

28021/H/06



TUGAS AKHIR
LS 1336

**ANALISA PENGARUH PEMANFAATAN ES KERING
PADA COOLBOX KAPAL IKAN TRADISIONAL
TERHADAP KUALITAS IKAN**



RSSP
623.853.5
Set
A-1

2006

Oleh :

HIDAYAT SETIAWAN
4201 100 044

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	3-8-06
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	22587A

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2006**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA PENGARUH PEMANFAATAN ES KERING
PADA COOLBOX KAPAL IKAN TRADISIONAL
TERHADAP KUALITAS IKAN**

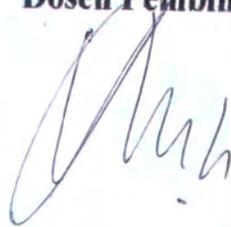
TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Surabaya, Januari 2006

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing



**Ir. H SOEMARTOJO
NIP. 130 355 300**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA PENGARUH PEMANFAATAN ES KERING
PADA COOLBOX KAPAL IKAN TRADISIONAL
TERHADAP KUALITAS IKAN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Surabaya, Januari 2006

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing



Ir. SEMIN SANURI, MT, GMRINA

NIP. 132 163 128



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA**

ITS Campus, Keputih – Sukolilo, Surabaya, Postcode 60111 – INDONESIA
Phone +62-31-5994251 ext. 1102-3, Fax. +62-31-5994754, E-mail: jtsp@its.ac.id

SURAT KEPUTUSAN Pengerjaan Tugas Akhir LS 1336

Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS, maka perlu diterbitkan Surat Keputusan Pengerjaan Tugas Akhir yang memberikan tugas kepada mahasiswa tersebut dibawah untuk mengerjakan Tugas sesuai judul dan lingkup bahasan yang telah ditentukan.

Nama Mahasiswa : Hidayat Setiawan
Nrp: : 4201 100 044
Dosen pembimbing : 1. Ir. H. Soemartojo
2. Ir. Semin Sanuri, MT, GMRINA
Tanggal Diberikan Tugas :
Tanggal Diselesaikan Tugas :
Judul Tugas Akhir : Analisa Pengaruh Pemanfaatan Es Kering Coolbox Kapal Ikan Tradisional Terhadap Kualitas Ikan

Surabaya, 10 Oktober 2005

Dosen Pembimbing I

Ir. H. Soemartojo
NIP: 130 355 300

Dosen Pembimbing II

Ir. Semin Sanuri, MT, GMRINA
NIP: 132 163 128

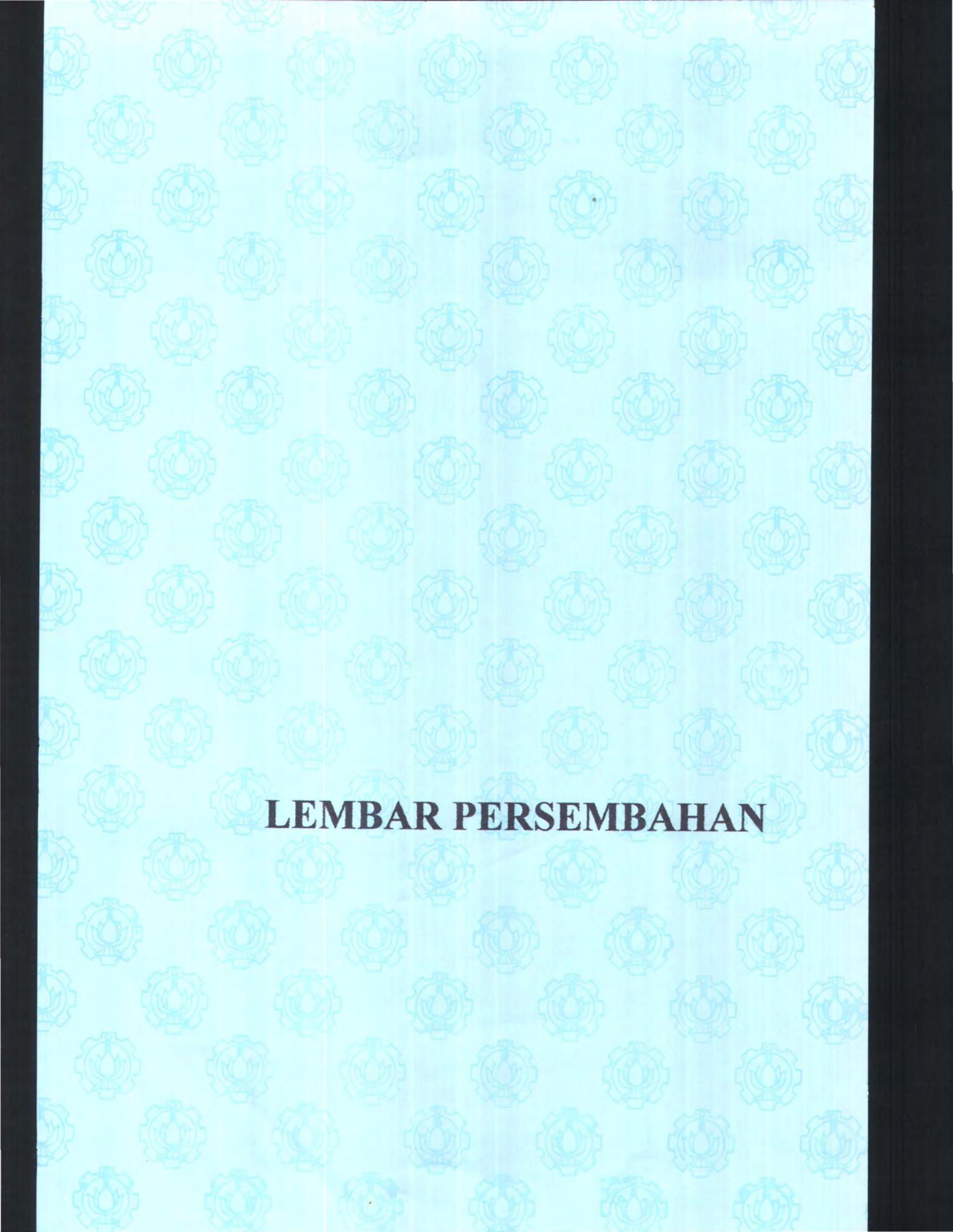
Yang menerima tugas,

Mahasiswa

Hidayat Setiawan
NRP : 4201 100 044

Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan - ITS

Ir. Surya Widodo Adji, MSc.
NIP: 131 879 390



LEMBAR PERSEMBAHAN

“Bismillahirrahmanirrahiim”

Kupersembahkan Tugas Akhir Ini Kepada :

*Kedua Orangtuaku :
Papa dan Mama tercinta*

*Saudara - saudaraku :
Kakak Yudi, Adik Astri dan Adik Fika*

*Agamaku :
Islam*

*Almamaterku :
Institut Teknologi Sepuluh Nopember*

Surga berada dibawah telapak kaki ibu



KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bismillaahirrahmaanirrahiim

Dengan mengucapkan rasa syukur kehadiran Allah SWT Raja Manusia dan Semesta Alam atas karunia dan ridho – Nya, sholawat serta salam semoga tetap terlimpahkan atas Nabi Besar Muhammad Salallahu 'Alaihi Wassalam yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul *"Analisa Pengaruh Pemanfaatan Es Kering Pda Coolbox Kapal Ikan Tradisional Terhadap Kualitas Ikan"* dengan lancar dan tepat waktu serta dapat melalui rintangan – rintangan baik dari internal maupun eksternal diri penulis.

Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan program Sarjana (S-1) pada jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember – Surabaya.

Bagi penulis, terselesaikannya Tugas Akhir ini adalah saat bersatu padunya bermacam – macam perasaan dan suasana hati, saat dimana tawa dan air mata menjadi satu, saat dimana tiada batas antara kegembiraan dan kesedihan serta rasa optimisme dan pesimisme. Perasaan tersebut memang sewajarnya muncul dibenak penulis sebagai wujud perasaan dimana penulis merasakan telah berhasil keluar dari satu arena *"Pertarungan"* dan memasuki arena *"pertarungan"* yang lain.

Dalam masa perkuliahan, banyak hal yang telah diperoleh oleh penulis baik itu dari dalam kampus maupun diluar lingkungan kampus, sehingga dari rentang

waktu itulah penulis benar – benar merasakan bahwa *hidup itu adalah perjuang* serta arti sebuah *kebersamaan*.

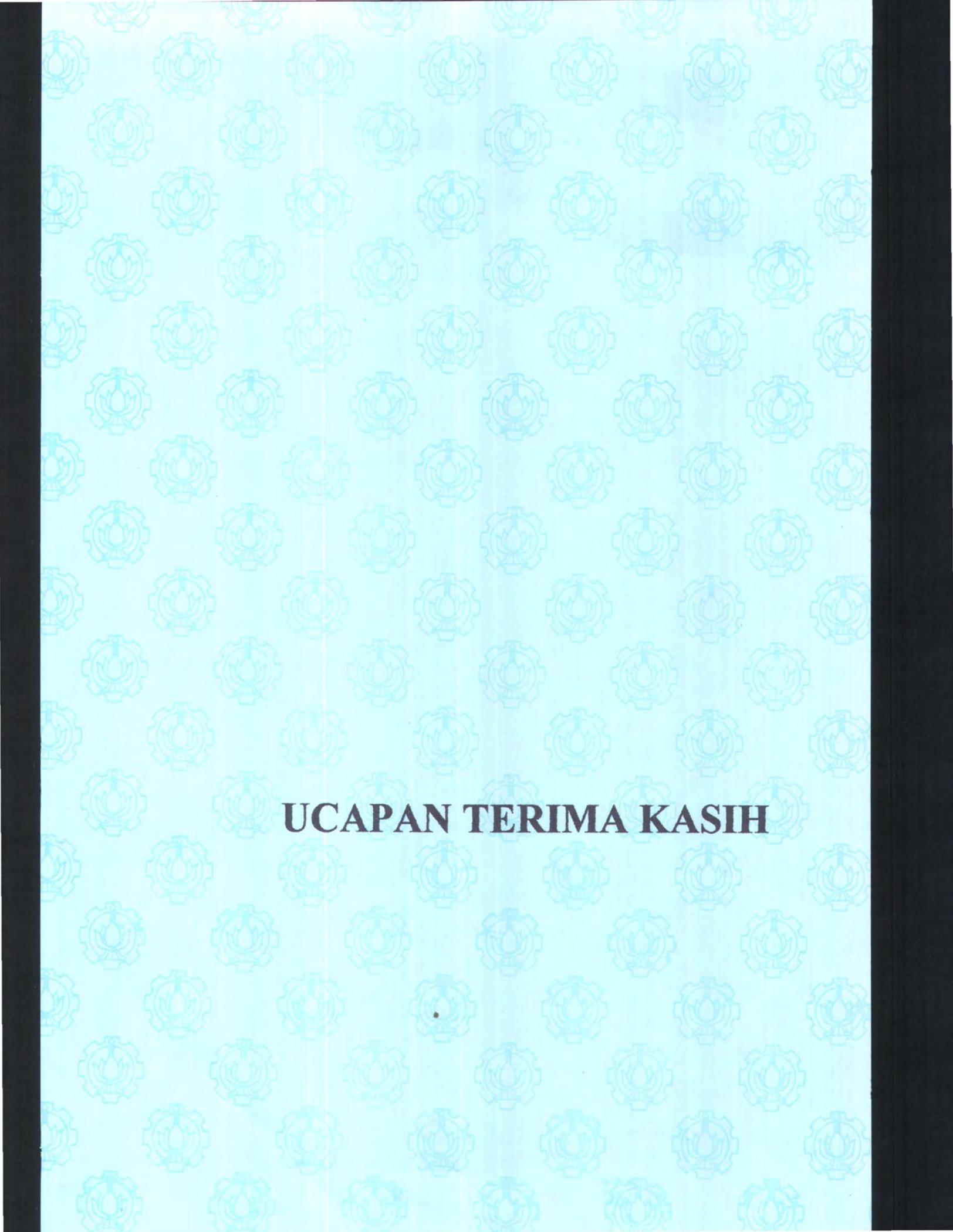
Harapan dari penulis semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi civitas akademika Teknik Sistem Perkapalan serta masyarakat nelayan tradisional, *amin*.

Penulis sebagai manusia juga tidak luput dari kekurangan serta kesalahan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini, sehingga penulis mengharapkan masukan, kritik serta saran yang bersifat membangun yang mana nantinya akan bermanfaat untuk pengembangan lebih lanjut.

Wassalamu'alaikum, Wr. Wb.

Surabaya, Januari 2006

Penulis



UCAPAN TERIMA KASIH

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada :

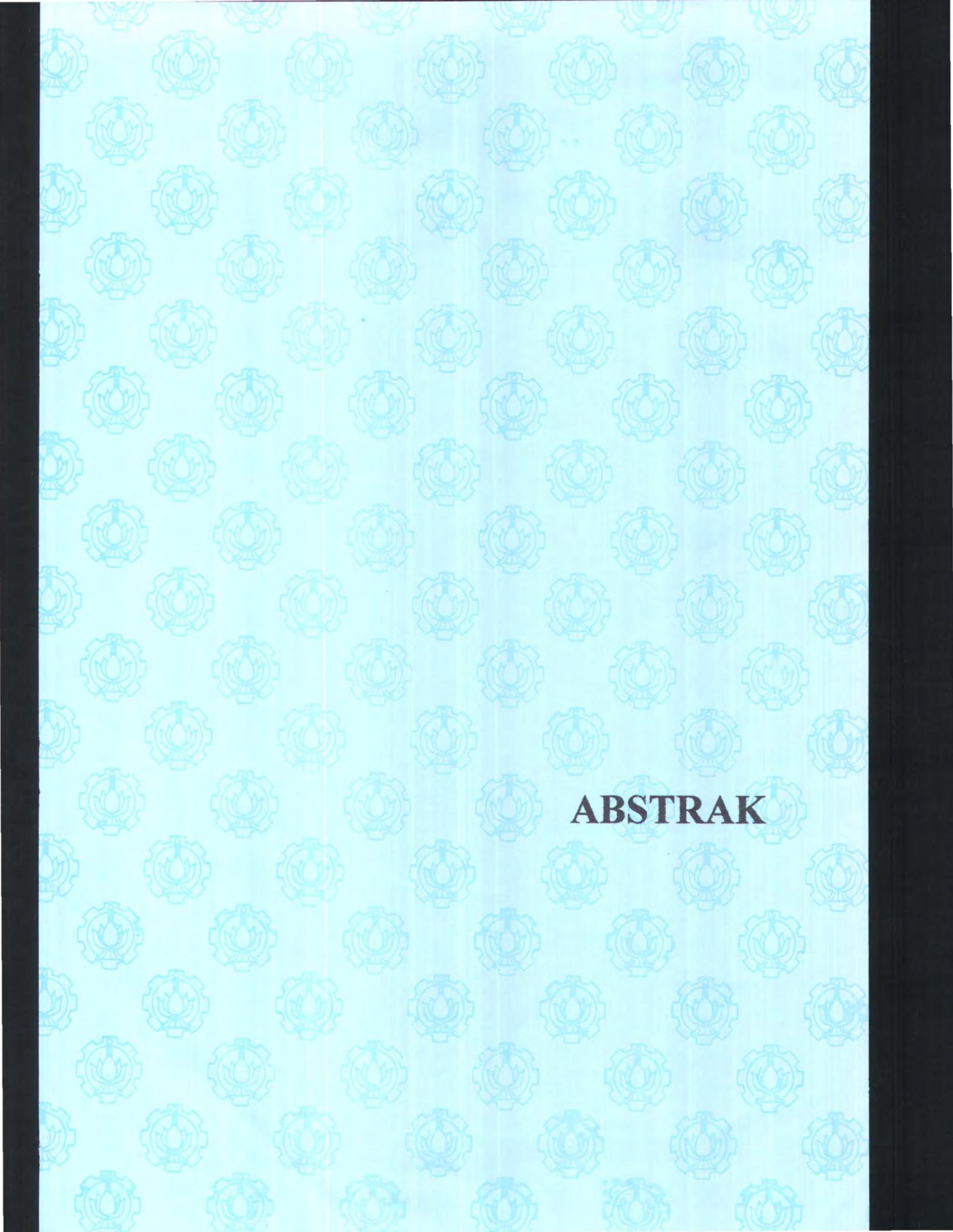
1. Papa dan Mama Tercinta serta saudara – saudaraku ; Kak Yudi (*Kak tak ndunga'no entuk kerjo sing enak*), Dik Astri (*Ayo sinau! Ojo Males – males...*), dan Dik Fika (*adikku sing paling cilik, paling manja...*), yang sangat berjasa yang tak pernah berhenti memberi dukungan dan doa, dan banyak memberikan kasih sayang dan bantuan moral maupun materiil kepada penulis. Tiada kata-kata yang mampu melukiskan rasa terima kasih penulis kepada mereka. Semoga Allah selalu menjaga dan melimpahkan rahmat-Nya kepada Mama, Papa dan keluarga penulis hingga bisa menyelesaikan kuliah ini.
2. Bapak Ir. H Soemartojo. yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan serta waktu yang tidak terbatas sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.
3. Bapak Ir. Semin Sanuri, MT, GMRINA. yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan serta waktu yang tidak terbatas sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.
4. Ir H Suryo Widodo Adji, M.Sc, selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, FTK – ITS.

5. Bapak Ir. Tjoek Suprajitno. sebagai dosen wali selama kuliah di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan serta seluruh dosen dan staf jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu yang mana telah memberikan ilmunya selama kuliah.
6. Pak Sartono selaku kepala laboratorium Pakan Ternak di Universitas Airlangga Fakultas Kedokteran Hewan, yang memeriksa kualitas protein ikan saya (Pak maaf kalau saya merepotkan bapak).
7. Arek Lab Mesflu (Afan “*Fan, suwon awakmu ngewangi aku terus*”, Adi “*di, suwon awakmu nggawe awakku semangat maneh nggarap TA*”, Dedy “*Phepenk*”, Aris “*ris, suwon diselangi komputer*”, Narso, Sukardi, Dedy “*justo*”, Catur “*tur suwon es keringe yo*”*ayo lulus bareng2*).
8. Arek Lab Mesin (Nanang, Heri “*njombang*”, Andre “*pak doz*”, Iwan, Lucky “*untung*”, Debet, Beta “*be, sory lek aku nyusul awakmu telat*”, Minul.....*ayo lulus bareng2*)
9. Teman – teman Teknik Sistem Perkapalan angkatan '01 Andik “*gundul*”, Bayu “*uyab*”, Fariz “*chicco*”, Okta, Sidiq dan semuanya yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu terimakasih telah membantu penulis mengerjakan Tugas Akhir ini dan bantuan moral untuk selalu pantang menyerah .
10. Arek – arek Sedati (Rendra “*suwon dikancani cangkruk nang warkop*”, Mas Hani “*mas suwon sing akeh digawekno kotak es*”, Cak Bu “*suwon kopine yoo*”, Adit, Tedy, Ses, Agus dll) terima kasih semuanya.
11. Bapak Rudi yang meminjami gergaji.

12. Teman – teman Eks. SMU14 Surabaya (Dedy, Dewi, Sanita).

Semoga ALLAH SWT membalas segala budi baik orang-orang yang telah membantu Penulis dengan balasan yang lebih baik.

Surabaya, Januari 2006



ABSTRAK

ABSTRAK

Perdagangan ikan sangat dipengaruhi oleh mutu, dan pada kenyataannya ikan segar dipasaran lebih diminati dan harganya lebih mahal. Penggunaan es balok sebagai pendingin ikan merupakan sistem yang paling sederhana, dan banyak digunakan oleh nelayan. Penggunaan es sebagai pendingin ikan adalah untuk menghambat pertumbuhan bakteri sehingga proses pembusukan dapat ditunda. Pada pendinginan menggunakan es balok, es kontak langsung dengan ikan, sehingga pendinginan akan berjalan dengan cepat, cairan dari melelehnya es akan membersihkan kotoran (dapat berupa lendir, bakteri dan kotoran yang lain) yang ada sehingga ikan nampak segar. Kelemahan metode ini adalah jumlah es yang harus dibawa dalam melayar. Bagian terbesar penggunaan es adalah untuk menahan laju aliran panas dari lingkungan yang lebih tinggi dari coolbox.

Dengan menggunakan metode gabungan antara Es balok dan es kering dapat digabungkan kelebihan dari keduanya. Es balok H_2O digunakan untuk menahan panas dari produk sedangkan Es kering digunakan untuk menahan panas dari lingkungan. Penggunaan Es balok dan es kering, selain fungsinya sama dengan sistem pendingin yang menggunakan Es balok (H_2O), mempunyai kelebihan lain yaitu es kering dapat menurunkan temperatur ruang pendingin dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Dengan penggunaan sistem pendingin gabungan ini diharapkan kualitas ikan dapat dijaga kesegarannya.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis mengambil topik mengenai sistem pendingin kapal ikan tradisional dengan menggunakan gabungan dari sistem Es balok dan es kering. Dengan gabungan sistem tersebut diharapkan temperatur coolbox dapat dijaga pada temperatur yang lebih rendah dengan kestabilan yang lebih lama sehingga mutu ikan yang sampai pada pelabuhan akan lebih baik.

ABSTRAC

the commerce of fish is influence by quality, and in the fact in the market fresh fish more interesting and the price more expensive. Using ice as a cooler is the most simple system, and many fisherman using it. Using ice as a cooler to blocking the bacteria grow up, that decomposing process can delayed. When using ice, the ice contact with the fish that cooling process become quickly, the liquid from melting ice will clean the waste (as bacteria, and another waste) until the fish seen fresh. The disadvantage about this method is need in great quantity of ice when sailing. Main use of ice to hold head transfer from ambient condition entering the coolbox.

By use cluster method between ice and dry ice, the advantages of both can be obtained. Ice hold the head from fish while dry ice it use to hold head transfer from ambient condition. The another advantages from cluster method is dry ice can freezing and blocking the bacteria grow up. By use cluster method the quality of fish become better.

In this final project, the writer analyze conventional fishing vessel cooling system by using cluster method between ice and dry ice. That it the writer hope coolbox temperature lower and more stabil, with the result that fish quality more better when comes to the harbor.

DAFTAR ISI

JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR.....	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GRAFIK.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	I – 1
1.2. Perumusan Masalah.....	I – 2
1.3. Batasan Masalah.....	I – 2
1.4. Tujuan.....	I – 3
1.5. Manfaat	I – 3
1.6. Sistematika Tugas Akhir.....	I – 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Perikanan Di Indonesia.....	II – 1
2.2. Penggunaan Coolbox.....	II – 1
2.3. Faktor Yang Mempengaruhi Mutu Dan Kesegaran Ikan.....	II – 2
2.3.1 Faktor Yang Mempengaruhi Mutu Ikan.....	II – 3
2.3.2 Faktor Yang Mempengaruhi Kesegaran Ikan.....	II – 7
2.4. Metode Penanganan Dan Pengawetan Ikan Segar.....	II – 11
2.4.1 Penanganan Ikan Di Kapal.....	II – 11
2.4.2 Pengawetan Ikan Di Kapal.....	II – 14
2.5. Pembekuan Ikan.....	II – 25
2.6. Beban Pendinginan.....	II - 29

BAB III METODOLOGI

3.1.	Perancangan Coolbox.....	III – 3
3.1.1	Menentukan Ukuran Coolbox.....	III – 3
3.1.2	Menentukan Beban Pendingin.....	III – 3
3.1.3	Menentukan Kebutuhan Es Balok.....	III – 3
3.1.4	Menentukan Kebutuhan Ruang Es Balok Dengan Ikan.....	III – 4
3.1.5	Menentukan Kebutuhan Es Kering.....	III – 4
3.2.	Kalibrasi.....	III – 5
3.3.	Eksperimen.....	III – 7

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1.	Hasil Kalibrasi Coolbox.....	IV – 1
4.1.1	Hasil kalibrasi Es balok H ₂ O 5 kg	IV – 1
4.1.2	Hasil kalibrasi Es balok H ₂ O 3.5 kg + Es kering 1.5 kg.....	IV – 4
4.1.3	Hasil akhir Kalibrasi Coolbox.....	IV – 6
4.2.	Hasil Eksperimen.....	IV – 7
	Kualitas Organoleptik Ikan.....	IV – 9
	Kualitas Protein Ikan.....	IV – 19
4.2.1	Eksperimen Es balok H ₂ O 3.5 kg+Es kering 1.5 kg + beban (ikan 5 kg).....	IV – 21
4.2.2	Eksperimen Es balok H ₂ O 3.5 kg+Es kering 1.25 kg + beban (ikan 5 kg).....	IV – 24
4.2.3	Eksperimen Es balok H ₂ O 3.5 kg+Es kering 1 kg + beban (ikan 5 kg).....	IV – 27
4.2.4	Eksperimen Es balok H ₂ O 3.5 kg +Es kering 1.75 kg + beban (ikan 5 kg).....	IV – 30
4.2.5	Eksperimen Es balok H ₂ O 3.5 kg+Es kering 2 kg + beban (ikan 5 kg).....	IV – 33
4.2.6	Eksperimen Es balok H ₂ O 5 kg + beban (ikan 5 kg).....	IV – 36
4.3	Pembahasan.....	IV – 38
4.3.1	Penggunaan Es Kering.....	IV – 38
4.3.2	Coolbox Gabungan.....	IV – 39

4.3.3 Kualitas Ikan..... IV – 41

4.3.4 Hasil akhir dari Eksperimen Coolbox..... IV – 43

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan..... V – 1

5.2. Saran..... V – 1

DAFTAR PUSTAKA..... 1

LAMPIRAN..... 3

DAFTAR TABEL

- Tabel 1 : TABEL HASIL KALIBRASI COOLBOX DENGAN ES BALOK 5 kg.
- Tabel 2 : TABEL KALIBRASI COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg DAN ES KERING 1.5 kg
- Tabel 3 : TABEL KALIBRASI COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 1.5 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg
- Tabel 4 : TABEL EKSPERIMEN COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 1.25 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg
- Tabel 5 : TABEL EKSPERIMEN COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 1 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg
- Tabel 6 : TABEL EKSPERIMEN COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 1.75 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg
- Tabel 7 : TABEL EKSPERIMEN COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 2 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg
- Tabel 8 : TABEL HASIL KALIBRASI COOLBOX DENGAN ES BALOK 5 kg + Ikan 5 Kg
- Tabel 9 : TABEL BERTAHANNYA SUHU 0°C BERBAGAI KOMPOSISI ES BALOK, ES KERING DAN IKAN
- Tabel 10: TABEL KANDUNGAN PROTEIN IKAN BERBAGAI KOMPOSISI ES BALOK, ES KERING DAN IKAN
- Tabel 11 : TABEL PENURUNAN KANDUNGAN PROTEIN IKAN BERBAGAI KOMPOSISI ES BALOK, ES KERING DAN IKAN
- Tabel 2.1 Komposisi dan sifat-sifat dari 3 kelas FPC menurut spesifikasi FAO
- Tabel 2.2 Hubungan antara Suhu, Kegiatan Bakterial, dan Mutu ikan
- Tabel 2.2 Pertumbuhan Logaritmis Mikroorganisme
- Tabel 2.4 Perbedaan Kondisi Ikan Segar Dan Tidak Segar

DAFTAR GRAFIK

1. GRAFIK HASIL KALIBRASI COOLBOX DENGAN ES BALOK 5 kg
2. GRAFIK KALIBRASI COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg DAN ES KERING 1.5 kg
3. GRAFIK EKSPERIMEN COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 1.5 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg
4. GRAFIK EKSPERIMEN COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 1.25 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg
5. GRAFIK EKSPERIMEN COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 1 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg
6. GRAFIK EKSPERIMEN COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 1.75 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg
7. GRAFIK EKSPERIMEN COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 2 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg
8. GRAFIK EKSPERIMEN COOLBOX DENGAN ES BALOK 5 kg dan BEBAN (IKAN) 5 kg
9. GRAFIK BERTAHANNYA SUHU 0⁰C BERBAGAI KOMPOSISI ES BALOK, ES KERING DAN IKAN
10. GRAFIK KANDUNGAN PROTEIN IKAN BERBAGAI KOMPOSISI ES BALOK, ES KERING DAN IKAN
11. GRAFIK KANDUNGAN PROTEIN IKAN BERBAGAI KOMPOSISI ES BALOK, ES KERING DAN IKAN

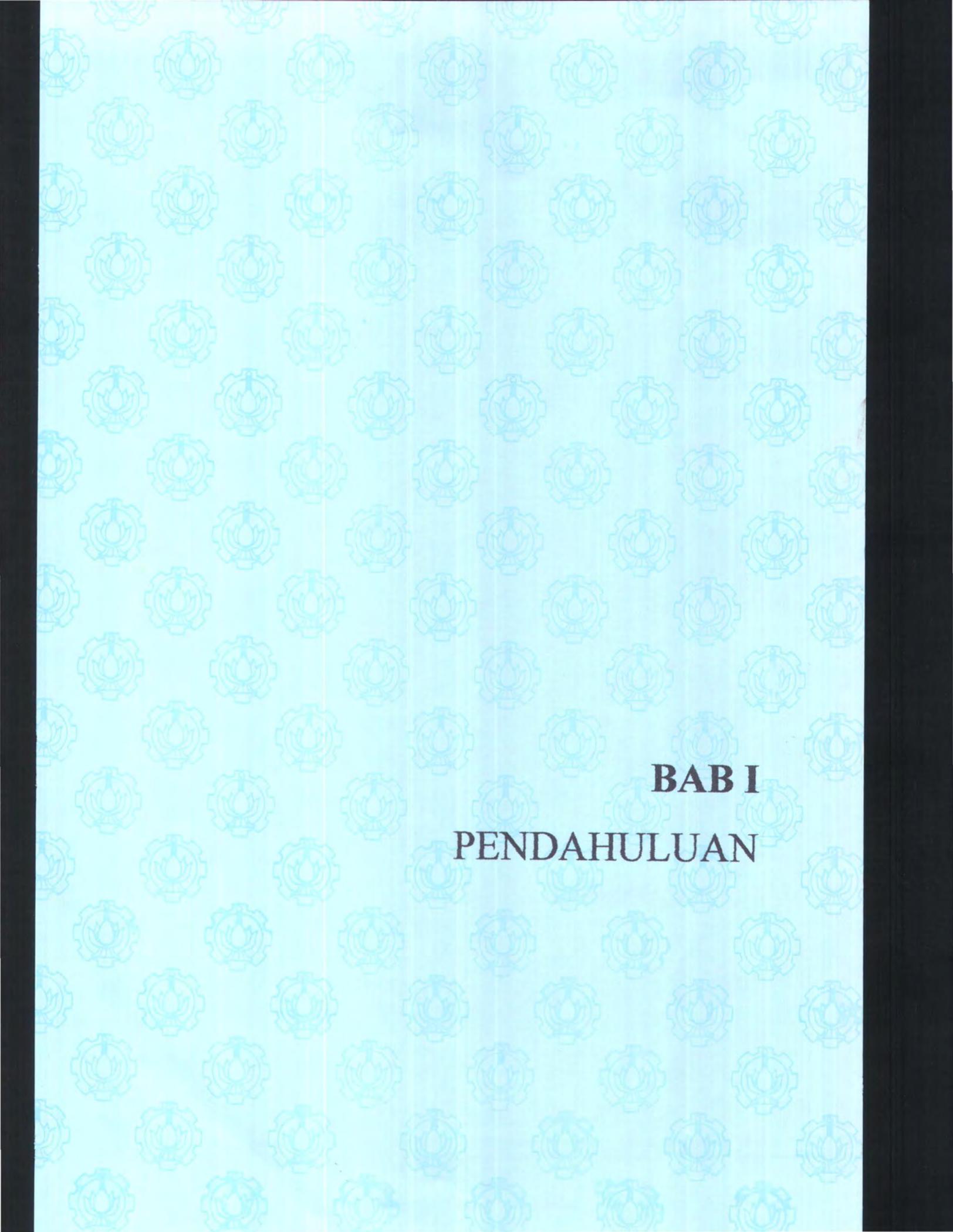


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	:	Cara Menyusun Ikan
Gambar 2	:	Contoh Pembuatan CoolBox
Gambar 3	:	CoolBox 1
Gambar 4	:	CoolBox 2
Gambar 5	:	CoolBox 3
Gambar 6	:	Design CoolBox
Gambar 7	:	Es Balok 1
Gambar 8	:	Es Balok 2
Gambar 9	:	Es Kering
Gambar 10	:	Ikan 1
Gambar 11	:	Ikan 2
Gambar 12	:	Ikan 3
Gambar 13	:	Kotak Seng 1
Gambar 14	:	Kotak Seng 2
Gambar 15	:	Lapisan Ikan
Gambar 16	:	Percobaan 1
Gambar 17	:	Percobaan 2
Gambar 18	:	Percobaan 3
Gambar 19	:	Percobaan 4
Gambar 20	:	I And CoolBox

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	:	Lampiran Tabel
Lampiran B	:	Lampiran Grafik
Lampiran C	:	Lampiran Perhitungan Beban
Lampiran D	:	Lampiran Pengamatan Mutu Ikan
Lampiran E	:	Lampiran Gambar
Lampiran F	:	Lampiran Prosedur Analisis Kualitas Ikan



BAB I
PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penduduk Indonesia yang memiliki mata pencaharian sebagai nelayan cukup besar. Sehingga mereka menggantungkan nasib keluarganya pada hasil tangkapan ikan dilaut. Semakin banyak tangkapan ikan maka penghasilan yang diperoleh akan semakin besar. Ikan hasil tangkapan harus memerlukan perlakuan khusus dengan cara didinginkan supaya dapat dijaga kualitasnya. Semakin tinggi kuantitas dan kualitas ikan maka semakin tinggi pula harga jual hasil tangkapan tersebut, hal ini secara tidak langsung akan mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakat nelayan.

Proses pendinginan ikan bertujuan untuk menghambat berkembangnya bakteri yang dapat menyebabkan kesegaran ikan menjadi rusak. Sampai saat ini proses pendinginan ikan yang dilakukan nelayan tradisional di Indonesia pada umumnya masih menggunakan es balok. Metode ini memiliki banyak kelemahan diantaranya es balok yang mudah mencair sehingga tidak bisa bertahan dalam waktu yang lama. Nelayan membutuhkan waktu sehari-hari untuk sekali melaut sehingga penggunaan es balok kurang efektif. Kelemahan yang lain adalah berat dan membutuhkan ruangan yang cukup luas yang akan mengurangi tempat penampungan ikan di kapal.

Untuk nelayan yang mempunyai modal besar ikan hasil tangkapan langsung diproses dengan menggunakan perlengkapan yang modern untuk

menjaga kualitas ikan. Bagi nelayan tradisional yang memakai perlengkapan seadanya tidak mungkin bisa menjaga kesegaran ikan dalam waktu yang lama sehingga diperlukan peralatan yang cukup memadai dan terjangkau untuk mengatasi hal tersebut.

Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan diatas adalah dengan memanfaatkan uap es kering dan campuran antara es balok dengan es kering sebagai pendingin ikan pada kapal ikan tradisional. Es kering merupakan bentuk padat dari CO₂, sehingga memiliki beberapa keunggulan diantaranya lebih ringan dan lebih dingin jika dibandingkan dengan es balok.

Sekarang ini perdagangan ikan sangat dipengaruhi oleh kesegaran pada ikan itu sendiri. Kenyataannya menunjukkan bahwa ikan segar dan bergizi lebih diminati oleh masyarakat dan harganya jauh lebih tinggi. Sampai saat ini ada beberapa macam cara yang dilakukan untuk menjaga mutu ikan tersebut agar tidak rusak walaupun tidak semua menghasilkan ikan segar dan bermutu baik. Diantaranya adalah pengawetan ikan dengan penggaraman (*salting*), pengeringan (*drying*), iradiasi (*irradiation*), menggunakan es balok (*icing*), sistem pendinginan (*refrigeration*), es kering (*dry es*).

1.2 Rumusan Masalah

Sekarang ini harga jual ikan sangat dipengaruhi oleh kesegaran ikan yang akan dijual. Masyarakat pada umumnya menyukai ikan yang masih segar untuk di konsumsi walaupun harganya lebih mahal.

Dari permasalahan diatas maka pada penelitian ini akan dilakukan Design dari coolbox apabila didinginkan dengan memanfaatkan uap es kering dan campuran antara es balok dan es kering yang mampu mempertahankan kualitas protein ikan dengan optimum. Kesimpulan yang diharapkan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu **“Bagaimana design dari coolbox apabila didinginkan dengan memanfaatkan uap es kering dan campuran antara es balok dan es kering yang mampu mempertahankan kualitas protein ikan dengan optimum”**

I.3 Batasan Masalah

Untuk dapat merealisasikan penulisan tugas akhir ini, maka perlu diadakan pembatasan – pembatasan sebagai berikut :

1. Variasi jumlah es kering, jumlah ikan, dan komposisi campuran es basah dan es kering.
2. Pengaruh penggunaan es kering terhadap kualitas protein ikan.
3. Pengaruh penggunaan campuran es balok dan es kering terhadap kualitas protein ikan
4. Apabila sistem belum dapat dikerjakan secara paralel, maka dipakai data sekunder.

I.4 Tujuan Penelitian

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk :

1. Membuat design dari coolbox yang mampu mempertahankan kualitas protein ikan yang didinginkan dengan memanfaatkan es kering.
2. Membuat design dari coolbox yang mampu mempertahankan kualitas protein ikan yang didinginkan dengan memanfaatkan campuran es balok dan es kering.
3. Mengetahui komposisi antara es balok dengan es kering yang paling baik untuk protein ikan

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui design dari coolbox yang mampu mempertahankan kualitas protein ikan yang didinginkan dengan memanfaatkan es kering.
2. Mengetahui design dari coolbox yang mampu mempertahankan kualitas protein ikan yang didinginkan dengan memanfaatkan campuran es balok dan es kering.
3. Memberikan informasi tentang kualitas protein pada ikan apabila didinginkan dengan memanfaatkan uap es kering.
4. Memberikan informasi tentang kualitas protein pada ikan apabila didinginkan dengan memanfaatkan campuran antara es balok dengan es kering.
5. Mengetahui pengaruh es kering terhadap protein ikan.

I.6 Sistematika Tugas Akhir

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan membahas latar belakang penulisan tugas akhir, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat serta sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas teori – teori yang dapat mendukung dan menjadi pedoman dalam pelaksanaan tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI

Pada bab ini membahas metode pengerjaan tugas akhir, pengolahan dan analisa data untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat sebagai topik tugas akhir.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan analisa data disain sampai dengan hasil percobaan dan pembahasan hasil analisa data.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan berisi kesimpulan dari tugas akhir yang telah selesai dikerjakan dan saran – saran yang diperlukan untuk penyempurnaan hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

1.3 Metodologi

Metode yang di gunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

Percobaan Sistem pendingin dengan campuran es balok dengan es kering

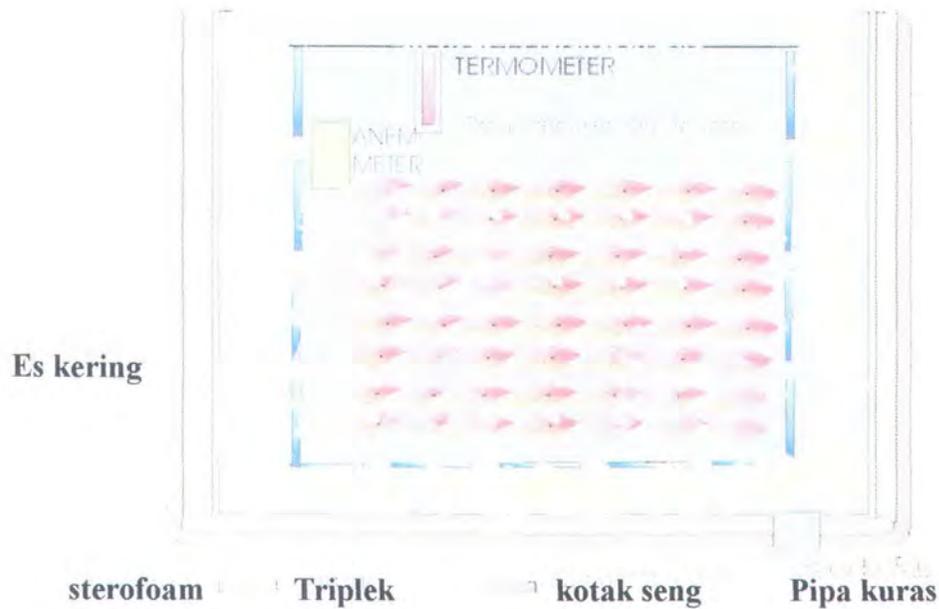
Langkah-langkah percobaan I sistem pendingin campuran antara es balok dengan es kering yaitu sebagai berikut

1. Studi literatur

Yaitu mempelajari bahan pustaka penunjang yang terkait dengan system pendingin, es kering, kandungan gizi pada ikan, yaitu berupa TA sebelumnya, jurnal, paper, buku yang yang relevan dan internet..

2. Perancangan alat pendingin

Perancangan alat pendingin dengan menggunakan uap es kering dan es balok terdiri satu kotak. Disekeliling kotak bagian bawah terdapat es kering lalu diatas es kering diberi beban pendingin yang dicampur dengan es balok secara bertingkat (es balok lalu beban pendingin) dan dibatasi dengan trey. Dimana coolbox berfungsi sebagai tempat ikan yang akan didinginkan yang dilengkapi dengan thermometer dan anemometer. Coolbox dilapisi dengan sterofoam dan bagian dalam kotak dilapisi dengan aluminium foil. Dibawah kotak beban pendingin diberi pipa kuras untuk mengeluarkan kotoran dari ikan yang didinginkan.



Gambar I.2 Pendingin Ikan dengan Uap Es Kering dan Es Balok

Fungsi dari kotak pendingin adalah sebagai peletakan beban pendingin / produk yang didinginkan. Bahan baku dari coolbox ini adalah dengan triplek dengan tebal 10 mm, dimana pada bagian sisi dalam dari coolbox diberi lapisan sterofom dengan tebal 20 mm dan seng sebagai bahan isolasinya. Adapun dimensi coolbox ini adalah sebagai berikut :

Panjang : 1200 mm

Lebar : 800 mm

Tinggi : 800 mm

Sedangkan pada kotak seng dimensinya adalah

Panjang : 800 mm

Lebar : 300 mm

Tinggi : 300 mm

3. Pelaksanaan percobaan

Pelaksanaan percobaan dilakukan dengan memvariasikan jumlah es kering dan es balok pada coolbox, dan variasi jumlah beban pendinginan (ikan) pada kotak pendingin. Dalam percobaan ini dicatat kandungan gizi pada ikan pada tiap variasi diatas sehingga didapatkan hasil yang optimal.

4. Analisa hasil percobaan

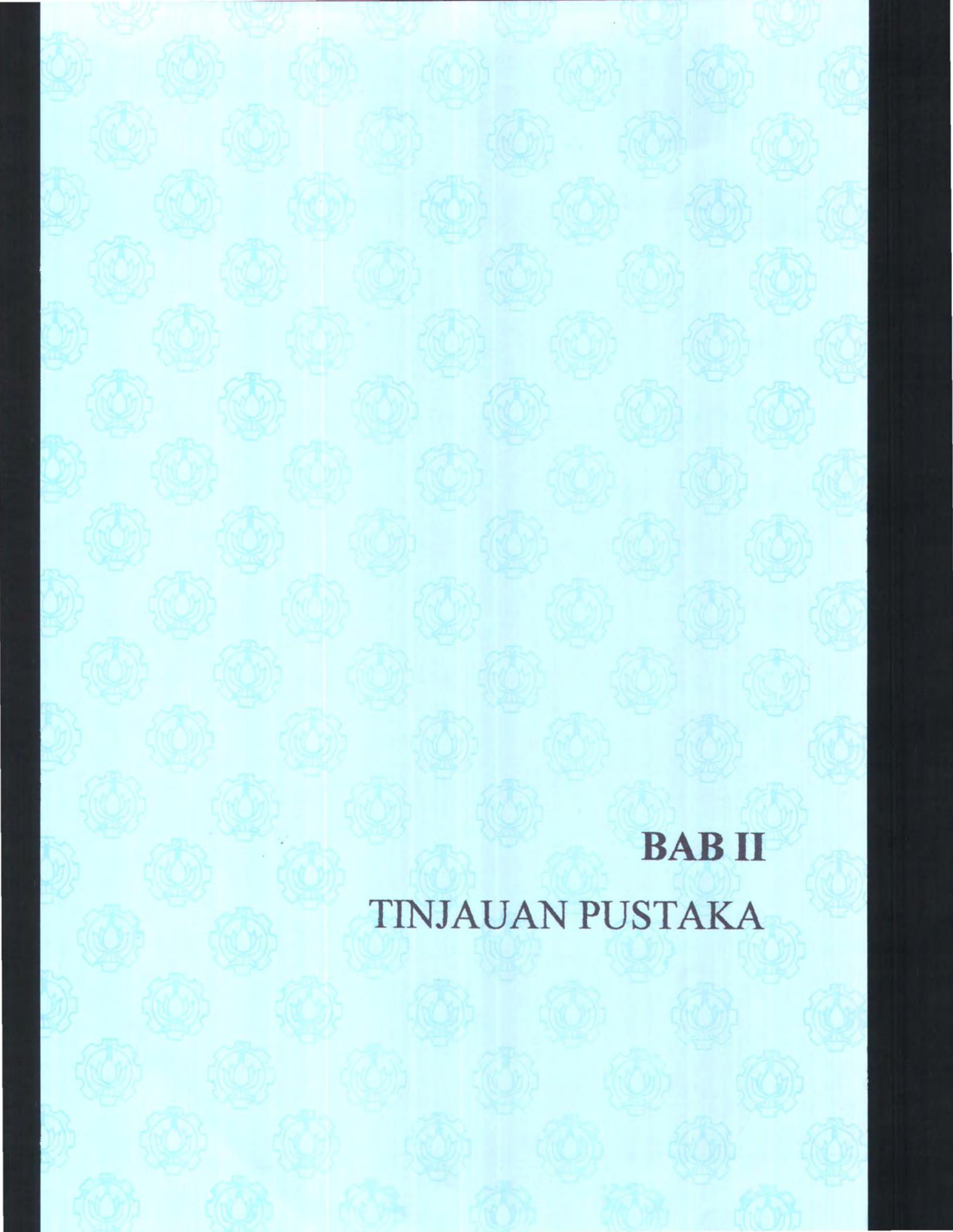
Analisa kandungan gizi ikan pada tiap variasi no.4 yaitu berupa :

Protein

Kandungan protein ikan adalah 113 - 20 % per 100 gram ikan.

5. Pembuatan kesimpulan dan laporan

Membuat kesimpulan hasil penelitian serta membuat laporan hasil penelitian.



BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Perikanan Di Indonesia

Kepulauan Indonesia dengan daerah kontinental dengan perairan campuran arus dari Samudra Indonesia dan Samudra Pasifik dan dengan perairan darat yang luas, kaya akan sumber-sumber perikanan. Dua juta orang atau 5% dari tenaga kerja seluruh Indonesia, mendapatkan penghidupan dari hasil perikanan sepenuhnya atau sebagian. Akan tetapi produksi ikan tahunan hanya sedikit di atas 1 juta ton sedang potensi hasil maksimal kira-kira 8 juta ton dari laut dan perairan darat.

Perikanan hanya memberikan andil yang kecil pada penghasilan nasional yaitu kurang dari 3%, tetapi produk ikan merupakan sumber protein hewani utama dalam negara meskipun konsumsi ikan per tahun hanya 10 kg perkapita.

Faktor penangkapan ikan dengan cara yang kuno, peralatan dan perahu, pemasaran yang kurang baik dan kurangnya sistem pendinginan dan pengangkutan memperlambat perkembangan perikanan di Indonesia pada tahun-tahun akhir ini, walaupun kini telah ada tanda-tanda perubahan keadaan.

(Teknologi Produk Perikanan)

II.2 Penggunaan Coolbox

Kegiatan penangkapan ikan dewasa ini tumbuh dan berkembang cukup pesat. Bertambah pesatnya kegiatan itu akan berdampak atau berpengaruh

terhadap semakin meluasnya daerah penangkapan ikan (*fishing ground*). Semakin jauhnya daerah penangkapan ikan ini, secara tidak langsung juga akan akan berpengaruh terhadap lamanya "*trip*" penangkapan ikan, sehingga apabila fasilitas palka ikan di atas kapal sebagai sarana penyimpanan ikan kurang baik (tidak berinsulasi), maka sistem penanganan (penyimpanan) ikan di atas kapal juga tidak akan dapat dilakukan secara baik. Hal ini akan berpengaruh terhadap mutu ikan yang didapat (bermutu rendah). (www.dkp.go.id)

Melihat kenyataan tersebut, perlu solusi untuk mengatasi penanganan ikan di atas kapal yaitu sarana berupa coolbox yang dapat menjaga kesegaran dan mutu ikan. Coolbox sendiri merupakan suatu wadah atau tempat penyimpanan ikan segar di atas kapal. Dengan penggunaan coolbox, para nelayan akan bisa menekan angka kerusakan ikan hingga mencapai 1,99 % dan jika tidak memakai coolbox, angka kerusakan ikan hasil tangkapan nelayan bisa mencapai 30% lebih. (*Ketua HKNSI Rembang, www.suara-merdeka.com*)



II.3 Faktor Yang Mempengaruhi Mutu Dan Kesegaran Ikan

Sebagai sumber pangan, ikan mengandung air dalam deret 70% sampai 80%, protein antara 18% sampai 20%, lemak antara 0,5% sampai lebih dari 20%, serta berbagai vitamin dan mineral didalamnya. Dalam keadaan hidup bebas di air, selain mengandung nilai-nilai hara di atas, terkandung pula sejumlah jasad renik (*mikroba, mikroorganisme*), khususnya bakteri.

Pada dasarnya setelah ditangkap dan mati, secara keseluruhan ikan akan mengalami proses penurunan mutu (*proses deteriorasi*) yang menjurus ke arah

proses pembusukan ikan. Penurunan mutu ini diakibatkan karena adanya aktifitas bakteri, aktifitas enzim, maupun kombinasi dari faktor-faktor tersebut (*ASHRAE Guide and Data Book, 1968*).

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri pada ikan dapat dibagi dalam dua kategori yaitu faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik. Faktor intrinsik meliputi struktur biologi, nutrient, derajat keasamaan (*pH*), serta adanya persaingan antar mikroorganismenya dalam ikan. Sedangkan faktor ekstrinsik dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dimana ikan berada. Adapun contoh dari faktor ekstrinsik adalah temperatur lingkungan serta mutu air yang didiami ikan. Faktor suhu terutama di wilayah tropik yang hangat, sangat mendukung terjadinya pertumbuhan bakteri yang sangat cepat. Demikian pula halnya dengan pengaruh mutu air yang didiami, makin buruk mutu air yang didiami ikan, makin tinggi pula kandungan bakteri pembusuk pada ikan. Secara garis besar, terdapat tiga daerah pemusatan bakteri pada ikan yaitu, pada selaput lendir permukaan ikan, insang, serta isi perut (*Murniyati, 2000*).

II.3.1 Faktor Yang Mempengaruhi Mutu Ikan

Konsentrat Protein Ikan (*Fish Protein Concentrate / FPC*)

Konsentrat Protein Ikan diterima sebagai makanan manusia dan tidak sebagai pakan ternak. Bungkil ikan (*fishmeal*) tidak dapat diterima sebagai makanan manusia karena kestabilan citarasanya lebih rendah, pada umumnya memerlukan antioksidan untuk menjaga citarasanya, baunya dan juga kenyataan bahwa banyak negara tidak mengizinkan penjualan makanan yang dibuat dari

bahan mentah yang kurang pantas, misalnya isi perut ikan. Demikian pula penggunaan formalin membuat bungkil ikan tidak dapat diterima sebagai makanan manusia.

Karena semua jenis ikan di laut yang meliputi 70% dari permukaan dunia dapat digunakan sebagai sumber protein, maka protein ikan memberikan potensi yang besar dan kira-kira 25 negara pantai telah mencoba mengatasi persoalan-persoalan pokok untuk menghasilkan konsntrat protein ikan. Hanya 15 % dari panen ikan tahunan sebanyak 250×10^0 kg yang sekarang terambil, menjadi sumber protein potensial yang sangat besar.

Spesifikasi FPC

Badan Pangan Dunia (FAO) dari PBB telah menentukan spesifikasi berikut untuk FPC. Hal ini dipandang penting supaya mutu FPC untuk konsumsi manusia dapat terjamin.

Bahan mentah tidak terbatas pada daging ikan tetapi dapat juga mencakup seluruh ikan, ikan tanpa kepala dan isi perutnya atau potongan-potongan lain yang cocok. Pokoknya semuanya harus cocok dengan konsumsi manusia.

	Jenis A (%)	Jenis B (%)	Jenis C (%)
Kandungan protein minimum	67.5	65	60
Daya cerna pepsin minimum	92	92	92
Jumlah lisin yang ada minimum	6.5 dari protein	6.5 dari protein	6.5 dari protein
Kadar air maksimum	10	10	10
Kadar lemak maksimum	0.75	3	10
Kadar khlorida maksimum	1.5	1.5	2
Kadar SiO ₂ maksimum	0.5	0.5	0.5
Bau dan rasa	lemah bila dibasahi dengan H ₂ O dan panas dalam wadah tertutup		

Tabel 2.1 Komposisi dan sifat-sifat dari 3 kelas FPC menurut spesifikasi FAO

Sumber : Teknologi Produk Perikanan

Daya tahan penyimpanan dari jenis A harus sedemikian sehingga sesudah 6 bulan pada suhu 37⁰ C tidak menunjukkan kerusakan yang dinilai dari bau, rasa, atau hilangnya kemampuan cerna protein, atau lisin yang ada. Standar mikrobiologis untuk ketiga jenis ini menyatakan bahwa semuanya harus bebas dari *Enterococci*, *salmonella*, dan *staphylococcus*, koagulasi positif dan *klostrisida*. Jumlah keseluruhan mikroorganisme (*total plate count*) pada suhu 37⁰ C tidak lebih dari 14/gr.

Tidak ada penambahan bahan pengawet atau pelarut yang berbahaya yang tertinggal dalam jenis A. Uji keamanan setidak-tidaknya satu spesies atau hewan harus diadakan menurut persyaratan dari jawatan negara yang resmi dimana produk-produk tersebut digunakan. Type B dan C tidak boleh mengandung residu pelarut yang berbahaya. Antioksidan dan citarasa boleh ditambahkan seperti yang diijinkan oleh negara pemakai. (*Teknologi Produk Perikanan*)

Lemak

Kandungan lemak ikan adalah 1 - 20 % yaitu berupa lemak yang mudah dicerna dan dapat langsung digunakan oleh jaringan tubuh. Kandungan lemaknya sebagian besar adalah asam lemak tidak jenuh yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan dapat membantu menurunkan kolesterol darah tinggi. Jumlah lemak ikan tergantung pada jenisnya, ada yang lebih berlemak. Telah disadari bahwa makan ikan dari laut dibandingkan dengan air tawar lebih baik nilai gizinya, namun hanya orang pesisir yang gemar makan ikan laut. Orang di daerah pedalaman jarang mengkonsumsi ikan laut, selain harganya mahal (ditambah harga

pengangkutan) juga disebabkan karena keseegarannya telah menurun sehingga mengubah rasa menjadi amis dan ini yang menyebabkan ikan dihindari.

Vitamin

Vitamin yang ada dalam ikan yaitu vitamin A, D, thiamin, riboflavin dan niacin. Ada dua kelompok vitamin dalam ikan yaitu vitamin yang larut dalam air dan yang larut dalam lemak. Minyak ikan banyak dimanfaatkan untuk anak-anak yang bermanfaat untuk pertumbuhan DHA, yaitu sejenis lemak omega-3 bersama vitamin yang larut dalam lemak. Vitamin yang larut dalam air terdapat di dalam ikan yang tergolong dalam kelompok vitamin B yaitu B6, B12, biotin dan niacin. Kelompok ini banyak terdapat dalam ikan yang dagingnya bewarna gelap. Daging ikan yang bewarna putih jumlah vitamin B nya hampir sama banyak dengan jumlah vitamin dalam daging sapi atau ayam.

Mineral

- **Seng**

Kandungan seng nya tinggi. Tubuh tidak berfungsi normal tanpa mineral seng. Sangat penting untuk metabolisme protein, karbohidrat dan pemanfaatan vitamin A. Seng dapat meningkatkan imunitas dan membantu mempercepat penyembuhan luka. Mempunyai peranan untuk pertumbuhan janin dan perkembangan anak. Kekurangan mineral seng, dapat mengakibatkan :

- Menghambat pertumbuhan anak dan menurunkan nafsu makan
- Menurunkan kemampuan merasakan makanan atau kerusakan pada

indera pengecap

- Jika ada luka akan susah sembuh

Karakter lain adalah penyerapan seng dapat terhambat oleh kopi. Sumber mineral seng adalah seafood, daging, hati, unggas, telur dan biji-bijian.

- **Zat Besi**

Tiram (*oyster*) seafood lain sangat kaya akan zat besi yang mudah diserap oleh tubuh. Dapat dimanfaatkan untuk menghindari anemia.

- **Selenium**

Seafood mengandung selenium yang dapat bermanfaat untuk menghindari kanker karena berfungsi sebagai anti oksidan dan bersama vitamin E, vitamin A dan vitamin C dapat melawan radikal bebas. Bersama vitamin E mempertahankan elastisitas jaringan dan kekurangan selenium akan menyebabkan terjadinya *premature aging* (orang tampak lebih tua dari usianya).

- **Magnesium**

Seafood juga mengandung magnesium yang berguna untuk memperkuat otot, tulang dan gigi. Jika kekurangan akan berakibat:

- Menurunkan nafsu makan
- Terganggunya penyerapan makanan yang dapat menimbulkan diare dan muntah-muntah, jika dalam jangka panjang

- **Yodium**

Menghindari *cretin* dan *mental retarded* pada anak. Orang-orang dipegunungan banyak menderita sakit gondok yang antara lain disebabkan

oleh jarang makan ikan laut. Kekurangan yodium yang dialami oleh ibu hamil akan mengakibatkan bayi yang dilahirkan mengalami *cretin* dan tingkat kecerdasannya rendah. Alasan inilah yang menyebabkan pemerintah membuat peraturan penambahan yodium pada setiap garam dapur yang dijual di pasaran.

Ikan bukan merupakan sumber kalsium, kecuali jika dimakan dengan tulangnya (ikan teri, ikan sarden). Ikan laut juga banyak mengandung flour. Anak-anak yang cukup mendapat flour di dalam makanannya, giginya lebih sehat. Itulah sebabnya, jarang ditemui insiden sakit gigi pada anak yang hidup di pantai karena mengkonsumsi ikan laut. (*Departemen Kelautan dan Perikanan RI*)

II.3.2 Faktor Yang Mempengaruhi Kesegaran Ikan

Suhu

Suhu adalah salah satu faktor lingkungan terpenting yang mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan organisme.

- 1). Apabila suhu naik, kecepatan metabolisme naik dan pertumbuhan dipercepat. Sebaliknya apabila suhu turun, kecepatan metabolisme juga turun dan pertumbuhan diperlambat.
- 2). Apabila suhu naik atau turun, tingkat pertumbuhan mungkin terhenti, komponen sel menjadi tidak aktif dan sel-sel dapat mati.

Sehubungan dengan pengaruh suhu terhadap ketahanan hidup mikroorganisme, pemanasan atau kenaikan suhu bersifat jauh lebih merusak daripada pendinginan. Kebanyakan mikroorganisme pembusuk tahan terhadap

suhu rendah sampai suhu pembekuan dan walaupun pertumbuhan dan pembelahan mungkin terhambat, sel-sel bakteri tahan hidup untuk jangka waktu cukup lama pada suhu pendinginan $\pm 5^{\circ}\text{C}$. Pada kenyataannya jika sel tetap tahan hidup pada awal suhu pembekuan, sel ini tetap dapat hidup untuk jangka waktu cukup lama pada keadaan beku. Ini adalah suatu kehidupan yang tertunda karena fungsi sel terhenti dan bila media sekitarnya dicairkan kembali metabolisme akan berlangsung lagi. Pembekuan biasanya digunakan sebagai cara pengawetan dan mempertahankan aktivitas mikroorganisme pembusuk.

Pertumbuhan bakteri pembusuk pada ikan akan tertahan pada deret suhu antara -1 sampai 5°C . Pembusukan ikan secara bakterial akan lebih menonjol pada jenis ikan dasar (*kakap, bawal, dll*), sedangkan pada jenis ikan pelagik (*kembung, layang, kemuru*), tipe pembusukan lebih bersifat ketengikan oksidatif, berhubung tingginya kadar lemak pada ikan jenis ini. Mayoritas pada bakteri marine yang membusukan ikan adalah tipe psikrofilik (bakteri yang suka pada suhu rendah) bertumbuh pada suhu 30°C , bahkan beberapa diantaranya masih hidup pada $-7,5^{\circ}\text{C}$. Suhu optimum psikrofilik terletak pada deret suhu $10^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$, dimana laju pertumbuhan bakteri akan mencapai 2 kali lebih cepat pada suhu $3,5^{\circ}\text{C}$ dan 5 kali lebih cepat pada suhu 10°C dibandingkan pada suhu 0°C .

Suatu percobaan yang dilakukan dengan menyimpan lempengan (*fillet*) ikan didalam lemari dingin menunjukkan pada suhu simpan $+4, +2, +1, -1,25$ dan -2°C daya awetnya pada masing-masing suhu simpan itu adalah 3, 5, 6, 11, dan

16 hari (Ilyas, 1983). Hal ini membuktikan bahwa semakin rendah suhu penyimpanan, maka pertumbuhan bakteri akan semakin terhambat. Dalam tabel dibawah akan menunjukkan hubungan pengaruh antara suhu, kegiatan bakterial, dan mutu ikan.

No	Suhu	Kegiatan Bakteri	Mutu Ikan
1	Pada deret suhu tinggi 25 °C sampai 10 °C	Luar biasa cepat	Cepat menurun, daya awet sangat pendek (3 – 10 jam)
	10 °C sampai 2 °C	Pertumbuhan lebih lambat	Mutu menurun lebih lambat, daya awet pendek (2 – 5 hari)
2	Pada deret suhu rendah 2 °C sampai -1 °C	Pertumbuhan bakteri jauh berkurang	Penurunan mutu agak dihambat, daya awet wajar (3 – 10)
	-1 °C	Kegiatan dapat ditekan	Sebagai ikan basah (tidak beku) penurunan mutu minimum, daya awet sebagai ikan basah maksimum (5 – 20 hari)
3	Suhu sangat rendah 2 °C sampai -1 °C	Ditekan, tidak aktif	Penurunan mutu minimum, ikan jadi beku, tekstur dan rasa ikan rendah, daya awet panjang (7- 30 hari)
	- 18 °C dan lebih rendah	Ditekan minimum, bakteri tersisa tidak aktif	Mutu ikan beku lebih baik, daya awet sampai setahun

Tabel 2.2 Hubungan antara Suhu, Kegiatan Bakterial, dan Mutu ikan

Sumber : Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan, Sofyan Ilyas

Waktu

Waktu pembelahan sel berbeda-beda tergantung dari spesies dan kondisi lingkungannya, tetapi untuk kebanyakan bakteri waktu ini berkisar antara 10 - 60 menit. Tipe pertumbuhan yang cepat ini disebut pertumbuhan logaritmis atau eksponensial karena bila log jumlah sel digambarkan terhadap waktu dalam grafik akan menunjukkan garis lurus.

Waktu pertumbuhan (menit)	Jumlah sel	Log ₁₀ jumlah sel	Jumlah pembelahan sel
0	1	0,0000	-
10	2	0,3010	1
20	4	0,6021	2
30	8	0,9031	3
40	16	1,2041	4
50	32	1,5051	5
60	64	1,8062	6
120	4096	3,6123	12
180	262144	5,4186	18

Tabel 2.2 Pertumbuhan Logaritmis Mikroorganisme

Sumber : Ilmu Pangan, K.A.Buckle

Setelah 48 jam pertumbuhan eksponensial satu bakteri pembusuk akan mencapai $2,2 \times 10^{31}$ g. Dan pada fase ini bakteri akan lebih tahan terhadap suhu panas, dingin maupun bahan kimia. Oleh karena itu pencapaian suhu pendinginan sangat penting dalam usaha pengawetan dan penanganan ikan segar.

Nilai pH

Setiap organisme mempunyai kisaran nilai pH di mana pertumbuhan masih memungkinkan dan masing-masing biasanya mempunyai pH optimum. Tingginya pH akhir daging ikan (biasanya pH 6,4 - 6,6), akan mempercepat pembusukan pada ikan. Tingginya kadar keasaman (*pH*) disebabkan karena

rendahnya cadangan glikogen dalam daging ikan akibat aktivitas pergulatan ikan saat ditangkap.

Perbedaan rupa ikan segar dan ikan busuk atau rusak dapat diringkas sebagai berikut :

Kedadaan	kondisi segar	kondisi tidak segar
Mata	Jernih, bercahaya, mata cembung, pupil hitam, kornea bening.	Redup, cekung, pupil mata kelabu tertutup lendir.
Bau	Segar dan menyenangkan, seperti bau rumput laut, tidak ada bau pesing.	Mulai dengan bau tidak enak, makin kuat menusuk, lalu timbul bau busuk.
Warna	Cemerlang.	Layu, pudar, dan tidak mengkilap.
Tekstur	Keras, kaku, elastis ketika ditekan dengan jari.	Lembek, kendur, sedikit kenyal, terdapat cairan.
Perut	Dinding perut utuh, bersih, dan bebas dari bau busuk.	Dinding perut pecah, lembek, gembung / bengkak, dan bau menusuk.
Jaringan otot	Berwarna putih.	Berwarna merah muda sampai abu-abu, warna darah menyebar di sekitar tulang belakang.
Insang	Warna merah sampai merah tua, cemerlang, tidak berbau.	Kotor, warna pucat atau gelap, bau busuk.
Lendir	Rupa lendir cemerlang, terdapat lendir alami yang menutupi ikan.	Berubah menjadi kekuningan dengan bau tidak enak, lendir hilang.
Sisik	Melekat kuat dan mengkilat.	Banyak yang lepas dan warnanya memudar.
Daging	Sayatan daging cerah dan elastis, bila ditekan tidak terdapat bekas jari.	Bila ditekan dengan jari membekas.
Darah	Darah segar merah dan konsistensi normal.	Darah berwarna gelap dengan konsistensi cair dan bau yang menusuk.
Sayatan	Apabila ikan dibelah, daging melekat kuat pada tulang.	Apabila ikan dibelah, daging mudah lepas dari tulang.
Tulang	Tulang belakang berwarna abu-abu.	Tulang belakang berwarna kekuning-kuningan.
Kondisi	Bebas dari parasit, tidak terdapat luka atau kerusakan pada ikan.	Banyak terdapat parasit, banyak terdapat luka patah pada badan ikan.

Tabel 2.4 Perbedaan Kondisi Ikan Segar Dan Tidak Segar

Sumber : Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan, Sofyan Illyas

Proses deteriorasi (*penurunan mutu*) tidak dapat dihentikan secara keseluruhan. Apa yang diusahakan oleh manusia hanya memperlambat terjadinya

proses tersebut. Cara, metode, atau teknik yang diusahakan atau diterapkan guna memperlambat dan mengontrol faktor-faktor penyebab deteriorasi, merupakan prinsip dasar dari metode pengawetan dan pengolahan ikan.

II.4 Metode Penanganan Dan Pengawetan Ikan Segar

II.4.1 Penanganan Ikan di Kapal

I. Penanganan di perahu, kapal layar, dan kapal motor kecil

Para nelayan Indonesia yang menangkap ikan dengan perahu dayung, kayu, atau perahu-perahu motor kecil (motor tempel) prahu yang mengeskan ikannya. Oleh karena itu, setelah sampai di pasar ikan-ikan itu sering sudah membusuk. Namun, bila penangkapannya hanya memerlukan waktu semalam. kebanyakan masih cukup segar pada waktu dijual.

Sebenarnya banyak nelayan yang menyadari bahwa untuk mendapatkan harga jual yang tinggi ikan harus tetap segar. Persoalannya hanyalah, kurangnya kemampuan nelayan membeli es dan daya muat kapal terlalu kecil untuk peng-es-an di laut. Sifat-sifat ikan yang merupakan bahan makanan mudah busuk atau rusak itu harus diketahui. Ikan yang tidak banyak berontak ketika ditangkap atau sebelum mati, kesegarannya akan lebih tahan lama daripada ikan yang lama berontaknya. Ikan yang terpancing, dibandingkan ikan yang terjaring dengan gillnet (*larung insang*) atau trawl (*jaring udang = pukut harimau*), karena ikan hasil tangkapan sering tercampur dan tergencet dengan udang, kotoran, lumpur, serta segala benda yang dari dasar laut waktu jaring ditarik. Hal ini sangat mempengaruhi mutu ikan tersebut. Ikan yang banyak berontak sebelum

mati akan mengalami keadaan kaku (*rigor mortis*) lebih cepat daripada ikan yang cepat mati. Ini berarti, makin cepat ikan mencapai rigor, makin pendek daya simpannya. Keadaan kaku atau rigor ini berhubungan dengan perubahan-perubahan biokimia di dalam badan ikan yang lamanya antara lain dipengaruhi oleh cara penangkapan dan suhu penyimpanan. Makin cepat ikan yang tertangkap lalu di-es-kan maka makin lama pula pencapaian fase rigor. Makin segar ikannya, face rigor yang dilalui akan makin panjang, berarti daya simpannya juga makin lama.

Mutu ikan segar juga dipengaruhi keutuhan badannya. Sejauh mungkin dihindari terjadinya luka atau remar pada badan ikan. Hal ini sering terjadi, misalnya pada saat pengambilan ikan dari mata jaring jenis gill-net. Bila pengambilan dilakukan dengan kasar, maka sisik atau bagian dari kulit ikan yang mengkilap akan banyak hilang. Akibatnya ikan memar, dan daya simpannya lebih pendek. Untuk menghindarinya diusahakan jangan sampai ikan terinjak-injak, terlempar, atau tersimpan dengan bongkahan es yang besar-besar. Sebab, jika badan ikan terluka, maka bakteri pembusuk yang banyak terdapat pada kulit ikan (dalam lendir) atau di geladak akan cepat menular masuk ke dalam badan.

Usaha untuk mempertahankan kesegaran adalah menutupinya dengan kain atau daun basah. Dengan menguapnya air pada lapisan penutup itu, suhu ikan akan turun, juga harus dicegah supaya ikan tidak terkena sinar matahari langsung, karena pada suhu yang lebih tinggi, pembusukan akan berjalan lebih cepat.

2. Penanganan di kapal yang lebih besar

Langkah-langkah yang perlu diambil dalam penanganan ikan di kapal yang lebih besar adalah sebagai berikut.

a). Penyortiran dan pencucian

Sebelum jaring ikan diangkat ke dek, segala peralatan yang akan bersentuhan dengan ikan hendaknya dicuci bersih lebih dahulu. Setelah ikan sampai didek, bersihkan segala kotoran yang besar-besar yang ikut terjaring. kemudian ikan dicuci dengan cara menyemprotkan air laut sampai segala kotoran kecil seperti lumpur, rumput laut, dan binatang-binatang yang tidak dimanfaatkan terpisah dari ikan. Selanjutnya disortir menurut jenis, besar, dan harga di pasar. Misalnya, ikan kakap atau tenggiri harus ditangani lebih dulu. Sebaiknya hasil sortiran ikan diletakkan di dalam wadah yang berlainan berdasarkan jenisnya.

b). Penyiangan

Penyiangan adalah memisahkan/menghilangkan isi perut dan insang dari badan ikan. Dengan hilangnya sumber bakteri pembusuk tersebut, kesegaran ikan dapat dipertahankan lebih lama. Sayatan yang diubah pada perut waktu penyiangan hendaknya sependek mungkin supaya tidak merusak bentuk ikan. Semua sisa-sisa darah pada ikan yang besar harus dibersihkan, termasuk kelenjar limpa yang melekat di bawah tulang belakang. Isi perut dan insang yang telah dikeluarkan hendaknya dibuang jauh-jauh, jangan sampai mengotori ikan yang belum maupun yang sudah disiangi.

Penyiangan ikan antara lain ditentukan oleh ukuran badannya. Ikan-ikan kecil seperti lemuru atau kembung, tentu saja tidak perlu disiangi, sebab mudah rusak. Lain halnya dengan ikan kakap, yang kulitnya (terutama dinding perut) relatif kuat. Penyiangan juga tidak dapat dilakukan bila hasil tangkapan banyak sekali.

Penyiangan itu perlu dilakukan atau tidak tergantung dari tujuan pemanfaatan ikan dan/atau permintaan pasar. Bila akan dikemas dalam kaleng atau diolah menjadi fillet (daging ikan), maka ikan tidak perlu disiangi. Demikian juga halnya jika akan dijual di pasar sebagai ikan segar utuh.

c) Pencucian

Setelah dilakukan penyortiran menurut jenis dan besarnya, secepat mungkin ikan dicuci. Pencucian hendaknya memakai air laut yang bersih. Bila perlengkapan memungkinkan (*seperti pada kapal pabrik = ory ship, udang dapat dicuci dengan air dingin*), maka prinsip rantai dingin harus segera diterapkan. Ikan-ikan yang sudah disiangi kemudian dicuci bersih, sisa lendir, isi perut dan kotoran lain yang masih melekat perlu disingkirkan.

d) Penyimpanan ikan

Setelah ikan dicuci, ikan segar dan bersih dimasukkan kedalam palka dan di es. Jangan dibiarkan terlalu lama di dek tanpa di-es atau terkena sinar matahari langsung. Waktu mengangkat/memindahkan ikan ke palka harus hati-hati dan cepat. Jangan sampai dilempar-lempar karena dapat mengakibatkan ikan terluka dan air bekas cucian ikut terbawa. Ketika diturunkan ke dalam palka, hendaknya ikan diletakkan dalam keranjang (*bambu/plastik*) atau peti kayu.

Sejak ikan tertangkap sampai di es, hendaknya selalu diperlakukan dengan hati-hati. Hindarkan pemakaian sekop atau garpu untuk memindahkan ikan. Juga, jangan sampai ikan terinjak-injak di dek sehingga luka atau memar.

e) Pembongkaran di tempat pendaratan

Penanganan ikan sejak pembongkaran di pelabuhan atau di pelelangan selanjutnya, juga memegang peranan penting guna mempertahankan mutu ikan segar. Langkah-langkah yang perlu diperhatikan dalam pembongkaran ikan adalah sebagai berikut.

- Pembongkaran dilakukan dengan hati-hati dan sedapat mungkin tidak memakai sekop atau garpu untuk menghindari luka/memar pada badan ikan.
- Pisahkan es dari ikan untuk memudahkan penimbangannya. Setelah ikan ditimbang harus segera di-es lagi.
- Wadah (*container*) sebaiknya dibuat dari bahan-behan yang mudah dibersihkan, seperti alumunium, stainless steel, plastik keras tetapi tidak mudah pecah, atau peti kayu yang ringan, kuat dan mudah dibersihkan (*isinya kira-kira 25 _ 30 kg*).
- Ikan-ikan jangan dibiarkan terkena sinar matahari langsung, dan selalu tambahkan es-nya bila lama menunggu
- saat pelelangan, pengangkutan, atau pengolahan. Kalau terlalu lama, sebaiknya disimpan di kamar dingin (*chilling room*). Meskipun disimpan di dalam kamar dingin, ikan harus tetap di-es, sebab kamar dingin hanya berfungsi memperlambat pencairan es saja. Karena itulah, untuk mempertahankan prinsip rantai dingin ini, es harus selalu tersedia, di mana pun ikan ditangkap dan didaratkan.

II.4.2 Pengawetan Ikan di Kapal

Daya saing produk perikanan Indonesia di pasaran baik secara nasional maupun internasional menjadi labil dengan posisi tawar menawar harga yang rendah. Sejak tahun 2000, volume ekspor hasil perikanan Indonesia terus menurun. Adapun yang membuat volume ekspor hasil perikanan menurun antara lain disebabkan oleh penguasaan teknologi dan kemampuan sumberdaya manusia dari industri tersebut masih rendah. (Helen J.Lohoo dkk,2005).

Oleh karena itu untuk meningkatkan daya saing dan mutu hasil ikan segar diperlukan pengetahuan mengenai cara-cara metode penanganan hasil tangkapan ikan.

Dasar pengawetan/pengolahan ikan adalah mempertahankan kesegaran dan mutu ikan selama dan sebaik mungkin. Hampir semua cara pengawetan / pengolahan ikan meninggalkan sifat-sifat khusus pada setiap hasil awetan/olahannya. Hal ini disebabkan oleh berubahnya sifat- sifat, bau (*odor*), cita rasa (*flavour*), wujud atau rupa (*apperance*) dan tekstur (*texture*) daging ikan. Pengawetan/pengolahan ikan juga bertujuan untuk menghambat atau menghentikan kegiatan zat-zat dan mikroorganisme yang dapat menimbulkan pembusukan (*kemunduran mutu*) dan kerusakan. Jadi, pada dasarnya pengawetan/pengolahan ikan bertujuan melindungi ikan dari pembusukan atau kerusakan karena perubahan yang disebabkan oleh kegiatan mikro-organisme (*jasad renik*) dan perubahan-perubahan lain yang merugikan. Perubahan ini disebabkan oleh kegiatan enzim (*autolisa*) dan bakteri-bakteri pembusuk yang terdapat di dalam badan ikan. Perubahan serupa inilah yang



harus dihentikan atau setidaknya dihambat, agar ikan dan hasil perikanan lainnya tidak rusak atau busuk sebelum diolah/diawetkan dan diangkut ke pasar, dicapai, serta dibeli oleh konsumen.

Berikut adalah beberapa metode pengawetan ikan yang telah digunakan dan dikembangkan sampai saat ini :

1. Pengawetan Suhu Tinggi

Meskipun suhu tinggi mempercepat pembusukan tetapi dengan suhu yang tepat suhu yang tinggi dapat juga digunakan untuk menghentikan proses pembusukan. baik oleh bakteri, jamur (*mold*) maupun enzim. Contoh umum pengawetan dengan suhu tinggi adalah pengalengan ikan, pengasapan dengan cara pengasapan panas (*hot smoking*) dalam suhu yang cukup tinggi ($80^{\circ} - 90^{\circ}C$).

2. Pengawetan Dengan Cara Mengurangi Kadar Air Dalam ikan

Salah satu faktor penting yang harus selalu diperhatikan di dalam pengawetan ikan dan hasil-hasil perikanan lainnya adalah kadar air (*moisture*) dalam daging ikan. Kadar air ini sangat berpengaruh dalam proses pembusukan. Bila kadar airnya dikurangi (*misalnya dengan pengeringan*) maka proses pembusukan akan terhenti sama sekali. Pengeringan dapat dilakukan dengan berbagai cara anatar lain:

a. Pengeringan dengan udara

Cara ini dapat dilakukan dengan pertolongan angin dan sinar matahari (*penjemuran*) atau di dapur (*oven*) dengan aliran udara panas yang dihasilkan

api, atau melalui alat pengering khusus (*mechanical drier*).

b. *Pengeringan dengan proses osmose*

Proses osmose pada ikan adalah dengan direndam dalam larutan garam pekat. Sifat selektif dinding sel kulit dan daging ikan ini terbentuk karena larutan garam di luar badan ikan lebih pekat daripada di dalam badan ikan. Larutan garam (*brine*) akan merembes masuk ke dalam badan ikan, sedangkan air akan merembes ke luar.

c. *Penggunaan tekanan*

Pengurangan kadar air dalam proses pengawetan ikan dilakukan secara mekanis, yaitu dengan cara menekan (*mengepres*) ikan dengan pemberat atau alat pres. (Moeljanto,1992)

d. *Penggunaan panas*

Secara umum, panas berguna untuk menghentikan atau menghambat proses pembusukan oleh bakteri, mikro-organisme, dan enzim. Pemasakan ikan, seperti pada *hot smoking*, menyebabkan keluarnya air dari badan ikan. Hal ini berarti membantu pengawetan. Begitu juga dalam proses pengolahan ikan, misalnya perebusan pada pembuatan pindang atau pengukusan pada pengolahan teri nasi juga merupakan usaha mengurangi kadar air dalam badan ikan sebelum proses pengeringan dilakukan secara lebih sempurna. Dalam praktik, sebagian besar pengurangan kadar air dilakukan dengan pengeringan di udara terbuka, atau dalam ruangan kadar air buatan (*artificial dryer*). Sedangkan dengan prinsip pada pengolahan ikan asin basah, dilakukan proses osmose. Akan tetapi ada juga yang mengombinasikan pada pengasapan ikan, bermacam-macam cara.

Misalnya pengeringan dengan model osmose atau kadang-kadang dikombinasikan dengan dengan perebusan lebih dulu.

3. Pengawetan Dengan Menggunakan Zat Anti Septik

Dalam bidang pengawetan/pengolahan makanan umumnya dan ikan-ikan pada khususnya, telah digunakan zat kimia yang bersifat antiseptik. Salah satu zat yang paling umum dipakai adalah asam asetat (*acetic acid*) yang lebih dikenal dengan cuka. Agar proses pembusukan sama sekali terhenti, sebaiknya dipakai cuka yang agak pekat, tetapi jangan terlalu pekat karena makanan yang diawetkan tidak akan termakan lagi. Ikan yang telah diawetkan menjadi lebih tahan lama bila disimpan dalam ruangan bersuhu rendah (*cool room*). Beberapa jenis zat antiseptik yang jarang dipakai dalam pengawetan ikan antara lain: *natrium benzoat*, *natrium nitrat* dan *natrium nitrit*. Akan tetapi, penggunaan additive harus diawasi sebaiknya agar tidak menimbulkan akibat-akibat yang merugikan.

4. Pengawetan Dengan Penghampaan

Meskipun ruang hampa udara tidak langsung dipakai dalam pengawetan ikan, tetapi ketiadaan udara itu dapat menghambat beberapa perubahan yang bersifat kimia maupun fisis selama penyimpanan. Misalnya, pada penyimpanan ikan asin, terutama dari jenis yang banyak mengandung lemak (*fatty fish*), sebaiknya dilakukan dalam keadaan basah. Caranya direndam dalam larutan garam (*brine*) supaya tidak kena udara. Sebab, udara dapat

menimbulkan terjadinya oksidasi lemak sehingga ikan berbau tengik(*rancid*)

Penghampaan juga sering dilakukan pada pengemasan produk-produk olahan ikan kering, misalnya dalam kantong plastik yang dihampakan waktu penutupannya. Satu hal yang harus diperhatikan dalam pengemasan dengan penghampaan (*vacuum packaging*) adalah kemungkinan tumbuhnya jenis bakteri anaerob (tidak memerlukan O_2) yang racunnya sangat berbahaya (racunnya disebut *Clostridium botulinum*). Di antara kelima cara pengawetan/pengolahan ikan yang telah disebutkan di atas, pengurangan kadar air dalam badan ikan merupakan dasar yang paling penting dalam pengawetan ikan. Sebab, kurang lebih 70% dari seluruh berat badan ikan adalah air. Pengeringan kadar air dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti berikut ini. (Moeljanto, 1992)

5. Pengawetan Suhu Rendah

Bakteri pembusuk hidup pada suhu antara 0° - 30° C, Bila suhu diturunkan dengan cepat sampai di bawah 0° C, maka proses pembusukan akan terhambat. Dasar-dasar inilah yang digunakan untuk mengawetkan ikan dengan pendinginan, termasuk pembekuan.

a. Pengawetan Ikan dengan Sistem Pendinginan (Refrigeration)

Sistem pendinginan digunakan untuk mendinginkan ikan yang disimpan dalam ruangan terisolasi sehingga temperaturnya menjadi jauh lebih rendah dari temperature lingkungan. Tujuan pendinginan adalah untuk menghambat proses kemunduran mutu yang disebabkan aktivitas mikroorganisme dan proses-proses kimiawi maupun fisis. Untuk produk-produk tertentu, suhu di atas titik

beku sudah cukup untuk memperpanjang daya simpan (Moeljanto,1992). Pengawetan dengan metode ini biasa menggunakan mesin – mesin pendingin yang memerlukan investasi dan biaya perawatan yang besar, sehingga metode ini hanya mampu diaplikasikan pada kapal-kapal ikan modern yang dimiliki oleh para pemilik modal besar, sedang untuk bagi para nelayan tradisional belum mampu mengaplikasikan metode ini karena kendala biaya investasi yang besar.

b. *Pendinginan Ikan Dengan Es Balok (Icing)*

Suhu rendah sangat efektif untuk menghambat pertumbuhan bakteri-bakteri "psychrophilic" (bakteri-bakteri yang senang pada suhu rendah dan hidup pada suhu dari 0° - 30° C, dengan suhu optimum 15° C). Jenis bakteri inilah yang bertanggung jawab pada pembusukan ikan-ikan berlemak sedikit (*lean fish*). Sebagai contoh, *self life* ikan-ikan dasar jenis tertentu (*cod and haddock*) meningkat dua kali lebih lama bila setiap kali diturunkan 10⁰ F, pada batas-batas suhu 70°F-30°F (21,1°C-1,1°C).

Fungsi es dalam hal ini adalah

- a) menurunkan suhu daging sampai mendekati 0⁰ C;
- b) mempertahankan suhu ikan tetap dingin;
- c) menyediakan air es untuk mencuci lendir, sisa-sisa darah dan bakteri dari permukaan badan ikan;
- d) mempertahankan keadaan berudara (aerobic) pada ikan selama disimpan di dalam palka.
- e) mendinginkan hasil tangkapan, yaitu dengan mencampurkan ikan dengan jumlah es yang cukup

- f) mencegah panas yang merembes dari luar palka, terutama bagian palka yang tidak didinginkan secara mekanis
- g) memisahkan ikan yang paling tepi dengan dinding palkah karena sebab dinding palkah mengandung bakteri pembusuk, dan
- h) menampung cairan yang merembes keluar dari badai, ikan, yang mengandung lendir dan sisa-sisa darah sehingga dalam peng-es-an ini diusahakan supaya sisa darah dan lendir yang mengalir jangan sampai mengotori ikan yang berada di bawahnya. *(Moeljanto, 1992)*.

Syarat-syarat es yang baik untuk pendinginan ikan:

- Es yang digunakan untuk pengesan ikan haruslah dibuat dari air bersih. Penggunaan es yang terbuat dari air yang tidak bersih akan merupakan sumber pencemaran bagi ikan yang di-es.
- Butiran-butiran es yang dipakai sebaiknya cukup kecil dan tidak tajam. Jika butiran atau pecahan es besar, es tidak akan dapat bersentuhan dengan ikan secara baik. Pecahan es yang tajam akan melukai ikan, terutama ikan yang tidak bersisik dan memiliki kulit yang tipis. Bongkahan-bongkahan es yang dihasilkan dari es balok yang dipecahkan dapat melukai atau menyebabkan memar pada ikan. Luka atau memar ini justru akan mempercepat kerusakan ikan. Bongkahan yang besar akan menyebabkan memar, sedang sudut-sudut runcing akan menyebabkan luka pada ikan. Jenis es yang paling baik digunakan adalah es curah atau es balok yang dihancurkan menggunakan mesin pembuat es curah. Es seperti ini tidak memiliki sudut-sudut runcing dan ukuran butirannya cukup kecil sehingga

kontak yang baik antara ikan dengan es dapat terjadi. (*Helen J.Lohoo dkk,2005*).

Penyimpanan dan peng-es-an dalam palka

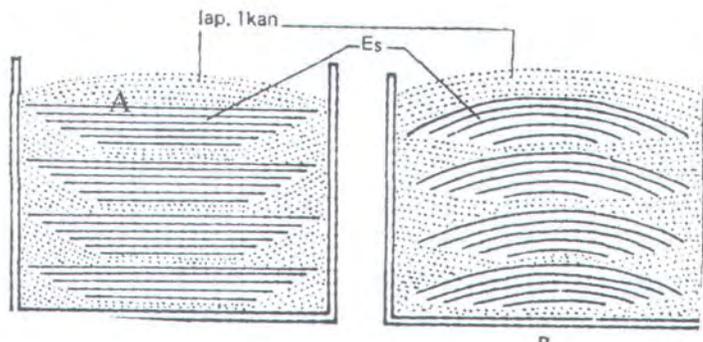
Ada tiga cara peng-es-an ikan di dalam palka yang dipraktikkan secara komersial.

- a) Peng-es-an langsung (*gundukan = bulk storage*). Ikan dan es diletakkan berlapis-lapis, dimulai dengan lapisan es pada dasar palka. Tinggi lapisan-lapisan ini sebaiknya kurang dari 0,5 meter, bila lebih diberi sekat mendatar.
- b). Peng-es-an dengan sekat horisontal (*shelving*). Cara ini dilakukan, terutama pada palka-palka yang besar, untuk mengurangi gencetan es dan ikan. Di sini digunakan sekat-sekat mendatar, dan ikannya di-es diatas sekat-sekat itu. Jarak antarsekat $\pm 80 - 90$ cm.
- c). Peng-es-an dalam peti kayu yang agak ringan, plastik, atau aluminium. Cara ini umumnya menghasilkan kesegaran ikan paling baik, hanya sulit sekali dipraktikkan pada kapal-kapal perikanan berukuran kecil.

Urutan langkah peng-es-an

- a). Letakkan es curai sebagai dasar setinggi kira-kira 20 cm untuk lama pelayaran 8 hari. Makin lama waktu Pelayaran, lapisan es dasar harus makin tebal. Setiap penambahan 24 jam pelayaran lapisan es d tambah setebal t 2% cm.
- b). Permukaan es yang menyentuh dinding samping palka dibuat 6 - 9 cm lebih tinggi daripada bagian tengah sehingga terbentuk lapisan es

- yang permukaannya seperti piring makan (cekung).
- c). Letakkan lapisan ikan setinggi 6 - 9 cm, tetapi jangan lebih tinggi dari permukaan es yang menyentuh dinding palkah. Bila ikannya besar-besar, sebaiknya satu lapis saja.
 - d). Letakkan lagi selapis es setebal 4 cm di atas lapisan ikan, pada bagian yang menyentuh dinding palka juga 6 cm lebih tinggi dari lapisan es bagian tengah.
 - e). Ulangi susunan lapisan ikan dan es secara bergantian dan cara meletakkan ikan bersisi-sisian dengan palkah menghadap ke bawah. Dengan demikian cairan perut bisa langsung mengalir ke bawah bersama-sama es yang mencair.

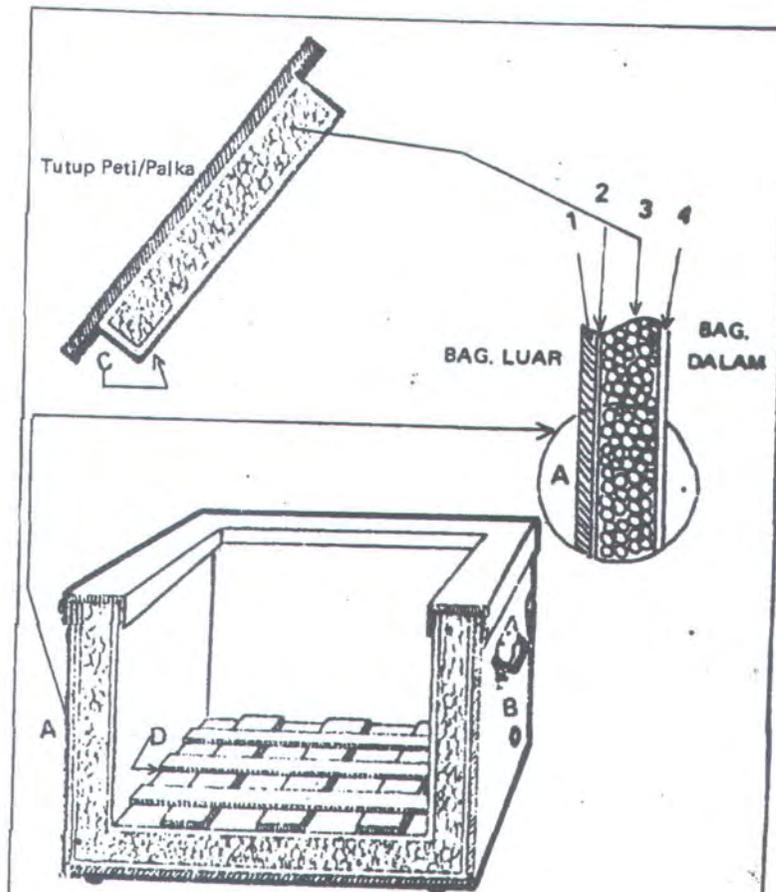


Cara penyusunan ikan dan es di dalam palka atau wadah. Keadaan sebelum es mencair, lapisan ikan datar (A), selama dan setelah es mencair berangsur-angsur berubah menjadi cembung sehingga es yang mencair mengalir ke bawah agar tidak menggenangi lapisan ikan (B)

- f). Palka dengan lapisan insulasi, permukaan palka dilapisi logam tahan karat. Perbandingan es dan ikan = 1 : 2.
- g). Palka dengan lapisan insulasi, seluruh palka didinginkan oleh unit pendingin. Perbandingan es dan ikan = 1 : 3.

Kebutuhan es

- a). Dari percobaan-percobaan di luar negeri, ditemukan perbandingan es dan ikan pada palkah tanpa insulasi. Palka tanpa lapisan permukaan/dinding dari kayu yang tidak diawetkan sebelumnya. Perbandingan es dan ikan = 1 : 1
- b). Palka yang berlapis insulasi dengan permukaan dan kayu-kayu tanpa diawetkan lebih dulu. Perbandingan es dan ikan = 1 : 2.



Contoh pembuatan cool-box/palka untuk penyimpanan dan pengangkutan ikan segar

Untuk lebih memperpanjang *shelf life* ikan segar, maka ikan disimpan pada suhu super chilling ($-1,1^{\circ}$ - $-2,2^{\circ}$ C). Suhu ini dapat memperpanjang *shelf life* ikan segar sampai dua kali lebih lama (*jenis cod dan haddock yang biasanya hanya tahan sampai 13 hari, dengan suhu ini dapat ditingkatkan menjadi 22 - 29 hari*). Pada penyimpanan suhu super chilling, ikan di-es secara terpisah oleh sekat-sekat dalam palka yang dilengkapi pipa-pipa pendingin dan dialiri brine dingin. Suhu ikan dipertahankan pada $-1,7^{\circ}$ C (-29° F) selama pelayaran atau sebelum diolah. (Moeljanto, 1992)

c. *Pendinginan Ikan Dengan Es Kering (Dry Icing)*

Di negara-negara maju, pendinginan dengan menggunakan es kering (*dry ice*) dapat menghasilkan suhu sampai -70° C. Pendinginan atau pembekuan dengan es kering atau nitrogen (N_2) cair disebut pendinginan dengan bahan kriogenik (Moeljanto, 1992).

Es kering merupakan bentuk padat dari CO_2 , maka terdapat manfaat lain dari penggunaan es kering, yaitu dapat mencegah atau menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk pada ikan hasil tangkapan. Semakin tinggi konsentrasi CO_2 yang digunakan semakin efektif pula CO_2 berfungsi sebagai zat anti bakteri: Es kering juga memiliki kelebihan karena bersuhu rendah, tidak berbau, tidak mengandung alkohol dan memiliki tingkat kesusutan yang rendah. Karena pada dasarnya ikan setelah ditangkap dan mati secara keseluruhan, maka ikan akan mengalami proses penurunan mutu (*proses deteorisasi*) yang menjurus ke arah proses pembusukan ikan. Berdasarkan hasil penelitian dari Nur

Hidayat,2003, dari satu kilogram karbondioksida padat yang menyublim pada tekanan atmosfer diperoleh efek refrigerasi 70% lebih besar dari pada satu kilogram es balok. Hal ini berarti untuk mendinginkan ruangan pada keadaan yang sama dibutuhkan es kering dengan jumlah yang lebih sedikit di bandingkan pendinginan mengunaan es balok. Dan dari pengamatan dari **Gondo Gautama,2003**, diketahui bahwa untuk penggunaan radiator dengan putaran kipas lebih tinggi maka waktu yang dibutuhkan untuk penurunan temperatur akan lebih cepat.

Es kering dibuat dengan memampatkan gas CO₂ sehingga menghasilkan gas panas yang bertekanan tinggi yang kemudian didinginkan hingga mengembun dan mencair. Cairan tersebut kemudian diturunkan tekanannya menjadi 1 atmosfer melalui alat penyemprot sehingga menghasilkan salju " yang dimampatkan menjadi kristal-kristal es kering yang siap dipakai. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh (*Untung B, Semin dan Alam B, 2003*) tentang aplikasi es kering untuk pendingin ruangan telah berhasil membuktikan bahwa es kering dapat dipakai untuk mendinginkan suatu ruangan dan dapat mencapai suhu dibawah 0°C. Pada penelitian ini yang dilakukan dengan menggunakan dua buah kotak yang dilapisi dengan sterofoam didalamnya. Kotak pertama sebagai tempat es kering dengan ukuran volume yang telah direncanakan. Pada bagian dalam kotak ini terdapat tray sebagai tempat peletakan es kering, sedang pada bagian dasar dipasang kipas atau blower yang dapat diatur kecepatannya, sehingga debit udara dapat bervariasi. Pada kotak kedua sebagai ruang yang akan didinginkan dibuat lebih besar. Pada kotak kedua ini

tidak ada beban yang didinginkan karena yang akan didinginkan adalah ruangnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah es kering mampu untuk dimanfaatkan sebagai pendingin ruangan sebagai pengganti dari sistem pendingin *Air Conditioned* (AC), dari hasil percobaan ternyata mampu mendinginkan ruangan. Namun yang menjadi kendala adalah kurang praktis bila dibandingkan dengan system AC.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan PT. Petrokimia Gresik bekerjasama dengan PT. Kelola Mina Laut Gresik pada tahun 2000 dan 2001 di Muncar Banyuwangi mengenai penggunaan kombinasi es kering dan es balok untuk pengawetan ikan menghasilkan kondisi ikan dimana secara fisik ikan lebih keras, lebih kaku, ruangan lebih dingin sisa es batu lebih banyak yaitu 90% dan sisa es kering 15 - 20 %. Kendala yang dihadapi dari pengawetan dengan campuran es balok dan es kering adalah pada saat pembongkaran, dimana sisa es batu masih cukup banyak dan menyatu dengan ikan, sehingga saat pembongkaran memerlukan waktu yang lebih lama bila dibanding dengan es balok saja. Prosedur aplikasi es kering adalah dengan melakukan percobaan pendinginan terhadap 100 kg ikan yang ditempatkan pada kotak plastik yang berlapis yang diantara lapisan tersebut dilapisi sterofoam dan sisi samping bawah dilengkapi dengan saluran pembuangan air. Aplikasi es kering dilakukan dengan cara mengurangi jumlah penggunaan es balok, yaitu es balok sebesar 28 kg (40%) diganti dengan es kering 9 kg (1: 1). Pengurangan es batu ini meningkatkan isi ikan pada kotak penyimpan dari semula 100 kg menjadi 120 kg per kotak pendingin. Setelah 9,5 jam hasil dari percobaan ini adalah

kualitas ikan yang diawetkan sangat baik .

Untuk mengatasi permasalahan di atas pada penelitian ini akan dilakukan dengan memanfaatkan uap es kering untuk mendinginkan ikan pada suatu kotak (tempat). Dan penempatan es kering dan ikan tidak menjadi satu tempat tetapi di tempatkan pada dua kotak yang berbeda. Kedua kotak dihubungkan dengan dua buah pipa, pipa pertama yang di atas untuk mengalirkan gas (CO_2) sebagai pendingin yang mengalir dari kotak es kering ke kotak tempat ikan yang akan didinginkan. Pipa yang kedua yang terdetak dibawah sebagai pipa sirkulasi gas karbondioksida dari kotak tempat ikan ke kotak tempat es kering. Sirkulasi uap es kering (gas karbondioksida) ini dibantu oleh kipas angin.

Mengacu pada percobaan PT. Kelola Mina Laut Gresik, pada bagian dasar kotak penempatan ikan dipasang pipa kuras (*drain pipe*) untuk membersihkan kotoran-kotoran cair yang terendap di dasar kotak. Kemudian dari hasil percobaan ini diharapkan bisa mengatasi kendala bongkar muat yang memakan waktu lama bila es kering dan es basah dicampur serta ingin mengetahui seberapa perbandingan jumlah antara es kering yang dibutuhkan dengan beban ikan yang didinginkan.

II.5 Pembekuan Ikan

1. Pengertian dan manfaat pembekuan

Pengawetan ikan dengan pembekuan (*dengan suhu sampai -50^0 C*) akan mampu menghentikan kegiatan mikroorganisme, meskipun belum diketahui secara pasti suhu pada saat bakteri betul-betul sudah mati semuanya. Secara



praktis dapat dinyatakan, bahwa pada suhu dibawah -10° C proses pembusukan oleh bakteri terhenti. Meskipun demikian, beberapa proses seperti biokimia, kimia, dan fisis masih berlangsung terus. Proses ini dapat menyebabkan kemunduran mutu. Di antara proses-proses yang masih berlangsung yaitu, kegiatan enzim perlu mendapat perhatian utama. Untuk menghentikan atau menghambatnya perlu diambil tindakan pencegahan, misalnya dengan pembungkusan (untuk mencegah ketengikan) atau *glazing* (*penambahan lapisan es untuk menghindari proses pengeringan atau dehydration*).

Pembekuan dan penyimpanan-beku (*cold storing*) adalah cara terbaik untuk penyimpanan jangka panjang. Bila cara pengolahan dan pembekuan baik dan bahan mentahnya masih segar, maka dapat dihasilkan ikan beku yang bila dicairkan (*thawing*) keadaannya masih mendekati sifat-sifat ikan segar.

2. Proses pembekuan

Antara pembekuan (*freezing*) dan penyimpanan beku (*frozen storage*) terdapat perbedaan penting dalam kaitannya dengan proses pembekuan, yaitu panas diambil, diikuti oleh turunnya suhu produk yang dibekukan dan berubahnya sebagian besar kadar air yang terkandung dalam produk menjadi es. Membekukan produk sampai pada suhu -18° C ($= 0^{\circ}$ F) merupakan perlakuan baku dalam industri pendinginan ikan. Penyimpanan beku berarti meletakkan produk yang sudah beku di dalam ruangan dengan suhu yang dipertahankan sama dan telah ditentukan sebelumnya (misalnya -25° C). Pada saat panas

dipindahkan, diserap atau diambil (*removed*) selama proses pembekuan, prosesnya melalui tiga tahap penurunan suhu

- Tahap pertama : suhu produk diturunkan sampai titik beku (*freezing point*), yaitu pemindahan sensible heat di atas pembekuan.
- Tahap kedua : kandungan air dalam produk berubah dari keadaan cair ke keadaan padat sedangkan suhunya tetap.
- Tahap ketiga : suhu produk diturunkan sampai titik beku, yang ideal adalah sampai suhu penyimpanan beku (pemindahan sensible heat sampai di bawah titik beku)

3. Peranan waktu pembekuan

Waktu pembekuan (*freezing time*) ditentukan oleh kecepatan pemindahan panas atau kecepatan pembekuan. Kecepatan pemindahan panas ditentukan oleh produk yang dibekukan dan efisiensi sistem pembekuannya.

Kecepatan panas yang bergerak dari pusat produk ke permukaan ditentukan oleh konduktivitas-thermal produk tersebut. Kecepatan pemindahan dari permukaan ditentukan oleh koefisien pemindahan panas (*heat transfer coefficient*) dari permukaan.

Kandungan air produk perikanan kira-kira 60% - 80%, dan pembentukan kristal es selama proses pembekuan dapat menyebabkan sumber utama dari degradasi produk. Pada saat es terbentuk, air ditarik dari dalam cairan sel daging ikan sehingga makin lama cairan itu makin kental. Bila pembekuannya cepat, kristal es yang terbentuk kecil-kecil tetapi banyak sekali di dalam dan di

antara sel-sel daging itu. Bila pembekuannya lambat, kristal-kristal yang terbentuk lebih dahulu akan terus membesar sehingga membentuk beberapa kristal berukuran besar. Kristal-kristal es yang besar ini dapat merusak atau memecahkan sel daging ikan. Sehingga cairan sel akan keluar dan turut hilang pada saat ikan beku itu dicairkan dan akan dimasak. Hilangnya cairan yang mengandung rasa enak ikan itu disebut *drip loss*.

4. Kecepatan pembekuan

Kecepatan pembekuan adalah kecepatan pembentukan es sewaktu bergerak di dalam produk. Semakin dekat ke permukaan produk, maka kecepatan pembekuan semakin besar. Sebaliknya, semakin jauh dari permukaan produk (*semakin ke arah pusat produk*), maka kecepatannya semakin kecil.

Kecepatan pembekuan dapat ditingkatkan dengan cara menurunkan suhu freezer (*misalnya dari -40°C menjadi -50°C*) atau mengatur kecepatan tiupan udara dingin. Namun, kedua cara tersebut mempunyai kelemahan. Penggunaan suhu yang lebih rendah akan meningkatkan biaya pembekuan karena harus menggunakan kompresor yang kekuatannya lebih besar. Sedangkan dengan cepatnya tiupan udara dingin akan mempercepat proses pengeringan. Oleh karena itu, akhirnya dipilih keadaan atau faktor-faktor yang seimbang antara suhu pembekuan, biaya pembekuan, dan mutu produk bekunya

Kerusakan produk, secara umum produk akan mengalami tiga jenis kerusakan (*loss*).

- 1) Kerusakan karena aspek mekanis. Hal ini disebabkan oleh produk yang

- menempel atau terjatuh dari rak atau *conveyor* (ban berjalan);
- 2) Kemunduran mutu;
 - 3) Pengeringan (*dehydration*), yaitu berkurangnya kadar air selama produk dibekukan dan disimpan-beku. Hal ini dapat ditunjukkan oleh adanya saju di atas produk beku atau memutihnya permukaan produk beku itu.

Pendinginan dan pembekuan yang cepat dapat mengurangi tingkat pengeringan. Pendinginan yang cepat akan memperkecil kecepatan penguapan dari dalam produk ke udara. Sedangkan pembekuan yang cepat akan meminimalkan (*minimize*) produk itu menguapkan kandungannya.

Untuk memperoleh pendinginan dan pembekuan yang cepat tidak hanya dengan menggunakan udara dingin saja. Akan tetapi, udara dingin ini perlu didistribusikan secara efisien agar dapat menyentuh permukaan produk dengan sistem hembusan atau aliran udara yang efektif.

5. Cara-cara pembekuan

Bentuk/besar ikan, cara pembekuan, dan kecepatan pembekuan akan turut mempengaruhi mutu, penampilan (*appearance*) dan biaya pembekuan. Pada pembekuan dikenal dua penggolongan yaitu : pembekuan lambat (*slow freezing*) dan pembekuan cepat (*quick freezing*). Keuntungan pembekuan cepat antara lain mencegah pembusukan oleh bakteri, mempertinggi produktivitas,

Di pabrik-pabrik yang besar, memungkinkan penggunaan ban-ban berjalan (*conveyor*) dan peratan otomatis, memungkinkan pemakaian freezer secara maksimum, bisa menghasilkan produk yang terkemas seragam dan

berpenampilan menarik, dan volume produksi menjadi lebih tinggi. Sedangkan cara pembekuan lambat (*slow freezing*) secara umum hasilnya tidak sebaik cara pembekuan cepat sehingga jarang dipraktikkan secara komersial.

Sebagian besar bakteri akan terhambat atau terhenti. Akan tetapi, pada saat dicairkan dan suhunya naik, bakteri akan tumbuh serta aktif kembali. Menurut **Shewan (1954)**, pembekuan dapat mengurangi jumlah bakteri hingga 60 - 90%, asalkan suhunya diatur di bawah suhu minimal pertumbuhan bakteri itu. Kemudian diikuti dengan pengurangan tajam (*deret pangkat*), sedangkan penurunan suhunya secara berangsur-angsur. Derajat keasaman (*pH*) juga mempengaruhi jumlah bakteri yang masih dapat hidup dalam pembekuan.

Secara umum, pembekuan dapat mematikan jenis jenis bakteri tertentu. Suhu antara -1° sampai -10° C lebih mematikan dibandingkan dengan suhu -20° C atau lebih rendah lagi. Penyimpanan beku juga dapat mengurangi jumlah bakteri, terutama karena terjadinya denaturasi protein yang lebih mematikan. Akan tetapi, organisme-organisme tertentu masih dapat hidup, meskipun penyimpanannya lama.

Karena jumlah bakteri sebelum pembekuan dan keadaan sanitasi menentukan mutu dan keawetan produk beku, perlu diperhatikan petunjuk-petunjuk berikut ini.

- Lingkungan kerja hendaknya selalu bersih dan higienis.
- Man segar harus secepat mungkin didinginkan sampai suhu 0° C, selama belum dibekukan,
- Pembuatan fillet, pencucian, dan pembekuan ikan hendaknya

dilakukan segera setelah ikan tertangkap. Pada saat ini jumlah bakteri permulaan masih sedikit.

II.6 Beban Pendinginan

Faktor terpenting yang harus diperhatikan dalam perencanaan sistem pendingin adalah besarnya beban pendingin. Dalam perhitungan besarnya beban pendingin, terlebih dahulu harus diperhitungkan sumber kalor yang terdapat pada ruangan pendingin. Akan tetapi perhitungan sumber kalor yang tepat dalam suatu sistem bukanlah hal yang mudah, karena masih banyak terdapat sumber-sumber kalor yang sangat sulit diramalkan dan diperhitungkan.

- a. Beban Produk, yaitu beban kalor yang dilepaskan oleh produk selama proses pembekuan dan penyimpanannya.
- b. Beban Infiltrasi, yaitu beban kalor yang ditimbulkan akibat adanya perembesan udara ke dalam ruang pendingin akibat adanya celah-celah yang ada pada kotak pendingin dan beban kalor pada saat membuka atau menutup kotak atau ruang pendingin.
- c. Beban Transmisi, yaitu beban kalor yang diakibatkan oleh panas yang ditransmisikan ke dalam ruangan pendingin karena adanya perbedaan temperatur serta pengaruh dari penyinaran matahari:

Sumber utama dari beban refrigerasi adalah produk yang terdiri dari

1. Energi untuk menurunkan temperatur produk dari temperatur penerimaan hingga temperatur penyimpanan.

2. Mempertahankan generasi panas di dalam storage.

Suatu produk apabila ditempatkan di dalam suatu ruang pada keadaan temperatur lebih tinggi dari temperatur ruang storage, maka produk tersebut akan kehilangan panas hingga mendekati temperatur ruangan. Untuk menghitung kuantitas panas yang dilepas, maka perlu diketahui keadaan produk yaitu keadaan pada saat masuk ruang pendingin, keadaan akhirnya, beratnya, panas spesifik, temperatur, serta panas latennya. Apabila produk didefinisikan dalam berat, maka untuk menghitung besarnya kalor yang dilepas, digunakan persamaan :

$$Q = M \cdot c \cdot \Delta T \quad (2-1)$$

Dimana :

$$Q = \text{Panas yang dilepas}$$

$$M = \text{Massa dari produk}$$

$$c = \text{Panas spesifik dari produk}$$

$$\Delta T = \text{Perubahan temperatur}$$

Untuk melepaskan panas dari produk harus diperhitungkan dalam satuan waktu. Beban ekuivalen dalam satuan waktu adalah

$$Q = Q_{\text{total}} / \text{Waktu pendinginan} \quad (2-2)$$

Periode waktu yang digunakan tidak dapat ditentukan dengan pemilihan waktu. Waktu pendinginan tergantung pada bagaimana produk tersebut disimpan, ada tidaknya udara yang mengalirinya, serta luasan permukaan.

II.5.1 Beban Infiltrasi

Pada saat kotak pendingin dibuka dan ditutup, udara luar akan masuk ke dalam ruang pendinginan. Dengan masuknya udara dari luar maka akan menambah beban pendingin dari ruang karena temperatur dan kandungan uap dari udara luar yang masuk ke ruang pendinginan ini harus diturunkan seperti pada keadaan semula. Beban pendinginan ini sangat sulit diketahui secara pasti karena sangat tergantung pada waktu / lamanya buka tutup kotak. Beban kalor infiltrasi untuk ruang pendingin (*cool box*) dapat dihitung dengan persamaan

$$Q = V \times C \times 0,075 \times (h_o - h_i) \dots\dots\dots (2-3)$$

Dimana :

- V = Volume ruang penyimpanan (ft)
- C = Jumlah udara yang bergantian tiap 24 jam
- h_o = Entalpi udara luar (Btu/lb)
- h_i = Entalpi udara dalam (Btu/lb)

II.5.2 Beban Transmisi

Persamaan untuk menghitung sumber panas akibat panas konduksi dan konveksi yang melalui seluruh permukaan adalah

$$q = U \cdot A \cdot (t_o - t_i) \quad (2-4)$$

Dimana :

- U = Koefisien perpindahan panas
- A = Luas permukaan perpindahan panas

$$\begin{aligned} t_o &= \text{Temperatur udara luar} \\ t_i &= \text{Temperatur ruang pendingin} \\ U &= \frac{1}{(R_{\text{total}}) \cdot A} \dots \dots \dots (2-5) \end{aligned}$$

Dimana

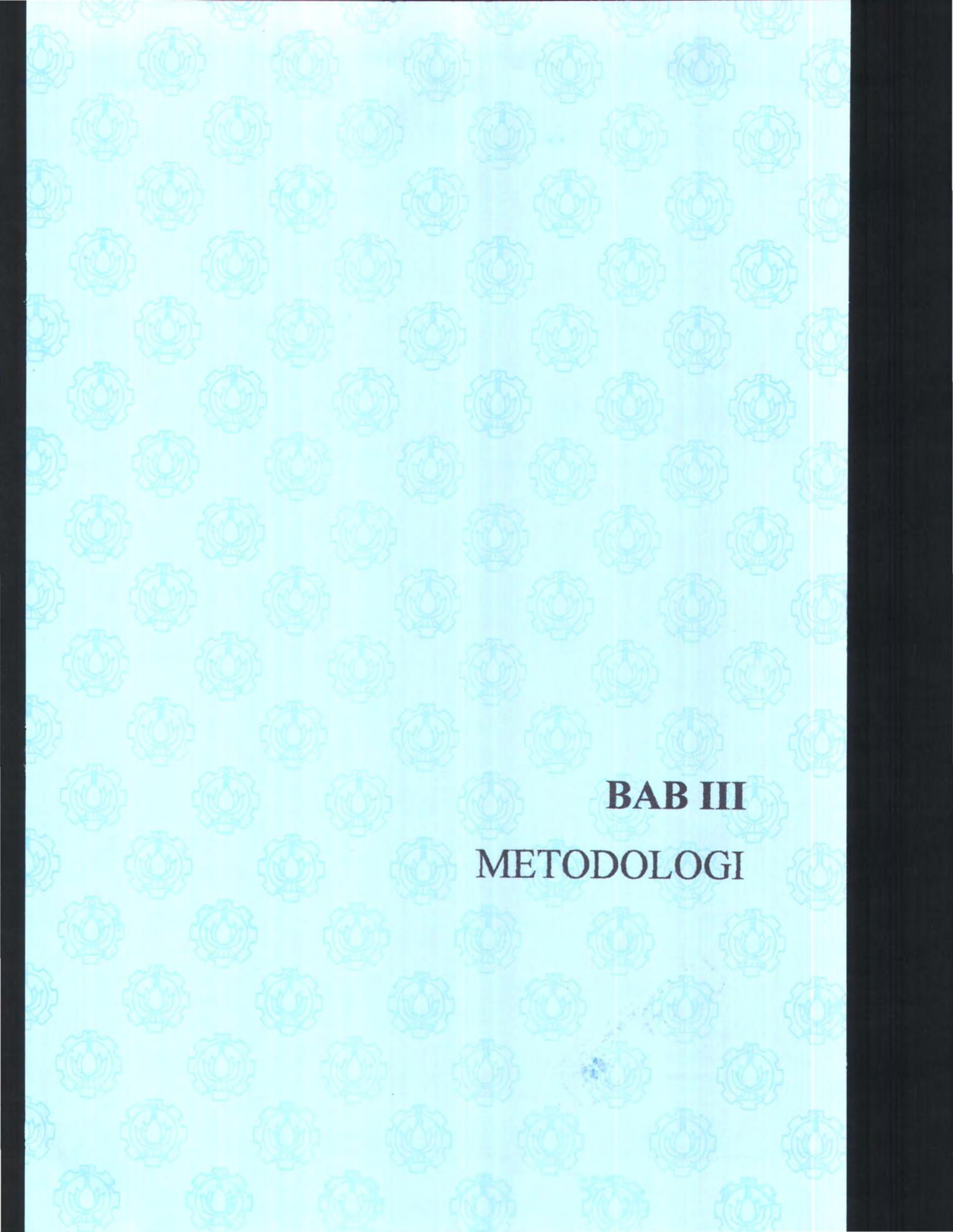
$$\begin{aligned} R_{\text{total}} &= \text{hambatan termal total} \\ A &= \text{luas bidang permukaan} \end{aligned}$$

II.5.3 Beban Pendinginan Total

Beban pendinginan total adalah jumlah keseluruhan beban pendinginan yang terdiri dari beban transmisi dan beban pemakaian.

$$\text{Beban Pendinginan Total} = \text{Beban Transmisi} + \text{Beban Pemakaian} \quad (2-6)$$

$$\text{Dimana : Beban Pemakaian} = \text{Volume} \times \text{Faktor Pemakaian} \quad (2.7)$$



BAB III
METODOLOGI

BAB III

METODOLOGI

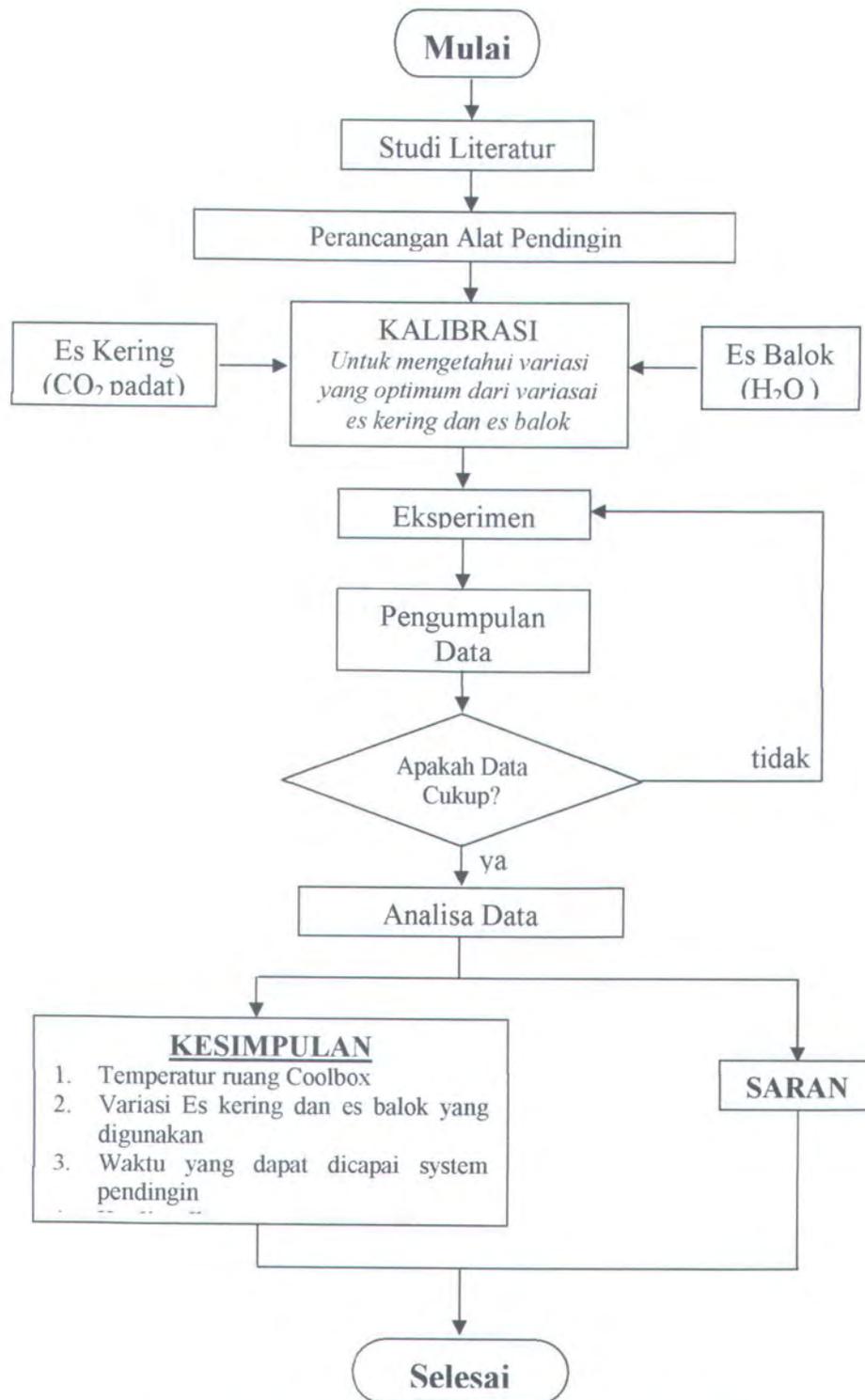
Metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini adalah dengan melakukan eksperimen. Eksperimen dimulai dari pengecekan peralatan yang dilanjutkan dengan melakukan kalibrasi. Kalibrasi dilakukan untuk mengetahui karakteristik peralatan dan dilakukan dengan melakukan Eksperimen dengan variasi Es balok, Es kering dan garam. Hasilnya diperbandingkan dengan percobaan yang telah dilakukan sebelumnya. Eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui variasi yang optimum dari penggunaan garam, es kering, dan es balok H₂O.

Setelah diketahui variasi yang optimum dari variasi penggunaan garam, es kering, dan es balok H₂O kemudian dilakukan pengujian terhadap kemampuan coolbox dengan memberi beban pendinginan (ikan). Eksperimen ini dilakukan dengan memakai beban pendinginan ikan 20 kg.

Yang terakhir adalah analisa data dari seluruh eksperimen dan didapatkan kesimpulan tentang pengaruh penambahan garam pada es balok H₂O dan pengaruh variasi es kering pada collbox berpendingin gabungan es balok H₂O dan CO₂ padat.



Adapun langkah kerja sesuai dengan diagram alir dibawah :



Gambar 3.1 Diagram alir Metodologi Penelitian

3.1. Perancangan Coolbox

Langkah-langkah dalam merancang Coolbox

1. Menentukan ukuran Coolbox
2. Menentukan beban pendingin (ikan)
3. Menentukan kebutuhan es balok
4. Menentukan kebutuhan ruang es balok dengan ikan
5. Menentukan kebutuhan es kering

3.1.1 Menentukan ukuran Coolbox

Ukuran Coolbox	Panjang	=	120 cm
	Lebar	=	80 cm
	Tinggi	=	80 cm

Bahan = Kayu (Playwood)

Tebal = 10 mm

Keterangan = Coolbox dicat dengan tujuan

- Mengurangi masuknya perpindahan panas dari udara luar coolbox
- Untuk mengoptimalkan fungsi coolbox
- Untuk mengurangi kebutuhan energi sistem pendingin

3.1.2 Menentukan Beban Pendingin

Untuk beban pendingin sesuai dengan tujuan dari tugas akhir yaitu membuat design coolbox yang mampu mempertahankan kualitas protein ikan,

maka beban pendingin berupa ikan dan divariasikan untuk mengetahui kemampuan coolbox berdasarkan jumlah beban yang paling optimal.

Jenis ikan = Sedikit lemak (*lean fish*)

3.1.3 Menentukan Kebutuhan Es Balok

Kebutuhan es balok dipengaruhi oleh :

1. Jumlah ikan dan temperatur ikan (*Chilling Fish*)
2. Durasi dari jarak pelayaran dan komposisi dari ikan tangkapan.
3. Estimasi volume coolbox dan konstruksi dari coolbox.

Dalam prakteknya dibutuhkan lebih banyak es untuk memastikan bahwa ikan akan didinginkan dari temperatur ambient sampai temperatur yang diinginkan ($0 \sim -1$)⁰ C setiap saat, secara umum diatur dalam “*Rule Of Thumb Minimum*” bahwa rasio penggunaan es terhadap ikan adalah 1 : 1 , 1 kg es akan mendinginkan ikan sebanyak 1 kg dan mampu mendinginkan sampai $0 \sim -1$ ⁰ C.

3.1.4 Menentukan Kebutuhan Ruang Es Balok Dengan Ikan.

Ukuran Ruang es balok dengan ikan Panjang = 80 cm

Lebar = 40 cm

Tinggi = 30 cm

Bahan = Seng

Tebal = 1 mm

Keterangan

- Ruang es balok dengan ikan berjumlah 2, dan diletakkan bersusun horizontal, untuk mengurangi tekanan agar ikan yang terletak dibawah tidak rusak akibat beban yang berat.

3.1.5 Menentukan Kebutuhan Es Kering

Sesuai perhitungan kebutuhan beban bahwa 1 kg ikan dapat didinginkan dengan 1 kg es kering dan 1 kg ikan dapat didinginkan dengan 0.3 kg es kering, maka kebutuhan es kering sesuai eksperimen, dimana setiap eksperimen Es balok H₂O : Es kering : beban (ikan) adalah

1. Es balok H₂O : Es kering : beban (ikan) = 0.7 : 0.3 : 1
2. Es balok H₂O : Es kering : beban (ikan) = 0.7 : 0.2.5 : 1
3. Es balok H₂O : Es kering : beban (ikan) = 0.7 : 0.2 : 1
4. Es balok H₂O : Es kering : beban (ikan) = 0.7 : 0.35 : 1
5. Es balok H₂O : Es kering : beban (ikan) = 0.7 : 0.4 : 1

Jika beban ikan yang digunakan adalah 5 kg maka setiap eksperimen adalah :

6. Es balok H₂O 3.5 kg + Es kering 1.5 kg + beban (ikan 5 kg).
7. Es balok H₂O 3.5 kg + Es kering 1.25 kg + beban (ikan 5 kg).
8. Es balok H₂O 3.5 kg + Es kering 1 kg + beban (ikan 5 kg).
9. Es balok H₂O 3.5 kg + Es kering 1.75 kg + beban (ikan 5 kg).
10. Es balok H₂O 3.5 kg + Es kering 2 kg + beban (ikan 5 kg).

3.2. Kalibrasi

Mempersiapkan semua peralatan eksperimen, yang terdiri dari :

1. Coolbox ; mengecek kondisi fisik dari coolbox.
2. Thermometer
3. Palu
4. Sarung tangan
5. Alat pemotong Es kering
6. Penggaris/mistar
7. Kamera
8. Timbangan
9. Jam tangan

Kalibrasi peralatan

Kalibrasi peralatan dilakukan untuk mengetahui karakteristik coolbox dengan adanya variasi Es balok dan Es kering. Eksperimen dilakukan dengan beban nol (*tanpa es kering*). Yang kemudian dilanjutkan dengan variasi penggunaan Es kering. Adapun kalibrasi yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Kalibrasi Es balok H₂O 5 kg.
2. Kalibrasi Es balok H₂O 3.5 kg + Es kering 1.5 kg.

Eksperimen dengan variasi Es kering

Eksperimen ini dimaksudkan untuk mencari pengaruh es kering terhadap sistem pendingin gabungan Es balok H₂O dan Es kering (CO₂padat). Adapun eksperimen yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Eksperimen Es balok H₂O 3.5 kg + Es kering 1.5 kg + beban (ikan 5 kg).
2. Eksperimen Es balok H₂O 3.5 kg + Es kering 1.25 kg + beban (ikan 5 kg).
3. Eksperimen Es balok H₂O 3.5 kg + Es kering 1 kg + beban (ikan 5 kg).
4. Eksperimen Es balok H₂O 3.5 kg + Es kering 1.75 kg + beban (ikan 5 kg).
5. Eksperimen Es balok H₂O 3.5 kg + Es kering 2 kg + beban (ikan 5 kg).

Secara umum langkah-langkah eksperimen beban nol adalah sebagai berikut :

1. Timbang es kering sesuai dengan kebutuhan eksperimen
2. Pecah es kering dengan ukuran 5 x 4 x 3 cm
3. Masukkan es kering ke bagian luar seng Coolbox gabungan.
4. Timbang Es balok sesuai dengan kebutuhan eksperimen, ambil 10 butir, ditimbang kemudian beratnya dirata-rata sebagai berat Es balok H₂O tiap butirnya. Didapatkan berat es balok tiap butirnya sebesargram.
5. Masukkan Es balok H₂O ke dalam coolbox.
6. Tempatkan es kering masing-masing pada bagian keliling dari box seng
7. Pasang thermometer
 - 1). Pada box sterofoam digunakan untuk mengukur perubahan temperatur yang terjadi pada es kering. Ditempatkan 2 buah thermometer :
 - a). Thermometer 4 diletakkan pada posisi 7,5 cm dari dasar coolbox.

- b). Thermometer 5 diletakkan pada posisi 7,5 cm dibawah tutup coolbox.
- 2). Pada box seng digunakan untuk mengukur temperatur ruang pendingin yang menggunakan es balok sebagai pendingin utamanya.
 - a). Thermometer 1 diletakkan pada posisi 3 cm dari dasar box.
 - b). Thermometer 2 diletakkan pada posisi tengah-tengah coolbox.
 - c). Thermometer 3 diletakkan pada posisi 3 cm dibawah tutup collbox.

8. Tutup coolbox gabungan

T1 adalah temperatur pada ruang antara kotak seng dengan sterofoam atau tempat peletakan es kering (3 cm dari dasar sterofoam/menempel es kering)

T2 adalah temperatur ruang es kering (15 cm dari dasar sterofoam)

T3 adalah temperatur ruang coolbox (15 cm dari tutup coolbox)

T4 adalah temperatur pada kotak seng (terletak 3 cm pada dasar kotak seng/menempel es balok)

T5 adalah temperatur pada kotak seng (menempel ikan)

9. Pengamatan :

- a). Setelah coolbox ditutup dibiarkan selama 15 menit
- b). Amati T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 Dan $T_{ruangan}$ sebagai temperatur awal percobaan.
- c). Amati temperatur T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 Dan $T_{ruangan}$ tiap jamnya data ditabelkan.
- d). Tiap 24 jam, tutup dibuka untuk diamati kondisi visual.

3.3. Eksperimen

Eksperimen dilakukan untuk menguji sejauh mana kemampuan coolbox gabungan apabila diberi beban pendinginan (ikan). Eksperimen dilakukan dengan menempatkan ikan pada bagian dalam coolbox yang terbuat dari seng dan diberi

pendinginan es balok, dikeliling box seng ditempatkan es kering yang digunakan untuk menahan laju panas yang datangnya dari luar. Kemudian diamati perubahan temperatur tiap jamnya dan untuk perubahan kualitas ikan diamati setiap membuka tutup coolbox. Data pengamatan temperatur ditabelkan dan dibuat grafik yang kemudian dianalisa. Sedangkan data score sheet ikan dianalisa secara statistik.

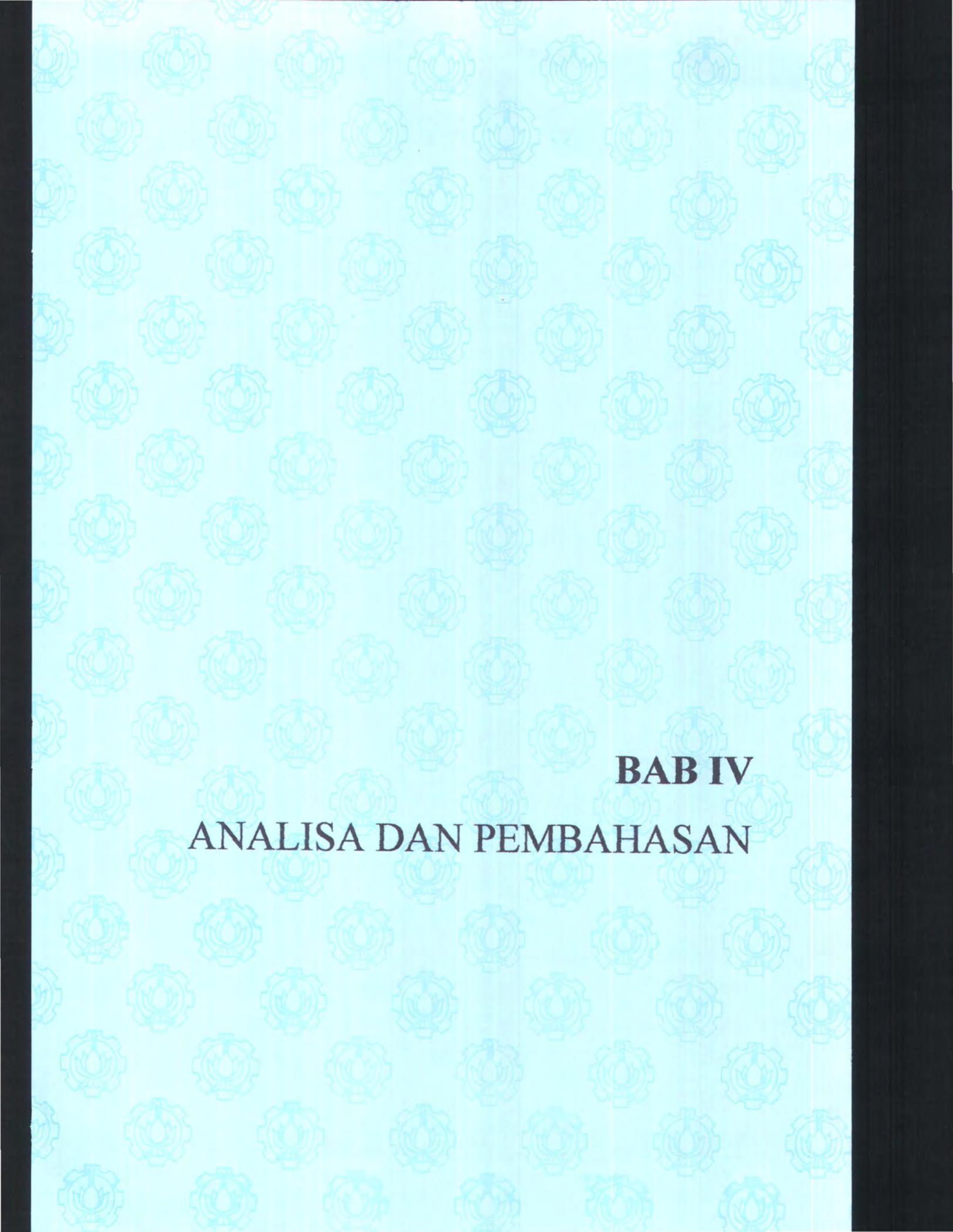
Eksperimen yang telah dilakukan adalah dengan menggunakan :

1. Eksperimen Es balok H_2O 3.5 kg + Es kering 1.5 kg + beban (ikan 5 kg).
2. Eksperimen Es balok H_2O 3.5 kg + Es kering 1.25 kg + beban (ikan 5 kg).
3. Eksperimen Es balok H_2O 3.5 kg + Es kering 1 kg + beban (ikan 5 kg).
4. Eksperimen Es balok H_2O 3.5 kg + Es kering 1.75 kg + beban (ikan 5 kg).
5. Eksperimen Es balok H_2O 3.5 kg + Es kering 2 kg + beban (ikan 5 kg).

Secara umum langkah-langkah Eksperimen adalah sebagai berikut :

1. Ambil secara acak 10 ekor ikan sampel, ditimbang, kemudian beratnya dirata-rata sebagai berat seekor ikan. (*Lampiran berat sampel es balok (H_2O), es kering ($CO_2(padat)$) dan ikan*).
2. Timbang Es balok sesuai dengan kebutuhan eksperimen, ambil 10 butir, ditimbang kemudian beratnya dirata-rata sebagai berat Es balok H_2O tiap butirnya.
3. Tempatkan Es kering dan tempatkan pada keliling box seng.
4. Masukkan lapisan pertama es balok H_2O .
5. Masukkan lapisan ikan pertama ke dalam coolbox gabungan.
6. Masukkan lapisan ke dua es balok H_2O .

7. Masukkan lapisan ikan kedua ke dalam coolbox gabungan.
 8. Masukkan lapisan ketiga es balok H₂O.
 9. Tempatkan es kering masing-masing pada bagian keliling box seng.
 10. Pasang thermometer
- T1 adalah temperatur pada ruang antara kotak seng dengan sterofoam atau tempat peletakan es kering (3 cm dari dasar sterofoam/menempel es kering)
T2 adalah temperatur ruang es kering (15 cm dari dasar sterofoam)
T3 adalah temperatur ruang coolbox (15 cm dari tutup coolbox)
T4 adalah temperatur pada kotak seng (terletak 3 cm pada dasar kotak seng/menempel es balok)
T5 adalah temperatur pada kotak seng (menempel ikan)
11. Tutup coolbox gabungan
 12. Pengamatan :
 - a). Setelah coolbox ditutup dibiarkan selama 15 menit
 - b). Amati T₁, T₂, T₃, T₄, T₅ Dan T_{ruangan} sebagai temperatur awal percobaan.
 - c). Amati temperatur T₁, T₂, T₃, T₄, T₅ Dan T_{ruangan} tiap jamnya data ditabelkan
 20. Tiap temperatur rata-rata dalam box alumunium mendekati nilai 0⁰C tutup dibuka setiap jamnya untuk diamati kondisi visual.



BAB IV
ANALISA DAN PEMBAHASAN

BAB IV

HASIL EKSPERIMEN DAN ANALISA DATA

Pada bab ini membahas hasil eksperimen yang meliputi : kalibrasi prototipe, eksperimen, kualitas ikan, dan pembahasan. Pada kualitas ikan dilakukan analisa penurunan mutu ikan secara statistik dan secara kandungan protein. Pada pembahasan ditampilkan hasil analisa yang dievaluasi dengan teori yang ada. Karena banyaknya tabel dan grafik maka untuk memudahkan pembaca sebagian besar ditempatkan pada lampiran.

4.2 HASIL KALIBRASI PROTOTIPE

Kalibrasi dilakukan dengan eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari coolbox dengan adanya, Es kering $\text{CO}_2(\text{padat})$ dan Es balok H_2O . Kalibrasi dilakukan dengan 2 kali eksperimen yang terdiri dari ;

1. Kalibrasi Es balok H_2O 5 kg.
2. Kalibrasi Es balok H_2O 3.5 kg + Es kering 1.5 kg.

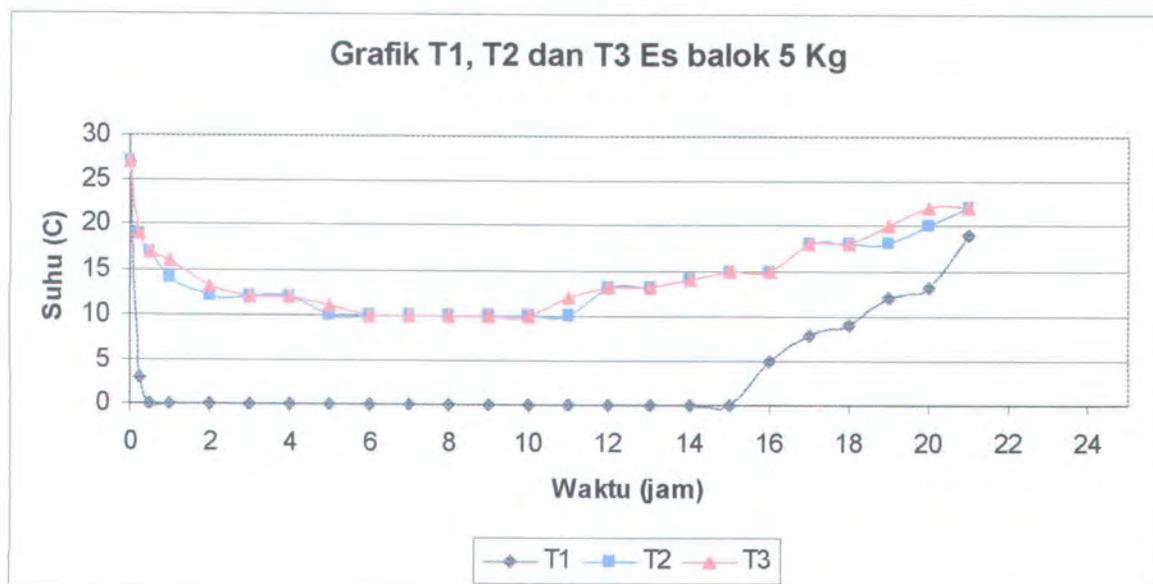
4.2 HASIL Experimen

1. Eksperimen Es balok H_2O 3.5 kg + Es kering 1.5 kg + beban (ikan 5 kg).
2. Eksperimen Es balok H_2O 3.5 kg + Es kering 1.25 kg + beban (ikan 5 kg).
3. Eksperimen Es balok H_2O 3.5 kg + Es kering 1 kg + beban (ikan 5 kg).
4. Eksperimen Es balok H_2O 3.5 kg + Es kering 1.75 kg + beban (ikan 5 kg).
5. Eksperimen Es balok H_2O 3.5 kg + Es kering 2 kg + beban (ikan 5 kg).

4.1.1. Hasil kalibrasi Es balok H₂O 5 kg .

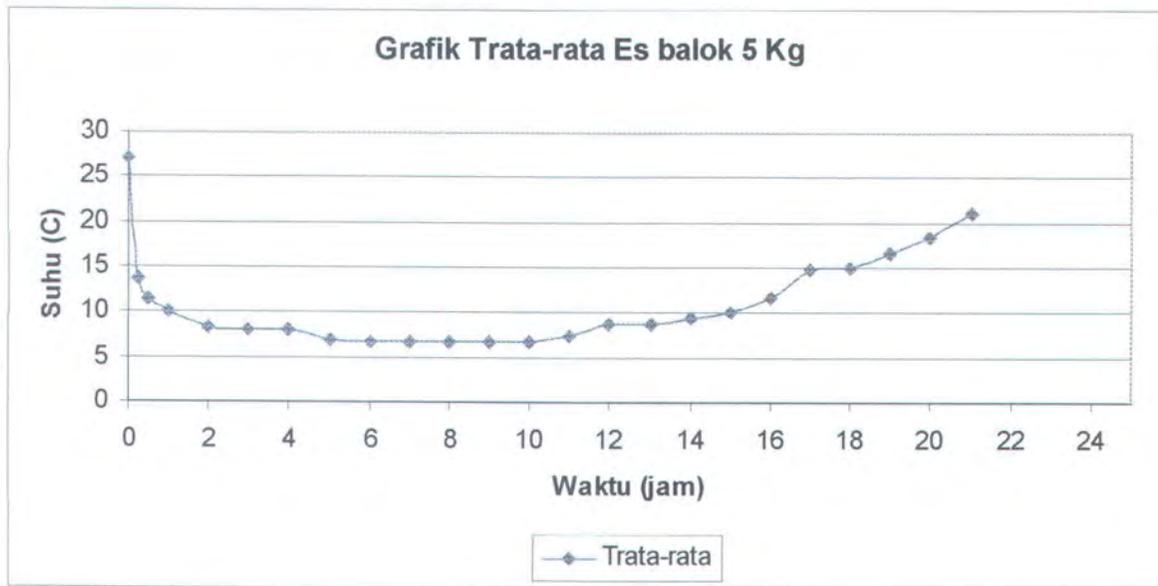
Kalibrasi ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik coolbox dengan adanya Es balok H₂O terhadap coolbox gabungan. (Lampiran gambar 4.1 – 4.3) menunjukkan perubahan Es balok H₂O dalam coolbox selama eksperimen. Eksperimen dihentikan pada temperatur kembali menjadi temperatur rata-rata ruang dalam (T1, T2, T3) $\geq 27^{\circ}\text{C}$. Dapat dilihat pada (Lampiran gambar 4.1) kondisi Es balok H₂O pada waktu jam ke 19, dimana es balok sudah mencair. Sedangkan untuk perubahan temperatur dalam coolbox dapat dilihat pada (Lampiran grafik 4.1 dan 4.2) T1 adalah temperatur ruang coolbox pada kotak seng (3 cm dari dasar box seng). Terlihat bahwa temperatur ruang dalam coolbox bagian bawah (temperatur es balok) lebih rendah dari temperatur ruang dalam coolbox dan mencapai kestabilan pada temperatur rendah (dibawah 0°C) yang cukup lama 15 jam, waktu untuk mencapai temperatur 0°C sangat cepat, 30 menit dari permulaan eksperimen coolbox. Hal ini dapat terjadi karena coolbox memiliki isolasi yang baik dan tidak terjadi kebocoran, sehingga penurunan temperatur awal ruangan (27°C) dalam coolbox sampai temperatur stabil (0°C) sangat cepat. T2 adalah temperatur ruang antara kotak seng dengan coolbox (tempat peletakan es kering, 3 cm dari dasar sterofoam). Terlihat bahwa temperatur ruang mengalami penurunan suhu dari 27°C sampai 10°C , dalam 5 jam dan bertahan selama 6 jam. Hal ini dapat terjadi karena es balok hanya mampu mendinginkan kotak seng saja dan tempat es kering yang kosong mengalami perpindahan kalor dari kotak seng ke ruangan tempat es kering. T3 adalah temperatur ruang coolbox secara keseluruhan (15 cm dari tutup coolbox). Terlihat bahwa temperatur T2 dengan T3 tidak jauh berbeda atau

hampir sama. Hal ini bisa terjadi karena ruangan coolbox hanya didinginkan dengan es balok dari kotak seng sama dengan T2, jika T2 yang seharusnya merupakan tempat peletakan es kering dibiarkan kosong maka T2 merupakan bagian dari coolbox. Atau bisa dinyatakan dengan turunnya temperatur pada dasar coolbox maka akan cenderung menyerap kalor yang ada pada sekitarnya, sehingga temperatur T_2 dan T_3 (temperatur udara ruang) akan cenderung naik (*grafik 4.1.a*) atau temperatur rata-rata ruang akan cenderung naik



Grafik 4.1.a Perbedaan temperatur T1 sistem pendingin gabungan dengan Es balok kg.

Naiknya temperatur dalam ruangan ini akan sangat mempengaruhi mutu dari ikan yang akan disimpan. Dari (*grafik 4.1.a*) dapat disimpulkan bahwa es balok dapat menurunkan temperatur coolbox terutama temperatur yang ada pada kotak seng (tempat es balok dan ikan pada nantinya). Sedangkan temperatur coolbox dengan adanya es balok lebih tinggi dari temperatur kotak seng. Dengan penambahan Es kering pada ruangan antara coolbox sterofoam dan kotak seng dapat menurunkan temperatur T2 dan T3 dalam ruangan coolbox.



Grafik4.1.1.b Temperatur rata-rata sistem pendingin gabungan dengan Es balok H₂O 5 kg.

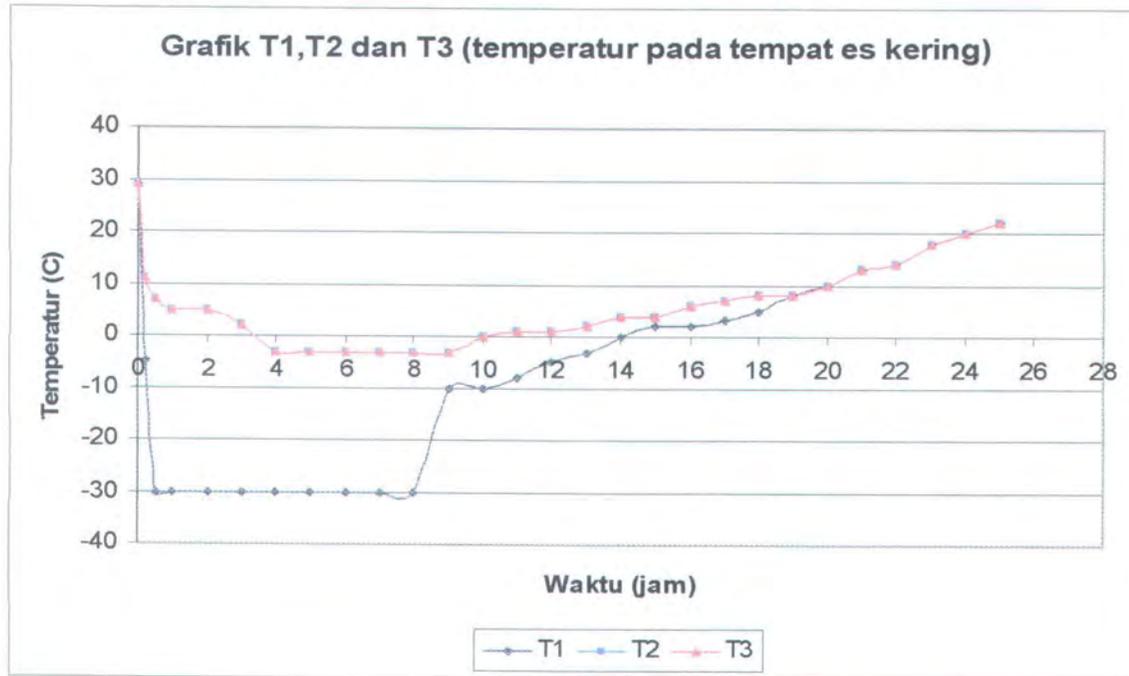
4.1.2. Hasil kalibrasi Es balok H₂O 3.5 kg + Es kering 1.5 kg.

Kalibrasi ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik coolbox dengan adanya Es balok H₂O dan ditambah Es kering CO₂ terhadap coolbox gabungan. (Lampiran gambar 4.1 – 4.3) menunjukkan perubahan Es balok H₂O jika ditambahkan es kering 30% dalam coolbox selama eksperimen. Eksperimen dihentikan pada temperatur kembali menjadi temperatur rata-rata ruang dalam $\geq 29^{\circ}\text{C}$.

Temperatur coolbox dapat diamati pada (lampiran grafik 4.4) Temperatur T1, T2 dan T3 dapat mencapai minus, titik terendah ditunjukkan pada T1 (-30°C) yang disebabkan adanya penambahan Es kering pada coolbox.

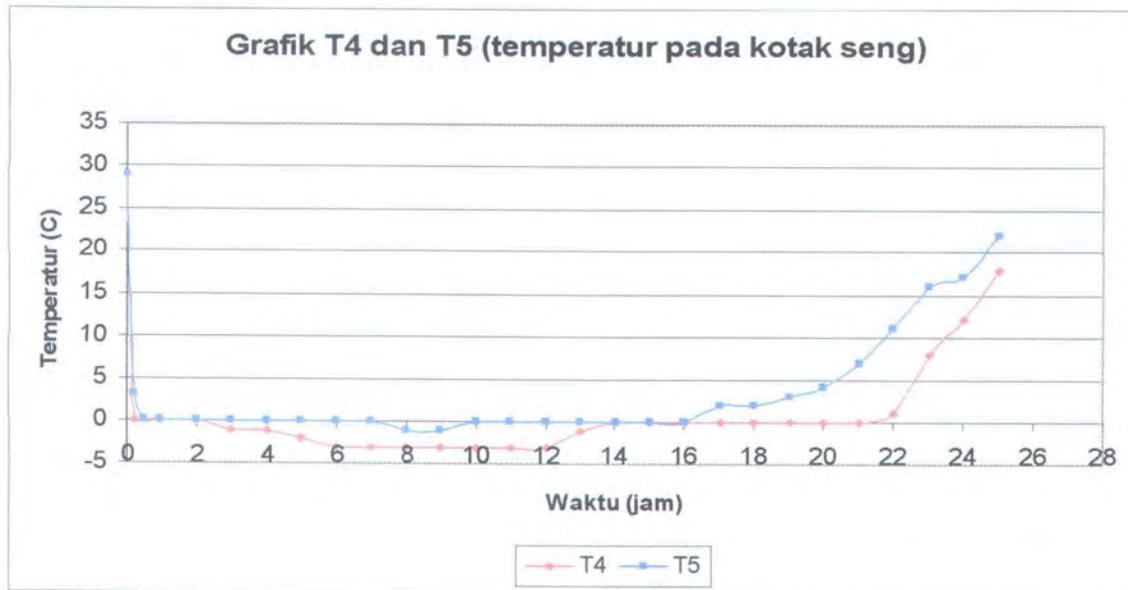
Dimana T1 adalah temperatur pada ruang antara kotak seng dengan sterofoam atau tempat peletakan es kering (3 cm dari dasar sterofoam/menempel es kering), T2 adalah temperatur ruang es kering (15 cm dari dasar sterofoam) dan T3 adalah temperatur ruang coolbox (15 cm dari tutup coolbox), T4 adalah

temperatur pada kotak seng (terletak 3 cm pada dasar sterofoam/menempel es kering), T5 adalah temperatur pada kotak seng (terletak ditengah-tengah kotak seng/15 cm dari dasar kotak seng),



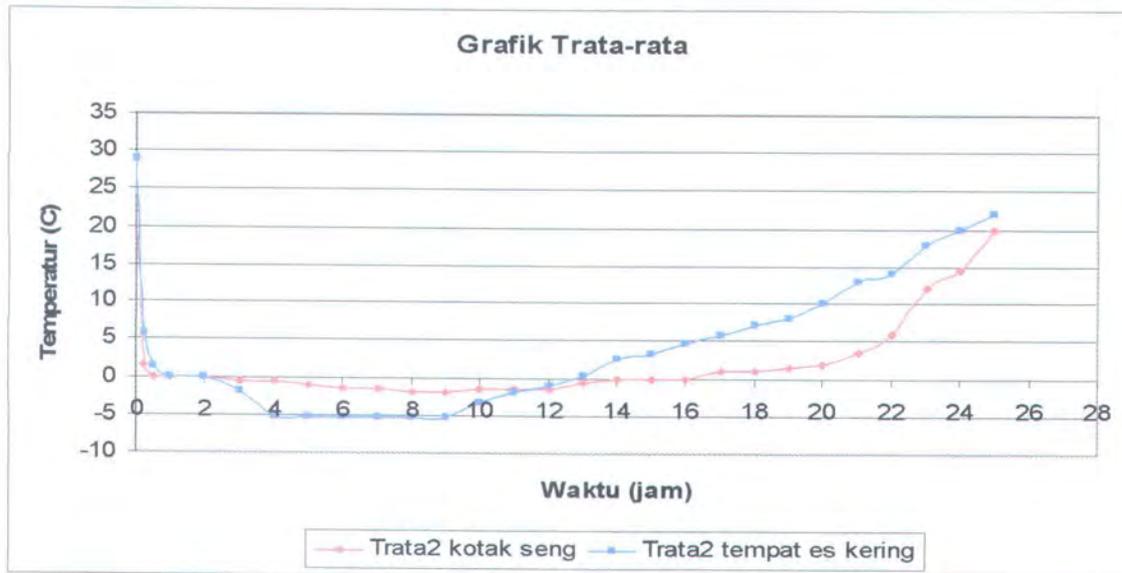
Grafik 4.1.2.a Perbedaan temperatur pada ruang antara atau tempat es kering

Temperatur T4 dan T5 dapat mencapai minus, titik terendah ditunjukkan pada T4 (-3°C) yang disebabkan adanya es balok dan juga penambahan Es kering pada coolbox.



Grafik 4.1.2.b Perbedaan temperatur pada kotak seng atau tempat es balok

Grafik 4.1.2.c dibawah memperlihatkan temperatur rata-rata ruang box seng dan box sterofoam. Terlihat bahwa pada jam ke 3 temperatur rata-rata ruang antara lebih besar dari temperatur box seng (detailnya lihat lampiran tabel 2). Jadi dapat disimpulkan bahwa pada coolbox terjadi arus balik perpindahan panas yang semula dari ruang box seng menuju ruang antara box sterofoam dan box seng menjadi berbalik. Es balok yang semula hanya digunakan hanya untuk mendinginkan ruangan sekarang bertambah untuk mengatasi temperatur lingkungan.



Grafik 4.1.2.c Perbedaan temperatur rata-rata (Trata-rata) temperatur rata-rata antara kotak seng dengan ruang antara atau tempat es kering

Dari grafik 4.1.2.c dapat dilihat perpotongan antara temperatur rata-rata kotak seng dengan temperatur rata-rata ruang antara antara box styrofoam dan kotak seng. Dapat dikatakan 1.5 kg Es kering yang digunakan dalam eksperimen hanya dapat menjaga temperatur ruang dalam box seng selama 11 jam.

Hasil akhir dari kalibrasi prototipe adalah :

1. Penambahan es kering pada coolbox dapat menurunkan temperatur ruang T1 (temperatur tempat es kering/ruang antara kotak seng dengan styrofoam) yang ada pada bagian bawah dan T2, T3 cenderung sama dengan temperatur bagian tengah tempat es kering (T2) sehingga temperatur rata-rata ruang coolbox dengan penambahan es kering pada Es balok H₂O cenderung lebih rendah dari temperatur ruang coolbox tanpa penambahan es kering.



2. Dari hasil kalibrasi dapat disimpulkan bahwa penggunaan es kering yang sesuai dengan coolbox gabungan adalah dengan penempatan es kering disekeliling tempat es balok. Karena dengan penggunaan es kering ini dapat selain ruang coolbox lebih dingin, es balok juga lebih lama mencair.

4.2 HASIL EKSPERIMEN

Hasil pengamatan

Eksperimen dilakukan dengan memberikan beban pendinginan ikan sebanyak 5 kg per eksperimen. Adapun pendinginan yang digunakan adalah berdasarkan pada kalibrasi peralatan yang terakhir, yaitu dengan penambahan es kering kedalam coolbox karena temperatur rata-rata bagian dalam coolbox dibawah temperatur 0°C dan sesuai perhitungan kebutuhan beban bahwa 1 kg ikan dapat didinginkan dengan 1kg es balok H_2O dan 1 kg ikan dapat didinginkan dengan 0.3 kg es kering (*Lampiran beban pendinginan*) maka divariasikannya jumlah pendingin (Es balok H_2O dan Es kering) untuk mendinginkan beban (ikan). Variasi tersebut terbagi atas:

1. Es balok H_2O : Es kering : beban (ikan) = 0.7 : 0.3 : 1
2. Es balok H_2O : Es kering : beban (ikan) = 0.7 : 0.2.5 : 1
3. Es balok H_2O : Es kering : beban (ikan) = 0.7 : 0.2 : 1
4. Es balok H_2O : Es kering : beban (ikan) = 0.7 : 0.35 : 1
5. Es balok H_2O : Es kering : beban (ikan) = 0.7 : 0.4 : 1

Dengan dasar bahwa 1 kg ikan dapat didinginkan dengan 1 kg es balok H_2O dan 1 kg ikan dapat didinginkan dengan 0.3 kg es kering, untuk menggabungkan

penggunaan es balok dan es kering digunakan 0.3 kg es kering untuk menggantikan 0.3 kg es balok dan sampai sejauh mana massa es kering bisa menggantikan massa es balok dan penambahan es kering untuk meningkatkan kualitas ikan.

Adapun tahap pengamatan ikan terbagi atas

1. Pengamatan terhadap kondisi ikan pada saat sebelum dimasukkan kedalam coolbox. Pengamatan dilakukan terhadap kondisi ikan ; insang, daging, isi dinding perut, bau, rupa, tekstur, dan mata ikan. (Lampiran gambar 4.21 - 4.23).
(Lampiran gambar 4.21) memperlihatkan kondisi rupa, tekstur, dan mata ikan awal sebelum dimasukkan kedalam coolbox, kondisi ikan masih dalam keadaan baik.
 - (Lampiran gambar 4.22) memperlihatkan kondisi insang ikan awal sebelum dimasukkan ke dalam coolbox, warna insang merah muda.
 - (Lampiran gambar 4.23) memperlihatkan sayatan daging dan isi dinding perut. Pengamatan kondisi daging ; Pinkish tidak transparan, kurang kompak, darah tulang belakang merah cerah.

Pengamatan kondisi perut ; Susunan isi perut teratur, kompak, redup, amis segar, selaput hitam mengkilat,lekat erat, dinding perut pink perak cemerlang.

(hasil gambar terlihat kurang memuaskan dikarenakan kondisi peralatan dan kurangnya pengetahuan tentang pemotretan). Dari score sheet diketahui nilai rata-rata untuk setiap pengamatan beragam dan tidak lagi mencapai nilai maksimal (9) dikarenakan **kondisinya sudah 2 hari setelah penangkapan.**

2. Pengamatan pada saat ikan dimasukkan ke dalam coolbox. (Lampiran gambar 4.24 – 4.26).

Adapun penyusunan ikan dalam coolbox adalah sebagai berikut :

Pertama adalah lapisan es balok 1 kg

Kedua adalah *lapisan ikan pertama* 5 kg

Ketiga adalah lapisan es balok 1 kg

Keempat adalah *lapisan ikan kedua* 5 kg

Kelima adalah lapisan es balok 1.5 kg

Setelah itu menempatkan es kering di sekeliling es balok dan ikan sesuai kebutuhan es kering pada setiap eksperimen.

3. Pengamatan selanjutnya dilakukan setiap jam kedalam coolbox. (Lampiran gambar 4.27 – 4.31). tetapi pada awal percobaan coolbox dilakukan pengamatan pada 15 menit pertama dan 15 menit kedua. Dengan tujuan mengetahui kecepatan penurunan suhu dalam coolbox.
4. Pengamatan selanjutnya dilakukan pada jam ke-19. Pengamatan dilakukan terhadap kondisi ikan ; insang, daging, isi dinding perut, bau, rupa, tekstur, dan mata ikan (Lampiran gambar 4.33 - 4.38).
5. Dari seluruh pengamatan yang dilakukan, kemudian dibuat penilaian terhadap kondisi ikan berdasarkan rupa, bau, tekstur, mata, insang, isi dinding perut, dan daging ikan. (lampiran score sheet pengamatan ikan)
6. setelah melakukan setiap eksperimen diambil 1 ikan untuk sampel untuk diukur kualitas ikan dalam hal ini diukur di DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN.

Kualitas ikan

Kualitas Organoleptik

Kualitas ikan diuji dengan Uji organoleptik. Uji organoleptik ini dilakukan dengan pengamatan panca indra dan mencatat perubahan rupa, warna, odor, rasa dan tekstur dari produk terutama diperhatikan adalah (mata, insang, isi perut, darah, daging) yang kemudian dinilai penurunan mutunya. Pengamatan untuk rupa, bau/odor, tekstur, mata, insang, daging, dan isi dinding perut, dilakukan pada saat awal eksperimen dan pada akhir eksperimen yang kemudian dibuat score sheet seperti pada *(lampiran score sheet)*.

(lampiran gambar 4.21) memperlihatkan kondisi awal ikan sebelum dimasukkan dalam coolbox. Kondisi ikan setelah penangkapan, dimana kondisi ikan kesegarannya sudah menurun *(dapat dilihat pada lampiran score sheet)*.

(lampiran gambar 4.22) kondisi insang ikan pada awal eksperimen, warna insang merah muda.

(lampiran gambar 4.23) kondisi daging ikan elastis kompak, tak berair, amis segar.

(lampiran gambar 4.25) kondisi lapisan kedua, tampak bahwa ikan masih dalam keadaan segar.

Dapat diamati bahwa kondisi es balok pada lapisan ketiga (lapisan paling atas) perubahan yang terjadi (pelelehan) sangatlah sedikit. Hal ini terjadi karena temperatur coolbox selalu dijaga pada temperatur mendekati 0°C.

(lampiran gambar 4.28 – 4.35) kondisi ikan pada setiap lapisannya. Pada lapisan pertama dan kedua kondisi ikan masih dalam keadaan baik (nilai penurunannya dapat dilihat pada lampiran score sheet). Pada lapisan ikan paling bawah/lapisan pertama sebagian ikan ada yang mengalami kerusakan. Kerusakan ini dapat diamati dari mata (agak cekung kornea keruh, pupil keabu-abuan, redup, berkerinyut). Hal ini terjadi karena tidak adanya drain pada coolbox sehingga kotoran-kotoran (darah ikan, lendir, dan kotoran lain yang mungkin mengandung bakteri pembusuk) yang ada tubuh ikan di lapisan atasnya yang terbawa ke dasar coolbox mengumpul bersama ikan pada lapisan paling bawah. Walaupun kondisi temperatur dibawah 0°C namun pada kondisi tersebut ada sebagian bakteri psikrofilik yang masih dapat berkembang. Bakteri psikrofilik masih dapat bertumbuh pada temperatur $-7,5^{\circ}\text{C}$ (Ilyas, 1983).

Untuk penurunan mutu produk dilakukan perhitungan statistik dengan menggunakan Uji t.

Kondisi penurunan ikan menurut perhitungan statistik

1. Untuk score sheet rupa ikan

Tabel 4.2 perhitungan statistik untuk rupa ikan

Sample (n)	Awal (Xa)	Akhir (Xb)	(Xb-Mean)	(X-Mean) ²
1	8	8	0.2	0.04
2	8	8	0.2	0.04
3	8	8	0.2	0.04
4	8	8	0.2	0.04
5	8	8	0.2	0.04
6	8	8	0.2	0.04
7	8	7	-0.8	0.64
8	8	8	0.2	0.04
9	8	7	-0.8	0.64

10	8	8	0.2	0.04
Jumlah	80	78	1.78E-15	1.6
Mean	8	7.8		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_b - X_{Mean})^2}{n}} = 0.16$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_b - X_{Mean})^2}{n-1}} = 0.177777778$$

$$t = \frac{(\bar{X}_a - \bar{X}_b)}{s/\sqrt{n}}$$

$$t = \frac{(8 - 7.8)}{0.16/\sqrt{10}}$$

$$t = 3.5575624$$

Nilai t kemudian diplotkan pada tabel distribusi t dengan derajat kebebasan DF = (n-1)

$$\begin{aligned} DF &= (n-1) \\ &= 10 - 1 \\ &= 9 \end{aligned}$$

lihat pada tabel 6.2 distribution of t pada DF 9 dan terlihat bahwa nilai t lebih besar dari berapapun nilai yang diberikan pada tabel dengan DF 9. Dan dapat disimpulkan bahwa ikan mengalami perubahan rupa.

Adapun perubahan nilai rupa dapat dihitung dalam % sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \% \text{ penurunan} &= 100\% - (\text{total nilai akhir} / \text{total nilai awal}) \times 100\% \\ &= 100\% - (78/80) \times 100\% \\ &= 2.5\% \end{aligned}$$

2. Untuk score sheet bau (odor) ikan

Tabel 4.3 perhitungan statistik untuk bau ikan

Sample (n)	Awal (Xa)	Akhir (Xb)	(Xb-Mean)	(X-Mean) ²
1	8	7	0.2	0.04
2	7	6	-0.8	0.64
3	8	7	0.2	0.04
4	8	7	0.2	0.04
5	8	7	0.2	0.04
6	8	7	0.2	0.04
7	8	7	0.2	0.04
8	7	6	-0.8	0.64
9	8	7	0.2	0.04
10	8	7	0.2	0.04
Jumlah	78	68	1.78E-15	1.6
Mean	7.8	6.8		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - X_{Mean})^2}{n}} = 0.16$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - X_{Mean})^2}{n-1}} = 0.177778$$

$$t = \frac{(X_a - X_b)}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{(8 - 6.8)}{\frac{0.16}{\sqrt{10}}}$$

$$t = 17.787812$$

Nilai t kemudian diplotkan pada tabel distribusi t dengan derajat kebebasan DF=

(n-1)

$$DF = (n-1)$$

$$= 10 - 1$$

$$= 9$$

lihat pada tabel 6.2 distribution of t pada DF 9 dan terlihat bahwa nilai t lebih besar dari berapapun nilai yang diberikan pada tabel dengan DF 9. Dan dapat disimpulkan bahwa ikan mengalami perubahan bau.

Adapun perubahan nilai bau dapat dihitung dalam % sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \% \text{ penurunan} &= 100\% - (\text{total nilai akhir} / \text{total nilai awal}) \times 100\% \\ &= 100\% - (68/78) \times 100\% \\ &= 12.82\% \end{aligned}$$

3. Untuk score sheet tekstur badan ikan

Tabel 4.4 perhitungan statistik untuk tekstur badan ikan

Sample (n)	Awal (Xa)	Akhir (Xb)	(Xb-Mean)	(X-Mean) ²
1	8	8	0.2	0.04
2	8	8	0.2	0.04
3	8	8	0.2	0.04
4	8	7	-0.8	0.64
5	8	8	0.2	0.04
6	8	8	0.2	0.04
7	8	8	0.2	0.04
8	8	7	-0.8	0.64
9	8	8	0.2	0.04
10	8	8	0.2	0.04
Jumlah	80	78	1.78E-15	1.6
Mean	8	7.8		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - X_{Mean})^2}{n}} = 0.16$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - X_{Mean})^2}{n-1}} = 0.177778$$

$$t = \frac{(X_a - X_b)}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{(8 - 7.8)}{0.16 / \sqrt{10}}$$

$$t = 17.787812$$

Nilai t kemudian diplotkan pada tabel distribusi t dengan derajat kebebasan DF = (n-1)

$$\begin{aligned} \text{DF} &= (n-1) \\ &= 10 - 1 \\ &= 9 \end{aligned}$$

lihat pada tabel 6.2 distribution of t pada DF 9 dan terlihat bahwa nilai t lebih besar dari berapapun nilai yang diberikan pada tabel dengan DF 9. Dan dapat disimpulkan ikan mengalami perubahan tekstur.

Adapun perubahan nilai tekstur badan dapat dihitung dalam % sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \% \text{ penurunan} &= 100\% - (\text{total nilai akhir} / \text{total nilai awal}) \times 100\% \\ &= 100\% - (78/80) \times 100\% \\ &= 2.5\% \end{aligned}$$

4. Untuk score sheet mata ikan

Tabel 4.5 perhitungan statistik untuk mata ikan

Sample (n)	Awal (Xa)	Akhir (Xb)	(Xb-Mean)	(X-Mean) ²
1	8	7	-0.4	0.16
2	8	7	-0.4	0.16
3	8	8	0.6	0.36
4	8	7	-0.4	0.16
5	8	8	0.6	0.36
6	8	7	-0.4	0.16
7	8	8	0.6	0.36
8	8	7	-0.4	0.16
9	8	7	-0.4	0.16

10	8	8	0.6	0.36
Jumlah	80	74	-3.6E-15	2.4
Mean	8	7.4		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - X_{Mean})^2}{n}} = 0.24$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - X_{Mean})^2}{n-1}} = 0.266667$$

$$t = \frac{(X_a - X_b)}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{(8 - 7.4)}{\frac{0.24}{\sqrt{10}}}$$

$$t = 7.1151247$$

Nilai t kemudian diplotkan pada tabel distribusi t dengan derajat kebebasan DF= (n-1)

$$\begin{aligned} \text{DF} &= (n-1) \\ &= 10 - 1 \\ &= 9 \end{aligned}$$

lihat pada tabel 6.2 distribution of t pada DF 9 dan terlihat bahwa nilai t lebih besar dari berapapun nilai yang diberikan pada tabel dengan DF 9. Dan dapat disimpulkan bahwa ikan mengalami perubahan bentuk penampakan mata.

Adapun perubahan nilai mata dapat dihitung dalam % sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \% \text{ penurunan} &= 100\% - (\text{total nilai akhir} / \text{total nilai awal}) \times 100\% \\ &= 100\% - (74/80) \times 100\% \\ &= 7.5\% \end{aligned}$$

5. Untuk score sheet insang ikan

Tabel 4.6 perhitungan statistik untuk insang ikan

Sample (n)	Awal (Xa)	Akhir (Xb)	(Xb-Mean)	(X-Mean) ²
1	8	8	0.4	0.16
2	8	7	-0.6	0.36
3	8	8	0.4	0.16
4	8	7	-0.6	0.36
5	8	8	0.4	0.16
6	8	7	-0.6	0.36
7	8	8	0.4	0.16
8	8	7	-0.6	0.36
9	8	8	0.4	0.16
10	8	8	0.4	0.16
Jumlah	80	76	3.55E-15	2.4
Mean	8	7.6		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{Mean})^2}{n}} = 0.24$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{Mean})^2}{n-1}} = 0.266667$$

$$t = \frac{(X_a - X_b)}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{(8 - 7.6)}{0.24 / \sqrt{10}}$$

$$t = 4.7434165$$

Nilai t kemudian diplotkan pada tabel distribusi t dengan derajat kebebasan DF=

(n-1)

$$DF = (n-1)$$

$$= 10 - 1$$

$$= 9$$

lihat pada tabel 6.2 distribution of t pada DF 9 dan terlihat bahwa nilai t lebih besar dari berapapun nilai yang diberikan pada tabel dengan DF 9. Dan dapat disimpulkan bahwa ikan mengalami perubahan pada insangnya

Adapun perubahan nilai insang dapat dihitung dalam % sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \% \text{ penurunan} &= 100\% - (\text{total nilai akhir} / \text{total nilai awal}) \times 100\% \\ &= 100\% - (76/80) \times 100\% \\ &= 5\% \end{aligned}$$

6. Untuk score sheet daging ikan

Untuk pengamatan daging ikan nilai rata-rata awalnya diasumsikan 9

Tabel 4.7 perhitungan statistik untuk daging ikan

Sample (n)	Akhir (X)	X-Mean	(X-Mean) ²
1	9	0.8	0.64
2	7	-1.2	1.44
3	9	0.8	0.64
4	9	0.8	0.64
5	8	-0.2	0.04
6	7	-1.2	1.44
7	8	-0.2	0.04
8	7	-1.2	1.44
9	9	0.8	0.64
10	9	0.8	0.64
Jumlah	82	7.11E-15	7.6
Mean	8.2		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - X_{Mean})^2}{n}} = 0.76$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - X_{Mean})^2}{n-1}} = 0.8444444$$

$$t = \frac{(X_a - X_b)}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{(9 - 8.2)}{0.76 / \sqrt{10}}$$

$$t = 2.995842$$

Nilai t kemudian diplotkan pada tabel distribusi t dengan derajat kebebasan DF= (n-1)

$$\begin{aligned} \text{DF} &= (n-1) \\ &= 10 - 1 \\ &= 9 \end{aligned}$$

lihat pada tabel 6.2 distribution of t pada DF 9 dan terlihat bahwa nilai t lebih terletak pada selang kepercayaan antara z.99 – z 995.

Adapun perubahan nilai daging dapat dihitung dalam % sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \% \text{ penurunan} &= 100\% - (\text{total nilai akhir} / \text{total nilai awal}) \times 100\% \\ &= 100\% - (82/90) \times 100\% \\ &= 8.88\% \end{aligned}$$

7. Untuk score sheet dinding perut dan isinya (intestine) ikan

Untuk pengamatan dinding perut dan isinya nilai rata-rata awalnya diasumsikan 8

Tabel 4.8 perhitungan statistik untuk dinding perut dan isinya

Sample (n)	Akhir (X)	X-Mean	(X-Mean) ²
1	8	0.3	0.09
2	7	-0.7	0.49
3	8	0.3	0.09
4	8	0.3	0.09
5	6	-1.7	2.89
6	8	0.3	0.09
7	9	1.3	1.69
8	8	0.3	0.09
9	7	-0.7	0.49
10	8	0.3	0.09

Jumlah	77	-1.8E-15	6.1
Mean	7.7		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - X_{Mean})^2}{n}} = 0.61$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - X_{Mean})^2}{n-1}} = 0.677778$$

$$t = \frac{(X_a - X_b)}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{(9 - 7.7)}{\frac{0.61}{\sqrt{10}}}$$

$$t = 6.065352$$

Nilai t kemudian diplotkan pada tabel distribusi t dengan derajat kebebasan DF= (n-1)

$$\begin{aligned} DF &= (n-1) \\ &= 10 - 1 \\ &= 9 \end{aligned}$$

lihat pada tabel 6.2 distribution of t pada DF 9 dan terlihat bahwa nilai t lebih besar dari berapapun nilai yang diberikan pada tabel dengan DF 9. Dan dapat disimpulkan bahwa ikan mengalami perubahan dinding isi perut dan isinya.

Adapun perubahan nilai dinding perut dan isinya dapat dihitung dalam % sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \% \text{ penurunan} &= 100\% - (\text{total nilai akhir} / \text{total nilai awal}) \times 100\% \\ &= 100\% - (72/80) \times 100\% \\ &= 3.75\% \end{aligned}$$

Penurunan total dapat dihitung seperti tabel dibawah :

Penilaian	Awal (Xa)	Akhir (Xb)	(Xb-Mean)	(X-Mean) ²
Rupa	8	7.8	2.47	6.1009
Tekstur badan	8	7.8	2.47	6.1009
Bau/odor	7.8	6.8	1.47	2.1609
Mata	8	7.4	2.07	4.2849
Insang	8	7.6	2.27	5.1529
Daging	9	8.2	2.87	8.2369
Dinding isi perut	8	7.7	2.37	5.6169
Jumlah	56.8	53.3	15.99	37.6543
Mean	5.68	5.33		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - X_{Mean})^2}{n}} = 3.75$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - X_{Mean})^2}{n-1}} = 4.18$$

$$t = \frac{(X_a - X_b)}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{(5.58 - 5.33)}{\frac{4.18}{\sqrt{10}}}$$

$$t = 0.148$$

lihat pada tabel 6.2 distribution of t pada DF 9 dan terlihat bahwa nilai t lebih terletak pada selang kepercayaan antara z 0.04 – z 0.05.

Adapun perubahan nilai dinding perut dan isinya dapat dihitung dalam % sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \% \text{ penurunan} &= 100\% - (\text{total nilai akhir} / \text{total nilai awal}) \times 100\% \\ &= 100\% - (53.3 / 56.8) \times 100\% \\ &= 3.75\% \end{aligned}$$

Kualitas Protein

Kualitas ikan hasil dari percobaan dilihat dari kandungan protein yang terkandung dalam tubuh ikan, semakin tinggi kandungan protein dalam tubuh ikan maka kualitas ikan semakin baik. Analisis protein dilakukan di Laboratorium Ilmu Makanan Ternak, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Air langga.

Alat yang digunakan untuk menganalisa kandungan protein :

Labu kjedhal 100 cc, pemanas labu kjedal, spatula, timbangan elektrik sartorius, gelas ukur, labu ukur 250 cc dan 1000 cc, serta seperangkat alat macam stell.

Bahan kimia yang digunakan :

Tablet kjeldhal, H₂SO₄ pekat, NaOH 0,1 N, Asam Borat, indikator Metil merah, H₂SO₄ 0.1 N dan aquadest.

Cara kerja :

1. Timbang sampel seberat 0,5 di atas kertas yang telah diketahui beratnya, kemudian masukkan ke dalam labu kjeldhal. Tambahkan kedalamnya tablet kjeldhal (katalisator) sebanyak $\frac{1}{4}$ bagian kemudian 10 cc H₂SO₄ pekat.
2. Panaskan labu tersebut diatas pemanas kjeldhal dalam almari asam. Pemanasan baru dihentikan jika sudah tidak berasap dan warna larutan menjadi hijau/kuning jernih (butuh waktu 1,5 jam) biarkan beberapa saat sampai labu menjadi dingin.
3. Masukkan larutan yang ada dalam labu tersebut ke dalam labu ukur dan encerkan dengan aquadest sehingga volumenya menjadi 250 cc. Tuangkan larutan tersebut ke dalam erlenmeyer 300 cc dan kocoklah sampai homogen.

4. Siapkan erlenmeyer 100 cc yang diisi dengan 10 cc larutan Asam Borat dan 2 tetes indikator metil merah serta 3 tetes Brom cresol green untuk menampung hasil penguapan.
5. Siapkan alat macam steel. Labu destilasi 2000 cc dengan air 1000 cc dan diisi dengan beberapa butir batu didih. Taruh erlenmeyer 100 cc yang sudah disiapkan tadi pada rangkaian alat macam steel.
6. Ambil sebanyak 10 cc larutan (no.3) dan masukkan ke dalam corong alat macam steel. Tambahkan NaOH 40% sebanyak 5 cc.
7. Panaskan labu destilasi dan tampunglah uap yang keluar dari alat macam steel ke dalam erlenmeyer. Pemanasan dilakukan selama 5 menit terhitung setelah air mendidih atau sampai volume erlenmeyer telah mencapai 50 cc.
8. Titrasilah larutan yang telah bercampur uap tersebut dengan H₂SO₄ 0,01 N atau warna biru muda berubah menjadi hijau jernih.
9. Kadar protein kasar dapat dihitung dengan rumus sbb :

$$\text{Protein kasar} = \frac{\text{Hasil titrasi} \times N \times 0,014 \times 6,25 \times p}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

Berat sampel

$$\text{Protein kasar berdasar BK} = \frac{\% \text{ protein kasar}}{\% \text{BK bebas air}} \times 100\%$$

%BK bebas air

Keterangan :

N : Normalitas H₂SO₄ = 0,01 N

P : Pengenceran = 250/10 = 25

4.2.1 Eksperimen Es balok H₂O 3.5 kg + Es kering 1.5 kg + beban (ikan 5 kg)

Eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik coolbox dengan adanya Es balok H₂O dan es kering terhadap coolbox gabungan dengan adanya beban, dalam eksperimen ini beban berupa ikan sebanyak 5 kg (*lampiran gambar 4.1*). Eksperimen dihentikan pada kondisi es kering habis menguap dan es balok berubah menjadi cair, dengan dasar jika percobaan diteruskan maka ikan akan mengalami perubahan kualitas karena ikan terendam dalam air. Dalam coolbox diberi termometer untuk mengetahui temperatur dari beban, es balok, es kering dan ruang coolbox. dimana :

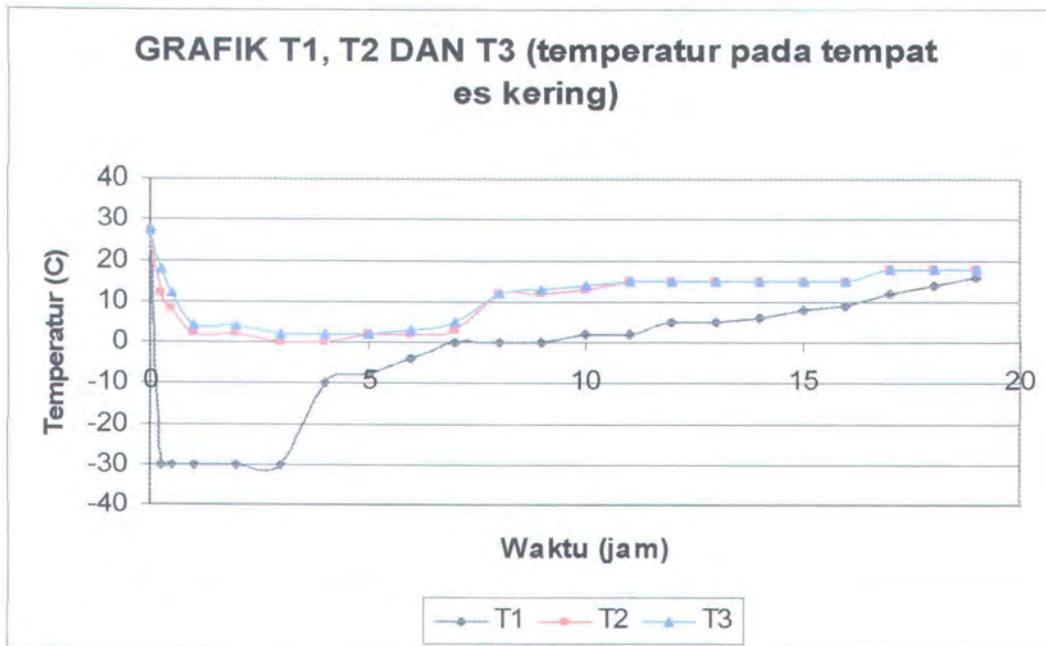
T1 adalah temperatur pada ruang antara kotak seng dengan sterofoam atau tempat peletakan es kering (3 cm dari dasar sterofoam/menempel es kering)

T2 adalah temperatur ruang es kering (15 cm dari dasar sterofoam)

T3 adalah temperatur ruang coolbox (15 cm dari tutup coolbox)

T4 adalah temperatur pada kotak seng (terletak 3 cm pada dasar kotak seng/menempel es balok)

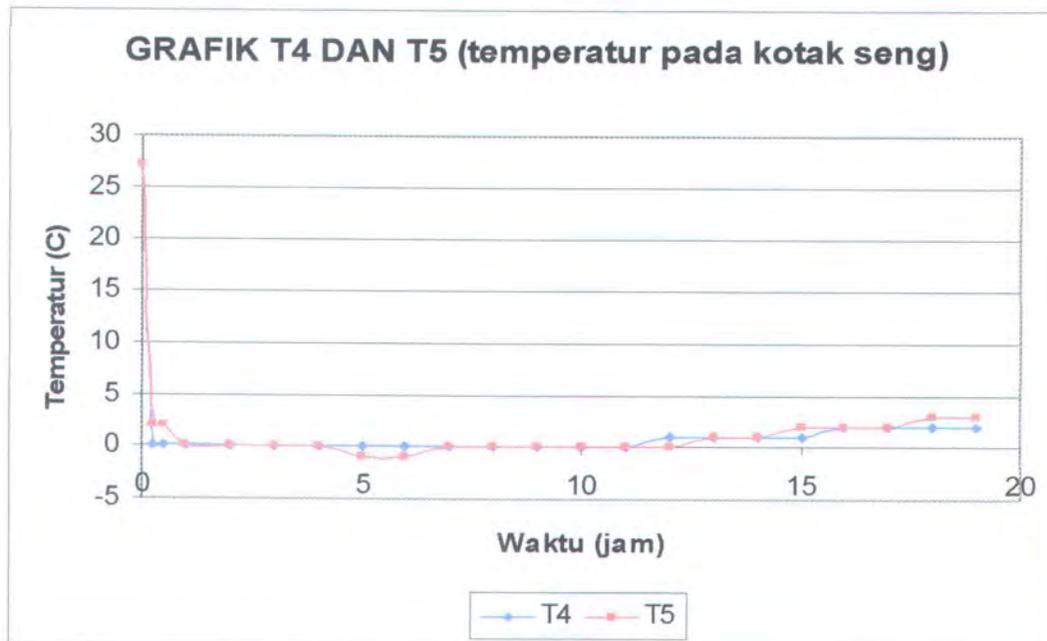
T5 adalah temperatur pada kotak seng (menempel ikan), untuk eksperimen selanjutnya posisi dari T1, T2, T3, T4 dan T5 sama



Grafik 4.3.1a Perbedaan temperatur pada tempat es kering

- 4.2.1.1 Pengamatan pada 15 menit pertama (*Lampiran gambar 4.27*). Kondisi es kering dan es balok bagian atasnya masih utuh, sedangkan kondisi ikan pada lapisan atasnya belum mengalami perubahan. Tetapi suhu ruangan coolbox turun mencapai 12 – 18° C, sedangkan suhu es kering sebenarnya sampai suhu -absolut karena termometer hanya sampai -30 °C, maka indikator berhenti sampai -30⁰C.
- 4.2.1.2 Pengamatan pada jam ke-3. Kondisi es kering mulai berkurang. Pada jam ke tiga temperatur ruang coolbox sudah mencapai 0⁰C. Kondisi ini bisa bertahan selama 2 jam.
- 4.2.1.3 Pengamatan pada jam ke-5. Kondisi es kering berkurang sekitar 30 %, tetapi suhu ruangan mulai naik dari 0⁰C menjadi 2 °C. Kondisi ini bertahan selama 3 jam.

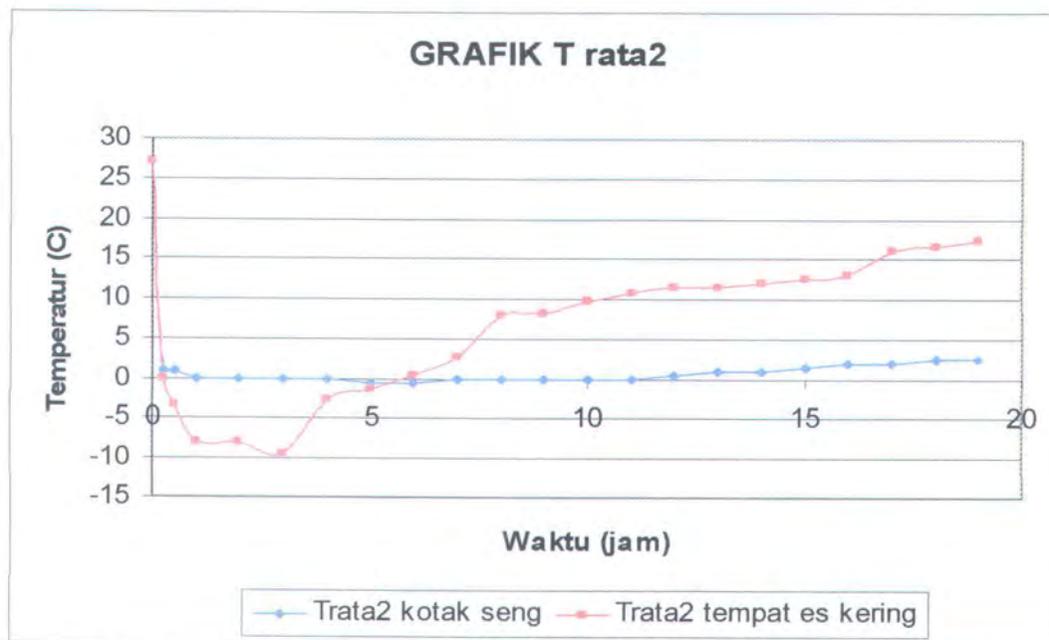
- 4.2.1.4 Pengamatan pada jam ke-8. Kondisi es kering berkurang sekitar 70 %, terjadi peningkatan temperatur yang signifikan (sampai 12⁰C) hal ini bisa terjadi karena berkurangnya es kering.
- 4.2.1.5 Pengamatan pada jam ke-11. Kondisi es kering habis menguap dan temperatur ruang coolbox mencapai 15⁰C.



Grafik 4.3.1b Perbedaan temperatur pada ikan dan es balok H₂O

- 4.2.1.1 Pengamatan pada 15 menit pertama. Kondisi es balok bagian atasnya masih utuh, sedangkan kondisi ikan pada lapisan atasnya belum mengalami perubahan. Tetapi suhu ikan dan es balok berturut-turut mencapai 2⁰C dan 0⁰C,
- 4.2.1.2 Pengamatan pada jam ke-1. Kondisi es balok dan dengan ikan tidak terjadi perubahan. Pada jam ke 1 temperatur es balok dan ikan mencapai 0⁰C. Kondisi ini bisa bertahan selama 3 jam.

- 4.2.1.3 Pengamatan pada jam ke-5. Kondisi es balok dengan ikan menyatu maksdnya ikan diselimuti oleh es balok, dan suhu ikan mencapai -1°C . Kondisi ini bertahan selama 2 jam.
- 4.2.1.4 Pengamatan pada jam ke-7. Kondisi es balok dan ikan mencapai temperatur 0°C hingga bertahan sampai 6 jam.
- 4.2.1.5 Pengamatan pada jam ke-11. Kondisi es kering habis menguap tetapi es balok dan ikan kondisinya tidak berubah hingga jam ke 19 es balok berubah menjadi cair dan eksperimen dihentikan.



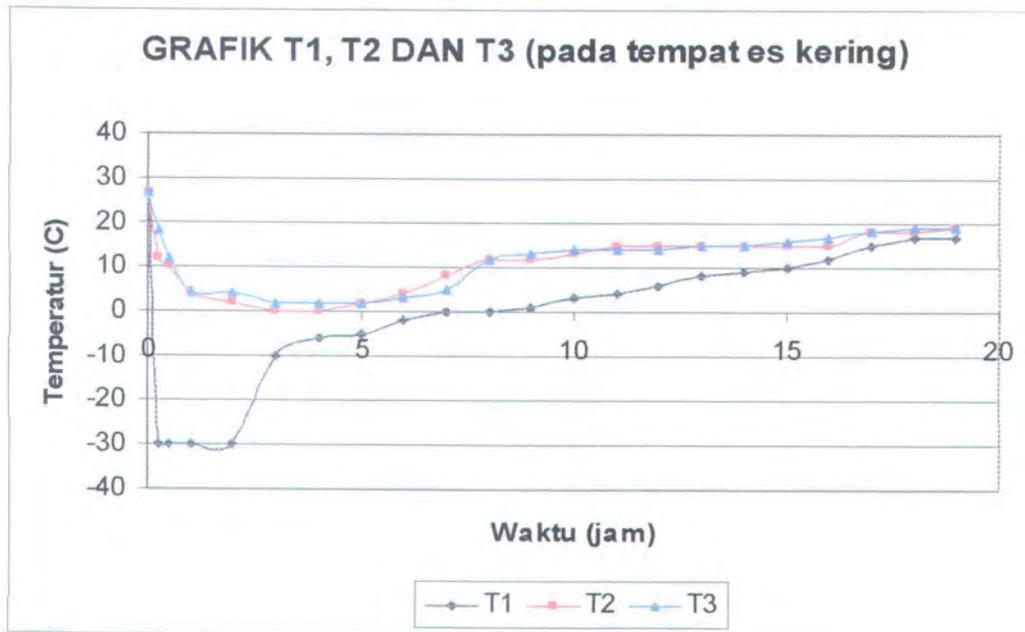
Grafik 4.3.1c Perbedaan temperatur rata-rata pada kotak seng dan tempat es kering

Dari grafik 4.3.1c Terjadinya penurunan temperatur rata-rata yang signifikan pada 30 menit pertama dan dapat dilihat perpotongan antara temperatur rata-rata kotak seng dengan temperatur rata-rata ruang antara antara box sterofoam dan kotak seng karena habisnya es kering karena menguap sehingga temperatur rata-rata tempat es kering meningkat, tetapi dengan adanya es kering

kestabilan temperatur pada kotak seng yang merupakan tempat ikan dengan es balok menjadi panjang hingga 12 jam.

4.2.2 Eksperimen Es balok H₂O 3.5 kg + Es kering 1.25 kg + beban (ikan 5 kg)

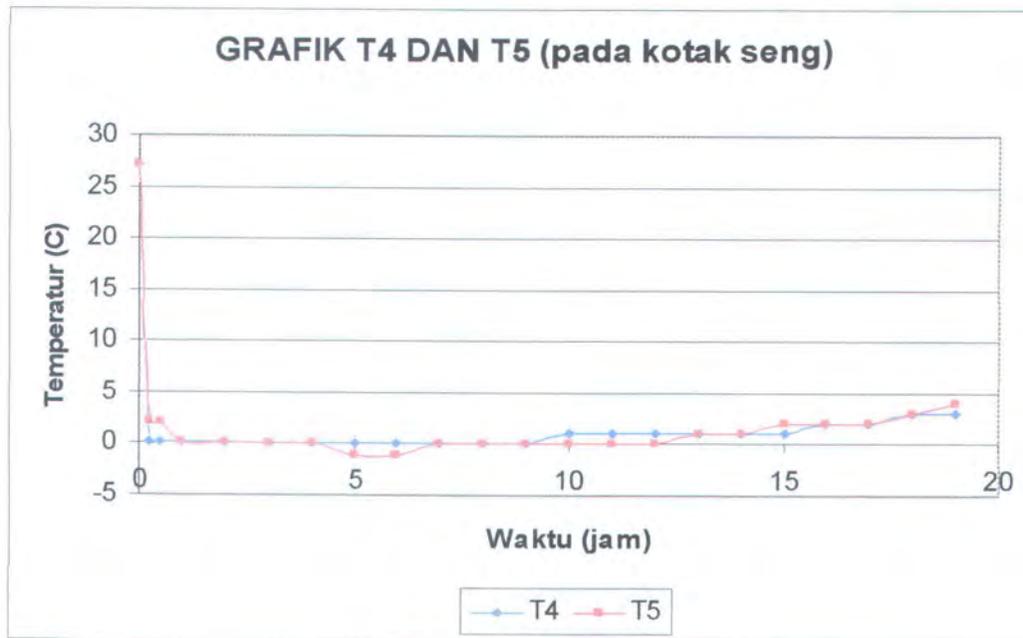
Eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik coolbox dengan adanya Es balok H₂O dan es kering terhadap coolbox gabungan dengan adanya beban, dalam eksperimen ini beban berupa ikan sebanyak 5 kg (*lampiran gambar 4.1*) dan pengurangan es kering 0.25 kg dari eksperimen sebelumnya untuk mengetahui berapa kg es kering bisa menggantikan es balok. Eksperimen dihentikan pada kondisi es kering habis menguap dan es balok berubah menjadi cair, dengan dasar jika percobaan diteruskan maka ikan akan mengalami perubahan kualitas karena ikan terendam dalam air. Dalam coolbox diberi termometer untuk mengetahui temperatur dari beban, es balok, es kering dan ruang coolbox.



Grafik 4.3.2.a Perbedaan temperatur pada tempat es kering

- 4.2.2.1 Pengamatan pada 15 menit pertama (*Lampiran gambar 4.27*). Kondisi es kering dan es balok bagian atasnya masih utuh, sedangkan kondisi ikan pada lapisan atasnya belum mengalami perubahan. Tetapi suhu ruangan coolbox turun mencapai $12 - 18^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu es kering sebenarnya sampai suhu -absolut karena termometer hanya sampai -30°C , maka indikator berhenti sampai -30°C .
- 4.2.2.2 Pengamatan pada jam ke-3. Kondisi es kering mulai berkurang. Pada jam ke tiga temperatur ruang coolbox sudah mencapai 0°C . Kondisi ini bisa bertahan selama 2 jam.
- 4.2.2.3 Pengamatan pada jam ke-5. Kondisi es kering berkurang sekitar 50 %, tetapi suhu ruangan mulai naik dari 0°C menjadi 2°C . Dan terus mengalami peningkatan temperatur.

4.2.2.4 Pengamatan pada jam ke-9. Kondisi es kering habis menguap dan temperatur ruang coolbox mencapai 12°C .



Grafik 4.3.2.b Perbedaan temperatur pada ikan dan es balok H_2O

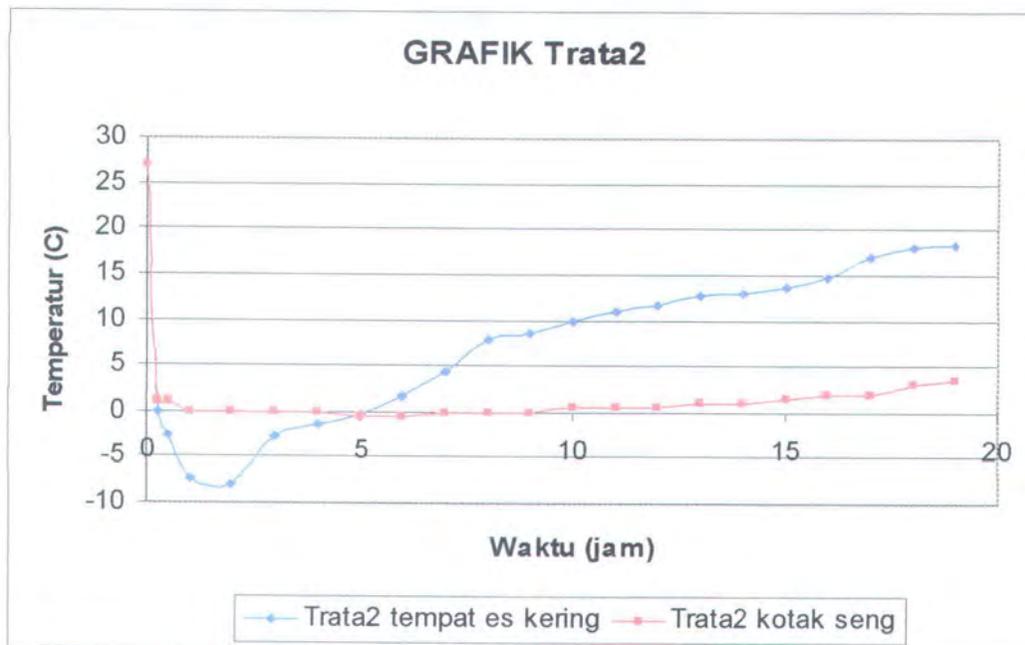
4.2.2.1 Pengamatan pada 15 menit pertama. Kondisi es balok bagian atasnya masih utuh, sedangkan kondisi ikan pada lapisan atasnya belum mengalami perubahan. Tetapi suhu ikan dan es balok berturut-turut mencapai 2°C dan 0°C ,

4.2.2.2 Pengamatan pada jam ke-1. Kondisi es balok dan dengan ikan tidak terjadi perubahan. Pada jam ke 1 temperatur es balok dan ikan mencapai 0°C . Kondisi ini bisa bertahan selama 4 jam.

4.2.2.3 Pengamatan pada jam ke-5. Kondisi es balok dengan ikan menyatu maksudnya ikan diselimuti oleh es balok, dan suhu ikan mencapai -1°C . Kondisi ini bertahan selama 2 jam.

4.2.2.4 Pengamatan pada jam ke-7. Kondisi es balok dan ikan mencapai temperatur 0°C hingga bertahan sampai 6 jam.

4.2.2.5 Pengamatan pada jam ke-9. Kondisi es kering habis menguap tetapi es balok dan ikan kondisinya tidak berubah hingga jam ke 19 es balok berubah menjadi cair dan eksperimen dihentikan.

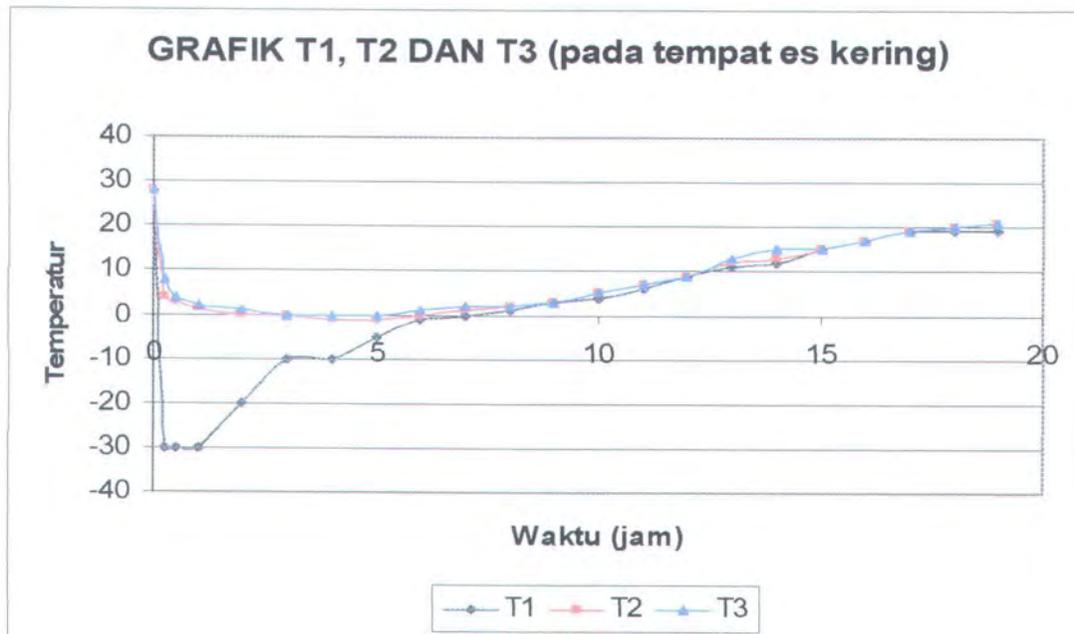


Grafik 4.3.2.c Perbedaan temperatur rata-rata pada kotak seng dan tempat es kering

Dari grafik 4.3.2.c Terjadinya penurunan temperatur rata-rata yang signifikan pada 30 menit pertama dan dapat dilihat perpotongan antara temperatur rata-rata kotak seng dengan temperatur rata-rata ruang antara antara box sterofoam dan kotak seng karena habisnya es kering karena menguap sehingga temperatur rata-rata tempat es kering meningkat, tetapi dengan adanya es kering kestabilan temperatur pada kotak seng yang merupakan tempat ikan dengan es balok menjadi panjang hingga 9 jam.

4.2.3 Eksperimen Es balok H₂O 3.5 kg + Es kering 1 kg + beban (ikan 5 kg)

Eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik coolbox dengan adanya Es balok H₂O dan es kering terhadap coolbox gabungan dengan adanya beban, dalam eksperimen ini beban berupa ikan sebanyak 5 kg (*lampiran gambar 4.1*) dan pengurangan es kering 0.5 kg dari eksperimen sebelumnya untuk mengetahui berapa kg es kering bisa menggantikan es balok. Eksperimen dihentikan pada kondisi es kering habis menguap dan es balok berubah menjadi cair, dengan dasar jika percobaan diteruskan maka ikan akan mengalami perubahan kualitas karena ikan terendam dalam air. Dalam coolbox diberi termometer untuk mengetahui temperatur dari beban, es balok, es kering dan ruang coolbox.

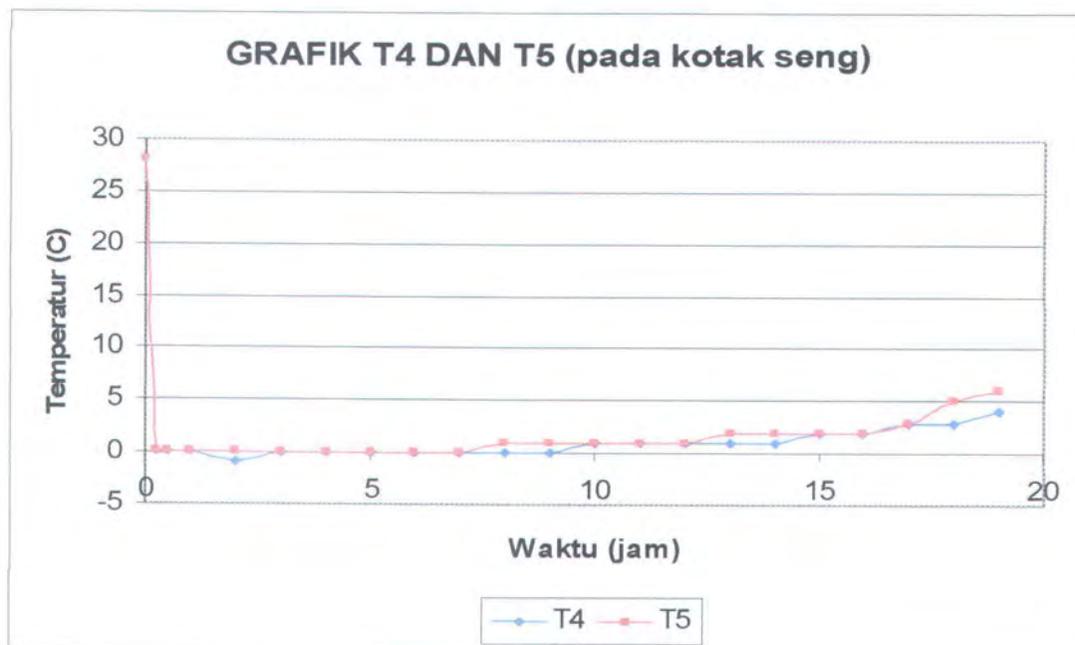


Grafik 4.3.3.a Perbedaan temperatur pada tempat es kering

4.2.3.1 Pengamatan pada 15 menit pertama (*Lampiran gambar 4.27*). Kondisi es kering dan es balok bagian atasnya masih utuh, sedangkan kondisi ikan pada lapisan atasnya belum mengalami perubahan. Tetapi suhu ruangan

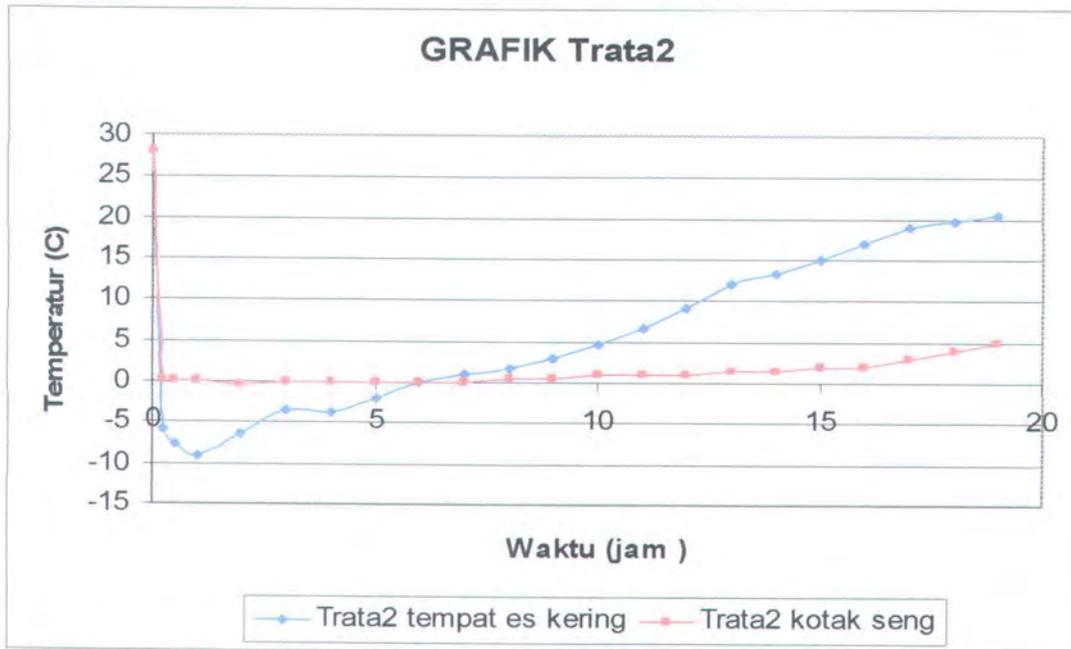
coolbox turun mencapai $4 - 8^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu es kering sebenarnya sampai suhu -30°C karena termometer hanya sampai -30°C , maka indikator berhenti sampai -30°C .

- 4.2.3.2 Pengamatan pada jam ke-2. Kondisi es kering mulai berkurang. Pada jam ke tiga temperatur ruang coolbox sudah mencapai 0°C . Kondisi ini bisa bertahan selama 5 jam, bahkan pada jam ke 4 dan ke 5 suhu pada tempat es kering mencapai -1°C .
- 4.2.3.3 Pengamatan pada jam ke-5. Kondisi es kering berkurang sekitar 70 %, tetapi suhu ruangan menjadi -1°C .
- 4.2.3.4 Pengamatan pada jam ke-7. Kondisi es kering habis menguap dan temperatur ruang coolbox mencapai 2°C .



Grafik 4.3.3.b Perbedaan temperatur pada ikan dan es balok H_2O

- 4.2.3.1 Pengamatan pada 15 menit pertama. Kondisi es balok bagian atasnya masih utuh, sedangkan kondisi ikan pada lapisan atasnya belum mengalami perubahan. Tetapi suhu ikan dan es balok sudah mencapai 0°C
- 4.2.3.2 Pengamatan pada jam ke-1. Kondisi es balok dan dengan ikan tidak terjadi perubahan. Pada jam ke 1 temperatur es balok dan ikan mencapai 0°C . Kondisi ini bisa bertahan selama 9 jam.
- 4.2.3.3 Pengamatan pada jam ke-2. Kondisi es balok dengan ikan mulai menyatu maksudnya ikan diselimuti oleh es balok, dan suhu ikan mencapai -1°C . Kondisi ini bertahan selama 1 jam setelah itu kembali temperatur meningkat menjadi 0°C .
- 4.2.3.4 Pengamatan pada jam ke-7. Kondisi es kering habis menguap tetapi es balok dan ikan kondisinya tidak berubah hingga jam ke 9 es balok mulai mencair dan temperatur meningkat terus menerus sampai jam ke 19 berubah menjadi cair dan eksperimen dihentikan.



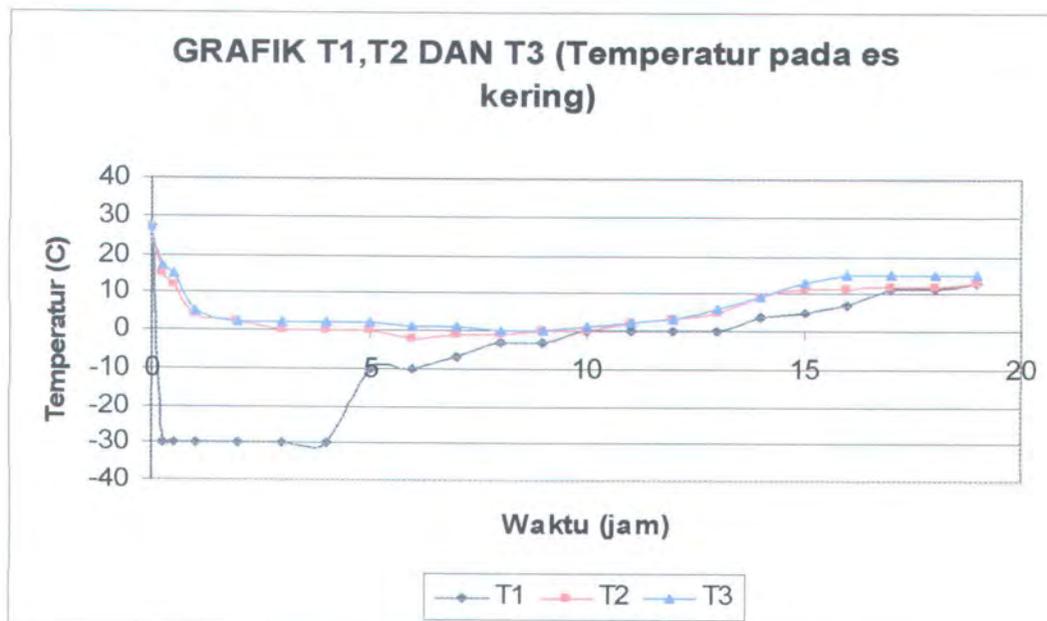
Grafik 4.3.2.c Perbedaan temperatur rata-rata pada kotak seng dan tempat es kering

Dari grafik 4.3.3.c Terjadinya penurunan temperatur rata-rata yang signifikan pada 30 menit pertama dan dapat dilihat perpotongan antara temperatur rata-rata kotak seng dengan temperatur rata-rata ruang antara antara box sterofoam dan kotak seng karena habisnya es kering karena menguap sehingga temperatur rata-rata tempat es kering meningkat secara terus menerus mulai jam ke 4 sampai akhir eksperimen, tetapi dengan adanya es kering kestabilan temperatur pada kotak seng yang merupakan tempat ikan dengan es balok menjadi panjang hingga 8 jam.

4.2.4 Eksperimen Es balok H₂O 3.5 kg + Es kering 1.75 kg + beban (ikan 5 kg)

Eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik coolbox dengan adanya Es balok H₂O dan es kering terhadap coolbox gabungan dengan adanya

beban, dalam eksperimen ini beban berupa ikan sebanyak 5 kg (*lampiran gambar 4.1*) dan penambahan es kering 0.25 kg dari eksperimen awal untuk mengetahui berapa kg es kering bisa meningkatkan kualitas ikan dan penambahan waktu penyimpanan. Eksperimen dihentikan pada kondisi es kering habis menguap dan es balok berubah menjadi cair, dengan dasar jika percobaan diteruskan maka ikan akan mengalami perubahan kualitas karena ikan terendam dalam air. Dalam coolbox diberi termometer untuk mengetahui temperatur dari beban, es balok, es kering dan ruang coolbox.



Grafik 4.3.3.a Perbedaan temperatur pada tempat es kering

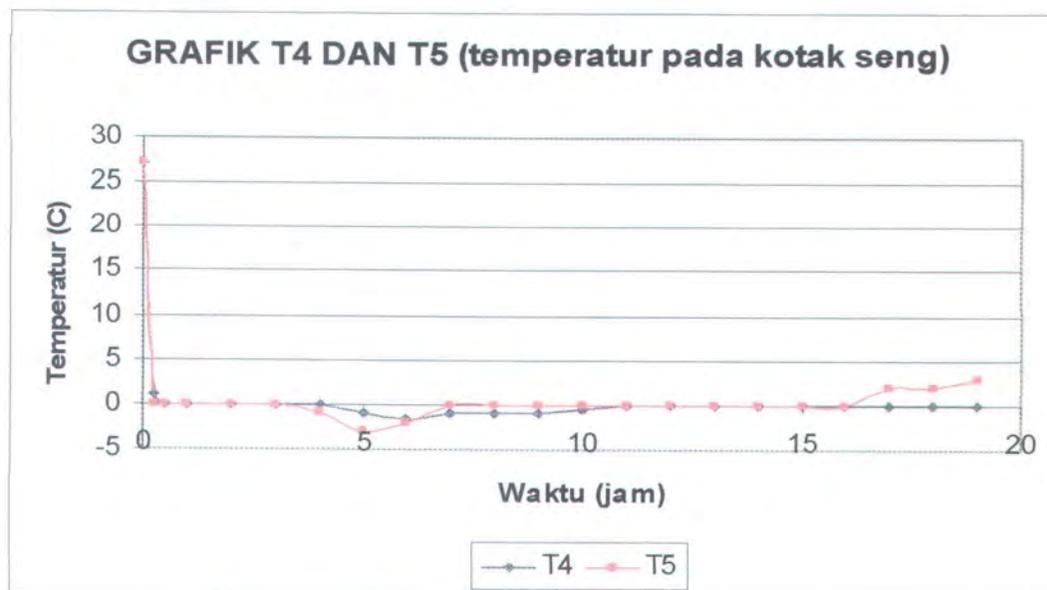
4.2.4.1 Pengamatan pada 15 menit pertama (*Lampiran gambar 4.27*). Kondisi es kering dan es balok bagian atasnya masih utuh, sedangkan kondisi ikan pada lapisan atasnya belum mengalami perubahan. Tetapi suhu ruangan coolbox turun mencapai 15 - 17° C hal ini kemungkinan ada kesalahan dalam meletakkan termometer atau terlalu lama dalam membuka coolbox,

sedangkan suhu es kering sebenarnya sampai suhu -absolut karena termometer hanya sampai -30°C , maka indikator berhenti sampai -30°C .

4.2.4.2 Pengamatan pada jam ke-3. Kondisi es kering mulai berkurang. Pada jam ke tiga temperatur ruang coolbox sudah mencapai 0°C . Kondisi ini bisa bertahan selama 8 jam, bahkan pada jam ke 6 dan ke 8 suhu pada tempat es kering mencapai -2°C dan -1°C .

4.2.4.3 Pengamatan pada jam ke-6. Kondisi es kering berkurang sekitar 50 %, tetapi suhu ruangan menjadi -2°C .

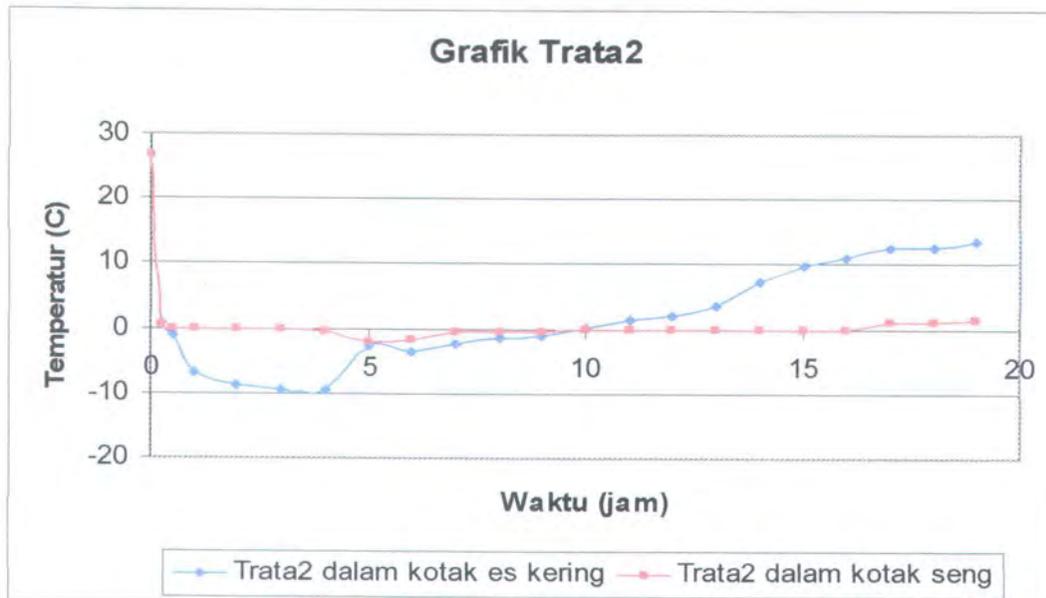
4.2.4.4 Pengamatan pada jam ke-9. Kondisi es kering berkurang sekitar 80% dan temperatur ruang coolbox mulai meningkat secara terus menerus sampa es kering habis menguap pada jam ke 13.



Grafik 4.3.4.b Perbedaan temperatur pada ikan dan es balok H_2O

4.2.4.1 Pengamatan pada 15 menit pertama. Kondisi es balok bagian atasnya masih utuh, sedangkan kondisi ikan pada lapisan atasnya belum mengalami perubahan. Tetapi suhu ikan dan es balok sudah mencapai 0°C

- 4.2.4.2 Pengamatan pada jam ke-1. Kondisi es balok dan dengan ikan tidak terjadi perubahan. Pada jam ke 1 temperatur es balok dan ikan mencapai 0°C . Kondisi ini bisa bertahan selama 18 jam.
- 4.2.4.3 Pengamatan pada jam ke-2. Kondisi es balok dengan ikan mulai menyatu maksudnya ikan diselimuti oleh es balok, dan suhu ikan mencapai -1°C . Kondisi ini bertahan selama 1 jam setelah itu kembali temperatur meningkat menjadi 0°C .
- 4.2.4.4 Pengamatan pada jam ke-7. Kondisi es kering habis menguap tetapi es balok dan ikan kondisinya tidak berubah hingga jam ke 16 karena pada eksperimen pertama lama eksoerimen 19 jam maka untuk eksoerimen ini juga hanya sampai jam ke 19 dan eksperimen dihentikan dan kondisi ikan dengan es balok masih menyatu.

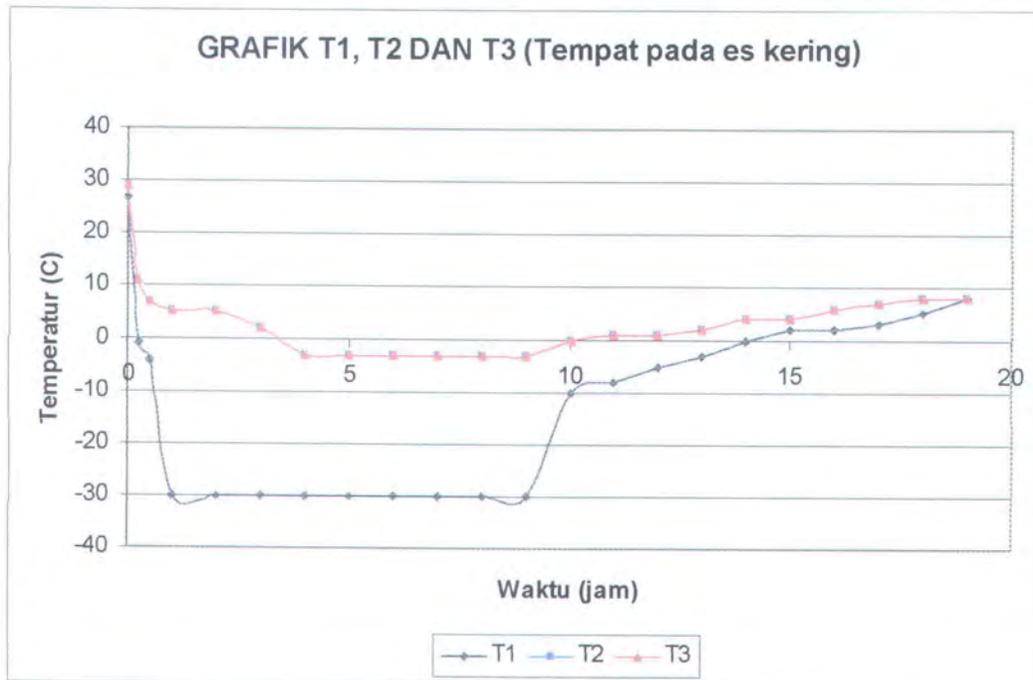


Grafik 4.3.4.c Perbedaan temperatur rata-rata pada kotak seng dan tempat es kering

Dari grafik 4.3.4.c Terjadinya penurunan temperatur rata-rata yang signifikan pada 30 menit pertama dan dapat dilihat perpotongan antara temperatur rata-rata kotak seng dengan temperatur rata-rata ruang antara antara box sterofom dan kotak seng karena habisnya es kering karena menguap sehingga temperatur rata-rata tempat es kering meningkat secara terus menerus mulai jam ke 10 sampai akhir eksperimen, tetapi dengan adanya es kering kestabilan temperatur pada kotak seng yang merupakan tempat ikan dengan es balok menjadi panjang hingga 16 jam.

4.2.5 Eksperimen Es balok H₂O 3.5 kg + Es kering 2 kg + beban (ikan 5 kg)

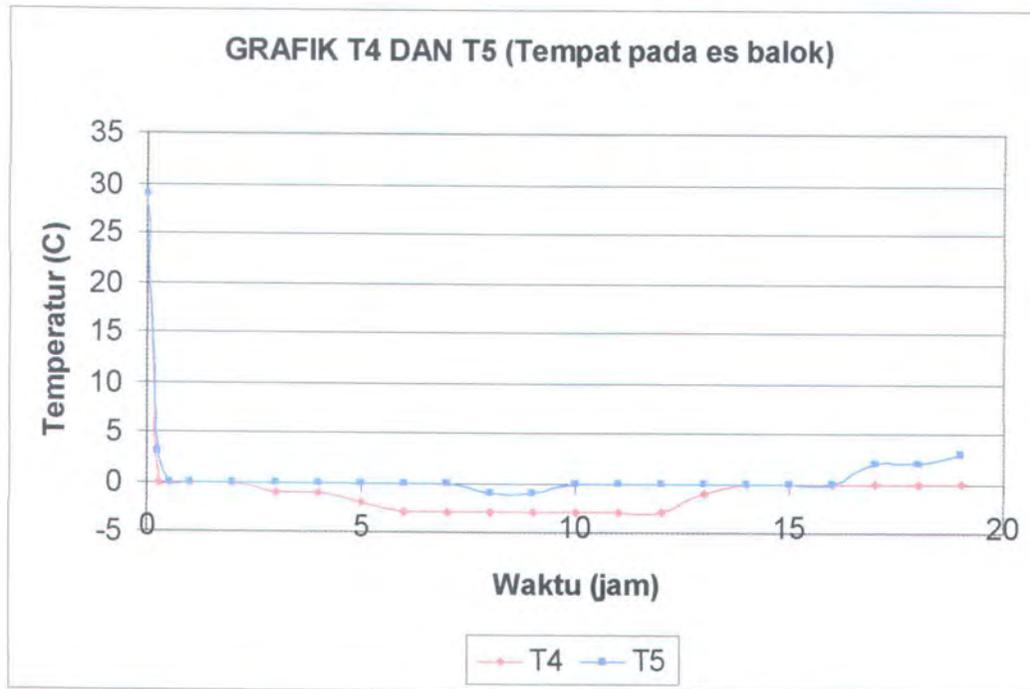
Eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik coolbox dengan adanya Es balok H₂O dan es kering terhadap coolbox gabungan dengan adanya beban, dalam eksperimen ini beban berupa ikan sebanyak 5 kg (*lampiran gambar 4.1*) dan penambahan es kering 0.5 kg dari eksperimen awal untuk mengetahui berapa kg es kering bisa meningkatkan kuitas ikan dan penambahan waktu penyimpanan. Eksperimen dihentikan pada kondisi es kering habis menguap dan es balok berubah menjadi cair, dengan dasar jika percobaan diteruskan maka ikan akan mengalami perubahan kualitas karena ikan terendam dalam air. Dalam coolbox diberi termometer untuk mengetahui temperatur dari beban, es balok, es kering dan ruang coolbox.



Grafik 4.3.5.a Perbedaan temperatur pada tempat es kering

- 4.2.5.1 Pengamatan pada 15 menit pertama (*Lampiran gambar 4.27*). Kondisi es kering dan es balok bagian atasnya masih utuh, sedangkan kondisi ikan pada lapisan atasnya belum mengalami perubahan. Tetapi suhu ruangan coolbox turun mencapai 11°C hal ini kemungkinan ada kesalahan dalam meletakkan termometer atau terlalu lama dalam membuka coolbox, sedangkan suhu es kering sebenarnya sampai suhu -absolut karena termometer hanya sampai -30°C , maka indikator berhenti sampai -30°C .
- 4.2.5.2 Pengamatan pada jam ke-4. Kondisi es kering mulai berkurang. Pada jam ke tiga temperatur ruang coolbox sudah mencapai -3°C . Kondisi ini bisa bertahan selama 7 jam.
- 4.2.5.3 Pengamatan pada jam ke-6. Kondisi es kering berkurang sekitar 35 %, tetapi suhu ruangan menjadi -3°C .

- 4.2.5.4 Pengamatan pada jam ke-9. Kondisi es kering berkurang sekitar 50% dan temperatur ruang coolbox mulai meningkat secara terus menerus sampa es kering habis menguap pada jam ke 14.

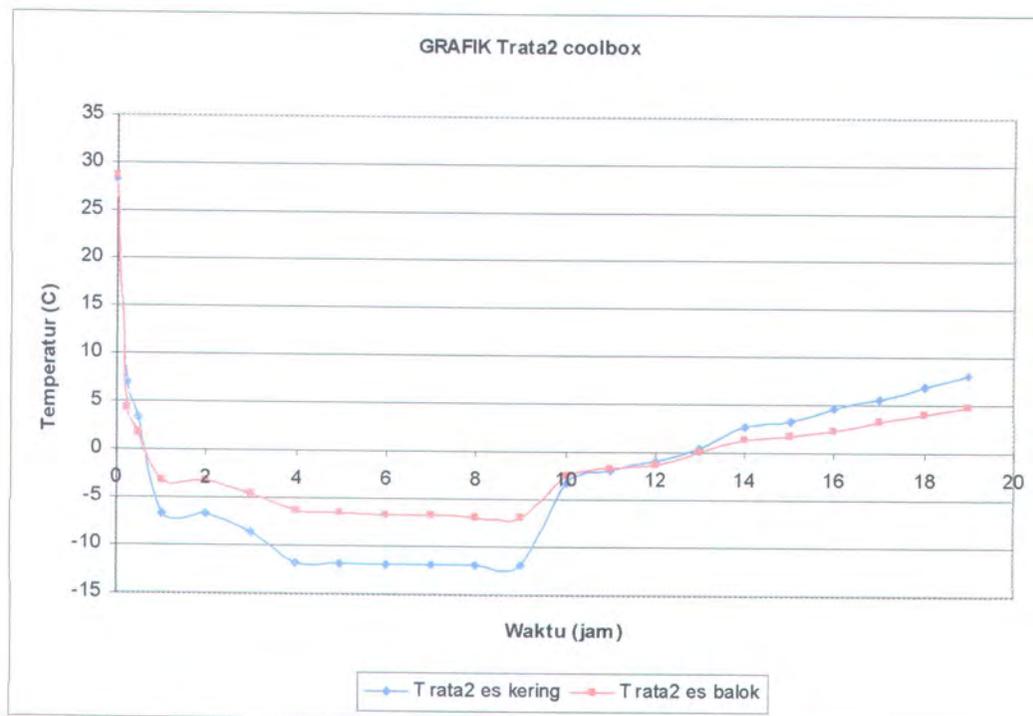


Grafik 4.3.5.b Perbedaan temperatur pada ikan dan es balok H₂O

- 4.2.5.1 Pengamatan pada 15 menit pertama. Kondisi es balok bagian atasnya masih utuh, sedangkan kondisi ikan pada lapisan atasnya belum mengalami perubahan. Tetapi suhu ikan dan es balok sudah mencapai 3°C
- 4.2.5.2 Pengamatan pada jam ke-1. Kondisi es balok dan dengan ikan tidak terjadi perubahan. Pada jam ke 1 temperatur es balok dan ikan mencapai 0°C. Kondisi ini bisa bertahan selama 18 jam.
- 4.2.5.3 Pengamatan pada jam ke-3. Kondisi es balok dengan ikan mulai menyatu maksudnya ikan diselimuti oleh es balok, dan suhu ikan mencapai -0.5°C. Kondisi temperatur minus ini bertahan selama 11 jam dan titik terendah pada temperatur -2°C dan bertahan selama 2 jam, setelah itu kembali

temperatur meningkat menjadi -1.5°C selama 3 jam dan meningkat lagi menjadi -0.5°C dan akhirnya meningkat terus menerus sampai temperatur 1.5°C pada jam ke 19.

4.2.5.4 Pengamatan pada jam ke-14. Kondisi es kering habis menguap tetapi es balok dan ikan kondisinya tidak berubah hingga jam ke 16 karena pada eksperimen pertama lama eksperimen 19 jam maka untuk eksperimen ini juga hanya sampai jam ke 19 dan eksperimen dihentikan dan kondisi ikan dengan es balok masih menyatu.



Grafik 4.3.5.c Perbedaan temperatur rata-rata pada kotak seng dan tempat es kering

Dari grafik 4.3.5.c Terjadinya penurunan temperatur rata-rata yang signifikan pada 30 menit pertama dan dapat dilihat perpotongan antara temperatur rata-rata kotak seng dengan temperatur rata-rata ruang antara antara box sterofoam dan kotak seng karena habisnya es kering karena menguap sehingga

temperatur rata-rata tempat es kering meningkat secara terus menerus mulai jam ke 11 sampai akhir eksperimen, tetapi dengan adanya es kering kestabilan temperatur pada kotak seng yang merupakan tempat ikan dengan es balok menjadi panjang hingga 19 jam lebih.

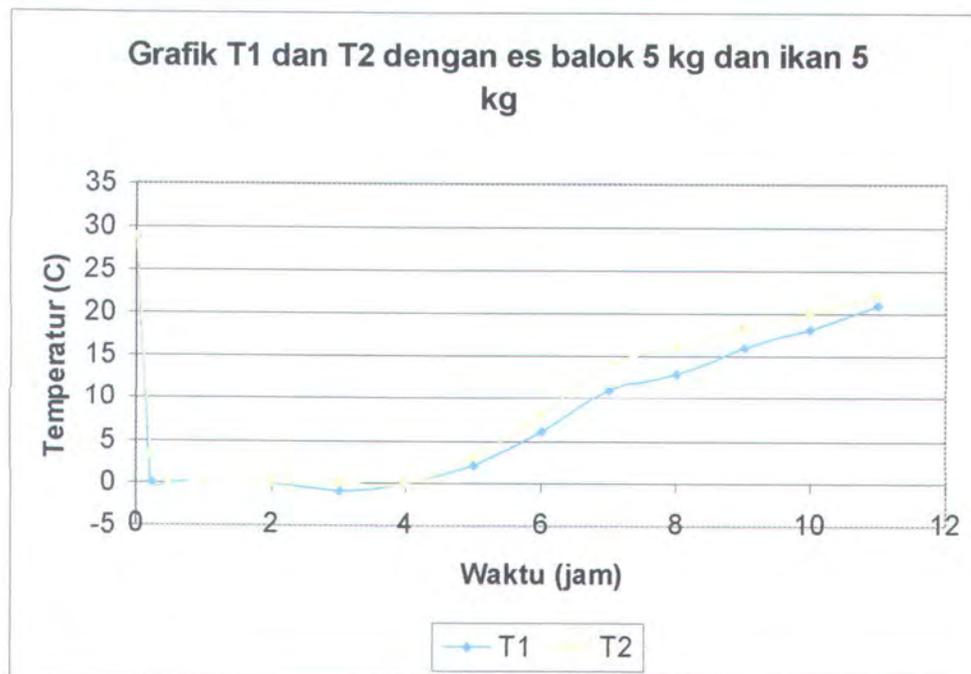
4.3. PEMBAHASAN

4.3.1. Penggunaan Es kering

Penggunaan es kering disini adalah untuk mengatasi beban pendinginan terutama yang berasal dari lingkungan dan beban. Pada eksperimen yang dilakukan, es kering ditempatkan pada ruang antara box alumunium dan box sterofoam dengan cara dipecah menjadi bagian yang cukup kecil (lampiran sample es kering). Pemecahan es kering menjadi bagian yang lebil kecil akan mengakibatkan kerugian kalor yang cukup besar karena pada saat es kering pecah menjadi bagian yang kecil akan diikuti oleh penyubliman pada seluruh permukaannya. Penanganan es kering yang akan digunakan sebagai pendingin, yang dimulai dari pemecahan hingga pembungkusan sampai pada penempatan kedalam coolbox sebaiknya dilakukan dalam waktu yang cukup singkat agar kerugian akibat penyubliman dapat dikurangi. Penambahan es kering secara intermitten akan lebih menguntungkan dibandingkan dengan penambahan es kering langsung dalam jumlah yang besar baik ditinjau dari temperatur ruang pendinginan ataupun dari jumlah es kering yang digunakan. Dengan penambahan es kering secara intermitten ini memungkinkan untuk menambah waktu pelayaran dengan kualitas ikan yang dihasilkan lebih baik, karena ikan dapat dijaga pada

4.2.6 Eksperimen Es balok H₂O 5 kg 5 + beban (ikan 5 kg)

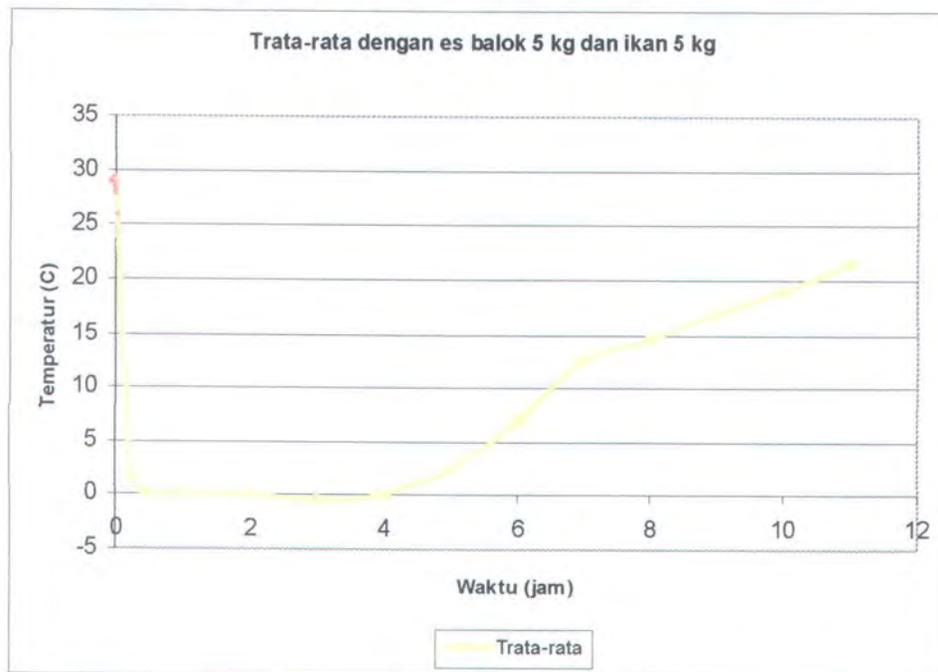
Eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik coolbox dengan adanya Es balok H₂O terhadap coolbox gabungan dengan adanya beban, dalam eksperimen ini beban berupa ikan sebanyak 5 kg (*lampiran gambar Percobaan*) dan sebagai data pembanding terhadap eksperimen yang menggunakan es kering, sehingga dengan adanya eksperimen yang menggunakan es balok saja bisa diketahui berapa massa es kering yang mampu menggantikan es balok dengan temperatur dan kestabilan yang sama. Eksperimen dihentikan pada kondisi es balok berubah menjadi cair, dengan dasar jika percobaan diteruskan maka ikan akan mengalami perubahan kualitas karena ikan terendam dalam air. Dalam coolbox diberi termometer untuk mengetahui temperatur dari beban, es balok, dan ruang coolbox.



Grafik 4.2.6.a Perbedaan temperatur rata-rata pada kotak seng

4.2.6.1 Pengamatan pada 15 menit pertama. Kondisi es balok bagian atasnya masih utuh, sedangkan kondisi ikan pada lapisan atasnya belum mengalami perubahan. Tetapi suhu ikan dan es balok rata-rata sudah mencapai 1.5° C

- 4.2.6.2 Pengamatan pada jam ke-1. Kondisi es balok dan dengan ikan tidak terjadi perubahan. Pada jam ke 1 temperatur es balok dan ikan mencapai 0°C . Kondisi ini bisa bertahan selama 4 jam.
- 4.2.6.3 Pengamatan pada jam ke-3. Kondisi es balok dengan ikan mencapai suhu rata-rata -0.5°C . Kondisi temperatur minus ini bertahan selama 1 jam sampai akhirnya meningkat terus menerus sampai temperatur 2°C pada jam ke 5.
- 4.2.6.4 Pengamatan pada jam ke-4. Kondisi es balok berubah menjadi cair tetapi es balok dan ikan kondisinya masih pada temperatur tidak berubah yaitu 0°C , pada jam ke 5 es balok sudah menjadi air. untuk eksperimen ini dihentikan sampai jam ke 11 yait pada suhu 21°C .

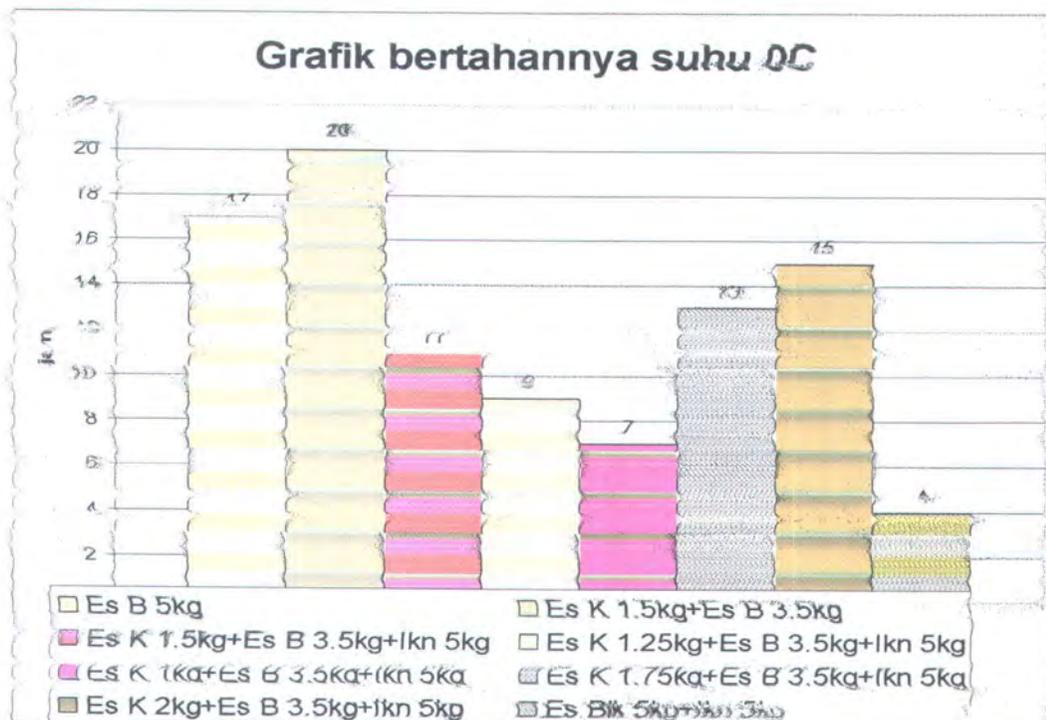


Grafik 4.2.6.b Perbedaan temperatur rata-rata pada kotak seng

Dari grafik 4.2.6.b Terjadinya penurunan temperatur rata-rata yang signifikan pada 30 menit pertama dan dapat dilihat pada jam ke 4 temperatur rata-rata kotak seng meningkat secara terus menerus sampai jam ke 11 sampai akhir eksperimen, dengan adanya es balok kestabilan temperatur pada kotak seng yang merupakan tempat ikan dengan es balok bertahan sampai 4 jam lebih.

4.3.1. Penggunaan Es kering

Penggunaan es kering disini adalah untuk mengatasi beban pendinginan terutama yang berasal dari lingkungan dan beban. Pada eksperimen yang dilakukan, es kering ditempatkan pada ruang antara box seng dan box *sterofoam* dengan cara dipecah menjadi bagian yang cukup kecil (lampiran gambar es kering). Pemecahan es kering menjadi bagian yang lebih kecil akan mengakibatkan kerugian kalor yang cukup besar karena pada saat es kering pecah menjadi bagian yang kecil akan diikuti oleh penyubliman pada seluruh permukaannya. Penanganan es kering yang akan digunakan sebagai pendingin, yang dimulai dari pemecahan hingga pembungkusan sampai pada penempatan kedalam coolbox sebaiknya dilakukan dalam waktu yang cukup singkat agar kerugian akibat penyubliman dapat dikurangi. Dengan penambahan es kering ini memungkinkan untuk menambah waktu pelayaran dengan kualitas ikan yang dihasilkan lebih baik, karena ikan dapat dijaga pada temperatur rendah yaitu pada



temperatur (temperatur thermal ikan) -1°C . (Hyas, 1983).

Grafik 4.3.1 Perbedaan temperatur rata-rata pada kotak seng

temperatur rendah yaitu pada temperatur (temperatur thermal ikan) -1°C . (Ilyas, 1983).

4.3.2. Coolbox gabungan

Setelah dilakukan kalibrasi prototipe ternyata metode yang baik yang dapat digunakan adalah dengan penambahan es kering kedalam coolbox sehingga temperatur coolbox dibawah 0°C . untuk coolbox gabungan dengan ukuran 0.768 m^3 , dengan beban ikan 5 kg, es balok 3.5 kg memerlukan penambahan Es kering 2 kg untuk memaksimalkan penyimpanan yang lebih lama. Untuk penerapan pada ukuran coolbox yang lebih besar maka kebutuhan Es balok, gram dan es kering dapat dikalibrasikan menurut volume dari coolboxnya.

Tabel 4.1 kebutuhan es balok, es kering, dan garam pada coolbox gabungan untuk berbagai ukuran

No	volume (m ³)	faktor skala	bagian dalam				bagian luar								Es Balok (kg)	Es Kering (kg)	garam NaCl (gram)
			aluminium				sterofom				plywood						
			p	l	h	t	p	l	h	t	P	l	h	t			
1.	0.06548	0.7	470	320	295	1	628	480	464	27	646	498	482	9	9	4	270
2.	0.09629	1	691	471	434	1.5	924	706	682	40	950	732	709	13	13.5	6	405
3.	0.14444	1.5	1037	706	651	2	1385	1059	1024	60	1425	1099	1063	19	20.3	9	607
4.	0.19259	2	1382	941	868	3	1847	1412	1365	79	1900	1465	1418	29	30.4	13	911
5.	0.24074	2.5	1728	1176	1085	4	2309	1765	1706	99	2375	1831	1772	42	45.6	19	1367
6.	0.28888	3	2074	1412	1301	4	2771	2118	2047	119	2850	2197	2126	62	68.3	28	2050
7.	0.33703	3.5	2419	1647	1518	5	3232	2471	2388	139	3325	2563	2481	91	102.5	40	3075
8.	0.38518	4	2765	1882	1735	6	3694	2824	2729	159	3800	2929	2835	134	153.8	59	4613
9.	0.433324	4.5	3110	2118	1952	7	4156	3176	3071	179	4275	3296	3190	197	230.7	87	6920
10.	0.481471	5	3456	2353	2169	7	4618	3529	3412	199	4750	3662	3544	290	346.0	129	10380

Keterangan : p= panjang (mm) , l= lebar (mm), h= tinggi (mm), t= tebal (mm)

Catatan : semua ukuran diatas hanya berlaku untuk intermitten 14 kg es kering dan untuk penambahan dengan intermitten yang lain diperlukan pengujian lebih lanjut.

4.3.3. Kualitas ikan

Kualitas Organoleptik

Dari hasil akhir pengamatan selama eksperimen dapat dilihat kondisi ikan mulai dari lapisan pertama sampai dengan lapisan paling atas (kedua). Pada lapisan kedua mutu ikan bila dilihat dari penampakan rupa, insang dan tekstur badan lebih baik dari lapisan yang pertama. Hal ini dikarenakan lelehan dari es balok selain mendinginkan ikan juga senantiasa membasahi dan membersihkan permukaan ikan dari kotoran. (Ilyas, 1983). Pada bagian lapisan pertama (paling bawah) mengalami sedikit kerusakan akibat tidak adanya drain pada dasar coolbox sehingga kotoran yang terbawa bersama lelehan es balok yang berasal dari lapisan di atasnya mengendap pada dasar coolbox. Kotoran yang terbawa bersama lelehan es yang berasal dari lapisan ikan yang ada di atasnya, mungkin dapat berupa bakteri atau kotoran darah ikan. Walaupun temperatur pada dasar coolbox dibawah 0°C , tetapi masih ada beberapa jenis bakteri psikhrofilik yang mampu tumbuh pada temperatur $-7,5^{\circ}\text{C}$ (Ilyas, 1983). Aktivitas bakteri jenis psikhrofilik inilah yang mungkin menyebabkan kerusakan pada ikan. Untuk membuktikan hipotesa tersebut diperlukan uji mikroorganismenya.

Kualitas Protein

Dari hasil uji laboratorium kualitas ikan dapat dilihat dari kandungan protein yang terkandung dalam tubuh ikan. Kandungan protein ikan yang telah diawetkan dengan berbagai media pendingin dapat dilihat seperti tabel dibawah :

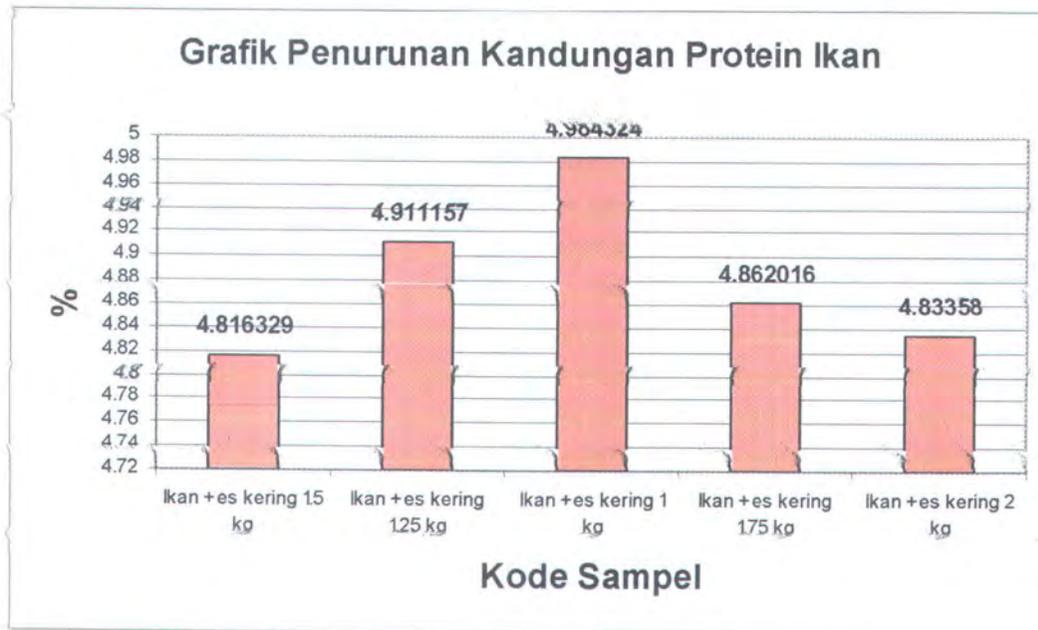
No	Kode sampel	Kandungan protein ikan (%)
1	Ikan segar	21,4245
2	Ikan + es kering 1.5 kg	20.7627
3	Ikan + es kering 1.25 kg	20.3618
4	Ikan + es kering 1 kg	20.0629
5	Ikan + es kering 1.75 kg	20.5676
6	Ikan + es kering 2 kg	20.6886

Dilihat dari adanya kandungan pritein ikan yang semakin menurun pada dibandingkan saat pertama kali ikan diujikan kualitas proteinnya maka prosentase penurunan kualitas proteinnya dapat diamati dalam tabel berikut.

No	Kode sampel	Penurunan Kandungan protein ikan (%)
1	Ikan + es kering 1.5 kg	4.816329
2	Ikan + es kering 1.25 kg	4.911157
3	Ikan + es kering 1 kg	4.984324
4	Ikan + es kering 1.75 kg	4.862016
5	Ikan + es kering 2 kg	4.83358

Dapat dilihat bahwa penurunan kualitas paling banyak terdapat pada eksperimen dengan menggunakan es balok H₂O 3.5 kg dan es kering 1 kg dan pada eksperimen dengan menggunakan es balok H₂O 3.5 kg dan es kering 2 kg penyimpanan lebih lama tetapi penurunan kualitas protein lebih banyak dibanding dengan kualitas ikan pada eksperimen dengan menggunakan es balok H₂O 3.5 kg dan es kering 1.5 kg





Grafik 4.3.3b penurunan kandungan protein ikan

Dapat dilihat bahwa penurunan kualitas paling banyak terdapat pada eksperimen dengan menggunakan es balok H₂O 3.5 kg dan es kering 1 kg dan pada eksperimen dengan menggunakan es balok H₂O 3.5 kg dan es kering 2 kg penyimpanan lebih lama tetapi penurunan kualitas protein lebih banyak dibanding dengan kualitas ikan pada eksperimen dengan menggunakan es balok H₂O 3.5 kg dan es kering 1.5 kg

Hasil akhir dari Eksperimen Coolbox adalah :

1. Penambahan es kering pada coolbox dapat menurunkan temperatur ruang T1 (temperatur tempat es kering/ruang antara kotak seng dengan sterofoam) yang ada pada bagian bawah dan T2, T3 cenderung sama dengan temperatur bagian tengah tempat es kering (T2) sehingga temperatur rata-rata ruang coolbox dengan penambahan es kering pada Es balok H₂O cenderung lebih rendah dari temperatur ruang coolbox tanpa penambahan es kering.
2. Penambahan es kering pada coolbox dapat menurunkan temperatur ruang T4 (temperatur kotak seng dan menempel es balok) dan T5 (temperatur kotak seng dan menempel pada ikan) sehingga temperatur rata-rata kotak

seng dengan penambahan es kering es balok H₂O cenderung lebih lama mencair, semakin banyak penambahan es kering semakin lama proses pencairan es balok dan semakin lama bertahan pada suhu 0^oC daripada tanpa penambahan es kering.

3. Dari hasil eksperimen dapat disimpulkan bahwa penggunaan es kering yang sesuai dengan coolbox gabungan adalah dengan penempatan es balok dan ikan secara bertingkat, karena dengan penggunaan es balok selain mendinginkan ikan lelehan es balok juga membersihkan ikan dari lendir dan kotoran.



BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

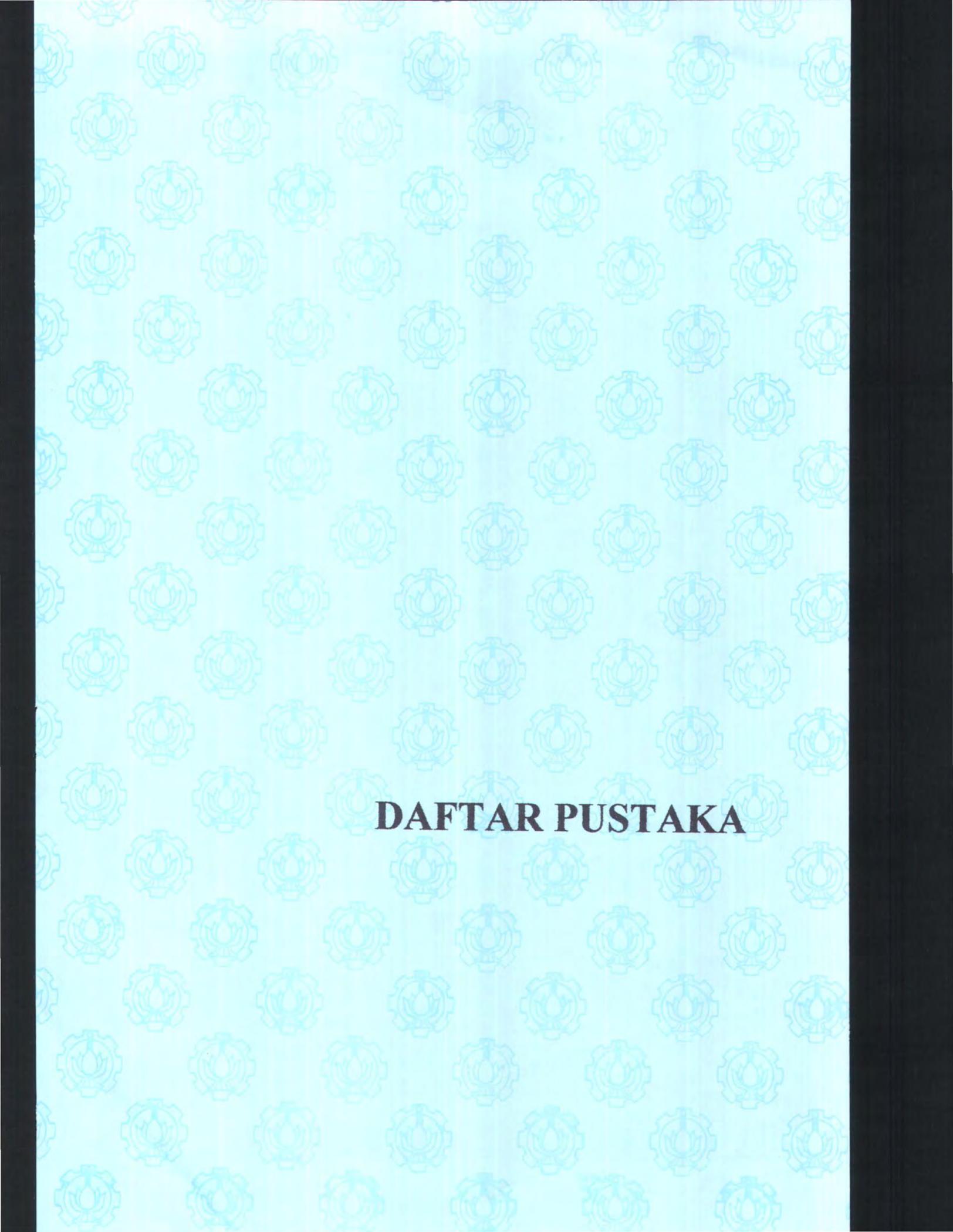
Dari eksperimen pengujian coolbox gabungan yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan es kering pada coolbox gabungan dapat menjaga temperatur ruang coolbox pada temperatur sekitar 0°C , dapat memperlama pencairan dari es balok.
2. Penggunaan es kering dapat menghambat penurunan kualitas protein ikan
3. Komposisi paling baik antara es balok dengan es kering untuk coolbox dengan ukuran 0.768 m^3 dan beban ikan 5 kg dari segi lama penyimpanan adalah es balok H_2O 3.5 kg dan es kering 2 kg
4. Komposisi paling baik antara es balok dengan es kering untuk coolbox dengan ukuran 0.768 m^3 dan beban ikan 5 kg dari kualitas protein ikan adalah es balok H_2O 3.5 kg dan es kering 1.5 kg

Apabila ditinjau dari segi teknis maka penggunaan coolbox gabungan ini akan dapat menaikkan mutu ikan, karena dengan mengkondisikan ruang penyimpan pada temperatur yang rendah bakteri dapat dihambat pertumbuhannya sehingga laju pembusukan daging ikan dapat ditunda. Namun diperlukan pengujian lebih lanjut secara medis untuk membuktikan kadar bakteri pada tubuh ikan selama penyimpanan sampai akhir penyimpanan.

5.2. SARAN

Sebaiknya untuk lebih meningkatkan kualitas ikan yang disimpan dalam coolbox maka diperlukan drain untuk menghindari terkumpulnya kotoran pada dasar coolbox, sehingga resiko kerusakan ikan dapat diturunkan dan untuk mengoptimumkan fungsi dari coolbox sebaiknya kuantitas dari es balok, es kering dan beban (ikan) di sesuaikan dengan ukuran coolbox.



DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka

Ilyas, sofyan,(1983), "Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan" – Jilid 1 – Teknik Pendingin Ikan. CV Paripurna. Jakarta.

Murniyati, A. S , Sunarman,(2000), "Pendingin Pembekuan dan Pengawetan Ikan" Kanisius. Yogyakarta

T. A. McMeekin and J Olley. Food Technology in Australia Vol 38,(1986), "Predictive Microbiology" The Council of Australia Food Technology Associations. Inc

Soenardi,tuti, (2003), "Sehat, Kuat dan Cerdas dengan Ikan", Yayasan Gizi Kuliner, Jakarta.

Ashrae (1994), "Guide and data book".

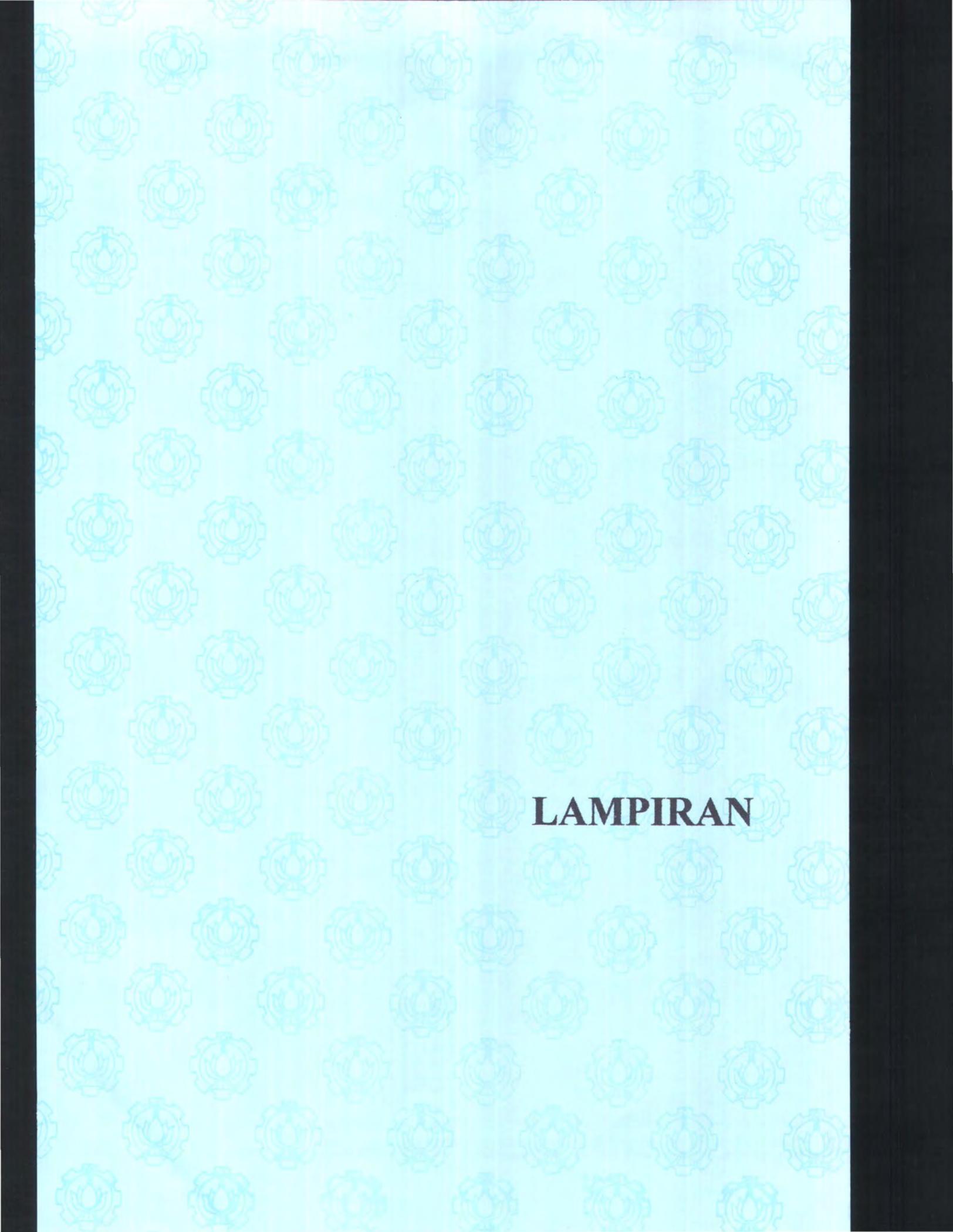
Wirawan agus (1997), " Budidaya dan pengolahan hasil perikanan", CV. Aneka solo.

Frank P. Incropera, David P de witt,"Fundamentals of heat and mass transfer", third Edision.

Michael Shawyer and Avilio F medina Pizali, "The Use Of Ice On Small Fishing Vessel", FAO Fish series

H.H. Huss (1994), "Quality and quality changes in fresh fish".

Pramana Widya (2004), " Pengaruh Penambahan Garam Pada Es Balok (H₂O) Pada Coolbox Berpendingin Gabungan Es Balok (H₂O) Dan CO₂(Padat)", Teknik Sistem Perkapalan, ITS



LAMPIRAN



TUGAS AKHIR
JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FTK - ITS

LAMPIRAN
PERHITUNGAN BEBAN

Beban pendinginan yang terjadi pada coolbox gabungan :

- Beban produk
- Beban transmisi
- Beban infiltrasi

Perhitungan :

1. Beban produk

Beban panas ini dilepaskan oleh ikan :

$$Q_{\text{ikan}} = c_{pf} \times m_f \times (T_1 - T_2)$$

Dimana :

- Q_{ikan} = Panas yang dilepaskan oleh ikan (kkal)
- c_{pf} = koefisien perpindahan panas dari ikan (kkal / kg m⁰C)
- m_f = massa ikan (5 kg)
- T_1 = Temperatur ikan (30⁰C)
- T_2 = Temperatur es balok (0⁰C)
- Q_{ikan} = 0.8 x 5 x (30 + 0)
= 120 kkal

Kebutuhan es balok untuk menahan beban produk :

$$Q = \frac{q}{cp}$$
$$Q = \frac{120}{80}$$
$$Q = 1.5 \text{ kg/jam}$$

2. Beban transmisi yang diakibatkan oleh perbedaan temperatur antara dalam coolbox dan luar coolbox.

1. Kalor yang diserap Es kering dari es balok
2. Beban pendinginan yang berasal dari lingkungan :
 - Berasal dari sisi-sisi coolbox dan bagian bawah dari coolbox
 - Berasal dari tutup coolbox

Sebelumnya diperlukan perhitungan untuk luas seluruh permukaan perpindahan panas baik dari luar ke ruang antara box alumunium dan box sterofoam, dari dalam box alumunium ke ruang antara box alumunium dan box sterofoam dan dari dalam box alumunium ke lingkungan.

1. Luasan box alumunium :

Luas sisi bagian bawah	= 1 x (800 x 400)	= 320000 mm ²
Luas sisi depan	= 2 x (400 x 300)	= 240000 mm ²
Luas sisi kiri & kanan	= 2 x (800 x 300)	= 480000 mm ²
Jumlah		1040000 mm ² = 1.04m ²

2. Luasan box sterofoam :

Luas sisi bagian bawah	= 2 x (1090 x 690)	= 1504200 mm ²
Luas sisi depan	= 2 x (1090 x 690)	= 1504200 mm ²
Luas sisi kiri & kanan	= 2 x (690 x 690)	= 952200 mm ²
Jumlah	= 3960600 mm ²	= 3.9606 m ²

3. Luasan plywood :
- | | | |
|------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Luas sisi bagian bawah | = 2 x (1190 x 790) | = 1880200 mm ² |
| Luas sisi depan | = 2 x (1190 x 790) | = 1880200 mm ² |
| Luas sisi kiri & kanan | = 2 x (790 x 790) | = 1248200 mm ² |
| Jumlah | = 5008600 mm ² | = 5.0086 m ² |

2.1. Kalor yang diserap Es kering dari es balok

Asumsi:

1. Udara ambient tidak bergerak

Baca pada tabel A.4 CO₂ dengan interpolasi didapatkan untuk nilai $T_f = (T_s - T_\infty) = 351.5 \text{ K}$

T_s = temperatur dalam coolbox

T_∞ = temperatur ruang antara box aluminium dan box sterofoam

T_f = 351.5 K

ν = $6.3894 \cdot 10^{-6}$

α = $10.4178 \cdot 10^{-6}$

k = $15.9763 \cdot 10^{-3}$

β = $3 \cdot 10^{-3}$

Pr = 0.7431

Koefisien konveksi pada sisi kiri&kanan adalah =

$$Ra_L = \frac{g \cdot \beta (T_s - T_\infty) L^3}{\nu \alpha}$$

$$Ra_L = \frac{9.8 \times 3 \cdot 10^{-3} (273 + 78.5) L^3}{6.3894 \times 10^{-6} \times 10.4178 \times 10^{-6}}$$

$$Ra_L = 5,087290076 \cdot 10^9 \cdot L^3$$

Untuk $L = 0.4$ didapatkan $Ra_L = 3.255865649 \cdot 10^8$ perpindahan konveksi bebasnya adalah secara laminar.

$$\bar{Nu} = 0.68 + \frac{0.670 Ra_L^{1/4}}{\left[1 + (0.492 / Pr)^{9/16}\right]^{4/9}}$$

$$Nu = 70.10892$$

Jadi koefisien konveksi pada sisi kiri&kanan adalah =

$$hs = \frac{k}{H} \bar{Nu} = (15.9763 \cdot 10^{-3} / 0.4) \times 70.10892$$

$$= 2.8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Perpindahan panas yang melalui dua sisi kiri&kanan dapat dihitung dengan =

$$q'' = 2 hs \times (T_s - T_\infty)$$

$$= 2 \times 2.8 \times 351.5$$

$$= 1968.4 \text{ Watt/m}$$

Untuk tinggi dari coolbox = 0.3 m

Maka perpindahan panas karena konveksi yang melalui sisi kiri&kanan dapat dihitung =
 $1968.4 \text{ Watt/m} \times 0.3 = 950.62 \text{ watt} = 0.95062 \text{ kW} = 0,227204 \text{ kkal}$

Koefisien konveksi pada sisi depan&belakang adalah =

$$RaL = \frac{g \cdot \beta (T_s - T_\infty) L^3}{\nu \alpha}$$

$$RaL = \frac{9.8 \times 3 \cdot 10^{-3} (273 + 78.5) L^3}{6.3894 \times 10^{-6} \times 10.4178 \times 10^{-6}}$$

$$RaL = 5,087290076 \cdot 10^9 \cdot L^3$$

Untuk L = 0.8 didapatkan $RaL = 26.04692519 \times 10^8$ perpindahan konveksi bebasnya adalah secara laminar.

$$\bar{Nu} = 0.68 + \frac{0.670 Ra_L^{1/4}}{[1 + (0.492 / Pr)^{9/16}]^{4/9}}$$

$$Nu = 117.4450646$$

$$hs = \frac{k}{H} \bar{Nu} = (15.9763 \cdot 10^{-3} / 0.4) \times 117.4450646$$

$$= 4.690843965 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

perpindahan panas yang melalui dua sisi kiri&kanan dapat dihitung dengan =

$$\begin{aligned} q'' &= 2 hs \times (T_s - T_\infty) \\ &= 2 \times 4.690843965 \times 351.5 \\ &= 3297.663308 \text{ Watt/m} \end{aligned}$$

Untuk tinggi dari coolbox = 0.3 m

Maka perpindahan panas yang melalui sisi kiri&kanan dapat dihitung =
 $3297.663308 \text{ Watt/m} \times 0.3 = 989.2989923 \text{ watt} = 0.9892989923 \text{ kW} = 0.236 \text{ kkal}$

Koefisien konveksi pada sisi bawah =

$$RaL = \frac{g \cdot \beta (T_s - T_\infty) L^3}{\nu \alpha}$$

$$RaL = \frac{9.8 \times 3 \cdot 10^{-3} (273 + 78.5) L^3}{6.3894 \times 10^{-6} \times 10.4178 \times 10^{-6}}$$

$$RaL = 5,087290076 \cdot 10^9 \cdot L^3$$

Untuk L = 0.4 didapatkan $RaL = 3.255865649 \cdot 10^8$ perpindahan konveksi bebasnya adalah secara laminar.

$$\bar{Nu} = 0.27 \times Ra_L^{1/4}$$

$$Nu = 36.26856587$$

Jadi koefisien konveksi pada sisi bawah adalah =

$$h_s = \frac{k}{H} \bar{Nu} = (15.9763 \cdot 10^{-3} / 0.4) \times 36.26856587 \\ = 1.448594 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Perpindahan panas yang melalui dua sisi bawah dapat dihitung dengan =

$$q'' = 2 h_s \times (T_s - T_\infty) \\ = 2 \times 1.448594 \times 351.5 \\ = 1018.361 \text{ Watt/m}$$

Untuk tinggi coolbox = 0.3 m, maka perpindahan panas yang melalui sisi kiri&kanan dapat dihitung = $1018.361 \text{ Watt/m} \times 0.3 = 305.5084 \text{ watt} = 0.3055084 \text{ kW} = 0.073 \text{ kkal}$

Efek radiasi yang terjadi dapat dihitung dengan persamaan :

$q'' = (\epsilon \sigma (T_s^4 - T_{sur}^4))$ diasumsikan ϵ (emisivitas) adalah 1

$$q'' = \sigma (T^4 - T^4) \\ = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4 (273^4 - 194,5^4) \\ = 233.79 \text{ W/m}^2$$

$$q'' = q/A$$

$$q = q'' \times A \text{ dimana } A = \text{luas seluruh permukaan box aluminium} = 1,04 \text{ m}^2 \\ = 233.79 \text{ W/m}^2 \times 1,04 \text{ m}^2 \\ = 243.1416 \text{ W} \\ = 0.2431413 \text{ kW} = 0.058112 \text{ kkal}$$

Jadi total kalor yang dapat diserap oleh es kering adalah = kalor yang diserap pada sisi kiri&kanan + sisi depan& belakang + sisi bawah + kalor yang disebabkan radiasi pada seluruh permukaan = $0,227204 \text{ kkal} + 0.236 \text{ kkal} + 0.073 \text{ kkal} + 0.058112 = 0.594316 \text{ kkal}$.

Dapat dihitung kebutuhan es kering :

$$Q = q/C_p \\ = 0.594316 / 136.6$$

$$Q = 0.004361 \text{ kg/jam.}$$

2.2. Beban transmisi yang diakibatkan oleh perbedaan temperatur antara dalam coolbox dan luar coolbox.

2.2.1. Beban pendinginan yang berasal dari lingkungan :

- Berasal dari sisi-sisi coolbox dan bagian atas dari coolbox
 - a. konduksi
 - b. konveksi
 - c. radiasi

a. konduksi

$$q = \frac{A(T_1 - T_2)}{\frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2}}$$

dimana :

A = luas permukaan bidang perpindahan panas

Dimana luas ini adalah :

Luas sisi bagian bawah	= 2 x (1090 x 690)	= 1504200 mm ²
Luas sisi depan	= 2 x (1090 x 690)	= 1504200 mm ²
Luas sisi kiri & kanan	= 2 x (690 x 690)	= 952200 mm ²
Total A	= 3960600 mm ²	= 3.9606 m ²

T_1 = Temperatur luar

T_2 = Temperatur dalam

x_1 = Tebal lapisan isolasi 1

x_2 = Tebal lapisan isolasi 2

k_1 = konduktivitas thermal isolasi 1

k_2 = Konduktivitas thermal lapisan isolasi 2

$$q = \frac{3.9606 (31.41 + 78.64)}{\frac{0.05}{0.0462} + \frac{0.05}{0.0462} + \frac{0.01}{0.2973}}$$

$$q = 198.9878 \text{ kkal}$$

Kebutuhan Es kering untuk menahan beban panas dari luar/lingkungan

$$Q = \frac{q}{cp}$$

$$Q = \frac{198.9878}{136.6}$$

$$Q = 1.451595 \text{ kg/jam}$$

b. konveksi

Asumsi:

1. Udara ambient tidak bergerak

Baca pada tabel A.4 CO₂ dengan interpolasi didapatkan untuk nilai $T_f = (T_s - T_\infty) = 381.5 \text{ K}$.

dimana : T_s = adalah temperatur udara luar = 30 °C

T_∞ = adalah temperatur ruang antara = -78.5 °C

$$T_f = 381.5 \text{ K}$$

$$v = 24.378710^{-6}$$

$$\alpha = 35.192010^{-6}$$

$$k = 32.3940 10^{-3}$$

$$\beta = 2.63 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Pr} = 0.6937$$

Koefisien konveksi pada sisi kiri&kanan adalah =

$$\text{RaL} = \frac{g \cdot \beta (T_s - T_\infty) L^3}{\nu \alpha}$$

$$\text{RaL} = \frac{9.8 \times 2.63 \cdot 10^{-3} (303 + 78.5) L^3}{24.378 \times 10^{-6} \times 35.1920 \times 10^{-6}}$$

$$\text{RaL} = 1,1461312 \cdot 10^7 \cdot L^3$$

Untuk $L = 0.79$ didapatkan $\text{RaL} = 5.650873807 \cdot 10^6$ perpindahan konveksi bebasnya adalah secara laminar.

$$\bar{Nu} = 0.68 + \frac{0.670 \text{Ra}_L^{1/4}}{\left[1 + (0.492 / \text{Pr})^{9/16}\right]^{4/9}}$$

$$\text{Nu} = 25.687$$

Jadi koefisien konveksi pada sisi kiri&kanan adalah =

$$\begin{aligned} h_s &= \frac{k}{H} \bar{Nu} = (32.3940 \cdot 10^{-3} / 0.79) \times 25.687 \\ &= 1.053297 \text{ m}^2 \text{ K} \end{aligned}$$

Perpindahan panas yang melalui dua sisi kiri&kanan dapat dihitung dengan =

$$\begin{aligned} q'' &= 2 h_s \times (T_s - T_\infty) \\ &= 2 \times 1.053297 \times 381.5 \\ &= 803.665 \text{ Watt/m} \end{aligned}$$

Untuk tinggi dari coolbox = 0.79 m

Maka perpindahan panas karena konveksi yang melalui sisi kiri&kanan dapat dihitung =
 $803.665 \text{ Watt/m} \times 0.79 = 634.8954 \text{ watt} = 0.6348954 \text{ kW} = 0.142 \text{ kkal}$

Koefisien konveksi pada sisi depan&belakang adalah =

$$\text{RaL} = \frac{g \cdot \beta (T_s - T_\infty) L^3}{\nu \alpha}$$

$$\text{RaL} = \frac{9.8 \times 2.63 \cdot 10^{-3} (303 + 78.5) L^3}{24.378 \times 10^{-6} \times 35.1920 \times 10^{-6}}$$

$$\text{RaL} = 1,1461312 \cdot 10^7 \cdot L^3$$

Untuk $L = 1.19$ didapatkan $\text{RaL} = 1.931413307 \cdot 10^7$ perpindahan konveksi bebasnya adalah secara laminar.

$$\bar{Nu} = 0.68 + \frac{0.670 \text{Ra}_L^{1/4}}{\left[1 + (0.492 / \text{Pr})^{9/16}\right]^{4/9}}$$

$$Nu = 34.68193549$$

$$hs = \frac{k}{H} \bar{Nu} = (15.9763 \cdot 10^{-3} / 1.19) \times 34.68193549$$

$$= 0.944 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

perpindahan panas yang melalui dua sisi kiri&kanan dapat dihitung dengan =

$$q'' = 2 hs \times (T_s - T_\infty)$$

$$= 2 \times 0.944 \times 351.5$$

$$= 663.7023 \text{ Watt/m}$$

Untuk tinggi dari coolbox = 0.79 m

Maka perpindahan panas yang melalui sisi kiri&kanan dapat dihitung =

$$663.7023 \text{ Watt/m} \times 0.79 = 524.324817 \text{ watt} = 0.524324817 \text{ kW} = 0.117259 \text{ kkal}$$

Koefisien konveksi pada sisi atas =

$$RaL = \frac{g \cdot \beta (T_s - T_\infty) L^3}{\nu \alpha}$$

$$RaL = \frac{9.8 \times 2.63 \cdot 10^{-3} (303 + 78.5) L^3}{24.378 \times 10^{-6} \times 35.1920 \times 10^{-6}}$$

$$RaL = 1,1461312 \cdot 10^7 \cdot L^3$$

Untuk L= 1.19 didapatkan $RaL = 1.931413307 \cdot 10^7$ perpindahan konveksi bebasnya adalah secara laminar.

$$\bar{Nu} = 0.54 \times RaL^{1/4}$$

$$Nu = 35.7983133$$

Jadi koefisien konveksi pada sisi bawah adalah =

$$ht = \frac{k}{H} \bar{Nu} = (15.9763 \cdot 10^{-3} / 0.79) \times 35.7983133$$

$$= 0.480608902 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Perpindahan panas yang melalui dua sisi bawah dapat dihitung dengan =

$$q'' = 2 hs \times (T_s - T_\infty)$$

$$= 2 \times 0.480608902 \times 351.5$$

$$= 337.8680578 \text{ Watt/m}$$

Untuk tinggi coolbox = 0.79 m, maka perpindahan panas yang melalui sisi atas dapat dihitung = $337.8680578 \text{ Watt/m} \times 0.79 = 266.9157657 \text{ watt} = 0,267 \text{ kW} = 0.0133495 \text{ kkal}$

c. Efek radiasi

$$q'' = (\epsilon \sigma (T_s^4 - T_{sur}^4)) \text{ diasumsikan } \epsilon \text{ (emisivitas) adalah } 1$$

$$q'' = \sigma (T^4 - T^4)$$

$$= 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4 (273^4 - 194,5^4)$$

$$= 396.8 \text{ W/m}^2$$

$$q'' = q/A$$

$$q = q'' \times A \text{ dimana } A = \text{luas seluruh permukaan coolbox bag. luar} = 5.0086 \text{ m}^2$$

$$= 396.8 \text{ W/m}^2 \times 5.0086 \text{ m}^2$$

$$= 1987.41248 \text{ W}$$

$$= 1.98741248 \text{ kW} = 0.444461771 \text{ kkal}$$

Jadi total kalor yang dapat diserap oleh es kering adalah = kalor yang diserap pada sisi kiri&kanan + sisi depan& belakang + sisi bawah + kalor yang disebabkan radiasi pada seluruh permukaan = 0.142 kkal + 0.117259 kkal + 0.0133495 kkal + 0.444461771 = 0.71707 kkal.

Dapat dihitung kebutuhan es kering :

$$Q = q/C_p$$

$$= 0.71707/136.6$$

$$Q = 0.005249 \text{ kg/jam.}$$

2.2.2. Es balok yang digunakan untuk mengatasi panas dari luar yang melalui tutup

$$q = \frac{A(T_1 - T_2)}{\frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2}}$$

dimana :

A = luas permukaan bidang perpindahan panas

$$\text{Luas sisi bagian atas (tutup)} = 1 \times (646 \times 498) = 321708 \text{ mm}^2 = 0.321708 \text{ m}^2$$

T_1 = Temperatur luar

T_2 = Temperatur dalam

x_1 = Tebal lapisan isolasi 1

x_2 = Tebal lapisan isolasi 2

k_1 = konduktivitas thermal isolasi 1

k_2 = Konduktivitas thermal lapisan isolasi 2

$$q = \frac{0.321708(31.41 + 0)}{\frac{0.027}{0.0462} + \frac{0.009}{0.2973}}$$

$$q = 16.4389 \text{ kkal}$$

Kebutuhan Es balok untuk menahan beban panas dari luar/lingkungan

$$Q = \frac{q}{c_p}$$

$$Q = \frac{16.4389}{80}$$

$$Q = 0.2054 \text{ kg/jam}$$

2.3. Beban infiltrasi : adalah beban yang ditimbulkan adanya operembesan udara kedalam ruangan pendingin akibat adanya celah-celah seperti pada saat membuka ruangan. Untuk beban infiltrasi ini sangat sulit sekali menentukan maka untuk sementara diabaikan

Kebutuhan es balok dan es kering tiap jamnya untuk coolbox gabungan diatas adalah :

Kebutuhan es balok tiap jamnya untuk coolbox gabungan :

- Untuk menahan panas produk $Q = 0,6 \text{ kg/jam}$
- Untuk menahan panas yang melewati tutup $Q = 0.2054 \text{ kg/jam}$

Total $Q = 0,8054 \text{ kg/jam}$

Kebutuhan es kering tiap jamnya untuk coolbox gabungan

- Untuk menahan panas dari dalam box alumunium $Q = 0.0144 \text{ kg/jam}$.
- Untuk menahan panas dari lingkungan $Q = 1.67 \text{ kg/jam}$

Total $Q = 1,6844 \text{ kg/jam}$

Dari hasil eksperimen kedua (dengan menggunakan Es balok 9 kg, es kering 3 kg dan garam 3%). 3kg es ering yang dipergunakan dapat menahan panas dari lingkungan selama 5 jam. Sehingga rata-rata kebutuhan es kering tiap jamnya $5/3 = 0.66$. Dalam perhitungan perpindahan panas kebutuhan total es kering tiap jam yang digunakan untuk menahan panas dari lingkungan dan produk (laju kebutuhan es kering tiap jamnya) $Q = 1.6844 \text{ kg/jam}$. Kemudian dapat dibuat tabel kebutuhan es kering sebagai berikut:

Waktu (jam)	Kebutuhan es kering (kg)	
	Perhitungan dengan penskalaan dari eksperimen ke dua	dengan perhitungan perpindahan panas
5	3	8.427
10	6	16.854
15	9	25.281
20	12	33.708
25	15	42.135
30	18	50.562
35	21	58.989
40	24	67.416
45	27	75.843
50	30	84.27
55	33	92.697



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

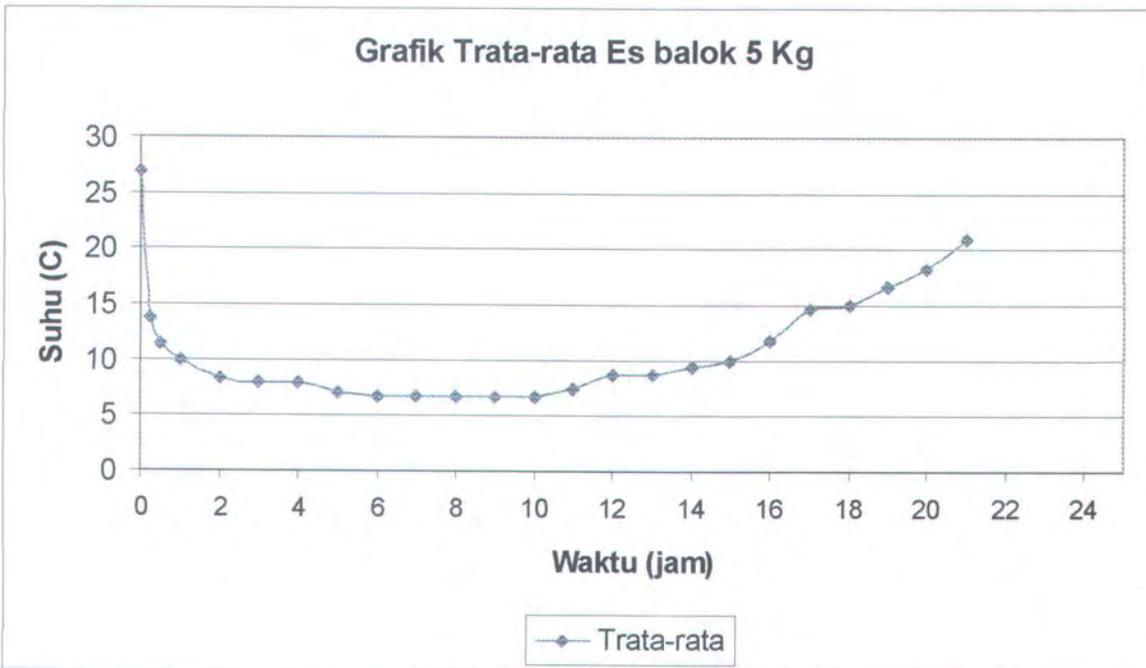
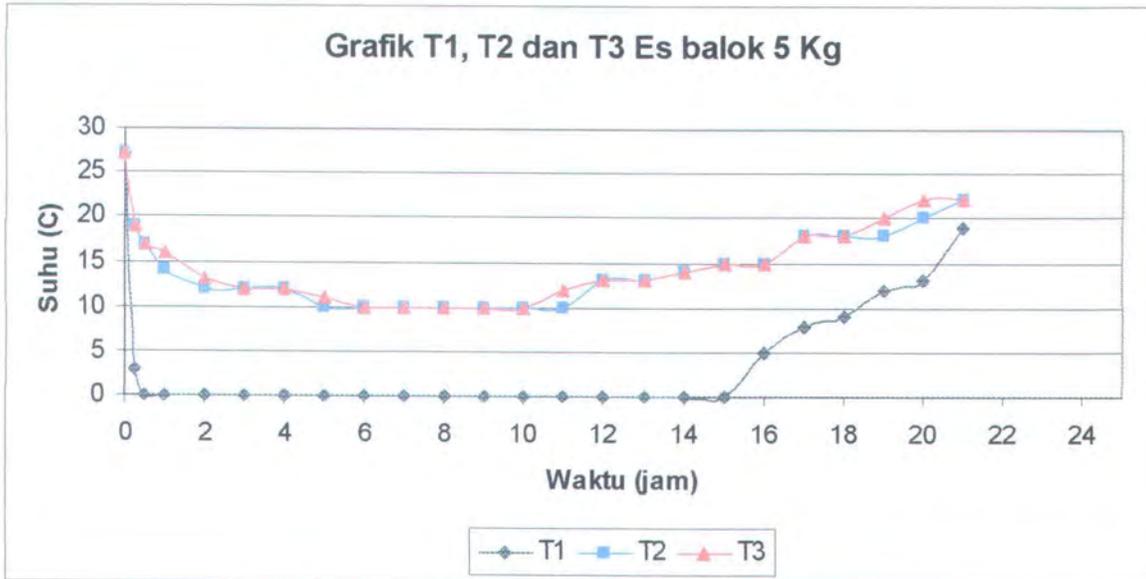
TUGAS AKHIR
JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FTK - ITS

LAMPIRAN
GRAFIK



LAMPIRAN GRAFIK

GRAFIK HASIL KALIBRASI COOLBOX DENGAN ES BALOK 5 kg



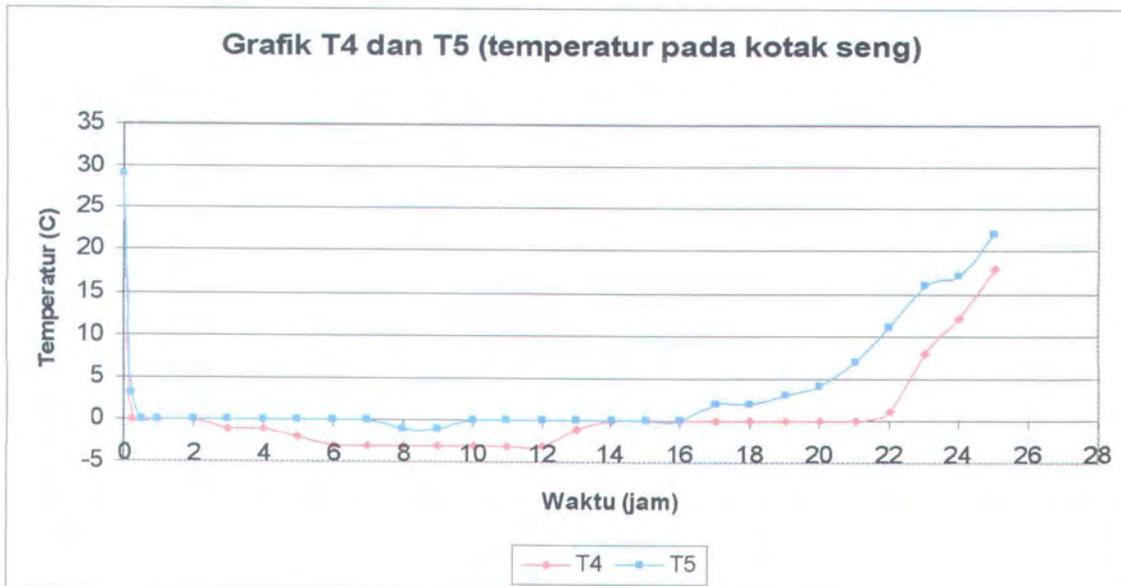
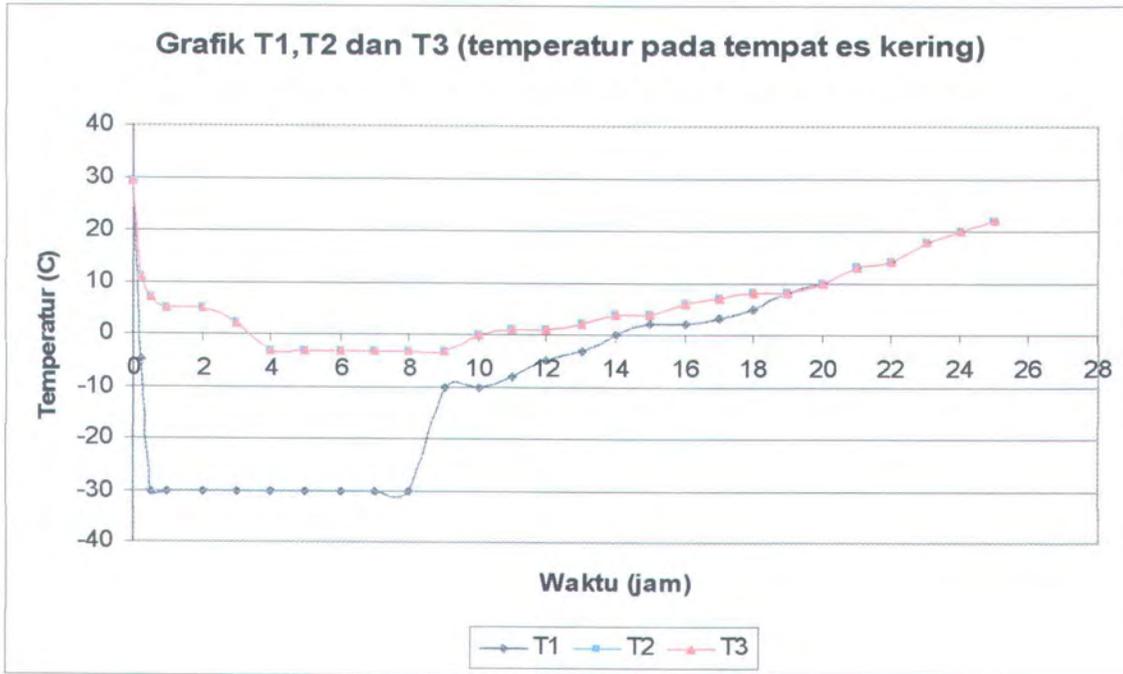
Dimana :

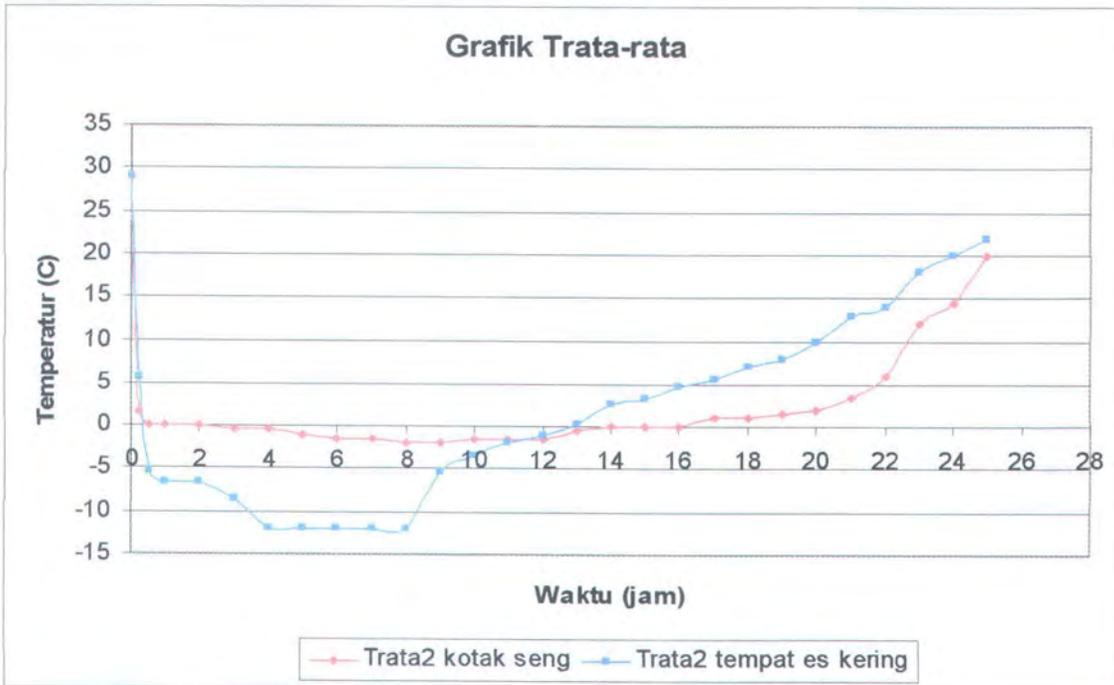
T1 adalah temperatur ruang coolbox pada kotak seng (3 cm dari dasar box seng)

T2 adalah temperatur ruang antara kotak seng dengan coolbox (tempat peletakan es kering, 3 cm dari dasar styrofoam)

T3 adalah temperatur ruang coolbox secara keseluruhan (15 cm dari tutup coolbox)

TABEL KALIBRASI COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg DAN ES KERING 1.5 kg

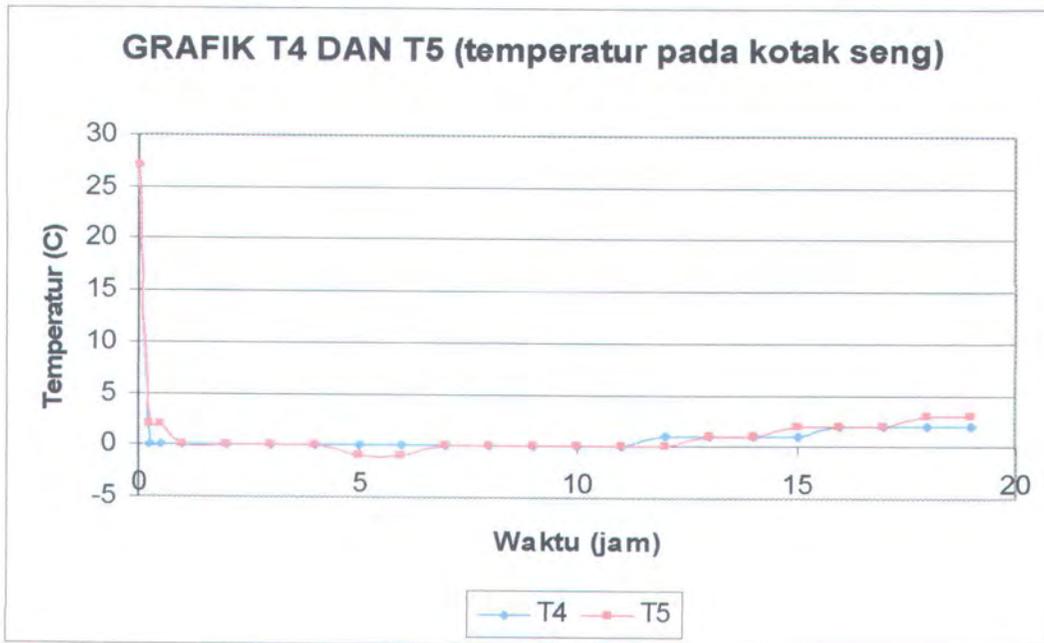
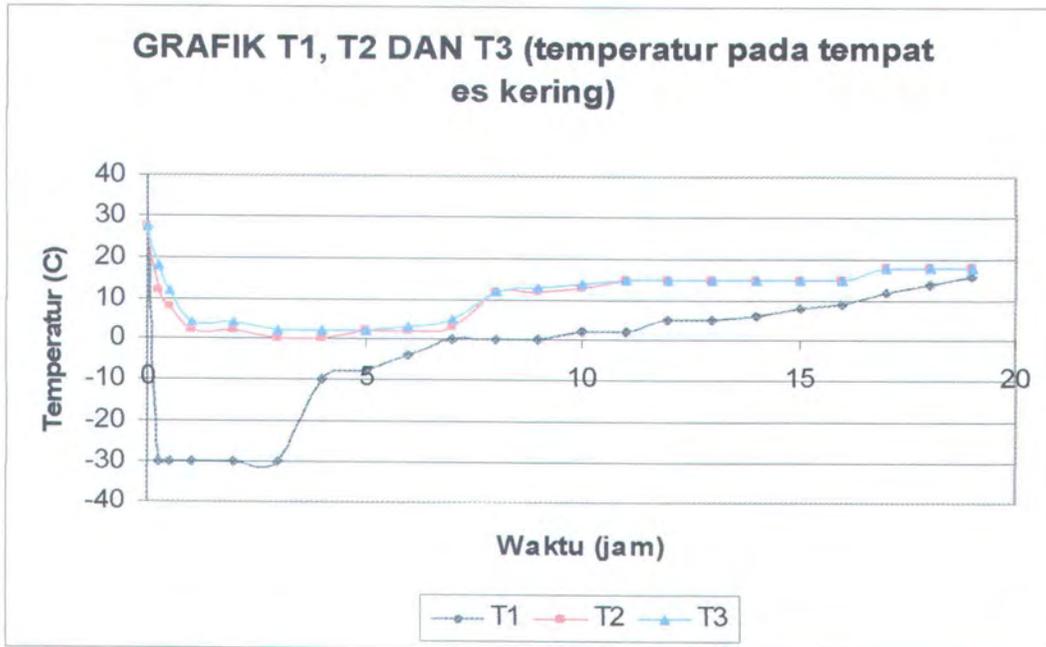




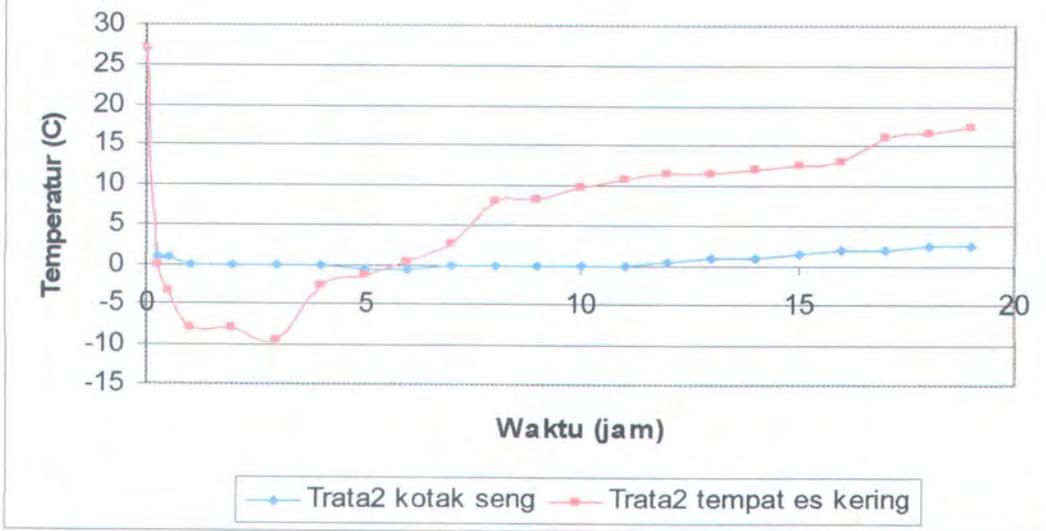
Dimana :

- T1 adalah temperatur pada ruang antara kotak seng dengan sterofoam atau tempat peletakan es kering (3 cm dari dasar sterofoam/menempel es kering)
- T2 adalah temperatur ruang es kering (15 cm dari dasar sterofoam)
- T3 adalah temperatur ruang coolbox (15 cm dari tutup coolbox)
- T4 adalah temperatur pada kotak seng (terletak 3 cm pada dasar kotak seng/menempel es balok)
- T5 adalah temperatur pada kotak seng (terletak ditengah-tengah kotak seng/15 cm dari dasar kotak seng)

TABEL EKSPERIMEN COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 1.5 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg



GRAFIK T rata2



Dimana :

T1 adalah temperatur pada ruang antara kotak seng dengan sterofoam atau tempat peletakan es kering (3 cm dari dasar sterofoam/menempel es kering)

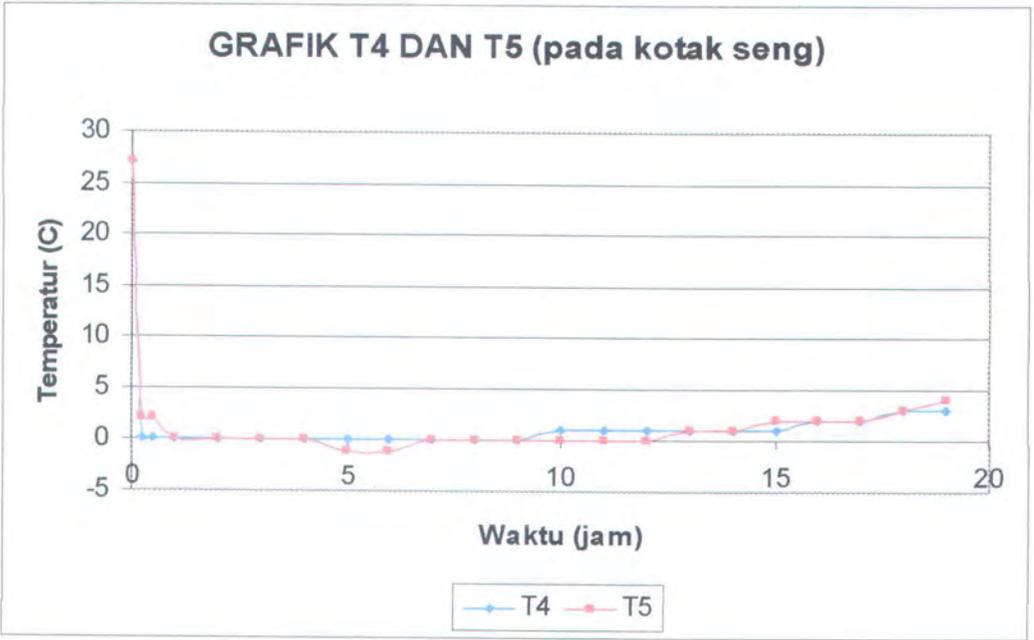
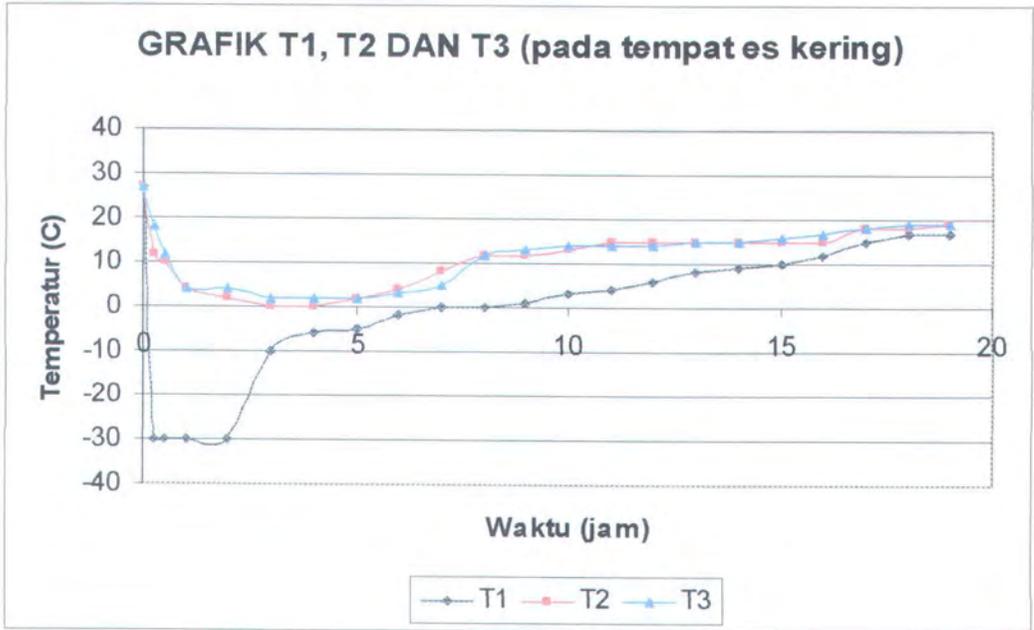
T2 adalah temperatur ruang es kering (15 cm dari dasar sterofoam)

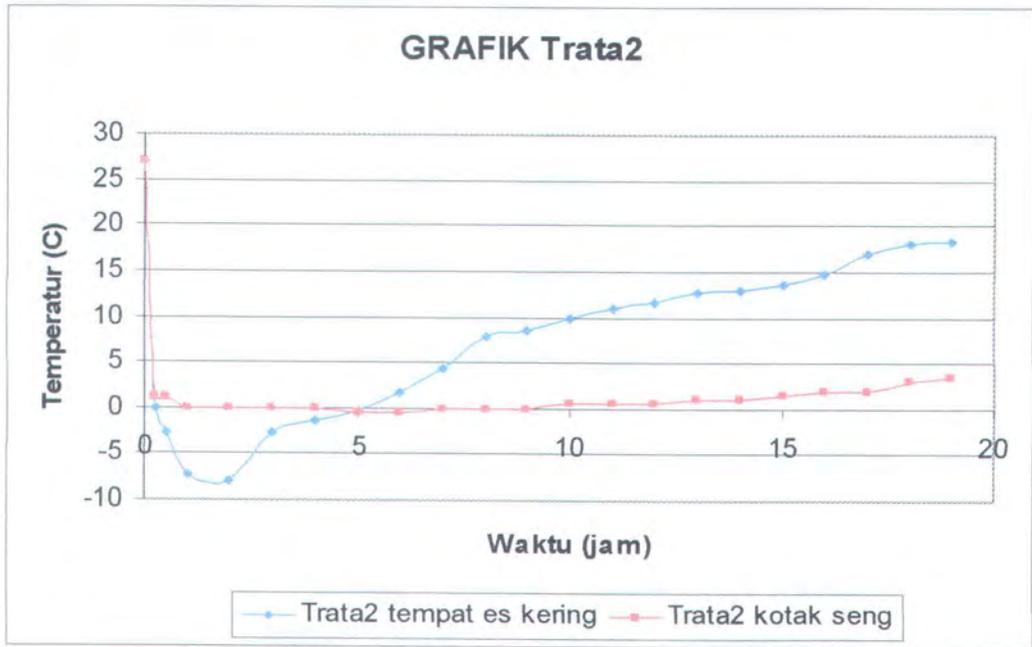
T3 adalah temperatur ruang coolbox (15 cm dari tutup coolbox)

T4 adalah temperatur pada kotak seng (terletak 3 cm pada dasar kotak seng/menempel es balok)

T5 adalah temperatur pada kotak seng (menempel ikan)

TABEL EKSPERIMEN COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 1.25 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg

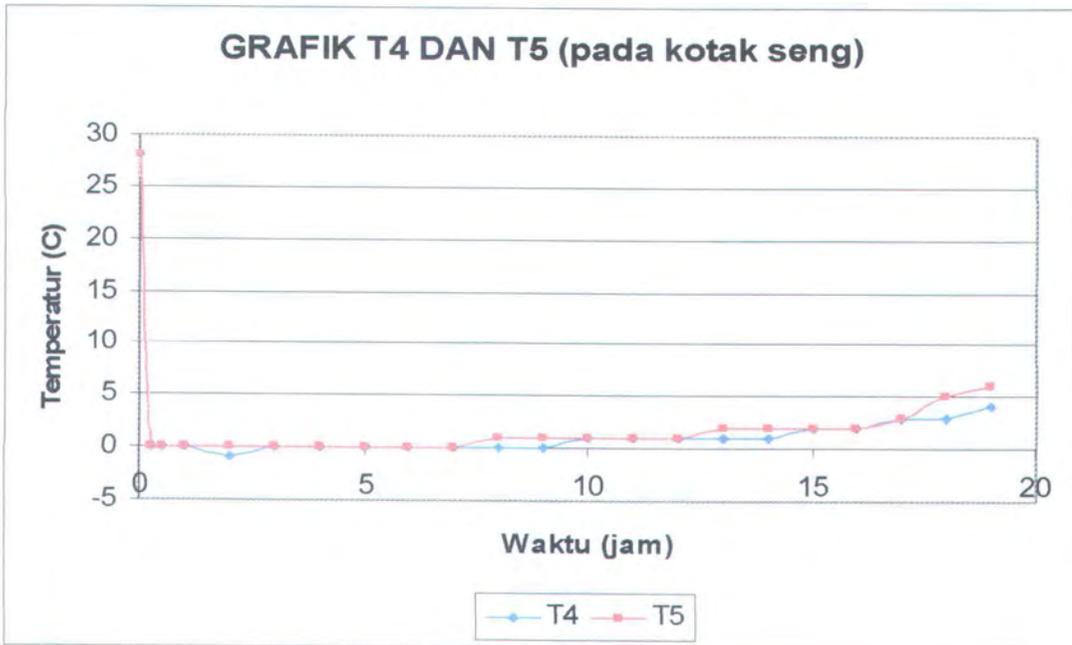
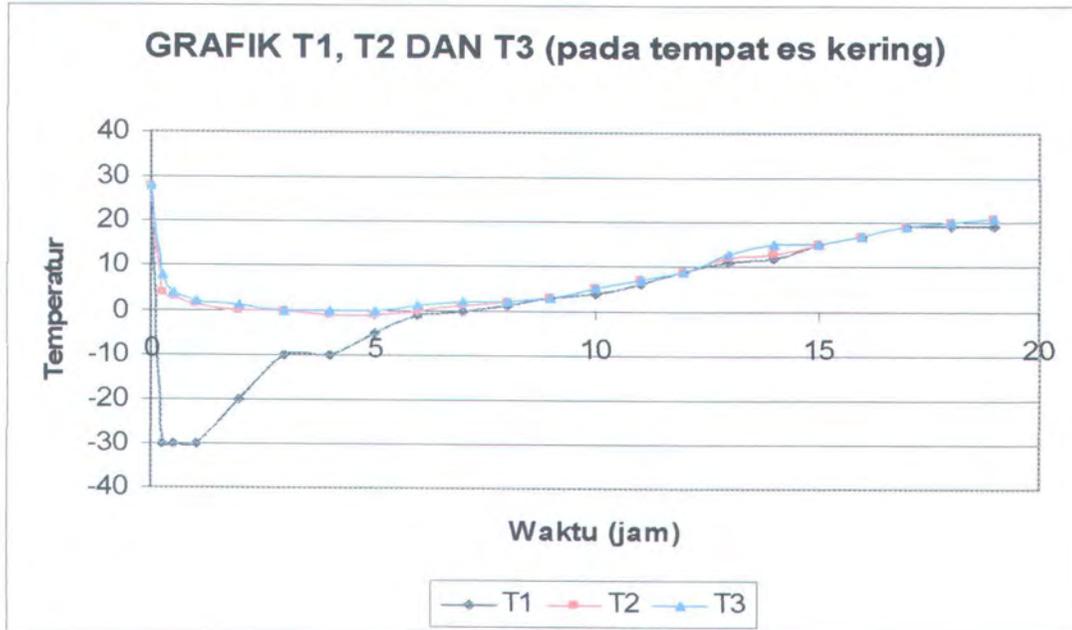




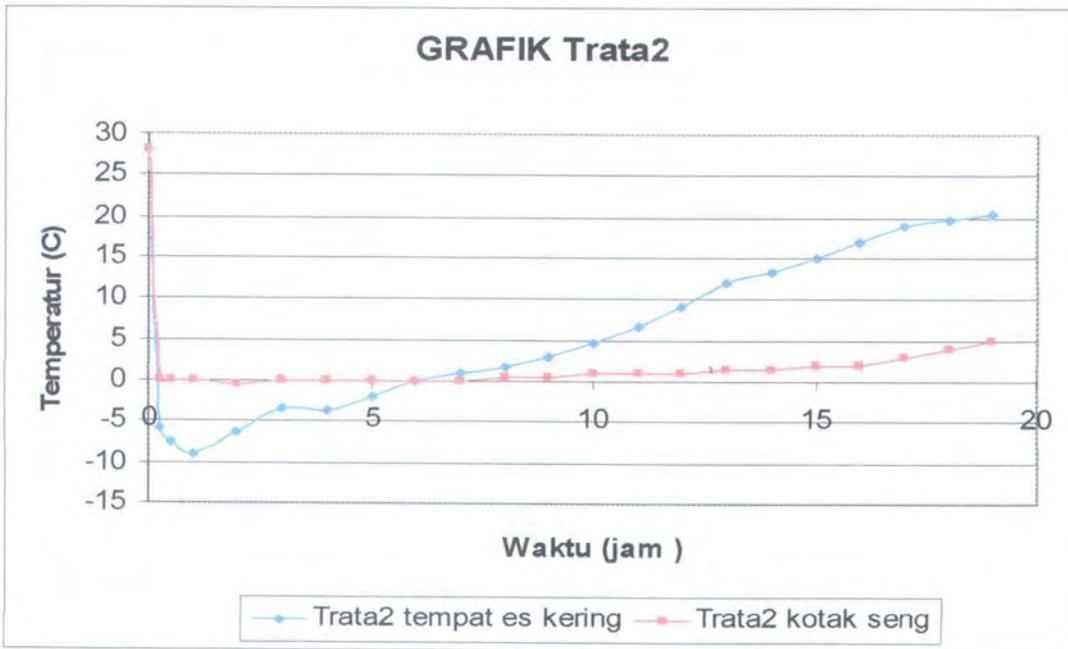
Dimana :

- T1 adalah temperatur pada ruang antara kotak seng dengan sterofoam atau tempat peletakan es kering (3 cm dari dasar sterofoam/menempel es kering)
- T2 adalah temperatur ruang es kering (15 cm dari dasar sterofoam)
- T3 adalah temperatur ruang coolbox (15 cm dari tutup coolbox)
- T4 adalah temperatur pada kotak seng (terletak 3 cm pada dasar kotak seng/menempel es balok)
- T5 adalah temperatur pada kotak seng (menempel ikan)

TABEL EKSPERIMEN COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 1 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg



GRAFIK Trata2



Dimana :

T1 adalah temperatur pada ruang antara kotak seng dengan sterofoam atau tempat peletakan es kering (3 cm dari dasar sterofoam/menempel es kering)

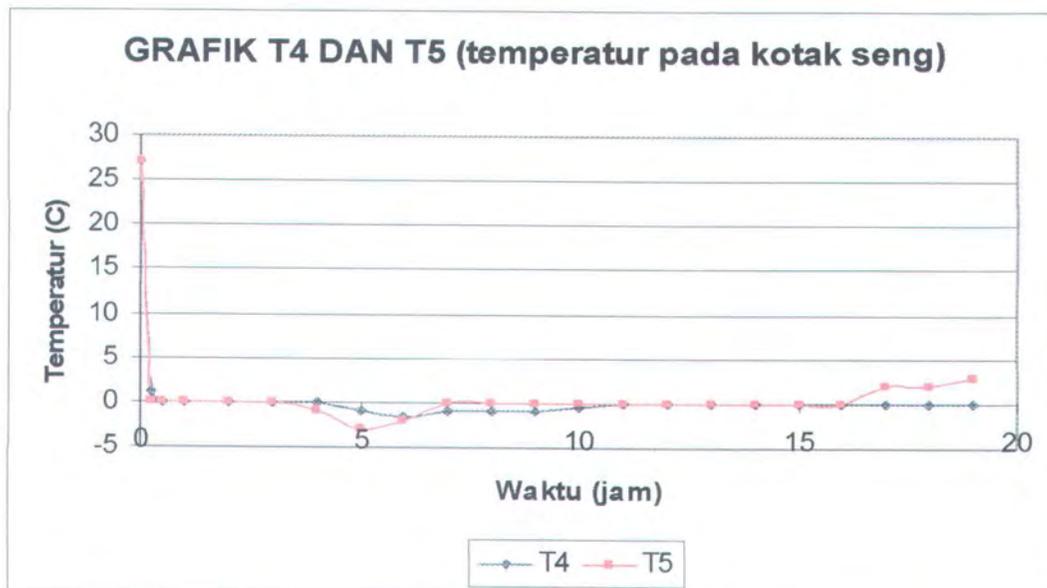
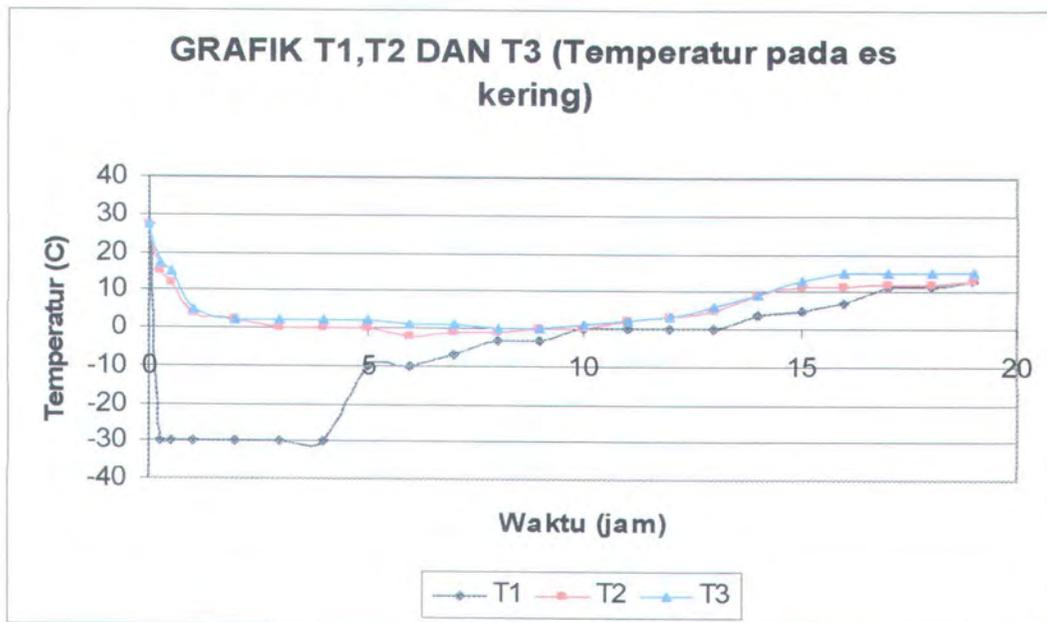
T2 adalah temperatur ruang es kering (15 cm dari dasar sterofoam)

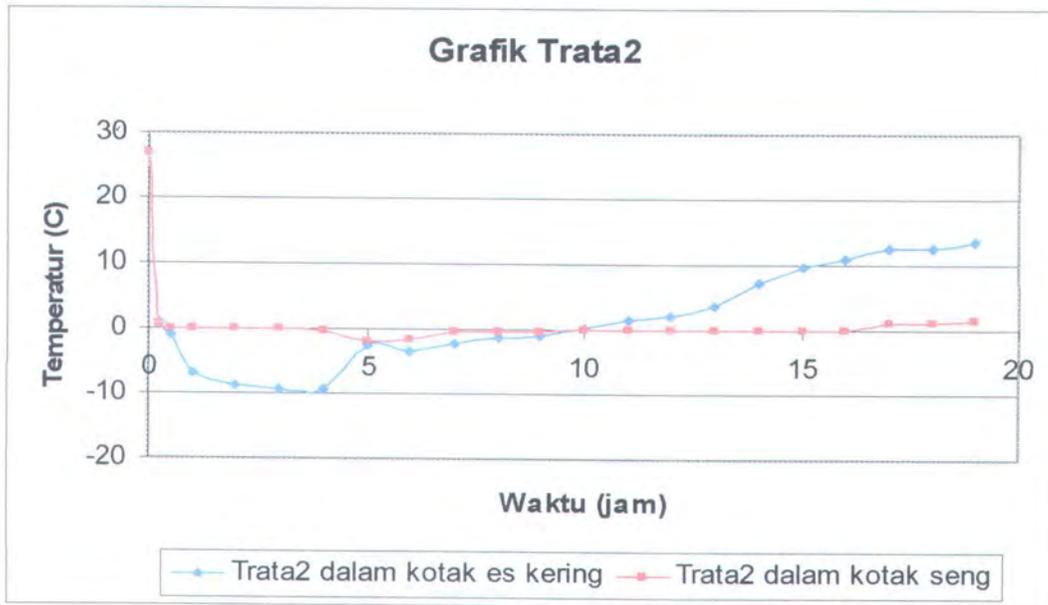
T3 adalah temperatur ruang coolbox (15 cm dari tutup coolbox)

T4 adalah temperatur pada kotak seng (terletak 3 cm pada dasar kotak seng/menempel es balok)

T5 adalah temperatur pada kotak seng (menempel ikan)

TABEL EKSPERIMEN COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 1.75 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg





Dimana :

T1 adalah temperatur pada ruang antara kotak seng dengan sterofoam atau tempat peletakan es kering (3 cm dari dasar sterofoam/menempel es kering)

T2 adalah temperatur ruang es kering (15 cm dari dasar sterofoam)

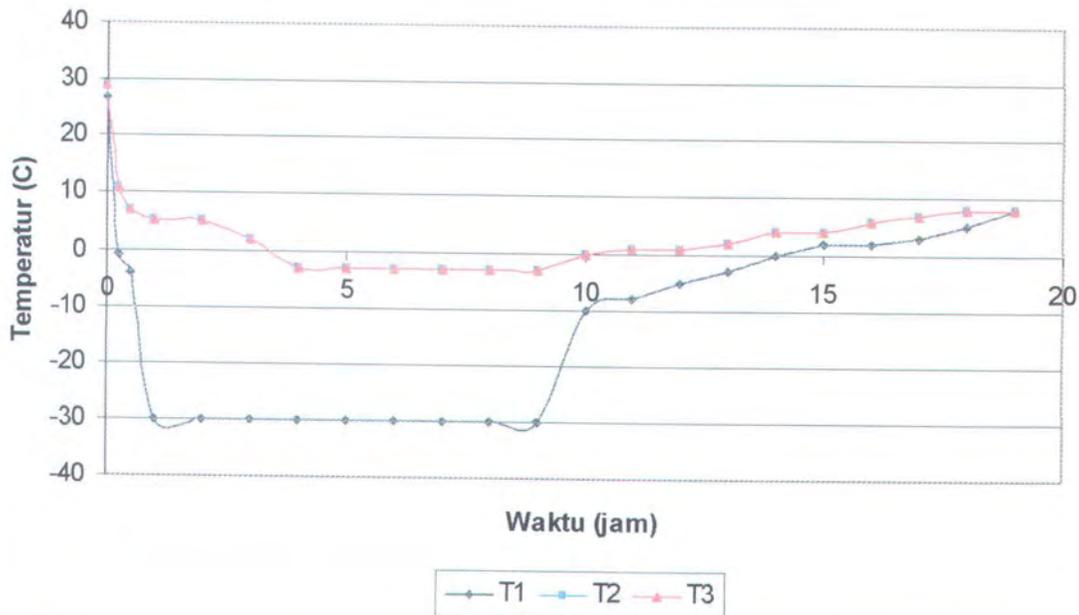
T3 adalah temperatur ruang coolbox (15 cm dari tutup coolbox)

T4 adalah temperatur pada kotak seng (terletak 3 cm pada dasar kotak seng/menempel es balok)

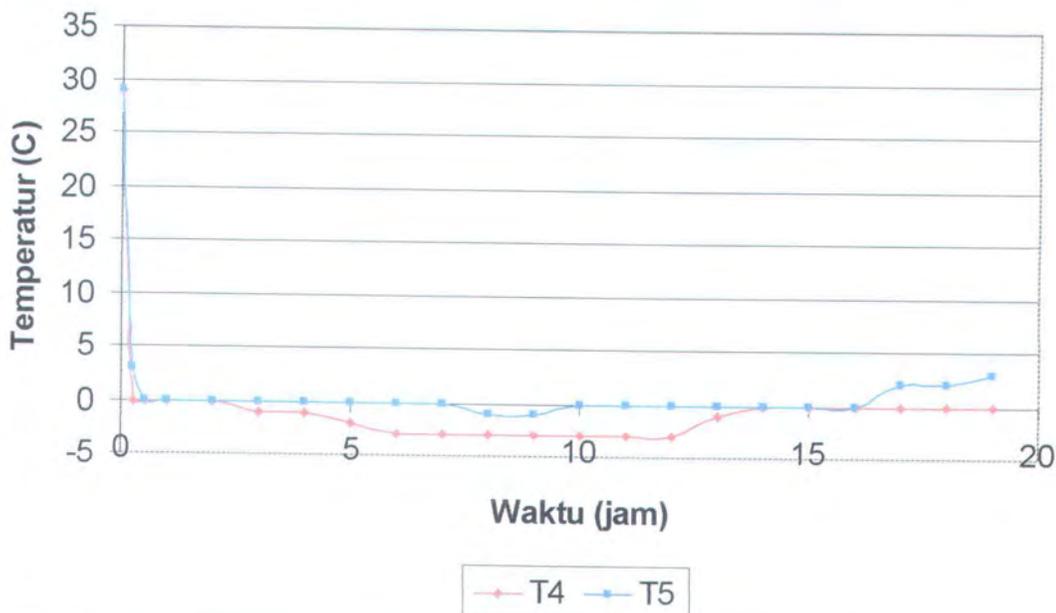
T5 adalah temperatur pada kotak seng (menempel ikan)

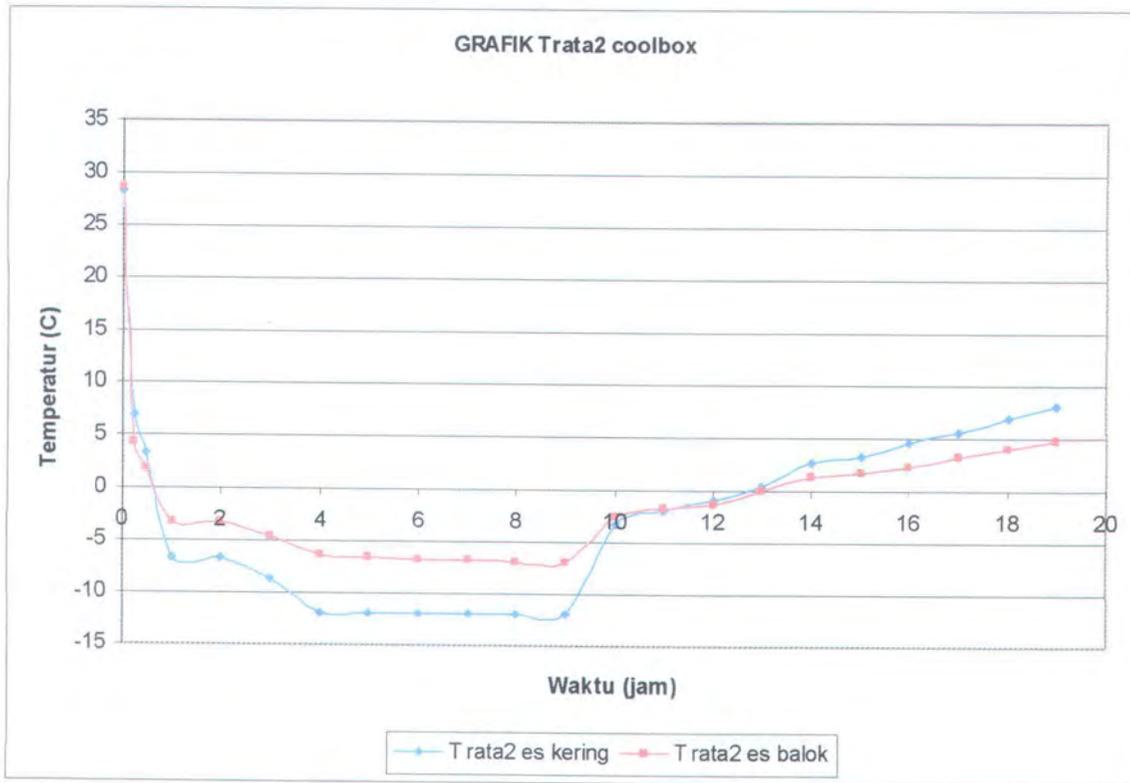
TABEL EKSPERIMEN COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 2 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg

GRAFIK T1, T2 DAN T3 (Tempat pada es kering)



GRAFIK T4 DAN T5 (Tempat pada es balok)





Dimana :

- T1 adalah temperatur pada ruang antara kotak seng dengan sterofoam atau tempat peletakan es kering (3 cm dari dasar sterofoam/menempel es kering)
- T2 adalah temperatur ruang es kering (15 cm dari dasar sterofoam)
- T3 adalah temperatur ruang coolbox (15 cm dari tutup coolbox)
- T4 adalah temperatur pada kotak seng (terletak 3 cm pada dasar kotak seng/menempel es balok)
- T5 adalah temperatur pada kotak seng (menempel ikan)



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR
JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FTK - ITS

LAMPIRAN
TABEL



LAMPIRAN TABEL

Tanggal _____ : 7 – 8 Januari 2006

Lampiran tabel 1

Es kering _____ :

Es balok H₂O : Es balok 5 kg

TABEL HASIL KALIBRASI COOLBOX DENGAN ES BALOK 5 kg					
Jam	posisi (jam)	T ₁	T ₂	T ₃	T _{rata-rata}
17.30	0	27	27	27	27
17.45	0.25	3	19	19	13.666667
18.00	0.5	0	17	17	11.333333
19.00	1	0	14	16	10
20.00	2	0	12	13	8.333333
21.00	3	0	12	12	8
22.00	4	0	12	12	8
23.00	5	0	10	11	7
24.00	6	0	10	10	6.666667
1.00	7	0	10	10	6.666667
2.00	8	0	10	10	6.666667
3.00	9	0	10	10	6.666667
4.00	10	0	10	10	6.666667

5.00	11	0	10	12	7.3333333
6.00	12	0	13	13	8.6666667
7.00	13	0	13	13	8.6666667
8.00	14	0	14	14	9.3333333
9.00	15	0	15	15	10
10.00	16	5	15	15	11.666667
11.00	17	8	18	18	14.666667
12.00	18	9	18	18	15
13.00	19	12	18	20	16.666667
14.00	20	13	20	22	18.333333
15.00	21	19	22	22	21
Trata-rata		4	14.54167	14.95833	11.166667

= kondisi Es balok berwujud cair

T1 adalah temperatur ruang coolbox pada kotak seng (3 cm dari dasar box seng)

T2 adalah temperatur ruang antara kotak seng dengan coolbox (tempat peletakan es kering, 3 cm dari dasar sterofoam)

T3 adalah temperatur ruang coolbox secara keseluruhan (15 cm dari tutup coolbox)

Mengetahui
Dosen pembimbing

Ir. H. Soemartojo, WA
NIP. 130 355 300

Ir. Semin Sanuri, MT, GMRINA
NIP. 132 163 128

Tanggal _____ : 9 – 10 Januari 2006

Lampiran tabel 2

Es kering _____ : 1.5 kg

Es balok H₂O _____ : Es balok 3.5 kg

TABEL KALIBRASI COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg DAN ES KERING 1.5 kg

Jam	Posisi (jam)	T ₁	T ₂	T ₃	T _{rata-rata}	T ₄	T ₅	T _{rata-rata}	T _{rata-rata coolbox}
21.30	0	29	29	29	29	29	29	29	29
21.45	0.25	-5	11	11	5.6666667	0	3	1.5	3.583333333
22.00	0.5	-10	7	7	1.3333333	0	0	0	0.666666667
23.00	1	-10	5	5	0	0	0	0	0
24.00	2	-10	5	5	0	0	0	0	0
1.00	3	-10	2	2	-2	-1	0	-0.5	-1.25
2.00	4	-10	-3	-3	-5.3333333	-1	0	-0.5	-2.916666667
3.00	5	-10	-3	-3	-5.3333333	-2	0	-1	-3.166666667
4.00	6	-10	-3	-3	-5.3333333	-3	0	-1.5	-3.416666667
5.00	7	-10	-3	-3	-5.3333333	-3	0	-1.5	-3.416666667
6.00	8	-10	-3	-3	-5.3333333	-3	-1	-2	-3.666666667
7.00	9	-10	-3	-3	-5.3333333	-3	-1	-2	-3.666666667
8.00	10	-10	0	0	-3.3333333	-3	0	-1.5	-2.416666667
9.00	11	-8	1	1	-2	-3	0	-1.5	-1.75
10.00	12	-5	1	1	-1	-3	0	-1.5	-1.25
11.00	13	-3	2	2	0.3333333	-1	0	-0.5	-0.083333333
12.00	14	0	4	4	2.6666667	0	0	0	1.333333333
13.00	15	2	4	4	3.3333333	0	0	0	1.666666667
14.00	16	2	6	6	4.6666667	0	0	0	2.333333333

15.00	17	3	7	7	5.6666667	0	2	1	3.333333333
16.00	18	5	8	8	7	0	2	1	4
17.00	19	8	8	8	8	0	3	1.5	4.75
18.00	20	10	10	10	10	0	4	2	6
19.00	21	13	13	13	13	0	7	3.5	8.25
20.00	22	14	14	14	14	1	11	6	10
21.00	23	18	18	18	18	8	16	12	15
22.00	24	20	20	20	20	12	17	14.5	17.25
23.00	25	22	22	22	22	18	22	20	21
Trata-rata		0.535714	6.392857	6.392857	4.4404762	1.5	4.071429	2.7857143	3.613095238

= kd Es kering habis menguap

T1 adalah temperatur pada ruang antara kotak seng dengan sterofoam atau tempat peletakan es kering (3 cm dari dasar sterofoam/menempel es kering)

T2 adalah temperatur ruang es kering (15 cm dari dasar sterofoam)

T3 adalah temperatur ruang coolbox (15 cm dari tutup coolbox)

T4 adalah temperatur pada kotak seng (terletak 3 cm pada dasar kotak seng/menempel es balok)

T5 adalah temperatur pada kotak seng (terletak ditengah-tengah kotak seng/15 cm dari dasar kotak seng)

Mengetahui
Dosen pembimbing

Ir. H. Soemartojo, WA
NIP. 130 355 300

Ir. Semin Sanuri, MT, GMRINA
NIP. 132 163 128

Tanggal _____: 11 - 12 Januari 2006

Lampiran tabel 3

Es kering _____: 1.5 kg

Es balok H₂O _____: Es balok 3.5 kg

Beban _____: Ikan 5 kg

TABEL KALIBRASI COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 1.5 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg

Jam	Posisi (j a m)	T ₁	T ₂	T ₃	T _{rata-rata}	T ₄	T ₅	T _{rata-rata}	T _{rata-rata coolbox}
21.45	0	27	27	27	27	27	27	27	27
22.00	0.25	-30	12	18	0	0	2	1	0.5
22.15	0.5	-30	8	12	-3.333333333	0	2	1	-1.16666667
23.15	1	-30	2	4	-8	0	0	0	-4
0.15	2	-30	2	4	-8	0	0	0	-4
1.15	3	-30	0	2	-9.333333333	0	0	0	-4.66666667
2.15	4	-10	0	2	-2.666666667	0	0	0	-1.33333333
3.15	5	-8	2	2	-1.333333333	0	-1	-0.5	-0.91666667
4.15	6	-4	2	3	0.333333333	0	-1	-0.5	-0.08333333
5.15	7	0	3	5	2.666666667	0	0	0	1.33333333
6.15	8	0	12	12	8	0	0	0	4
7.15	9	0	12	13	8.333333333	0	0	0	4.16666667

8.15	10	2	13	14	9.666666667	0	0	0	4.833333333
9.15	11	2	15	15	10.666666667	0	0	0	5.333333333
10.15	12	5	15	15	11.666666667	1	0	0.5	6.083333333
11.15	13	5	15	15	11.666666667	1	1	1	6.333333333
12.15	14	6	15	15	12	1	1	1	6.5
13.15	15	8	15	15	12.666666667	1	2	1.5	7.083333333
14.15	16	9	15	15	13	2	2	2	7.5
15.15	17	12	18	18	16	2	2	2	9
16.15	18	14	18	18	16.666666667	2	3	2.5	9.583333333
17.15	19	16	18	18	17.333333333	2	3	2.5	9.916666667
Trata-rata		-3	10.86363636	11.90909091	6.590909091	1.772727273	1.954545455	1.863636364	4.227272727

= kd Es kering habis menguap

T1 adalah temperatur pada ruang antara kotak seng dengan sterofoam atau tempat peletakan es kering (3 cm dari dasar sterofoam/menempel es kering)

T2 adalah temperatur ruang es kering (15 cm dari dasar sterofoam)

T3 adalah temperatur ruang coolbox (15 cm dari tutup coolbox)

T4 adalah temperatur pada kotak seng (terletak 3 cm pada dasar kotak seng/menempel es balok)

T5 adalah temperatur pada kotak seng (menempel ikan)

Mengetahui
Dosen pembimbing

Ir. H. Soemartojo, WA

NIP. 130 355 300

Tanggal _____ : 13 - 14 Januari 2006

Es kering _____ : 1.25 kg

Es balok H₂O : Es balok 3.5 kg

Beban _____ : Ikan 5 kg

Ir. Semin Sanuri, MT, GMRINA

NIP. 132 163 128

Lampiran tabel 4

TABEL EKSPERIMEN COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 1.25 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg

Jam	Posisi (j a m)	T ₁	T ₂	T ₃	T _{rata-rata}	T ₄	T ₅	T _{rata-rata}	T _{rata-rata coolbox}
20.30	0	27	27	27	27	27	27	27	27
20.45	0.25	-30	12	18	0	0	2	1	0.5
21.00	0.5	-30	10	12	-2.666666667	0	2	1	-0.833333333
22.00	1	-30	4	4	-7.333333333	0	0	0	-3.666666667
23.00	2	-30	2	4	-8	0	0	0	-4
0.00	3	-10	0	2	-2.666666667	0	0	0	-1.333333333
1.00	4	-6	0	2	-1.333333333	0	0	0	-0.666666667
2.00	5	-5	2	2	-0.333333333	0	-1	-0.5	-0.416666667
3.00	6	-2	4	3	1.666666667	0	-1	-0.5	0.583333333
4.00	7	0	8	5	4.333333333	0	0	0	2.166666667

5.00	8	0	12	12	8	0	0	0	4
6.00	9	1	12	13	8.666666667	0	0	0	4.333333333
7.00	10	3	13	14	10	1	0	0.5	5.25
8.00	11	4	15	14	11	1	0	0.5	5.75
9.00	12	6	15	14	11.666666667	1	0	0.5	6.083333333
10.00	13	8	15	15	12.666666667	1	1	1	6.833333333
11.00	14	9	15	15	13	1	1	1	7
12.00	15	10	15	16	13.666666667	1	2	1.5	7.583333333
13.00	16	12	15	17	14.666666667	2	2	2	8.333333333
14.00	17	15	18	18	17	2	2	2	9.5
15.00	18	17	18	19	18	3	3	3	10.5
16.00	19	17	19	19	18.333333333	3	4	3.5	10.916666667
Trata-rata		-0.636363636	11.4090909	12.04545455	7.606060606	1.954545455	2	1.977272727	4.791666667

= kd Es kering habis menguap

T1 adalah temperatur pada ruang antara kotak seng dengan sterofoam atau tempat peletakan es kering (3 cm dari dasar sterofoam/menempel es kering)

T2 adalah temperatur ruang es kering (15 cm dari dasar sterofoam)

T3 adalah temperatur ruang coolbox (15 cm dari tutup coolbox)

T4 adalah temperatur pada kotak seng (terletak 3 cm pada dasar kotak seng/menempel es balok)

T5 adalah temperatur pada kotak seng (menempel ikan)

Mengetahui
Dosen pembimbing

Ir. H. Soemartojo, WA
NIP. 130 355 300

Tanggal _____: 15 - 16 Januari 2006

Es kering _____: 1 kg

Es balok H₂O _____: Es balok 3.5 kg

Beban _____: Ikan 5 kg

Ir. Semin Sanuri, MT, GMRINA
NIP. 132 163 128

Lampiran tabel 5

TABEL EKSPERIMEN COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 1 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg

Jam	Posisi (j a m)	T ₁	T ₂	T ₃	T _{rata-rata}	T ₄	T ₅	T _{rata-rata}	T _{rata-rata coolbox}
17.15	0	28	28	28	28	28	28	28	28
17.30	0.25	-30	4	8	-6	0	0	0	-3
17.45	0.5	-30	3	4	-7.666666667	0	0	0	-3.833333333
18.45	1	-30	1	2	-9	0	0	0	-4.5
19.45	2	-20	0	1	-6.333333333	-1	0	-0.5	-3.416666667

20.45	3	-10	0	0	-3.333333333	0	0	0	-1.666666667
21.45	4	-10	-1	0	-3.666666667	0	0	0	-1.833333333
22.45	5	-5	-1	0	-2	0	0	0	-1
23.45	6	-1	0	1	0	0	0	0	0
0.45	7	0	1	2	1	0	0	0	0.5
1.45	8	1	2	2	1.666666667	0	1	0.5	1.083333333
2.45	9	3	3	3	3	0	1	0.5	1.75
3.45	10	4	5	5	4.666666667	1	1	1	2.833333333
4.45	11	6	7	7	6.666666667	1	1	1	3.833333333
5.45	12	9	9	9	9	1	1	1	5
6.45	13	11	12	13	12	1	2	1.5	6.75
7.45	14	12	13	15	13.33333333	1	2	1.5	7.416666667
8.45	15	15	15	15	15	2	2	2	8.5
9.45	16	17	17	17	17	2	2	2	9.5
10.45	17	19	19	19	19	3	3	3	11
11.45	18	19	20	20	19.66666667	3	5	4	11.83333333
12.45	19	19	21	21	20.33333333	4	6	5	12.66666667
Trata-rata		1.22727273	8.09091	8.727272727	6.015151515	2.090909091	2.5	2.295454545	4.15530303

= k_d Es kering habis menguap

T1 adalah temperatur pada ruang antara kotak seng dengan sterofoam atau tempat peletakan es kering (3 cm dari dasar sterofoam/menempel es kering)

T2 adalah temperatur ruang es kering (15 cm dari dasar sterofoam)

T3 adalah temperatur ruang coolbox (15 cm dari tutup coolbox)

T4 adalah temperatur pada kotak seng (terletak 3 cm pada dasar kotak seng/menempel es balok)

T5 adalah temperatur pada kotak seng (menempel ikan)

Mengetahui
Dosen pembimbing

Ir. H. Soemartojo, WA
NIP. 130 355 300

Tanggal _____ : 16 - 17 Januari 2006

Es kering _____ : 1.75 kg

Es balok H₂O : Es balok 3.5 kg

Beban _____ : Ikan 5 kg

Ir. Semin Sanuri, MT, GMRINA
NIP. 132 163 128

Lampiran tabel 6

TABEL EKSPERIMEN COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 1.75 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg

Jam	Posisi (j a m)	T ₁	T ₂	T ₃	T _{rata-rata}	T ₄	T ₅	T _{rata-rata}	T _{rata-rata} coolbox
23.00	0	27	27	27	27	27	27	27	27
23.15	0.25	-30	15	17	0.666666667	1	0	0.5	0.583333333

23.30	0.5	-30	12	15	-1	0	0	0	-0.5
0.30	1	-30	4	5	-7	0	0	0	-3.5
1.30	2	-30	2	2	-8.666666667	0	0	0	-4.33333333
2.30	3	-30	0	2	-9.333333333	0	0	0	-4.66666667
3.30	4	-30	0	2	-9.333333333	0	-1	-0.5	-4.91666667
4.30	5	-10	0	2	-2.666666667	-1	-3	-2	-2.33333333
5.30	6	-10	-2	1	-3.666666667	-1.5	-2	-1.75	-2.70833333
6.30	7	-7	-1	1	-2.333333333	-1	0	-0.5	-1.41666667
7.30	8	-3	-1	0	-1.333333333	-1	0	-0.5	-0.91666667
8.30	9	-3	0	0	-1	-1	0	-0.5	-0.75
9.30	10	0	0	1	0.333333333	-0.5	0	-0.25	0.041666667
10.30	11	0	2	2	1.333333333	0	0	0	0.666666667
11.30	12	0	3	3	2	0	0	0	1
12.30	13	0	5	6	3.666666667	0	0	0	1.833333333
13.30	14	4	9	9	7.333333333	0	0	0	3.666666667
14.30	15	5	11	13	9.666666667	0	0	0	4.833333333
15.30	16	7	11	15	11	0	0	0	5.5
16.30	17	11	12	15	12.666666667	0	2	1	6.833333333
17.30	18	11	12	15	12.666666667	0	2	1	6.833333333
18.30	19	13	13	15	13.666666667	0	3	1.5	7.583333333
Trata-rata		-6.136363636	6.090909091	7.636363636	2.53030303	1	1.272727273	1.13636364	1.833333333

= kd Es kering habis menguap

T1 adalah temperatur pada ruang antara kotak seng dengan sterofoam atau tempat peletakan es kering (3 cm dari dasar sterofoam/menempel es kering)

T2 adalah temperatur ruang es kering (15 cm dari dasar sterofoam)

T3 adalah temperatur ruang coolbox (15 cm dari tutup coolbox)

T4 adalah temperatur pada kotak seng (terletak 3 cm pada dasar kotak seng/menempel es balok)
T5 adalah temperatur pada kotak seng (menempel ikan)

Mengetahui
Dosen pembimbing

Ir. H. Soemartojo, WA
NIP. 130 355 300

Ir. Semin Sanuri, MT, GMRINA
NIP. 132 163 128

Tanggal _____: 17 - 18 Januari 2006

Lampiran tabel 7

Es kering _____: 2 kg

Es balok H₂O _____: Es balok 3.5 kg

Beban _____: Ikan 5 kg

TABEL EKSPERIMEN COOLBOX DENGAN ES BALOK 3.5 kg, ES KERING 2 kg DAN BEBAN (IKAN) 5 kg

Jam	Posisi (jam)	T ₁	T ₂	T ₃	T _{rata-rata}	T ₄	T ₅	T _{rata-rata}	T _{rata-rata coolbox}
23.00	0	27	29	29	28.333333	29	29	29	28.666667
23.15	0.25	-1	11	11	7	0	3	1.5	4.25

23.30	0.5	-4	7	7	3.3333333	0	0	0	1.6666667
0.30	1	-30	5	5	-6.6666667	0	0	0	-3.3333333
1.30	2	-30	5	5	-6.6666667	0	0	0	-3.3333333
2.30	3	-30	2	2	-8.6666667	-1	0	-0.5	-4.5833333
3.30	4	-30	-3	-3	-12	-1	0	-0.5	-6.25
4.30	5	-30	-3	-3	-12	-2	0	-1	-6.5
5.30	6	-30	-3	-3	-12	-3	0	-1.5	-6.75
6.30	7	-30	-3	-3	-12	-3	0	-1.5	-6.75
7.30	8	-30	-3	-3	-12	-3	-1	-2	-7
8.30	9	-30	-3	-3	-12	-3	-1	-2	-7
9.30	10	-10	0	0	-3.3333333	-3	0	-1.5	-2.4166667
10.30	11	-8	1	1	-2	-3	0	-1.5	-1.75
11.30	12	-5	1	1	-1	-3	0	-1.5	-1.25
12.30	13	-3	2	2	0.3333333	-1	0	-0.5	-0.0833333
13.30	14	0	4	4	2.6666667	0	0	0	1.3333333
14.30	15	2	4	4	3.3333333	0	0	0	1.6666667
15.30	16	2	6	6	4.6666667	0	0	0	2.3333333
16.30	17	3	7	7	5.6666667	0	2	1	3.3333333
17.30	18	5	8	8	7	0	2	1	4
18.30	19	8	8	8	8	0	3	1.5	4.75
Trata-rata		-11.54545	3.727273	3.727273	-1.363636	0.136364	1.681818	0.9090909	-0.227273

= k_d Es kering habis menguap

T1 adalah temperatur pada ruang antara kotak seng dengan sterofoam atau tempat peletakan es kering (3 cm dari dasar sterofoam/menempel es kering)
T2 adalah temperatur ruang es kering (15 cm dari dasar sterofoam)

T3 adalah temperatur ruang coolbox (15 cm dari tutup coolbox)
T4 adalah temperatur pada kotak seng (terletak 3 cm pada dasar kotak seng/menempel es balok)
T5 adalah temperatur pada kotak seng (menempel ikan)

Mengetahui
Dosen pembimbing

Ir. H. Soemartojo, WA
NIP. 130 355 300

Ir. Semin Sanuri, MT, GMRINA
NIP. 132 163 128



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

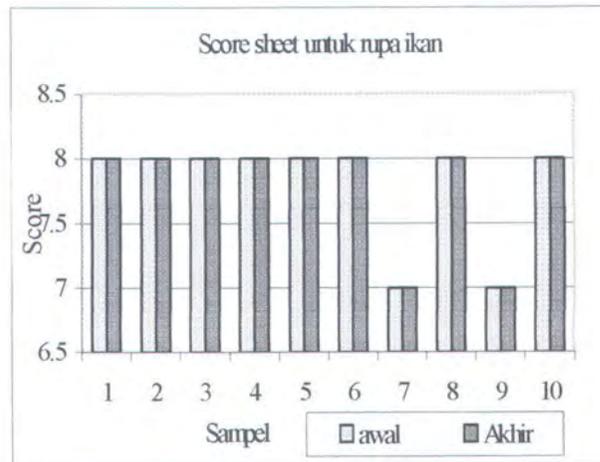
TUGAS AKHIR
JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FTK - ITS

LAMPIRAN
SCORESHEET

Lampiran pengamatan mutu ikan

1. Rupa ikan

No	Nilai	
	awal (a)	akhir (b)
1	8	8
2	8	8
3	8	8
4	8	8
5	8	8
6	8	8
7	8	7
8	8	8
9	8	7
10	8	8
Rata-rata	8	8

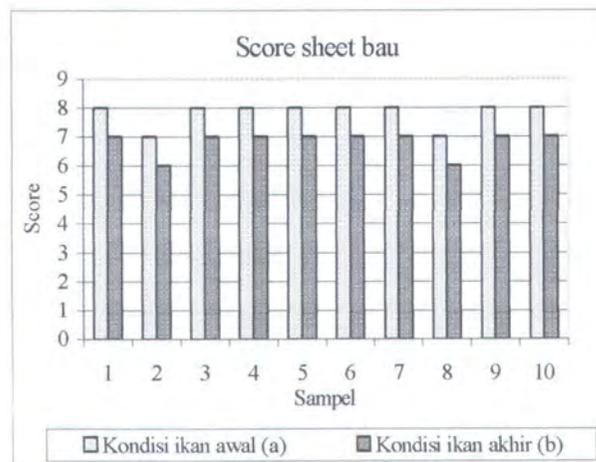


Keterangan

Rupa ikan	Nilai
Cemerlang spesifik jenis, sisik kuat, lendir encer, jernih, tipis	9
Cemerlang, lateral agak kemerahan, sisik kuat, lendir tipis	8
Mulai redup, lateral agak kemerahan, sisik mulai mudah lepas	7
Redup, mulai mengembung, sisik agak mudah lepas	6
Redup, pucat, lateral kekuningan, sisik mudah lepas, mengembung	5
Redup, pucat, sisik mudah sekali lepas, berlendir kotor	3
Kotor, tidak menarik, sisik mudah sekali lepas	2

2. Bau (odor) ikan

No	Nilai	
	awal (a)	akhir (b)
1	8	7
2	7	6
3	8	7
4	8	7
5	8	7
6	8	7
7	8	7
8	7	6
9	8	7
10	8	7
Rata-rata	7.8	6.8



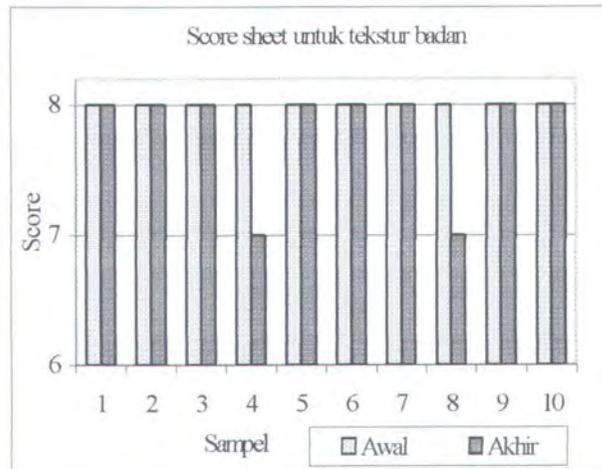
Keterangan

Bau ikan	Nilai
Bau amis segar yang spesifik	9
Bau amis lembut	8
Bau amis hampir netral	7
Bau netral	6

Bau mulai tengik (rancid)	5
Rancid keras dan off odor	3
Bau busuk jelas dan keras	2

3. Tekstur badan ikan

No	Nilai	
	awal (a)	akhir (b)
1	8	8
2	8	8
3	8	8
4	8	7
5	8	8
6	8	8
7	8	8
8	8	7
9	8	8
10	8	8
Rata-rata	8	7.8

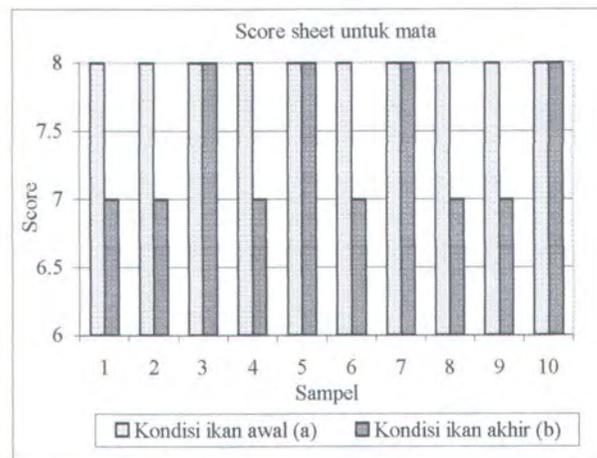


Keterangan

Tekstur badan ikan	Nilai
Elastis, kompak rigid)	9
Elastis	8
Kurang elastis	7
Agak lembut	6
Mulai lunak	5
Lunak	3
lunak sekali	2

4. Mata ikan

No	Nilai	
	awal (a)	akhir (b)
1	8	7
2	8	7
3	8	8
4	8	7
5	8	8
6	8	7
7	8	8
8	8	7
9	8	7
10	8	8
Rata-rata	8	7.4



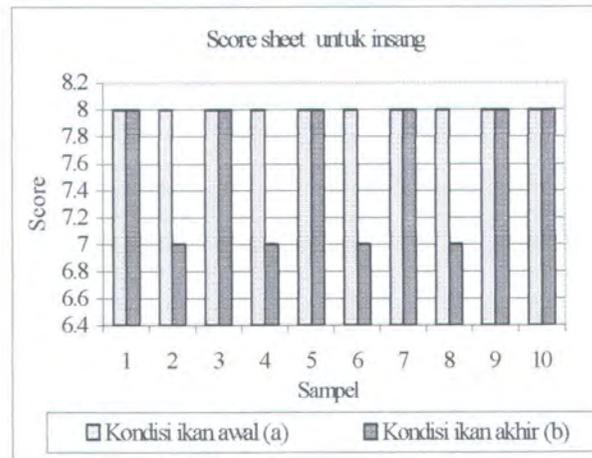
Keterangan

Mata ikan	Nilai
Cembung, kornea transparan, pupil hitam	9
Cembung, kornea agak berkabut, pupil agak redup	8

Datar, kornea berkabut, pupil keabu-abuan, redup, keriput	7
Agak cekung, kornea keruh, pupil keabu-abuan, redup, keriput	6
Cekung, kornea keruh, pupil abu-abu, agak membenam	5
Cekung, kornea putih susu, pupil keputihan tenggelam	3
Kornea keruh, kotor, pupil putih, tenggelam	2

5. Insang ikan

No	Nilai	
	awal (a)	akhir (b)
1	8	8
2	8	7
3	8	8
4	8	7
5	8	8
6	8	7
7	8	8
8	8	7
9	8	8
10	8	8
Rata-rata	8	7.6

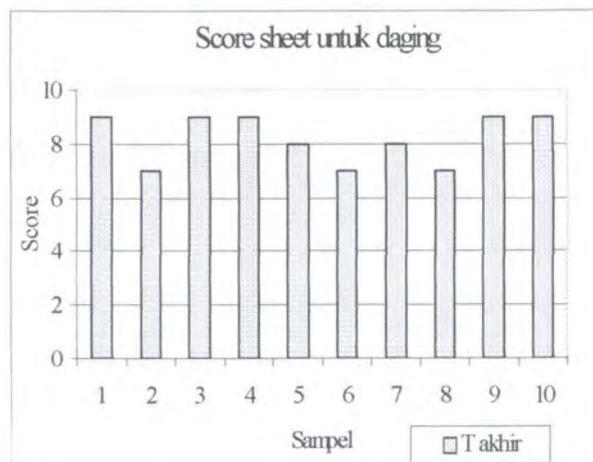


Keterangan

Insang ikan	Nilai
Warna merah cerah, filamen teratur, bau amis segar, tdk berlendir	9
Merah muda, ujung filamen mulai memucat, susunan menjarang, lendir tipis	8
Merah muda, ujung filamen mulai memucat, susunan jarang, lendir tipis	7
Merah kecoklatan, keputihan ujung filamen luas, amis segar	6
Kecoklatan coklat, filamen jarang tdk teratur, bau rancid/tengik	5
Cokelat pucat kehijauan, ujung-ujung filamen putih, bau menusuk, berlendir	3
Memutih, kotor, tidak menarik, filamen ciut, bau busuk menusuk	2

6. Daging ikan

No	Nilai	
	awal (a)	akhir (b)
1		9
2		7
3		9
4		9
5		8
6		7
7		8
8		7
9		9
10		9
Rata-rata		8.2

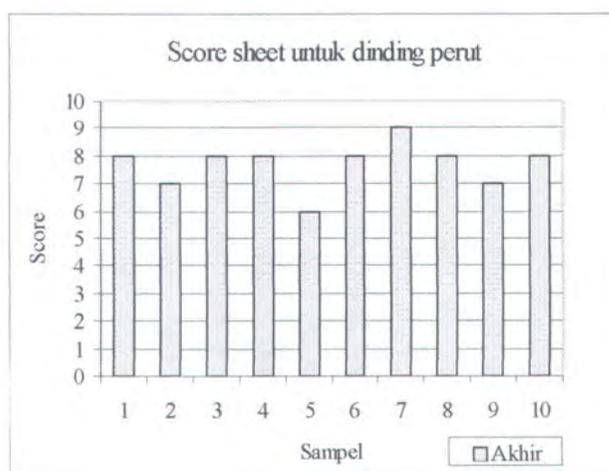


Keterangan

Daging ikan	Nilai
Pinkish agak transparan, bening, cemerlang, elastis kompak, tak berair, amis segar	9
Pinkish tidak transparan, kurang kompak, darah tulang belakang merah cerah	8
Pinkish abu-abuan, elastis, amis lembut, sayatan agak berair, darah tulang belakang merah	7
Redup, agak lunak, sedikit berair, bau netral, sayatan agak berlendir	6
Keabu-abuan pucat, lunak, berair, lengket, bau agak rancid, darah tulang belakang merah gelap	5
Abu-abu pucat, lunak, berlendir, bau rancid dan off odor, darah coklat	3
Berair lengket, mudah membubur, busuk menusuk	2

7. Dinding perut dan isinya (intestine) ikan

No	Nilai	
	awal (a)	akhir (b)
1		8
2		7
3		8
4		8
5		6
6		8
7		9
8		8
9		7
10		8
Rata-rata		7.7



Keterangan

Dinding perut dan isinya (intestine)	Nilai
Susunan isi perut teratur, kompak, cemerlang, amis segar, selaput hitam mengkilat,lekat erat, dinding perut pink perak cemerlang	9
Susunan isi perut teratur, kompak, redup, amis segar, selaput hitam mengkilat,lekat erat, dinding perut pink perak cemerlang	8
Susunan isi perut teratur, amis segar, selaput keabu-abuan, mudah lepas, redup	7
Bau amis rancid, pucat, swlaput abu-abu, mudah lepas	6
Susunan tidak teratur, pucat bau amis sekali, dinding lembek, rusak menonjol	5
Bau rancid alkali keras, dinding perut mudah rusak	3
Susunan hancur berantakan, busuk, tulang rusak lepas dari dinding	2

Untuk data-data : rupa, bau, tekstur, mata, insang secara keseluruhan dapat dilihat penurunannya :

No	Score sheet	Nilai rata-rata	
		Nilai rata-rata awal	Nilai rata-rata akhir
1	Rupa	8	8
2	Bau	7.8	6.8
3	Tekstur badan	8	7.8
4	Mata	8	7.4
5	Insang	8	7.6
	jumlah	39.8	37.6
	Nilai rata-rata	7.96	7.52

Selisih nilai rata-rata antara kondisi awal dan kondisi akhir adalah 0.44

Kondisi penurunan ikan menurut perhitungan statistik

1. Untuk score sheet rupa ikan

Sample (n)	Awal (Xa)	Akhir (Xb)	(Xb-Mean)	(X-Mean) ²
1	8	8	0.2	0.04
2	8	8	0.2	0.04
3	8	8	0.2	0.04
4	8	8	0.2	0.04
5	8	8	0.2	0.04
6	8	8	0.2	0.04
7	8	7	-0.8	0.64
8	8	8	0.2	0.04
9	8	7	-0.8	0.64
10	8	8	0.2	0.04
Jumlah	80	78	1.78E-15	1.6
Mean	8	7.8		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - X_{Mean})}{n}} = 0.16$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - X_{Mean})}{n-1}} = 0.177777778$$

$$t = \frac{(X_a - X_b)}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{(8 - 7.8)}{\frac{0.16}{\sqrt{10}}}$$

$$t = 3.5575624$$

Nilai t kemudian diplotkan pada tabel distribusi t dengan derajat kebebasan DF=(n-1)

$$\begin{aligned} DF &= (n-1) \\ &= 10 - 1 \\ &= 9 \end{aligned}$$

lihat pada tabel 6.2 distribution of t pada DF 9 dan terlihat bahwa nilai t lebih besar dari berapapun nilai yang diberikan pada tabel dengan DF 9. Dan dapat disimpulkan bahwa perubahan nilai rata-rata untuk rupa ikan tidak dapat dipercaya (tidak berarti/ kurang significant).

2. Untuk score sheet bau (odor) ikan

Sample (n)	Awal (Xa)	Akhir (Xb)	(Xb-Mean)	(X-Mean) ²
1	8	7	0.2	0.04
2	7	6	-0.8	0.64
3	8	7	0.2	0.04
4	8	7	0.2	0.04
5	8	7	0.2	0.04
6	8	7	0.2	0.04
7	8	7	0.2	0.04
8	7	6	-0.8	0.64
9	8	7	0.2	0.04
10	8	7	0.2	0.04
Jumlah	78	68	1.78E-15	1.6
Mean	7.8	6.8		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - X_{Mean})}{n}} = 0.16$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - X_{Mean})}{n-1}} = 0.177778$$

$$t = \frac{(X_a - X_b)}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{(8 - 6.8)}{0.16 / \sqrt{10}}$$

$$t = 17.787812$$

Nilai t kemudian diplotkan pada tabel distribusi t dengan derajat kebebasan DF= (n-1)

$$\begin{aligned} \text{DF} &= (n-1) \\ &= 10 - 1 \\ &= 9 \end{aligned}$$

lihat pada tabel 6.2 distribution of t pada DF 9 dan terlihat bahwa nilai t lebih besar dari berapapun nilai yang diberikan pada tabel dengan DF 9. Dan dapat disimpulkan bahwa perubahan nilai rata-rata untuk rupa ikan tidak dapat dipercaya (tidak berarti/ kurang significant).



3. Untuk score sheet Tekstur badan ikan

Sample (n)	Awal (Xa)	Akhir (Xb)	(Xb-Mean)	(X-Mean) ²
1	8	8	0.2	0.04
2	8	8	0.2	0.04
3	8	8	0.2	0.04
4	8	7	-0.8	0.64
5	8	8	0.2	0.04
6	8	8	0.2	0.04
7	8	8	0.2	0.04
8	8	7	-0.8	0.64
9	8	8	0.2	0.04
10	8	8	0.2	0.04
Jumlah	80	78	1.78E-15	1.6
Mean	8	7.8		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{Mean})}{n}} = 0.16$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{Mean})}{n-1}} = 0.177778$$

$$t = \frac{(X_a - X_b)}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{(8 - 7.8)}{0.16 / \sqrt{10}}$$

$$t = 17.787812$$

Nilai t kemudian diplotkan pada tabel distribusi t dengan derajat kebebasan DF= (n-1)

$$\begin{aligned} DF &= (n-1) \\ &= 10 - 1 \\ &= 9 \end{aligned}$$

lihat pada tabel 6.2 distribution of t pada DF 9 dan terlihat bahwa nilai t lebih besar dari berapapun nilai yang diberikan pada tabel dengan DF 9. Dan dapat disimpulkan bahwa perubahan nilai rata-rata untuk rupa ikan tidak dapat dipercaya (tidak berarti/ kurang significant).

4. Untuk score sheet mata ikan

Sample (n)	Awal (Xa)	Akhir (Xb)	(Xb-Mean)	(X-Mean) ²
1	8	7	-0.4	0.16
2	8	7	-0.4	0.16
3	8	8	0.6	0.36
4	8	7	-0.4	0.16
5	8	8	0.6	0.36
6	8	7	-0.4	0.16
7	8	8	0.6	0.36
8	8	7	-0.4	0.16
9	8	7	-0.4	0.16
10	8	8	0.6	0.36
Jumlah	80	74	-3.6E-15	2.4
Mean	8	7.4		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{Mean})}{n}} = 0.24$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{Mean})}{n-1}} = 0.266667$$

$$t = \frac{(X_a - X_b)}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{(8 - 7.4)}{0.24 / \sqrt{10}}$$

$$t = 7.1151247$$

Nilai t kemudian diplotkan pada tabel distribusi t dengan derajat kebebasan DF= (n-1)

$$\begin{aligned} \text{DF} &= (n-1) \\ &= 10 - 1 \\ &= 9 \end{aligned}$$

lihat pada tabel 6.2 distribution of t pada DF 9 dan terlihat bahwa nilai t lebih besar dari berapapun nilai yang diberikan pada tabel dengan DF 9. Dan dapat disimpulkan bahwa perubahan nilai rata-rata untuk rupa ikan tidak dapat dipercaya (tidak berarti/ kurang significant).

5. Untuk score sheet insang ikan

Sample (n)	Awal (Xa)	Akhir (Xb)	(Xb-Mean)	(X-Mean) ²
1	8	8	0.4	0.16
2	8	7	-0.6	0.36
3	8	8	0.4	0.16
4	8	7	-0.6	0.36
5	8	8	0.4	0.16
6	8	7	-0.6	0.36
7	8	8	0.4	0.16
8	8	7	-0.6	0.36
9	8	8	0.4	0.16
10	8	8	0.4	0.16
Jumlah	80	76	3.55E-15	2.4
Mean	8	7.6		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - X_{Mean})}{n}} = 0.24$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - X_{Mean})}{n-1}} = 0.266667$$

$$t = \frac{(X_a - X_b)}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{(8 - 7.6)}{\frac{0.24}{\sqrt{10}}}$$

$$t = 4.7434165$$

Nilai t kemudian diplotkan pada tabel distribusi t dengan derajat kebebasan DF= (n-1)

$$\begin{aligned} \text{DF} &= (n-1) \\ &= 10 - 1 \\ &= 9 \end{aligned}$$

lihat pada tabel 6.2 distribution of t pada DF 9 dan terlihat bahwa nilai t lebih besar dari berapapun nilai yang diberikan pada tabel dengan DF 9. Dan dapat disimpulkan bahwa perubahan nilai rata-rata untuk rupa ikan tidak dapat dipercaya (tidak berarti/ kurang significant).

6. Untuk score sheet daging ikan

Untuk pengamatan daging ikan nilai rata-rata awalnya diasumsikan 9

Sample (n)	Akhir (X)	X-Mean	(X-Mean) ²
1	9	0.8	0.64
2	7	-1.2	1.44
3	9	0.8	0.64
4	9	0.8	0.64
5	8	-0.2	0.04
6	7	-1.2	1.44
7	8	-0.2	0.04
8	7	-1.2	1.44
9	9	0.8	0.64
10	9	0.8	0.64
Jumlah	82	7.11E-15	7.6
Mean	8.2		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{Mean})}{n}} = 0.76$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{Mean})}{n-1}} = 0.8444444$$

$$t = \frac{(X_a - X_b)}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{(9 - 8.2)}{\frac{0.76}{\sqrt{10}}}$$

$$t = 2.995842$$

Nilai t kemudian diplotkan pada tabel distribusi t dengan derajat kebebasan DF= (n-1)

$$\begin{aligned} DF &= (n-1) \\ &= 10 - 1 \\ &= 9 \end{aligned}$$

lihat pada tabel 6.2 distribution of t pada DF 9 dan terlihat bahwa nilai t lebih besar dari berapapun nilai yang diberikan pada tabel dengan DF 9. Dan dapat disimpulkan bahwa perubahan nilai rata-rata untuk rupa ikan tidak dapat dipercaya (tidak berarti/ kurang significant).

7. Untuk score sheet dinding perut dan isinya (intestine) ikan

Untuk pengamatan dinding perut dan isinya nilai rata-rata awalnya diasumsikan 9

Sample (n)	Akhir (X)	X-Mean	(X-Mean) ²
1	8	0.3	0.09
2	7	-0.7	0.49
3	8	0.3	0.09
4	8	0.3	0.09
5	6	-1.7	2.89
6	8	0.3	0.09
7	9	1.3	1.69
8	8	0.3	0.09
9	7	-0.7	0.49
10	8	0.3	0.09
Jumlah	77	-1.8E-15	6.1
Mean	7.7		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{Mean})^2}{n}} = 0.61$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{Mean})^2}{n-1}} = 0.677778$$

$$t = \frac{(X_a - X_b)}{s/\sqrt{n}}$$

$$t = \frac{(9 - 7.7)}{0.61/\sqrt{10}}$$

$$t = 6.065352$$

Nilai t kemudian diplotkan pada tabel distribusi t dengan derajat kebebasan DF= (n-1)

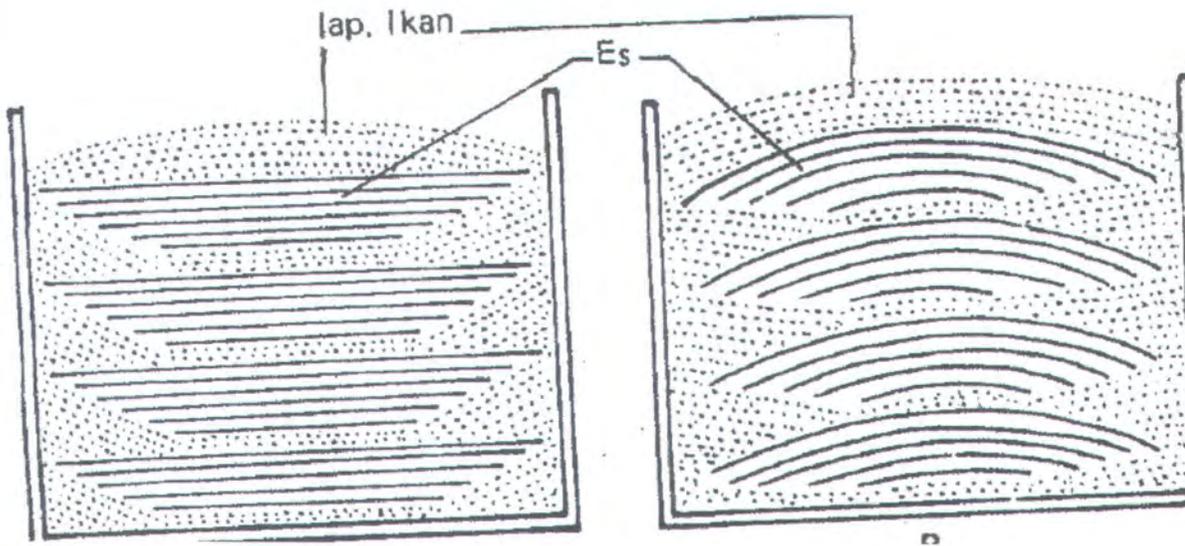
$$\begin{aligned} \text{DF} &= (n-1) \\ &= 10 - 1 \\ &= 9 \end{aligned}$$

lihat pada tabel 6.2 distribution of t pada DF 9 dan terlihat bahwa nilai t lebih besar dari berapapun nilai yang diberikan pada tabel dengan DF 9. Dan dapat disimpulkan bahwa perubahan nilai rata-rata untuk rupa ikan tidak dapat dipercaya (tidak berarti/ kurang significant).

LAMPIRAN E

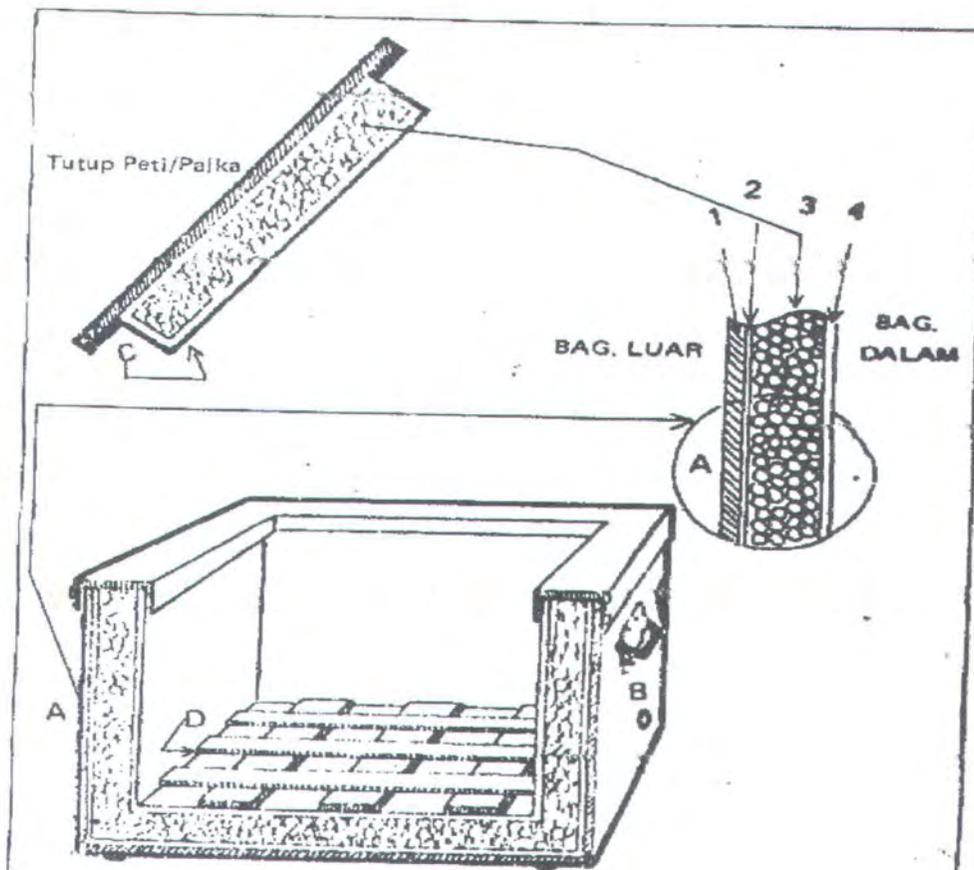
GAMBAR

Gambar 1



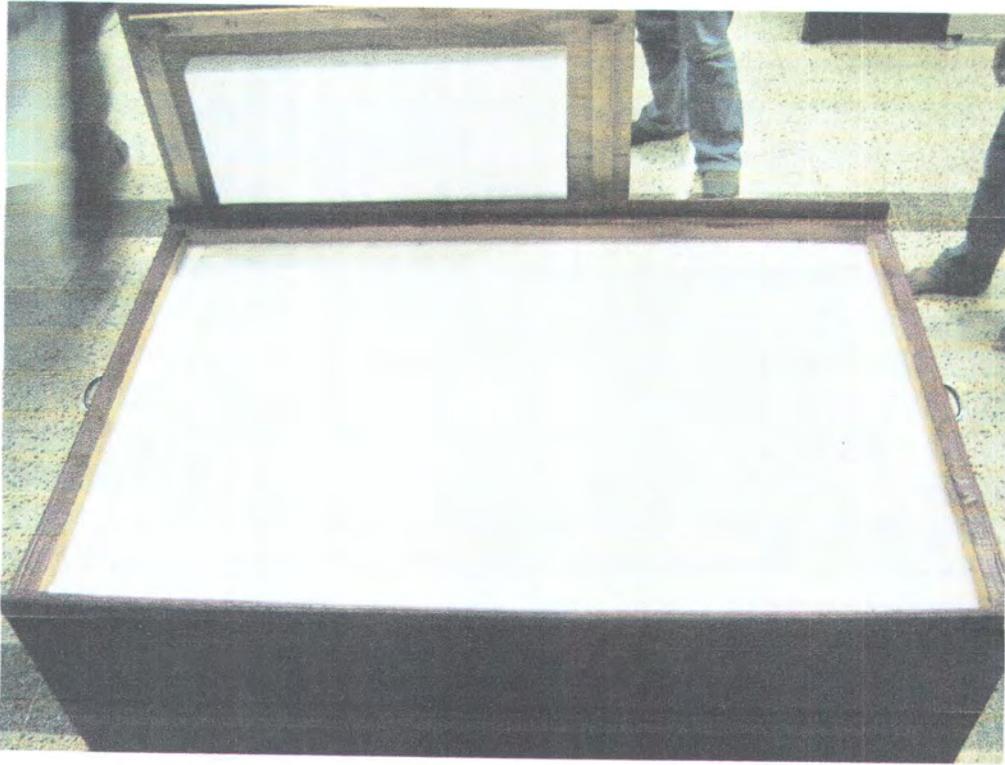
Cara penyusunan ikan dan es di dalam palka atau wadah. Keadaan sebelum es mencair, lapisan ikan datar (A), selama dan setelah es mencair berangsur-angsur berubah menjadi cembung sehingga es yang mencair mengalir ke bawah agar tidak menggenangi lapisan ikan (B)

Gambar 2



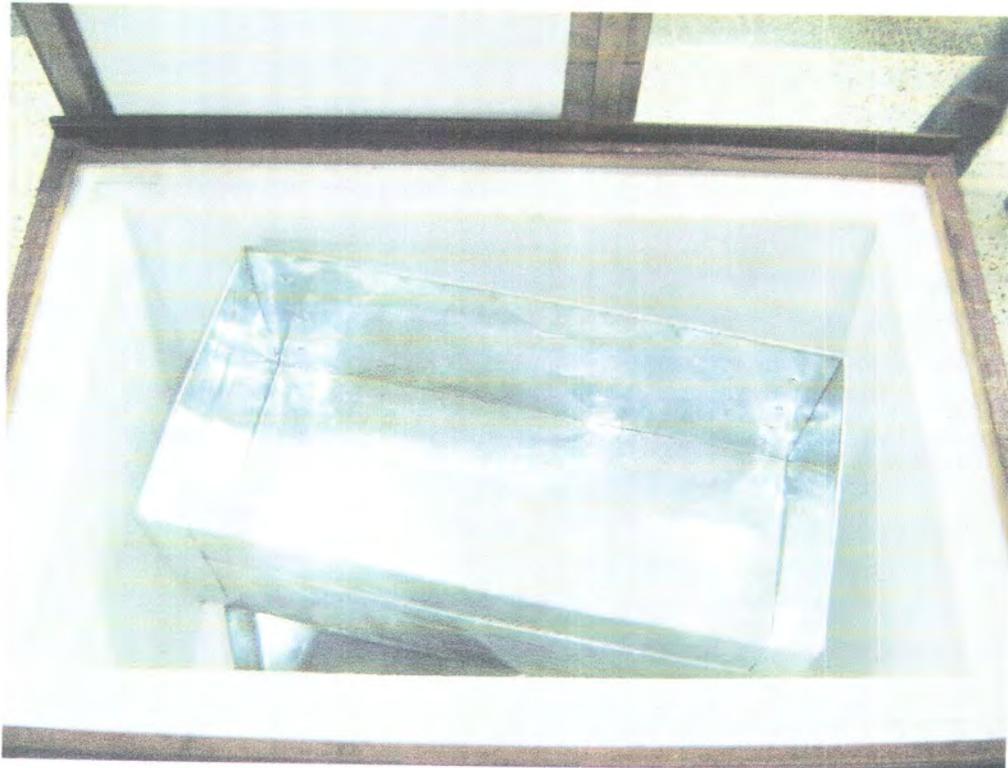
Contoh pembuatan cool-box/palka untuk penyimpanan dan pengangkutan ikan segar

Gambar 3



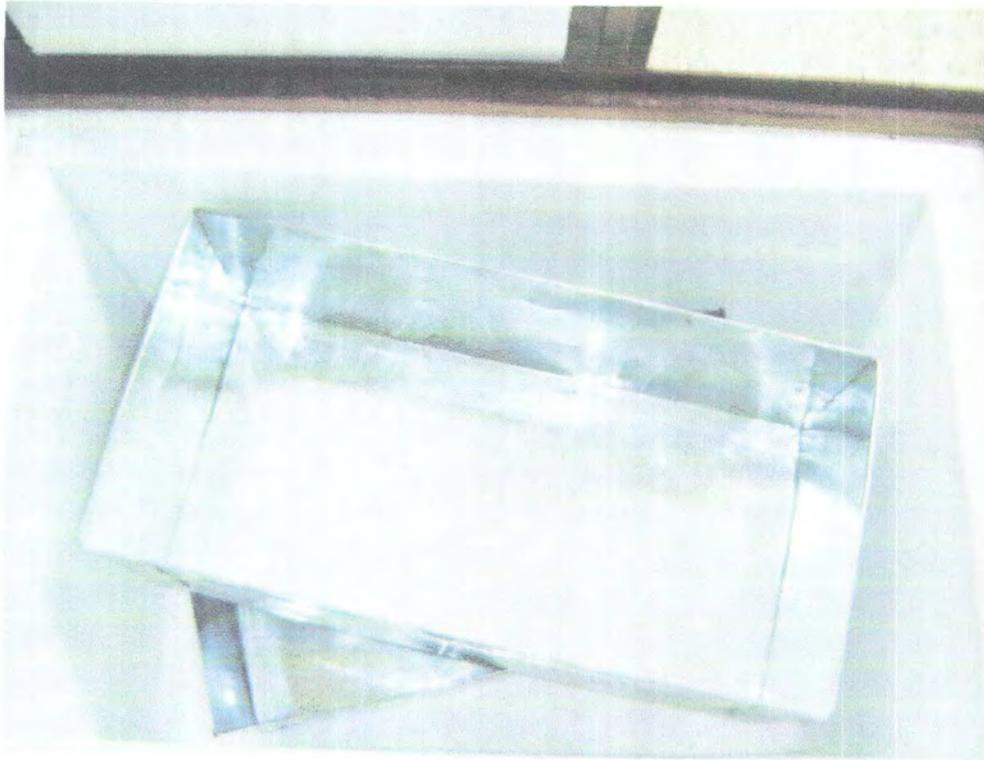
CoolBox 1

Gambar 4



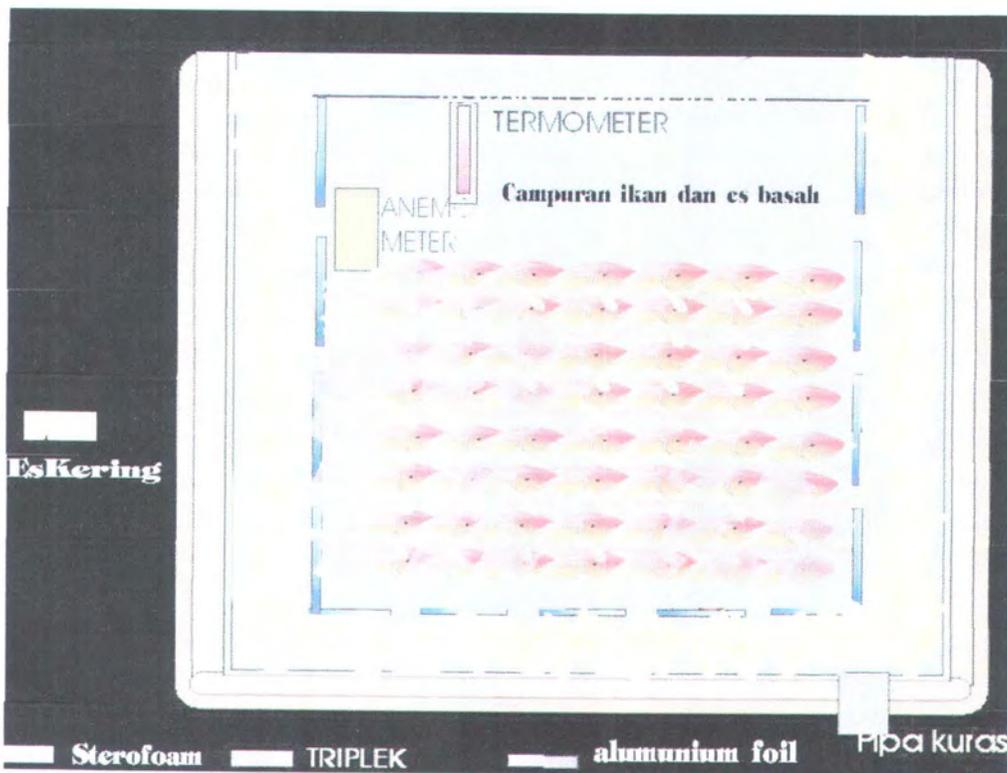
CoolBox 2

Gambar 5



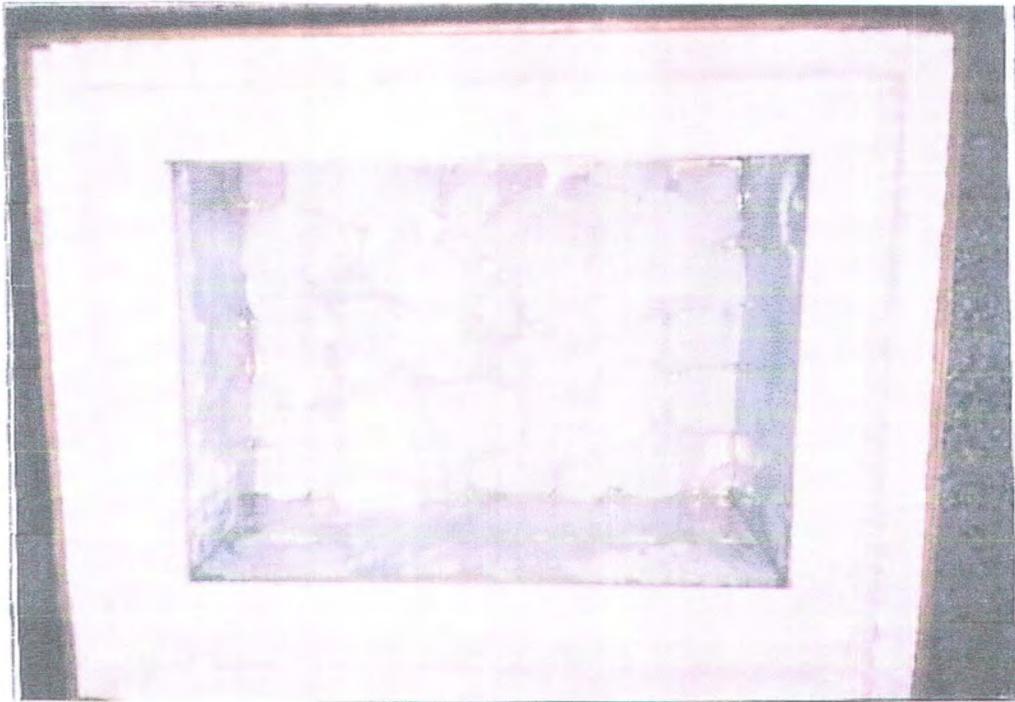
CoolBox 3

Gambar 6



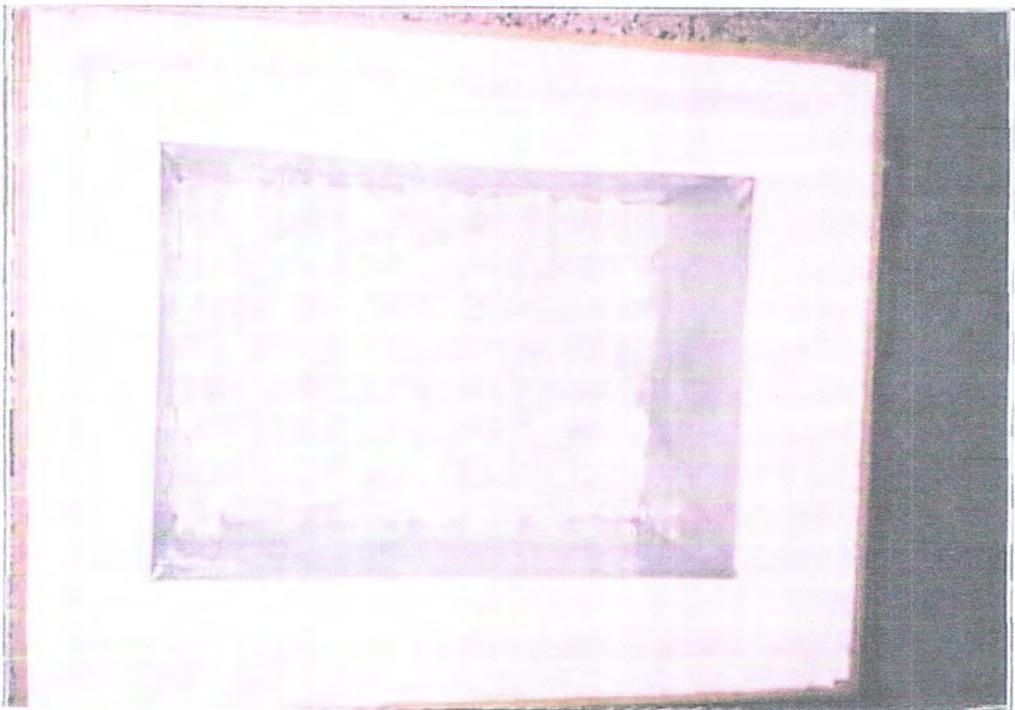
Design CoolBox

Gambar 7



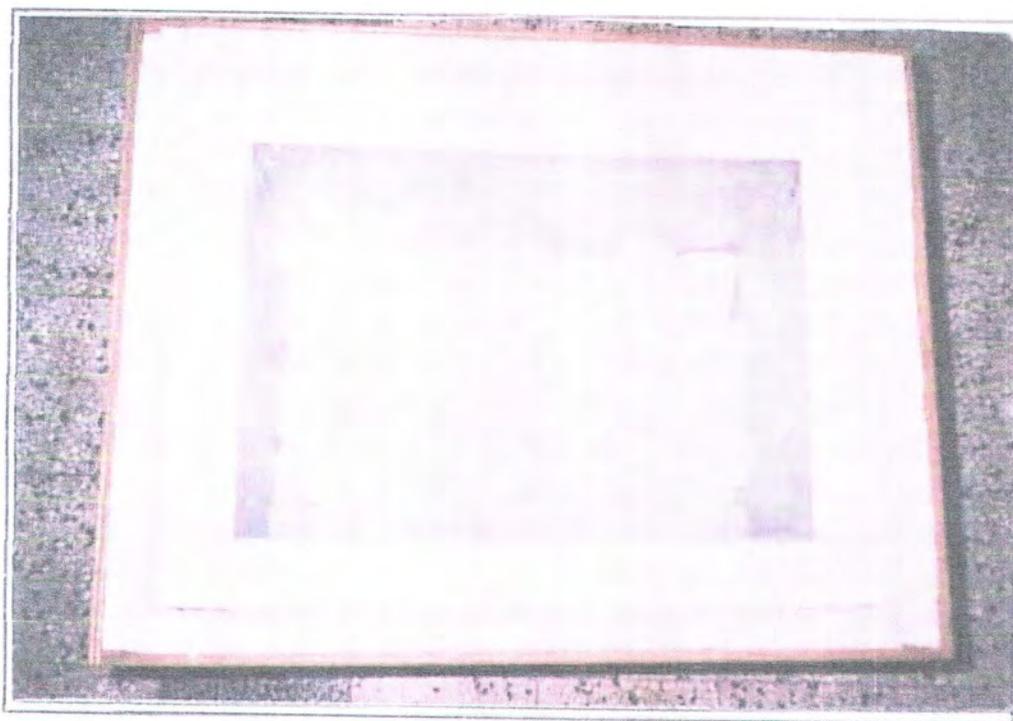
Es Balok 1

Gambar 8



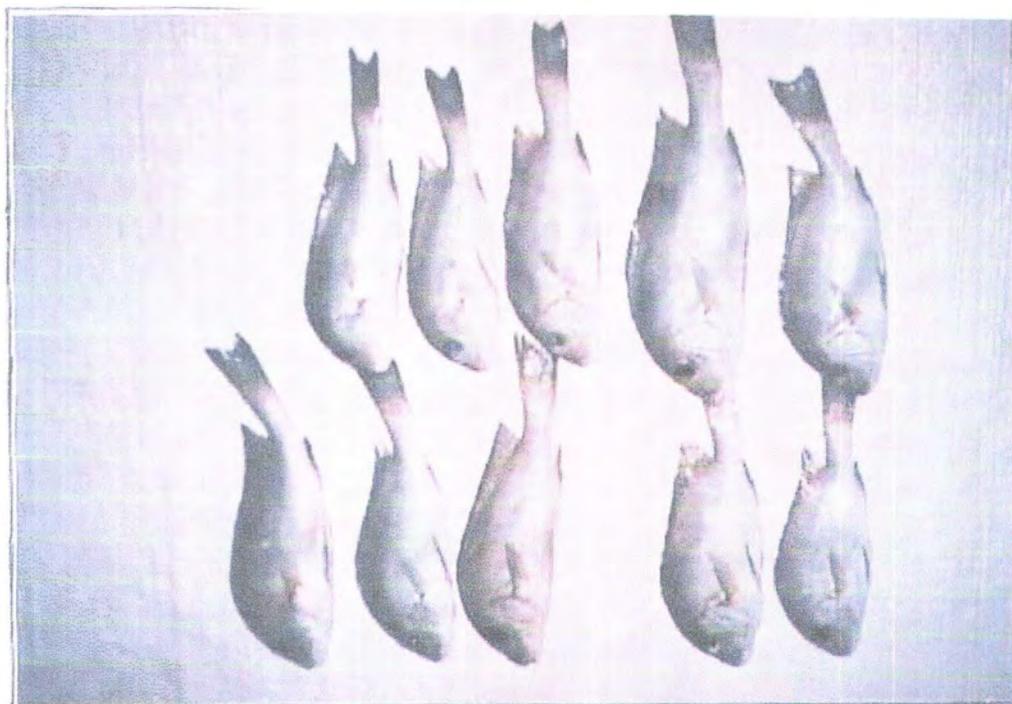
Es Balok 2

Gambar 9



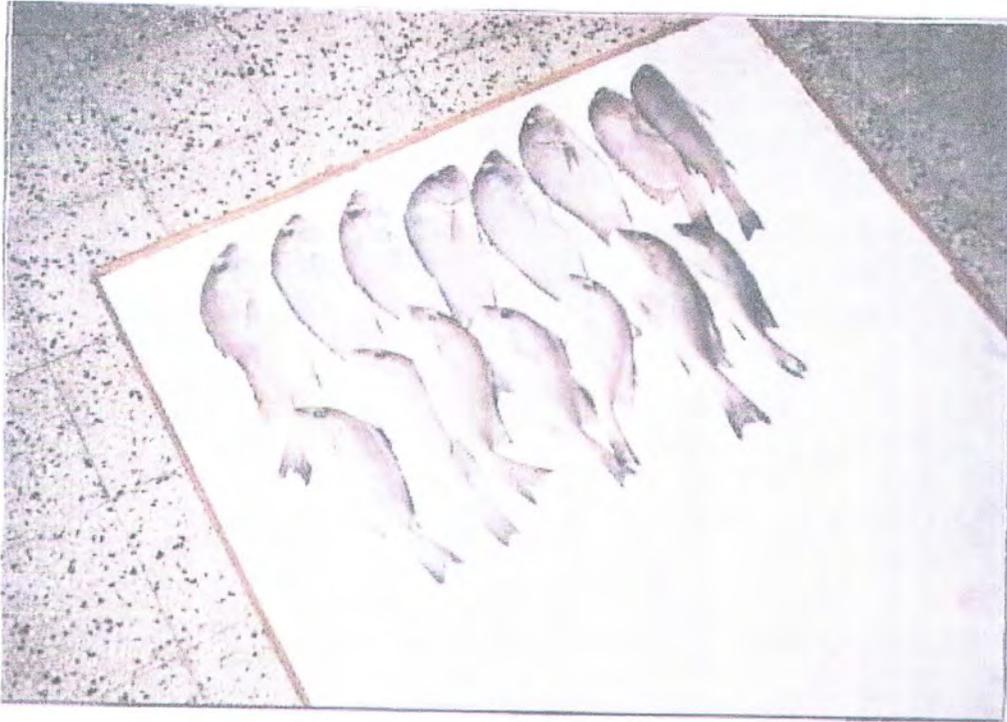
Es Kering

Gambar 10



Ikan 1

Gambar 11



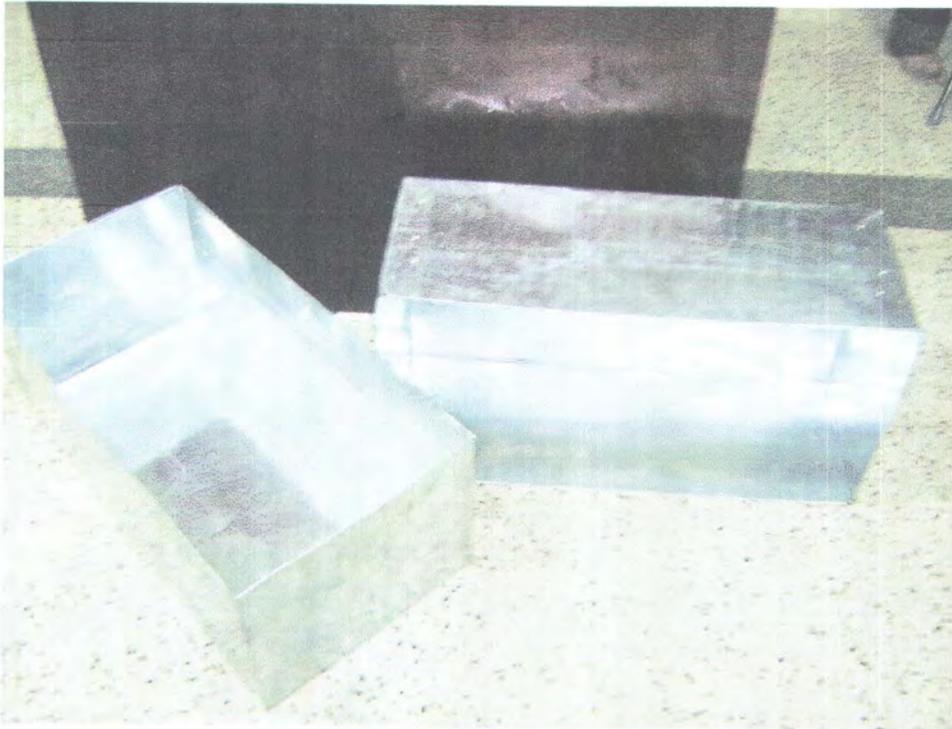
Ikan 2

Gambar 12



Ikan 3

Gambar 13



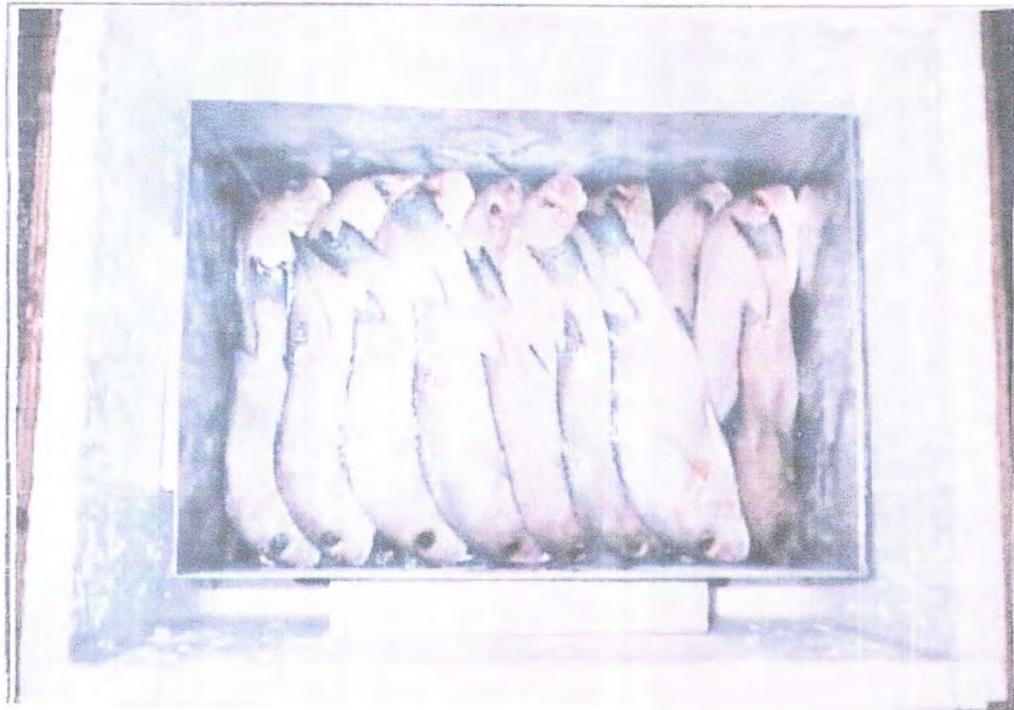
Kotak Seng 1

Gambar 14



Kotak Seng 2

Gambar 15



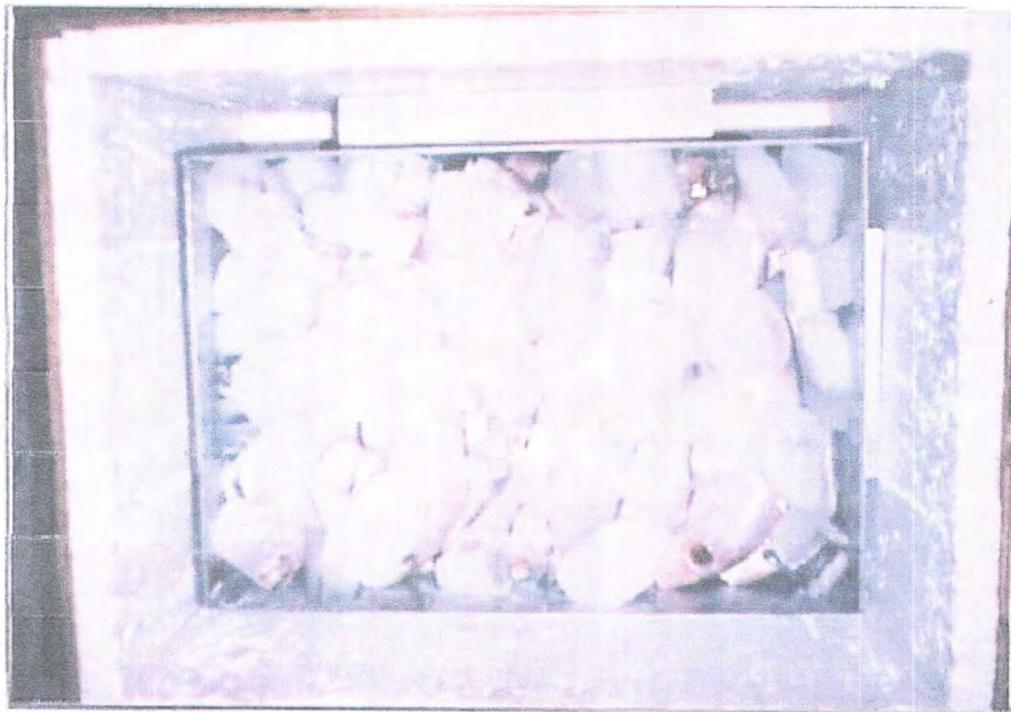
Lapisan Ikan

Gambar 16



Percobaan 1

Gambar 17



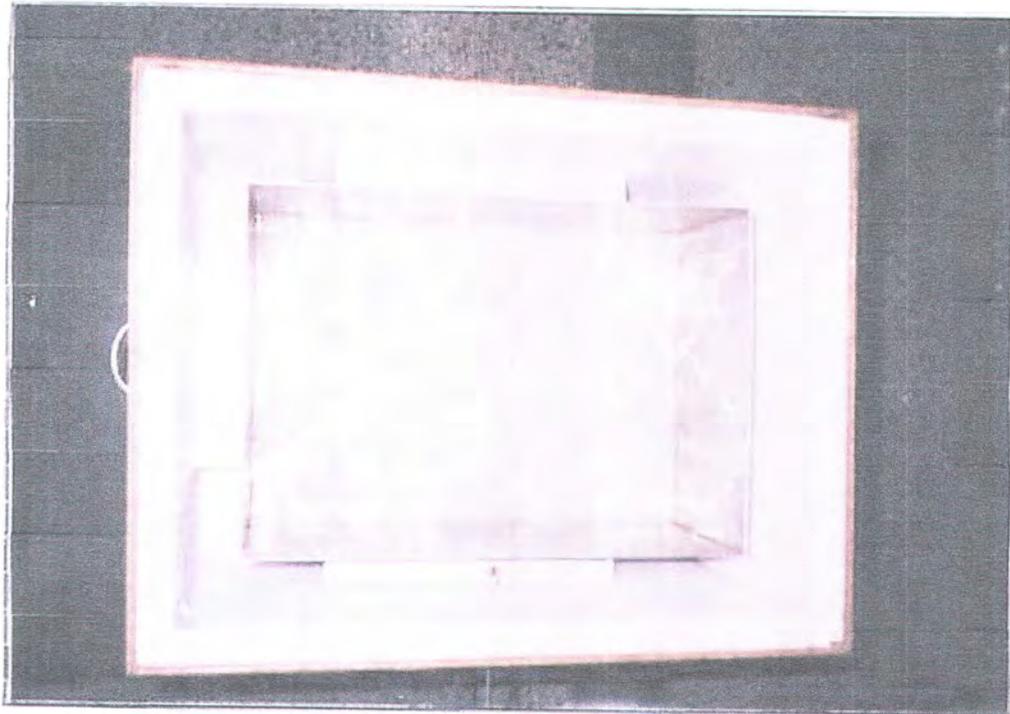
Percobaan 2

Gambar 18



Percobaan 3

Gambar 19



Percobaan 4

Gambar 20

I And CoolBox

