

KOMPARASI ASPEK TEKNIS DAN FINANSIAL SISTEM PENDINGINAN IKAN UNTUK KAPAL PENGANGKUT

Tenny Apriliani dan Agus Heri Purnomo¹⁾

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan pada Tahun 2004 dengan tujuan memperbandingkan paket-paket teknologi pendinginan di atas kapal untuk mendukung pengembangan sistem pengangkutan ikan di laut. Metode yang diterapkan adalah studi kasus dengan lokasi-lokasi meliputi Cilacap, Juwana dan Pekalongan, dimana nelayan telah melakukan uji coba pengoperasian teknologi mesin pembuat es air laut (*sea water on board ice maker*), sistem pendinginan air laut (*refrigerated sea water, RSW*), disamping sistem pendinginan yang umum dilakukan yaitu penggunaan es balok sebagai media pendingin. Pengambilan sampel dilakukan secara purposif terhadap kelompok pemilik kapal, nahkoda dan ABK kapal. Informasi pelengkap diperoleh melalui hasil diskusi dan wawancara dengan pejabat Dinas Perikanan dan Kelautan setempat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sistem pendinginan alternatif (mesin pembuat es air laut di atas kapal dan pendinginan air laut) secara teknis mampu mengatasi kesulitan pada penggunaan es balok, dimana fasilitas pendinginan hanya dapat berlangsung hingga kurang dari 10 hari. Dari sisi finansial, teknologi-teknologi alternatif tersebut memerlukan investasi yang lebih besar, namun demikian penggunaan teknologi-teknologi tersebut secara keseluruhan dapat meningkatkan keuntungan yang diperoleh dari kegiatan penangkapan. Jumlah investasi yang harus ditanamkan pada mesin pembuat es air laut dan RSW adalah sekitar Rp. 40 juta/unit dan Rp. 100 juta/palka. Investasi yang besar ini menyebabkan kecilnya kemungkinan bahwa pengembangan teknologi-teknologi tersebut diserahkan kepada nelayan. Meskipun demikian, mengingat dampak positif ganda yang dimungkinkan oleh penerapan teknologi tersebut, termasuk pengurangan susut hasil dan ketersediaan bahan baku berkualitas bagi industri pengolahan, teknologi tersebut perlu dipertimbangkan. Hal ini membawa implikasi kebijakan berupa perlunya peran pemerintah untuk mengupayakan pengadaan teknologi tersebut atas nama kepentingan umum.

ABSTRACT : *Technique and financial aspect comparison of refrigeration system for fish carrier vessels. By: Tenny Apriliani and Agus Heri Purnomo*

This research was carried out in 2004 and aimed to compare refrigeration technological packages applied on fishing vessels in order to support the development of fish carrier system on the sea. A case study approach was applied in three locations, namely Cilacap, Juwana dan Pekalongan, wherein fishers have been operating on board sea water ice maker technology, refrigerated sea water (RSW) technology in addition to the normal on-board refrigeration system, i.e., the use of ice bars. Samples were drawn purposively from vessel owners, captain, and crews. Meanwhile, complementary information was collected through discussion and interviews with officials of local Fisheries Service. The research showed that the use of alternative refrigeration systems (on-board ice maker and refrigerated sea water) are technically capable of overcoming problems associated with the use of ice bars, where effective refrigeration lasts only for less than 10 days. From financial point of views, such technologies requires a significant amount of investment; however, they are potentially be able to generate more profits to fishing industry. The total investment of on-board ice maker and the RSW system are 40 million rupiah per unit and 100 million rupiah per hatch, respectively. This amount of investment has made it impossible for average fishers to adopt the technologies. Nevertheless, considering the multiple benefits that are provided by the technologies, including in terms of reduction in harvest loss as well as the assurance of raw material supply for the processing industries, the potential of such technologies should not be neglected. The implication of this is that the government can play an important role, more specifically in making effort to develop the technologies in the name of public interests.

KEYWORDS: *technic and financial aspect, cooling system, carrier vessel*

¹⁾ Peneliti pada Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan

PENDAHULUAN

Sebagaimana dikatakan Junianto (2003), penanganan ikan pasca penangkapan memegang peranan yang sangat penting untuk memperoleh nilai jual ikan yang maksimal. Semakin segar ikan sampai ke tangan konsumen maka semakin tinggi pula nilai jualnya. Kesegaran tersebut dinilai berdasarkan kedekatan sifat-sifat ikan hasil tangkapan dengan sifat-sifatnya saat masih hidup baik rupa, bau, cita rasa, maupun teksturnya.

Penggunaan kapal pengangkut (*carrier vessel*) dan alternatif-alternatif teknologi pendingin lainnya telah dipertimbangkan untuk mengatasi masalah yang terkait dengan penurunan kualitas ikan hasil tangkapan kapal-kapal yang melaut dalam jangka waktu relatif lama (Purnomo *et al.*, 2004). Dalam hal ini, teknologi pendinginan seperti penggunaan es balok/curah, pemasangan mesin pembuat es diatas kapal, dan aplikasi alat refrigerasi untuk menurunkan dan mempertahankan suhu air laut sebagai media pendingin ikan merupakan salah satu komponen pendukung utama yang menentukan kelayakan sebuah metode pengangkutan untuk ikan pada kapal-kapal pengangkut tersebut. Penggunaan salah satu atau kombinasi dari teknologi-teknologi tersebut akan membuka peluang bagi kapal-kapal pengangkut untuk meningkatkan kapasitas, dan diharapkan berdampak positif pada efisiensinya dan pendapatan nelayan.

Namun demikian, pada saat ini akibat kondisi *over fishing* di beberapa perairan yang menyebabkan bertambahnya jumlah hari melaut kapal-kapal penangkap seiring semakin jauhnya *fishing ground* telah menyebabkan penggunaan es balok sebagai media pendingin tidak lagi cukup efektif dan efisien. Hal tersebut dikarenakan oleh berkurangnya kemampuan pendinginan sebagai akibat mencairnya es balok selama proses penangkapan dan kebutuhan akan tempat penyimpanan yang cukup luas untuk penempatan es balok di kapal.

Urgensi penggunaan media atau teknologi pendinginan dalam penanganan hasil tangkapan pasca tangkap dan masalah yang terkait dengan penggunaan es tersebut di atas merupakan pendorong berkembangnya teknologi-teknologi pendinginan alternatif. Mesin pembuat es air laut di atas kapal (*sea water on board ice maker*) misalnya, telah dipertimbangkan menjadi salah satu pertimbangan alternatif tersebut. Teknologi pembuat es air laut ini ditujukan untuk menyediakan sarana pembuat es dari air laut diatas kapal, sehingga kualitas hasil tangkapan akan lebih baik bila dibandingkan dengan menggunakan es batu yang dibawa dari pelabuhan. Menurut Junianto (2003) kualitas es yang terbuat dari air laut lebih baik, dalam arti lebih lembut sehingga

tidak merusak daging ikan dan tahan lama. Teknologi pendingin lain yang telah dicoba oleh sebagian nelayan adalah sistem *Refrigerated Sea Water (RSW)* yang berupa media pendingin air laut dengan menggunakan alat mekanis yaitu *refrigerator*.

Pengamatan lapang yang dilakukan selama penelitian ini yaitu sejak bulan Juni hingga November 2004 menunjukkan adanya urgensi untuk mengungkapkan performa dari masing-masing teknologi tersebut dilihat dari beberapa aspek terkait. Aspek teknis (termasuk kepraktisan) dan aspek finansial merupakan dua aspek penting yang perlu untuk dikaji. Hal ini terutama terkait dengan perbedaan karakteristik perikanan yang menyebabkan perbedaan pada kebutuhan pendinginan dan kemungkinannya untuk mengadopsi salah satu dari teknologi tersebut. Informasi tersebut penting bagi pengusaha penangkapan ikan maupun pengambil kebijakan dalam merancang pengembangan sistem pengangkutan ikan di laut. Untuk itu penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk melihat kelebihan dan kekurangan dari paket teknologi pendingin tersebut, dilihat dari aspek teknis dan finansialnya.

METODE

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus. Mengenai pengoperasian teknologi-teknologi pendingin oleh nelayan yang berupa mesin pembuat es air laut (*on board ice maker*) di Cilacap dan *RSW* di Juwana dan pengguna es balok pada lokasi yang sama. Di Cilacap, teknologi pembuat es di atas kapal diperkenalkan oleh peneliti Pusat Riset Teknologi Kelautan; sedangkan di Juwana, teknologi *RSW* diperkenalkan oleh pengusaha swasta (PT. Trieka Rukun Indah) yang bekerjasama dengan koperasi nelayan setempat.

Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder. Data-data yang diambil meliputi aspek teknis dan finansial yang berkaitan dengan ujicoba *on board ice maker*, *refrigerated sea water* serta teknologi pendingin lain yang digunakan oleh nelayan. Data primer diperoleh melalui wawancara dengan para pengguna teknologi pendinginan tersebut serta Pejabat Dinas Perikanan setempat, sedangkan data sekunder meliputi data komparasi penggunaan es balok dan mesin pembuat es air laut dari Pusat Riset Teknologi Kelautan, hal ini dikarenakan keterbatasan data yang dapat digali di lapangan. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, sampel dipilih dengan sengaja untuk memenuhi tujuan yang ingin dicapai (Fauzi, 2000). Sampel yang diambil untuk penelitian ini terdiri dari pemilik kapal, nahkoda dan ABK kapal pengguna teknologi pendinginan serta informasi lain yang diperoleh melalui wawancara

dengan Pejabat Dinas Perikanan dan Kelautan yang terkait dengan sub bidang penangkapan setempat.

Analisis data yang dilakukan meliputi aspek teknis dan finansial. Aspek teknis meliputi pengoperasian teknologi-teknologi pendingin tersebut, termasuk kepraktisannya yang ditampilkan secara deskriptif. Aspek finansial dikaji dengan menggunakan analisis keuntungan (*profit*), rasio penerimaan-biaya (*Revenue Cost Ratio*), dan analisis periode kembali modal (*Pay-back Period*) (Sisdjatri, 1990; Riyanto, 1995; Hernanto, 1998). Aspek finansial mempunyai peran strategis sebagai dasar pengambilan keputusan (*decision maker*) dalam pemilihan suatu investasi/proyek disamping aspek-aspek lain yang juga menjadi bahan pertimbangan.

HASIL DAN BAHASAN

Perbandingan Aspek Teknis

Es balok

Dari sisi teknis, es balok sebagai media pendingin mempunyai beberapa kelebihan. Junianto (2003) menyebutkan, kelebihan-kelebihan tersebut diantaranya adalah kapasitas pendingin yang besar per satuan berat, yaitu sebesar 80 kkal per kg es; keamanan konsumen terkait dengan penjagaan suhu ikan pada level suhu 0°C; efisiensi ekonomis terkait dengan harganya yang murah, serta kepraktisan yang terkait dengan kemudahan dalam penggunaannya. Seperti yang disampaikan oleh responden nelayan yang diwawancarai, hal-hal tersebut menjadi alasan utama bagi nelayan-nelayan di lokasi penelitian untuk menggunakan es balok sebagai media pendingin, disamping itu ketersediaan bahan alternatif pengganti yang memang belum tersedia atau belum terinformasikan secara jelas.

Pada prakteknya, pemakaian es balok secara logika akan bertambah besar seiring dengan bertambahnya durasi melaut akibat terjadinya *over fishing* di beberapa wilayah perairan. Namun keterbatasan palka untuk menampung es balok membatasi jumlah es yang dapat dibawa oleh nelayan. Durasi melaut yang lebih lama tersebut juga menyebabkan sebagian es telah mencair sebelum dipergunakan untuk pendingin ikan. Hal ini terutama terjadi pada kapal-kapal yang tidak dilengkapi dengan palka-palka berinsulasi. Dengan demikian, meskipun es dipandang sebagai media pendingin yang murah dan mudah dalam penggunaannya, pada kondisi sumberdaya perikanan yang semakin berkurang seperti pada saat ini, maka pada sebagian jenis atau ukuran kapal teknologi pendinginan ikan tidak lagi dapat digunakan secara optimal, misalnya pada kapal-

kapal besar berukuran >30 GT dengan durasi melaut yang panjang.

Mesin pembuat es air laut (*On board sea water ice maker*)

Teknologi pendinginan ini memungkinkan penyediaan es dari air laut di atas kapal sesuai kebutuhan, sehingga kualitas hasil tangkapan akan lebih baik bila dibandingkan dengan menggunakan es batu yang dibawa dari pelabuhan. Penyediaan es sesuai kebutuhan tersebut juga dapat diharapkan mampu menekan biaya operasional kapal dengan menggantikan biaya pembelian es balok sebelum berangkat serta tambahan beban/*displacement* kapal yang berakibat pada penambahan pemakaian bahan bakar mesin penggerak kapal dengan pemakaian bahan bakar penggerak mesin generator pembangkit listrik untuk mesin pembuat es. Peralatan dapat dipasang dengan mudah pada kapal karena berbentuk paket dengan masa operasi sekitar 6 - 8 minggu.

Mesin pembuat es air laut terdiri dari unit kondensor, unit kompresor, unit evaporator, tabung pendingin, *ice crusher*, sistem kontrol dan satu generator set. Mesin ini juga dilengkapi dengan unit pengontrol untuk mengalirkan air laut sesuai dengan kapasitas produksi dan ketebalan es yang diinginkan. Aliran air laut yang dialirkan ke kondensor oleh pompa mampu menurunkan suhu air laut hingga mencapai 10°C. Air laut yang sudah dingin akan disirkulasi secara terus menerus di dalam tabung yang berfungsi untuk menyerap panas dan menurunkan suhunya sehingga air laut mencapai titik bekunya.

Salah satu kelemahan dari teknologi ini adalah bahwa sejauh ini, mesin-mesin pembuat es air laut termasuk yang telah dicobakan oleh pemilik kapal di Cilacap belum mampu menghasilkan es yang homogen karena kadar garam dalam air laut yang berbeda. Kendala teknis ini terjadi karena pembekuan berjalan tidak cukup cepat sehingga es air tawar akan terbentuk mendahului pembentukan es dengan larutan garam yang lebih pekat. Dengan demikian titik lelehnya pun tidak tentu. Akibatnya, sebagian ikan yang disimpan mengalami pembekuan, sebagian akan menjadi terlalu asin, sedangkan sebagian lainnya seperti didinginkan dengan es air tawar. Kelemahan umum lain dari teknologi ini adalah pengontrolan suhu dalam penyimpanan sebagai media pendingin merupakan hal yang sulit untuk dilakukan sehingga kualitas ikan tidak mudah untuk diprediksikan (Ilyas, 1972). Dengan adanya kelemahan-kelemahan tersebut pembuatan es air laut sebaiknya hanya digunakan di atas kapal penangkap yang pergi jauh ke laut dengan durasi melaut yang cukup lama (> 10 hari) di wilayah pantai yang sukar memperoleh air tawar dan harganya mahal, di perairan yang belum tercemar (Ilyas, 1988)

Refrigerated sea water

Teknologi pendinginan air laut dengan menggunakan alat mekanis (*refrigerator*) ini, mempunyai keunggulan dibanding es air laut. Salah satunya adalah bahwa suhu air laut dapat dipertahankan pada tingkat tertentu dan konsistensi dapat diusahakan sebaik mungkin. Media pendingin air yang didinginkan dengan alat mekanis disebut juga dengan *refrigerated sea water* (RSW) sedangkan alat mekanik pendinginnya adalah *refrigerator*. Proses pendinginan RSW yang dicoba oleh nelayan di lokasi penelitian (Juwana) tersebut pada dasarnya sama dengan prinsip-prinsip yang dijelaskan dalam literatur (Junianto, 2003).

Dari hasil pengamatan pada penggunaan teknologi RSW di Juwana, diketahui bahwa teknologi tersebut menunjukkan beberapa keunggulan teknis. Di antara keunggulan-keunggulan tersebut adalah proses pendinginan yang lebih cepat sehingga ikan memiliki umur simpan yang lebih lama, tekanan fisik pada ikan berkurang dan muatan ikan pada palka lebih banyak karena tidak perlu tempat untuk es balok. Di samping itu suhu penanganan lebih optimal (-1,5°C) sedangkan dengan es balok hanya mampu mendinginkan sampai 8-11°C. Lebih lanjut, penggunaan RSW menghasilkan penanganan ikan dalam jumlah banyak dan lebih cepat, menggunakan tenaga kerja yang lebih sedikit karena tidak membutuhkan tenaga kerja untuk pengadaan es balok. Dari sisi beban muatan terhadap kapal, mengangkut RSW lebih ringan dibandingkan membawa es balok dari darat.

Terlepas dari kelebihan-kelebihan tersebut sistem RSW mempunyai beberapa kelemahan. Diantara kelemahan-kelemahan tersebut adalah adanya penetrasi garam dari RSW kedalam tubuh ikan sehingga ikan akan terasa asin. Kelemahan lain dari sistem ini terkait dengan perlunya sirkulasi air secara terus menerus untuk memperoleh suhu yang merata. Pergantian air juga perlu dilakukan karena air yang

terlalu lama digunakan akan menyebabkan kebusukan pada ikan.

Paket teknologi RSW juga pernah digunakan oleh sekelompok nelayan di Pekalongan pada kapal yang khusus digunakan untuk menampung hasil tangkapan dari beberapa kapal penangkap. Kesulitan teknis yang dialami oleh pemilik kapal pada saat itu (tahun 1997) terkait dengan kondisi tangkap lebih (*over fishing*) yang menyebabkan lamanya waktu penampungan karena minimal 30 kapal penangkap yang berukuran antara 30 hingga 80 GT diperlukan untuk memenuhi palka kapal penampung. Akibatnya, sebagian besar hasil tangkapan yang ditampung membeku dan sulit dipisahkan satu dengan yang lain. Karena kesulitan tersebut, penggunaan teknologi tersebut hanya berjalan selama dua tahun.

Perbandingan Aspek Finansial

Es balok

Variabel biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan es balok/curah terdiri dari biaya pembelian es balok (antara Rp 8.000 s/d Rp. 10.000 per balok), biaya angkut es (antara Rp. 500 s/d Rp.1.000 per balok) serta biaya penyusutan es balok hingga pada saat akan digunakan (sekitar 15% hingga 30% tergantung durasi melaut). Sifat leleh es ini yang menjadikan penggunaan es balok sebagai media pendingin tidak efektif pada durasi penangkapan yang cukup panjang.

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa penggunaan es balok sebagai media pendingin hanya mampu mempertahankan 40% ikan hasil tangkapan dalam kualitas yang baik yaitu 7,2 ton sedangkan sisanya sebesar 60% dalam kondisi yang rusak (asumsi : total hasil tangkapan sebesar 18 Ton) pada kapal purse seine ukuran 60 GT yang membutuhkan sekitar 30 hari per trip. Keuntungan lebih besar seharusnya bisa diperoleh jika 60% tangkapan yang rusak dapat dipertahankan kualitasnya karena

Tabel 1. Keragaan hasil tangkapan dengan kapal purse seine 60 GT di Juwana, Jawa Tengah, Tahun 2004.
Table 1. Profile capture fishing of purse seine vessels 60 GT in Juwana, Central Java, 2004

| | Produksi (Ton)/ Production (Ton) | Harga(Rp/Kg)/ Price (Rp/Kg) | Total (Rp)/ Total (Rp) |
|---|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Rusak/Damage | 10.8 | 3 | 32.400.000 |
| Baik/Good quality | 7.2 | 7 | 50.400.000 |
| Penerimaan/Revenue | | 82.800.000 | |
| Biaya Operasional (Rp)/Operational cost(Rp) | | 40.000.000 | |
| Laba Kotor (Rp)/Gross benefit (Rp) | | 42.800.000 | |

Sumber/Source: Data Primer, diolah (2004)/Primary data, processed (2004)

perbedaan nilai jual yang cukup besar antara ikan kualitas baik dan rusak. Dengan kondisi yang ada keuntungan kotor yang diperoleh nelayan hanya sebesar Rp. 42.800.000,-

Mesin pembuat es air laut (On board sea water ice maker)

Berdasarkan data sekunder yang diperoleh maka efisiensi biaya operasional dapat mencapai Rp. 5.940.000/trip dengan menggunakan mesin pembuat

es air laut. Data sekunder ini digunakan karena adanya keterbatasan waktu penelitian dan data pendukung mengenai penggunaan mesin pembuat es air laut di lapang. Pengadaan dan pengangkutan es balok baik yang dibawa pada saat berangkat maupun yang ditambahkan di lokasi penangkapan digantikan oleh es hasil produksi mesin ini. Penyusutan es pun dapat ditekan karena produksi es dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Perhitungan finansial penggunaan es balok dan mesin pembuat es air laut secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komparasi penggunaan es balok dan mesin pembuat es air laut pada kapal > 60 GT di Cilacap, Jawa Tengah, 2004*)

Table 2. Comparison of using of ice block and sea water ice maker on board for vessel with >60 GT in Cilacap, Central Java, 2004

| Keterangan/Information | Es balok (Rp) /Ice block (Rp) | Mesin pembuat es air laut (Rp)/ Sea water on board ice maker (Rp) |
|--|-------------------------------------|--|
| 1.1. Perbekalan es curah (saat berangkat)/ Provisions of ice flakes (when leave) | | |
| 1 Es balok (800 balok @ Rp 8.000)/ Ice block (800 block @ IDR 8.000) | 6.400.000 | |
| 2 Penyusutan 30% (240 balok @ Rp 8.000)/ Depreciation 30% (240 block @ IDR 8.000) | 1.920.000 | |
| 3 Kuli (800 balok @ Rp 500)/Labour (800 block @ IDR 500) | 400 | |
| 4 Es efektif (560 balok @Rp 8.000)/ Effective ice used (560 block @ IDR 8.000) | 4.480.000 | |
| 1.2. Penambahan es ke lokasi penangkapan (di laut)/ Ice addition in capture location | | |
| 5 Es balok (300 balok @ Rp 8.000)/ Ice block (300 block @ IDR 8.000) | 2.400.000 | |
| 6 Penyusutan 15% (45 balok @ Rp 8.000)/ Depreciation 15% (45 block @ IDR 8.000) | 360 | |
| 7 Kuli angkut es (300 balok @ Rp 500)/ Labour (300 block @ IDR 500) | 150 | |
| 8 Es efektif (255 balok @Rp 8.000) / Effective ice used (255 block @ IDR 8.000) | 2.040.000 | |
| 2.1. Perbekalan es curah (saat berangkat) untuk 10-15 hari/ Provisions of ice flakes (when leave) to 10-15 days | | |
| 9 Es balok (200 balok @ Rp 8.000) / Ice block (200 block @ IDR 8.000) | | 1.600.000 |
| 10 Penyusutan 30% (30 balok @ Rp 8.000) / Depreciation 30% (30 block @ IDR 8.000) | | 240 |
| 11 Kuli (200 balok @ Rp 500)/ Labour of ice taker (200 block @ IDR 500) | | 100 |
| 2.2. Pembuatan es (45 hari sebanyak 15 kali)/ Ices making (15 times, 45 days) | | |
| 12 Solar (15 x 24 jam x 2,5 liter x Rp 1.850)/ Diesel fuel (15 x 24 hours x 2,5 liters x IDR 1.850) | | 1.665.000 |
| 13 Oli (3 liter x Rp 15.000)/ Machine oil (3 liters x IDR 15.000) | | 45 |

Sumber/Source : Pusat Riset Teknologi Kelautan, 2004

*)Keterangan/Remark : Satu Trip Penangkapan 60 hari/One Trip = 60 days

Bagi nelayan, keuntungan yang dapat diperoleh dengan menggunakan *on board ice maker* di antaranya adalah efisiensi bahan bakar dan meningkatnya kecepatan kapal karena tidak perlu membawa es balok dari darat dan es juga tidak perlu dihancurkan karena sudah berbentuk curah. Nelayan dapat pula memanfaatkan mesin pembuat es dari air laut dengan berbagai ukuran dan kapasitas penghasil es. Kemudian, bagi ikan hasil tangkapan, ikan tetap segar karena sifat-sifat es yang terbuat dari air laut bersifat lebih dingin, lebih tahan lama, dan butiran es lebih halus. Es dari air laut, yang merupakan material asal habitat ikan, akan memperbaiki kualitas ikan hasil tangkapan, dan produksi es bisa dilakukan sesuai kebutuhan. Oleh karena itu optimalisasi kegiatan penangkapan dapat diupayakan secara maksimal.

Berdasarkan pengolahan data primer dengan menggunakan analisis finansial, pengembangan teknologi mesin pembuat es air laut layak untuk dilanjutkan. Nilai keuntungan (*Profit*) yang diperoleh dari pengadaan teknologi ini adalah sebesar Rp. 175.648.000 yang menunjukkan bahwa penerimaan yang diperoleh dari kegiatan penangkapan jauh lebih besar daripada investasi yang harus ditanamkan. Peningkatan jumlah hasil tangkapan dalam kualitas baik merupakan faktor utama peningkatan dari sisi penerimaan. Masa pengembalian investasi pun sangat singkat yaitu sekitar dua bulan. Namun besarnya investasi yang harus ditanamkan merupakan kendala bagi nelayan-nelayan tradisional. Oleh karena itu peran

pemerintah dalam pengadaan teknologi merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan dalam perbaikan kualitas ikan hasil tangkapan.

Refrigerated sea water

Secara finansial penggunaan RSW sebagai teknologi pendinginan dapat memberikan dampak positif terhadap pendapatan nelayan. Kenaikan keuntungan yang diperoleh dari total hasil tangkapan, peningkatan jumlah ikan hasil tangkapan dalam kualitas baik dapat mencapai 80% serta efisiensi biaya sebesar Rp 2.200.000 dibandingkan dengan menggunakan es balok. Pada Lampiran 2 terlihat bahwa penerapan sistem RSW di Cilacap secara finansial layak untuk dilanjutkan. Perhitungan nilai R/C Ratio dari teknologi ini menunjukkan bahwa sistem RSW dapat memberikan nilai yang positif dengan adanya penerimaan keuntungan. Namun jangka waktu pengembalian investasi yang ditanamkan pada sistem RSW lebih lama dibandingkan mesin pembuat es air laut yaitu selama sekitar dua tahun. Hal ini karena nilai investasi yang ditanamkan pada sistem RSW jauh lebih besar dari mesin pembuat es air laut.

Kebutuhan investasi untuk menerapkan teknologi RSW cukup besar, untuk mesin RSW sendiri membutuhkan modal usaha sebesar Rp. 100.000.000,-/palka (harga bervariasi disesuaikan dengan kondisi kapal yang akan dipasang RSW). Kebutuhan investasi secara lebih lengkap disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kebutuhan input kapal penampung dengan RSW di Juwana, Jawa Tengah, Tahun 2004
Table 3. Input recruitments for carrier vessel with RSW in Juwana, Central Java, 2004

| | Jumlah/Amount | Harga/Price (Rp.) |
|---|----------------------------|-------------------|
| 1 Input investasi/ <i>Investment input</i> | | |
| - Kapal/ <i>Vessel</i> | 1 unit/ <i>unit</i> | 115.000.000 |
| - Mesin/ <i>Machine</i> | 1 unit/ <i>unit</i> | 150.000.000 |
| - Alat tangkap (jaring)/ <i>Fishing gear (net)</i> | 1 unit/ <i>unit</i> | 250.000.000 |
| - Alat Komunikasi/ <i>Communication tools</i> | 1 unit/ <i>unit</i> | 30.000.000 |
| - RSW/ <i>RSW</i> | 4 palka/ <i>hatch</i> | 400.000.000 |
| 2 Input operasional (Trip)/ <i>Operational input (Trip)</i> | | |
| - Perbekalan/ <i>Consumption</i> | - | 15.000.000 |
| - Garam/ <i>Salt</i> | 4 Ton/ <i>Ton</i> | 1.000.000 |
| - Es balok/ <i>Ice block</i> | 50 Ton/ <i>Ton</i> | 7.500.000 |
| - Solar/ <i>Diesel fuel</i> | 10.000 liter/ <i>liter</i> | 18.100.000 |
| - Oli/ <i>Machine oil</i> | 60 liter/ <i>liter</i> | 750.000 |

Sumber/Source: Data primer, diolah (2004)/*Primary data, processed (2004)*

Tabel 4. Perbandingan RSW dengan es balok berdasarkan aspek teknik dan finansial
 Table 4. Comparison between RSW and ice block based on technique and financial aspect

| Aspek/Aspect | Es balok/Ice block | RSW/RSW | Keuntungan RSW/RSW benefit |
|---|--|---|--|
| 1. Teknis/Technique | | | |
| a. Beban kapal/Vessel weight | Beban es balok 25 ton/Burden associate with ice block weight 25 ton | Beban mesin RSW 10 Ton/RSW machine weight 10 ton | Penghematan waktu dan solar, karena kapal lebih ringan/Time and diesel fuel saving, because vessel is lighter. |
| b. Durasi melaut/Day trip | Waktu melaut maksimal 21 hari/Maximum fishing trip is 21 days | Waktu berlayar hingga 30 hari/Trip days can be extended up to 30 days | Tangkapan bisa lebih banyak/Vessel can catch more |
| c. Kapasitas palka/Hatch capacity | Palka terisi es balok 25 ton/Space must be made available for 25 tons ice blocks | Palka terisi ikan keseluruhan/Vessel fish hold can be optimized for storing fish | Palka dapat menyimpan ikan 10 Ton lebih banyak/Vessel fish hold can accomodate 10 tons more catch |
| d. Kestabilan suhu saat bersandar/ Temperature stability, when vessel landing | Saat bersandar, es balok mencair, temperatur 10-15°C / When landing, ice block melt, temperature reaches 10-15°C | Saat bersandar, temperatur terjaga -5°C/When landing, temperature is constant at -5°C | Jumlah ikan yang rusak jauh lebih sedikit/Amount of spoiled fish much smaller |
| e. Kualitas ikan tangkapan/Fish capture quality | Tangkapan 25 ton, kualitas ikan yang rusak sekitar 30%/25 ton capture, spoiled fish about 30% | Tangkapan 35 ton, kualitas ikan yang rusak sekitar 10%/35 ton capture, spoiled fish about 10% | Total jumlah ikan yang bisa dijual 80% lebih banyak/Total saleable fish increases by 80% |
| 2. Finansial/Financial | | | |
| a. Biaya operasional/Operational cost | Diperlukan biaya Rp 5.500.000,00 untuk pembelian es balok 25 ton + penanganan /Costed Rp 5.500.000,00 for ice block purchase 25 ton + handling | Diperlukan biaya Rp 3.300.000 untuk tambahan solar genset RSW / Rp 3.300.000 is needed for RSW genset diesel fuel | Penghematan biaya Rp 2.200.000/Cost saving Rp. 2.200.000 |

Keterangan/Notes : Data-data pada tabel di atas sebagian diperoleh dari wawancara dengan nelayan, sebagian lainnya diperoleh dari PT. Trieka Rukun Indah /Data were collected from fishers and PT Trieka Rukun Indah, Jakarta.

Data dalam Tabel 4 menunjukkan keuntungan yang bisa diterima oleh nelayan jika menggunakan RSW dilihat dari aspek teknis dan finansialnya. Biaya operasional penangkapan berkurang karena dapat dilakukan pengurangan jumlah es balok yang dibawa, efisiensi waktu dan bahan bakar selama perjalanan ke lokasi penangkapan serta memaksimalkan durasi penangkapan. Tangkapan dalam kualitas buruk pun

dapat ditekan, sehingga jumlah tangkapan dalam kualitas baik mencapai 80%.

Dalam penerapan sistem penampung berpendingin di Pekalongan, kebutuhan input cukup besar (Tabel 5). Investasi yang ditanamkan untuk menerapkan teknologi ini cukup besar, namun pada kenyataan di lapang hasil yang diperoleh sangat tidak sesuai dengan harapan investor (pemilik kapal). Hasil

Tabel 5. Kebutuhan input sistem penampung dengan pendingin dalam kapal di Pekalongan, Jawa Tengah, tahun 2004
 Table 5. Input recruitments for carrier system with on board refrigerating system in Pekalongan, Central Java, 2004

| | Jumlah/Amount | Harga/Price (Rp.) |
|--|--------------------|-------------------|
| 1 Input investasi/Investment input | | |
| - Kapal/Vessel | 1 unit/unit | 75.000.000 |
| - Mesin/Machine | 1 unit/unit | 3.000.000 |
| - Alat tangkap/Fishing gear | 1 unit/unit | 75.000.000 |
| 2 Input operasional (Trip)/ Operational input (Trip) | | |
| - Perbekalan/Consumption | | 10.000.000 |
| - Solar/Diesel fuel | 10.000 liter/liter | 16.500.000 |

Sumber/Source: Data Primer, diolah/Primary data, processed

tangkapan yang didaratkan tidak laku di pasaran karena kualitas ikan sangat rendah.

Pemilihan Teknologi Pendingin Untuk Berbagai Keperluan Pengangkut Ikan Berdasarkan Aspek Teknis dan Finansialnya

Menurut Hester (1970), beberapa hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pendapatan nelayan adalah dengan melakukan peningkatan nilai dan volume hasil penangkapan melalui adopsi teknologi. Teknologi-teknologi yang dimaksud adalah teknologi yang dapat memperpanjang hari melaut, misalnya dengan menggunakan sonar, jaring yang lebih dalam, serta dengan meningkatkan kapasitas alat penampung misalnya dengan menggunakan RSW dan

membangun strategi operasional penangkapan untuk multi-spesies ikan. Namun untuk menerapkan teknologi tersebut harus diperhitungkan aspek finansialnya. Data dalam Tabel 6 menyajikan perhitungan ketiga jenis paket teknologi yang dapat diadopsi dalam rangka peningkatan pendapatan.

Analisis finansial sistem pendinginan di atas kapal

Penggunaan sistem pendingin di Pekalongan pada pelaksanaannya justru membawa kerugian yang cukup besar mencapai Rp. 41.300.000. Kerugian ini terjadi karena pada setiap trip penangkapan ikan hasil tangkapan rusak sehingga tidak laku dijual. Berdasarkan perhitungan *Revenue Cost Ratio* (R/C

Tabel 6. Analisis finansial sistem pendinginan di atas kapal
 Table 6. Financial analysis of on board refrigerating system

| Sistem pendinginan di atas kapal/ Cooling system on board | Keuntungan/ Profit | R/C Ratio | Masa pengembalian investasi (tahun)/ Pay back period (year) |
|--|-----------------------|--------------|---|
| Sistem pendingin di Pekalongan/ Refrigerating system in Pekalongan | 41.300.000 | 0.79 | na |
| Sistem pendinginan air laut di Juwana/ Refrigerated sea water in Juwana | 162.600.000 | 1.27 | 2.460 |
| Mesin pembuat es air laut/ On board sea water ice maker | 175.648.000 | 1.09 | 0.228 |

Sumber/Source : Data primer, diolah /Primary data, processed

Keterangan/Notes : na : masa pengembalian modal untuk sistem pendinginan di Pekalongan tidak dapat dilakukan karena setiap trip selalu merugi/

na : *payback period for refrigerating system in Pekalongan couldn't be done because in every trip fisherman always defisit.*

Ratio) untuk sistem pendingin di Pekalongan nilai B/C Ratio kurang dari 1 yaitu 0,79, secara finansial nilai ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi ini perlu dipertimbangkan lagi untuk dilanjutkan. Ketidaklayakan keberlanjutan sistem ini dikarenakan besarnya nilai investasi yang ditanamkan tidak sebanding dengan pendapatan yang diterima dari hasil tangkapan. Berbeda halnya dengan teknologi pendingin RSW dan mesin pembuat es air laut, kedua teknologi ini layak untuk dilanjutkan, terlihat pada nilai R/C Ratio yang lebih dari satu yaitu 1,27 untuk RSW dan 1,09 untuk mesin pembuat es air laut serta keuntungan (*profit*) yang cukup besar dapat diperoleh dengan penerapan kedua teknologi pendinginan ini yaitu sebesar Rp. 162.600.000 untuk RSW dan Rp. 175.648.000 untuk mesin pembuat es air laut. Kedua nilai ini menunjukkan bahwa biaya yang dikeluarkan untuk menerapkan kedua teknologi ini dapat memberikan keuntungan yang cukup besar.

Masa pengembalian investasi yang ditanamkan antara berbagai sistem pendingin di atas kapal berbeda-beda tergantung pada besarnya jumlah investasi yang ditanamkan dan keuntungan yang diperoleh. Pada Tabel 6 terlihat bahwa masa pengembalian investasi untuk *refrigerated sea water* membutuhkan waktu 2,460 tahun, hal ini dikarenakan investasi yang ditanamkan pada sistem RSW ini cukup besar mencapai Rp. 100 juta/palka. Sedangkan untuk *sea water on board ice maker* masa pengembalian investasinya cukup singkat 0,228 tahun, namun untuk sistem pendingin di Pekalongan masa pengembalian investasi tidak dapat dihitung karena penerapan teknologi ini tidak dapat menghasilkan keuntungan (pemilik rugi).

Komparasi keunggulan dan kelemahan sistem teknologi pendinginan di atas kapal

Tujuan utama penggunaan berbagai sistem teknologi pendinginan di atas kapal pada dasarnya adalah untuk mempertahankan kualitas tangkapan. Selain itu, diharapkan dapat dilakukan efisiensi terhadap biaya operasional. Pada akhirnya dapat dicapai peningkatan pendapatan dan kesejahteraan nelayan. Masing-masing sistem pendinginan memiliki keunggulan dan kelemahan, pada Tabel 7 dapat dilihat komparasinya.

Teknik penanganan hasil tangkapan, teknik pendinginan serta tempat penyimpanan ikan dalam kapal merupakan penentu utama dari kualitas ikan hasil tangkapan. Hasil penelitian yang dilakukan Mallikage (2001) menunjukkan di Sri Lanka, pada jenis ikan *pelagic* seperti tuna dan jenis spesies lainnya terjadi penurunan nilai pasca penangkapan yang cukup besar karena keterbatasan sistem pendinginan

dan tempat penampungan di atas kapal. Untuk itu sistem pendingin yang efektif sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas ikan hasil tangkapan.

Es balok sebagai media pendingin sangat dibatasi oleh waktu, hal ini terkait dengan sifat leleh es. Oleh karena itu, hanya kapal-kapal penangkap dengan durasi melaut yang relatif singkat yang masih memanfaatkan es balok sebagai media pendingin. Pengguna es balok umumnya adalah nelayan-nelayan yang hanya satu hari trip (*one day fishing*) dan nelayan dengan waktu penangkapan sekitar 2 minggu. Meskipun harganya yang relatif murah, namun karena daya awet yang terbatas mengakibatkan es efektif yang digunakan hanya berkisar antara 70% hingga 85%.

On board sea water ice maker adalah salah satu paket teknologi pendingin alternatif sebagai pengganti es balok. Keunggulan penggunaan mesin ini adalah waktu produksi dapat dilakukan sesuai kebutuhan, sehingga efisiensi biaya pengadaan es dapat dilakukan serta waktu penangkapan tidak tergantung pada ketersediaan es sebagai media pendingin. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah aspek teknis mesin pembuat es air laut diantaranya adalah ukuran mesin harus sesuai dengan ukuran kapal penangkap, hal ini terkait dengan keseimbangan kapal di laut serta kebutuhan alat dukung lain seperti misalnya generator sebagai pemasok daya listrik untuk menjalankan mesin. Kemudian dari sisi sumberdaya manusia yang menjalankan mesin ini adalah yang memiliki pengetahuan dan keterampilan mekanik sehingga jika pada saat di laut terjadi kerusakan dapat segera tertangani.

Paket teknologi lain yang banyak digunakan oleh kapal-kapal berukuran relatif besar (diatas 100 GT) adalah *Refrigerated Sea Water*. Keunggulan dari penggunaan RSW adalah durasi penangkapan relatif lebih panjang karena kestabilan suhu dari RSW lebih terjaga sehingga kualitas ikan hasil tangkapan lebih terjamin. Meskipun investasi untuk pengadaan teknologi ini cukup besar namun operasional penangkapan dapat dioptimalkan dengan kualitas hasil tangkapan yang jauh lebih baik. Beberapa aspek lain yang perlu dipertimbangkan adalah, kebutuhan akan sumberdaya manusia yang terampil untuk merawat paket teknologi ini serta memiliki pengetahuan teknis jika sewaktu-waktu terjadi kerusakan; penyesuaian ukuran RSW dengan ukuran kapal karena hal ini berkaitan erat dengan keseimbangan kapal di laut; serta kebutuhan daya listrik yang cukup besar untuk menghidupkan RSW perlu menjadi pertimbangan dalam menerapkan RSW sebagai media pendingin.

Hasil wawancara dengan pemilik kapal berpendingin di Pekalongan diperoleh informasi bahwa

Tabel 7. Komparasi keunggulan dan kelemahan sistem pendinginan di atas kapal, tahun 2004
 Table 7. Comparison of strenght and weakness of various fishing vessel refrigerating system, 2004

| Es balok/ <i>Ice block</i> | Mesin pembuat es air laut/ <i>Sea water ice maker</i> | <i>Refrigerated sea water</i> | Kapal berpendingin Pekalongan/ <i>Pekalongan cooling vessel</i> |
|--|---|---|---|
| Harganya murah (+)/ <i>The price is low</i> (+). | Kebutuhan investasi yang cukup besar (-)/ <i>require</i> <i>large invesment (-)</i> . | Kebutuhan investasi yang besar (-)/ <i>Require large</i> <i>invesment (-)</i> . | Kebutuhan investasi yang besar (-)/ <i>Require large</i> <i>invesment (-)</i> . |
| Daya awet es yang relatif singkat (-)/ <i>Ice durability is</i> <i>short (-)</i> . | Produksi es balok dapat dilakukan sesuai kebutuhan (+)/ <i>Production</i> <i>of ice block can be</i> <i>conducted according to</i> <i>requirement(+)</i> | Kestabilan suhu lebih terjaga (+)/ <i>Temperature more</i> <i>stability(+)</i> | Kestabilan suhu lebih terjaga (+)/ <i>Temperature</i> <i>more stability (+)</i> |
| Waktu melaut sangat bergantung pada ketersediaan es balok (-)/ <i>Navigation</i> <i>duration depend to</i> <i>ice block stock(-)</i> | Waktu melaut lebih panjang (+)/ <i>L onger</i> <i>navigation and fishing is</i> <i>possible (+)</i> . | Waktu melaut lebih panjang (+)/ <i>Longer</i> <i>navigation and</i> <i>fishing is</i> <i>possible(+)</i> | Waktu melaut lebih panjang (+)/ <i>Longer</i> <i>navigation and fishing is</i> <i>possible(+)</i> |
| Air lelehan es dapat membersihkan kotoran ikan (+)/ <i>Ice melt clean</i> <i>fish dirt (+)</i> . | Kualitas tangkapan dapat dipertahankan (+)/ <i>Quality</i> <i>of capture can be kept</i> <i>high(+)</i> . | Kualitas tangkapan dapat dipertahankan (+)/ <i>Quality of</i> <i>capture can be kept</i> <i>high(+)</i> . | Menurunkan mutu tangkapan (+)/ <i>Catch</i> <i>quality decreased (+)</i> |
| Perlu tempat untuk menampung es balok di dalam kapal (-)/ <i>Spacious</i> <i>of ice block in</i> <i>vessel (-)</i> . | Penyesuaian ukuran mesin dengan kapal (-)/ <i>Adjustment is often</i> <i>needed to fit the machine</i> <i>size to the vessel(-)</i> . | Penyesuaian alat dengan ukuran kapal (-)/ <i>Adjustment is</i> <i>needed to fit that</i> <i>size of machine to</i> <i>the vessel (-)</i> . | Penyesuaian alat dengan ukuran kapal (-)/ <i>Adjustment is needed to fit</i> <i>that size of machine to the</i> <i>vessel (-)</i> . |

Sumber/Source : Data primer, diolah/*Primary data, processed*

Keterangan/Notes : (+): Kekuatan/*Strenght*

(-) : Kelemahan/*Weakness*

teknologi pendingin diadopsi dari Korea dengan tenaga ahli dan paket teknologi langsung didatangkan dari Korea. Namun karena perbedaan kondisi perairan serta sumberdaya perikanan mengakibatkan adopsi teknologi ini tidak dapat dilanjutkan. Meskipun durasi melaut menjadi lebih panjang dan kestabilan suhu lebih terjaga, namun karena kapasitas penangkapan yang terbatas mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas ikan hasil tangkapan.

Setiap paket teknologi pendinginan ikan memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing. Dalam penerapannya harus disesuaikan dengan sumberdaya

yang ada baik sumberdaya alam, sumberdaya manusia termasuk juga sumberdaya modal dalam menginvestasikan masing-masing paket teknologi atau kombinasinya. Kebutuhan investasi yang cukup besar pada penerapan alternatif teknologi pendingin tersebut menjadi salah satu kendala bagi nelayan untuk mengadopsinya. Pemerintah memegang peranan yang sangat penting dalam aplikasi paket teknologi ini, misalnya berupa pemberian subsidi, pengadaan peraturan perundangan yang terkait maupun penentuan kebijakan yang mendukung pengadaan teknologi ini.

KESIMPULAN

Es balok sebagai media pendingin yang umum digunakan oleh nelayan menghadapi kendala seiring dengan bertambahnya waktu untuk kegiatan penangkapan yang melebihi batas tangkap pada beberapa perairan. Kemampuan es balok untuk mempertahankan kualitas tangkapan dibatasi oleh daya awet es tersebut akibatnya durasi penangkapan sangat tergantung pada jumlah es balok yang dibawa. Beberapa paket teknologi atau kombinasinya yang dapat digunakan sebagai jalan keluar untuk upaya pemecahan permasalahan ini, antara lain penerapan mesin pembuat es air laut (*ice maker on board*), *Refrigerated Sea Water (RSW)* dan teknologi pendingin merupakan beberapa alternatif pilihan yang dapat digunakan.

Masing-masing paket teknologi pendingin tersebut memiliki keunggulan dan kelemahan dalam penerapannya. Secara teknis mesin pembuat es air laut dan *RSW* dapat mempertahankan kualitas hasil tangkapan, sedangkan teknologi pendingin yang diterapkan oleh salah satu nelayan di Pekalongan pada kenyataannya justru mengakibatkan penurunan kualitas tangkapan. Pengefisienan dalam pengeluaran biaya operasional pun dapat dilakukan khususnya biaya pengadaan es balok baik biaya penyusutan maupun biaya angkut. Waktu operasional penangkapan dapat diperpanjang dengan tujuan agar kegiatan penangkapan lebih optimal. Namun berdasarkan hasil analisis profitabilitas yang dilakukan menunjukkan bahwa penerapan dua teknologi yaitu *RSW* dan mesin pembuat es air laut layak untuk dilanjutkan hal ini diperkuat dengan nilai R/C Ratio dan perolehan keuntungan. Namun untuk teknologi pendingin di Pekalongan perlu dipertimbangkan kembali karena nilai R/C Ratio kurang dari 1 serta besarnya kerugian yang diderita pada penerapan teknologi ini.

Kebutuhan investasi yang begitu besar mengakibatkan kecil kemungkinan penerapan alternatif teknologi pendingin dilakukan oleh nelayan tradisional. Namun, besarnya dampak positif yang dihasilkan berupa pengurangan volume kerusakan

ikan hingga peningkatan pendapatan nelayan maka pengembangan teknologi ini sangat perlu dipertimbangkan. Implikasi kebijakan yang kemudian muncul adalah perlunya peran pemerintah dalam pengadaan berbagai paket teknologi pendingin untuk kepentingan *stakeholder* perikanan khususnya nelayan.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauzi, A. 2000. Highlight Penelitian Sosial Ekonomi Suatu Pendekatan Non Teknis. *Makalah Seminar Program Studi Sosial Ekonomi Perikanan*. IPB. Bogor. 27 pp.
- Hernanto, F. 1998. *Ilmu Usahatani*. Penerbit Swadaya. Jakarta. p. 200-222
- Hester, J.F. 1970. *Vessel Technology*. Reports Volume XV, 1 July 1969 to 30 June 1970. National Marine Fisheries Service Fishery-Oceanography Center. La Jolla, California. http://calcofi.org/newhome/publications/calcofi_reports/V15/pdfs/Vol_15_Hester.Pdf. Diakses tanggal 5 Juni 2005. p. 36-38.
- Ilyas, S. 1972. *Peranan Es dalam Industri Perikanan (Naskah Asli: Ice in Fisheries)*. Direktorat Jenderal Perikanan. Jakarta.
- Ilyas, S. 1988. *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan Jilid 1 Teknik Pendinginan Ikan*. Yayasan Wijayakusuma. Jakarta. 237 pp.
- Junianto. 2003. *Teknik Penanganan Ikan*. Penebar Swadaya. Jakarta. 120 pp.
- Mallikage, M. 2001. *The Effect Of Different Cooling System On Quality Of Pelagic Species*. Final Project 2001. Quality Control Unit Department of Fisheries and Aquatic Resources. Sri Lanka. <http://www.unuftp.is/proj01/marcusprf.pdf>. Diakses tanggal 5 Juni 2005. 29 pp.
- Purnomo, A.H., Reswati, E., Apriliani, T., Subiyanto dan Tajerin. 2004. Riset Peluang Penggunaan Kapal Pengangkut Ikan Sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Ikan Hasil Tangkapan dan Pendapatan Nelayan. *Laporan Teknis*. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. BRKP.DKP. Jakarta. 127pp.
- Riyanto, B. 1995. *Dasar-dasar Pembelian Perusahaan*. Yayasan Badan Penerbit Gajah Mada. Yogyakarta. p. 35-51.
- Sisdjarmiko. 1990. *Kajian Dasar Pengantar Teori Ekonomi Mikro*. Rineka Cipta. Jakarta. 61pp.

