

**PENERAPAN HUKUM GAY LUSSAC DAN HUKUM I
TERMODINAMIKA PADA PROSES STERILISASI
KALENG IKAN SARDEN DI CV INDO JAYA
PRATAMA**



Disusun oleh :

Kelompok Fisika XI MIPA 4

SMA Katolik St. Louis 1
Jalan M. Jasin Polisi Istimewa 7 Surabaya

Telp 031-5676522, 5677494, 5681758

Fax: (031)5686494

Email: smakstlouis@gmail.com

www.smakstlouis1sby.sch.id

2021

Lembar Pengesahan

Laporan studi ekskursi yang berjudul “Penerapan Hukum Gay Lussac dan Hukum I Termodinamika pada Proses Sterilisasi Kaleng Ikan Sarden di CV Indo Jaya Pratama” telah disahkan dan disetujui oleh :

Nama Guru	Tanda Tangan	Tanggal	Nilai
Drs. Hermawan		14 Maret 2021	
Anastasia Rina Wiasdianti, S.Pd, M.Hum.		14 Maret 21	
Benedicta V. P. K. W.,S.Pd		14 maret 21	

Daftar Penyusun Laporan Hasil Observasi Fisika XI MIPA 4

1. Andreas Hendra Herwanto	XI MIPA 4/02
2. Briliana Tenri Raja	XI MIPA 4/05
3. Christoffer Edbert Karuniawan	XI MIPA 4/06
4. Gregorius Kendick	XI MIPA 4/11
5. Kenneth Esmond	XI MIPA 4/17
6. Louis Fernando Ega	XI MIPA 4/20
7. Marcellino Clavinova L.	XI MIPA 4/21
8. Michelle Logioto	XI MIPA 4/24
9. Rafael Nicholas Nathan K.	XI MIPA 4/28

Abstract

Logioto, M., Kriscangdra, R.N.N., Ega, L.F., et all. (2021). *Penerapan Hukum Gay Lussac dan Hukum I Termodinamika pada Proses Sterilisasi Kaleng Ikan Sarden di CV Indo Jaya Pratama.*

Sterilization is a step to kill microorganisms and spores in food products so that food products can last longer. This process is carried out with an industrial machine which uses the laws of physics to work. This observation report aims to determine the principles of physics used in the machine, especially in the sterilization process that occurs in the manufacture of sardines. The main focus for this report is the retort machine and the applied physics principles. The method used in writing this report was a direct interview with CV Indo Jaya Pratama employees and listening to the explanation from CV Indo Jaya Pratama regarding the processing of sardines. From the results of observations and data obtained from CV Indo Jaya Pratama, it can be said that there are several physics principles used in the workings of the sardine sterilizer at CV Indo Jaya Pratama. Some of these laws of physics include the Gay-Lussac law and the First Law of Thermodynamics. From the results of the observations that have been made, it can be concluded that there are laws of physics that are useful for humans such as Gay-Lussac's Law and the First Law of Thermodynamics which can be applied in the mechanics of how machines work. sterilization of sardines.

Keywords: sardine cans, microorganisms, Gay-Lusaac law, Thermodynamics I law, sterilization

Kata Pengantar

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya, laporan yang berjudul “*Penerapan Hukum Gay Lussac dan Hukum I Termodinamika pada Proses Sterilisasi Kaleng Ikan Sarden di CV Indo Jaya Pratama*”.

Tujuan dari penulisan laporan studi ekskursi ini adalah untuk melihat prinsip fisika yang digunakan dalam proses pengalengan ikan sarden. Kegiatan ini dilakukan pada 15 Februari 2021 dengan narasumber dari CV Indo Jaya Pratama. Pada kesempatan kali ini, observasi akan dilakukan untuk menggali informasi tentang proses sterilisasi kaleng sarden dan menghubungkannya dengan prinsip fisika yang telah dipelajari. Laporan ini berisi informasi tentang mesin dan prinsip fisika yang digunakan dalam proses sterilisasi ikan sarden.

Laporan ini telah selesai penulis susun atas bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dra. Sri Wahjoeni Hadi S. selaku Kepala SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya dan Penanggung Jawab kegiatan Studi Ekskursi 2021
2. Fransiskus Asisi Subono, S.Si, M.Kes selaku Wakasek Kurikulum SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya
3. Drs. Hermawan selaku Guru Bidang Studi Fisika Kelas XI Tahun Ajaran 2020/2021
4. Anastasia Rina Wiasdianti, S.Pd., M.Hum. selaku Pembimbing dan Guru Bidang Studi Bahasa Indonesia Kelas XI Tahun Ajaran 2020/2021
5. Benedicta V. P. K. W., S.Pd selaku Pembimbing dan Guru Bidang Studi Bahasa Inggris Kelas XI Tahun Ajaran 2020/2021
6. Bapak Heru dan Ibu Atika selaku narasumber dari CV Indo Jaya Pratama
7. Orang tua dan teman-teman yang telah mendukung dalam penyusunan laporan studi ekskursi ini.

Laporan hasil observasi ini diharapkan dapat bermanfaat bagi mereka yang sedang mencari informasi tentang aplikasi prinsip fisika dalam mesin industri pengalengan ikan. Penulisan laporan hasil observasi ini tentunya masih belum sempurna. Oleh karena itu, diharapkan kritik dan saran yang membangun, dari pihak manapun, sehingga kualitas laporan dapat menjadi lebih baik.

Surabaya, Februari 2021

Penulis

Daftar Isi

Lembar Pengesahan	1
Daftar Penyusun Laporan Hasil Observasi Ekskursi Fisika XI MIPA 4	2
Abstract	3
Kata Pengantar	4
Daftar Isi	6
Daftar Gambar	7
BAB I. PENDAHULUAN	8
Latar Belakang	8
Rumusan Masalah	9
Tujuan Penelitian	9
Manfaat Penelitian	9
Landasan Teori	10
Metode Pengumpulan Data	10
BAB II. GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN	11
Perkembangan/ Sejarah/ Profil	11
Visi dan Misi	12
Susunan Organisasi	13
BAB III. PEMBAHASAN	14
Sterilisasi Kaleng Ikan Sarden	14
Penerapan Hukum I Termodinamika dan Gay-Lussac pada mesin retort	19
Hasil Analisis dan Perhitungan	27
BAB IV. PENUTUP	30
Kesimpulan	30
Saran	30
CITATION	32
LAMPIRAN	34

Daftar Gambar

Gambar 2.1 Logo Perusahaan	12
Gambar 2.2 Struktur Organisasi	13
Gambar 3.1 Proses <i>Venting</i>	16
Gambar 3.2 Proses Pendinginan	18
Gambar 3.3 <i>Retort</i> Vertikal	19
Gambar 3.4 <i>Retort</i> Horizontal	20
Gambar 3.5 Dinding <i>retort</i>	21
Gambar 3.6 <i>Steam Header</i>	21
Gambar 3.7 Jenis-jenis <i>vent</i> pada <i>retort</i>	23

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Saat ini, teknologi sudah sangat berkembang, khususnya dalam teknologi pengawetan makanan. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk mengawetkan makanan, mulai tradisional hingga modern, misalnya pemanasan, pendinginan, pembekuan, pengasapan, pengalengan, dan pengentalan. Cara-cara tersebut telah banyak digunakan dalam industri-industri makanan, seperti dalam industri perikanan, buah-buahan, maupun daging. Salah satu penerapannya adalah ikan sarden yang diawetkan dengan cara pengalengan.

Sebagian besar orang mengira bahwa ikan sarden yang diawetkan di dalam kaleng mengandung bahan pengawet kimia dalam jumlah yang banyak. Padahal, pada saat ini, sudah ditemukan cara pengawetan makanan tanpa menggunakan bahan kimia yang berlebihan. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan sterilisasi. Sterilisasi diterapkan dalam proses pengalengan sebagai cara untuk mengawetkan makanan, sehingga makanan tetap bisa bertahan lama walau tanpa menggunakan bahan pengawet kimia. Dengan proses sterilisasi, mikroorganisme tidak dapat tumbuh di dalam kemasan makanan sehingga makanan dapat tetap terjaga kebersihannya dan dapat bertahan lama. Pada proses sterilisasi ini ilmu fisika dapat diterapkan. Namun, sebenarnya ilmu fisika ini juga bisa diterapkan pada pengawetan tradisional. Hanya saja tidak bisa bertahan lama seperti cara modern.

Fisika adalah bidang ilmu yang mempelajari materi serta gerak dan perilakunya dalam lingkup ruang dan waktu. Fisika juga menjelaskan mengenai alam serta gaya - gaya yang bekerja di dalamnya dengan akibat -

akibatnya. Dalam kehidupan manusia, hukum-hukum Fisika banyak digunakan dalam dunia kerja, khususnya pada mesin- mesin industri.

Berdasarkan uraian di atas, salah satu penerapan hukum Fisika dalam bidang pengemasan makanan secara modern, yaitu pengalengan ikan sarden. Dalam pengalengan ikan sarden Hukum Gay-Lussac dan Hukum I Termodinamika akan mudah diamati dalam cara kerja mesin *retort*.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana proses sterilisasi dalam pengalengan ikan sarden?
2. Bagaimana penerapan Hukum Gay-Lussac dan Hukum I Termodinamika dalam penggunaan mesin *retort*?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan makalah ini, yaitu :

1. Untuk mengetahui proses sterilisasi dalam pengalengan ikan sarden.
2. Untuk mengetahui jumlah kalor (Q) dan perubahan energi dalam (Δu) dalam proses sterilisasi menggunakan mesin *retort*.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari pembuatan makalah ini, yaitu:

1. Siswa dapat mengetahui proses sterilisasi dalam pengalengan ikan sarden.
2. Sebagai sumber dan bahan pembelajaran bagi siswa dalam menerapkan Hukum Gay-Lussac dan Hukum I Termodinamika dalam dunia industri, terutama pada mesin *retort*.

E. Landasan Teori

1. Hukum 1 Termodinamika adalah suatu pernyataan mengenai hukum universal dari kekekalan energi dan mengidentifikasi perpindahan panas sebagai suatu bentuk perpindahan energi.
2. Hukum Gay-Lussac adalah sebuah hukum fisika yang menyatakan bahwa sejumlah gas yang direaksikan dengan volume konstan atau tetap akan berbanding lurus dengan nilai suhunya.

F. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan untuk membuat makalah ini adalah wawancara, observasi, dan mencari informasi tambahan melalui internet. Kegiatan pengumpulan data ini dilakukan secara daring menggunakan media ZOOM dengan narasumber Bapak Heru dan Ibu Atika, perwakilan dari CV Indo Jaya Pratama. Observasi dilakukan dengan mengamati penjelasan dan presentasi mengenai pengalengan ikan sarden yang ditampilkan oleh narasumber. Wawancara dilakukan diakhir penjelasan melalui sesi tanya jawab. Semua informasi yang didapat dari wawancara diperdalam kembali dengan mencari informasi tambahan dari internet.

BAB II

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

A. Perkembangan/ Sejarah/ Profil

CV Indo Jaya Pratama berdiri pada tahun 1994 di Jalan Kedungrejo, Muncar, Kota Banyuwangi, Jawa Timur, Indonesia. Awalnya, CV Indo Jaya Pratama hanya bergerak di bidang pembuatan tepung dari ikan atau *fish meal*. Setelah 10 tahun, tahun 2004, CV Indo Jaya Pratama mulai melebarkan sayap industrinya dengan membuka usaha di bidang pembekuan ikan atau *frozen fish*. Pada tahun 2008, CV Indo Jaya Pratama menambah bidang industrinya dengan memulai usaha di bidang *canning* atau pembuatan ikan sarden. Sampai saat ini, CV Indo Jaya Pratama telah bergerak di bidang pengalengan ikan sarden, proses penepungan ikan (*fish meal*), pembekuan ikan (*frozen fish*), dan pengeringan ubur-ubur.

CV Indo Jaya juga telah memenuhi beberapa persyaratan, seperti sesuai dengan standar SNI, terdaftar di BPOM (Badan Pengawas Obat dan Makanan), memiliki sertifikat HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Point*) yang mengontrol kondisi makanan sesuai tolak ukur yang ditetapkan, memiliki sertifikat PMR (Program Manajemen Risiko) untuk menjamin keamanan dan mutu pangan melalui pengawasan berbasis risiko secara mandiri oleh industri pangan, serta memiliki sertifikat Halal MUI yang dikeluarkan oleh Majelis Ulama Indonesia.



Gambar 2.1 Logo Perusahaan

B. Visi dan Misi

Visi dan misi adalah bagian yang penting dari suatu organisasi. Tujuan adanya visi dan misi adalah supaya maksud dan tujuan yang dituju perusahaan dapat dipahami sehingga bisa terwujud dengan baik. Demikian juga perusahaan CV Indo Jaya Pratama.

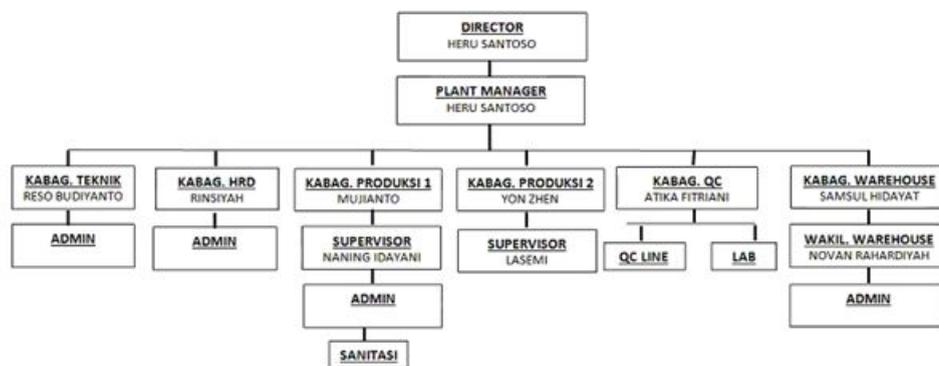
Visi dari CV Indo Jaya Pratama adalah mampu menyediakan produk-produk ikan dengan kualitas tertinggi untuk dikonsumsi oleh konsumen baik lokal maupun internasional. Hal ini menunjukkan bahwa CV Indo Jaya Pratama yang memproduksi bahan pangan tidak hanya memasarkan produknya di dalam negeri saja melainkan juga mengeksport produknya ke luar negeri.

Selain itu, 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. Berdasarkan misi tersebut, CV Indo Jaya Pratama ingin menyejahterakan masyarakat melalui pelayanan terbaik dan memproduksi bahan makanan dengan bahan baku yang berkualitas serta memberdayakan masyarakat sekitar.

C. Susunan Organisasi

Dalam suatu perusahaan, struktur organisasi merupakan salah satu bagian terpenting agar perusahaan dapat berjalan dengan baik. Sama seperti CV Indo Jaya Pratama, struktur organisasi CV Indo Jaya Pratama ini dimulai dari Direktur lalu *Plant Manager*. *Plant Manager* membawahi 6 kepala bagian, yaitu Kepala Bagian Teknik yang membawahi admin, Kepala Bagian *Human Resource Department* yang membawahi admin, Kepala Bagian Produksi 1 dan Kepala Bagian Produksi 2 yang masing-masing membawahi Supervisor, Kepala Bagian QC atau *Quality Control* yang membawahi QC Line dan Lab, serta Kepala Bagian *Warehouse* yang membawahi Wakil Kepala *Warehouse* dan admin.

STRUKTUR ORGANISASI CV. INDO JAYA PRATAMA



Gambar 2.2 Struktur Organisasi

BAB III

PEMBAHASAN

A. Sterilisasi Kaleng Ikan Sarden

Sterilisasi adalah proses pemusnahan atau eliminasi semua mikroorganisme, termasuk spora, bakteri, dan jamur yang sangat resisten. Sterilisasi bertujuan untuk membuat makanan lebih awet atau memperpanjang umur simpan bahan pangan. Sterilisasi dilakukan dengan suhu tinggi yaitu lebih dari 100°C dalam jangka waktu sekitar 15 menit. Sterilisasi ini disebut sterilisasi komersial, yaitu suatu proses yang dilakukan untuk membunuh semua jasad renik yang dapat menyebabkan kebusukan pada makanan. Sterilisasi komersial memiliki dua tipe. Yang pertama adalah tipe sterilisasi dalam kemasan (*in batch sterilization*) di mana bahan dan kemasan disterilisasi bersama-sama setelah bahan dimasukkan ke dalam kaleng. Yang kedua adalah tipe aseptik (*in flow sterilization*), di mana bahan dan kemasan disterilisasi secara terpisah lalu bahan dimasukkan ke dalam kemasan dalam ruangan yang steril atau dalam kondisi aseptik.

Proses sterilisasi kaleng ikan sarden pada pabrik CV Indo Jaya Pratama dilakukan dengan menggunakan mesin *retort*. Proses ini dilakukan pada suhu tinggi, yaitu lebih dari 100°C dengan tujuan utamanya untuk memusnahkan spora patogen dan bakteri pembusuk lainnya. Namun dalam proses sterilisasi ini pula, duri ikan dilunakkan sehingga menjadi empuk. Dalam proses ini, kaleng akan menggelembung. Setelah proses sterilisasi, kaleng akan didinginkan hingga suhu 40°C .

1. Tahapan proses sterilisasi dibagi dalam 4 fase sebagai berikut.

a. Proses *Venting*

1) Proses *Venting* adalah proses pengeluaran udara yang terkurung di dalam *retort*. Alasan mengapa udara harus dibuang dari dalam *retort* adalah karena udara bukanlah penghantar panas yang baik sehingga udara dapat menghambat proses penetrasi panas dan efisiensi udara sebagai medium pemanas lebih rendah daripada uap. Proses *venting* dimulai dengan mengeluarkan air yang mungkin masih tersisa dalam *retort* dengan membuka *valve drainage* selama kurang lebih 7 (tujuh) menit. Lalu saluran *venting* (*venting valve*) dan *bleeder* akan dibuka dengan proses uap panas dialirkan ke dalam *retort*. *Venting* berlangsung hingga suhu di dalam *retort* mencapai 100°C. Setelah *venting* selesai, saluran *venting* ditutup, sedangkan saluran uap panas tetap dalam keadaan dibuka. Proses *venting* harus dipastikan berjalan dengan baik sehingga hanya uap jenuh (uap murni) yang masuk ke dalam *retort*. Untuk memastikan bahwa udara yang ada di dalam *retort* benar-benar keluar, proses sterilisasi pada *retort* tidak boleh dimulai sebelum proses *venting* benar-benar selesai dengan suhu proses dapat dicapai dan dipertahankan. Salah satu tanda bahwa proses *venting* telah selesai secara visual adalah tidak ada letupan-letupan udara yang terjadi pada *vent* dan uap keluar secara penuh dari *vent*. Uap jenuh ditandai dengan warna kebiru-biruan dan tanpa kandungan air/kering.



Gambar 3.1 Proses *Venting*

b. *Come Up Time* atau CUT

- 1) Setelah proses *venting* pada *retort*, suhu pada *retort* akan dinaikkan sampai mencapai suhu proses. Untuk menaikkan suhu *retort*, aliran uap panas harus terbuka dan saluran *venting* harus ditutup. Waktu yang dibutuhkan sejak proses *venting* hingga tercapai suhu proses atau suhu sterilisasi disebut *Come Up Time* (CUT). *Come Up Time* atau CUT, adalah waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu *retort* pada suhu yang ditentukan ($\pm 116^{\circ}\text{C}$) dan tekanan yang diinginkan (0.8 bar). Pada saat *Come Up Time* berlangsung keadaan *vent* harus tertutup agar suhu dan tekanan yang diinginkan dapat dicapai dengan waktu kurang lebih 10 menit. Semakin cepat proses CUT maka suhu proses akan semakin tinggi dan waktu proses yang dibutuhkan untuk mencapai suhu tersebut akan semakin cepat sehingga dapat menghemat energi yang digunakan dalam proses ini.

c. Proses Sterilisasi

- 1) Proses sterilisasi yang dilakukan terhadap produk atau kaleng ikan sarden di dalam *retort* harus dilakukan dalam suhu dan waktu yang cukup agar dapat diperoleh tingkat sterilitas yang

menjamin keamanan produk dari mikroorganisme seperti bakteri, virus, atau jamur. Selama proses sterilisasi ini, usahakan keadaan suhu dan tekanan tetap dalam keadaan konstan sesuai dengan ketentuan ($\pm 116^{\circ}\text{C}$) dan tekanan yang diinginkan (0.8 bar). Waktu yang dibutuhkan untuk proses sterilisasi ini tergantung pada jenis ikan dan kaleng yang digunakan. Selama proses berlangsung, suhu harus dipertahankan sesuai prosedur yang ada. Hal ini penting karena jika suhu kurang dari standar maka akan terjadi *under process* sedangkan bila suhu lebih dari standar, akan terjadi *over process*. Aliran uap panas memegang peran penting dalam proses ini. Jika suhu terlalu tinggi maka uap panas akan dikurangi. Namun jika terlalu rendah, maka uap panas akan ditambah. Tekanan akan tetap stabil selama suhu proses tetap stabil. Jika terjadi kondisi di mana suhu menyimpang dari standar yang telah ditetapkan, maka operator melakukan hal sebagai berikut. Jika *drop* terjadi sebelum proses sterilisasi berlangsung lebih dari 5 menit, maka waktu proses sterilisasi mulai diukur ketika *drop* terjadi. Sedangkan bila *drop* terjadi setelah sterilisasi, maka operator harus menambah waktu proses selama waktu *drop* yang terjadi. Jika *drop* terjadi selama 2 menit, maka proses sterilisasi akan ditambah 2 menit. Setelah proses sterilisasi selesai, maka aliran uap panas akan dihentikan dengan cara menutup klep aliran uap panas.

d. *Cooling* atau Pendinginan

- 1) Tahap pendinginan dilakukan setelah proses sterilisasi berakhir. Di dalam proses pendinginan, setelah katup uap dimatikan maka katup air dingin akan segera dibuka. Jika kaleng berukuran besar maka, tekanan udara dalam *retort* perlu dikendalikan sehingga tidak menyebabkan kaleng

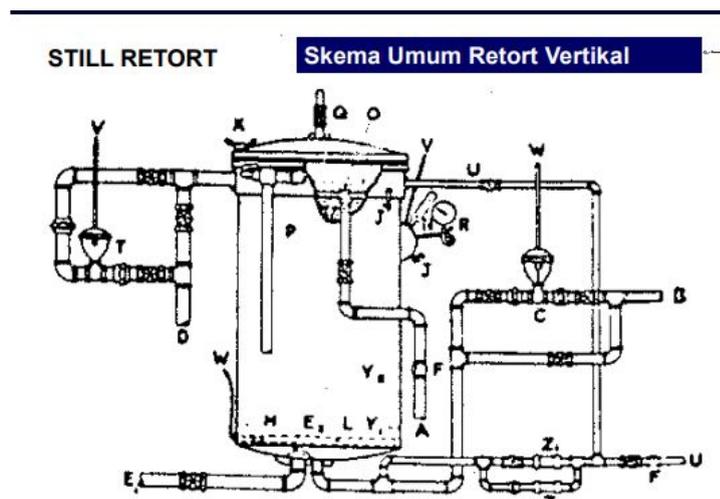
menggelembung atau rusak. Waktu yang diperlukan untuk proses pendinginan bisa berbeda-beda tergantung jenis produk, ukuran kaleng, suhu proses, suhu air, dan jumlah air yang digunakan. Pendinginan dilakukan untuk mencegah terjadinya *over cooking* pada produk yang dikalengkan. Namun, pendinginan dengan air dapat menyebabkan re-kontaminasi dari air dingin ke dalam produk. Maka perlu dipastikan bahwa air yang digunakan untuk mendinginkan produk memenuhi persyaratan mikrobiologis. Pendinginan dilakukan secepatnya setelah proses sterilisasi selesai untuk mencegah pertumbuhan kembali bakteri, terutama bakteri termofilik. Pendinginan dilakukan dalam *retort* selama 30 menit hingga suhu produk menjadi 40°C. Medium yang digunakan untuk proses pendinginan ini adalah air yang mengalir. Cara lain untuk melakukan proses pendinginan adalah proses perendaman kaleng dalam air. Cara ini dimulai dengan membuka saluran air pendingin dan menutup saluran-saluran lain., Air pendingin dapat dialirkan lewat dua saluran yaitu dari bagian bawah atau dari bagian atas *retort*. Air yang dimasukkan harus dilakukan secara perlahan agar tidak terjadi peningkatan tekanan secara drastis yang dapat membuat kaleng menjadi rusak pada bagian pinggirnya.



Gambar 3.2 Proses Pendinginan

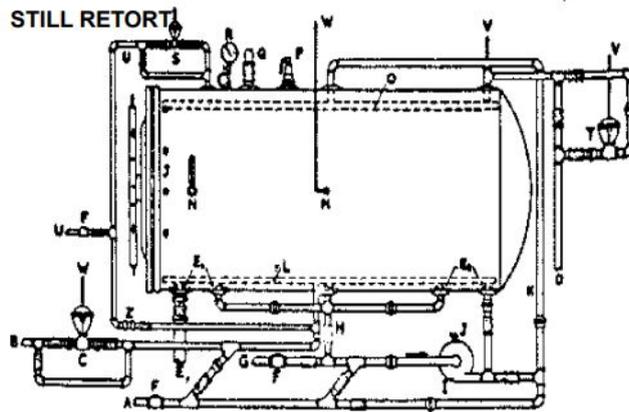
B. Penerapan Hukum I Termodinamika dan Gay-Lussac pada mesin *retort*

Mesin *retort* adalah alat untuk mensterilisasi bahan pangan yang sudah dikalengkan. Sterilisasi adalah proses termal yang dilakukan pada suhu tinggi $>100^{\circ}\text{C}$ dengan tujuan utama memusnahkan spora patogen dan pembusuk. Suatu produk dikatakan steril bila tidak ada satupun mikroba yang dapat tumbuh pada produk tersebut. Mesin *retort* memiliki beberapa macam. Ada *retort* yang diam atau disebut juga *Still Retort*. *Still Retort* masih dibedakan lagi berdasarkan posisi geometrinya menjadi *Vertical Retort* dan *Horizontal Retort*. Berdasarkan prosesnya, *Still Retort* dibedakan menjadi *retort* dengan *overpressure*, *agitating retort*, *hydrostatic retort*, dan *crateless retort*.



Gambar 3.3 *Retort* Vertikal

Skema Umum Retort Horizontal



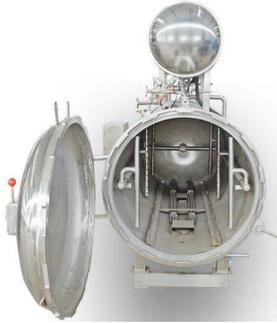
Gambar 3.4 Retort Horizontal

Still Retort adalah *retort* yang diam tanpa pengaduk dan tidak dapat berputar. Kaleng yang akan dimasukkan ke dalam *retort* ini disusun terlebih dahulu di dalam keranjang lalu dimasukkan ke dalam *retort*. Ada juga *retort* yang tidak dilengkapi dengan keranjang atau kaleng langsung dijatuhkan ke dalam air. Proses *thermal* dilakukan dengan uap bertekanan dengan suhu 121°C . Lama pemanasan tergantung pada jenis makanan yang dimasukkan ke dalam *retort*. Tiap *retort* yang digunakan harus dalam keadaan baik. Suplai uap harus cukup untuk mendapatkan suhu proses yang diinginkan. Suplai air dingin bersih harus cukup untuk mendinginkan seluruh kaleng secara merata dalam waktu yang singkat. Lalu, harus ada ventilasi untuk membuang udara dari dalam *retort*.

Prinsip kerja mesin *retort* adalah elemen pemanas pada *retort* akan memanaskan air menjadi uap panas. Uap panas ini akan mendorong udara kotor keluar dalam proses venting sehingga tersisa uap murni di dalam. Uap panas murni akan digunakan untuk memanaskan bahan atau kaleng yang ada di dalam wadah. Seberapa besar panas yang diperlukan dipengaruhi oleh faktor seperti besarnya kaleng dan pH bahan makanan.

1. Perlengkapan dari mesin *retort* adalah sebagai berikut :

- a. Dinding *retort* menggunakan alat plat baja, dengan tebal minimal $\frac{1}{4}$ inch, dilengkapi dengan pintu yang terbuat dari plat baja atau besi cor yang dilengkapi kunci sebagai pengaman.



Gambar 3.5 Dinding *retort*

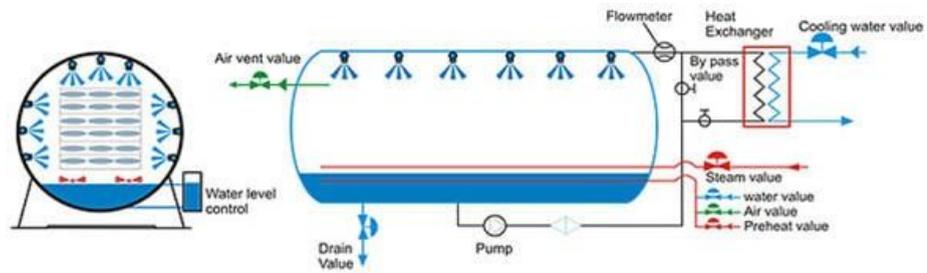
- b. *Steam header* atau pipa yang menghubungkan suplai air ke seluruh *retort*. Ketidacukupan air akan mempengaruhi persyaratan *venting* yang tidak akan terpenuhi sehingga dapat berpengaruh buruk terhadap proses sterilisasi kaleng. Perlu waktu lama untuk mencapai suhu proses dan fluktuasi suhu *retort* pada saat *venting*.



Gambar 3.6 *Steam Header*

- c. *Steam inlet* masuk ke dalam *retort* melalui bagian atas atau bagian bawah *retort* yang dilengkapi oleh *control* uap air.

- d. Kontrol uap atau *Steam controller* yang berguna untuk menjaga suhu *retort* dan dapat dikombinasikan dengan *thermo recording*.
- e. Penyebar uap (*steam spreader*). Pada *retort* horizontal harus dilengkapi dengan *steam spreader* yang memiliki panjang sebesar panjang *retort*. Pada *retort* horizontal harus dilengkapi dengan *steam spreader* yang membentuk sudut pancaran 90° yang memiliki lubang 1 ½ - 2 kali luas penampang *steam inlet* yang paling kecil dibagi luas penampang lubang.
- f. *Vent* berfungsi untuk mengeluarkan udara dalam *retort* sebelum proses dimulai. *Vent* dipasang berseberangan dengan *steam inlet* dan dikontrol dengan *Gate Valve* yang harus dibuka penuh selama waktu *venting*.
- g. Lubang kecil pada *retort* digunakan untuk sirkulasi uap air dan mengeluarkan sedikit uap air udara dari *retort* serta untuk mengamati aliran uap air. Diameter lubang minimal ⅛ inci, terbuka bebas dan mengeluarkan uap air selama proses *Come Up Time* dan proses sterilisasi. *Retort* horizontal butuh minimal 2 *bleeder* pada kedua ujung *retort* bagian atas dan *bleeder* tambahan yang diletakkan di tengah *retort*.
- h. Suplai air yang mencakup lokasi dan ukuran pipa serta ukuran dan tipe katup. Air yang digunakan untuk mendinginkan kaleng setelah proses sterilisasi harus dilengkapi *Globe Valve* untuk mencegah kebocoran air ke dalam *retort* selama proses sterilisasi berlangsung.
- i. Suplai udara yang mencakup lokasi dan ukuran pipa serta ukuran dan tipe katup. Suplai udara dari pompa angin diperlukan untuk menjaga tekanan selama proses *cooling* dan dilengkapi dengan *Globe Valve* pada pipa udara.



Gambar 3.7 Jenis-jenis vent pada retort

- j. Termometer MIG (*Mercury In Glass*) berada di dalam *retort*. Pada *retort*, dilengkapi oleh satu termometer dengan suhu yang dapat terbaca sampai 0,5°C dan skala suhunya tidak melebihi 4°C per 1 cm. Ujung termometer air raksa harus dipasang masuk ke dalam *retort* atau ke dalam kantung baja yang terletak di bagian luar *retort*. Lalu kantung baja itu dihubungkan ke dalam *retort* dengan pipa yang berdiameter $\frac{3}{4}$ inci dan dilengkapi dengan *bleeder* berdiameter $\frac{1}{16}$ inci
- k. *Pressure gauge* diletakkan di dalam *retort*. Tiap *retort* dilengkapi dengan manometer yang berskala 2 psi dengan kisaran 0-30 psi. Manometer dipasang pada *steam loop* atau *pigtail* untuk mengurangi *shock* atau vibrasi yang mungkin terjadi pada dinding *retort*.
- l. Alat pencatat (*recording device*) berupa *Thermo Recording* yang berfungsi untuk menampilkan grafik yang mencatat suhu secara otomatis dengan akurasi pencatatan sebesar 0,5°C. Ukuran skala grafik tidak lebih dari 12°C per 1 cm dengan interval waktu pencatatan suhu tidak lebih dari 1 menit.

2. Prosedur Pengoperasian Mesin *Retort*

a. Langkah Persiapan:

- 1) Sebelum produk dimasukkan dalam *retort*, pastikan bahwa mesin dalam keadaan bersih dan bebas dari karat.
- 2) *Retort* dipanaskan dengan uap dengan tujuan untuk mengurangi tekanan dari dalam.
- 3) Masukkan keranjang yang telah berisi produk dengan posisi produk yang telah disusun dengan rapi.
- 4) Sebelum *retort* ditutup, terlebih dahulu periksa keadaan lapisan karet pada bagian tutup sehingga pada waktu operasi berlangsung tidak terjadi kebocoran melalui tutup.
- 5) Tutup *retort* yang akan dioperasikan sampai rapat.
- 6) Sebelum membuka keran uap panas, periksa keadaan terlebih dahulu peralatan *retort* baik katup-katupnya maupun peralatan yang lain. Pastikan bahwa semua alat-alat kontrol berfungsi dengan baik.
- 7) *Retort* siap dioperasikan

b. Langkah Pengoperasian:

- 1) Pastikan bahwa keran pada pipa-pipa untuk pemasukan air tertutup rapat, sedangkan keran pipa pembuangan air dan pembuangan uap dalam keadaan terbuka.
- 2) Buka keran pemasukan uap kira-kira $\frac{3}{4}$ -nya sampai suhu mencapai 100°C , tujuannya agar dihasilkan uap murni dan udara yang ada di dalam *retort* dapat keluar. Proses ini disebut *venting*.

- 3) Setelah diperoleh uap jenuh (uap murni) keran pembuangan ditutup dan keran pemasukan uap diperkecil kira-kira $\frac{1}{4}$ -nya. Besarnya bukaan keran pembuangan dan keran pemasukan uap murni dapat disesuaikan dengan kebutuhan saat sterilisasi dilakukan.
- 4) Perhatikan keadaan alat pembaca tekanan (*pressure gauge*) dan termometer sampai mencapai suhu yang diinginkan ($\pm 116^{\circ}\text{C}$) dan tekanan yang diinginkan (0.8 bar).
- 5) Apabila suhu dan tekanan yang diinginkan telah dicapai, maka suhu dan tekanan tersebut dipertahankan sesuai dengan waktu proses yang telah ditentukan. Waktu proses dihitung sejak suhu dan tekanan yang diinginkan dicapai sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu dan tekanan tersebut (*come up time/CUT*) tidak dihitung sebagai waktu proses demikian juga halnya dengan waktu pendinginan (*cooling*).
- 6) Selama proses sterilisasi berlangsung, usahakan jangan sampai terjadi fluktuasi suhu dan tekanan.
- 7) Untuk menjaga keseimbangan dari suhu dan tekanan pada *retort* tersebut, atur besar kecilnya keran pemasukan uap dan keran pembuangan uap pada bagian atas.
- 8) Setelah selesai waktu proses maka akan dilanjutkan proses pendinginan. Langkah pertama adalah menutup keran untuk memasukkan uap dan membuka keran untuk memasukkan air secara perlahan-lahan.

Dalam pengoperasian mesin ini, dapat diamati beberapa hukum fisika, yaitu Hukum Gay Lussac dan Hukum I Termodinamika.

Hukum Gay Lussac adalah sebuah hukum fisika yang menyatakan bahwa sejumlah gas yang direaksikan dengan volume konstan atau tetap akan berbanding lurus dengan nilai suhunya. Hukum Gay-Lussac dikemukakan oleh kimiawan Perancis yang bernama *Joseph Louis Gay-Lussac*. Bunyi Hukum Gay-Lussac adalah sebagai berikut.

“Apabila volume gas yang berada pada ruang tertutup dijaga konstan, maka tekanan gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya”

Secara matematis dapat dirumuskan:

$$P_1/T_1 = P_2/T_2$$

Keterangan:

P_1 = tekanan pada keadaan 1

T_1 = suhu pada keadaan 1

P_2 = tekanan pada keadaan 2

T_2 = suhu pada keadaan 2

Hukum 1 Termodinamika adalah suatu pernyataan mengenai hukum universal dari kekekalan energi dan mengidentifikasi perpindahan panas sebagai suatu bentuk perpindahan energi. Hukum 1 Termodinamika pertama kali dikemukakan oleh seorang ilmuwan Inggris bernama *James Prescott Joule*, yang melalui eksperimen-eksperimennya berhasil menyimpulkan bahwa panas dan

kerja saling dapat dikonversikan. Bunyi Hukum 1 Termodinamika adalah sebagai berikut.

“Kenaikan energi internal dari suatu sistem termodinamika sebanding dengan jumlah energi panas yang ditambahkan ke dalam sistem dikurangi dengan kerja yang dilakukan oleh sistem terhadap lingkungannya.”

Secara matematis dapat dirumuskan:

$$Q = \Delta u + W$$

Keterangan:

Q = kalori yang dihasilkan (kalori)

Δu = perubahan energi dalam (joule)

W = usaha / kerja (joule)

C. Hasil Analisis dan Perhitungan

Pada CV Indo Jaya Pratama, mesin *retort* yang digunakan akan bekerja pada suhu 117°C. Tekanan yang digunakan adalah 0,8 bar selama 90 menit. Suhu awal pada proses sterilisasi *retort* adalah 117°C atau 390 K. Setelah dilakukan pendinginan, suhu *retort* menjadi 40°C atau 313 K. Tekanan yang diperlukan dalam proses sterilisasi adalah 8×10^4 Pa, sedangkan tekanan yang diperlukan dalam proses *cooling* belum diketahui. Oleh karena itu, tekanan tersebut dapat dicari menggunakan hukum Gay-Lussac. Hal inilah yang menunjukkan hubungan mesin *retort* dengan Hukum Gay Lussac.

Selain itu, jumlah kalor dan energi dalam yang diperlukan mesin dapat dicari menggunakan Hukum I Termodinamika dengan

kondisi Isokhorik atau volume yang konstan. Hal inilah yang menunjukkan hubungan Hukum I Termodinamika dengan mekanisme kerja mesin *retort*.

Diketahui:

$$P_1 = 0.8 \text{ bar} = 8 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$T_1 = 117^\circ\text{C} = 390 \text{ K}$$

$$T_2 = 40^\circ\text{C} = 313 \text{ K}$$

$$t = 90 \text{ menit}$$

Volume konstan (Isokhorik)

Ditanya:

$$P_2 = ?$$

$$Q = ?$$

$$\Delta u = ?$$

Jawab:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\frac{8 \times 10^4}{390} = \frac{P_2}{313}$$

$$P_2 = 313 \times \frac{8 \times 10^4}{390}$$

$$P_2 = 64.205, 1282 \text{ Pa}$$

Mencari mol gas, diasumsikan $V = 1 \text{ m}^3$

$$P_1 V_1 = n R T_1$$

$$8 \times 10^4 \times 1 = n \times 8,31 \times 390$$

$$n = \frac{8 \times 10^4}{8,31 \times 390}$$

$$n = 24,6845 \text{ mol}$$

Karena volume konstan, $W = 0$

$$\text{Jadi, } Q = \Delta u$$

$$\Delta u = \frac{3}{2} n R (T_2 - T_1)$$

$$\Delta u = \frac{3}{2} \times 24,6845 \times 8,31 (390 - 313)$$

$$\Delta u = 23.692,3 \text{ Joule}$$

$$Q = \Delta u = 23.692,3 \text{ Joule}$$

Jadi, tekanan pada suhu 40°C adalah $64.205,1282 \text{ Pa}$ dan kalor yang diperlukan mesin sama dengan energi dalam mesin, yaitu $23.695,3 \text{ Joule}$.

BAB IV

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dalam sterilisasi ikan kaleng, CV Indo Jaya Pratama menggunakan mesin *retort* untuk mensterilkan produk dari jamur dan bakteri supaya produk dapat bertahan lama saat disimpan. Mesin *retort* bekerja dengan cara mengeluarkan semua udara dari dalam *retort* dan mengisinya dengan uap udara dalam suhu dan tekanan yang telah diatur sedemikian rupa untuk proses sterilisasi. Dalam cara kerja mesin ini, ada hukum fisika yang digunakan dalam mekanisme pengoperasian mesin *retort* yaitu Hukum I Termodinamika dan Hukum Gay-Lussac. Kegunaan Hukum I Termodinamika dalam mesin *retort* adalah untuk menentukan besarnya kalor yang dibutuhkan mesin untuk menghasilkan panas serta jumlah energi dalam yang ada di mesin *retort*. Lalu, aplikasi Hukum Gay-Lussac dalam mesin *retort* adalah untuk menentukan besarnya tekanan, suhu, dan volume pada mesin.

B. Saran

Dari proses produksi ikan sarden yang dilakukan oleh CV Indo Jaya Pratama, proses yang dilalui telah melewati beberapa standar kesehatan sehingga sarden yang dihasilkan aman untuk dikonsumsi. Namun, ada beberapa saran yang dapat penulis sampaikan kepada CV Indo Jaya Pratama setelah melihat mesin yang digunakan dalam pembuatan ikan sarden ini. Saran yang pertama adalah dalam tahapan *cooling* atau pendinginan produk setelah disterilisasi di dalam *retort*, pihak CV Indo Jaya Pratama dapat menggunakan teknik perendaman karena teknik ini lebih efektif daripada pendinginan memakai teknik air yang disemprotkan dari atas *retort*.

Lalu saran kedua adalah produk yang akan dimasukkan ke dalam mesin *retort*, dapat terlebih dahulu dari kaleng yang rusak atau cacat untuk mengurangi jumlah produk gagal produksi.

Penulis berharap, saran ini dapat bermanfaat bagi pihak CV Indo Jaya Pratama dalam meningkatkan kualitas pembuatan ikan sarden dalam kaleng dan dapat mengurangi jumlah produk yang cacat dalam proses sterilisasi.

CITATION

- [Engineering of Things].(2019, 18 September). Apa itu mesin Sterilisasi/Retort/Autoclave [ENG/IND SUBS]. Retrieved 2021, February 16 from <https://www.youtube.com/watch?v=wPPBDqgfAzY>
- Rahardjo, P.A.C. (2017). Pengawasan mutu bahan baku dan produk ikan sarden dalam saus tomat di CV Pasific Harvest. Retrieved 2021, February 16 from <https://core.ac.uk/download/pdf/94604133.pdf>
- Wardana, I.W. (2018). Analisis pengendalian kualitas cacat produk sarden kaleng kemasan 425 gram dengan menggunakan metode six sigma. Retrieved 2021, February 16 from <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/88518>
- Wikipedia. (2021). Sterilization (microbiology). Retrieved 2021, February 16 from [https://en.wikipedia.org/wiki/Sterilization_\(microbiology\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Sterilization_(microbiology))
- Wikipedia. (2021). Hukum perbandingan volume. Retrieved 2021, February 16 from https://id.wikipedia.org/wiki/Hukum_perbandingan_volume
- Ayuningtyas, H. (2016). Sterilisasi pangan: pengertian, prinsip, dan prakteknya. Retrieved 2021, February 16 from <https://panganpedia.com/ilmu-pangan/sterilisasi-pangan-pengertian-prinsip-dan/>
- Silvana. (2010). Alat-alat yang biasa digunakan dalam proses pengalengan. Retrieved 2021, February 16 from <http://elysciel.blogspot.com/2010/12/alat-alat-yang-biasa-digunakan-dalam.htm>
- Hariyadi, P. (2016). Retort & instrumentasinya. Retrieved 2021, February 16 from

<https://docplayer.info/36976932-Retort-instrumentasinya-prof-purwiyatno-hari-yadi-phd.html>

- Wikipedia. (2021). Hukum pertama termodinamika. Retrieved 2021, February 16 from https://id.wikipedia.org/wiki/Hukum_pertama_termodinamika
- Siregar. (2013). Pengoperasian retort pada pengalengan ikan. Retrieved 2021, February 16 from <https://arpansiregar.wordpress.com/2013/01/18/pengoperasian-retort-pada-pengalengan-ikan/>
- CV Indo Jaya Pratama. Retrieved 2021, February 17 from <https://www.indojayapratama.com/under.htm>
- Hariyadi, P. (2015). Prinsip-prinsip pengoperasian retort. Retrieved 2021, February 17 from <https://docplayer.info/44320804-Prinsip-prinsip-pengoperasian-retort.html>
- Arlita, M. (No year). Telly retort. Retrieved 2021, February 17 from <https://id.scribd.com/doc/224237998/Telly-Retort>

LAMPIRAN

