pada ikan yang cenderung naik.

Penggunaan starter *P. acidilactici* F-11 pada awal fermentasi dengan penggaraman yang sama menyebabkan berkurangnya kandungan bakteri *coliform*. Jumlah bakteri *coliform* berkurang 2 *log cycle* dari $1,3 \times 10^6$ menjadi $1,7 \times 10^4$ CFU/gram pada penggaraman awal 20%, dan berkurang 1 *log cycle* dari $6,9 \times 10^5$ menjadi $1,7 \times 10^4$ CFU/gram pada penggaraman 25%; serta pada penggaraman 30% juga mengalami pengurangan walaupun sangat sedikit yaitu dari $4,0 \times 10^3$ menjadi $3,0 \times 10^3$ CFU/gram. Adanya aktivitas bakteriosin (pediosin) dari *P. acidilactici* F-11 terbukti dapat mengurangi kandungan *coliform* pada ikan. Selain itu pertumbuhan *coliform* juga agak terhambat dengan konsentrasi garam pada daging ikan yang berkisar antara 7,045–7,44%, walaupun nilai pH-nya masih memungkinkan bagi pertumbuhan bakteri *coliform* yaitu antara 6,25–6,75.

Setelah minggu kedua fermentasi tahap kedua (F2-2) dengan penambahan starter *P. acidilactici* F-11, bakteri *coliform* tidak mengalami perkembangan bahkan cenderung

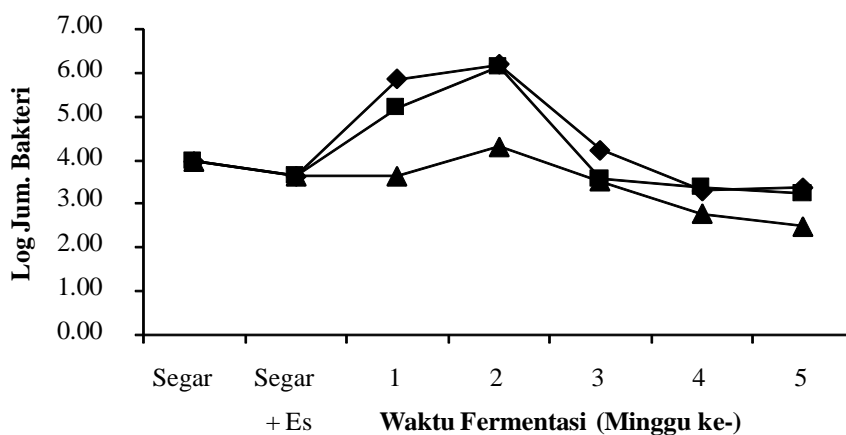
menurun dibandingkan sebelumnya, hal ini disebabkan oleh semakin tinggi kadar garam pada daging ikan. Selain itu nilai aktivitas air (a_w) yang berkisar antara 0,74-0,78 merupakan media yang tidak cocok untuk perkembangan bakteri *coliform*. Bakteri-bakteri halotoleran/halofilik mendominasi pada a_w 0,75–0,80 dengan kondisi garam yang tinggi.

Jumlah *coliform* terus mengalami penurunan sampai dengan 0 CFU/gram (tidak ada yang tumbuh pada media VRBA dengan pengenceran 10^{-1}) pada minggu kedua fermentasi tahap kedua (F2-2) sampai akhir fermentasi (F2-4). Semakin tinggi kadar garam, berkurangnya kadar air dan a_w merupakan faktor penyebab berkurangnya jumlah bakteri *coliform*. Penggunaan garam 30% pada proses fermentasi baik dengan penambahan starter *P. acidilactici* F-11 maupun tidak, menunjukkan jumlah dan pola perkembangan ataupun penurunan bakteri *coliform* yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan starter *P. acidilactici* F-11 tidak efektif digunakan pada fermentasi ikan dengan penggaraman 30%.

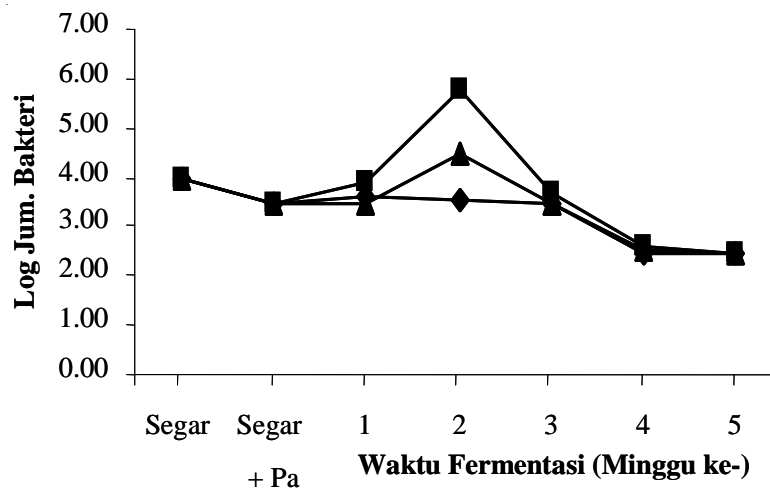
Bakteri Pembentuk Histamin

Semakin banyak kandungan bakteri pembentuk histamin pada ikan, berpeluang semakin meningkatkan kandungan histaminnya. Keberadaan bakteri pembentuk histamin selama proses fermentasi pada dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.

Bakteri pembentuk histamin sudah terdapat pada ikan kembung segar sebanyak $1,0 \times 10^4$ CFU/gram sebelum fermentasi. Menurut Yoshinaga dan Frank (1982) beberapa bakteri yang dapat menghasilkan histamin pada ikan segar yaitu *Morganella morganii*, *Klesbiella pneumoniae*, *Clostridium perfringens* dan *Hafnia alvei*. Adanya bakteri



Gambar 7. Log jumlah bakteri pembentuk histamin tanpa penambahan *P. acidilactici* F-11 selama fermentasi (◆ : garam 20%; ■ : garam 25%; dan ▲ : garam 30%)



Gambar 8. Log jumlah bakteri pembentuk histamin dengan penambahan Pa f-11 selama fermentasi (◆ : garam 20%; ■ : garam 25%; dan ▲ : garam 30%)

pembentuk histamin pada ikan segar memungkinkan terbentuknya histamin pada daging ikan sebelum terjadinya proses fermentasi apabila suhu penanganan tidak dikontrol.

Bakteri pembentuk histamin mengalami penambahan pada minggu pertama proses fermentasi (F1) tanpa penambahan starter. Pertumbuhan bakteri pembentuk histamin paling besar pada penggaram awal 20% tanpa starter. Hal ini disebabkan oleh kadar garam daging ikan pada penggaraman awal 20% lebih rendah bila dibandingkan dengan yang lainnya. Semakin tinggi kadar garam pada daging ikan menyebabkan semakin terseleksi bakteri yang tumbuh pada daging ikan, sehingga bakteri pembentuk histamin pada penggaraman awal yang lebih tinggi akan lebih sedikit dibandingkan dengan penggaraman yang lebih rendah.

Kenaikan jumlah bakteri pembentuk histamin masih terlihat pada awal fermentasi tahap kedua (F2-1). Adanya proses penanganan setelah fermentasi tahap pertama meliputi pencucian dan penirisan memungkinkan terjadinya kontaminasi ikan oleh beberapa bakteri yang dapat membentuk histamin. Namun jumlah bakteri pembentuk histamin pada proses fermentasi selanjutnya terus mengalami penurunan.

Penambahan starter *P. acidilactici* F-11, efektif mengurangi jumlah bakteri pembentuk histamin pada awal fermentasi (F1). Fermentasi menggunakan starter dengan penggaraman 20% dapat mengurangi kandungan bakteri pembentuk histamin sebesar 3 *log cycle* dari $1,2 \times 10^6$ menjadi $3,8 \times 10^3$ CFU/gram. Bakteri pembentuk histamin dapat berkurang sebanyak 2 *log cycle* dari $1,6 \times 10^5$ menjadi $7,5 \times 10^3$ CFU/gram pada penggaraman 25%,

sedangkan pada penggaraman 30%, kandungan bakteri pembentuk histamin tidak banyak mengalami perubahan bila dibandingkan dengan tanpa menggunakan starter. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kultur *P. acidilactici* F-11 terbukti efektif menekan bakteri pembentuk histamin pada awal fermentasi dengan penggaraman 20%. Keefektifan ini semakin menurun dengan bertambahnya jumlah garam yang ditambahkan pada ikan.

Jumlah bakteri pembentuk histamin relatif stabil yaitu 10^3 koloni/gram pada fermentasi tahap kedua (F2-1) dengan penggaraman 20% yang menggunakan starter. Hal ini dimungkinkan walaupun terdapat kontaminasi dari luar pada saat pembersihan garam dan penirisan, namun bakteriosin yang terbentuk oleh *P. acidilactisi* F-11 mampu menekan pertumbuhan kontaminan. Jumlah bakteri pembentuk histamin cenderung meningkat pada penggaraman awal 25% dan 30%,. Peningkatan ini disebabkan oleh aktivitas *P. acidilactici* F-11 yang kurang optimal dengan meningkatnya kadar garam pada daging ikan. Semakin tinggi kadar garam pada daging, menyebabkan semakin lemah daya saing *P. acidilactici* F-11. Beberapa bakteri seperti *Staphylococcus*, *Vibrio* dan *Pseudomonas* masih bisa bertahan hidup pada kadar garam 10-15% dan mempunyai kemampuan membentuk histamin (Mahendradatta 2003).

Kandungan bakteri pembentuk histamin terus mengalami penurunan baik pada fermentasi menggunakan starter maupun tanpa starter pada minggu ketiga fermentasi (F2-2). Penurunan ini lebih disebabkan oleh peningkatan kadar garam pada ikan. Adanya pola penurunan dan jumlah yang sama antara bakteri pembentuk histamin pada fermentasi dengan menggunakan starter dan yang tidak, menunjukkan aktivitas *P. acidilactici* F-11 sudah tidak optimal mengontrol pertumbuhan bakteri pembentuk histamin mulai minggu ketiga (F2-1) sampai akhir fermentasi (F2-4).

KESIMPULAN

Penggunaan *P. acidilactici* F-11 sebagai biokontrol mikroflora (bakteri) selama fermentasi pada efektif digunakan pada penggaraman rendah yaitu 20%. Ini ditunjukkan oleh terhambatnya pertumbuhan *coliform* dan bakteri pembentuk histamin selama proses fermentasi. Penambahan *P. acidilactici* F-11 pada penggaraman awal lebih dari 25% tidak efektif digunakan untuk menekan pertumbuhan *coliform* dan bakteri pembentuk histamin.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 1990. *Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist* 15th. Ed. Washington: Published by The Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Axelsson LT. 1993. Lactic acid bacteria: Classification dan Physiology. Di dalam *Lactic Acid Bacteria*. 1993. Salminen S, AV Wright. New York: Marcell Dekker Inc.
- Dabrowski W, Czeszejko K, Gronet A, Wesolowska A. 2001. Microflora of low-salt herring. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 4(2) [online]. <http://www.ejpau.media.pl/volume4/issue2/food/art-01.html>.
- Davidson PM, Hoover DG. 1993. *Antimicrobial components from lactic acid bacteria*. Di dalam *Lactic Acid Bacteria*. Salminen S, Wright AV, editor. New York: Marcel Dekker Inc.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2006. *Fermented Fish in Africa: A Study on Processing, Marketing and Consumption*. FAO Corporated Document Repository
- Glass KA, Loeffelholz JM, Ford JP, Doyle MP. 1992. Fate of *Escherichia coli* O157:H7 as affected by pH or sodium chloride and in fermented dry sausage. *Appl. And Envir. Micro* 58(8): 2513-2516.
- Heruwati ES. 2002. Pengolahan ikan secara tradisional: Prospek dan Peluang Pengembangan. *Jurnal Litbang Pertanian*. 21(3).
- Mahendraratta M. 2003. The change of histamine content in some fish-bashed foods during storage. *Indonesia Food dan Nutrition Progress* 10(1): 54-61.
- Nendissa JS, Rahayu ES. 2001. Pemanfaatan kultur *Pediococcus acidilactici* F-11 penghasil bakteriosin untuk memperbaiki kualitas ikan asin gurame. Di dalam: Himpunan Makalah Seminar Nasional Teknologi Pangan. Prosiding Mikrobiologi dan Bioteknologi Pangan. P:B 017-178. Semarang.
- Rahayu ES. 2003. Lactic Acid Bacteria in Fermented Foods in Indonesian Origin. *Agritech* 23(2): 75-84.
- Tanasupawat S, Komagata K. 1999. Lactic acid bacteria in fermented foods in southeast asia. Di dalam Nga BH, Tan MH, Suzuki KI, editor, *Microbial Diversity in Asia: Teknologi and Prospects*. World Scientific.
- Yang R, Ray B. 1994. Factor influencing production of bacteriocin by lactic acid bacteria. *Food Microbiology* 11:281-292.
- Yoshinaga DH, Frank HA. 1982. Histamine-producing bacteria in decomposing skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*). *Appl. Envir. Micro*. 44(2): 447-452.