

TESIS

PEMANFAATAN BAHAN SISA
DALAM UPAYA MEMINIMISASI LIMBAH PADAT
(Studi Kasus di PT. Maya Food Industries Pekalongan)



Oleh : Eddy Purnomo
NIM : L4K003004

PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG
2005

TESIS

PEMANFAATAN BAHAN SISA SEBAGAI UPAYA MINIMISASI LIMBAH PADAT (Studi Kasus Industri Pengalengan Ikan PT. Maya Food Industries Pekalongan)

Disusun Oleh

Eddy Purnomo
L4K003004

Menyetujui dan Mengesahkan

Penguji I

Penguji II

(_____)

(_____)

Mengetahui Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

(Ir. Agus Hadiyanto, MT)

(Ir. Danny Sutrisnanto, M.Eng)

Ketua Program
Magister Ilmu Lingkungan

(Prof. Dr. Sudharto P. Hadi, MES)

**PEMANFAATAN BAHAN SISA
SEBAGAI UPAYA MINIMISASI LIMBAH PADAT**
(Studi Kasus Industri Pengalengan Ikan PT. Maya Food Industries Pekalongan)



TESIS

**Eddy Purnomo
L4K003004**

**PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2005**

D ABSTRACT

RECOVERING FISH BY PRODUCT TO MINIMIZE SOLID WASTE GENERATION (Case Study Fish Canning Industry PT. Maya Food Industries Pekalongan)

Fisheries Industry especially canned fish always produce fish by products, that is consist of fish heads, fins, tails, scales, and intestine. The fish by product from canning industries if not manage in professional way will occurred environmental pollutions which followed by bluebottles insect (fly) in big quantity

Recovering this by product is the one of solution for minimizing environmental pollution generation, mainly the decomposed matter and the bluebottle insects by recover this by products to make another products which have more economical value and more benefit for human health.

The method is using extraction wise, with additionally of papain proteolyses enzyme to recover the fish oil. In this research using two factorial treatment that is a temperature adjustment on 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C and 100 °C with concentration of enzyme of papain on) %, 0,5 %, 1 %, 1.5 %, 2 %, 2,5 %.

Fish oil can be recovered by enzymatic extraction method from fish by product . This method will produce oil emulsion in the waters and then treated using decantation system. Furthermore this fish oil send to the Laboratory, the purpose is to know the quality with specification of iod number and acid number. The result is, for iod number is 1,73 gr/100 gr sample and the acid number is 3,64 mg KOH/gr sample.

From this research fish oil recovered, the lowest is 0 % enzyme concentration at temperature heating 60 °C with yield 16, 13 gram and the highest is 2 % enzyme concentration at temperature heating 100 °C with yield 33,13 gram.

According to the result of this research .can be concluded that, fish by product from fish canning industry can be recovered the fish oil.

Key word ; By product, By product minimization, Enzyme of Papain, Fish oil.

AFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR GRAFIK	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
BAB I : PENDAHULUAN	I - 1
1.1. Latar Belakang Masalah	I - 1
1.2. Identifikasi dan Perumusan Masalah	I - 11
1.3. Tujuan Penelitian	I - 15
1.4. Kegunaan Penelitian	I - 15
BAB II. : TINJAUAN PUSTAKA	II - 1
2.1. Landasan Teori/Pengkajian Teoritis	II - 1
2.2. Originalitas Penelitian	II - 13
2.3. Hipotesis	II - 13
BAB III : METODE PENELITIAN	III - 1
3.1. Rancangan Penelitian/Perspektif Pendekatan Penelitian	III - 1
3.2. Ruang Lingkup/Fokus Penelitian	III - 11
3.3. Lokasi Penelitian	III - 11
3.4. Variabel Penelitian	III - 11
3.5. Jenis dan Sumber Data	III - 12
3.6. Instrumen Penelitian	III - 12

3.7. Teknik Pengambilan Sampel	III - 12
3.8. Teknik Pengumpulan Data	III - 12
3.9. Teknik Analisis Data	III - 13
3.10. Jadwal Pelaksanaan	III - 13
BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	IV - 1
4.1. Rona Lingkungan	IV - 1
4.2. Hasil Penelitian	IV - 3
4.3. Analisa Hasil	IV - 4
4.4. Pembahasan	IV - 24
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN	V - 1
5.1. Kesimpulan	V - 1
5.2. Saran	V - 1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

1. Tabel Analisis Input Output Proses Pengalengan Ikan Sardine	I - 3
2. Tabel Analisis Input Output Pendukung Proses Pengalengan Ikan	I - 5
3. Tabel Rekapitulasi Penggunaan Bahan Baku Ikan	I - 10
4. Tabel Rekapitulasi Volume Bahan Sisa Proses	I - 11
5. Tabel Distribusi Minyak dalam Tubuh Ikan	II - 9
6. Tabel Hasil Penelitian	IV - 3
7. Tabel Hasil Minyak Ikan Pada Kosentrasi Enzim papain 0 %	IV - 3
8. Tabel Hasil Minyak Ikan Pada Kosentrasi Enzim papain 0,5 %	IV - 5
9. Tabel Hasil Minyak Ikan Pada Kosentrasi Enzim papain 1 %	IV - 7
10. Tabel Hasil Minyak Ikan Pada Kosentrasi Enzim papain 1,5 %	IV - 9
11. Tabel Hasil Minyak Ikan Pada Kosentrasi Enzim papain 2 %	IV - 11
12. Tabel Hasil Minyak Ikan Pada Kosentrasi Enzim papain 2,5 %	IV - 13
13. Tabel Hasil Minyak Ikan Pada Perlakuan Suhu 60 °C	IV - 14
14. Tabel Hasil Minyak Ikan Pada Perlakuan Suhu 70 °C	IV - 16
15. Tabel Hasil Minyak Ikan Pada Perlakuan Suhu 80 °C	IV - 18
16. Tabel Hasil Minyak Ikan Pada Perlakuan Suhu 90 °C	IV - 19
17. Tabel Hasil Minyak Ikan Pada Perlakuan Suhu 100 °C	IV - 21
18. Tabel Peningkatan Recovery Minyak Ikan Pada Tiap-tiap Kosentrasi Enzim Papain	IV - 23
19. Tabel Peningkatan Recovery Minyak Ikan Pada Tiap-tiap Variasi Suhu Pemanasan	IV - 24
20. Tabel Hasil Pengujian Laboratorium	IV - 27
21. Tabel Perician Biaya Investasi Untuk Pemanfaatan Bahan Sisa Proses	IV - 36
22. Tabel Potensi Ekonomi Bahan Sisa Tanpa Pengolahan	IV - 36
23. Tabel Potensi Ekonomi Setelah Mengalami Pengolahan Lanjut	IV - 36

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gambar Bagan Alir Penanganan Bahan Sisa Proses	I - 6
2. Gambar Skema Pemanfaatan Bahan Sisa Proses	I - 7
3. Gambar Skema Recovery Bahan Sisa Proses	I - 13
4. Gambar Kerangka Pemikiran Pemanfaatan Bahan Sisa	I - 14
5. Gambar Irisan Melintang Daging Ikan	II - 4
6. Gambar Daging Ikan dan Komponen-komponen Penyusunnya	II - 4
7. Gambar Rancangan Penelitian	II - 5
8. Gambar Bagan Alir Rancangan Penelitian	III - 5
9. Gambar Perspektif Pendekatan Penelitian	III - 6

DAFTAR GRAFIK

1. Grafik Hasil Minyak Ikan Pada Konsentrasi Enzim 0 %	IV - 4
2. Grafik Tren Hasil Minyak Ikan Pada Kosentrasi 0 %	IV - 5
3. Grafik Hasil Minyak Ikan Pada Konsentrasi Enzim 0,5 %	IV - 6
4. Grafik Tren Hasil Minyak Ikan Pada Kosentrasi 0,5 %	IV - 6
5. Grafik Hasil Minyak Ikan Pada Konsentrasi Enzim 1 %	IV - 8
6. Grafik Tren Hasil Minyak Ikan Pada Kosentrasi 1 %	IV - 8
7. Grafik Hasil Minyak Ikan Pada Konsentrasi Enzim 1,5 %	IV - 9
8. Grafik Tren Hasil Minyak Ikan Pada Kosentrasi 1,5 %	IV - 10
9. Grafik Hasil Minyak Ikan Pada Konsentrasi Enzim 2 %	IV - 11
10. Grafik Tren Hasil Minyak Ikan Pada Kosentrasi 2 %	IV - 12
11. Grafik Hasil Minyak Ikan Pada Konsentrasi Enzim 2,5 %	IV - 13
12. Grafik Tren Hasil Minyak Ikan Pada Kosentrasi 2,5 %	IV - 14
13. Grafik Hasil Minyak Ikan Pada Suhu 60 °C	IV - 15
14. Grafik Tren Hasil Minyak Ikan Pada Suhu 60 °C	IV - 16
15. Grafik Hasil Minyak Ikan Pada Suhu 70 °C	IV - 17
16. Grafik Tren Hasil Minyak Ikan Pada Suhu 70 °C	IV - 17
17. Grafik Hasil Minyak Ikan Pada 80 °C	IV - 18
18. Grafik Tren Hasil Minyak Ikan Pada Suhu 80 °C	IV - 19
19. Grafik Hasil Minyak Ikan Pada Suhu 90 °C	IV - 20
20. Grafik Tren Hasil Minyak Ikan Pada Suhu 90 °C	IV - 21
21. Grafik Hasil Minyak Ikan Suhu 100 °C	IV - 22
22. Grafik Tren Hasil Minyak Ikan Pada Suhu 100 °C	IV - 23

23. Grafik Hasil Minyak Ikan Pengaruh Ezim Papain	IV – 24
24. Tren Hasil Minyak Ikan Pengaruh Enzim Papain	IV - 25
25. Grafik Hasil Minyak Ikan Pengaruh Suhu Pemanasan	IV - 26
26. Tren Hasil Minyak Ikan Pengaruh Suh Pemanasan	IV - 26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1

1. Lampiran Hasil Penelitian Pendahuluan (Minyak Ikan)
2. Lampiran Hasil penelitian Pendahuluan (Cairan)
3. Lampiran Hasil Penelitian Pendahuluan (Padatan)
4. Lampiran Hasil penelitian Sebenarnya (Minyak Ikan)
5. Lampiran Hasil Penelitian Sebenarnya (Cairan)
6. Lampiran Hasil Penelitian Sebenarnya (Padatan)
7. Lampiran Neraca Bahan Hasil Penelitian Pendahuluan Ulangan 1
8. Lampiran Neraca Bahan Hasil Penelitian Pendahuluan Ulangan 2
9. Lampiran Neraca Bahan Hasil Penelitian Pendahuluan Ulangan 3
10. Lampiran Neraca Bahan Hasil Penelitian Sebenarnya Ulangan 1
11. Lampiran Neraca Bahan Hasil Penelitian Sebenarnya Ulangan 2
12. Lampiran Neraca Bahan Hasil Penelitian Sebenarnya Ulangan 3
13. Lampiran 2
14. Hasil uji statistik

Lamiran 3

1. Lampiran Hasil Uji Minyak Ikan Bilangan IOD
2. Lampiran Hasil Uji Minyak Ikan Bilangan IOD
3. Lampiran Hasil Uji Minyak Ikan Bilangan Asam
4. Lampiran Hasil Uji Minyak Ikan Bilangan Asam..
5. Lampiran Hasil Uji Padatan
6. Lampiran Hasil Uji Padatan .

7. Lampiran Hasil Uji Cairan
8. Lampiran Hasil Uji Cairan
9. Lampiran 4 Foto – Foto Peenelitian .

BAB. I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah








Negara Republik Indonesia terdiri dari kepulauan yang dikelilingi oleh laut, adalah suatu fakta, sehingga Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi kekayaan akan hasil laut yang sangat besar berupa ikan dan hasil laut lainnya. Ikan laut hasil tangkapan para nelayan tidak langsung habis dikonsumsi dalam bentuk segar, sehingga diperlukan pengolahan lebih lanjut untuk mengawetkan hasil tangkapan tersebut. Salah satu bentuk pengawetan ikan yang lazim dilakukan adalah dengan cara proses sterilisasi dengan wadah kaleng. Industri pengalengan ikan banyak dijumpai di sentra-sentra produksi ikan diantaranya di Muncar Banyuwangi Jawa Timur, Pengambangan Negara Bali, Bitung Sulawesi Utara dan di Pekalongan Jawa Tengah, yaitu PT. Maya Food Industries.

Pada awal berdirinya PT. Maya Food Industries Tahun 1979, bahan baku ikan untuk kebutuhan produksi masih dapat dipenuhi dari hasil tangkapan nelayan-nelayan di sekitar pulau Jawa, karena pada saat itu orientasi pasarnya masih terbatas untuk konsumsi dalam negeri saja (*domestic*). Namun duapuluh tahun terakhir ini dengan intensifnya pemanfaatan hasil-hasil perikanan sebagai salah satu sumber pangan, terutama untuk kebutuhan protein hewani bagi manusia keadaan sumber daya perikanan kita menjadi berubah. Perubahan tersebut terjadi ketika eksploitasi sumber daya perikanan Indonesia dilakukan secara besar-besaran untuk memenuhi kebutuhan pasar domestik maupun pasar manca negara, kelangkaan bahan baku untuk jenis-jenis tertentu sudah mulai terjadi.







Untuk memenuhi kebutuhan pasar tersebut PT. Maya Food Industries melakukan import bahan baku dari beberapa negara antara lain dari : Australia, Belanda,

Amerika Serikat, Irlandia, Inggris, Canada, Equador, Chili, China dan Korea. Rata-rata tidak kurang dari 1,750 ton volume total per tahun yang di import dari beberapa negara tersebut. Adapun jenis ikan yang di import antara lain : Jenis Mackerel dan Sardine. Ikan herring merupakan jenis ikan yang paling banyak di import kurang lebih 51 % dari total bahan baku yang diproduksi, dan selebihnya adalah jenis ikan lainnya. Jenis ikan tersebut diatas termasuk kategori ikan pelagis kecil. Didalam proses pengalengan yang dilakukan oleh PT. Maya Food Industries tentu ada bahan sisa yang dihasilkan dari proses produksi. Bahan sisa yang ditimbulkan dalam bentuk cair dan padat, dalam bentuk cair berupa air buangan dari proses produksi, sedangkan dalam bentuk padat berupa kepala ikan, sirip, sisik dan isi perut. Bahan sisa tersebut jika tidak ditangani secara baik akan menimbulkan masalah pencemaran lingkungan. Pada dasarnya bahan sisa dalam bentuk padat yang dihasilkan dari proses produksi yang dilakukan sebenarnya masih memiliki nilai ekonomis, karena bahan sisa tersebut pada jenis ikan tertentu masih memiliki kandungan minyak, yang mempunyai manfaat lebih baik bagi kehidupan manusia. Oleh karena itu bahan sisa tersebut sangat memungkinkan untuk dilakukan pengolahan lebih lanjut guna memperoleh produk baru berupa minyak ikan dan bahan tepung ikan yang memiliki nilai ekonomis lebih baik. Pemanfaatan bahan sisa tersebut secara langsung akan dapat mengurangi atau meminimisasi terjadinya timbulan limbah. Dengan adanya pemanfaatan bahan sisa tersebut diharapkan akan meningkatkan pendapatan atau penghasilan, sehingga akan meningkatkan efisiensi perusahaan dan meningkatkan daya saing perusahaan. Adapun terjadinya limbah atau bahan sisa pada proses produksi yang dilakukan oleh PT. Maya Food Industries dapat dilihat pada tabel analisis input output dibawah ini :

Tabel : I.1 Analisis Input Output Pengalengan Ikan Sardine

INPUT UTAMA	TAHAPAN PROSES	OUTPUT UTAMA
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan ⇒ Refrigerant ⇒ Air garam ⇒ Air ⇒ Es 	<p>Penerimaan Bahan Baku</p> <p style="text-align: center;"></p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan (beku) ⇒ Penggunaan refrigerant ⇒ Penggunaan air garam ⇒ Air Limbah ⇒ Bau ⇒ Wadah
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan (beku) ⇒ Air 	<p>Pelelehan</p> <p style="text-align: center;"></p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan ⇒ Air Limbah
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan ⇒ Basket ⇒ Air ⇒ Listrik 	<p>Pemotongan</p> <p style="text-align: center;"></p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan dalam wadah Basket terbuka ⇒ Potongan kepala, ekor, sirip, sisik, isi perut ⇒ Air limbah
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Potongan Ikan ⇒ Basket ⇒ Air ⇒ Listrik 	<p>Pencucian</p> <p style="text-align: center;"></p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan dalam wadah basket terbuka ⇒ Air limbah
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan ⇒ Kaleng 	<p>Pengisian & Penimbangan</p> <p style="text-align: center;"></p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan dalam wadah kaleng terbuka
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan dalam kaleng terbuka ⇒ Uap ⇒ Listrik 	<p>Pre Cooking (110 °C, 18 menit)</p> <p style="text-align: center;"></p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan dalam kaleng terbuka ⇒ Condensate
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan dalam kaleng terbuka ⇒ Air ⇒ Sauce Tomat dll ⇒ Uap ⇒ Listrik 	<p>Pengisian Media Sauce</p> <p style="text-align: center;"></p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan dalam kaleng terbuka ⇒ Tumpahan adonan sauce ⇒ Uap

Tabel : 1.1 Analisis Input Output Pengalengan Ikan Sardine
(Lanjutan)

INPUT UTAMA	TAHAPAN PROSES	OUTPUT UTAMA
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan dan Sauce dalam kaleng ⇒ Listrik ⇒ Minyak Pelumas (Food grade) ⇒ Lid Penutup kaleng 	<p>Penutupan kaleng</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan dalam kaleng ⇒ Tumpahan sauce ⇒ Kaleng rusak ⇒ Lid rusak
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan kaleng ⇒ Air ⇒ Uap ⇒ Deterjen ⇒ Listrik 	<p>Pencucian kaleng</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan dalam kaleng ⇒ Air limbah ⇒ Uap
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan dalam kaleng ⇒ Uap ⇒ Air ⇒ Listrik ⇒ Chlorin 	<p>Sterilisasi</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan dalam kaleng ⇒ Air limbah ⇒ Kaleng rusak ⇒ Bising
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan kaleng dalam kranjang besi ⇒ Air ⇒ Chlorin 	<p>Pendinginan Lanjut</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan Kaleng dalam kranjang besi ⇒ Air limbah
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan kaleng dalam kranjang besi ⇒ Listrik 	<p>Pengeringan dan inkubasi</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan kaleng dalam kranjang besi ⇒ Bising
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan kaleng dalam kranjang besi ⇒ Listrik ⇒ Carton Box ⇒ Label ⇒ Strapping band ⇒ Lack band 	<p>Packing dan Pelabelan</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan dalam carton box ⇒ Carton box rusak ⇒ Label rusak ⇒ Sisa potongan strapping band dan bahan penggulung ⇒ Bahan sisa penggulung lack band
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Ikan kaleng dalam karton 	<p>Penyimpanan produk jadi</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Produk jadi siap kirim ke pelanggan

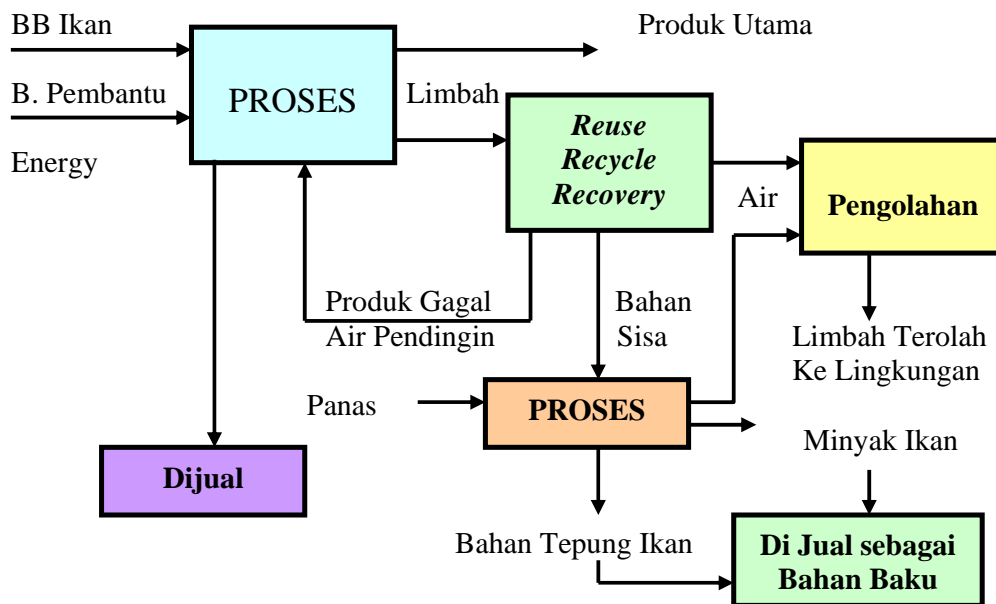
Tabel : 1.2 Analisis Input Output Pendukung Proses Pengalengan Ikan

INPUT UTAMA	TAHAPAN PROSES	OUTPUT UTAMA
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Air ⇒ Soda api ⇒ Detergent ⇒ Basket kotor dan peralatan lain ⇒ Uap ⇒ Listrik ⇒ Clorin 	Pembersihan Tempat kerja dan Pencucian Peralatan	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Air limbah ⇒ Lantai bersih ⇒ Basket bersih dan peralatan lainnya
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Air ⇒ Listrik ⇒ Baju kotor ⇒ Detergent 	Pencucian Baju seragam kerja	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Air limbah ⇒ Baju bersih
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Pasta tomat ⇒ Corn starch ⇒ Garam ⇒ Air ⇒ Uap 	Penyiapan Media	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Sauce tomat ⇒ Tumpahan sauce tomat ⇒ Condensate
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Air ⇒ Chlorin 	Air Clorinasi	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Air Clorinasi
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ BBM ⇒ Bahan kimia untuk air ⇒ Listrik ⇒ Air 	Pembuatan Uap (Boiler)	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Emisi gas (NO_x, SO_x, CO) ⇒ Uap ⇒ Jelaga
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Air ⇒ Garam ⇒ Listrik 	Pembuatan air dingin Untuk penyimpanan sementara	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Air dingin ⇒ Air limbah

Saat ini bahan sisa dalam bentuk padat yang ditimbulkan dari proses produksi di kelola secara sederhana, yaitu dibeli oleh warga sekitar pabrik sebagai bahan tepung ikan dengan harga yang relatif murah. Namun demikian mengingat kemampuan mereka sangat terbatas baik dari segi finansial dan teknologi, seringkali bahan sisa tersebut terlantar, sehingga bahan sisa tersebut menumpuk,

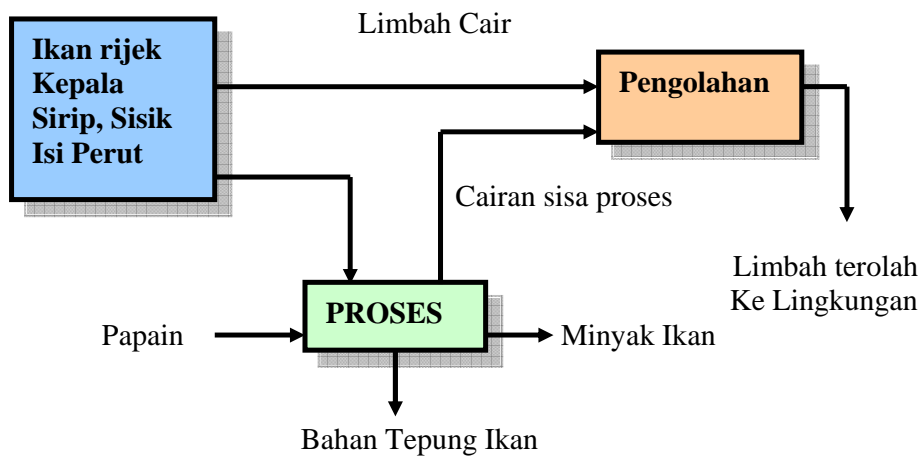
dan akan terjadi proses pembusukan jika tidak segera ditangani, pembusukan tersebut terjadi akibat terjadi penguraian protein (*Waluyo, Lud, 2004*) hasil dari penguraian tersebut timbul bau yang menyengat. Sebagai langkah antisipasi seringkali perusahaan melakukan pemasakan limbah tersebut dengan cara memanasi limbah padat tersebut dengan menggunakan uap panas. Ini dilakukan ketika hingga tengah hari limbah-limbah tersebut tidak di tangani atau diambil oleh pembeli, hal ini sekaligus dimanfaatkan oleh perusahaan untuk memanfaatkan limbah tersebut untuk diambil minyaknya. Namun demikian pemanfaatan tersebut belum maksimal, hanya sebatas mengurangi laju proses pembusukan yang berpotensi menimbulkan bau yang menyengat. Adapun secara sederhana dibawah ini disajikan bagan alir proses pengelolaan limbah padat di PT. Maya Food Industries.

Gambar : 1. Bagan Alir Pengelolaan Bahan Sisa PT. Maya Food Industries



Bahan sisa yang terjadi jika tidak ditangani secara baik tentu akan menimbulkan masalah. Seperti diketahui bahwa, ikan termasuk kategori bahan makanan yang mudah membusuk (*perisable foods*), sehingga bahan sisa berupa kepala ikan, serpihan daging ikan, isi perut ikan, sirip ikan dan ekor jika tidak ditangani secara cermat akan menimbulkan bau busuk yang menyengat. Bau yang menyengat akan mengundang banyak lalat. Keadaan demikian tentu tidak diinginkan oleh Industri pengolahan makanan, banyaknya lalat akan mengganggu proses produksi. Sedangkan minyak ikan yang ikut terbuang akan mencemari lingkungan. Hal demikian tentu akan mengganggu lingkungan dimana perusahaan berada. Adapun konsep pengelolaannya adalah seperti terlihat pada gambar dibawah ini :

Gambar : 2 Skema Pengelolaan Bahan Sisa



Dari penjelasan diatas maka diperlukan suatu upaya pencegahan terjadinya limbah (*pollution prevention*) yang tepat untuk mengurangi terjadinya masalah-masalah pencemaran lingkungan dan diusahakan output dari proses tersebut menghasilkan produk baru yang memiliki nilai ekonomis yang lebih baik, yang pada akhirnya akan meningkatkan efisiensi perusahaan.

Penanganan bahan sisa tersebut dapat diproses untuk dijadikan tepung ikan dan diambil minyaknya dengan cara rendering. Ekstraksi yang dilakukan dengan cara rendering ini ternyata belum menghasilkan rendemen minyak yang optimal, baik dari segi volume yang dihasilkan maupun dari kualitasnya. Hal tersebut lebih disebabkan karena faktor pemanasan yang tidak pas artinya terjadi fluktuasi pemanasan, terkadang terlalu tinggi dan kadang terlalu rendah, hal ini terjadi karena faktor peralatan yang masih sangat sederhana, sehingga terkadang masih banyak minyak ikan yang terdapat pada jaringan, dan juga minyak ikan yang terikat dalam limbah cair, yang keduanya akan membentuk suatu sistem emulsi yang aktif. Belum optimalnya ekstraksi tersebut, juga diakibatkan karena masih terdapat protein terlarut yang berperan sebagai emulsifier.

Berdasar pada kenyataan itu diduga penggunaan enzim proteolitik (*Papain*) sebelum dilakukan rendering dapat mendegradasi protein tersebut, sehingga fungsinya sebagai emulsifier menjadi tidak ada, sehingga dapat dilakukan pemisahan minyak hasil ekstraksi dengan lebih mudah dan diharapkan akan memberikan rendemen minyak ikan yang lebih banyak.

Setiap pemotongan ikan akan menghasilkan bahan sisa yang tidak digunakan sebagai bahan pengalengan, untuk itu bahan sisa tersebut perlu dilakukan pengolahan yang lebih baik agar tidak menimbulkan masalah baru khususnya masalah pencemaran lingkungan. Bahan sisa dari ikan herring ini disamping sebagai bahan baku untuk tepung ikan juga dapat diambil minyaknya. Dengan kenyataan tersebut diatas maka diduga dengan menggunakan enzim papain sebelum proses rendering dapat menghidrolisa protein, harapannya tentu adalah penambahan hasil minyak ikan yang lebih banyak. Dengan cara ini diharapkan pula dapat mengurangi tumpukan bahan sisa yang ada.

Ikan herring (*clupea harengus*) merupakan salah satu hasil perikanan laut subtropis yang banyak di import oleh PT. Maya Food Industries untuk dikalengkan. Disamping rasanya enak karena banyak mengandung minyak, juga secara ekonomis masih bisa dikerjakan dalam artian bisnis, karena bahan baku ikan herring ini saat ini masih terjangkau harganya untuk dipasarkan di pasar domestik dalam bentuk ikan kaleng. Secara ekonomis jenis ikan ini rendemannya bisa mencapai 75-80 %, sementara ikan sardine lokal berkisar 50 - 55 %.

Disamping itu tingkat kesegaran atau kualitas bahan baku ikan import relatif lebih baik jika dibandingkan dengan bahan baku ikan lokal, hal demikian terjadi karena tingkat penanganan terhadap bahan baku import relatif lebih baik jika dibandingkan dengan penanganan yang dilakukan oleh para nelayan di Indonesia pada umumnya. Selain itu pada umumnya di sentra-sentra pendaratan ikan yang ada di Indonesia minim fasilitas, sehingga penanganan yang dibutuhkan seringkali tidak memadai. Akibat kondisi demikian tentu akan berdampak pada kualitas hasil tangkapan yang akan dijual.

Adapun volume bahan baku ikan yang dikalengkan oleh PT. Maya Food Industries setiap tahunnya dapat dilihat pada tabel : 2 Rekapitulasi Penggunaan Bahan Baku Ikan dibawah ini, sementara volume timbulan limbah setiap tahunnya dapat dilihat pada tabel : 3 Rekapitulasi Volume Bahan Sisa PT. Maya Food Industries Tahun 2004 dibawah ini.

Tabel : 2. Rekapitulasi Penggunaan Bahan Baku Ikan

NO	JENIS BB	TH 2000	TH 2001	TH 2002	TH 2003	TH 2004	AVG/ TH	%
A	MACKEREL							
1	Scomber	306,69	92,42	323,00	121,03	142,82	197,19	11,26
2	layang	106,82	401,83	111,24	-	125,10	149,00	8,51
3	SelarBentong	-	57,52	0,96	21,62	6,93	17,41	0,99
4	Tongkol Tikus	-	-	-	3,90	-	0,78	0,04
5	Teros	-	0,96	-	-	2,40	0,67	0,04
	SUB TOTAL	413,51	552,73	435,20	146,55	277,25	365,05	20,85
B	SARDINES							
1	Herring	818,98	1.140,25	643,08	948,08	947,09	899,50	51,37
2	Lemuru	188,72	141,91	281,42	268,39	353,68	246,82	14,09
3	Tembang	104,86	293,78	137,09	76,65	90,59	140,59	8,03
4	Sembulak	81,63	10,87	25,46	6,41	3,74	25,62	1,46
5	Balo	44,05	60,27	66,83	57,02	-	45,63	2,61
	SUB TOTAL	1.238,24	1.647,08	1.153,88	1.356,55	1.395,10	1.358,17	77,56
C	TUNA							
1	Tongkol		1,62	0,01	-	-	0,326	0,02
2	Cakalang		11,24	13,49	47,66	65,70	27,62	1,58
	SUB TOTAL		12,86	13,50	47,66	65,70	27,94	1,60
D	GRAND TOTAL	1.651,75	2.212,67	1.602,58	1.550,76	1.738,05	1.751,16	100

Sumber : Data Produksi PT. Maya Food Industries Pekalongan

Tabel : 3 Rekapitulasi Volume Bahan Sisa

PT. Maya Food Industries Tahun 2004

No	Jenis Ikan	Volume Bahan baku (ton)	Volume Limbah (ton)	Limbah %
1	Herring	958.837	193.685	20.20
2	Scomber	171.120	12.749	7.45
3	Lemuru	354.924	123.808	36.29
4	Jui/Tembang	90.594	22.166	24.46
5	Sembulak	3.742	0.826	22.07
6	Layang	125.124	36.515	29.18
7	Bentong	6.927	2.371	34.23
8	Terros	2.400	0.919	38.29
9	Cakalang	65.700	19.710	30.00
	Jumlah		412.782	

1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Indonesia sebagai negara berkembang senantiasa melakukan berbagai pembangunan disegala bidang, baik pembangunan industri jasa maupun industri pengolahan bahan baku menjadi barang jadi. Pembangunan industri yang sedemikian pesat akan membawa dampak positif dan negatif. Dampak positif yaitu dengan adanya pertumbuhan ekonomi yang tinggi, sementara itu dampak negatifnya adalah pencemaran lingkungan.

Pada awalnya awalnya strategi pengelolaan lingkungan mengacu pada pendekatan daya dukung lingkungan (*carrying capacity*). Konsep daya

dukung ini kenyataannya sukar untuk diterapkan, karena beberapa kendala yang timbul dan sering kali harus diupayakan perbaikan kondisi lingkungan yang tercemar, sehingga membutuhkan biaya yang tinggi. Strategi pengelolaan lingkungan akhirnya berubah menjadi upaya pemecahan masalah pencemaran dengan cara mengolah limbah yang ditimbulkan (*end of pipe treatment*) dengan harapan masalah pencemaran dapat diselesaikan, sehingga kualitas lingkungan hidup dapat ditingkatkan.

Cara tersebut ternyata belum efektif, terbukti masih banyak perusahaan baik yang berskala besar maupun industri rumah tangga yang belum mengolah limbahnya secara baik, sehingga pencemaran lingkungan tetap berjalan terus. Hal tersebut terkait dengan masalah teknis pembuatan unit pengolahan limbah yang membutuhkan lahan yang cukup luas dan biaya pembangunan dan operasionalnya yang cukup mahal. Dengan adanya proses pencemaran yang masih berlangsung, maka strategi pengelolaan lingkungan berubah menjadi upaya pencegahan (*prevention*) yang kemudian konsep ini dikembangkan menjadi prinsip produksi bersih (*cleaner production*) sebagai suatu strategi meminimisasi terjadinya limbah, yang pada akhirnya diharapkan akan mengurangi terjadinya pencemaran lingkungan.

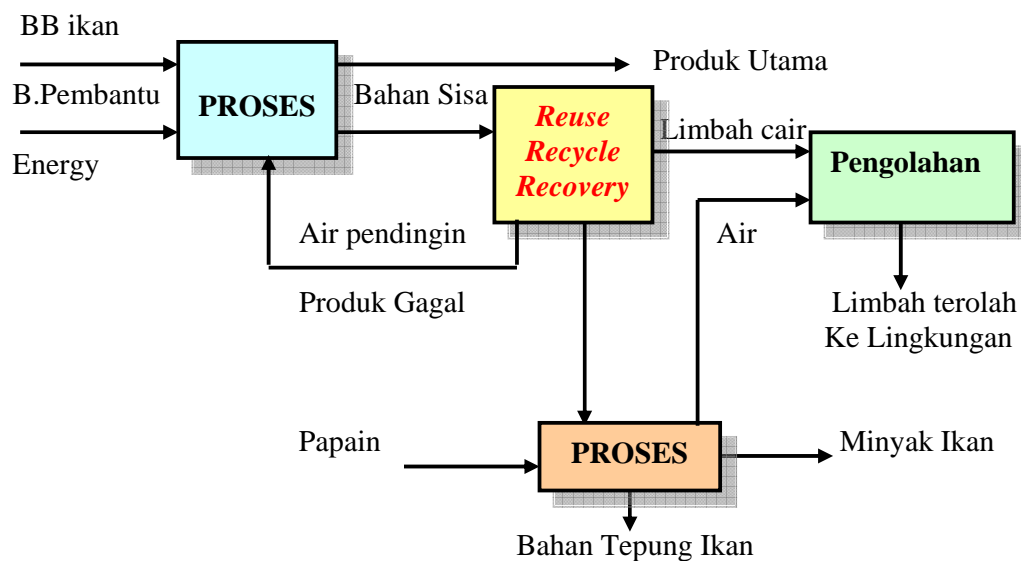
Secara konseptual upaya meminimisasi adalah :

- 2 Pencegahan terjadinya limbah (*Elimination/Prevention*)
- 3 Pengurangan terjadinya limbah (*Reduction*)
- 4 Pakai ulang (*Re-use*)
- 5 Daur ulang (*Recycle*)
- 6 Pungut ulang (*Recovery*)

Dalam kaitan tersebut diatas maka penelitian ini mencoba meneliti proses pungut ulang (*recovery*) limbah/bahan sisa padatan industri pengalengan ikan, dimanfaatkan untuk memperoleh produk baru yang memiliki nilai ekonomis lebih baik dan diharapkan dengan proses pungut ulang ini terjadi pengurangan timbulan limbah yang pada akhirnya akan mengurangi pencemaran terhadap lingkungan.

Adapun konsep yang akan di pergunakan adalah memungut ulang bahan sisa untuk dimanfaatkan kemudian diproses untuk menghasilkan minyak ikan dan bahan tepung ikan yang memiliki nilai ekonomis lebih baik. Asumsinya bahwa ketika minyak ikan dapat terambil dari bahan sisa hasil proses pengalengan berupa potongan kepala, sirip, ekor, sisik dan isi perut dalam jumlah yang cukup banyak diharapkan timbulan limbah akan berkurang. Secara skematis pungut ulang (*recovery*) bahan sisa tersebut dapat dilihat pada sekema di bawah ini :

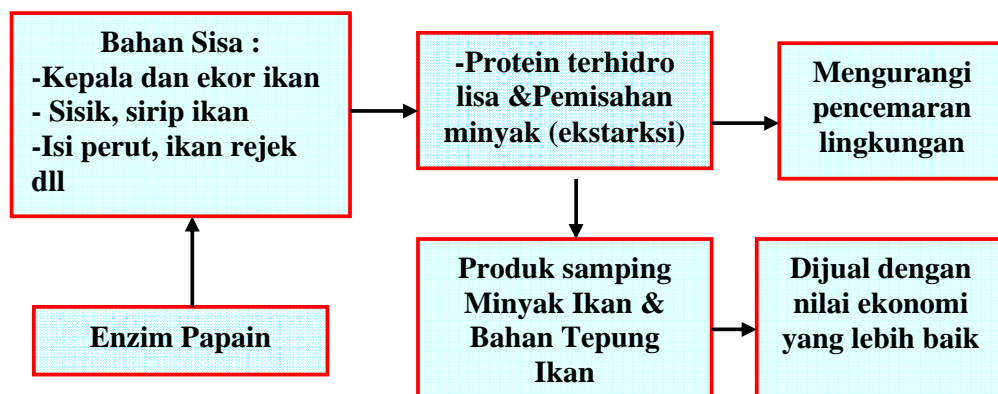
Gambar : 3 Pungut Ulang (Recovery) Bahan Sisa



Seperti diketahui bahwa bahan sisa industri pengalengan ikan adalah tergolong limbah pangan yang cepat sekali mengalami pembusukan. Oleh karena itu bila tidak ditangani secara cepat akan menimbulkan bau yang menyengat. Bau busuk yang menyengat disebabkan adanya proses penguraian protein yang ada pada bahan sisa berupa limbah padat. Pemanfaatan bahan sisa industri pengalengan ikan melalui proses pemanasan dengan penambahan ezim papain pada konsentrasi tertentu diharapkan akan mampu mengurangi masalah bau yang mencemari lingkungan dan sekaligus dapat menghasilkan produk baru yang lebih bermanfaat berupa minyak ikan dan bahan tepung ikan, Dengan demikian dapat dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut :

1. Adanya tumpukan bahan sisa yang belum dikelola secara baik yang berakibat pada timbulnya pencemaran lingkungan berupa bau busuk yang tidak sedap serta munculnya serangga lalat dalam jumlah yang relatif besar.
2. Konsekuensi ekonomi atau munculnya biaya eksternal untuk menangani bahan sisa yang belum termanfaatkan secara baik.

Gbr. 4. Kerangka pemikiran Pemanfaatan Bahan Sisa



1.3 Tujuan Penelitian

1. Diperoleh diversifikasi produk berupa minyak ikan hasil dari pemanfaatan bahan sisa Industri Pengalengan Ikan
2. Diperoleh recovery ekonomi dari proses pemanfaatan bahan sisa industri pengalengan ikan dengan melakukan modifikasi proses penanganan.

1.4 Manfaat Penelitian.

1. Bagi Peneliti.

Menambah wacana baru secara ilmiah tentang pengolahan bahan sisa industri pengalengan ikan dalam rangka membantu peneliti dalam pengambilan keputusan.

2. Bagi Industri, hasil penelitian ini dapat dipergunakan sebagai referensi dalam upaya diversifikasi produk dengan memanfaatkan bahan sisa, menjadi produk baru yang memiliki nilai ekonomis lebih baik, guna meningkatkan efisiensi perusahaan dan mengurangi terjadinya pencemaran lingkungan.

BAB. II. TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Landasan Teori

a. Biologi Ikan Herring (*Clupea harengus L.*)

Menurut (*Saanin, 1984*), ikan herring (*Clupea harengus L.*) memiliki klasifikasi sbb :

Kingdom : Animalia
Phylum : Chordata
Class : Pisces
Ordo : Malacopterygii
Family : Clupeidae
Genus : Clupea
Species : *Clupea harengus L.*

Ikan herring (*Clupea harengus L.*) memiliki ciri warna punggung biru kehijauan dan pada bagian perut memiliki warna putih perak. Untuk produk pengalengan biasanya ukuran berat ikan yang digunakan lazimnya berkisar antara 100 – 200 gram per ekor. Jenis ikan ini hidup di perairan subtropis dan termasuk kategori ikan pelagis kecil.

Pada umumnya ikan telah banyak dikenal, karena boleh dikatakan semua orang pernah menggunakannya sebagai bahan pangan dengan cara dimasak terlebih dahulu, misalnya sebagai lauk pauk. Sifat hasil perikanan yang kadang-kadang tidak disadari peranannya adalah cepatnya menjadi rusak dan membusuk (*Hadiwiyoto, Sudewo, 1993*). Untuk menjaga agar hasil perikanan ini bisa bertahan lama, maka diperlukan pengolahan lebih lanjut diantaranya adalah memlalui proseas pengalengan.

Stansby (1982 dalam Winarno) mengklasifikasikan ikan, berdasarkan kandungan minyak dan proteinnya menjadi lima kategori yaitu :

1. Kelas A : ikan dengan kandungan lemak rendah (< 5 %) dan kandungan protein tinggi (15 – 20 %) .
2. Kelas B : ikan dengan kandungan lemak sedang (5 - 15 %) dan kandungan protein tinggi.
3. Kelas C : ikan dengan kandungan lemak tinggi (> 15 %) dan kandungan protein tinggi.
4. Kelas D : ikan dengan kandungan lemak rendah dan kandungan protein sangat tinggi (> 20 %) .
5. Kelas E : ikan dengan kandungan lemak rendah dan kandungan protein rendah (< 15 %) .

Komposisi kimiawi daging ikan secara umum adalah air 66 – 84 % , protein 15 – 24 % , karbohidrat 1 – 3 % , lemak 0.1 – 22 % dan substansi anorganik 0.8 – 2 % . Komponen kimia daging ikan yang paling dominan adalah air. Jumlah air dalam daging ikan berpengaruh terhadap kandungan lemak, semakin tinggi kadar airnya semakin rendah kadar lemak daging ikan (*Suzuki, 1981*)

Ikan disamping sebagai sumber protein hewani bagi manusia, juga memiliki kandungan lain yaitu minyak. Untuk kandungan minyaknya antara jenis yang satu dengan lainnya tidaklah sama. Seperti apa yang dilaporkan oleh FAO bahwa jenis ikan herrings (*clupea harengus*) memiliki kandungan minyak antara 2 % s/d 30 % tergantung pada musimnya.

Adapun Struktur tubuh ikan menurut *Hadiwiyoto 1993* dapat di kelompokkan menjadi :

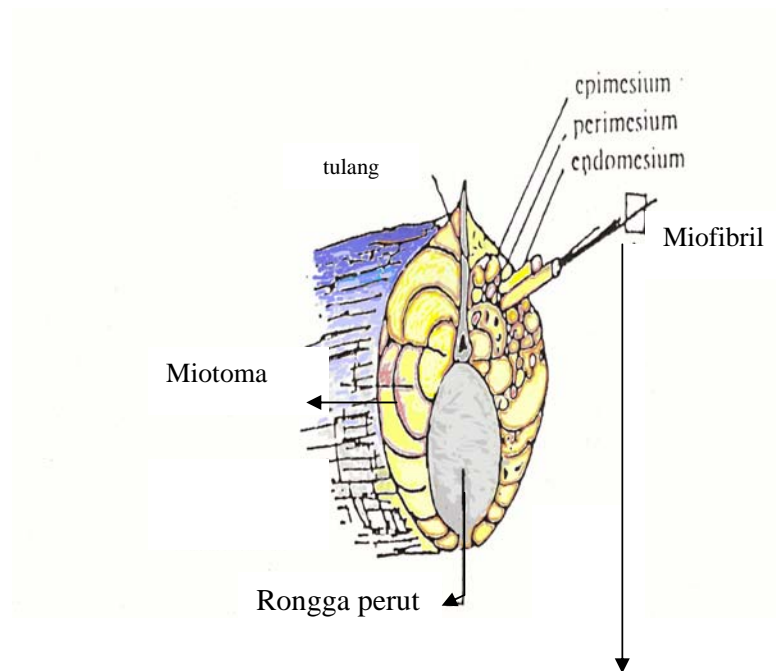
1. Kerangka, dan bagian pokok kerangka ikan adalah tulang punggung ikan
2. Daging dan otot, daging dan otot kebanyakan terdapat pada bagian punggung, bagian perut, pangkal sirip punggung (*dorsal*), pangkal sirip ekor (*kaudal*), dan pangkal sirip belakang (*anal*). Disamping itu juga terdapat pada pangkal sirip dada (*ventral*), pangkal sirip depan (*pecktoral*) dan pada bagian kepala.

Daging yang terletak di bagian punggung dan perut , merupakan jaringan pengikat yang terbanyak yang tersusun oleh segmen-segmen yang disebut miotoma, yang tampak seperti garis sig-zag. Miotoma diikat oleh jaringan yang lebih besar lagi yang disebut Miosepta. Mitoma tersusun dari satu kumpulan benang-benang daging yaitu endomiosin yang merupakan sel daging ikan . Satu sel daging ikan tersusun oleh benang-benang halus yang disebut miofibril. Antara miofibril satu dengan yang lainnya terdapat cairan sel yang disebut sarkoplasma.

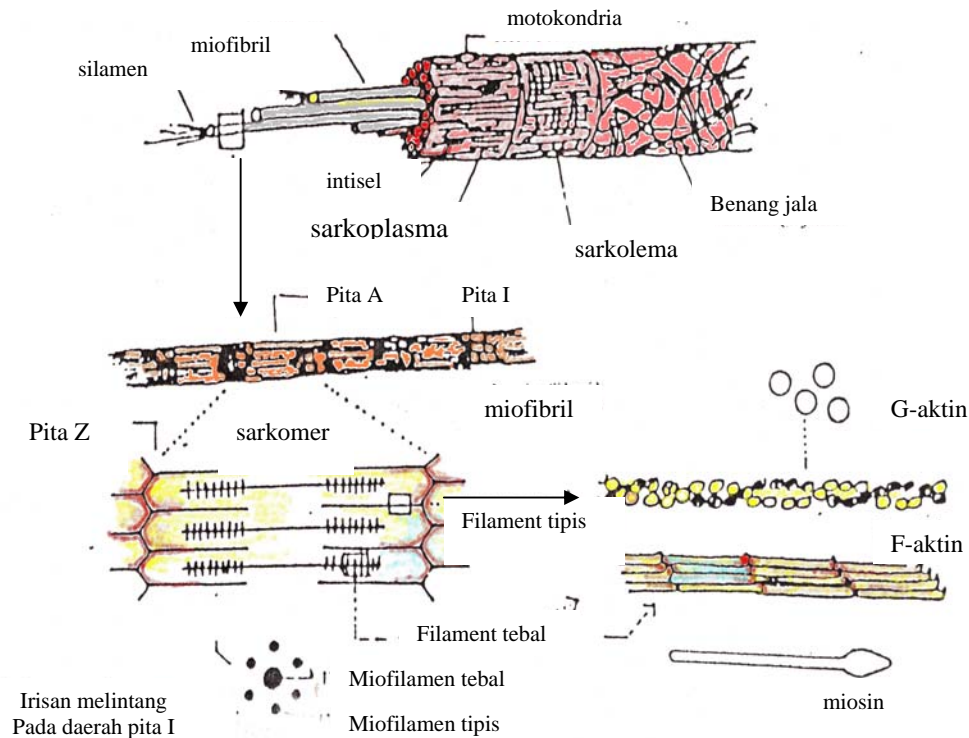
Miofibril bukan merupakan benang terkecil ukurannya karena miofibril ini tersusun oleh benang-benang yang lebih halus yang disebut Miofilamen. Ada dua macam miofilamen yaitu miofilamen tebal yang merupakan protein miosin dan miofilamen tipis yang merupakan protein aktin. Satu miofilamen tebal (*protein miosin*) dikelilingi oleh enam miofilaamen tipis (*protein aktin*).

Apabila kedua miofilamen ini bergabung akan menjadi protein aktomiosin. Miofilamen-miofilamen tersebut merupakan benang lurus yang pada tempat-tempat tertentu membentuk ikatan yang tampak dalam mikroskop seperti huruf Z yang bergandengan. Jarak antara pita Z yang satu dengan yang lainnya bervariasi antara $2.5 \mu\text{m}$ sampai $3 \mu\text{m}$. Satu jarak tersebut disebut sarkomer, jadi miofibril itu terdiri atas banyak sarkomer.

Didalam sarkoplasma terdapat inti sel, mitokondria, mikrosoma, substansi golgi, fibroblas, serta substansi seperti pasir. Dinding selnya terdiri dari atas beberapa lapisan. Lapisan pertama merupakan endomiosin dan lapisan yang kedua terletak dibawah endomiosin yang disebut sarkolema, dan lapisan yang ketiga dibawah sarkolema merupakan benang-benang jala yang disebut sarkoplasma retikulum. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



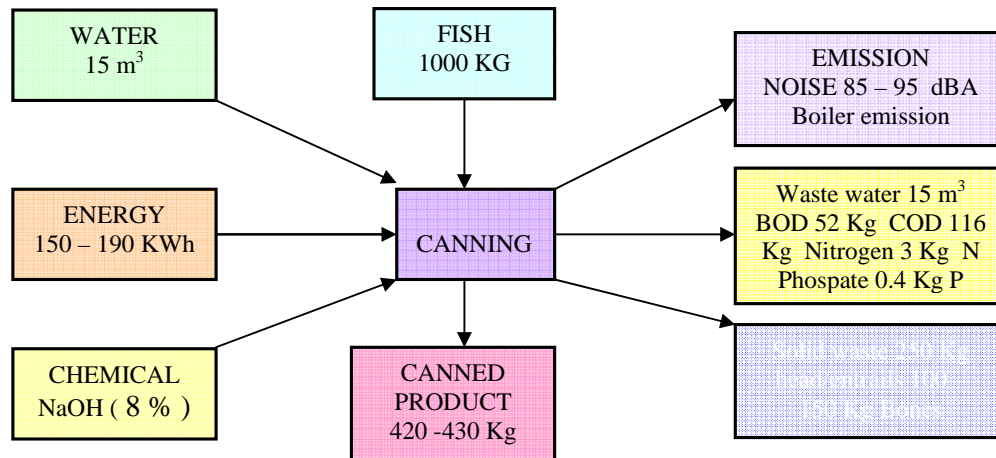
Gambar : 5 Irisan Melintang Daging Ikan



Gambar : 6 Daging Ikan dan komponen-Komponen Penyusunnya
 Sumber : A.M. Atschul dalam Hariwiyoto, 1997

Kegiatan atau proses pengalengan ikan juga seperti halnya pada proses pangan yang lain, selalu menghasilkan bahan sisa. Bahan sisa dalam bentuk padat adalah berupa potongan kepala, sirip, ekor sisik dan isi perut. Bahan sisa yang dihasilkan jumlahnya cukup besar berkisar 20 – 35 % dari bahan baku yang di produksi, seperti terlihat pada tabel : 3 diatas bahwa bahan sisa yang terjadi di PT. Maya Food Industries Pekalongan berkisar 400 ton per tahun. Dengan jumlah yang cukup besar ini maka dibutuhkan suatu penanganan yang baik agar tidak mencemari lingkungan. Penerapan prinsip produksi bersih dengan memanfaatkan bahan sisa tersebut adalah salah satu alternatif untuk meminimalisir terjadinya limbah yaitu dengan memungut ulang (*recover*) limbah padat tersebut dan selanjutnya diproses untuk menghasilkan produk

samping yang memiliki nilai ekonomis lebih baik. Berkaitan dengan limbah yang di timbulkan oleh industri pengalengan ikan, berikut ini disajikan neraca bahan (input output) pada industri pengalengan ikan.



Gambar : 7 Neraca Bahan Proses Pengalengan Ikan

Sumber : Roberto Lopez Chaverri (1999)

c. Minimisasi Limbah.

Konsep minimisasi limbah diperkenalkan oleh (EPA) *Environmental Protection Agency* Amerika Serikat sejak tahun 1988. Dalam konsep ini diperkenalkan pendekatan-pendekatan dan teknik-teknik pencegahan terjadinya limbah. Hal ini mengandung pengertian pengurangan terjadinya limbah pada sumbernya yaitu dengan cara :

- a. Merubah input Bahan Baku.
- b. Merubah Teknologi.
- c. Merubah Proses
- d. Merubah Produk

Pada saat ini minimisasi limbah dan istilah pencegahan terjadinya limbah sering kali dipakai secara bergantian. Pencegahan pencemaran (*Pollutan Prevention*)

berarti tidak menimbulkan pencemaran pada tahapan awalnya yaitu dengan cara mereduksi pada sumbernya. Sedangkan minimisasi limbah adalah istilah yang mengandung pengertian yang lebih luas yang meliputi : Reduce, Reuse, Recycle dan Recovery pada sumbernya yang bertujuan untuk mereduksi limbah yang harus diolah atau dibuang, *UNEP (2001)*. Adapun manfaat secara umum dari minimisasi limbah adalah :

1. Manfaat secara ekonomi : Sedikit material yang menjadi limbah, sehingga memperkecil jumlah material yang harus dibeli dan memperkecil pengolahan limbah atau pembuangan limbah.
2. Manfaat regulasi : Memperkecil limbah yang dibuang akan memperkecil regulasi perijinan dan memperkecil resiko inspeksi yang dilakukan oleh inspektor.
3. Manfaat Lingkungan : Suatu fakta bahwa sedikit limbah berbahaya yang dihasilkan akan sedikit yang dibuang ke tempat pembuangan, artinya akan mengurangi beban pada sumbernya dan memperkecil kontaminasi air tanah serta polusi yang lain.
4. Manfaat Legal : Sedikit limbah yang berbahaya yang di kirim ke tempat pengolahan, penyimpanan dan pembuangan akan memperkecil tanggung jawab. Oleh kerna itu minimisasi limbah adalah solusi yang menang-menang (win-win solution) antara regulator dan generator, dimana akan menghasilkan pengurangan aturan-aturan, biaya pembuangan limbah dan tanggung jawab terhadap resiko kesehatan yang mungkin timbul di masyarakat dan lingkungan (*Anonimus*)
Stuart L. Hart (1997) dalam Bambang Irawan, ada tiga strategi yang dapat dilakukan oleh perusahaan dalam menerapkan kepedulian terhadap lingkungan

dengan upaya pencegahan terhadap terjadinya pencemaran. Strategi dimaksud adalah :

1. Pencegahan Pencemaran (*Pollution Prevention*), pencegahan pencemaran dapat dilakukan dengan melakukan pengolahan terhadap limbah yang telah terjadi. Fokus pencegahan pencemaran adalah dengan meminimisasi atau mengeliminasi limbah sebelum limbah itu terjadi. Pencegahan pencemaran merupakan bagian dari total quality management yang dapat dijadikan sebagai upaya strategi bersaing perusahaan.
2. Pelayanan Produk (*Product Stewardship*), pelayanan produk memfokuskan untuk meminimisasi bukan saja polusi dari pabrik tetapi juga semua dampak lingkungan yang berkaitan dengan daur hidup penuh suatu produk. Dengan melakukan kegiatan yang menuju zero pollutant berarti perusahaan harus melakukan perubahan yang mendasar dalam desain produk dan prosesnya.
3. Teknologi bersih (*Clean Technology*), pendekatan teknologi bersih adalah bersifat preventif atau upaya pencegahan terhadap timbulnya limbah atau bahan pencemar dengan melihat bagaimana suatu proses produksi dijalankan dan bagaimana daur hidup suatu produk. Sejalan dengan itu menurut *Kementrian Lingkungan Hidup (2003)* memaknai produksi bersih sebagai suatu strategi pengolahan lingkungan yang bersifat preventif, terpadu dan diterapkan secara terus menerus pada setiap kegiatan mulai dari hulu ke hilir yang terkait dengan proses produksi, produk dan jasa untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya alam, mencegah terjadinya pencemaran lingkungan dan mengurangi terbentuknya limbah pada sumbernya sehingga dapat meminimisasi resiko terhadap kesehatan dan keselamatan manusia serta kerusakan lingkungan. Sementara UNEP (*United Nation Environmental*

Programme) mendefinisikan sebagai suatu strategi pencegahan dampak lingkungan terpadu yang diterapkan secara terus menerus pada proses, produk, jasa untuk meningkatkan efisiensi secara keseluruhan dan mengurangi resiko terhadap manusia maupun lingkungan. Produksi bersih dapat dilakukan pada proses-proses di banyak industri, pada berbagai produk dan pada berbagai jasa yang ada di masyarakat. “ *Cleaner Production is the continuous application of integrated preventive environmental strategy to processes, products, and services to increase overall efficiency, and reduce risk to humans and environment. Cleaner Production can be applied to the processes used in any industry, to products themselves and to various services provided in society* “

Dari pengertian diatas dapat disimpulkan sebagai kata kunci yang dapat dipakai dalam pengelolaan lingkungan yaitu : Pencegahan, Proses, Produk dan Jasa, peningkatan efisiensi, minimisasi resiko.

d. Minyak ikan

Limbah Industri pengalengan ikan sebenarnya dapat menghasilkan beberapa jenis produk samping, namun belum banyak dimanfaatkan, salah satu produk samping yang memiliki nilai ekonomis adalah minyak ikan. Didalam tubuh ikan minyak terdistribusi kedalam berbagai jaringan tubuh dengan konsentrasi yang berbeda-beda menurut jenis ikan dan musim (*Winarno, 1999*). Berdasar pada konsentrasi simpanan minyaknya (*Okada, 1990 dalam Winarno*) mengategorikan menjadi dua tipe, yakni yang menyimpan minyak dalam jaringan otot dan yang menyimpan minyak dalam jeroan atau organ dalam.

Tabel : 4 Distribusi Minyak Dalam Tubuh Ikan (%)

Jenis Ikan	Daging	Jeroan	Kepala
Mackerel	58.50	14.40	27.10
Skipjack Tuna	63.00	6.40	30.60
Big eye Tuna	45.80	6.90	47.30
Flounder	33.20	19.70	47.10
Cod/Gadus mortua	9.00	83.80	7.80
Bluefish	35.30	5.90	58.80

Menurut *Baliley dalam Brody* (1965), minyak ikan selain mempunyai asam lemak trigleserida dengan rantai panjang, juga mengandung komponen-komponen yang tidak berlemak seperti vitamin A dan D. *Vitamin A* yang larut dalam minyak ikan ditemukan dalam jumlah besar pada minyak hati ikan dan ditemukan lebih sedikit dalam minyak tubuh ikan. Sedangkan *Vitamin D* terutama banyak ditemukan pada minyak hati ikan.

Adapun sifat kimiawi minyak ikan seperti yang disampaikan oleh *Weiss* (1983) adalah sebagai berikut ; mudah beroksidasi dengan udara dan bersifat asam lemak karena, adanya asam lemak bebas, serta mempunyai sifat dapat berpolimerisasi. Dari kedua sifat tersebut maka minyak ikan memiliki sifat sebagai minyak pengering yang dapat dipergunakan dalam industri cat dan penyamakan kulit.

Selanjutnya, sifat fisik dari minyak ikan antara lain memiliki berat jenis yang lebih kecil dari berat jenis air, mempunyai derajat kekentalan yang spesifik dan

lemak minyak ikan mempunyai sifat tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut lemak seperti ether, benzene, petroleum ether (*Weiss, 1983; Sen dan Chaluvaiiah, 1968*)

Bilangan Iod dapat dipergunakan untuk menentukan derajat ketidakjenuhan dari minyak dimana makin tinggi bilangan Iod maka makin besar derajat ketidakjenuhan dari minyak. Minyak ikan dengan bilangan iod yang tinggi setelah proses hidrogenasi akan menghasilkan minyak yang tahan terhadap proses oksidasi, *Ketaren (1986)*

Bilangan Asam, bilangan asam adalah salah satu parameter untuk menentukan kualitas minyak. Dari berbagai penelitian yang dilakukan ternyata minyak ikan memiliki manfaat yang sangat baik bagi manusia, dan dapat menyembuhkan beberapa penyakit. Seperti apa yang dikatakan oleh; *Barry Sears (2000)*; Minyak ikan sangat luas penggunaannya dan yang terpenting adalah pencegahan terhadap penyakit jantung, karena minyak ikan memiliki konsentrasi kandungan Omega 3 yang tinggi. Penelitian baru juga menyarankan bahwa mengkonsumsi minyak ikan dalam dosis yang besar sangat efektif untuk pencegahan penyakit parkinson dan penyakit neurologi lainnya.

e. Enzim

Enzim merupakan protein globular yang umumnya berfungsi sebagai biokatalis pada semua proses kimia dalam makhluk hidup, sehingga disebut *life is enzyme* (*Abdul Hamid A. Toha, 2001*). Dalam jumlah yang sangat kecil enzim dapat mengatur reaksi tertentu sehingga dalam keadaan normal tidak terjadi penyimpangan-penyimpangan hasil akhir reaksinya. Kecepatan reaksi

tergantung pada konsentrasi enzim yang berperan sebagai katalisator dalam reaksi itu (*Girindra, Aisyah, 1986*).

f. Papain

Papain merupakan enzim proteolitik yang berasal dari getah pepaya. Enzim papain memiliki kemampuan untuk memecahkan molekul protein, dewasa ini papain menjadi suatu produk yang sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia, baik dalam rumah tangga maupun industri. (*Winarno, 1995*) papain mempunyai daya tahan panas lebih tinggi dari enzim lain. Keaktifan enzim papain hanya menurun 20 % pada pemanasan 70 °C selama 30 menit pada pH 7. Sementara penelitian lain menyebutkan bahwa papain aktif pada pH 5 – 7 dan pada temperatur 65 – 80 °C .

Ada beberapa manfaat papain (*Dudung Muhidin, 1999*) antara lain sebagai pembuat konsentrat protein dan penghidrolisis protein. Papain dapat digunakan sebagai bahan penghancur sisa atau buangan hasil industri pengalengan ikan menjadi bubur ikan atau konsentrat protein hewani. Daya memecahkan molekul protein yang dimiliki papain dapat diintensifkan lebih jauh menjadi kegiatan hidrolisis protein. Namun kegiatan ini dapat berlangsung kalau pH, suhu, kemurnian dan konsentrasi papain berada pada kondisi yang tepat. Papain mempunyai keaktifan sintetik, disamping keaktifan untuk memecah protein, papain mempunyai kemampuan membentuk protein baru atau senyawa protein dari hasil hidrolisis protein (*Winarno, 1995*)

Dengan kemampuan enzim papain tersebut diatas maka penggunaan ini diharapkan mampu memecahkan jaringan protein pengikat (Stroma) yang ada pada daging ikan. Protein stroma merupakan jaringan pengikat yang terdiri dari komponen kolagen dan elastin (*Sikorski, et al, 1990 dalam Fredy*).

Kolagen dalam jumlah banyak bila dipanaskan di dalam air mendidih, maka kolagen akan berubah sifatnya menjadi gelatin yang mampu membentuk gel pada suhu 35-40 °C dan akan berfungsi sebagai stabilisator dan dapat mempertahankan sifat emulsifer (*Kirk dan Othmer, 1951, dalam Fredy*). Sifat emulsifer yang dimiliki protein ini yang diharapkan dihancurkan oleh enzim papain. Dengan terpecahkannya jaringan pengikat ini diharapkan minyak yang terdistribusi ke dalam berbagai jaringan tubuh termasuk pada seluruh daging ikan dapat keluar dengan mudah ketika dipanasi pada temperatur tertentu.

g. Ekstraksi.

Ekstraksi adalah proses pemisahan minyak dari bahan yang mengandung minyak, yang dalam penelitian ini bahan dimaksud adalah bahan sisa. Adapun cara yang lazim digunakan adalah melalui proses rendering, yaitu suatu proses pemisahan minyak melalui proses panas. Dalam penelitian ini ekstraksi yang dipergunakan adalah dengan menggunakan uap panas. Tujuan dari pemanasan ini adalah untuk menghancurkan protein ikan, sehingga memungkinkan terjadinya pemisahan minyak melalui proses mekanis (*Martin, Roy. E, 1990*)

2.2 Originalitas Penelitian

Penelitian tentang limbah padat industri pangan terutama industri pengalengan ikan bukan merupakan hal baru demikian pula penelitian tentang minyak ikan. Namun penelitian terdahulu belum mengaitkan masalah pengaruh penambahan ezim papain terhadap kualitas maupun kuantitas minyak ikan yang dihasilkan. Selain itu penelitian sebelumnya dilakukan pada skala laboratorium, dengan jumlah sampel yang relatif sedikit. Sedangkan

penelitian kali ini dilakukan dengan modifikasi proses yang sebenarnya dengan volume sampel yang relatif lebih besar (*action research*).

2.3. Hipotesis

3. Apakah ada peningkatan hasil minyak ikan setelah ada penambahan konsentrasi enzim papain dalam pengolahan bahan sisa industri pengalengan ikan.

4. Apakah ada nilai ekonomi yang dihasilkan setelah dilakukan penambahan enzim papain pada konsentrasi tertentu kedalam proses pengolahan bahan sisa industri pengalengan ikan.

BAB. III. METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian/Perspektif Pendekatan Penelitian

3.1.1 Proximate Analysis Komposisi Kimiawi Daging Ikan.

Seperti dijelaskan diatas bahwa komposisi kandungan kimiawi pada tubuh ikan menurut (*Suzuki, 1981*) secara umum adalah air 66 – 84 %, protein 15 – 24 %, karbohidrat 1 – 3 %, lemak 0.1 – 22 % dan substansi anorganik 0.8 – 2 %. Komponen kimia daging ikan yang paling dominan adalah air. Jumlah air dalam daging ikan berpengaruh terhadap kandungan lemak, semakin tinggi kadar airnya semakin rendah kadar lemak daging ikan. Sementara dilaporkan oleh *Norwegian Seafood Export Council* kandungan nilai nutrisi (*Asam Lemak*) ikan herring adalah sbb : Total Saturated Acid = 23.1 %, Total Mono-unsaturated = 46.5 %, Total Omega 3 = 24.8 %, Total Omega 6 = 1.7 %.

3.1.2 Proximate Analysis Proteolitik Papain.

Telah diketahui bahwa kualitas papain sangat ditentukan oleh kemampuannya untuk memecahkan jaringan protein yang disebut sebagai aktivitas proteolitik. Menurut (*Muhidin, 1999*) dalam dunia perdagangan papain diukur dengan metoda penggumpalan susu (*milk clotting unit*) / *MCU* dan untuk mengetahui kemampuan papain tersebut dapat dilakukan sbb :

1. Timbang sample papain sebanyak 1 g
2. Haluskan papain
3. Masukkan larutan papain kedalam labu ukur 100 ml, lalu tambahkan air hingga tepat pada garis ukur yang menunjukkan volume 100 ml.

4. Tutup labu ukur dan kocok larutannya dengan cara di bolak-balik selama 30 detik, lalu di aduk sampai merata.
5. Siapkan larutan susu bubuk full cream dengan kepekatan 12 % (2 g susu dilarutkan dengan air hingga menjadi larutan sebanyak 100 ml).
6. Ambil sebanyak 10 ml larutan susu dengan pipet dan masukan kedalam tabung reaksi, lalu tempatkan dalam oven atau inkubator. Panaskan oven atau inkubator sampai suhu 40 °C.
7. Ambil sekitar 0.1-1.0 ml larutan papain jernih dengan pipet lalu masukan
8. kedalam larutan susu yang ada dalam oven bersuhu 40 °C. Gunakan stop wach tepat saat larutan dimasukan untuk pencatatan waktu.
9. Goyang perlahan-lahan campuran tersebut sambil suhunya dijaga tetap pada 40 °C hingga terjadi gumpalan. Matikan stopwach tepat ketikan larutan membentuk gumpalan. Catat waktu yang dibutuhkan hingga menggumpal. Setelah diperoleh waktu penggunpalan tersebut aktivitas proteolitik sample papain dapat dihitung menggunakan rumus sbb :

$$\text{Aktivitas proteolitik} = \frac{1}{E \times t} \text{ MCU/mg}$$

E x t

Dimana : 1 adalah konstanta, E adalah berat sample yang diuji, dalam satuan mg, t adalah waktu yang diperlukan hingga protein menggumpal dalam satuan menit.

3.1.3 Bahan

a. *Bahan Dasar*

Dalam penelitian ini bahan dasar yang akan dipakai adalah limbah padat dari pengolahan ikan herring (*clupea harengus*) berupa potongan kepala ikan herring yang diambil di Industri pengalengan ikan. Bahan sisa tersebut dihasilkan dari ikan impor dari perusahaan Pelagic Freezing Scotland LTD yang berasal dari negara Scotlandia dengan spesifikasi sbb :

PELAGIC FREEZING SCOTLAND LTD
FROZEN HERRING (CLUPEA HARENGUS)

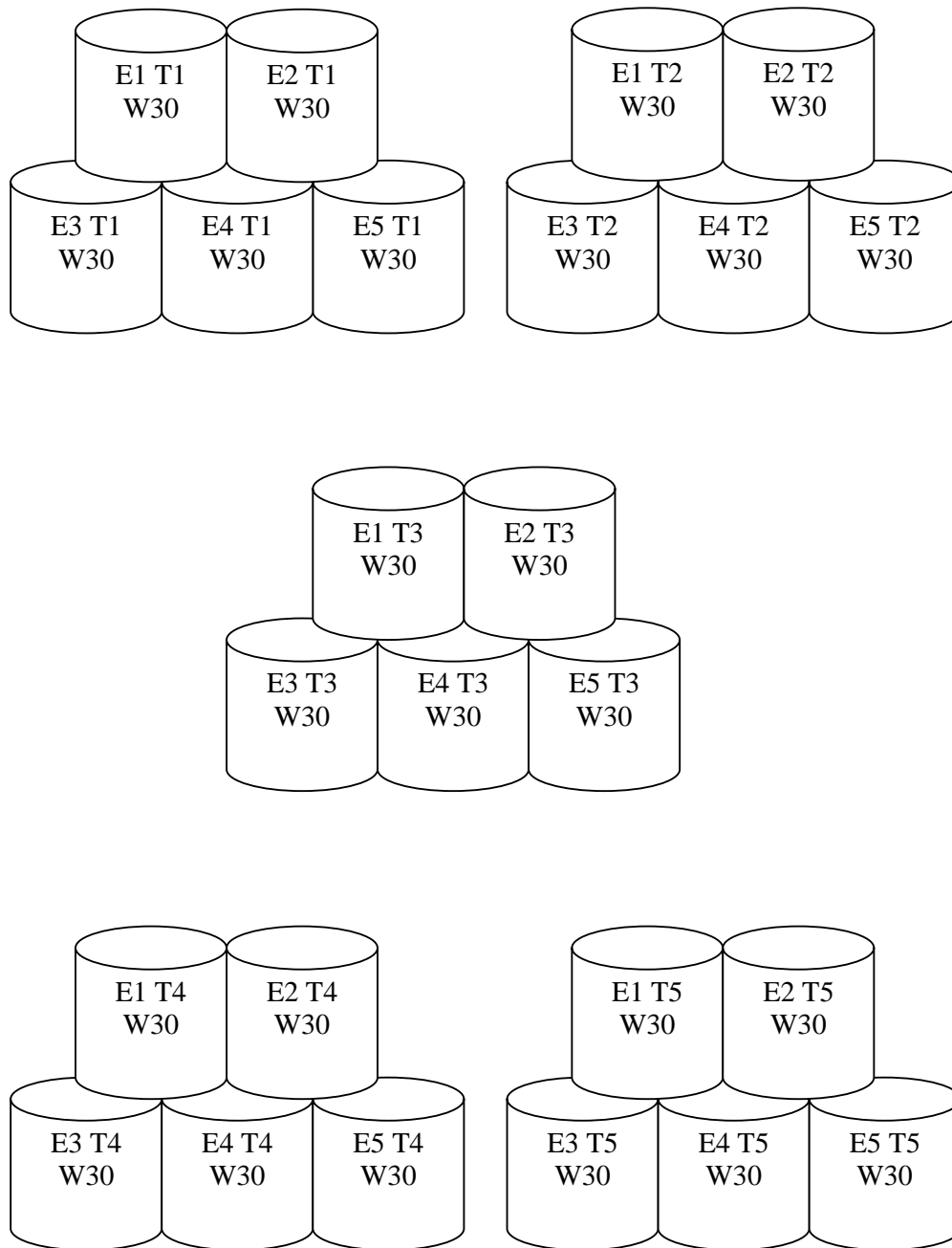
SIZE : 10 – 16
SEA AREA : NORT SEA FAO 27
BLOCKS : 50 X 20 KG
DATE 2/08/2004

b. Bahan Pembantu

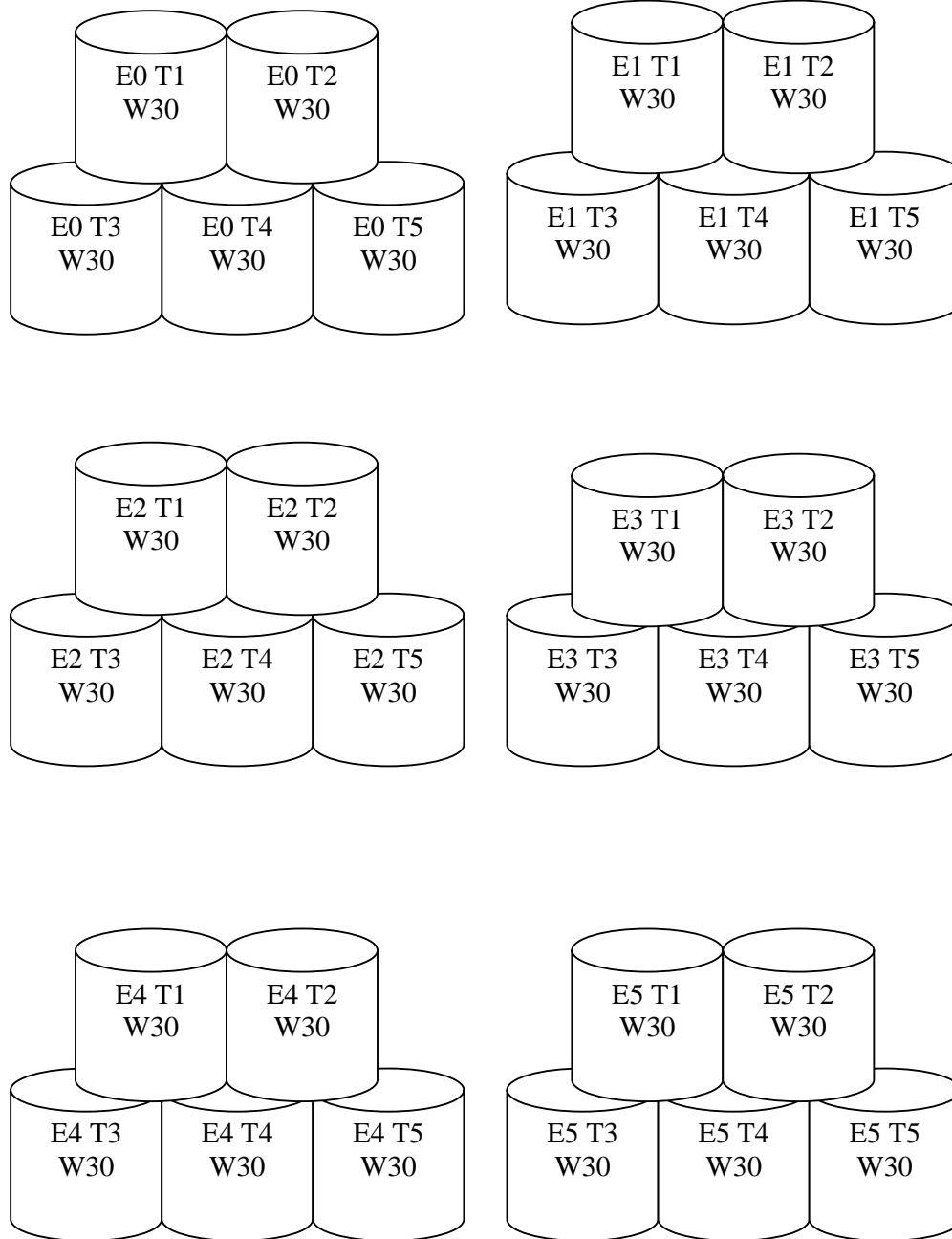
Bahan pembantu yang digunakan adalah berupa Enzim Papain kasar dari buah Pepaya muda dalam kondisi basah.

3.1.4 Rancangan Penelitian

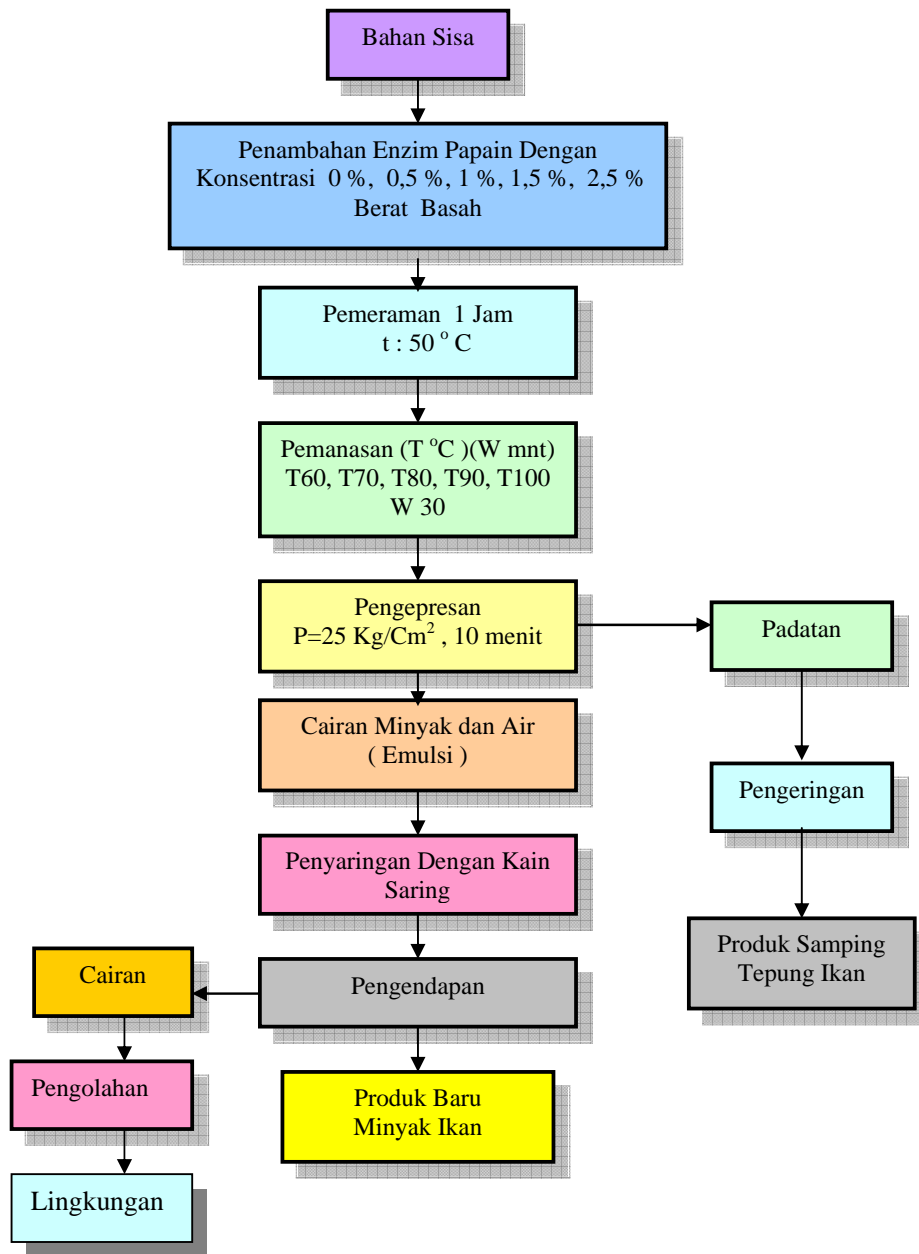
Penelitian ini merupakan percobaan (*experimental design*) yang terbagi menjadi dua bagian yaitu : Bagian pertama adalah merupakan penelitian pendahuluan, dan yang kedua adalah penelitian yang sebenarnya. Baik penelitian pertama maupun penelitian yang kedua menerapkan kombinasi variasi kosentrasi enzim papain, suhu rendering dan waktu tertentu pada proses ekstraksi, sehingga petrcobaan ini menggunakan rancangan petak yang terbagi dengan tiga kali pengulangan setiap kali perlakuan.



Gambar : 8 Rancangan Percobaan Penelitian Pendahuluan



Gambar : 9 Rancangan Penelitian Sebenarnya



Gambar.: 10. Bagan alir rancangan penelitian Limbah padat Industri Pengalengan ikan

3.1.5 Metode

3.1.5.1 Tahapan persiapan Bahan & peralatan

Persiapan yang dilakukan adalah :

Pertama, menyiapkan tempat atau ruang dengan berbagai peralatan untuk melakukan penelitian.

Kedua menyiapkan buah pepaya segar yang masih hijau, sebagai bahan pembuat enzim proteolitik papain. Kemudian pepaya tersebut diparut untuk membuat crude papain sebanyak 4 kg sesuai kebutuhan. Kemudian parutan buah pepaya (crude/ papain kasar) di timbang sesuai dengan keperluan.

Ketiga bersamaan dengan persiapan tersebut juga dilakukan persiapan terhadap bahan uji yaitu limbah padat, yang diambil dari ruang produksi dan dalam penelitian ini dibutuhkan sample bahan sisa sebanyak 216 kg.

3.1.5.2 Tahap Uji Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan bertujuan untuk mengetahui gambaran perlakuan terhadap bahan uji berupa limbah padat, baik perlakuan penabahan konsentrasi enzim papain, gambaran terhadap variasi temperatur, waktu yang diperlukan, serta gambaran hasil minyak ikan (rendemen) terhadap bahan uji yang akan di teliti pada tahap penelitian yang sebenarnya.

Dalam penelitian pendahuluan ini langkah kerjanya adalah sbb :

1. Menyiapkan crude papain kedalam 5 konsentrasi masing-masing dengan 3 kali ulangan dengan basis 0.5 %, 1 %, 1.5 %, 2 %, 2.5 % berat basah
2. Menyiapkan wadah kaleng dengan standar 603 dengan kapasitas 2 kg sebanyak 90 buah.

3. Menyiapkan bahan uji sebanyak 108 kg berupa bahan sisa, yang selanjutnya dimasukkan kedalam wadah kaleng dengan berat 1,2 kg per kaleng.

Adapun tahapan pengujian yang dilakukan adalah dengan melakukan pemeraman terlebih dahulu terhadap bahan uji yang sebelumnya telah ditambahkan enzim papain dengan konsentrasi tertentu selama 1 jam. Kemudian dimasukkan kedalam retort dengan variasi temperatur 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C, 100 °C, selama 30 menit.

3.1.5.3 Tahap Uji Sebenarnya

Berdasarkan hasil uji pada tahap pendahuluan, ternyata data yang diperoleh tidak menunjukkan data yang linier sehingga perlu dilakukan pengulangan guna memperoleh data yang lebih baik. Proses penelitian yang dilakukan pada tahapan ini sama seperti pada penelitian tahap pendahuluan hanya saja ada perlakuan yang berbeda yaitu dengan menambahkan variasi tanpa papain (E 0) sebagai kontrol. Tujuan dari tahapan uji sebenarnya adalah untuk memperoleh data primer yang valid berupa hasil minyak ikan pada konsentrasi enzim papain 0.5 %, 1 % 1.5 %, 2 % dan 2.5 % dan pada variasi temperatur 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C, 100 °C dengan waktu 30 menit.

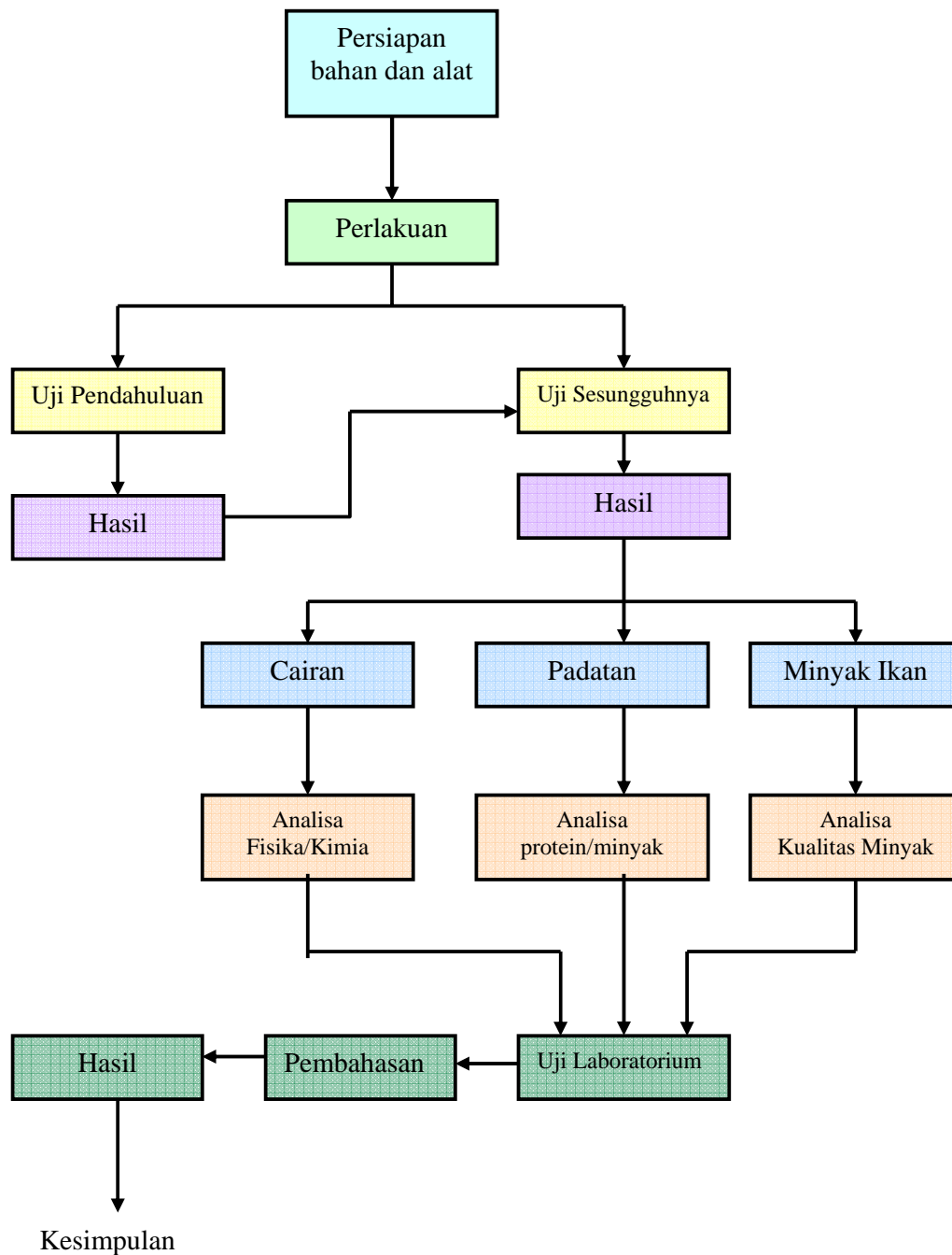
3.1.5.4 Cara kerja

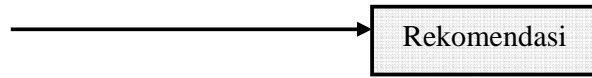
Setelah semua persiapan selesai dilakukan , maka dilakukan tahapan pekerjaan sebagai berikut :

- a. Memasukan bahan uji (bahan sisa) kedalam wadah kaleng sebanyak 90 kaleng dengan berat 1,2 kg.
- b. Memasukan enzim papain kedalam wadah kaleng yang sudah berisi bahan uji (bahan sisa) dengan konsentrasi 0.5 %, 1 %, 1.5 %, 2 %, 2.5 % kemudian diaduk sampai rata dan diberi tanda 0.5 % = E1, 1 % = E2, 1.5 % = E3, 2 % = E4, 2.5 % = E5.
- c. Pemeraman bahan uji yang sudah ditambahkan enzim papain dengan konsentrasi tertentu selama 1 jam
- d. Proses rendering, yaitu melakukan proses pemanasan dengan menggunakan uap panas di dalam retort dengan variasi temperatur 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C, 100 °C, dengan standar waktu 30 menit. Agar sample tidak tertukar maka kode sample selanjutnya ditambah dengan kode variasi suhu dan waktu pemanasan (E1 T1 W30) kode E1 = Enzim 1 %, T1 = Suhu 60 °C dan W30 = waktu 30 menit dan seterusnya.
- e. Proses Pengepresan bahan uji dengan alat pengepres manual dengan tekanan berkisar 25 kg/cm².
- f. Penyaringan cairan hasil pengepresan dengan menggunakan kain saring, untuk memisahkan padatan dengan cairan.
- g. Dekantasi, untuk memisahkan minyak dengan cairan, karena minyak akan selalu pada lapisan atas.
- h. Mengambil hasil minyak ikan.
- i. Pengukuran hasil minyak kemudian di catat berdasarkan konsentrasi enzim papain, temperatur pemanasan, serta waktu yang di butuhkan.

- j. Semua tahapan tersebut diulang 3 kali ulangan yang dikelompokkan kedalam RUN 1 (ulangan 1), RUN2 (ulangan 2) dan RUN3 (ulangan 3).

Gambar : 11 Perspektif Pendekatan Penelitian





3.2. Ruang Lingkup/Fokus Penelitian

Fokus penelitian ini adalah pemanfaatan bahan sisa industri pengalengan ikan, berupa potongan kepala, ekor dan isi perut ikan herring (*Clupea harengus*) dengan menambahkan enzim papain dengan konsentrasi dan waktu tertentu dengan perlakuan panas guna memperoleh produk baru berupa minyak ikan.

3.3. Lokasi Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah di PT. Maya Food Industries Pekalongan Jawa tengah yang merupakan salah satu industri pengalengan yang cukup besar di Indonesia. Dasar pemilihan lokasi ini tentu terkait dengan lokasi yang dekat dengan tempat tinggal peneliti, sekaligus merupakan tempat dimana peneliti bekerja.

3.4. Variabel Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimental sebenarnya (*experimental design*) dengan variabel bebas konsentrasi enzim papain yang dipanasi pada variasi suhu dan waktu tertentu. Dan variabel terikat berupa hasil minyak ikan yang berkualitas baik dengan penambahan enzim papain pada konsentrasi dan waktu

yang tepat. Bahan dasar dalam penelitian ini adalah bahan sisa berupa kepala, ekor, sisik, isi perut, sirip ikan herring (*clupea harengus*) yang diambil dari PT. Maya Food Industries Pekalongan. Penelitian ini dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali.

3.5. Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh dari hasil percobaan yang sebenarnya, dengan tiga faktorial yaitu pengukuran variasi suhu, variasi konsentrasi enzim papain dan perlakuan waktu yang masing-masing dilakukan tiga kali pengulangan. Sedangkan data sekunder sebagai data pendukung diambil dari arsip kegiatan perusahaan yang berkaitan dengan proses yang dilakukan, ditambah hasil diskusi dengan karyawan yang bertugas di bagian produksi.

3.6 Instrumen Penelitian

Alat yang akan dipergunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital, kertas pH, gelas ukur, pisau, blender, pamarut, alat pemanas otomatis (automatic horizontal retort : tercakup pemanasan, pendinginan, termometer, tekanan, pencatatan waktu dan temeperatur), kain saring dan alat penggiling, alat pengempa, kaleng 603, ember, corong kerucut, pan, waskom, pipet dll.

3.7 Teknik Pengambilan sampel

Sampel berupa bahan sisa dari industri pengalengan ikan PT. Maya Food Industries Pekalongan Jawa Tengah, yang diambil 2 kali. Setiap pengambilan sebesar = $1.2 \text{ kg} \times 75 \text{ sample}$ dan $1.2 \text{ kg} \times 15 \text{ sample blanko} = 108 \text{ kg}$. Pengulangan dilakukan tiga kali = $2 \times 108 \text{ kg} = 216 \text{ kg}$.

3.8 Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian yang akan dianalisa diambil dari hasil percobaan dengan tiga faktorial, yaitu pengukuran variasi suhu : 60°C (T60); 70°C (T70); 80°C (T90) 100°C ; variasi konsentrasi enzim papain : 0 % (E0); 0,5 % (E1); 1 % (E2), 1,5 % (E3), 2 % (E4), 2,5 % (E5) dan waktu pemanasan selama 30 menit (W30), yang masing-masing dilakukan tiga kali pengulangan. Hasilnya dicatat sebagai data pokok untuk dianalisa. Adapun hasil dari percobaan ini selanjutnya di uji secara laboratoris pada laboratorium yang telah terakreditasi.

Adapun parameter yang di uji adalah :

- 1 Rendemen, dihitung dengan metode perbandingan
- 2 Bilangan asam
- 3 Bilangan iod

Data yang diperoleh dilapangan berupa hasil penelitian (minyak ikan, padatan dan cairan) kemudian dimasukan kedalam wadah, diberi kode sesuai dengan perlakuan, di catat dan selanjutnya dimasukan kedalam tabel.

3.9. Teknik Analisis Data.

Analisis data yang dipergunakan adalah dengan menggunakan statistik probabilitas dengan package program SPSS untuk menguji hipotesis penelitian. Kemudian dilanjutkan dengan analisis ekonomi (aspek keuangan) dan analisa lingkungan (kajian dampak)

3.10. Jadwal Penelitian

Persiapan dimulai dengan membuat proposal penelitian, persiapan lapangan, penelitian pendahuluan dan pelaksanaan penelitian sebenarnya. Proposal dibuat pada tanggal 27 September 2004, diseminarkan pada tanggal 21 April 2005 dan pelaksanaan penelitian pendahuluan dimulai tanggal 28 September 2004 sampai dengan 14 Oktober 2004, sedangkan penelitian lanjutan yang merupakan penelitian bagian kedua (penelitaian yang sebenarnya) dilakukan pada tanggal 10 - 28 Juni 2005 . Dan seminar hasil penelitian dilakukan pada tanggal : 5 September 2005.

BAB. IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Rona Lingkungan.

Penelitian ini merupakan studi kasus di PT. Maya Food Industries Pekalongan, yang merupakan salah satu Industri pengolahan hasil-hasil perikanan, utamanya pengalengan ikan. Lokasi berdirinya PT. Maya Food Industries terletak di Kota Pekalongan, tepatnya di JL. Jlamprang Kelurahan Krpyak Lor, yang secara administratif masuk kedalam wilayah kecamatan Pekalongan Utara.

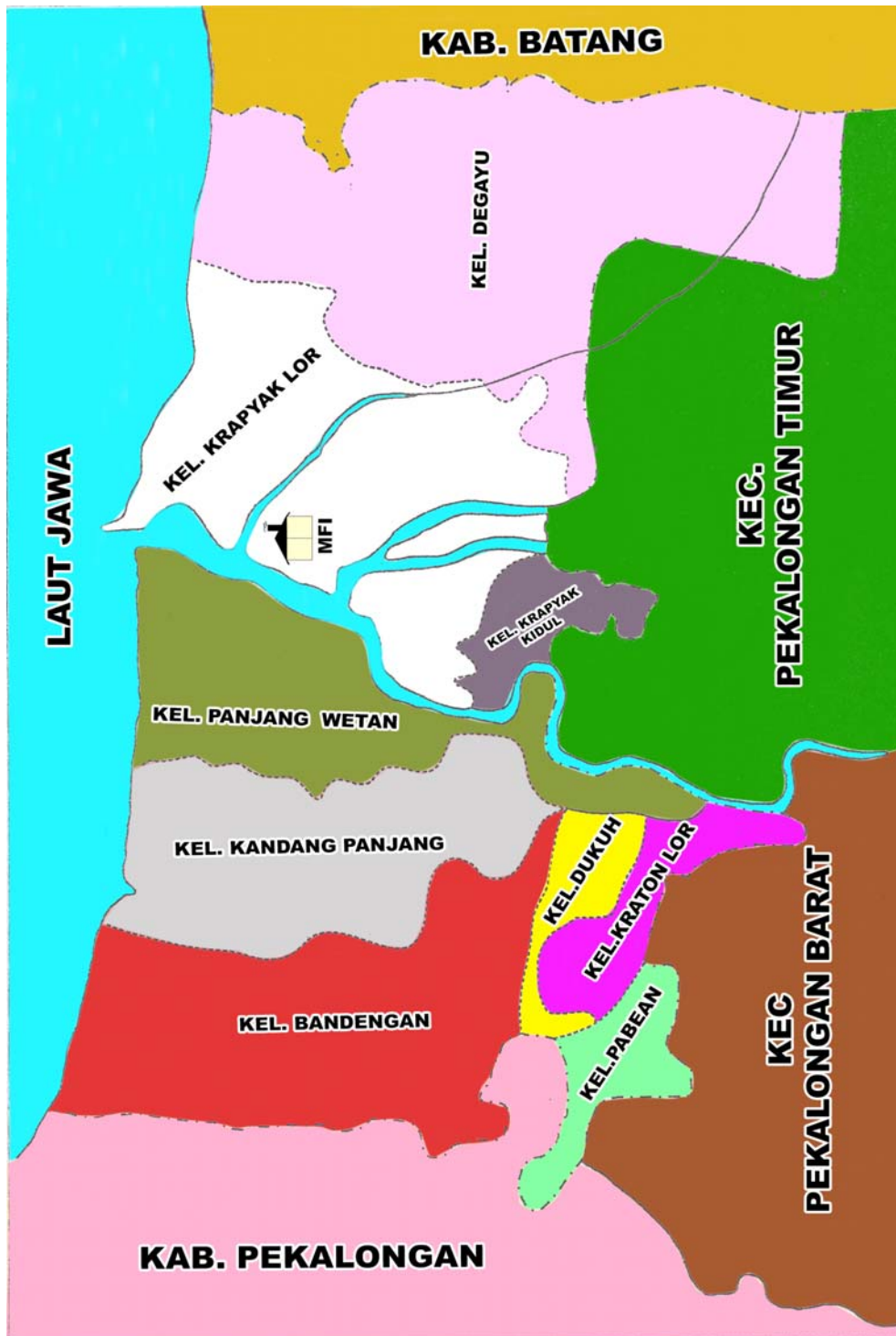
Adapun posisi PT. Maya Food Industries Pekalongan, sebelah utara berbatasan dengan Perusahaan Galangan Kapal PT. BMW, sebelah barat berbatasan dengan sungai Loji, sebelah timur berbatasan dengan Kali Banger dan sebelah selatan berbatasan dengan Stasiun Pompa Bensin KUD Makaryo Mino.

Luas lahan yang ditempati seluas 3 ha, dengan penggunaan seluas 1 ha untuk bangunan pabrik dan selebihnya adalah lahan terbuka yang belum dimanfaatkan secara optimal.

Pada awal berdirinya lahan yang ditempati adalah merupakan lahan rawa yang terpencil, jauh dari permukiman penduduk. Namun dengan perkembangan zaman kondisi daerah sekitarnya tumbuh menjadi daerah permukiman yang cukup padat, yaitu dengan munculnya Perumnas dan Perumahan lainnya yang lokasinya tidak jauh dari lokasi Perusahaan tersebut.

Dengan fakta yang demikian, tingkat kepadatan penduduk yang cukup padat maka masalah-masalah yang berkaitan dengan lingkungan hidup menjadi masalah yang peka, sehingga mau tidak mau masalah pencemaran lingkungan sebisa mungkin harus dihindari. Oleh karenanya sebelum masalah itu menjadi besar perlu penanganan secara profesional terhadap bahan-bahan yang berpotensi mencemari lingkungan.

PETA KECAMATAN PEKALONGAN UTARA



4.2. Hasil Penelitian

Dari penelitian yang dilakukan diperoleh data seperti terlihat pada tabel berikut :

Tabel : 5 Hasil penelitian

NO	KODE SAMPLE	CAIRAN (gram)			PADATAN (gram)			MINYAK (gram)		
		RUN 1	RUN 2	RUN 3	RUN 1	RUN 2	RUN 3	RUN 1	RUN 2	RUN 3
1	E0 T1 W30	360	364	366	803	801	802	15	13	18
2	E0 T2 W30	356	366	367	811	798	796	18	16	16
3	E0 T3 W30	371	368	365	798	787	788	20	25	15
4	E0 T4 W30	358	353	350	815	803	798	15	11	15
5	E0 T5 W30	345	345	344	817	817	808	20	15	10
6	E1 T1 W30	363	363	365	792	796	798	18	12	20
7	E1 T2 W30	368	368	362	802	799	799	20	15	20
8	E1 T3 W30	354	354	353	810	801	799	28	24	25
9	E1 T4 W30	357	344	351	798	798	784	25	21	23
10	E1 T5 W30	352	341	345	804	788	786	25	40	20
11	E2 T1 W30	361	372	370	798	793	789	20	17	25
12	E2 T2 W30	370	373	372	788	786	786	19	20	20
13	E2 T3 W30	369	363	359	791	788	788	25	30	22
14	E2 T4 W30	362	357	357	803	789	783	21	29	30
15	E2 T5 W30	358	342	337	801	791	791	30	35	35
16	E3 T1 W30	354	352	356	807	803	803	30	35	23
17	E3 T2 W30	348	348	348	818	818	801	25	25	30
18	E3 T3 W30	347	342	344	812	797	797	30	30	25
19	E3 T4 W30	361	352	348	804	787	785	28	35	35
20	E3 T5 W30	362	354	343	784	786	781	35	28	38
21	E4 T1 W30	379	378	358	776	781	784	25	20	35
22	E4 T2 W30	364	360	357	801	785	782	25	30	38
23	E4 T3 W30	374	359	355	778	785	785	28	35	35
24	E4 T4 W30	351	358	355	799	773	771	30	40	38
25	E4 T5 W30	368	332	331	796	786	788	35	48	40
26	E5 T1 W30	375	374	374	778	775	781	30	35	32
27	E5 T2 W30	372	372	369	783	783	781	25	30	30
28	E5 T3 W30	364	353	353	803	792	791	30	30	33
29	E5 T4 W30	351	351	349	798	798	779	30	30	30
30	E5 T5 W30	349	343	344	811	781	783	38	43	35
RATA-RATA		360,77	356,70	354,90	799,30	792,17	789,57	25,43	27,23	27,03
KOMULATIF			357,46			793,68			26,57	

Keterangan : RUN 1 = Ulangan 1, RUN 2 = Ulangan 2, RUN 3 = Ulangan 3

E0 = Konsentrasi Enzim Papain 0 %, E1 = Konsentrasi Enzim Papain 0,5 %, E2 = Konsentrasi Enzim Papain 1 %, E3 = Konsentrasi Enzim Papain 1,5 %, E4 = Konsentrasi Enzim Papain 2 %, E5 = Konsentrasi Enzim Papain 2,5 %. T1 = Temperatur 60 °C, T2 = Temperatur 70 °C, T3 = Temperatur 80 °C, T4 = Temperatur 90 °C, T5 = Temperatur 100 °C. W30 = Waktu 30 menit.

4.3. Analisis Hasil

4.3.1. Hasil Minyak Ikan Tanpa Penambahan Enzim papain (0 %)

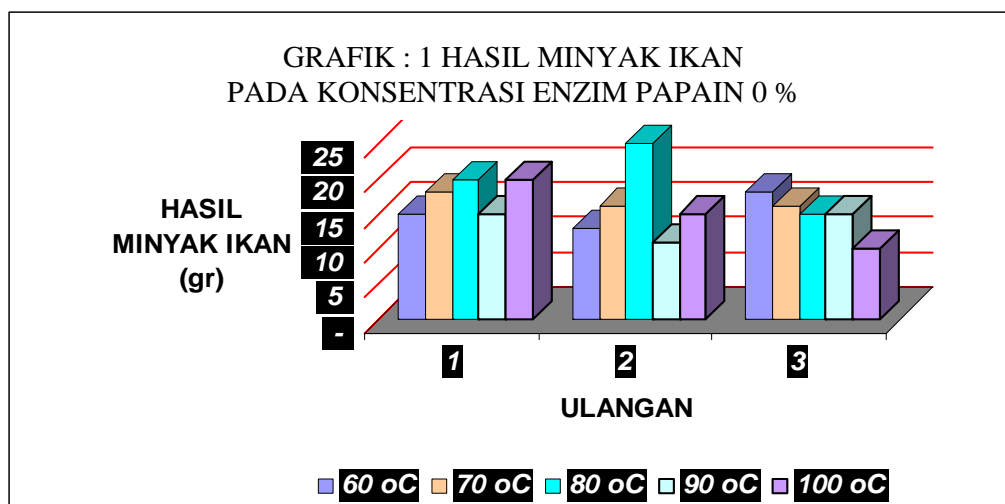
Dari data yang diperoleh diketahui bahwa pada konsentrasi enzim 0 % (tanpa enzim papain) diperoleh hasil minyak ikan seperti tampak pada tabel : 6 berikut

Tabel : 6 Hasil Minyak Ikan pada konsentrasi enzim papain 0 %

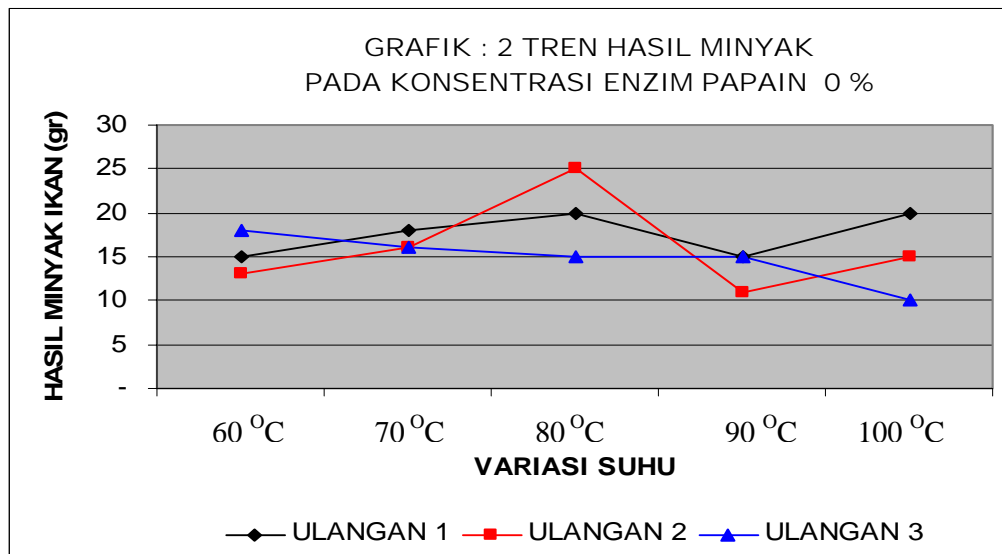
NO	KODE SAMPLE	BERAT SAMPLE (Kg)	MINYAK (gram)			RATA-RATA KOMULATIF (Gram)
			RUN 1 (Gram)	RUN 2 (Gram)	RUN 3 (Gram)	
1	E0 T1 W30	1,2	15	13	18	15,33
2	E0 T2 W30	1,2	18	16	16	16,67
3	E0 T3 W30	1,2	20	25	15	20,00
4	E0 T4 W30	1,2	15	11	15	13,67
5	E0 T5 W30	1,2	20	15	10	15,00
	<i>RATA-RATA</i>	<i>1,2</i>	<i>17,60</i>	<i>16,00</i>	<i>14,80</i>	<i>16,13</i>

Keterangan : E0 = Konsentrasi enzim 0 %, T1 = Suhu 60 °C, T2 = Suhu 70 °C, T3 = Suhu 80 °C, T4 = Suhu 90 °C, T5 = Suhu 100 °C. W30 = Waktu 30 menit. RUN 1 = Ulangan ke 1, RUN 2 = Ulangan ke 2, RUN 3 = Ulangan ke 3

Dari data tersebut diatas diketahui bahwa rata-rata hasil minyak dari ulangan satu sebesar 17,60 gram, ulangan dua sebesar 16,00 gram dan ulangan tiga adalah sebesar 14,80 gram dari ketiga ulangan maka diketahui bahwa secara komulatif rata-rata minyak ikan yang dihasilkan sebesar 16,13 gram. . Dan secara grafis dapat dilihat seperti pada garafik : 1 dibawah ini :



Adapun tren hasil minyak ikan tanpa adanya penambahan enzim papain kecenderungannya dapat dilihat pada grafik : 2 dibawah ini :



Dari grafik tersebut diketahui bahwa hasil minyak ikan yang diperoleh berkisar antara 10 gram hingga 25 gram dari lima perlakuan suhu yaitu 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C dan 100 °C. Dari kelima perlakuan suhu diperoleh hasil tertinggi pada suhu 80 °C sebesar 25 gram pada ulangan kedua dan hasil terendah pada suhu 90 °C pada ulangan kedua dan ulangan ketiga pada suhu 100 °C masing-masing sebesar 10 gram.

4.3.2. Hasil minyak Ikan Pada Konsentrasi Enzim Papain 0,5 %.

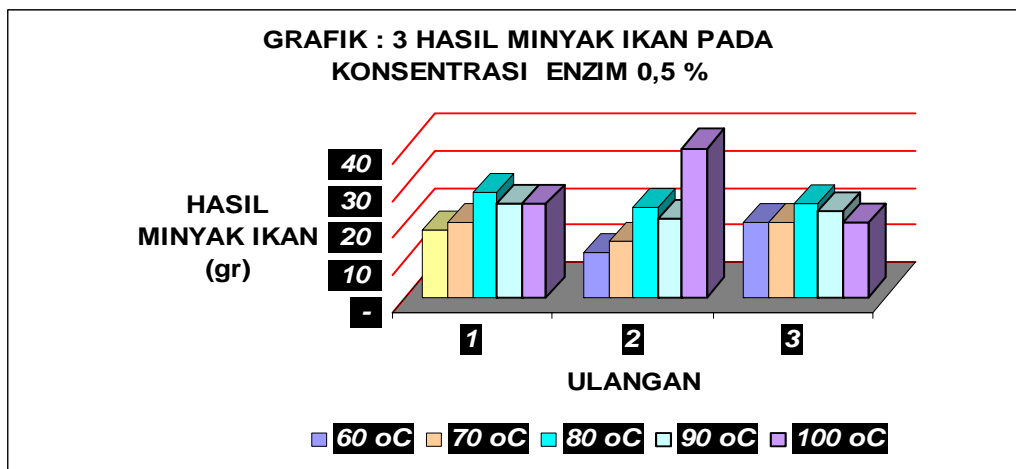
Tabel : 7 Hasil minyak ikan pada konsentrasi enzim papain 0,5 %

NO	KODE SAMPLE	BERAT SAMPLE (Kg)	MINYAK (gram)			RATA-RATA KOMULATIF (Gram)
			RUN 1 (Gram)	RUN 2 (Gram)	RUN 3 (Gram)	
1	E1 T1 W30	1,2	18	12	20	16,67
2	E1 T2 W30	1,2	20	15	20	18,33
3	E1 T3 W30	1,2	28	24	25	25,67
4	E1 T4 W30	1,2	25	21	23	23,00
5	E1 T5 W30	1,2	25	40	20	28,33
	<i>RATA-RATA</i>	<i>1,2</i>	<i>23,20</i>	<i>22,40</i>	<i>21,60</i>	<i>22,40</i>

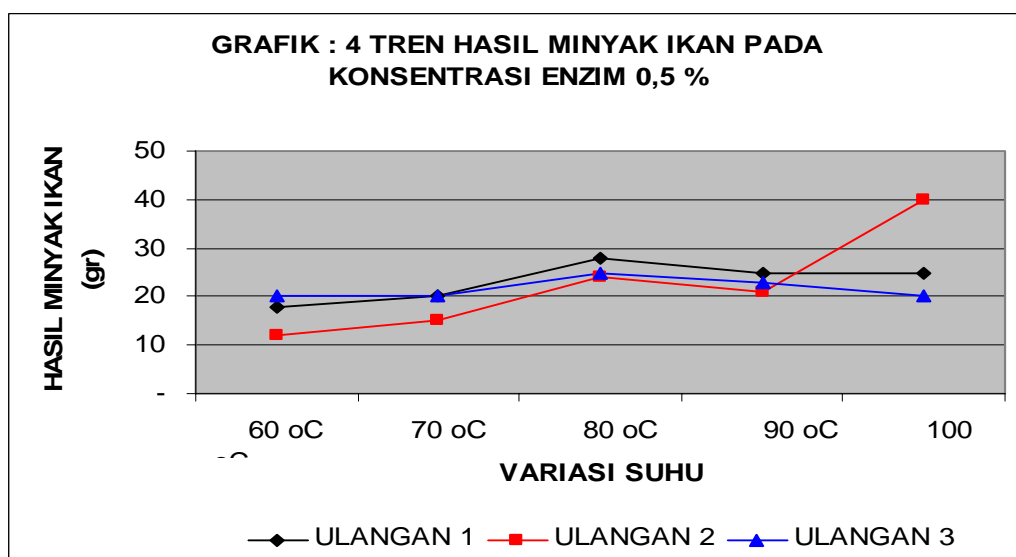
Keterangan : E1 = Kosentrasi enzim 0,5 %, T1 = Suhu 60 °C, T2 = Suhu 70 °C, T3 = Suhu 80 °C, T4 = Suhu 90 °C, T5 = Suhu 100 °C. W30 = Waktu 30 menit. RUN 1 = Ulangan ke 1, RUN 2 = Ulangan ke 2, RUN 3 = Ulangan ke 3

Pada konsentrasi enzim papain 0,5 % diperoleh hasil minyak ikan sbb :

Dari tabel : 7 diatas diketahui bahwa hasil minyak ikan pada konsentrasi enzim papain 0,5 % rata-rata adalah ; ulangan pertama adalah sebesar 23,20 gram, ulangan kedua adalah sebesar 22,40 gram dan ulangan ke tiga adalah 31 gram. Secara komulatif pada konsentrasi enzim papain 0,5 % diperoleh minyak ikan sebesar 22,40 gram. Dan secara grafis dapat dilihat pada grafik : 3 dibawah ini :



Adapun perilaku atau tren hasil minyak ikan pada konsentrasi 0,5 % dapat dilihat pada grafik:4 berikut ini



Dari grafik: 4 diatas dapat diketahui bahwa hasil minyak ikan pada ulangan pertama, ulangan kedua dan ulangan ketiga menunjukkan garis yang hampir sejajar dan berhimpitan pada masing-masing perlakuan suhu, hanya pada ulangan kedua diperoleh hasil minyak yang cukup menonjol sebesar 40 gram pada perlakuan suhu 100 °C dan ini merupakan angka tertinggi dari ketiga ulangan, sedangkan perolehan minyak ikan terendah diperoleh pada ulangan kedua pada perlakuan suhu 60 °C.

4.3.3. Hasil minyak ikan pada kosentrasi 1 %

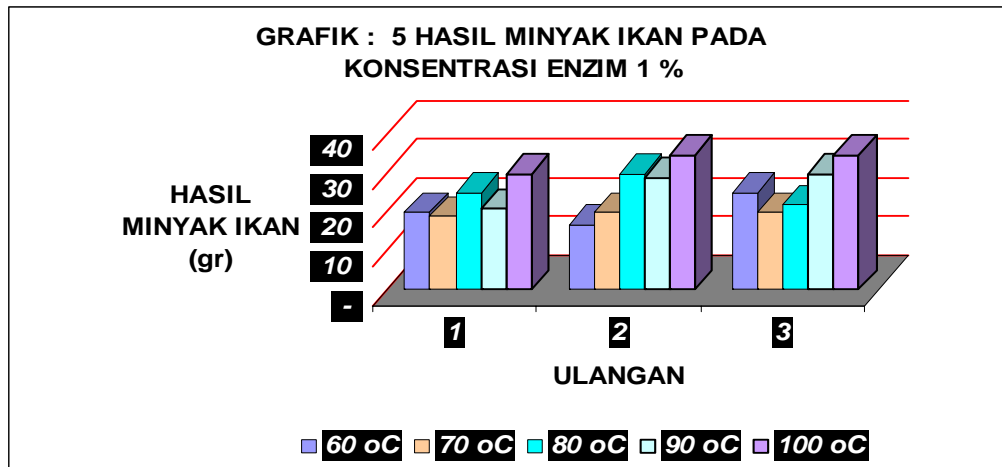
Pada kosentrasi enzim papain 1 % diperoleh hasil seperti terlihat pada tabel : 8 dibawah ini :

Tabel : 8 Hasil minyak ikan pada kosentrasi enzim papain 1 %

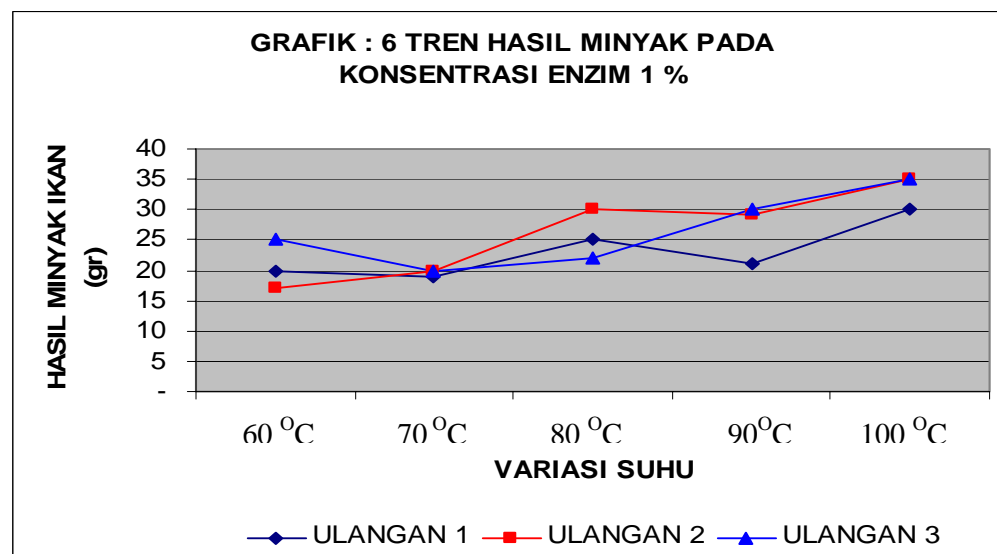
NO	KODE SAMPLE	BERAT SAMPLE (Kg)	MINYAK (gram)			RATA-RATA KOMULATIF (Gram)
			RUN 1 (Gram)	RUN 2 (Gram)	RUN 3 (Gram)	
1	E2 T1 W30	1,2	20	17	25	20,67
2	E2 T2 W30	1,2	19	20	20	19,67
3	E2 T3 W30	1,2	25	30	22	25,67
4	E2 T4 W30	1,2	21	29	30	26,67
5	E2 T5 W30	1,2	30	35	35	33,33
	<i>RATA-RATA</i>	1,2	<i>21,25</i>	<i>26,20</i>	<i>26,40</i>	<i>24,62</i>

Keterangan : E2 = Kosentrasi enzim 1 %, T1 = Suhu 60 °C, T2 = Suhu 70 °C, T3 = Suhu 80 °C, T4 = Suhu 90 °C, T5 = Suhu 100 °C. W30 = Waktu 30 menit. RUN 1 = Ulangan ke 1, RUN 2 = Ulangan ke 2, RUN 3 = Ulangan ke 3

Pada tabel diatas diketahui bahwa hasil minyak ikan pada kosentrasi enzim papain 1,5 % rata arata hadala 21,25 gram pada ulangan pertama, 26,20 gram pada ulangan kedua dan 26,49 gram pada ulangan ketiga. Secara komulatif diperoleh hasil minyak ikan sebesar 24,62 gram. Dari hasil tersebut dapat dapat digambarkan secara grafis seperti berikut ini :



Untuk mengetahui tren hasil minyak ikan pada konsentrasi 1 % dapat di lukiskan seperti pada grafik : 6 dibawah ini :



Tren hasil minyak ikan pada konsentrasi 1 % diketahui bahwa rata-rata hasil minyak secara berturut-turut dari relima perlakuan suhu adalah 21,25 gram pada ulangan 1, 26,20 gram pada ulangan 2, 26,40 gram pada ulangan 3 dan secara komulatif diperoleh hasil sebesar 24,62 gram. Hasil terendah diperoleh pada perlakuan suhu 60 °C sebesar 17 gram pada ulangan 2 sedangkan hasil tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu 100 °C sebesar 35 gram pada ulangan 2 dan ulangan 3.

4.3.4 Hasil minyak pada konsentrasi enzim papain 1,5 %

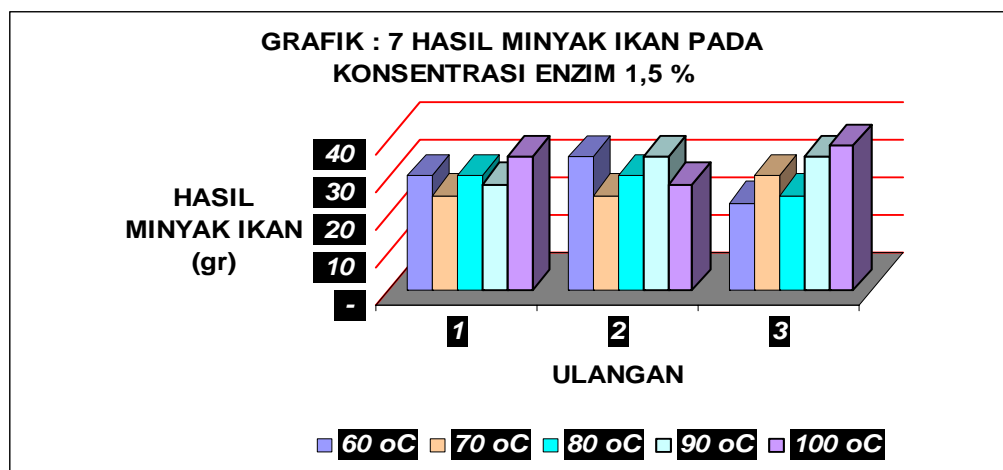
Pada konsentrasi enzim papain 1,5 % diperoleh hasil minyak ikan seperti terlihat pada tabel : 9 dibawah ini :

Tabel : 9 Hasil minyak ikan pada konsentrasi enzim papain 1,5 %

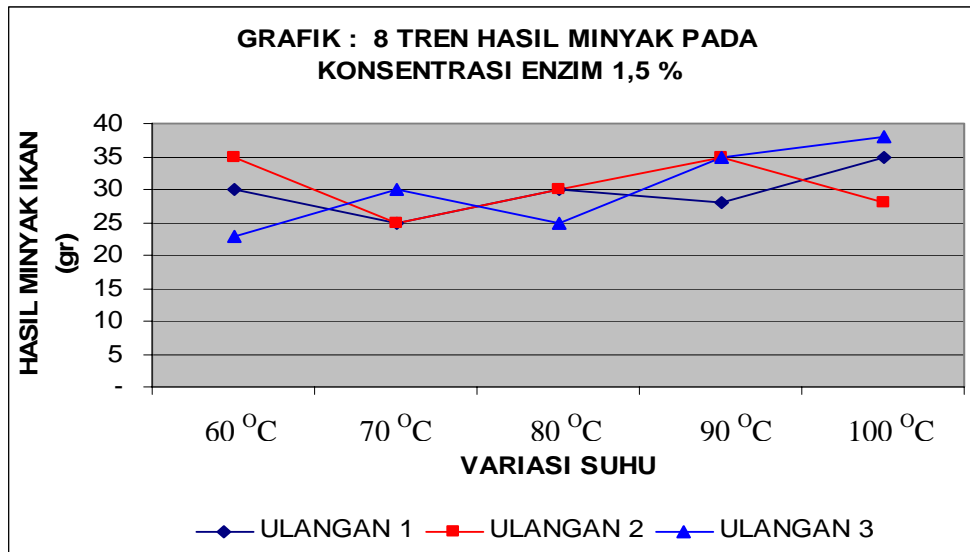
N O	KODE SAMPLE	BERAT SAMPLE (Kg)	MINYAK (gram)			RATA-RATA KOMULATIF (Gram)
			RUN 1 (Gram)	RUN 2 (Gram)	RUN 3 (Gram)	
1	E3 T1 W30	1,2	30	35	23	29,33
2	E3 T2 W30	1,2	25	25	30	26,67
3	E3 T3 W30	1,2	30	30	25	28,33
4	E3 T4 W30	1,2	28	35	35	32,67
5	E3 T5 W30	1,2	35	28	38	33,67
	<i>RATA-RATA</i>	<i>1,2</i>	<i>28,25</i>	<i>30,60</i>	<i>30,20</i>	<i>29,68</i>

Keterangan : E3 = Kosentrasi enzim 1,5 %, T1 = Suhu 60 °C, T2 = Suhu 70 °C, T3 = Suhu 80 °C, T4 = Suhu 90 °C, T5 = Suhu 100 °C. W30 = Waktu 30 menit. RUN 1 = Ulangan ke 1, RUN 2 = Ulangan ke 2, RUN 3 = Ulangan ke 3

Pada tabel tersebut diatas diketahui bahwa hasil minyak ikan pada konsentrasi 1,5 % pada masing-masing ulangan rata-rata adalah 28,25 gram pada ulangan pertama, 30,60 pada ulangan kedua dan 30,32 pada ulangan ke tiga, dan secara komulatif diperoleh minyak ikan rata-rata sebesar 29,68 gram. Dan secara grafis dapat dilihat pada grafik : 7 dibawah ini :



Adapun tren hasil minyak ikan pada konsentrasi 1,5 % dapat dilihat pada tabel berikut :



Pada grafik : 8 diatas terlihat bahwa ada kecenderungan hasil yang hampir merata pada perlakuan suhu tertentu, dan tidak tampak adanya hasil minyak ikan yang ekstrim atau tidak terdapat hasil minyak ikan yang menonjol pada semua perlakuan suhu. Hasil tertinggi diperoleh pada ulangan ke tiga dengan perlakuan suhu 100 °C sebesar 38 gram, sedangkan hasil minyak ikan terendah 23 gram juga terjadi pada ulangan ketiga perlakuan suhu 60 °C.

4.3.4. Hasil minyak ikan pada kosentrasi enzim papain 2 %

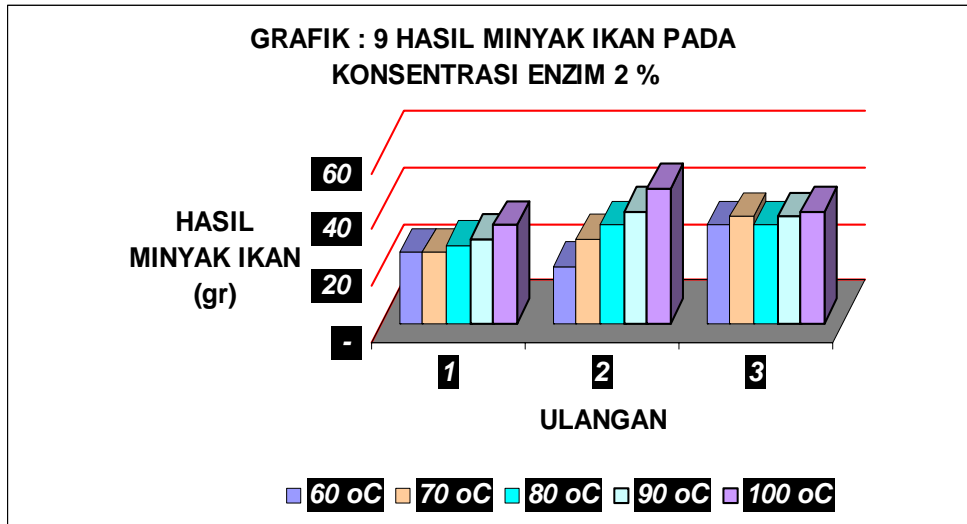
Pada kosentrasi enzim papain 2 % diperoleh hasil minyak seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel : 9 Hasil minyak ikan pada kosentrasi enzim papain 2 %

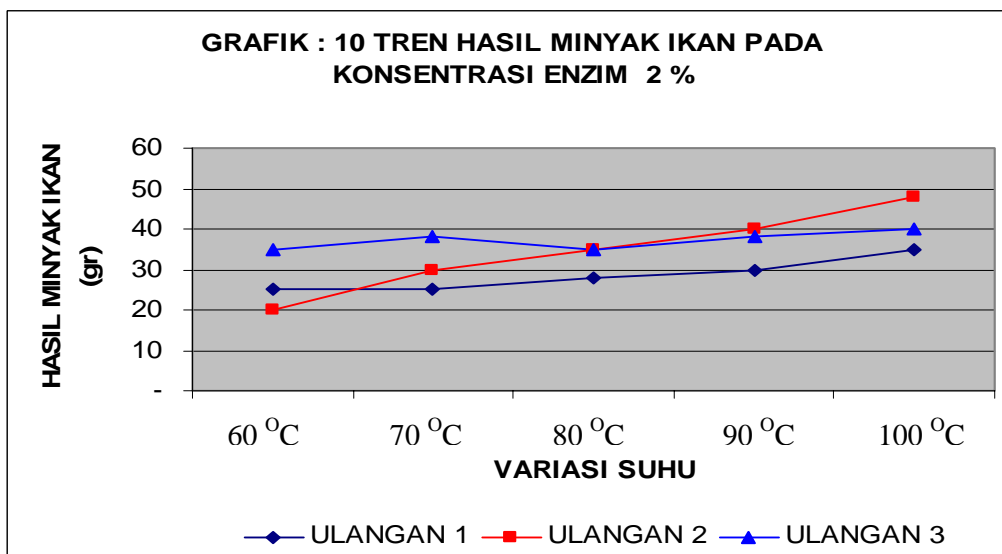
N O	KODE SAMPLE	BERAT SAMPLE (Kg)	MINYAK (gram)			RATA-RATA KOMULATIF (Gram)
			RUN 1	RUN 2	RUN 3	
1	E4 T1 W30	1,2	25	20	35	26,67
2	E4 T2 W30	1,2	25	30	38	31,00
3	E4 T3 W30	1,2	28	35	35	32,67
4	E4 T4 W30	1,2	30	40	38	36,00
5	E4 T5 W30	1,2	35	48	40	41,00
	<i>RATA-RATA</i>	<i>1,2</i>	<i>28,60</i>	<i>34,60</i>	<i>37,20</i>	<i>33,47</i>

Keterangan : E4 = Kosentrasi enzim 2 %, T1 = Suhu 60 °C, T2 = Suhu 70 °C, T3 = Suhu 80 °C, T4 = Suhu 90 °C, T5 = Suhu 100 °C. W30 = Waktu 30 menit. RUN 1 = Ulangan ke 1, RUN 2 = Ulangan ke 2, RUN 3 = Ulangan ke 3

Pada tabel : 9 tersebut diatas pada kosentrasi enzim papain 2 % diperoleh hasil rata-rata minyak ikan pada masing-masing ulangan secara berturut-turut hádala 28,60 gram pada ulangan pertama, 34,60 gram pada ulangan kedua dan 37,20 gram pada ulangan ketiga. Adapun secara komulatif diperoleh hasil minyak ikan sebesar 33,47 gram. Dan secara grafis dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Pada kosentrasi enzim papain 2 % tren atau kecenderungan hasil minyak ikan pada masing-masing ulangan dapat digambarkan seperti pada grafik dibawah ini :



Tren atau kecenderungan yang ditunjukkan pada grafik tersebut diatas menunjukkan adanya peningkatan hasil pada masing-masing ulangan. Hasil tertinggi diperoleh pada ulangan kedua sebesar 48 gram pada perlakuan suhu 100 °C, sedangkan hasil terendah diperoleh pada ulangan kedua sebesar 20 gram pada perlakuan suhu 60 °C namun secara keseluruhan hasil yang ditunjukkan pada konsentrasi enzim 2 % ini relatif lebih baik dibanding dengan konsentrasi sebelumnya. Hal tersebut dapat dibuktikan adanya peningkatan perolehan minyak ikan sebesar $33,47 - 29,68 = 3,79$ gram.

4.3.5. Hasil minyak ikan pada konsentrasi enzim papain 2,5 %

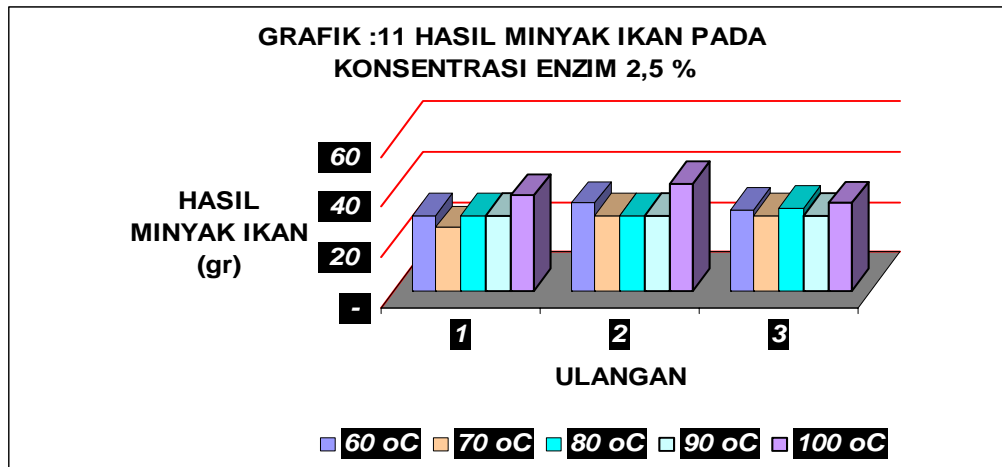
Pada konsentrasi enzim papain 2,5 % diperoleh hasil minyak ikan seperti terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel : 10 Hasil minyak ikan pada konsentrasi enzim papain 2,5 %

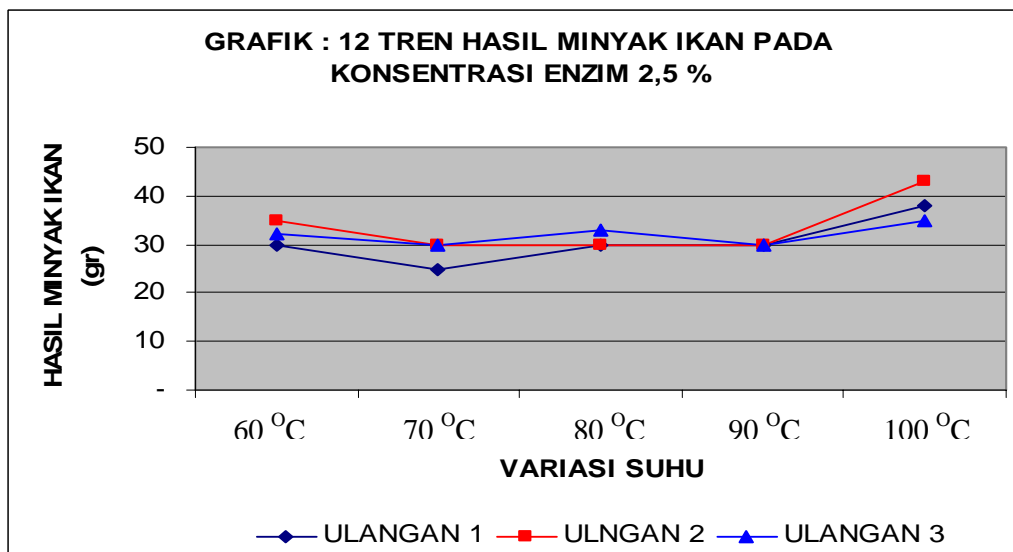
NO	KODE SAMPLE	BERAT SAMPLE (Kg)	MINYAK (gram)			RATA-RATA KOMULATIF (Gram)
			RUN 1	RUN 2	RUN 3	
1	E5 T1 W30	1,2	30	35	32	32,33
2	E5 T2 W30	1,2	25	30	30	28,33
3	E5 T3 W30	1,2	30	30	33	31,00
4	E5 T4 W30	1,2	30	30	30	30,00
5	E5 T5 W30	1,2	38	43	35	38,67
	<i>RATA-RATA</i>	<i>1,2</i>	<i>30,60</i>	<i>33,60</i>	<i>32,00</i>	<i>32,07</i>

Keterangan : E5 = Kosentrasi enzim 2,5 %, T1 = Suhu 60 °C, T2 = Suhu 70 °C, T3 = Suhu 80 °C, T4 = Suhu 90 °C, T5 = Suhu 100 °C., W30 = Waktu 30 menit. RUN 1 = Ulangan ke 1, RUN 2 = Ulangan ke 2, RUN 3 = Ulangan ke 3

Dari table tersebut diatas dapat diketahui bahwa hasil minyak pada konsentrasi 2,5 % rata-rata adalah 30,60 gram pada ulangan pertama, 33,66 gram pada ulangan kedua dan 32,00 gram pada ulangan ketiga. Secara komulatif rata-rata hasil minyak ikan pada konsentrasi 2,5 % adalah sebesar 32,07 gram. Secara grafis hasil minyak ikan tersebut dapat dilihat pada grafik : 11 dibawah ini.



Adapun kecenderungan atau tren hasil minyak pada kosentrasi enzim papain 2,5 % seperti terlihat pada grafik : 12 . Terlihat bahwa perolehan minyak ikannya hampir seragam atau merata pada masing-masing perlakuan suhu. Hasil tertinggi diperoleh pada ulangan kedua dengan perlakuan suhu 100 °C yaitu sebesar 43 gram, sedangkan hasil terendah diperoleh pada ulangan pertama dan ketiga dengan perlakuan suhu 60 °C yaitu sebesar 30 gram. Secara keseluruhan hasil yang diperoleh pada kosentrasi enzim papain 2,5 gram adalah menurun jika disbanding dengan kosentrasi sebelumnya. Adapun besarnya penurunan adalah sebesar $33,47 - 32,07 = 1,40$ gram.



4.3.6. Hasil minyak ikan pada perlakuan suhu 60 °C

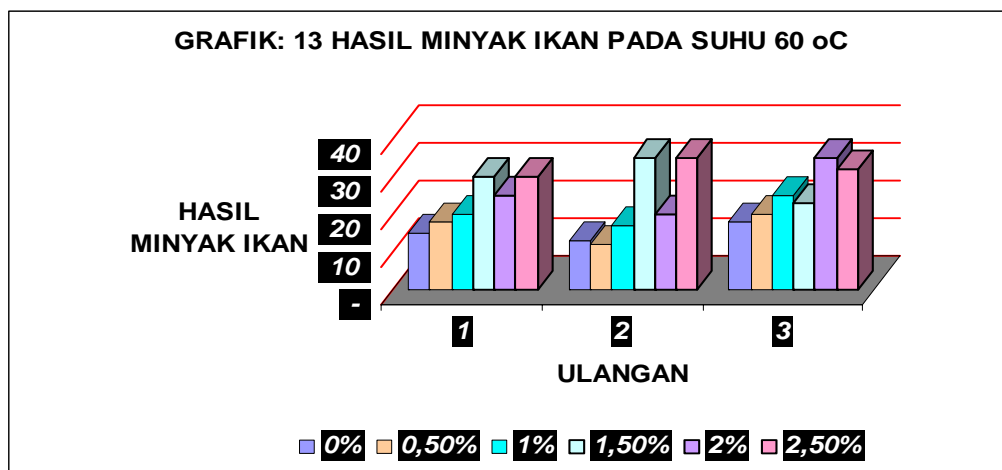
Pada perlakuan suhu 60 °C diperoleh hasil minyak seperti terlihat pada tabel dibawah ini :

Tabel : 11 Hasil minyak pada suhu T1 (60 °C)

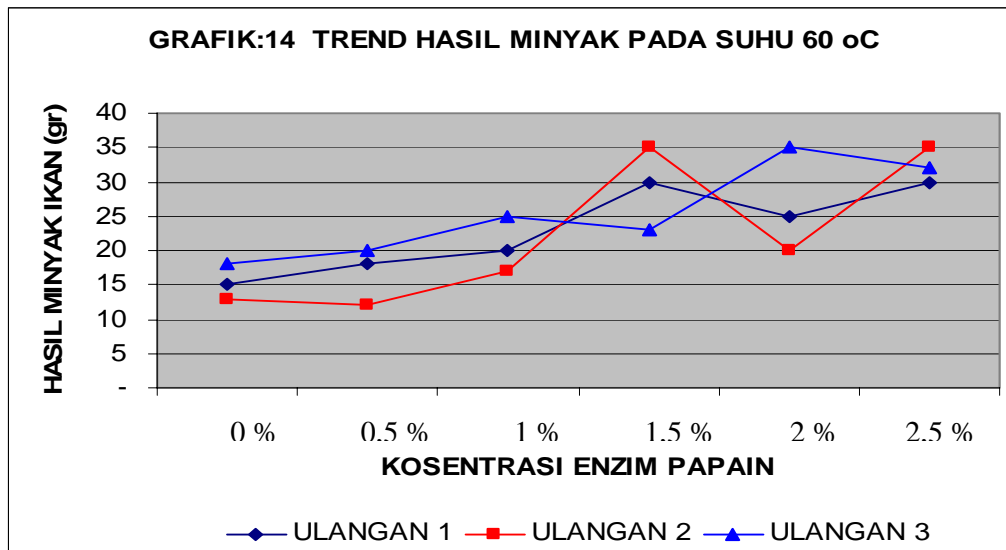
N O	KODE SAMPLE	BERAT SAMPLE (Kg)	MINYAK (gram)			RATA-RATA KOMULATIF (Gram)
			RUN 1	RUN 2	RUN 3	
1	E0 T1 W30	1,2	15	13	18	15,33
2	E1 T1 W30	1,2	18	12	20	16,67
3	E2 T1 W30	1,2	20	17	25	20,67
4	E3 T1 W30	1,2	30	35	23	29,33
5	E4 T1 W30	1,2	25	20	35	26,67
6	E5 T1 W30	1,2	30	35	32	32,33
	<i>RATA-RATA</i>	<i>1,2</i>	<i>23,00</i>	<i>22,00</i>	<i>25,50</i>	<i>23,50</i>

Keterangan : E0 = Kosentrasi Enzim 0 %, E1 = Kosentrasi Enzim 0,5 %, E2 = Kosentrasi Enzim 1 %, E3 = Kosentrasi Enzim 1,5 %, E4 = Kosentrasi Enzim 2 % E5 = Kosentrasi Enzim 2,5 %. T1 = Suhu 60 °C, W30 = Waktu RUN 1 = Ulangan ke 1, RUN 2 = Ulangan ke 2, RUN 3 = Ulangan ke 3

Pada perlakuan suhu 60 °C diketahui hasil minyak ikan secara rata-rata pada masing-masing ulangan adalah sebesar 23 gram pada ulangan pertama, 22 gram pada ulangan kedua dan 25,50 gram pada ulangan ke tiga. Secara komulatif diperoleh hasil minyak ikan sebesar 23,50 gram. Secara grafis hal tersebut tampak seperti pada grafik dibawah ini :



Adapun kecenderungan atau tren hasil minyak ikan pada perlakuan suhu 60 °C seperti terlihat pada grafik:13 dibawah ini. Bila dicermati maka hasil tertinggi diperoleh pada ulangan kedua kosentrasi enzim papain 1,5 % dengan hasil minyak sebesar 35 gram dan pada kosentrasi 2,5 % dengan hasil minyak ikan 35 gram. Adapun hasil terendah diperoleh sebanyak 12 gram pada ulangan kedua pada kosentrasi enzim papain 0,5 % Dan secara komulatif terjadi peningkatan hasil minyak ikan pada masing-masing kosentrasi enzim papain.



4.3.7. Hasil minyak ikan pada perlakuan suhu 70 °C.

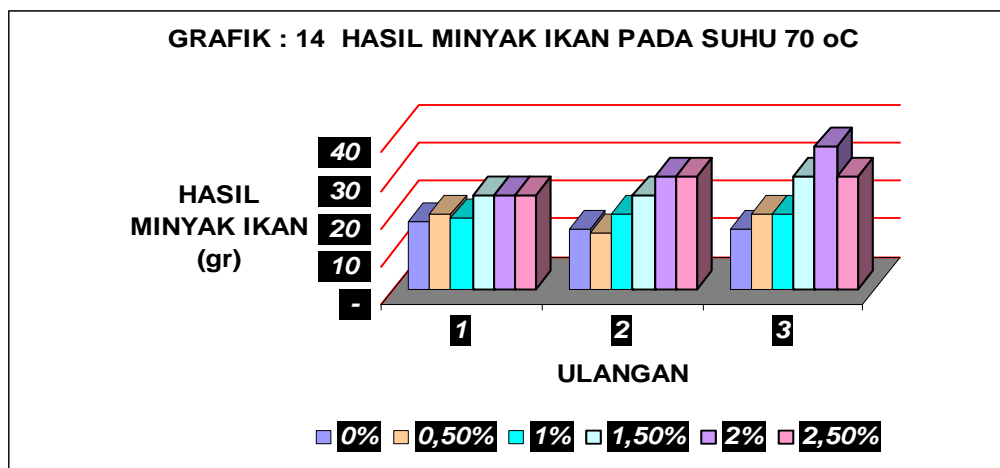
Pada perlakuan suhu 70 °C diperoleh hasil minyak ikan seperti pada tabel berikut ini :

Tabel : 12 Hasil minyak ikan pada suhu 70 °C

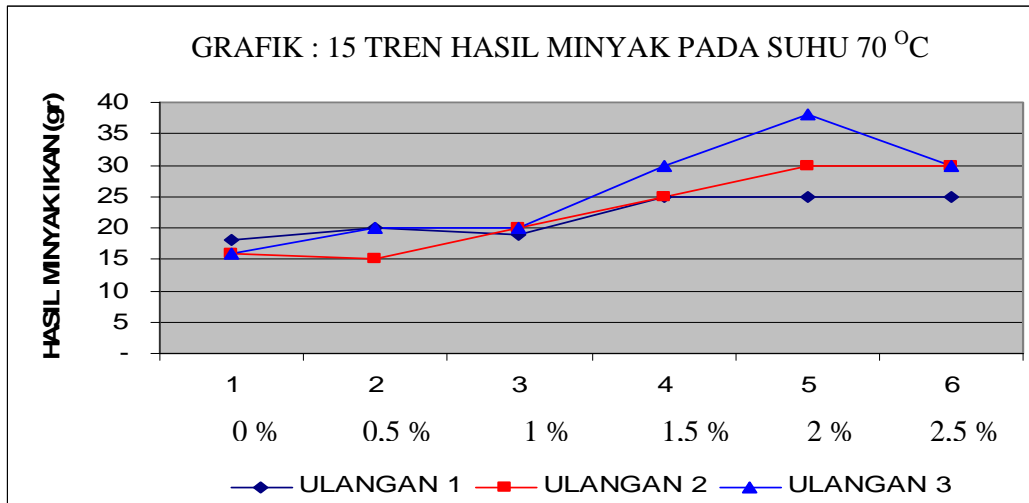
N O	KODE SAMPLE	BERAT SAMPLE (Kg)	MINYAK (gram)			RATA-RATA KOMULATIF (Gram)
			RUN 1	RUN 2	RUN 3	
1	E0 T2 W30	1,2	18	16	16	16,67
2	E1 T2 W30	1,2	20	15	20	18,33
3	E2 T2 W30	1,2	19	20	20	19,67
4	E3 T2 W30	1,2	25	25	30	26,67
5	E4 T2 W30	1,2	25	30	38	31,00
6	E5 T2 W30	1,2	25	30	30	28,33
	<i>RATA-RATA</i>	<i>1,2</i>	<i>22,00</i>	<i>22,67</i>	<i>25,67</i>	<i>23,44</i>

Keterangan : E0 = Kosentrasi Enzim 0 %, E1 = Kosentrasi Enzim 0,5 %, E2 = Kosentrasi Enzim 1 %, E3 = Kosentrasi Enzim 1,5 %, E4 = Kosentrasi Enzim 2 %, E5 = Kosentrasi Enzim 2,5 %. T2 = Suhu 70 °C, W30 = Waktu RUN 1 = Ulangan ke 1, RUN 2 = Ulangan ke 2, RUN 3 = Ulangan ke 3

Dari tabel tersebut diatas dapat diketahui bahwa hasil minyak ikan rata-rata pada setaip ulangan secar berturut-turut adalah 22 gram pada ulangan pertama, 22,87 gram pada ulangan ke dua dan 25,67 gram pada ulangan ke tiga. Secara komulatif diperoleh minyak ikan sebesar 23,44 gram. Scara grafis dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Adapun kecenderungan hasil minyak ikan pada perlakuan suhu 70 °C dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Tabel diatas menunjukkan bahwa ada kecenderungan perolehan minyak ikan yang meningkat dari masing-masing tapan. Hasil tertinggi diperoleh pada ulangan ke tiga sebesar 38 gram pada konsentrasi enzim papain 2 %, sedangkan hasil terendah diperoleh pada ulangan ketiga dan kedua pada konsentrasi enzim papain sebesar 0,5 % adalah sebesar 15 gram. Secara keseluruhan berdasarkan rata-rata komulatif terdapat selisih $23,50 - 23,44 = 0,06$ gram lebih baik dari perlakuan suhu sebelumnya.

4.3.8. Hasil minyak ikan pada perlakuan suhu 80 °C

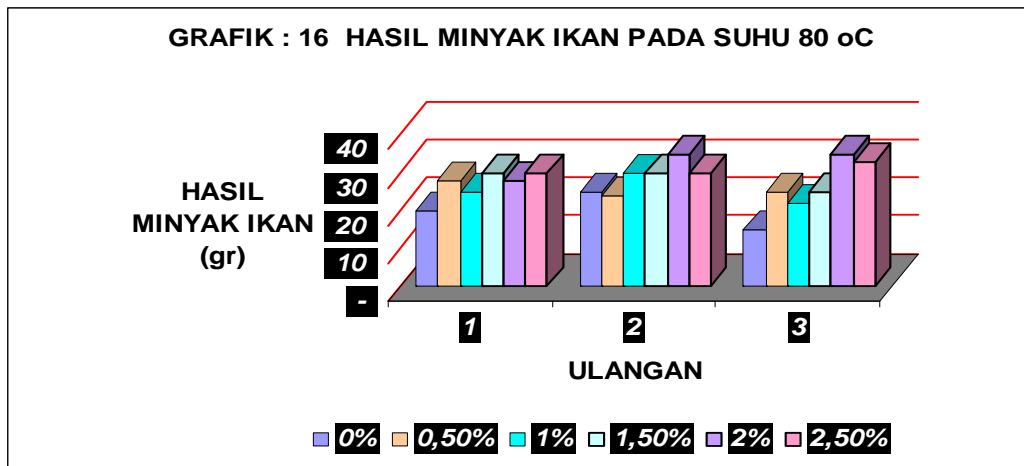
Pada perlakuan suhu 80 °C diperoleh hasil seperti pada tabel berikut ini :

Tabel : 13 Hasil minyak ikan pada suhu 80 °C

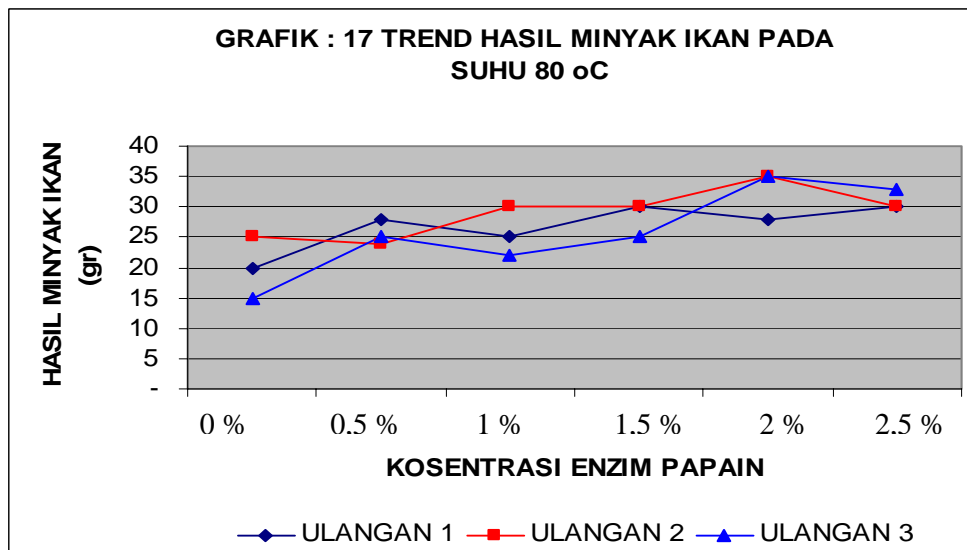
N O	KODE SAMPLE	BERAT SAMPLE (Kg)	MINYAK (gram)			RATA-RATA KOMULATIF (Gram)
			RUN 1	RUN 2	RUN 3	
1	E0 T3 W30	1,2	20	25	15	20,00
2	E1 T3 W30	1,2	28	24	25	25,67
3	E2 T3 W30	1,2	25	30	22	25,67
4	E3 T3 W30	1,2	30	30	25	28,33
5	E4 T3 W30	1,2	28	35	35	32,67
6	E5 T3 W30	1,2	30	30	33	31,00
	<i>RATA-RATA</i>	<i>1,2</i>	<i>26,83</i>	<i>29,00</i>	<i>25,83</i>	<i>27,22</i>

Keterangan : E0 = Kosentrasi Enzim 0 %, E1 = Kosentrasi Enzim 0,5 %, E2 = Kosentrasi Enzim 1 %, E3 = Kosentrasi Enzim 1,5 %, E4 = Kosentrasi Enzim 2 %, E5 = Kosentrasi Enzim 2,5 %. T3 = Suhu 80 °C, W30 = Waktu RUN 1 = Ulangan ke1, RUN 2 = Ulangan ke 2, RUN 3 = Ulangan ke 3

Dari tabel tersebut diatas diketahui bahwa hasil rata-rata dari ketiga ulangan secara berturut-turut adalah : 26,83 gram pada ulangan pertama, 29 gram pada ulangan ke dua dan 25,83 gram pada. Secara komulatif dari ketiga ulangan diperoleh hasil 27,22 gram. Adapun secara grafis dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Adapun kecenderungan atau tren dari hasil minyak dar ketiga ulangan, dapat dilihat pada grafik : 15 dibawah ini. Dari grafik tersebut diketahui bahwa hasil tertinggi dari ketiga ulangan hadala pada ulangan kedua dan ketga yaitu masing-masing sebesar 35 gram pada kosentrasi enzim papain 2 %. Sedangkan perolehan terendah diperoleh sebesar 15 gram pada ulangan ketiga pada kosentrasi enzim papain 0 % (tanpa enzim papain).



4.3.9. Hasil minyak ikan pada perlakuan suhu 90 °C

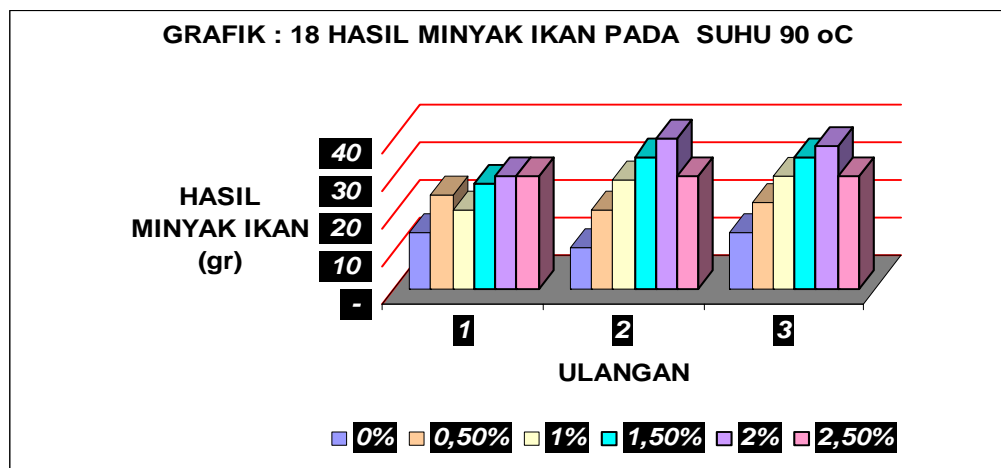
Pada perlakuan suhu 90 °C minyak yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel : 14 Hasil minyak ikan pada suhu 90 °C

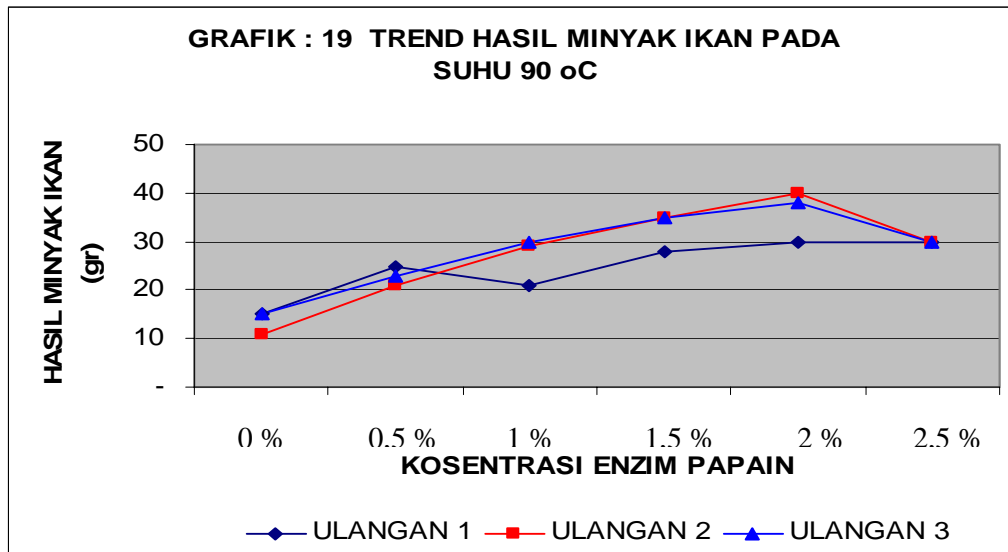
N O	KODE SAMPLE	BERAT SAMPLE (Kg)	MINYAK (gram)			RATA-RATA KOMULATIF (Gram)
			RUN 1	RUN 2	RUN 3	
1	E0 T4 W30	1,2	15	11	15	13,67
2	E1 T4 W30	1,2	25	21	23	23,00
3	E2 T4 W30	1,2	21	29	30	26,67
4	E3 T4 W30	1,2	28	35	35	32,67
5	E4 T4 W30	1,2	30	40	38	36,00
6	E5 T4 W30	1,2	30	30	30	30,00
	<i>RATA-RATA</i>	<i>1,2</i>	<i>24,83</i>	<i>27,67</i>	<i>28,50</i>	<i>27,00</i>

Keterangan : E0 = Kosentrasi Enzim 0 %, E1 = Kosentrasi Enzim 0,5 %, E2 = Kosentrasi Enzim 1 %, E3 = Kosentrasi Enzim 1,5 %, E4 = Kosentrasi Enzim 2 %, E5 = Kosentrasi Enzim 2,5 %. T = Suhu 90 °C, W30 = Waktu RUN 1 = Ulangan ke 1, RUN 2 = Ulangan ke 2, RUN 3 = Ulangan ke 3

Pada table diatas diketahui bahwa hasil minyak ikan rata-rata dari ketiga ulangan secara berturut-turut adalah sebesar 24,83 gram pada ulangan pertama, 27,67 gram pada ulangan ke dua dan 28,50 gram pada ulangan ke tiga. Secara komulatif hasil yang diperoleh pada perlakuan suhu 90 °C adalah sebesar 27 gram. Gambaran secara grafis dari ketiga ulangan dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Adapun kecenderungan hasil minyak ikan pada perlakuan suhu 90 °C dapat dilihat pada tabel : 17 dibawah ini. Dari tabel tersebut diketahui bahwa dari ketiga ulangan menunjukkan tren yang naik. Hasil tertinggi diperoleh pada ulangan kedua sebesar 40 gram pada konsentrasi enzim papain 2 %. Sedangkan hasil terendah diperoleh pada ulangan yang sama (dua) sebesar 10 gram pada konsentrasi enzim papain 0 % (tanpa papain). Namun secara kumulatif terjadi penurunan hasil sebanyak 27,22 - 27,00 = 0,22 gram jika dibandingkan dengan hasil pada perlakuan suhu sebelumnya. papain). Namun secara kumulatif terjadi penurunan hasil sebanyak 27,22 - 27,00 = 0,22 gram jika dibandingkan dengan hasil pada perlakuan suhu sebelumnya.



4.3.10. Hasil minyak ikan pada perlakuan suhu 100 °C

Pada perlakuan suhu 100 °C di peroleh hasil minyak ikan seperti terlihat pada tabel dibawah ini.

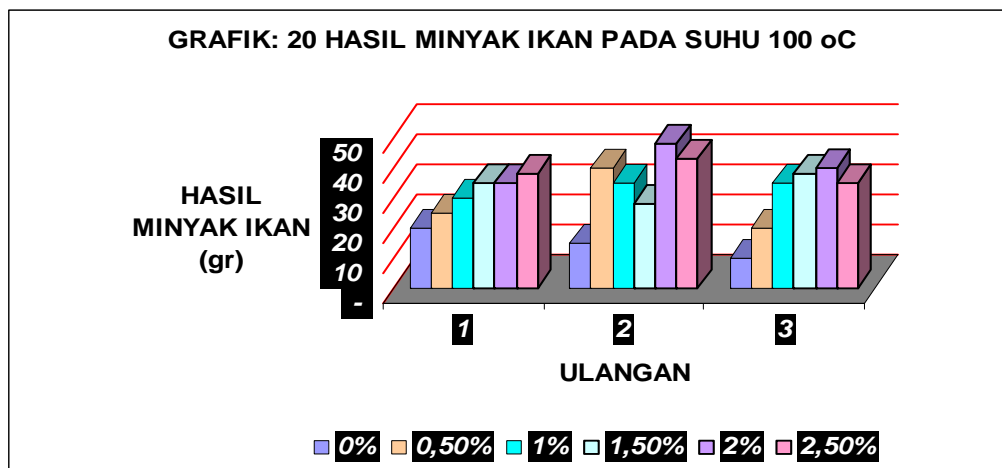
Tabel : 15 Hasil minyak ikan pada suhu 100 °C

N O	KODE SAMPLE	BERAT SAMPLE (Kg)	MINYAK (gram)			RATA-RATA KOMULATIF (Gram)
			RUN 1	RUN 2	RUN 3	
1	E0 T5 W30	1,2	20	15	10	15,00
2	E1 T5 W30	1,2	25	40	20	28,33
3	E2 T5 W30	1,2	30	35	35	33,33
4	E3 T5 W30	1,2	35	28	38	33,67
5	E4 T5 W30	1,2	35	48	40	41,00
6	E5 T5 W30	1,2	38	43	35	38,67
	<i>RATA-RATA</i>	<i>1,2</i>	30,50	34,83	29,67	31,67

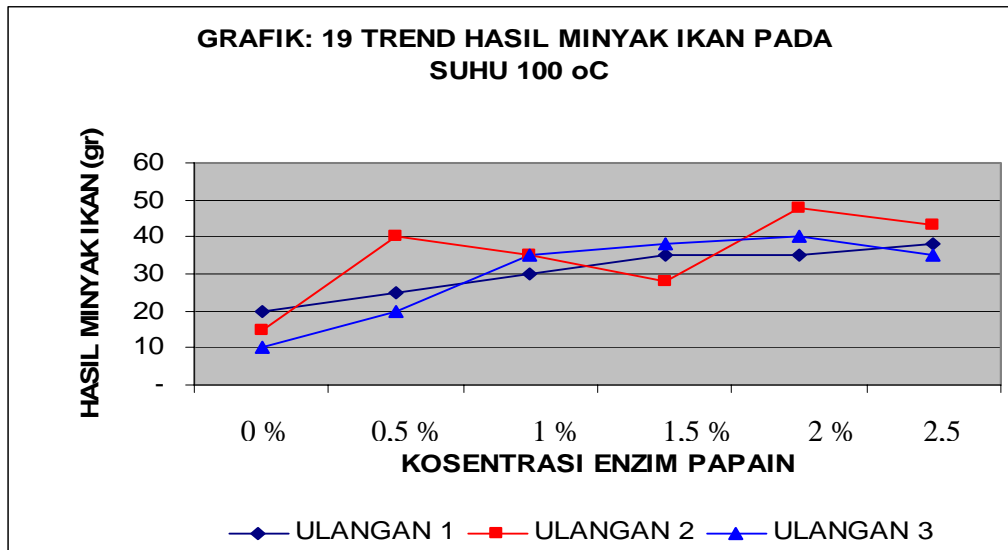
Keterangan : E0 = Kosentrasi Enzim 0 %, E1 = Kosentrasi Enzim 0,5 , E2 = Kosentrasi Enzim 1 %, E3 = Kosentrasi Enzim 1,5 %, E4 = Kosentrasi Enzim 2 %, E5 = Kosentrasi Enzim 2,5 %. T5 = Suhu 100 °C, W30 = Waktu RUN 1 = Ulangan ke 1, RUN 2 = Ulangan ke 2, RUN 3 = Ulangan ke 3

Pada table diatas dikethui bahwa hasil minyak ikan rata-rata adalah 30,50 gram pada ulangan pertama, 34,83 gram pada ulangan ke dua dan 29,67 pada ulangan ketiga.

Secara komulatif diperoleh hasil minyak ikan sebesar 31,67 gram. Acara grafis dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Adapun kecenderungan hasil minyak ikan pada perlakuan suhu 100 °C tampak pada grafik : 19 dibawah ini.



Pada grafik tersebut terlihat bahwa secara keseluruhan ada kecenderungan hasil minyak ikan yang naik pada masing-masing ulangan. Hasil tertinggi diperoleh pada ulangan kedua sebesar 48 gram pada konsentrasi enzim papain 2 %, sedangkan hasil terendah diperoleh pada ulangan ketiga sebesar 10 gram pada konsentrasi enzim papain 0 % (tanpa papain). Secara keseluruhan menunjukkan adanya suatu peningkatan hasil sebesar $31,67 - 27,00 = 4,67$ gram jika dibandingkan dengan perlakuan suhu sebelumnya .

4.4 Pembahasan

4.4.1. Konsentrasi Enzim papain

Dari hasil penelitian di atas secara keseluruhan dapat diketahui hasil minyak ikan seperti tertera pada table : 20 berikut ini :

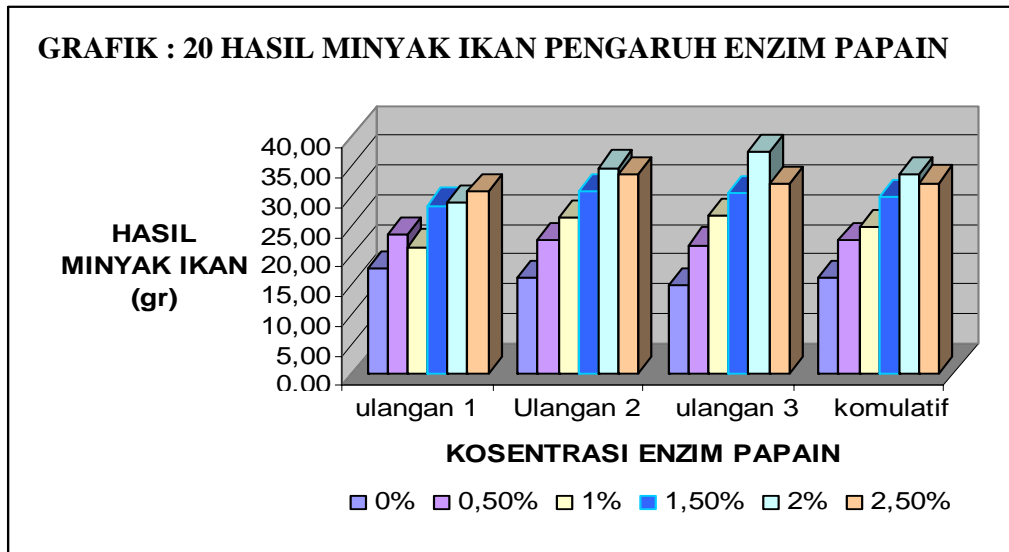
Tabel : 20 Peningkatan recovery minyak ikan pada tiap-tiap kosentrasi enzim papain

KOSENTRASI ENZIM	BERAT SAMPLE (Kg)	RATA-RATA MINYAK (gr)			RERATA KOMULATIF (Gram)	SELISIH (gr)	SELISIH %
		RUN 1	RUN 2	RUN 3			
0%	1,2	17,60	16,00	14,80	16,13	0	0
0,50%	1,2	23,20	22,40	21,60	22,40	6,27	38,84
1%	1,2	21,25	26,20	26,40	24,62	2,22	9,90
1,50%	1,2	28,25	30,60	30,20	29,68	5,07	20,58
2%	1,2	28,60	34,60	37,20	33,47	3,78	12,75
2,50%	1,2	30,60	33,60	32,00	32,07	-1,40	-4,18
RERATA	1,2	24,92	27,23	27,03	26,39	3,19	15,58

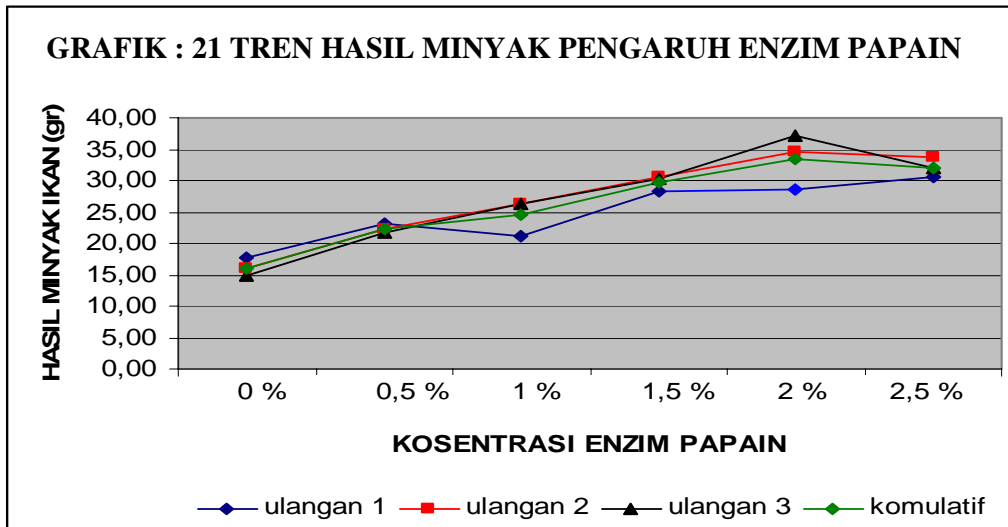
Tabel : 21 Peningkatan recovery minyak ikan pada tiap-tiap variasi suhu pemanasan

VARIASI SUHU	BERAT SAMPLE (Kg)	RATA-RATA MINYAK (gr)			RERATA KOMULATIF	SELISIH (gr)	SELISIH %
		RUN 1	RUN 2	RUN 3			
60 Oc	1,2	23,00	22,00	25,50	23,50		
70 oC	1,2	22,00	22,67	25,67	23,45	-0,05	-0,23
80 Oc	1,2	26,83	29,00	25,83	27,22	3,77	16,09
90 oC	1,2	24,83	27,67	28,50	27,00	-0,22	-0,81
100 oC	1,2	30,50	34,83	29,67	31,67	4,67	17,28
RERATA	1,2	25,43	27,23	27,03	26,57	2,04	8,09

Dari tabel : 20 diketahui bahwa hasil minyak ikan pada masing-masing kosentrasi secara berturut-turut adalah : kosentrasi 0 % = 16,13 gram, kosentrasi 0,5 % = 22,40 gram, kosentrasi 1 % = 24,62 gram, kosentrasi 1,5 % = 29,58 gram, kosentrasi 2 % = 33,47 gram dan kosentrasi 2,5 % = 32,07 gram. Dari dara tersebut tampak adanya perbedaan hasil pada masing-masing kosentrasi. Kosentrasi 0 % ke 0,5 % terdapat selisih $22,40 - 16,13 = 6,27$ gram, ini berarti ada peningkatan hasil sebsar 38,84 %. Dan secara berturut turut selisih hasil minyak ikan dapat dilihat pada tabel : 20 diatas. Secara grafis dapat dilihat pada grafik dibawah ini.

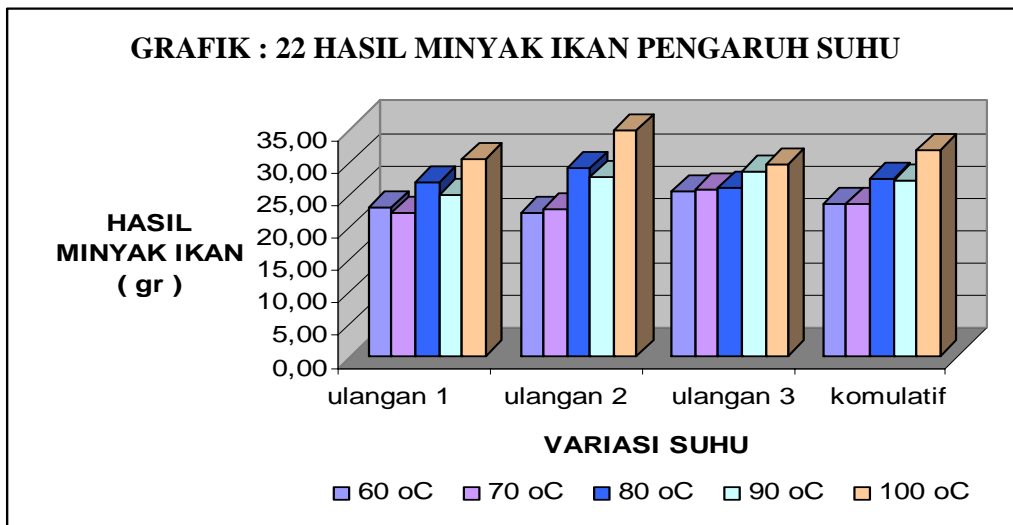


Adapun kecenderungan atau tren hasil minyak ikan secara komulatif menunjukkan peningkatan hasil seperti tampak pada grafik dibawah ini. Berdasarkan data pada tabel : 20 dapat dikatakan bahwa tren hasil minyak ikan naik sebesar 3,19 gram atau 15,58 % pada setiap kali penambahan konsentrasi enzim 0,5 %. Pada grafik pengaruh enzim papain dibawah ini pada tiap-tiap ulangan tren hasil minyak ikan pada masing-masing konsentrasi menunjukkan adanya peningkatan, hanya pada konsentrasi enzim papain 2,5 % tampak adanya sedikit penurunan. Namun demikian secara akumulasi hal ini dapat dikatakan bahwa enzim papain memiliki pengaruh terhadap hasil minyak.



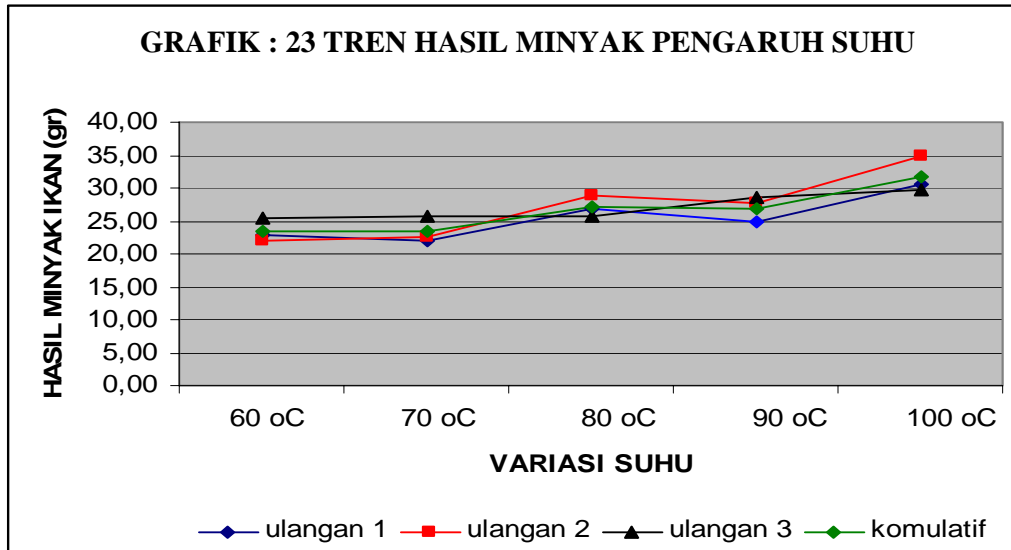
II.2. Variasi Suhu

Pada tabel : 21 diketahui hasil minyak ikan pada masing-masing perlakuan suhu rata-rata komulatif diperoleh hasil sbb : Pada perlakuan suhu 60 °C hasil minyak yang diperoleh adalah sebesar 23,50 gram, 70 °C = 23,45 gram, 80 °C = 27,22 gram, 90 °C = 27,00 gram dan 100 °C = 31,67 gram. Secara grafis dapat dilihat pada grafik dibawah ini :

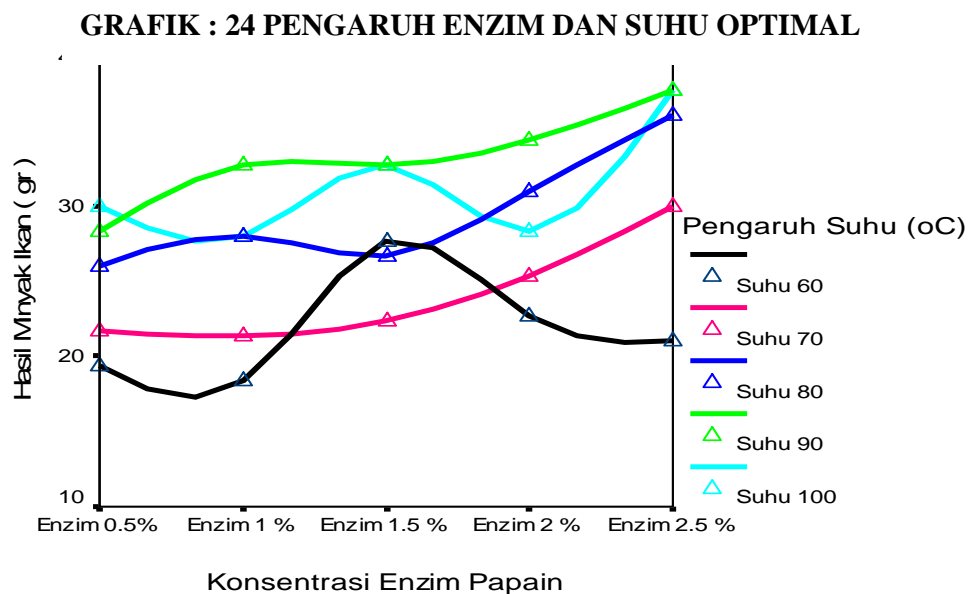


Adapun kecenderungan hasil minyak berdasarkan perlakuan suhu yang berbeda tampak adanya sedikit kenaikan hasil atau tren hasil yang diperoleh menunjukkan angka yang naik, hanya pada perlakuan suhu 60 °C dan 70 °C terdapat hasil yang

hampir sama dari ulangan pertama, kedua dan ketiga sebesar 23 gram, 22 gram dan 25,5 gram, dan komulatif sebesar 23,50 gram, seperti ditunjukkan pada table dibawah ini



Akan tetapi secara akumulasi berdasarkan data pada tabel : 21 dapat diketahui bahwa setiap kali ada perubahan perlakuan suhu 10 °C terdapat kenaikan hasil minyak sebesar = 2,04 gram atau naik 8,09 %. Berdasar pada kenyataan tersebut maka dapat dikatakan bahwa suhu pemanasan memiliki pengaruh terhadap hasil minyak ikan.



TABEL : 16 HASIL PENGUJIAN LABORATORIUM

No	Jenis Sample	Parameters	Satuan	Hasil Uji	Metode
1	Minyak ikan	Bilangan asam	mgKOH / gr contoh	3,86	SNI.01-3555-8 BUTIR 8
		Bilangan iod	gr iod / 100 gr contoh	1,54	
	Minyak ikan	Bilangan asam	mgKOH / gr contoh	3,41	SNI.01-3555-8 BUTIR 8
		Bilangan iod	gr iod / 100 gr contoh	1,92	
2	Bahan Tepung Ikan	Protein	%	15,44	Kejeldahl SNI.01-2891-92
		Air	%	59,59	
		Lemak	%	8,01	
3	Air Sisa Proses	TSS	%	10,24	Gravimetri Kejeldahl Hidrolisis Winkler Open Refluks
		Protein	%	3,91	
		Kadar minyak	%	1,39	
		BOD 1	gr/l	26,10	
		COD 1	gr/l	67,88	
	Air Sisa Proses	TSS	%	10,24	Gravimetri Kejeldahl Hidrolisis Winkler Open Refluks
		Protein	%	3,94	
		Kadar minyak	%	2,95	
		BOD	gr/l	25,33	
		COD	gr/	61,76	

Dari hasil penelitian yang dilakukan selanjutnya di ujikan pada laboratorium pemerintah yang terakreditasi. Sample yang di ujikan meliputi, hasil minyak ikan, hasil padatan (bahan tepung ikan), dan cairan sisa proses. Untuk minyak ikan uji yang dilakukan adalah uji bilangan asam dan bilangan iod. Uji bilangan asam dilakukan karena bilangan asam adalah salah satu sifat kimia dari minyak yang dinyatakan dalam mg KOH. Bilangan asam yang tinggi menunjukkan kandungan asam lemak bebas yang tinggi. Asam lemak yang tinggi menunjukkan hasil minyak yang kurang baik. *Ketaren (1986)*, asam lemak bebas walaupun berada dalam

jumlah kecil mengakibatkan rasa tidak lezat. Asam lemak bebas juga dapat mengakibatkan karat dan warna gelap jika dipanasi pada wajan besi.

Sedangkan bilangan iod merupakan salah satu sifat kimia minyak. Dan bilangan iod mencerminkan ketidak jenuhan asam lemak penyusun minyak. Asam lemak tidak jenuh mengikat iod dan membentuk senyawa yang jenuh. Banyaknya iod yang diikat menunjukkan ikatan rangkap. Semakin tinggi bilangan iod, menunjukkan kualitas minyak rendah, karena asam penyusun minyak tersebut ketidakjenuhannya semakin tinggi, sehingga kemungkinan minyak tersebut rusak semakin besar. Hal tersebut dimungkinkan akibat adanya oksidasi, dan yang diserang adalah ikatan rangkap pada asam lemak tidak jenuh.

Dari data tersebut diatas diketahui bahwa bilangan asam yang dihasilkan adalah sebesar : 3,86 dan 3,41 dan rata-ratanya adalah sebesar : 3,64. Sedangkan hasil uji bilangan iod diperoleh hasil sebesar : 1,54 dan 1,92 dan rata-ratanya adalah sebesar : 1,73. Dari hasil tersebut diatas dapat dikatakan bahwa hasil minyak ikan yang diperoleh cukup baik, sehingga dapat dikatakan bahwa ezim papain memiliki dampak positif terhadap hasil minyak.

4.5. Analisa Lingkungan

Penelitian ini merupakan penelitian awal (pre-research) dalam rangka mewujudkan industri perikanan yang ramah lingkungan, sehingga penelitian ini masih memerlukan penelitian lanjutan terutama yang berkaitan dengan output limbah yang ditimbulkan. Penelitian lanjutan yang dimaksud adalah untuk mengetahui kemungkinan pemanfaatan bahan sisa proses untuk kepentingan yang lebih bermanfaat baik secara ekonomi maupun yang berkaitan dengan lingkungan.

Namun demikian dampak positif dari hasil penelitian ini secara langsung terhadap lingkungan adalah hilangnya bau akibat dimanfaatkannya tumpukan bahan sisa proses secara optimal menjadi produk baru berupa minyak ikan dan padatan bahan tepung ikan. Dengan dimanfaatkannya bahan sisa proses tersebut potensi munculnya pencemaran akibat bau busuk menjadi berkurang, dan dengan berkurangnya bau busuk maka secara langsung akan mengurangi munculnya serangga lalat yang nyata-nyata tidak dikehendaki dalam proses pangan. Karena, baik bau maupun keberadaan serangga lalat tidak dikehendaki, mengingat serangga lalat dapat menyebarkan bakteri yang mengganggu keamanan pangan. Selanjutnya dari penelitian ini juga dihasilkan pula produk baru berupa minyak ikan yang memiliki manfaat lebih baik bagi kesehatan manusia.

Merujuk pada hasil penelitian diatas diketahui bahwa output yang masih harus mendapatkan perhatian dan penanganan lebih lanjut adalah cairan sisa proses dan padatan agar dapat di recovery secara optimal sehingga potensi untuk mencemari lingkungan dapat diminimisasi, mengingat kedua output tersebut masih mengandung bahan yang bermanfaat. Seperti diketahui bahwa dari hasil

uji yang dilakukan untuk padatan ternyata masih mengandung : lemak sebesar 8,01 %. Sementara cairan sisa proses rata rata masing mengandung : Zat padat terlarut sebesar = 10,24 %, protein = 3,93 %, minyak = 2,17 %, BOD = 25,72 gr/l, dan COD = 64,82 gr/l. Memperhatikan hasil uji diatas maka output tersebut masih perlu penanganan lebih lanjut agar beban unit pengolah limbahnya tidak berat. Upaya yang mungkin dilakukan adalah dengan melakukan tambahan peralatan sebelum air sisa proses di masukkan ke dalam unit pengolah limbah, yaitu dengan melakukan penyaringan terlebih dahulu, tujuannya untuk menyaring padatan yang masih ikut terlarut. Selanjutnya dilakukan pemanasan tujuannya adalah untuk mengambil protein yang terlarut dan lemak yang masih tersisa, dengan pemanasan diharapkan protein akan terkoagulasi, dan lemak/minyaknya akan mengapung di permukaan sehingga akan mudah untuk diambil.

4.6. Analisa Statistik

Case summaries pada lampiran 7 menunjukkan bahwa banyaknya enzim papain (dalam %), hasil minyak ikan (dalam ml) dan waktu yang digunakan selama 30 menit. Ada 5 perlakuan enzim (0,5 %, 1%,1.5 %, 2 %, 2.5 %), dan 5 perlakuan suhu (60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C, 100 °C), sehingga ada $5 \times 5 = 25$ variasi, yaitu pada no. 1 – 25 sebagai ulangan I, no 26 – 50 sebagai ulangan II dan no. 51 – 75 sebagai ulangan III.

Syarat asumsi manova (multivariate anova), maka hasil minyak ikan (gr) ditransformasikan ke $10 \log x$, sehingga diperoleh $\log 10 = 1$, $\log 16 = 1,2$ dst dapat dilihat pada lampiran 7.

Dalam analisis manova lampiran, terbagi atas beberapa bagian, yaitu:

1. General linier model
2. Box's Test of Equality of Covariance Matrices
3. Multivariate Test
4. Levene's Test of Equality of Error Variances
5. Post Hoc Test Pengaruh Enzim
6. Post Hoc Test Pengaruh suhu
7. Profile Plots

Output General Linier Model pada bagian Between Subjects Factors menunjukkan bahwa ada 5 perlakuan enzim (0,5 %, 1 %, 1.5 %, 2 %, 2.5 %) dengan 15 faktor, sehingga diperoleh 15 x 5 variasi sampel. Demikian juga pengaruh suhu ada 5 perlakuan yaitu (60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C, 100 °C), dengan 15 faktor, sehingga diperoleh 15 x 5 variasi sampel.

Output uji variance

Variabel dependen yang terdiri dari pengaruh enzim, pengaruh suhu, dan hasil minyak dapat dilihat pada nilai probabilitas (sig) Levene Test yang merupakan uji variance dari variabel dependen, yaitu :

- a. Uji varian dari tiap-tiap variabel dependen dan
- b. Uji variance populasi secara keseluruhan (overall equivalence).

Uji variance tiap-tiap variabel dependen. Hipotesis yang diajukan sbb :

Ho : ketiga variance populasi adalah identik

H1 : ketiga variance populasi adalah tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

Jika probabilitas $> 0,05$ Ho diterima

Jika probabilitas $< 0,05$ Ho ditolak

Pada tabel di bawah ini terlihat bahwa nilai probabilitas (sig.) adalah 0,303 dan 0,323 yang kesemuanya > 0,05 ini berarti bahwa H_0 diterima dan H_1 ditolak, yang berarti bahwa ketiga varians mempunyai populasi yang identik.

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

	F	df1	df2	Sig.
Hasil Minyak (ml)	1.181	24	50	.303
Transformasi Hasil	1.158	24	50	.323

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+ENZIM+SUHU+ENZIM * SUHU

Uji variance populasi secara keseluruhan (overall equivalence).

Dibuat hipotesis yang menyatakan :

H_0 : matrik varians/kovarians dari variable dependent pada group adalah identik

H_1 : matrik varians/kovarians dari variable dependent pada group adalah tidak identik

Dasar pengambilan keputusannya adalah :

Jika probabilitas > 0,05 H_0 diterima

Jika probabilitas < 0,05 H_0 ditolak

Pada tabel print out Box's M terlihat bahwa nilai probabilitas adalah 0,002 < dari 0,05 maka H_0 ditolak, maka varian/kovarian adalah tidak sama, namun secara keseluruhan dengan memperhatikan keterangan pertama(Uji variance tiap-tiap variabel dependen), maka proses analisis dengan manova dapat diteruskan

Box's Test of Equality of Covariance Matrices^a

Box's M	138.051
F	1.691
df1	48
df2	1620.561
Sig.	.002

Tests the null hypothesis that the observed covariance matrices of the dependent variables are equal across groups.

a. Design: Intercept+ENZIM+SUHU+ENZIM * SUHU

MANOVA TEST

Hipotesis yang diajukan dalam kasus ini adalah :

H_0 : tiga simple rata-rata vektor simple dari skor rata-rata adalah identik

H_1 : tiga simple rata-rata vektor simple dari skor rata-rata hādala tidak identik

Dasar membuat hiptesis ini berdasarkan pada vektor of mean, yang berbeda dengan asumsi sebelumnya yang menggunakan varian.

Dasar pengambilan keputusan :

Jika probabilitas $> 0,05$ H_0 diterima

Jika probabilitas $< 0,05$ H_0 ditolak

Pengambilan keputusannya berdasarkan alan analisis : Pillai Trace, Wilk Lambda, Hotelling Trace, Roy's dan T test. Pada multivariate test terlihat bahwa semua angka signifikan untuk ke empat test dan angka F test pada bagian dua, tiga dan empat (Enzim, suhu, enzim*suhu) menunjukkan angka enzim = 0,000; 0,000; 0,000; 0,000, suhu = 0,000; 0,000; 0,000; 0,000, dan suhu*enzim = 0,007; 0,009; 0,011; 0,015, seperti terlihat pada tabel berikut :

Multivariate Tests^c

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	1.000	396167.466 ^a	2.000	49.000	.000
	Wilks' Lambda	.000	396167.466 ^a	2.000	49.000	.000
	Hotelling's Trace	16170.101	396167.466 ^a	2.000	49.000	.000
	Roy's Largest Root	16170.101	396167.466 ^a	2.000	49.000	.000
ENZIM	Pillai's Trace	.669	6.284	8.000	100.000	.000
	Wilks' Lambda	.422	6.602 ^a	8.000	98.000	.000
	Hotelling's Trace	1.152	6.913	8.000	96.000	.000
	Roy's Largest Root	.916	11.451 ^b	4.000	50.000	.000
SUHU	Pillai's Trace	.879	9.808	8.000	100.000	.000
	Wilks' Lambda	.240	12.731 ^a	8.000	98.000	.000
	Hotelling's Trace	2.661	15.963	8.000	96.000	.000
	Roy's Largest Root	2.458	30.723 ^b	4.000	50.000	.000
ENZIM * SUHU	Pillai's Trace	.763	1.929	32.000	100.000	.007
	Wilks' Lambda	.381	1.899 ^a	32.000	98.000	.009
	Hotelling's Trace	1.246	1.869	32.000	96.000	.011
	Roy's Largest Root	.720	2.249 ^b	16.000	50.000	.015

a. Exact statistic

b. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

c. Design: Intercept+ENZIM+SUHU+ENZIM * SUHU

Angka-angka tersebut diatas jauh dibawah 0,05, hal ini berarti H_0 ditolak, dan H_1 diterima yang artinya H_1 : tiga sample rata-rata vektor sample dari skor rata-rata adalah tidak identik, atau pengaruh enzim, suhu, enzim*suhu mempunyai pengaruh terhadap hasil minyak ikan, hal tersebut dapat dijelaskan sbb :

1. Faktor Enzim

Terlihat bahwa angka signifikansi keempat test dan angka F test pada bagian dua (effect enzim) menunjukkan angka 0,000 atau jauh dibawah 0,05. Hal ini berarti H_0 ditolak, atau efek suhu mempunyai pengaruh terhadap hasil minyak.

2. Faktor Suhu

Terlihat bahwa angka signifikansi keempat test dan angka F test pada bagian tiga (effect suhu) menunjukkan angka 0,000 atau jauh dibawah 0,05. Hal ini berarti H_0 ditolak, atau efek suhu mempunya pengaruh terhadap hasil minyak ikan.

3. Analisis untuk interaksi antara variabel enzim dan suhu

Untuk kepoerluan tersebut dibuat hipotesis sbb :

H_0 : tidak ada dampak interaksi antara variabel nzim dan suhu terhadap variabel hasil minyak ikan

H_1 : Ada dampak interaksi antara variabel enzim dan suhu terhadap variabel hasil minyak ikan.

Dasar pengambilan keputusannya adalah :

Jika probabilitas $> 0,05$ H_0 diterima

Jika probabilitas $< 0,05$ H_0 ditolak

Pengambilan keputusan berdasarkan alat analisis : Pillai Trace, Wilk Lambda, Hotelling Trace, Roy's dan T test, pada multivariate test terlihat bahwa semua angka signifikan untuk ke empat test dan angka F test, yaitu : 0,007; 0,009; 0,011; 0,015, yang kesemuanya dibawah 0,05 hal ini berarti H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dengan demikian ada dampak interaksi antara variabel enzim dan suhu terhadap hasil minyak ikan.

4.7. Analisa Ekonomi

Tujuan dilakukan analisis ekonomi adalah bukan saja dilihat dari faktor keuntungan internal dari usaha tersebut, akan tetapi juga dilihat dari sudut pandang external yang menyangkut lingkungan. Dengan dilakukan analisis ekonomi ini diharapkan mampu menilai apakah penelitian ini jika diaplikasikan tidak membebani perusahaan, dari sudut pandang biaya pengelolaanya.

Dalam analisis ekonomi yang dilakukan disini adalah dengan menggunakan beberapa metode yaitu :

1. Metode Break Event Point (BEP) analisis titik impas
2. Metode Benefit Cost Ratio (B/C Ratio) analisis ratio manfaat
3. Return of Investment (ROI) analisis efisiensi penggunaan modal
4. Internal Rate of Return (IRR) analisis tingkat keuntungan rata-rata
5. Pay Back Period (Analisis Periode Pengembalian Modal).

Untuk kepentingan analisis tersebut diatas perlu diketahui terlebih dahulu nilai investasi dan modal kerja yang dibutuhkan untuk mengolah bahan sisa menjadi produk baru berupa minyak ikan dan tepung ikan. Dibawah ini disajikan data investasi dimaksud berdasarkan nilai investasi tahun 2005, seperti terlihat pada tabel : 17. Semua daftar peralatan tersebut kesemuanya adalah buatan lokal (Dalam Negeri).

Tabel : 17 Nilai Investasi Instalasi Pengolahan Bahan Sisa

NO	ITEM BIAYA	UKURAN	Q'TY	HARGA (Rp)	TOTAL (Rp)
1	INVESTASI Bangunan	10 X 20 m	200 m ²	300.000,00	60.000.000,00
2	MESIN PRES	5 ton	1 bh		125.000.000,00
3	MESIN PARUT	1 HP	1 bh	2.000.000,00	2.000.000,00
	PERALATAN				
	Sekop		2 bh	50.000,00	100.000,00
	Basket plastik		75 bh	70.000,00	5.250.000,00
	Lori		1 bh	250.000,00	250.000,00
	Timbangan	150 kg	1 bh	450.000,00	450.000,00
	Drum Plastik	150 liter	20 bh	60.000,00	1.200.000,00
	Drum Plastik	200 liter	5 bh	95.000,00	475.000,00
	TOTAL INVESTASI				194.725.000,00

Tabel : 18 Potensi Ekonomi Tanpa Pengolahan Lanjut

NO	JENIS IKAN	VOLUME BAHAN BAKU (Kg)	VOLUME BAHAN SISA (Kg)	HARGA (Rp)	PENDAPATAN (Rp)
1	Herring	958.837,00	193.685,00	250,00	48.421.250,00
2	Scomber	171.120,00	12.749,00	250,00	3.187.250,00
3	Lemuru	354.924,00	123.808,00	250,00	30.952.000,00
4	Sembulak	3.742,00	0,826	250,00	206,50
5	Tuna	65.700,00	19.710,00	800,00	15.768.000,00
	Jumlah	1.554.323,00	349.952,83	360,00	98.328.706,50

Tabel : 19 Potensi Ekonomi Setelah ada Proses Lanjutan

JENIS BAHAN	VOLUME (kg)	OUTPUT	RECOVERY	KUANTITAS (KG)	HARGA (Rp)	PENDAPATAN (Rp)
Sisa Proses	349.952,83	Padatan	65,16	232.589,85	600	139.553.909,59
Papain	6.999,06	Cairan	29,35	104.765,38	0	0
		Minyak	2,18	7.781,55	7.500	58.361.633,46
TOTAL	356.951,89					197.915.543,04

Adapun biaya operasional dari bahan sisa sebanyak 356,951.89 Kg adalah sebagai berikut :

- Energi = $0.5 \times 134 \times 356,951.89 = \text{Rp. } 23,915,776.63$
- BUA = $25 \times 356,951.89 = \text{Rp. } 8,923,797.00$
- Pepaya = $500 \times 356,951.89 = \text{Rp. } 3,999,530.00$

Total Biaya Operasional Rp. 36,839,104

Sedangkan pendapatan yang diperoleh selama 1 tahun adalah sbb :

Hasil Penjualan minyak ikan $7.781,55 \text{ kg} \times \text{Rp. } 7,500 = \text{Rp. } 58.361.633,46$

Hasil Penjualan Bahan tepung ikan $232.589,85 \text{ kg} \times \text{Rp. } 600 = \text{Rp. } 139.553.909,59$

Total hasil penjualan setelah dilakukan proses lanjut = Rp. **197.915.543,04**

Sedangkan hasil penjualan sebelum dilakukan proses lanjut adalah sebesar Rp.

98.328.706,50, sehingga selisih antara hasil penjualan melalui proses lanjut

dengan tanpa melalui proses sebesar Rp. **197.915.543,04** – Rp. **98.328.706,50** =

Rp. 99,586,836,54. Selisih ini merupakan pendapatan tunai.

1. Analisis Break Event Point

Dalam analisa BEP ini dibagi menjadi dua yaitu analisa BEP Volume produksi

dan BEP harga jual.

$$\text{Adapun rumus BEP} \Rightarrow Y' = \frac{TC}{P} \text{ ----- (1)}$$

$$\Rightarrow P' = \frac{TC}{Y} \text{ ----- (2)}$$

Dimana :

Y' = BEP Volume Produksi Analisis Ekonomi

Y = Jumlah / total prod

P' = BEP Harga Produk

TC = Total Cost

P = Harga produk

Jika kita menggunakan data tersebut diatas sebagai dasar perhitungan maka :

$$\text{BEP Volume Produksi : } Y' = \frac{TC}{P} \Rightarrow \frac{36.839.104}{7.500} = 4.11,88 \text{ kg}$$

$$\text{BEP Harga Produk } P' = \frac{TC}{Y} \Rightarrow \frac{36.839.104}{7.781,55} = 4.374,16 \text{ rupiah}$$

2. Analisis B/C Ratio

$$\text{B/C Ratio} = \frac{\text{TotalPendapatan}}{\text{TotalBiayaProduksi}} \text{ ----- (3)}$$

=> Jika nilai B/C ratio > 1 maka usaha ini layak dikerjakan

=> Jika nilai B/C ratio < 1 Maka usaha ini tidak layak untuk dikerjakan.

$$\text{B/C ratio} = \frac{99.586.836,54 - 36.839.104}{36.839.104} = \frac{62.747.282,54}{36.839.104} = 1,70$$

Angka B/C Ratio 1,70 adalah > dari 1 maka usaha bisa diterima atau dilaksanakan.

3. Analisis Return Of Investment (ROI)

Analisis ini dipergunakan untuk mengetahui efisiensi penggunaan modal. Semakin kecil angka ROI efisiensi penggunaan modal semakin kecil pula atau penggunaan modal tidak efisien. Sebaliknya semakin besar angka ROI semakin besar efisiensi penggunaan modal atau semakin efisien.

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{ROI} &= \frac{\text{Laba}}{\text{Modal}} \times 100\% \text{ ----- (4)} \\ &= \frac{62.747.282,54}{194.725.000} \times 100\% = 32,22 \% \end{aligned}$$

4. Analisa Internal Rate of Return (IRR)

Tujuan analisa ini adalah untuk mengetahui tingkat keuntungan rata-rata.

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{IRR} &= \frac{\text{Laba Bersih Setelah Pajak}}{\text{Biaya Operasional Tunai}} \times 100\% \text{ ----- (5)} \\ &= \frac{56.472.554,29}{36.839.104} \times 100\% = 153,30\% \end{aligned}$$

5. Analisis Pay Back Period

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui seberapa lama modal dapat kembali dan formula yang dipakai adalah sbb :

$$\Rightarrow P = \frac{V}{I} \times 1 \text{ tahun} \text{----- (6)}$$

Dimana :

P = Jumlah waktu (tahun/periode) yang diperlukan untuk mengembalikan modal investasi.

V = Jumlah modal investasi.

I = Hasil bersih per tahun/periode atau hasil rata-rata per tahun.

Berdasarkan rumus diatas maka :

$$P = \frac{194.725.000}{56.472.554,29} \times 1 \text{ tahun} = 3,45 \text{ tahun}$$

BAB. V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Bahan sisa proses produksi berupa potongan kepala, ekor, sirip dan isi perut, dari Industri pengalengan ikan masih dapat di manfaatkan untuk menghasilkan produk baru, berupa minyak ikan dan bahan tepung ikan yaitu dengan penambahan enzim proteolitik (*papain*) pada konsentrasi tertentu melalui proses pemanasan pada suhu yang tepat.
2. Rendemen minyak ikan yang dihasilkan dari pemanfaatan bahan sisa proses produksi ikan herring (*Clupea harrengusL.*) pada Industri Pengalengan Ikan, sangat di pengaruhi oleh konsentrasi enzim papain dan temperatur pemanasan yang dikenakan. Semakin tinggi konsentrasi enzim papain dan suhu pemanasan, semakin tinggi pula rendemen minyak yang diperoleh.
3. Secara komulatif hasil terbaik diperoleh pada perlakuan enzim papain pada konsentrasi 2,5 % dengan perlakuan temperatur pemanasan pada 80 °C. Rendemen minyak ikan terendah diperoleh pada konsentrasi enzim papain 1 % dan temperatur pemanasan 60 °C pada ulangan kedua sebanyak 12 gram dan tertinggi diperoleh pada konsentrasi enzim 2 % dan temperatur pemanasan 100 °C pada ulangan kedua sebanyak 48 gram.
4. Dari penelitian ini diperoleh recovery minyak ikan rata-rata sebesar 2,18 % dari berat sample @1,2 kg sebanyak 75 sample yang terdiri dari tiga kali ulangan.

a. Saran / Rekomendasi

1. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, disarankan kepada manajemen perusahaan untuk mengolah lebih lanjut bahan sisa proses produksi, karena dengan pengolahan tersebut akan diperoleh manfaat berupa diversifikasi produk, berupa minyak ikan yang memiliki nilai ekonomi lebih baik. Disamping itu pemanfaatan bahan sisa akan membantu mengurangi masalah pencemaran lingkungan berupa bau yang tidak sedap serta mengurangi serangga lalat yang berpotensi menyebarkan penyakit.
2. Untuk keperluan di atas disarankan kepada manajemen perusahaan untuk memasukan persoalan pemanfaatan bahan sisa ini kedalam pokok bahasan yang penting didalam Master Plan, agar supaya dapat disosialisasikan ke semua jenjang struktural di perusahaan. Dengan strategi demikian akan memperoleh citra positif di semua level dalam perusahaan termasuk di dalamnya top manajemen yang nantinya sebagai pengambil keputusan.
3. Disarankan pula kepada manajemen perusahaan untuk menyiapkan tenaga kerja yang memadai dalam hal pengetahuan tentang proses pengolahan bahan sisa proses produksi Industri Pengalengan Ikan, agar supaya pemanfaatan tersebut memperoleh hasil yang maksimal secara ekonomis, sehingga akan meningkatkan efisiensi atau penghasilan perusahaan, karena bahasa itulah yang paling disukai oleh para pengusaha.
4. Untuk keperluan bahan pendukung berupa enzim papain dapat diusahakan sendiri, yaitu dengan memanfaatkan lahan kosong di dalam lingkungan perusahaan dengan menami pohon pepaya. Getah pepayanya sebagai bahan pokok enzim papain, sementara buah pepayanya bisa dipergunakan sebagai bahan substitusi saos tomat.

DAFTAR PUSTAKA

- , *Hazardous Waste Minimization*, <http://www.chemistry.ohio-state.edu/ehs/handbook/hazwaste/minimize.htm>, Visit, Agustus, 20- 2005.
- Aidos, Fernandez. 2002, *Production of High Quality Fish Oil From Herring, By Product*, Disertation, Magnificus van Wageningen Universiteit, The Netherlands.
- Barlow, et all. 1982, *Nutritional Evaluation of Long Chain Fatty Acids and in Fish Oil*,. Academic Press, London.
- Bambang Irawan, Agus, 2001, *Analisa Kemungkinan Penerapan Environmental Costing di Indonesia*, Jurnal Lintasan Ekonomi, Volume XVIII, No. 1
- Brody, J. 1965, *Fisheries by Products Technology*, AVI Publishing Com.Inc, Westport, Connecticut.
- FAO, *Production of Fish Meal and Oil*, FAO Publisher, <http://www.fao.org/DOCREP/003/X6899E/X6899E02.htm>, Visit, Desember 19-2003.
- Fredy, P. 1996, *Pengaruh Penggunaan Bahan Pemucat Terhadap Stabilitas Daging Lumat Ikan selama Pencucian dan Mutu Surimi Beku*, Tesis, Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Girindra, Aisjah. 1986, *Biokimia I*, Gramedia, Jakarta.
- Hamid, Abdul. 2001, *Biokimia Metabolisme Bimolekul*, Alfabeta, Bandung.
- Hawab. HM. 2003, *Pengantar Biokimia*, Bayumedia Publishing, Malang.
- Hadiwiyoto, *Teknologi Pengolahan hasil Perikanan*, Liberty, Yogyakarta, 1993.
- Husnan, Suad, et all. 1994, *Study Kelayakan Peroyek*, Penerbit, UPP AMP YKPN, Yogyakarta.
- Hanafiah, Kemas Ali. 2005, *Rancangan Percobaan Aplikatif*. Penerbit PT. Raja Grafiika Persada, Jakarta.
- Kadarsan, Halimah. 1992, *Keuangan Pertanian dan Pembiayaan Perusahaan Agribisnis*, Penerbit, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Ketaren, S. 1986, *Minyak dan Lemak Pangan*, Penerbit Universitas Indonesia.
- Lopez Chaverii, Roberto, 1999. *Development of Environmental Performance Indicator, The Case of Fish Canning Plants*, Thesis, Lund University, Sweden

- Muchidin, Dudung. 1999, *Agro Industri Papain dan Pektin*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Martin, Roy. E, 1990, *The Seafood Industry*, Published by Van Nostrand Reinhold, New York.
- Santosa, Edhy. 2005, *Statistik Probabilitas*, Penerbit AMUS, Yogyakarta
- Saanin, H. 1984, *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan*, Binacipta, Jakarta
- Stansby, M. E, 1982, *Properties of Fish Oils and their application to handling of fish and to nutritional and industrial* in Martin, R.E, (ed), *Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products*, AVI, Pub, Co., Westport Connecticut.
- Sears, Barry, *Information About Fish Oil and Omega-3 Fatty Acid*, <http://www.Fishoilinfo.com>. **Visit, Desember 10-2003.**
- Santosa, Singgih. 2001, *SPSS, Mengolah Data Statistik Secara Profesional*, Elek Media Komputindo, Jakarta.
- Suzuki, T. 1981, *Fish Krill Protein Processing Technology*, Applied Science Publisher, London.
- UNEP, 2001, *Cleaner Production*, <http://www.uneptie.org/pc/cp/understanding.cp/Home.htm>. **Visit, Agustus, 12- 2004.**
- Weiss, 1983, *Foods Oil and Their Uses, 2nd Ed*, AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut
- Waluyo, Lud. 2004, *Mikrobiologi Umum*, Penerbit Universitas Muhammadiyah, Malang.