

**PENDINGINAN IKAN BANDENG (*Chanos chanos* Forsk.)
DENGAN ES AIR LAUT SERPIHAN
(*SEA WATER FLAKE ICE*) DAN ANALISIS MUTUNYA**

*Chilling of Milkfish (*Chanos chanos* Forsk.) Using Sea Water Flake Ice
and Its Quality Analysis*

Ratna Ibrahim¹ dan Eko Nurcahya Dewi¹

¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan
Jurusan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedharto, SH Semarang

Diserahkan 22 September 2007; Diterima 17 Januari 2008

ABSTRAK

Akhir-akhir ini banyak pengusaha penangkapan ikan menanyakan pengaruh penggunaan es air laut terhadap mutu ikan, tetapi jarang mendapatkan jawaban, karena hasil penelitian tentang sifat-sifat es air laut serta perbandingan antara ikan dengan es air laut serpihan yang sesuai belum banyak dipublikasikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mutu ikan Bandeng setelah penyimpanan 3 hari dengan perbandingan ikan dan es air laut serpihan 1:1; 1:2 dan 1:3. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan. Data mutu organoleptik diuji dengan uji Friedman. Data nilai TVBN dan TMA diuji dengan sidik ragam dan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan diuji dengan BNJ. Perbedaan perbandingan ikan Bandeng dan es air laut serpihan pada proses pendinginan dalam kotak styrofoam selama 3 hari tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P>0,05$) terhadap nilai organoleptik, nilai TVBN dan nilai TMA. Kisaran nilai organoleptik, TVBN dan TMA ke 3 macam produk adalah 7.2-7.3; 16.07 – 17.28 mg N% dan 5.48 – 6.52 mg N%.

Kata kunci : Pendinginan, es air laut serpihan , ikan bandeng , mutu

ABSTRACT

Nowadays, there are a number of fishing company owners asking about the effects of using sea water flake ice to the fish quality because the research results on sea water flake ice characteristics as well as the suitable ratio between fish and sea water flake ice not much been published. The aim of the research was to evaluate the quality of milkfish, after three days of storage with the ratio between the fish and sea water flake ice of 1:1; 1:2 and 1:3. The experiment design applied was a Completely Randomized Design with three treatments and was done in triplicate. The organoleptic quality data were tested with Friedman test. Data on TVBN and TMA value were tested with analyses of variance. The HSD test was conducted to find out the differences among of the treatments. The different ratio between milkfish and sea water flake ice during three days of storage in styrofoam box did not give any significant influence ($P>0,05$) to the organoleptic , TVBN and TMA value. The ranges of organoleptic, TVBN and TMA values of the products were 7.2-7.3; 16.07 – 17.28 mg N% and 5.48 – 6.52 mg N% respectively.

Keywords : Chilling, sea water flake ice, milkfish ,quality.

PENDAHULUAN

Es batu dari air tawar adalah bahan pendingin ikan yang paling banyak dipakai di banyak negara, karena es mendinginkan dengan cepat tanpa banyak mempengaruhi keadaan ikan, dengan biaya yang relatif lebih murah (Murniyati dan Sunarman, 2000).

Menurut hasil penelitian Mulyanto (2005), ikan Tuna yang disimpan dalam es air laut selama 5 hari mempunyai mutu yang tidak berbeda dengan ikan Tuna yang disimpan dalam es air tawar, baik dari segi jumlah koloni bakteri maupun nilai organoleptik. Pada proses penyimpanan tersebut dilakukan penambahan es setiap 24 jam sekali pada masing-masing

perlakuan. Dari pustaka belum diperoleh publikasi tentang sifat-sifat es air laut serta perbandingan antara ikan dan es air laut yang sesuai. Berdasarkan hal tersebut perlu diadakan penelitian tentang pendinginan ikan dengan es air laut.

Es biasa atau es air tawar ("fresh water ice") mempunyai titik cair 0°C, sedangkan es air laut ("sea water ice") mempunyai kadar garam 2,5% hingga 3% dan titik cair (-2°C) (Ilyas dan Junizal, 1971). Es air laut juga mempunyai sifat anomali, yaitu tidak mempunyai titik cair yang tepat dikarenakan kadar garam yang terkandung dalam air laut. Berbeda dengan es air tawar yang selalu mencair pada titik 0°C.

Menurut Murniyati dan Sunarman (2000), hukum kekekalan energi untuk menghitung jumlah es yang dibutuhkan guna mendinginkan ikan pada proses yang melibatkan perubahan suhu yaitu : $Q = m \times \Delta t \times c$, dimana Q = beban penerimaan panas yang diterima es dari tubuh ikan, m = berat ikan, Δt = selisih antara suhu thermal ikan dengan suhu es dan c = panas spesifik ikan. Dari sifat es air laut dan rumus tersebut diduga proses pendinginan ikan membutuhkan jumlah es air laut yang lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan es air tawar. Perbandingan antara ikan dan es harus benar-benar diperhatikan, karena perbandingan yang tidak optimal yaitu jumlah ikan yang terlalu banyak dan es yang terlalu sedikit dapat mengakibatkan suhu di dalam wadah kurang optimal yang menyebabkan ikan cepat mengalami kebusukan (Ilyas, 1988).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mutu ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) berdasarkan nilai organoleptik, nilai TVBN dan nilai TMA selama penyimpanan 3 hari dalam kotak styrofoam dengan perbandingan ikan dan es air laut serpihan 1:1; 1:2 dan 1:3.

METODE PENELITIAN

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) segar dengan ukuran panjang total berkisar antara 20 - 21 cm. Kisaran beratnya 200-250 gram. Ikan tersebut dibeli dalam keadaan masih hidup dari tambak di daerah Puri Anjasmoro, Semarang.

Bahan pendingin ikan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah es air laut berbentuk serpihan ("Sea Water Flake Ice") yang dibuat dengan mesin pembuat es air laut berbentuk serpihan ("Sea Water Ice Maker"). Air laut yang

digunakan dalam pembuatan es air laut diperoleh dari perairan laut Jawa

yang dibeli dari nelayan kapal besar di daerah Jepara.

Metode penelitian menggunakan metode percobaan laboratoris, dan dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap. Sebagai perlakuan yaitu pendinginan ikan Bandeng dengan es air laut berbentuk serpihan yang terdiri dari 3 macam perbandingan yaitu 1 :1; 1 : 2; dan 1 :3 yang masing-masing disimpan dalam kotak styrofoam. Masing-masing perlakuan diulang 3 kali.

Metode penanganan dan pendinginan ikan Bandeng

Penanganan ikan dilakukan sejak dari tambak di daerah Puri Anjasmoro, Semarang hingga ke tempat penelitian dengan menggunakan es air laut sebanyak total berat ikan yang akan dipergunakan (1:1) dalam kotak styrofoam. Penanganan ini bertujuan untuk mempertahankan kesegaran ikan, agar tetap seperti keadaan awal.

Perlakuan pendinginan ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk) dilakukan dilaboratorium, dengan tahapan sebagai berikut:

1. Ikan dicuci dengan menggunakan air laut dingin (12°C) yaitu air laut yang didinginkan dengan suhu 12°C.
2. Ikan didinginkan dengan menggunakan es air laut berbentuk serpihan dengan perbandingan ikan dan es air laut yang berbeda yaitu 1:1; 1:2 dan 1:3 dalam kotak styrofoam berukuran 24 x 26 x 18 cm. Penambahan es air laut dilakukan dalam waktu yang berbeda sesuai dengan batas perubahan suhu pusat thermal ikan pada masing-masing perlakuan. Suhu ikan yang ditetapkan yaitu $\leq 5^\circ\text{C}$. Berdasarkan hal tersebut maka untuk :
 - Perlakuan A (1 kg ikan : 1 kg es air laut). Penambahan es air laut setiap 7 jam sekali.
 - Perlakuan B (0,6 kg ikan : 1,2 kg es air laut). Penambahan es air laut setiap 10 jam sekali.
 - Perlakuan C (0,5 kg ikan : 1,5 kg es air laut). Penambahan es air laut setiap 12 jam sekali.

Penyusunan ikan di dalam styrofoam dilakukan dengan metode "bulking" (Clucas and Ward, 1996), yaitu ikan dan es disusun berlapis-lapis secara berlawanan arah dengan posisi seperti berenang kemudian disimpan selama 3 hari.

3. Penambahan es air laut pada setiap perlakuan dilakukan dengan cara sebagai berikut : cairan es yang terbentuk dalam wadah diukur dengan gelas ukur, kemudian ditimbang. Sisa es dalam wadah tetap dipakai. Pada setiap perlakuan ditambahkan es air laut sesuai dengan jumlah es air laut yang telah mencair (meleleh) dengan konversi cairan es dalam kg adalah 1000 ml air es = 0,96 kg es air laut.

Metode Pengujian Mutu

Uji organoleptik berdasarkan SNI No.01-2345-1991, kadar TVBN dan TMA menggunakan metode Conway microdiffusion (Dirjen Perikanan, 1994).

Analisis Data

Data mutu organoleptik dianalisis dengan uji Friedman (Steel and Torrie, 1992). Data TVBN dan TMA dianalisis dengan ANOVA (Gomez dan Gomez, 1995). Untuk menguji perbedaan antar perlakuan digunakan uji Tukey's (Sudjana, 1982).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji kesegaran ikan Bandeng sebelum pendinginan

Hasil rata-rata uji kesegaran ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk) segar sebelum pendinginan tersaji pada Tabel 1.

Berdasarkan nilai organoleptik yang berada di atas nilai minimum SNI dan kadar TVBN

serta kadar TMA yang lebih rendah dari nilai maksimum SNI (Tabel 1), menunjukkan bahwa ikan Bandeng yang digunakan sebagai bahan penelitian masih segar, karena ikan Bandeng yang digunakan ditangkap dari tambak Puri Anjasmoro, Semarang dalam keadaan hidup. Hal itu dilakukan untuk mendekati kondisi penangkapan ikan di laut, karena keadaan mutu kesegaran ikan sebelum pendinginan sangat mempengaruhi mutu ikan setelah pendinginan. Menurut Sikorski. (1990), bahwa kualitas produk yang diinginkan tergantung pada kualitas bahan baku, metode dan lama penyimpanan.

Nilai organoleptik ikan Bandeng Setelah Disimpan 3 Hari

Hasil rata-rata nilai organoleptik ikan Bandeng segar setelah pendinginan selama 3 hari pada ketiga perlakuan tersaji pada Tabel 2.

Berdasarkan data nilai mutu organoleptik ikan Bandeng setelah pendinginan selama 3 hari (Tabel 2) dapat diketahui bahwa ikan Bandeng dari ketiga perlakuan tersebut mutunya masih baik, karena syarat nilai mutu organoleptik menurut SNI minimum 7,0 (Badan Standardisasi Nasional, 1994). Adapun tandanya adalah sebagai berikut : mata agak cerah, bola mata rata, warna insang merah agak kusam, tanpa lendir; lapisan lendir dipermukaan mulai keruh, sayatan daging sangat cemerlang, tidak ada pemerahan sepanjang tulang belakang, perut agak lembek, dinding perut dagingnya utuh, tidak berbau, netral, konsistensi agak lunak.

Tabel 1. Nilai Rata-rata Uji Kesegaran Ikan Bandeng Segar Sebelum Pendinginan.

Pengujian	Hasil Penelitian Ikan Bandeng segar	Standart Nasional Indonesia (1994)
Nilai organoleptik	8,25 ± 0,22	7 (minimum)
TVBN (mgN%)	13,267 ± 0,27	20 (maksimum)
TMA (mgN%)	2,853 ± 0,39	15 (maksimum)

Tabel 2. Nilai Mutu Organoleptik Rata-rata Ikan Bandeng Segar Setelah Pendinginan Selama 3 Hari

Perlakuan	Mata	Insang	Lendir	Sayatan Daging & Perut	Bau	Konsistensi	Xi
A	7,5±0,28	7,4±0,14	7,0±0,00	7,4±0,27	7,4±0,39	7,5±0,18	7,37 ± 0,21 a
B	7,4±0,34	7,4±0,25	7,0±0,00	7,3±0,30	7,2±0,27	7,4±0,50	7,31 ± 0,11 a
C	7,4±0,44	7,4±0,25	7,0±0,00	7,2±0,27	7,2±0,28	7,4±0,49	7,26 ± 0,08 a

Keterangan :

Nilai Xi tersebut merupakan nilai rata-rata dari 3 ulangan dari hasil penilaian 6 panelis, ± standar deviasi.

Data yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (P > 0,05).

Hasil uji Friedman terhadap nilai mutu organoleptik ikan Bandeng setelah pendinginan selama 3 hari menunjukkan bahwa $X^2_r \leq X^2$ pada taraf uji 0,05. Ini menunjukkan bahwa perbandingan antara ikan dan es air laut yang berbeda tidak memberikan perbedaan yang nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai mutu organoleptik ikan Bandeng setelah pendinginan selama 3 hari diantara ketiga perlakuan. Tidak adanya perbedaan tersebut diduga karena terjadinya kesamaan suhu thermal antar ketiga perlakuan, yaitu sama-sama mempertahankan suhu thermal ikan $\leq 5^\circ\text{C}$, walaupun dengan perbedaan waktu penambahan es air laut pada masing-masing perlakuan sampai akhir proses pendinginan. Selain itu waktu penyimpanan ikan relatif singkat yaitu 3 hari. Menurut Botta (1995), pada fase I (5 hari) selama penyimpanan dingin (suhu antara $0^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C}$) pada ikan segar tidak ada tanda-tanda pembusukan pada perubahan mutu secara organoleptik, baik pada kenampakan, bau dan rasa. Ilyas (1988), menyebutkan bahwa penyimpanan pada suhu $2 - (-1)^\circ\text{C}$ menyebabkan penurunan mutu ikan agak terhambat, sehingga daya awetnya sekitar 3 - 10 hari. Hal ini sesuai dengan pendapat Mulyanto (2005), bahwa ikan Tuna yang disimpan selama 5 hari dalam es air laut mempunyai mutu yang masih sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Nilai organoleptik ikan Bandeng setelah pendinginan selama 3 hari pada ketiga perlakuan berkisar 7,26-7,37. Nilai tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai organoleptik rata-rata ikan segar sebelum pendinginan yaitu 8,25. Diduga bahwa ikan telah mengalami sedikit penurunan mutu akibat adanya aktivitas mikroorganisme yang tahan suhu dingin yang masih terdapat pada tubuh ikan.

Tetapi berdasarkan nilai selang kepercayaan pada taraf uji 95% pada masing-masing perlakuan diperoleh hasil yaitu A ($7,31 < \mu < 7,43$), B ($7,24 < \mu < 7,38$) dan C ($7,22 < \mu < 7,30$). Hal ini menunjukkan bahwa ikan Bandeng masih segar, layak dikonsumsi, karena menurut Badan Standarisasi Nasional (1994), nilai minimal persyaratan mutu ikan segar secara organoleptik adalah 7, sedangkan dibawah nilai tersebut mutu ikan sudah tidak segar lagi.

Hasil TVBN ikan Bandeng setelah Penyimpanan

Hasil rata-rata nilai TVBN ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) segar setelah pendinginan selama 3 hari pada ketiga perlakuan tersaji pada Tabel 3.

Data yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Data tersebut menunjukkan bahwa ikan Bandeng dari ketiga perlakuan tersebut setelah disimpan 3 hari mutunya masih segar. Hal ini sesuai dengan pendapat Connell (1990), bahwa ikan basah masih dapat dikatakan segar dan layak dikonsumsi apabila mempunyai nilai TVBN kurang dari 20 mgN%.

Hasil sidik ragam nilai TVBN ikan Bandeng segar setelah pendinginan selama 3 hari menunjukkan bahwa F hitung (2,974) lebih kecil dari F tabel pada taraf uji 0,05 (5,14). Hal ini berarti perlakuan perbandingan antara ikan dan es air laut yang berbeda tidak memberikan perbedaan yang nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai TVBN diantara ketiga perlakuan. Diduga hal tersebut karena terjadinya kesamaan suhu thermal antar ketiga perlakuan, yaitu sama-sama mempertahankan suhu thermal ikan $\leq 5^\circ\text{C}$ walaupun dengan perbedaan waktu penambahan es air laut pada masing-masing perlakuan sampai akhir proses pendinginan. Selain itu waktu penyimpanan ikan relatif singkat yaitu 3 hari. Hasil ini sesuai dengan pendapat Connell (1990), bahwa ikan Cod mempunyai nilai TVBN kurang dari 20 mg N% setelah didinginkan pada suhu $0 - 5^\circ\text{C}$ selama 5 hari. Menurut Clucas dan Ward (1996), suhu rendah $0 - 6^\circ\text{C}$ menyebabkan aktivitas mikroorganisme dan enzim penyebab pembusukan terganggu sehingga pembentukan basa volatil nitrogen yang diduga akibat reaksi kimia setelah proses post rigor mortis dan aktivitas bakteri juga akan terganggu. Apabila kesegaran ikan menurun maka kandungan nitrogen yang mudah menguap akan meningkat sehingga akan meningkatkan kadar TVBN. Botta (1995), juga mengungkapkan bahwa peningkatan kadar TVBN dikarenakan oleh bertambahnya jumlah bakteri sehubungan dengan semakin berlanjutnya proses kemunduran mutu oleh mikroorganisme yang menghasilkan basa yang mudah menguap seperti ammonia. Meningkatnya kadar TVBN disebabkan oleh enzim proteolitik menjadi asam karboksilat, asam sulfida, ammonia maupun jenis asam lain.

Tabel 3. Nilai Rata-rata TVBN Ikan Bandeng Segar Setelah Pendinginan Selama 3 hari

Perlakuan	Ulangan (mgN%)			Rata-rata (mgN%)
	1	2	3	
A	15,54	16,42	16,26	16,07 ± 0,47a
B	17,63	17,06	16,43	17,04 ± 0,60a
C	18,06	16,45	17,32	17,28 ± 0,81a

Keterangan :

Perlakuan :

- A : Perlakuan (1 kg ikan : 1 kg es air laut). Penambahan es air laut setiap 7 jam sekali.
- B : Perlakuan (0,6 kg ikan : 1,2 kg es air laut). Penambahan es air laut setiap 10 jam sekali.
- C : Perlakuan C (0,5 kg ikan : 1,5 kg es air laut). Penambahan es air laut setiap 12 jam sekali.

Nilai rata-rata merupakan hasil rata-rata nilai TVBN dari tiga ulangan ± standar deviasi

Tabel 4. Nilai Rata-rata TMA Ikan Bandeng Segar Setelah Pendinginan Selama 3 hari

Perlakuan	Ulangan (mgN%)			Rata-rata (mgN%)
	1	2	3	
A	4,69	5,89	5,85	5,48 ± 0,68a
B	6,75	6,56	5,97	6,43 ± 0,41a
C	6,94	6,37	6,26	6,52 ± 0,36a

Keterangan :

- Nilai rata-rata merupakan hasil rata-rata nilai TMA dari tiga ulangan ± standar deviasi
- Data yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Hasil Analisa Kadar TMA ikan Bandeng Setelah Penyimpanan.

Hasil rata-rata nilai TMA ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk) segar setelah pendinginan selama 3 hari pada ketiga perlakuan tersaji pada Tabel 4. Data tersebut menunjukkan bahwa ikan Bandeng dari ketiga perlakuan tersebut masih baik mutunya. Hal ini sesuai dengan pendapat Connell (1990), batas maksimum kandungan TMA ikan yang masih termasuk segar adalah 10-15 mgN%.

Hasil sidik ragam nilai TMA ikan Bandeng segar setelah pendinginan selama 3 hari menunjukkan bahwa F hitung (3,923) lebih kecil dari F tabel pada taraf uji 0,05 (5,14). Ini menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan antara ikan dan es air laut yang berbeda tidak memberikan perbedaan yang nyata ($P > 0,05$) (Gomez and Gomez, 1995) terhadap nilai TMA diantara ketiga perlakuan. Diduga hal tersebut juga karena terjadinya kesamaan suhu thermal antar ketiga perlakuan, yaitu sama-sama mempertahankan suhu thermal ikan $\leq 5^{\circ}\text{C}$ walaupun dengan perbedaan waktu penambahan es air laut pada masing-masing perlakuan sampai akhir proses pendinginan. Selain itu waktu penyimpanan ikan relatif singkat yaitu 3

hari. Hal ini sesuai dengan pendapat Hadiwiyoto (1993) yang mengungkapkan bahwa senyawa-senyawa volatile (TMA, DMA, Amonia dan Methilamine) terbentuk akibat adanya penggabungan asam laktat, TMA (pada tahap awal pembusukan) dan penguraian protein (pada tingkat pembusukan lebih lanjut) oleh bakteri, dimana kedua proses tersebut akan berjalan lambat pada suhu rendah (0 - 6) $^{\circ}\text{C}$. Ilyas (1988), juga menyebutkan bahwa pada saat ikan membusuk, timbul senyawa trimethylamin (TMA) terutama pada ikan-ikan laut, serta basa-basa menguap. Perkembangan senyawa-senyawa tersebut meningkat lebih cepat dengan semakin tingginya suhu penyimpanan. Hal ini sesuai dengan pendapat Bustaman *et. al.*, (1983), kadar TMA berkorelasi cukup baik dengan perubahan sensori selama penyimpanan mutu atau pembusukan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perbandingan ikan Bandeng dan es air laut yang berbeda (1:1; 1:2 dan 1:3) pada proses pendinginan dalam kotak styrofoam selama 3 hari tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai organoleptik,

TVBN dan TMA pada ke 3 macam produk. Kisaran rata-rata nilai organoleptik produk adalah 7.2 – 7.3; TVBN 16.07 – 17.28 mgN% dan TMA 5.48 -6.52 mgN %

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Saudari Siti Malikhah S.Pi (alumni) dari Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Jurusan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNDIP yang telah ikut membantu selama penelitian. Juga kepada semua pihak yang tidak kami sebutkan disini yang juga telah ikut serta membantu selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 1994. Petunjuk Pengujian Organoleptik (SNI 01-2346-1991), Jakarta.1-7 hlm.
- Badan Standardisasi Nasional. 1994. Petunjuk Pengujian TVBN ,Dirjen Perikanan, 199. Jakarta.1-7 hlm.
- Botta, J.R. 1995. Evaluation of Seafood Freshness Quality.VCH Publisher Inc. United States
- Bustaman, S. A. Cholig dan S Nasran. 1983. Kemunduran Mutu Ikan Kembung (*Rastrelliger kanagurta*) pada Beberapa Cara Penanganan. Laporan Penelitian Teknologi Perikanan, Departemen Pertanian, 19 : Hlm. 1 – 6.
- Connell, J.J. 1990. Control of Fish Quality (Thirth Edition). Fishing News Book, Surrey, England, 227 pp.
- Clucas, I.J., and Ward, A.R. 1996. Post Harvest Fisheries Development : A Guide to Handling, Preservation, Processing and Quality. Natural Resources Institute. United Kingdom. 443 pp.
- Gomez, Kwanchai A and Arturo A. Gomez. 1995. Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta. (diterjemahkan oleh Endang Sjamsuddin dan Justika S. Baharsjah). 698 hlm.
- Hadiwiyoto, Suwedo. 1993. Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan Jilid I. Penerbit Liberty, Yogyakarta. 275 hlm
- Ilyas, Sofyan. 1988. Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan Jilid I, Teknik Pendinginan Ikan. Edisi Revisi. Yayasan Wijaya Kusuma. Jakarta. 237 hlm
- Mulyanto, Eka. 2005. Pengaruh Penggunaan Es Air Laut dan Es Air Tawar Pada Penanganan Pendinginan Ikan Tuna di Kapal Long Line terhadap Kualitas Kesegaran Ikan Tuna. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. UNDIP. Semarang. 107 hlm.
- Murniyati dan Sunarman. 2000. Pendinginan, Pembekuan dan Pengawetan Ikan. Kanisius. Yogyakarta. 220 hlm.
- Sikorski, Z.E.,1990. Chilling of Fresh Fish. In : Seafood Resources, Nutritional Composition and Preservation. Zdzislaw E.Sikorski (Ed).CRC Press Inc.Florida
- Steel, R. G. D and J. H. Torrie. 1989. Prinsip dan Prosedur Statistika. PT. Gramedia Pustaka Utama Jakarta (diterjemahkan oleh Bambang Sumantri). 748 hlm.