

**PENERAPAN KONSEP
TERMODINAMIKA DAN DAYA LISTRIK
DALAM PROSES PENGALENGAN IKAN SARDEN
DI CV INDO JAYA PRATAMA**

LAPORAN STUDI EKSKURSI



**DISUSUN OLEH
KELOMPOK FISIKA XI MIPA 3
Tahun Pelajaran 2020/2021**

**SMA KATOLIK ST. LOUIS 1
SURABAYA
2021**

**PENERAPAN KONSEP
TERMODINAMIKA DAN DAYA LISTRIK
DALAM PROSES PENGALENGAN IKAN SARDEN
DI CV INDO JAYA PRATAMA**

Laporan Studi Ekskursi ini dibuat untuk memenuhi nilai kognitif bidang
studi Fisika, Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris



**DISUSUN OLEH
KELOMPOK FISIKA XI MIPA 3
Tahun Pelajaran 2020/2021**

**SMA KATOLIK ST. LOUIS 1
SURABAYA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Studi Ekskursi “Penerapan Konsep Termodinamika Dan Daya Listrik Dalam Proses Pengalengan Ikan Sarden di CV Indo Jaya Pratama” yang dibuat untuk memenuhi nilai kognitif bidang studi Fisika, bahasa Indonesia, dan bahasa Inggris yang sekaligus sebagai hasil dari analisa penerapan konsep termodinamika dan daya listrik dalam industri pengalengan ikan sarden, telah disahkan dan dinilai pada hari (), tanggal () oleh

Pembimbing
Bidang Studi Bahasa Indonesia,



Anastasia Rina Wiasdianti, S.Pd., M.Hum.

Pembimbing
Bidang Studi Bahasa Inggris,



Rita Maria Tanti A.S., S.S.

Pembimbing
Bidang Studi Fisika,



Drs. Hermawan

LEMBAR DAFTAR NAMA KELOMPOK FISIKA
KELAS XI MIPA 3

Daniella Widarma	XI MIPA 3 / 06
Decya Giovanni	XI MIPA 3 / 07
Dharma Soegiantoro	XI MIPA 3 / 08
Felicia Nicole S	XI MIPA 3 / 12
Filbert Patricio	XI MIPA 3 / 13
F. X. Kevin Herwanto	XI MIPA 3 / 15
Grace Christina L	XI MIPA 3 / 17
Jeceline Candy K	XI MIPA 3 / 21
Raphael Kenjiro G. M	XI MIPA 3 / 32

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan pendampingan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan studi ekskursi yang berjudul “Penerapan Konsep Termodinamika dan Daya Listrik Dalam Proses Pengalengan Ikan Sarden Pada CV. Indo Jaya Pratama” dengan baik dan tepat pada waktunya.

Laporan studi ekskursi ini penulis susun sebagai hasil observasi dan analisis penerapan konsep termodinamika dan daya listrik pada proses pengalengan ikan sarden di CV Indo Jaya Pratama. Selain itu, laporan ini disusun juga untuk memenuhi nilai kognitif bidang studi Fisika, bahasa Indonesia, dan bahasa Inggris.

Keberhasilan penulisan laporan ini tentu tak lepas dari bimbingan pelbagai pihak yang terkait. Untuk itu, dengan penuh kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih setulus-tulusnya kepada

1. Dra. Sri Wahjoeni Hadi S, selaku Kepala SMA Katolik St.Louis 1 Surabaya dan Penanggung Jawab kegiatan Studi Ekskursi 2021;
2. Bapak Fransiskus Asisi Subono,S.Si. M.Kes., selaku Wakil Kepala Sekolah Bidang Kurikulum;
3. Ibu M.M. Sri Listyaningsih, S.Pd., M.M, selaku Pendamping Acara Studi Ekskursi Fisika dan Wali Kelas XI MIPA 3;
4. Drs. Hermawan selaku Pembimbing dan Guru Bidang Studi Fisika Kelas XI;
5. Ibu Anastasia Rina Wiasdianti, S.Pd., M.Hum. selaku Pembimbing dan Guru Bidang Studi Bahasa Indonesia Kelas XI;
6. Ibu Rita Maria Tanti A.S., S.S. selaku Pembimbing dan Guru Bidang Studi Bahasa Inggris Kelas XI;
7. Bapak Heru Santoso dan Ibu Atika Fitriani selaku narasumber Studi Ekskursi Fisika dari CV Indo Jaya Pratama.
8. Pimpinan CV Indo Jaya Pratama
9. Panitia Studi Ekskursi SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya
10. Orang tua siswa kelas XI MIPA SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya

11. Pihak-pihak yang terkait dalam studi ekskursi yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu

Penulis menyadari laporan ini masih jauh untuk dapat dikatakan sempurna, maka dari itu dengan rendah hati penulis memohon maaf apabila ada kesalahan-kesalahan dalam penyusunan laporan ini dan penulis juga membuka diri atas kritik dan saran yang dapat membangun dari pembaca.

Akhir kata, besar harapan penulis, laporan ini dapat berguna sebagai sarana untuk meningkatkan aktivitas literasi dan juga dapat memperluas wawasan dan pengetahuan, baik penulis maupun pembaca.

Surabaya, Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Judul	1
Lembar Pengesahan	2
Lembar Daftar Nama Kelompok.....	3
Kata Pengantar	4
Daftar Isi	6
Daftar Gambar	7
Daftar Tabel	7
Abstract	8
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	9
B. Rumusan Masalah	10
C. Tujuan	10
D. Metode Pengumpulan Data	11
BAB II PROFIL PERUSAHAAN	
A. Sejarah Perusahaan	12
B. Visi dan Misi Perusahaan	13
C. Struktur dan Organisasi Perusahaan	14
BAB III : PEMBAHASAN	
A. Proses Pengalengan Ikan Sarden	16
B. Konsep Termodinamika.....	23
C. Prinsip Kerja Mesin Exhaust Box Pada CV Indo Jaya Pratama	28
D. Daya Listrik	31
BAB IV : PENUTUP	
A. Kesimpulan	35
B. Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Logo Perusahaan.....	13
Gambar 2.2. Bagan Organisasi Perusahaan.....	15
Gambar 3.1. Proses Pengguntingan.....	17
Gambar 3.2. Proses Pengisian Produk.....	17
Gambar 3.3. Proses Pemasakan.....	18
Gambar 3.4. Proses Penirisan.....	18
Gambar 3.5. Proses Pengisian Saus.....	19
Gambar 3.6. Proses Penutupan Kaleng.....	19
Gambar 3.7. Proses Pencucian Kaleng.....	19
Gambar 3.8. Proses Sterilisasi.....	20
Gambar 3.9. Proses Pengeringan.....	20
Gambar 3.10. Proses Coding.....	21
Gambar 3.11. Proses Inkubasi.....	21
Gambar 3.12. Final Check.....	21
Gambar 3.13. Pengemasan.....	22
Gambar 3.14. Pengiriman.....	22
Gambar 3.15. Prinsip Kerja Mesin Kalor.....	25
Gambar 3.16. Pompa Kalor.....	26
Gambar 3.17. Mesin Exhaust Box.....	29
Gambar 3.18. Proses Exhausting.....	29

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Produk Sarden CV Indo Jaya Pratama.....	22
Tabel 3.2. Data Mesin Exhaust Box.....	30

ABSTRACT

Canning is a method of preserving food from spoilage by storing it in a hermetically sealed container, and then sterilized by heat, which was invented in the early 18th century and has been used by hundreds of countries around the world until now. As a part of food technology, the making process required industrial machine performance. The aims of this study are to discover how the canned fish are made by CV Indo Jaya Pratama factory, determine the law of thermodynamics used in the Exhaust Box machine, and also to calculate Exhaust Box's electricity cost in a month. Research data were collected by direct explanation from one of Indo Jaya's company representatives, with a Question and Answer (Q&A) session from the students afterward. Result of the research shows the Second Law of Thermodynamics and Electrical Energy Theory were involved in exhausting procedure. After a thorough analysis and review, it can be concluded that the Second Law of Thermodynamics and Electrical Energy Theory in physics were some of the important factors of the machine mechanism.

Keywords : Canning, Exhaust Box, Thermodynamics, Electrical Energy

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman, kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi membuat dunia perindustrian juga terus berkembang. Perkembangan perindustrian tersebut ini dapat kita jumpai dalam berbagai bidang, tak terkecuali industri makanan. Salah satu proses dalam industri makanan yang tidak kalah penting adalah proses pengemasan yaitu di pengalengan makanan atau *canning*.

Pengalengan merupakan salah satu proses penyimpanan dan pengawetan bahan pangan yang dikemas secara *hermetic* (kedap terhadap udara, air, mikroba, dan benda asing lainnya) dalam suatu wadah kaleng, dan kemudian disterilkan, sehingga dihasilkan suatu produk yang tahan lama tanpa perlu menggunakan bahan pengawet, dan tidak mengalami kerusakan fisik, kimia, maupun biologis. Teknik pengawetan yang banyak diterapkan adalah pengawetan dengan suhu tinggi dalam wadah yang tertutup rapat, untuk membunuh mikroba dan patogen yang merusak kualitas bahan pangan.

Berdasarkan uraian di atas, salah satu bahan dasar makanan kaleng yang populer dikalangan masyarakat berasal dari ikan. Ikan merupakan salah satu komoditas hasil perairan yang banyak dimanfaatkan sebagai sumber protein hewani karena kandungan proteinnya yang sangat tinggi, berkisar antara 15-24%, tergantung jenis ikannya. Sayangnya, kandungan protein ikan yang tinggi juga menjadi penyebab ikan mudah membusuk (*high perishable food*), sehingga perlu pengolahan secara cepat dan tepat demi menjaga mutu dan kandungan nutrisi baik pada ikan. Salah satu caranya adalah dengan proses pengalengan ikan.

Sebelum sarden kaleng sampai ke tangan konsumen, tentu ikan sarden akan diolah terlebih dahulu melalui serangkaian proses yang cukup panjang. Hal ini dimulai dari proses penyediaan bahan dasar, pemotongan, pemasakan, sterilisasi,

hingga proses inkubasi, pengemasan dan pengiriman. Dalam serangkaian proses tersebut, tentu dibutuhkan berbagai macam mesin pemroses yang mempunyai fungsi masing-masing. Mesin-mesin yang beroperasi tentunya dirancang dengan memanfaatkan ilmu pengetahuan yang ada, khususnya ilmu fisika. Oleh karena itu, penerapan ilmu fisika, terutama konsep termodinamika dalam proses pengalengan ikan sarden akan dibahas lebih dalam, dalam laporan ini.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana proses pengalengan sarden pada CV. Indo Jaya Pratama?
2. Bagaimana prinsip kerja dan penerapan hukum termodinamika mesin Exhaust Box?
3. Berapa daya listrik yang diperlukan dan biaya listrik yang dikeluarkan dalam penggunaan mesin Exhaust Box?

C. Tujuan

1. Menambah pengetahuan serta wawasan mengenai industri pengalengan ikan sarden.
2. Lebih mengenal prinsip kerja mesin-mesin industri.
3. Memperdalam pemahaman konsep termodinamika dan daya listrik dalam industri pangan.
4. Menganalisa kisaran biaya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan mesin industri.

D. Metode Pengumpulan Data

Metodologi yang digunakan dalam studi ini adalah :

1. Peserta Studi Ekskursi akan menyimak pengenalan dan presentasi secara online dari CV Indo Jaya Pratama.

2. Peserta Studi Ekskursi akan menggali informasi lebih lanjut dan mendalam sesuai topiknya masing-masing melalui sesi tanya jawab selama acara berlangsung.
3. Peserta Studi Ekskursi akan menganalisa dan mencari referensi atau informasi lain yang dibutuhkan dari sumber lain yang terpercaya.

BAB II

PROFIL PERUSAHAAN CV INDO JAYA PRATAMA

A. Sejarah CV Indo Jaya Pratama

CV Indo Jaya Pratama merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri makanan. Pendiri CV Indo Jaya Pratama, Bapak Heru Santoso, memulai bisnisnya sejak tahun 1994. Perusahaan ini beroperasi di Jalan Kedung Rejo Muncar, Dusun Kalimati, Kedungrejo, Muncar, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur 68472. Hingga saat ini, CV Indo Jaya Pratama sudah mempunyai 4 jenis usaha, di antaranya yaitu, proses pengalengan ikan sarden, proses penepungan ikan, pembekuan ikan, hingga pengeringan ubur-ubur. Di tahun awal terbentuknya perusahaan, CV Indo Jaya Pratama hanya bergerak di bidang *fish meal*, hingga 10 tahun berikutnya, yaitu pada tahun 2004, perusahaan ini mulai bergerak di bidang pembekuan ikan atau *frozen fish*. Sejak tahun 2008, Bapak Heru Santoso kembali mengembangkan perusahaannya, untuk mulai bergerak di bidang *canning* atau pengalengan ikan sarden.

Saat ini, CV Indo Jaya Pratama belum memiliki cabang dan hanya beroperasi di Muncar, Banyuwangi. Mengenai produk, CV Indo Jaya Pratama memproduksi tiga merek sarden kaleng yang saat ini sudah tersebar luas di berbagai toko swalayan di Indonesia, seperti, merek ABC, Delmonte, dan Nikimura. Untuk merek ABC dan Delmonte, CV Indo Jaya mengadakan kerja sama dengan perusahaan PT Heinz ABC dan PT Lasallefood untuk menghasilkan sarden kaleng berstandar ekspor, sedangkan produk Nikimura adalah hasil dari produksi sendiri CV Indo Jaya yang hanya dijual di dalam negeri. Produk hasil produksi CV Indo Jaya tentunya sudah terjamin keamanannya dan memiliki legalitas perusahaan dari SNI, HALAL Certified, BPOM Registered, HACCP Certified, serta PMR Certified.



Gambar 2.1. Logo Perusahaan

B. Visi dan Misi

Visi dan Misi sangatlah penting, khususnya pada suatu perusahaan, tak terkecuali untuk CV Indo Jaya Pratama. Visi dan Misi dibuat sebagai sarana untuk memetakan suatu kegiatan atau program kerja agar dalam prosesnya dapat terus sejalan dengan dasar dan prinsip pendiriannya. Selain itu, visi dan misi ini juga berfungsi sebagai pegangan sebuah perusahaan untuk mengembangkan usaha di masa yang akan datang. Tak hanya itu, visi misi juga dapat memudahkan pihak luar yang ingin menganalisa ataupun memahami maksud dan tujuan sebuah perusahaan perusahaan sebelum mengadakan kerja sama.

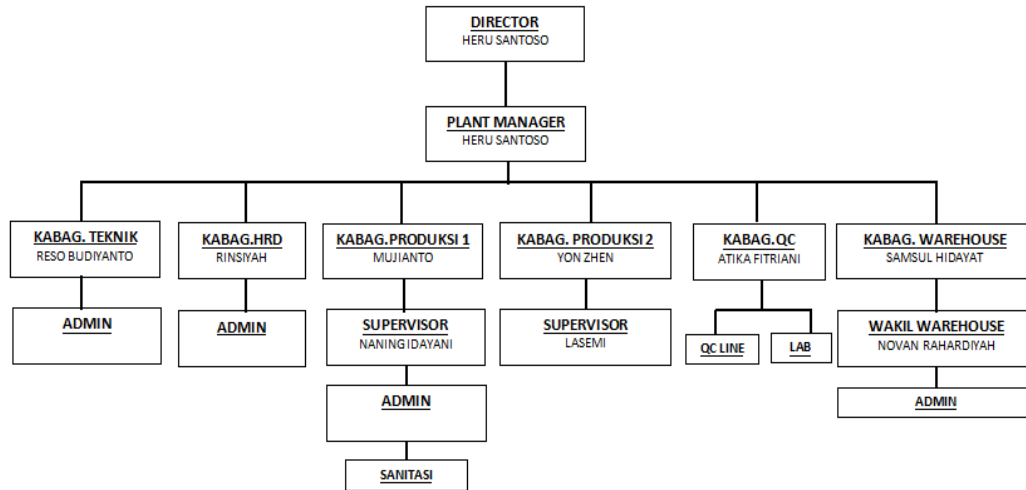
CV Indo Jaya Pratama memiliki visi untuk **“Menyediakan produk-produk ikan dengan kualitas tertinggi untuk dikonsumsi oleh konsumen baik lokal maupun internasional.”** Lewat hal ini, dapat dilihat bahwa perusahaan ingin membantu memenuhi kebutuhan pangan, baik untuk konsumen lokal maupun internasional. Bersamaan dengan pemenuhan kebutuhan konsumen, CV Indo Jaya Pratama tak ingin jika hanya memberi produk berstandar rendah, sebaliknya ingin menghasilkan sebuah produk berstandar tinggi demi meningkatkan kualitas kesehatan konsumen melalui asupan gizi yang baik yang berasal dari produk sardennya yang berkualitas tinggi.

Adapun misi dari CV Indo Jaya Pratama adalah **“Untuk membantu meningkatkan kesejahteraan warga lokal dengan membangun dan menyediakan produk serta pelayanan yang lebih baik dari dan untuk penduduk lokal.”** Misi CV Indo Jaya Pratama sungguh sangat mulia, sebagai sebuah perusahaan, mereka tak hanya mengedepankan prinsip memperoleh laba ,tetapi juga bercita-cita untuk membantu meningkatkan kesejahteraan penduduk lokal. Untuk memenuhi hal tersebut CV Indo Jaya Pratama akan menyediakan pelayanan dan produk yang baik untuk penduduk lokal. Selain itu, mereka juga membantu mengurangi angka pengangguran yang ada di Indonesia dengan membuka lapangan kerja untuk penduduk lokal. Misi atau tujuan seperti inilah yang dibutuhkan dari setiap perusahaan di Indonesia, agar masyarakat juga berperan dalam upaya memajukan bangsa.

C. Struktur organisasi

Pada bagan organisasi CV Indo Jaya Pratama posisi tertinggi diisi oleh Bapak Heru Santoso sebagai Direktur yang juga sekaligus sebagai Plant Manager perusahaan. Posisi yang dibawahinya oleh Bapak Heru Santoso adalah Kepala Bagian. Dalam tingkatan Kepala Bagian ini dibagi menjadi 6 fungsi antara lain : Kepala Bagian Teknik, Kepala Bagian HRD, Kepala Bagian Produksi 1, Kepala Bagian Produksi 2, Kepala Bagian QC, dan Kepala Bagian Warehouse. Selanjutnya diisi oleh anggota dari masing-masing kepala bagian yang telah dipilih dan bekerja sesuai fungsinya.

STRUKTUR ORGANISASI CV. INDO JAYA PRATAMA



Gambar 2.2. Bagan Organisasi

BAB III

PEMBAHASAN

A. Proses Pengalengan Ikan Sarden Pada CV Indo Jaya Pratama

Sardinella Lemuru atau Ikan Lemuru, merupakan spesies ikan bertubuh panjang agak bulat dengan punggung berwarna gelap serta sisik yang berwarna perak. Ikan lemuru atau yang akrab disebut ikan sarden ini, diyakini memiliki banyak sekali manfaat bagi kesehatan tubuh manusia. Ikan sarden mampu mengurangi resiko penyakit jantung koroner karena adanya kandungan omega 3 yang tinggi. Tak hanya itu, ikan sarden juga mengandung taurin dan selenium yang berfungsi sebagai antioksidan untuk mencegah kerusakan DNA akibat radiasi bahan kimia. Adapun kandungan omega 6 yang baik untuk menjaga berat badan dan tekanan darah serta memperkuat jaringan kulit. Ikan jenis ini banyak ditemukan di perairan Jawa dan Bali, khususnya Selat Bali.

Dibalik banyaknya manfaat yang ada, ikan sarden termasuk jenis makanan yang tidak dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama. Untuk mencegah pembusukan dan hilangnya kandungan baik pada ikan, maka ikan akan diproses menggunakan salah satu teknik pengawetan yaitu pengalengan.

Dalam proses pengalengan diperlukan berbagai macam prosedur yang ketat, agar sterilitas dan kualitas produk yang dihasilkan dapat terjaga. Proses Pengalengan Ikan Sarden pada CV Indo Jaya Pratama dirangkum dalam tahapan-tahapan yang tertera di bawah ini:

1. Proses Pengguntingan

Tahapan pertama dalam proses produksi ikan sarden adalah *cutting* atau pengguntingan. Pada tahap ini, bagian kepala dan ekor ikan digunting, dan isi perutnya dikeluarkan. Pengeluaran isi perut dilakukan karena isi perut ikan mampu menumbuhkan bakteri yang akan mengakibatkan kebusukan.



Gambar 3.1. Proses Pengguntingan ikan

2. Proses Filling (Pengisian)

Setelah melalui proses pengguntingan, ikan akan dimasukkan ke dalam kaleng. Bahan kaleng yang digunakan adalah *tinplate*. Hingga saat ini, pembelian kaleng masih dilakukan secara impor karena Indonesia belum memproduksinya.



Gambar 3.2. Proses Pengisian Produk

3. Proses Pemasakan

Proses pemasakan dilakukan dengan menggunakan alat Exhaust Box dengan suhu 100°C . Kaleng yang berukuran kecil (155 gram) memerlukan waktu selama 10 menit, sedangkan kaleng yang berukuran besar (425 gram) memerlukan waktu selama 12 menit. Saat keluar dari Exhaust Box, kaleng bersuhu 70°C . Jika belum mencapai suhu tersebut, artinya ikan belum matang sempurna atau masih mengandung darah.



Gambar 3.3. Proses Pemasakan

4. Proses Penirisan

Setelah dimasak, ikan akan mengeluarkan air dan minyak. Kandungan air dan minyak harus ditiriskan terlebih dahulu sebelum dilakukan proses pengisian saus. Proses penirisan dilakukan dengan menggunakan mesin Decanting.



Gambar 3.4. Proses Penirisan

5. Proses Pengisian Saus

Pengisian saus dilakukan setelah ikan sarden melalui proses penirisan. Saus bertujuan untuk memberi rasa sedap alami pada ikan. Selain itu, pengisian saus juga bertujuan untuk memperpendek proses sterilisasi dan mencegah kerusakan produk akibat korosi. Proses ini dilakukan pada suhu 80°C.



Gambar 3.5. Proses Pengisian Saus

6. Proses Penutupan Kaleng

Tahapan selanjutnya setelah ikan dan saus dimasukkan ke dalam kaleng adalah proses penutupan kaleng atau *sealing*. Proses ini menggunakan alat *seamer*. Selama proses ini, dilakukan pemeriksaan setiap 2 jam sekali.



Gambar 3.6. Proses Penutupan Kaleng

7. Proses Pencucian Kaleng

Setelah kaleng ditutup dengan rapat, kaleng harus dicuci agar saus tomat yang masih menempel pada kaleng hilang.



Gambar 3.7. Proses Pencucian Kaleng

8. Proses Sterilisasi

Selanjutnya produk akan melalui tahap sterilisasi menggunakan mesin retort dan autoclave. Pada proses sterilisasi suhu yang digunakan adalah 117°C dengan waktu 90 menit untuk kaleng ukuran 155g dan 110 menit untuk kaleng ukuran 425g serta tekanan yang digunakan adalah 0,8 bar.



Gambar 3.8. Proses Sterilisasi

9. Proses Pengeringan

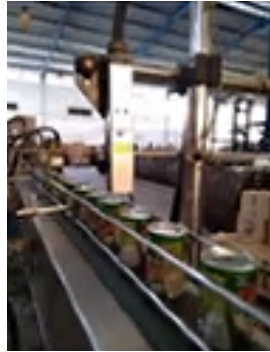
Setelah proses sterilisasi, kaleng dikeringkan agar tidak terjadi korosi.



Gambar 3.9. Proses Pengeringan

10. Proses Coding

Proses coding merupakan pemberian identitas pada kaleng, seperti pemberian kode produksi dan tanggal kadaluarsa.



Gambar 3.10. Proses Coding

11. Proses Inkubasi

Proses inkubasi dilakukan selama 3-7 hari. Inkubasi ini bertujuan untuk mengetahui kebocoran pada tahap penutupan kaleng, dimana kaleng akan mengembung dan bocor apabila penutupan kalengnya tidak sempurna.



Gambar 3.11. Proses Inkubasi

12. Final Check

Sebelum dilakukan pengemasan dan pengiriman, terlebih dahulu dilakukan pengecekan ulang atau *final check*. Hal ini dilakukan untuk memastikan produk tidak mengalami kerusakan baik dari fisik maupun ketika proses seaming.



Gambar 3.12. Final Check

13. Pengemasan dan Pengiriman

Pengemasan dilakukan apabila produk sudah lolos dari alur proses produksi dan produk aman untuk dikonsumsi. Setelah pengemasan maka produk sudah bisa dikirimkan.



Gambar 3.13. Pengemasan



Gambar 3.14. Pengiriman

PRODUK SARDEN CV INDO JAYA PRATAMA		

Tabel 3.1. Produk Sarden CV Indo Jaya Pratama

B. Konsep Termodinamika

Termodinamika merupakan suatu cabang ilmu fisika yang mempelajari hukum-hukum dasar kalor dan usaha. Secara Etimologi, Termodinamika berasal dari bahasa Yunani, yaitu **“Thermos”** yang adalah panas dan **“Dynamic”** yang berarti perubahan, sehingga dalam termodinamika, dipelajari perubahan energi pada suatu gas dalam sistem serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Termodinamika juga melibatkan usaha yang dilakukan dan kalor yang diterima maupun dilepaskan. Dalam Termodinamika terdapat beberapa hukum pendukung sebagai berikut :

a. Hukum I Termodinamika

Hukum I Termodinamika sejatinya merupakan modifikasi dari hukum kekekalan energi yang diterapkan pada perubahan energi yang dialami oleh sistem. Sistem diartikan sebagai sebuah benda atau zat dalam wadah yang menjadi pusat perhatian ataupun pusat analisis, sedangkan segala area di luar sistem dikenal sebagai lingkungan.

Hukum I Termodinamika berbunyi :

“ Kalor yang diserap maupun dilepaskan oleh sistem memiliki besar yang sama dengan jumlah dari perubahan energi dalam dengan usaha yang ada pada sistem ”

b. Hukum II Termodinamika

Hukum II Termodinamika memberi batasan mengenai proses perubahan energi seperti apa yang dapat terjadi dan mana yang tidak, melalui pernyataan tokoh yang akhirnya dijadikan dasar perumusan Hukum II Termodinamika, yaitu :

1. **Formulasi Kelvin-Planck**, “Tidak mungkin membuat mesin yang bekerja dalam satu siklus, menerima kalor dari sebuah reservoir dan mengubah seluruhnya menjadi energi atau usaha luas.”

2. **Formulasi Rudolf Clausius**, “Tidak mungkin membuat mesin yang bekerja dalam suatu siklus mengambil kalor dari sebuah reservoir rendah dan memberikan pada reservoir bersuhu tinggi tanpa memerlukan usaha dari luar.”

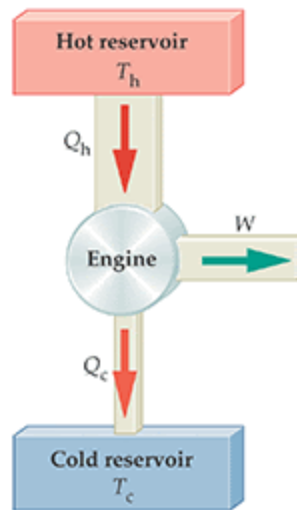
Dari dua formulasi tokoh diatas, disimpulkan **Hukum Termodinamika II**, yang berbunyi : *“Kalor mengalir secara alami dari benda panas ke benda yang dingin, kalor tidak akan mengalir secara spontan dari benda dingin ke benda panas tanpa dilakukan usaha.”*

Hukum II termodinamika mengatakan bahwa aliran kalor memiliki arah, yaitu dari panas ke dingin. Dengan kata lain, tidak semua proses di alam bersifat *reversible* (arahnya dapat dibalik). Satu aplikasi penting dari hukum termodinamika II adalah studi tentang mesin kalor dan prinsip-prinsip yang membatasi efisiensinya.

1. Mesin Kalor

Mesin kalor adalah suatu alat yang mengubah energi panas menjadi energi mekanik, yang disertai dengan pengeluaran gas buang, yang membawa sejumlah energi panas. Dengan demikian, hanya sebagian energi panas hasil pembakaran bahan bakar yang diubah ke energi mekanik.

Sebuah mesin kalor membawa sejumlah fluida kerja melalui suatu proses siklus, dengan (1) kalor diserap dari sebuah sumber suhu tinggi, meningkatkan energi dalam mesin; (2) mengubah sebagian energi dalam ke usaha mekanik; (3) membuang energi sisa sebagai kalor ke sebuah sumber suhu rendah.



Gambar 3.15. Prinsip kerja mesin kalor

Pada gambar diatas, mesin menyerap sejumlah kalor (Q_h) dari sumber panas, melakukan usaha mekanik W , kemudian membuang kalor (Q_l) ke sumber dingin, sehingga dapat dirumuskan :

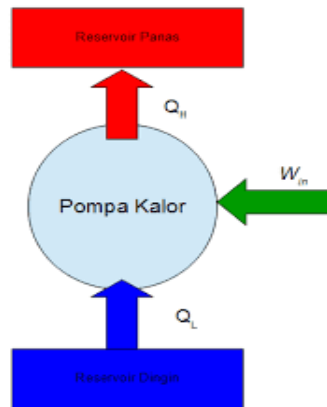
$$Q = Q_h - Q_l$$

$$W = Q_h - Q_l$$

dengan Q_h (Q high) dan Q_l (Q low) adalah besaran yang bertanda positif.

Efisiensi Termal sebuah mesin kalor adalah nilai perbandingan antara usaha yang dilakukan dan kalor yang diserap dari sumber suhu tinggi selama satu siklus, yang didefinisikan sebagai :

$$\eta = \frac{W}{Q_h} = \frac{Q_h - Q_l}{Q_h} = 1 - \frac{Q_l}{Q_h}$$



Gambar 3.16. Pompa Kalor

Pada pompa kalor, sistem kerjanya berlawanan arah dengan mesin kalor, dengan cara mengirim energi untuk melakukan usaha W , sehingga kalor diambil dari sumber dingin dan dipindahkan ke sumber panas. Contohnya, lemari pendingin dan pendingin ruangan.

2. Siklus Carnot

Carnot merumuskan ide-ide dasar dari termodinamika. Ia mengatakan bahwa semua perpindahan (pergerakan) berhubungan dengan kalor. Dalam pandangan ilmu pengetahuan modern, visi alamiah Carnot sangatlah sederhana, tetapi pengertiannya tentang kalor sebagai penyebab pembangkitan daya secara esensial adalah tepat. Mesin Carnot membangun suatu batas efisiensi paling tinggi dari semua mesin yang dapat dibuat.

Carnot dapat memahami proses dasar yang mendasari usaha oleh semua mesin. Proses tersebut adalah perubahan dari satu bentuk energi (kalor) menjadi bentuk energi lain (usaha mekanik). Ia berhasil mengenali bahwa usaha dapat dilakukan hanya ketika kalor mengalir dari suhu tinggi ke suhu rendah. Oleh karena itu Carnot mengusulkan

suatu mesin kalor ideal yang bekerja secara siklus dan bersifat *reversible* antara dua suhu. Mesin Carnot tidaklah mempunyai efisiensi 100%, namun merupakan mesin yang efisiensinya paling besar dari semua mesin yang mengubah kalor menjadi usaha.

Dalam siklus Carnot, tidak terjadi perubahan energi dalam

($\Delta U = 0$) sehingga sesuai dengan hukum I termodinamika,

persamaannya adalah :

$$\Delta U = Q - W$$

$$0 = (Q_h - Q_l) - W$$

$$W = Q_h - Q_l$$

dengan Q_h dan Q_l bernilai positif.

Persamaan $W = Q_h - Q_l$ persis dengan persamaan pada mesin kalor, karena mesin Carnot termasuk mesin kalor. Oleh karena itu, persamaan efisiensi mesin Carnot akan sama dengan efisiensi mesin kalor, yaitu :

$$\eta = \frac{W}{Q_h} = \frac{Q_h - Q_l}{Q_h} = 1 - \frac{Q_l}{Q_h}$$

Dalam fluida kerja gas ideal, energi dalam U sebanding dengan suhu mutlak T, sehingga dirumuskan :

$$\frac{Q_l}{Q_h} = \frac{T_l}{T_h}$$

Dengan demikian, efisiensi mesin Carnot dalam suhu mutlak T dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\eta = 1 - \frac{Q_l}{Q_h} \times 100\%$$

$$\eta = 1 - \frac{T_l}{T_h} \times 100\%$$

Keterangan :

η = efisiensi mesin carnot (%)

W = usaha (joule)

Q_h = kalor masuk oleh reservoir tinggi (joule)

Q_l = kalor keluar oleh reservoir rendah (joule)

T_h = suhu di reservoir tinggi (K)

T_l = suhu di reservoir rendah (K)

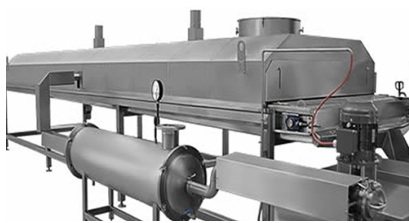
C. Prinsip Kerja dan Konsep Termodinamika Pada Mesin Exhaust Box

Exhaust Box merupakan suatu alat yang banyak digunakan dalam industri pengalengan makanan. Pada CV Indo Jaya Pratama, khususnya dalam proses pemasakan ikan sarden, digunakan mesin Exhaust Box buatan pribadi yang berjumlah 4 buah. Bagian-bagian mesin ini tersusun atas conveyor belt, kran pengatur aliran uap panas dan pipa yang dilengkapi spreader serta kotak penghampa udara (exhaust box).

Prinsip kerja mesin ini adalah dengan mengalirkan uap panas yang disuplai oleh boiler melalui pipa spreader menuju dalam Exhaust Box. Uap panas ini nantinya akan digunakan untuk membuat kondisi vakum pada kaleng yang berjalan pada conveyor belt dalam mesin.

Cara pengoperasian mesin Exhaust Box terbagi dalam beberapa tahapan:

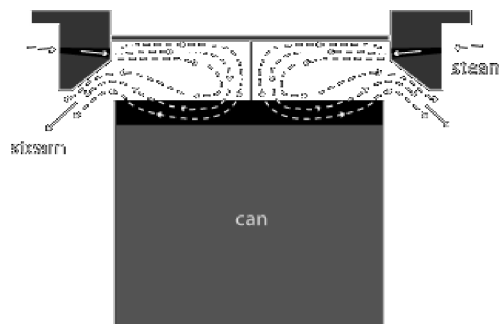
1. Menyalakan mesin dengan menekan tombol on terlebih dahulu.
2. Mengatur kran uap pada mesin agar diperoleh suhu yang diinginkan pada saat proses berlangsung.
3. Mengatur durasi waktu yang diperlukan selama proses exhausting dengan cara mengatur laju kecepatan rantai atau conveyor belt.
4. Meletakkan produk kaleng dengan posisi terbuka pada conveyor belt.
5. Setelah selesai, matikan aliran uap panas dan juga mesin, serta jangan lupa untuk membersihkannya agar kualitas kebersihan tetap terjaga.



Gambar 3.17. Mesin Exhaust Box

Untuk satu buah mesin Exhaust Box pada CV. Indo Jaya Pratama dapat menampung ± 6.300 buah kaleng ukuran kecil (155gr) dan jika keempat mesinnya digunakan bersamaan dalam satu proses produksi, kapasitas kaleng ukuran (155 gr) yang dapat ditampung yaitu sebanyak ± 25.200 buah.

Fungsi dari proses *Exhausting* adalah untuk membuat kondisi vakum pada kaleng sebelum dilakukan proses *seaming* atau penutupan kaleng. Dengan dilakukannya proses *exhausting*, uap panas yang dihasilkan akan menghilangkan udara yang ada dalam kaleng, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya korosi dan kebocoran kaleng, serta mencegah pertumbuhan bakteri pada makanan.



Gambar 3.18. Proses Exhausting

a. Konsep Termodinamika dalam alat Exhaust Box

Mesin Exhaust Box adalah salah satu contoh alat yang menggunakan konsep fisika yaitu termodinamika dalam proses kerjanya. Secara khusus konsep termodinamika yang digunakan oleh mesin Exhaust Box ini adalah Hukum II Termodinamika.

Pada CV. Indo Jaya Pratama, dalam proses pengolahan ikan sarden hingga menjadi produk kalengan, ada tahapan yang disebut pemasakan dengan menggunakan mesin Exhaust Box buatan pabrik tersebut. Disebutkan juga beberapa syarat dalam proses pemasakan menggunakan mesin Exhaust Box, dimana suhu di dalam saat pemasakan harus sebesar 100°C dan suhu setelah pemasakan harus sebesar 70°C yang ditujukan agar ikan matang dengan sempurna dan tidak terjadi kontaminasi. Sehingga dari informasi tersebut dapat dibuat tabel data berikut:

JENIS	SUHU		DURASI
	SAAT PEMASAKAN	SETELAH PEMASAKAN	
KALENG KECIL (155 gr)	100°C	70°C	10 menit
KALENG BESAR (425gr)	100°C	70°C	12 menit

Tabel 3.2. Data mesin exhaust box

Dari data yang didapat mengenai suhu pada saat pemasakan dan sesudah pemasakan ikan sarden menggunakan Exhaust Box, kita dapat

menghitung efisiensi mesin Exhaust Box dengan menggunakan Hukum II Termodinamika.

b. Perhitungan Efisiensi Mesin Exhaust Box

Saat proses pemasakan dimulai suhu dalam reservoir suhu tinggi diatur sebesar 100°C, dan saat selesai pemasakan, Ikan Sarden harus keluar dalam suhu 70°C, sehingga suhu yang dikeluarkan pada reservoir suhu rendah adalah sebesar 30°C. Sebelum melakukan perhitungan kita perlu mengubah data suhu yang telah ada dalam satuan Kelvin. Sehingga suhu tingginya menjadi 373 K sedangkan suhu rendahnya menjadi 303 K. Setelah mengetahui suhu tinggi dan suhu rendahnya dalam satuan Kelvin, kita dapat melakukan perhitungan untuk mencari efisiensi mesin Exhaust Box dengan cara berikut :

$$\eta = 1 - \frac{T_l}{T_h} \times 100\%$$

$$\eta = 1 - \frac{303}{373} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{70}{373} \times 100\%$$

$$\eta = 18,4\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, dapat disimpulkan bahwa efisiensi mesin yang ideal dari mesin exhaust box milik CV Indo Jaya Pratama, menurut rumus efisiensi mesin Carnot (mesin Ideal) adalah sebesar 18,4 %.

D. Analisa Daya dan Biaya Listrik pada Mesin Exhaust Box

a. Energi Listrik

Definisi energi menurut Eugene C. Lister yang diterjemahkan oleh Hanapi Gunawan (1993) adalah kemampuan untuk melakukan kerja, namun kerja tersimpan. Pengertian ini tidaklah jauh beda dengan ilmu fisika yaitu

sebagai kemampuan melakukan usaha (Kamajaya, 1986). Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat pula dimusnahkan, namun dapat diubah dari suatu bentuk ke bentuk energi yang lain. Demikianlah pula energi listrik yang merupakan hasil perubahan energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Adapun kegunaan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari diantaranya sebagai penerangan, pemanas, penggerak motor listrik, dan masih banyak lagi. Besarnya energi yang digunakan alat listrik merupakan laju penggunaan energi (daya) dikalikan dengan waktu selama alat tersebut digunakan.

Bila daya diukur dalam watt jam, maka:

$$W = P \times t$$

dengan :

P = daya dalam watt

t = waktu dalam jam

W = energi dalam watt jam

Watt jam (wathour = Wh) merupakan energi yang dikeluarkan jika 1 watt digunakan selama 1 jam.

b. Daya

Daya adalah kecepatan kerja dan jumlah energi yang dikonsumsi per satuan waktu. Daya termasuk besaran skalar karena daya memiliki nilai tetapi tidak memiliki arah. Berdasarkan satuan SI, daya dinyatakan dalam satuan Joule (J) dibagi Sekon (s) sama dengan Watt (W). Penggunaan satuan Watt sebagai satuan daya merupakan salah satu bentuk penghormatan terhadap ilmuwan penemu mesin uap, yaitu James Watt. Selain Watt, satuan daya lainnya yang sering dipakai yaitu Daya Kuda atau Horse Power (HP), dimana $1 \text{ hp} = 746 \text{ Watt}$.

Melalui uraian diatas, Daya dapat dirumuskan dengan persamaan :

$$P = \frac{W}{t}$$

P = daya (Watt)

W = usaha (joule)

t = waktu (sekon)

[1 KWh = 1000 Wh]

c. Perhitungan Biaya Listrik Exhaust Box

Sebuah mesin Exhaust box membutuhkan daya kurang lebih sebesar 3,5 *horsepower*. Pada CV Indo Jaya Pratama terdapat 4 buah mesin exhaust box sehingga kurang lebih membutuhkan daya sebesar 14 *horsepower* untuk menjalankan keempat mesinnya. Sebelum melakukan perhitungan, kita perlu mengubah satuan horsepower menjadi satuan Watt atau kiloWatt. Sehingga diperoleh daya sebesar 10.439,8 W atau 10,4398 kW untuk keempat mesin tersebut. Rata-rata penggunaan mesin exhaust box dalam 1 hari adalah 6 jam. Berdasarkan data yang sudah kita peroleh, kita dapat mencari biaya listrik untuk penggunaan mesin exhaust box selama 1 bulan (22 hari kerja) :

Langkah 1 :

$$\begin{aligned}\text{Daya 4 mesin exhaust box selama 1 bulan} &= 10.439,8 \text{ W} \times 6 \text{ jam} \times 22 \text{ hari} \\ &= 1.378.053,6 \text{ Wh}\end{aligned}$$

Langkah 2 :

$$\begin{aligned}\text{Mengkonversi satuan Wh menjadi kWh} &= 1.378.053,6 \text{ Wh} \times \frac{1}{1000} \\ &= 1.378,056 \text{ kWh}\end{aligned}$$

Langkah 3 :

Mengalikan daya listrik total dengan biaya listrik perbulan

Diasumsikan bahwa CV Indo Jaya Pratama adalah industri menengah/besar dengan batas daya >200 kVA dan dikenakan biaya sebesar Rp 1.114,74/kWh, sehingga biaya listrik exhaust box selama 1 bulan

$$= 1.378,056 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.114,74/\text{kWh}$$

$$= \text{Rp } 1.536.171,91$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat kita simpulkan bahwa perkiraan biaya yang harus dikeluarkan oleh CV. Indo Jaya Pratama untuk mengoperasikan 4 buah mesin Exhaust Box selama satu bulan adalah **Rp 1.536.171,91.**

BAB IV

PENUTUP

A. Kesimpulan

Pengalengan merupakan salah satu proses penyimpanan dan pengawetan bahan pangan yang dikemas dan disterilkan dalam suatu wadah kaleng yang tertutup rapat dengan suhu tinggi agar tidak mengalami kerusakan fisik, kimia, maupun biologis. Salah satu jenis makanan kaleng adalah ikan sarden. Proses pengalengan ikan sarden diawali dengan proses pengguntingan, pengisian, pemasakan, penirisan, pengisian saus, penutupan kaleng, pencucian kaleng, sterilisasi, pengeringan, coding, inkubasi, pengecekan ulang, hingga pengemasan dan pengiriman.

Salah satu mesin yang digunakan dalam proses pengalengan ikan sarden adalah mesin Exhaust Box. Prinsip kerja mesin ini adalah dengan mengalirkan uap panas ke dalam Exhaust Box yang akan digunakan untuk membuat kondisi vakum pada kaleng yang berjalan pada conveyor belt dalam mesin. Dalam proses kerjanya, mesin Exhaust Box menerapkan konsep Hukum II Termodinamika. Sesuai dengan konsep tersebut, mesin ini bekerja dari suhu tinggi ke suhu rendah sehingga efisiensi mesin dapat diperoleh yaitu sebesar 18,4 %.

CV. Indo Jaya Pratama memiliki 4 buah mesin Exhaust Box dengan daya total sebesar 14 *horsepower* atau 10.439,8 W. Rata-rata penggunaan mesin dalam satu hari adalah 6 jam. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh perkiraan biaya pengeluaran CV. Indo Jaya Pratama dalam pengoperasian 4 buah mesin Exhaust Box selama satu bulan adalah Rp 1.536.171,91.

B. Saran

CV. Indo Jaya Pratama merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri makanan, di antaranya yaitu proses pengalengan ikan sarden, proses penepungan ikan, pembekuan ikan, hingga pengeringan ubur-ubur. CV. Indo Jaya Pratama telah berdiri sejak tahun 1994. Namun hingga saat ini, perusahaan ini belum memiliki cabang dan hanya beroperasi di Muncar, Banyuwangi. Sebaiknya, perusahaan ini melakukan ekspansi atau pembukaan cabang lain agar usahanya lebih berkembang dan dikenal masyarakat luas. Terkait proses produksi, CV. Indo Jaya Pratama masih membeli beberapa bahan baku melalui impor, salah satunya adalah kemasan kaleng dengan bahan *tinplate*. Hal ini terpaksa dilakukan karena produsen kaleng dalam negeri belum mampu membuat kaleng berbahan *tinplate* yang memenuhi standar perusahaan, sehingga kegiatan impor bahan baku masih dilakukan. Pengimporan bahan baku dinilai kurang menguntungkan bagi perusahaan karena menyebabkan biaya produksi yang lebih tinggi dan akses yang lebih sulit jika dibandingkan dengan pembelian bahan baku dari dalam negeri. Alangkah baiknya jika perusahaan mengedukasi dan bekerja sama dengan produsen dalam negeri agar dapat menciptakan produk yang berstandar tinggi untuk memenuhi kebutuhan bahan baku produksi perusahaan, agar lebih menguntungkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bitar. (2021, February 05). Termodinamika. Retrieved from <https://www.gurupendidikan.co.id/termodinamika/>
- Atitilasmakda. (2018, May 30). Dasar Proses Pengolahan Hasil Pertanian. Retrieved from <https://mybloggerdasprosmakda18.blogspot.com/2018/05/exhauster-exhauster-adalah-alat-yang.html>
- *Teknik pengawetan makanan yang paling sering digunakan agar tahan lama.* (2020, September 23). Teknik Pengawetan Makanan yang Paling Sering Digunakan Agar Tahan Lama. Retrieved from <https://pergikuliner.com/blog/teknik-pengawetan-makanan-yang-paling-sering-digunakan-agar-tahan-lama>
- *Apa itu pengalengan makanan temukan jawabannya disini.* (2020, November 4). Apa Itu Pengalengan Makanan? Temukan Jawabannya Di sini. Retrieved from <https://sjap.co.id/apa-itu-pengalengan-makanan-temukan-jawabannya-di-sini/>
- *Lemuru bahan dasar ikan kaleng yang kaya manfaat.* (2020, August 02). Lemuru, Bahan Dasar Ikan Kaleng yang Kaya Manfaat. Retrieved from <https://klikhijau.com/read/lemuru-bahan-dasar-ikan-kaleng-yang-kaya-manfaat/>
- Kanginan, M. (2013). Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI (1st ed.). Indonesia: Erlangga
- Ahmad. (2020, November 18). Rumus Daya. Retrieved from <https://www.yuksinau.id/daya/>
- Anonymous. (2020, April). Rumus Daya : Pengertian dan Contoh Soal. Retrieved from <https://www.seputarpengetahuan.co.id/2020/04/rumus-daya.html>

- Arini & Subekti,S. (2019). Proses Pengalengan Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*) di CV. Pasific Harvest Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur. *e-journal Unair*, 8(2), 56-65. Retrieved from <https://e-journal.unair.ac.id/JMCS/article/download/21149/11689>
- Jaya,R. n.d. Pengalengan Ikan. *Academia*. Retrieved from https://www.academia.edu/3250936/Teknologi_Hasil_Perikanan_PENGALANGAN_IKAN