

**PENERAPAN SUHU DAN KALOR
DALAM PROSES PENGALENGAN IKAN SARDEN
CV INDO JAYA PRATAMA**

LAPORAN STUDI EKSKURSI FISIKA



Disusun Oleh:

Kelompok Fisika Kelas XI MIPA 2

Tahun Pelajaran 2020/2021

**SMA Katolik St. Louis 1
Surabaya
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan studi ekskursi bidang fisika “Penerapan Suhu dan Kalor dalam Proses Pengalengan Ikan Sarden CV. Indo Jaya Pratama” telah disahkan dan dinilai pada 18 Maret 2021 oleh:

Guru Bidang Studi Bahasa Indonesia



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

Guru Bidang Studi Bahasa Inggris



V. Marie Prihatini, S.Pd.

Guru Bidang Studi Fisika



Drs. Hermawan

Daftar nama kelompok fisika kelas XI MIPA 2 tahun pelajaran 2020/2021:

1. Billy Christopher 03/28440
2. Jervino Leonard 21/28621
3. Jonathan Gerwyn 24/28640
4. Kevin Yang 29/28662
5. Louis Michael K. 30/28671
6. Michella Viendra T. 31/28695
7. Nicholas Marco W. 32/28721
8. Samuel Gerard 35/28763
9. Timothy Sandro Y. 36/28804

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan perlindungan-Nya sehingga penulis dapat mengikuti dan menyelesaikan kegiatan Studi Ekskursi secara virtual. Penulis juga bersyukur karena telah menyelesaikan laporan yang berjudul “Penerapan Suhu dan Kalor dalam Proses Pengalengan Ikan Sarden CV Indo Jaya Pratama” tepat pada waktunya.

Ditulisnya teks karya ilmiah ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan perihal hubungan antara dunia teknik industri dengan prinsip fisika suhu dan kalor yang telah diajarkan di kelas. Diharapkan pembelajaran yang diterima di kelas tidak sekedar untuk mendapatkan nilai tinggi saja, namun digunakan sebagai dasar untuk jenjang berikutnya, baik itu di perguruan tinggi maupun di dunia kerja.

Penulis menyadari bahwa laporan ini dapat terselesaikan karena bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang terkait dalam penulisan laporan ini. Secara khusus penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada

1. Dra. Sri Wahjoeni Hadi S., selaku Kepala SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya;
2. Bapak Fransiskus A. Subono, S.Si., M.Kes., selaku Wakasek Kurikulum;
3. Bapak F. X. Novan Ali, S.T., selaku wali kelas XI MIPA 2;
4. Drs. Hermawan, selaku guru pembimbing bidang fisika;
5. Ibu Anastasia Rina Wiasdianti, S.Pd., M.Hum selaku guru pembimbing bidang Bahasa Indonesia;
6. Ibu V. Marie Prihatini, S.Pd., selaku guru pembimbing bidang Bahasa Inggris;
7. Bapak Heru Santoso, selaku direktur dari CV. Indo Jaya Pratama;
8. Ibu Atika Fitriani, selaku Ketua bagian Quality Control dari CV. Indo Jaya Pratama;
9. Orang tua/wali murid SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya;
10. Bapak/Ibu guru panitia studi ekskursi SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya;

11. Pihak lain yang turut berpartisipasi memberikan dukungan bagi terlaksananya studi ekskursi tahun pelajaran 2020-2021 yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu

Meskipun demikian, perlu diakui bahwa tulisan ini masih belum sempurna dan masih memiliki ruang untuk perbaikan sehingga laporan ini dapat lebih baik lagi. Oleh karena itu penulis secara terbuka menerima kritik dan saran dari pembaca karya tulis ini untuk perbaikan dan meningkatkan kemampuan kami pada kesempatan berikutnya.

Akhir kata, penulis berharap karya tulis ini mampu memberikan manfaat dan menambah pengetahuan bagi siapapun terutama yang membaca tulisan ini dan juga untuk memberikan masukan dalam kegiatan sejenis.

Surabaya, Februari 2021

Penulis

ABSTRACT

Temperature and heat are both the components of physics which humans use for daily lives. Heat is an energy flow which can be measured by temperature. Temperature can be measured by a device called a thermometer. The process of producing canned sardine is closely related to heat and temperature. CV Indo Jaya Pratama use heat to cook and sanitize their canned sardines, frozen fish, and fish meal. Therefore, the purpose of this excursion study is to know and learn about the implementation of heat and temperature for canning factories. Students were met with the director of the company, Mr. Heru Santoso along with Mrs. Atika Fitriani, the head of quality control for the factory. For several hours, students were informed about the processes required to make a high quality canned sardine. One of the most important machines used for the cannery processing is the retort utilized for sterilization and cooling down phases. In short, such machines use huge amount of water to ensure that the contents inside the cans are not damaged after being heated up to 117 degrees Celcius. Such process requires intricate calculation to assure the temperature can be reduced normally by using the right amount of water. In conclusion, canned sardine production can be the example of the implementation of heat and temperature for industrial use.

Keywords: temperature and heat, canning factories, retort

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

KATA PENGANTAR

ABSTRACT

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

BAB 1 PENDAHULUAN

- A. Latar Belakang
- B. Rumusan Masalah
- C. Maksud dan Tujuan
- D. Metode Pengumpulan Data

BAB 2 PROFIL PERUSAHAAN

- A. Sejarah CV. Indo Jaya Pratama
- B. Visi Misi CV. Indo Jaya Pratama
- C. Struktur Organisasi CV. Indo Jaya Pratama

BAB 3 PEMBAHASAN

- A. Proses pengalengan ikan
- B. Mesin Retort
- C. Proses Sterilisasi dalam Mesin Retort
- D. Proses Pendinginan dalam Mesin Retort
- E. Dasar Teori Suhu dan Kalor
- F. Penerapan Prinsip Suhu dan Kalor dalam Mesin Retort

BAB 4 PENUTUP

- A. Kesimpulan
- B. Saran

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN GAMBAR

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Logo CV Jaya Indo Pratama

Gambar 2.2 Produk-produk CV Indo Jaya Pratama (ABC, Del Monte, Nikimura)

Gambar 2.3 Struktur organisasi CV Indo Jaya Pratama

Gambar 3.1 Mesin Retort Vertikal

Gambar 3.2 Mesin Retort Horizontal

Gambar 3.3 Diagram jenis-jenis mesin retort berdasarkan cara kerjanya

Gambar 3.4 Jenis-jenis mesin retort menurut cara kerjanya

Gambar 3.5 Grafik Asas Black

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada zaman modern perkembangan teknologi terjadi dengan sangat pesat. Perkembangan ini juga terjadi di dunia teknik industri. Dari tahun ke tahun orang-orang berusaha keras dalam mengembangkan mesin yang lebih canggih sehingga dapat membantu dan memudahkan pekerjaan manusia di berbagai bidang sekaligus juga untuk mempercepat proses produksi. Pada umumnya, semua mesin di dunia menggunakan prinsip ilmu fisika. Salah satu ilmu fisika yang digunakan dalam pembuatan mesin-mesin tersebut adalah prinsip suhu dan kalor. Prinsip suhu dan kalor berperan penting agar mesin mampu bekerja dengan optimal dengan menghindari kerusakan teknis serta menjaga kualitas produksi.

Suhu adalah ukuran yang menyatakan energi panas tersimpan dalam suatu benda. Benda bersuhu tinggi berarti memiliki energi panas yang tinggi, begitu juga sebaliknya. Kalor adalah perpindahan energi panas yang terjadi dari benda bersuhu yang lebih tinggi ke benda bersuhu lebih rendah. Suhu dan kalor memiliki keterkaitan yang erat dengan dunia industri pangan, termasuk di dalam pengalengan ikan sarden.

Salah satu penerapan ilmu suhu dan kalor dalam industri ini dapat kita lihat pada mesin retort. Mesin retort sendiri merupakan sebuah mesin yang digunakan dalam proses sterilisasi dan pendinginan produk olahan makanan. Mesin ini bekerja dengan cara memanaskan produk olahan dengan suhu yang sangat tinggi selama beberapa waktu guna membunuh bakteri-bakteri penyebab pembusukkan. Setelah itu produk olahan akan langsung didinginkan dengan cara menyemprotkan air hingga mencapai suhu tertentu guna mendapat keseragaman mutu produk.

CV Indo Jaya Pratama merupakan salah satu industri yang bergerak di bidang pengalengan ikan sehingga industri tersebut menggunakan mesin retort dalam mengolah produk ikan sarden yang mereka produksi. Setelah melalui proses penutupan dan pencucian, kaleng ikan sarden disterilkan dalam mesin ini dengan suhu 117°C. Kaleng-kaleng ini kemudian didinginkan hingga mencapai suhu 40°C. Penentuan suhu tersebut tentunya sudah disesuaikan dan menjadi standar pengolahan produk ikan sarden mereka.

B. Rumusan Masalah :

Adapun rumusan masalah dari pengamatan yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana proses pengalengan ikan sarden ?
2. Bagaimana penerapan ilmu fisika bidang suhu dan kalor pada proses pengalengan ikan sarden?
3. Bagaimana prinsip suhu dan kalor yang dipakai dalam mesin retort?
4. Berapa volume air yang dibutuhkan pada proses pendinginan dalam mesin retort?

C. Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan pengamatan yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Mempelajari proses pengolahan dan pengalengan ikan sarden.
2. Mengetahui penerapan ilmu fisika bidang suhu dan kalor pada proses pengalengan ikan sarden.
3. Mempelajari prinsip suhu dan kalor yang dipakai dalam mesin retort.
4. Mencari volume air yang dibutuhkan pada proses pendinginan dalam mesin retort.

D. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif sendiri merupakan penelitian yang bersifat deskriptif dan cenderung menggunakan analisis. Data-data yang digunakan dalam laporan ini bersumber dari narasumber secara langsung dalam kegiatan Studi Ekskursi 2021 dan studi pustaka yang berkaitan dengan pembahasan. Adapun data yang diperoleh dalam laporan ini berdasarkan pada:

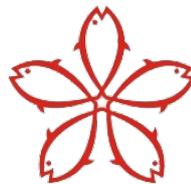
1. Penyampaian materi secara langsung oleh perwakilan dari CV Indo jaya Pratama via *zoom*
2. Diskusi/tanya jawab secara langsung dengan perwakilan dari CV Indo Jaya Pratama via *zoom*
3. Studi pustaka yang berupa pengumpulan data berdasarkan literatur yang bersumber dari jurnal dan artikel elektronik sebagai pelengkap data.

BAB 2

PROFIL PERUSAHAAN

A. Sejarah CV Indo Jaya Pratama

CV Indo Jaya Pratama yang dimulai pada tahun 1994 pada mulanya berfokus hanya di bidang *fishmeal*. Selang 10 tahun kemudian, CV Indo Jaya Pratama mulai mengembangkan bidang usahanya ke bidang *frozen food*/pembekuan. Barulah pada tahun 2008, CV Indo Jaya Pratama mengembangkan usahanya di bidang pengalengan ikan sarden.



CV. INDO JAYA PRATAMA
CANNING, FISH MILL, FISH OIL, FROZEN FISH & JELLY FISH

Gambar 2.1 Logo CV Indo Jaya Pratama

Perusahaan yang berlokasi di Jl. Kedungrejo, Muncar, Banyuwangi ini telah memiliki berbagai jenis usaha, antara lain: pengalengan ikan sarden, penepungan ikan, pembekuan ikan, dan pengeringan ubur-ubur. Sebagai industri yang bergerak di bidang pangan, CV Indo Jaya Pratama telah mengantongi beberapa sertifikat keamanan pangan, seperti SNI, Sertifikat Halal yang diterbitkan oleh MUI, Sertifikat BPOM terkait merek dagang, Sertifikat HACCP yang diterbitkan oleh BKIPM, dan Sertifikat PMR (Program Manajemen Risiko). Perusahaan yang berfokus di bidang pengalengan ikan ini telah mengeluarkan beberapa produk. Bekerja sama dengan PT Heinz ABC, CV Indo Jaya Pratama memproduksi ikan sarden “ABC”. Selain itu, CV Indo Jaya Pratama juga bekerjasama dengan PT Lasallefood untuk memproduksi produk sarden “DelMonte”. CV Indo Jaya Pratama pun juga mengeluarkan produk yang mereka produksi sendiri yang memiliki merek dagang “Nikimura”.



Gambar 2.2 Produk-produk CV. Indo Jaya Pratama (ABC, Del Monte, Nikimura)

B. Visi Misi CV Indo Jaya Pratama

Pada umumnya, setiap perusahaan memiliki visi untuk menentukan arah dan cita-cita perusahaan, baik perusahaan besar maupun perusahaan kecil. Selain visi, perusahaan tentunya memiliki misi guna mendukung tercapainya visi yang telah ditentukan dan disepakati bersama.

CV Indo Jaya Pratama yang merupakan industri yang berfokus di bidang pangan memiliki visi dan cita-cita untuk “menyediakan produk-produk ikan dengan kualitas tertinggi untuk dikonsumsi oleh konsumen baik lokal maupun internasional.”

Dari cita-cita tersebut, dapat terlihat bahwa CV Indo Jaya Pratama benar-benar fokus dan ingin mengusahakan yang terbaik bagi perkembangan industri pangan di Indonesia. CV Indo Jaya Pratama berupaya untuk menghasilkan produk-produk ikan dengan kualitas yang bukan hanya sebatas baik, melainkan harus yang terbaik. Selain itu dapat terlihat juga bahwa CV Indo Jaya Pratama tidak hanya berfokus pada produksi dan distribusi produk ikan di wilayah lokal, namun mereka juga menginginkan agar produk-produk mereka dapat sampai ke tangan masyarakat internasional. Kedua hal ini membuktikan bahwa CV Indo Jaya Pratama sangat bersungguh-sungguh dalam memproduksi dan mendistribusikan produk-produk mereka sehingga masyarakat bisa mendapatkan dan mengkonsumsi produk olahan ikan dengan kualitas yang terbaik.

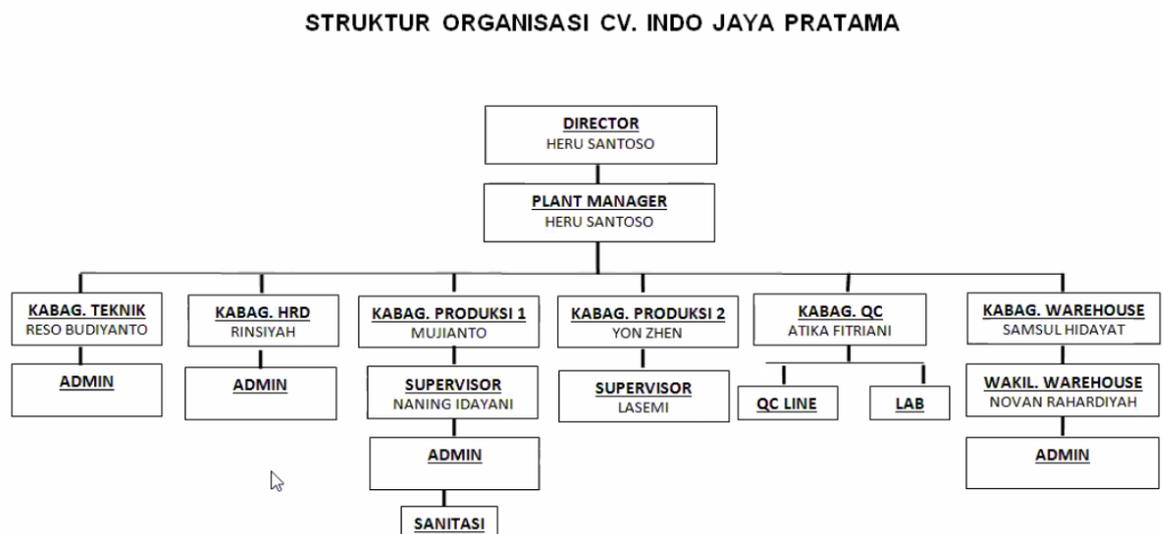
Untuk mendukung agar visi tersebut dapat tercapai, CV Indo Jaya Pratama merencanakan dan mengusahakan “untuk membantu meningkatkan kesejahteraan

warga lokal dengan membangun dan menyediakan produk serta pelayanan yang lebih baik dari dan untuk penduduk lokal.”

Selaku perusahaan yang memerlukan bahan baku dalam jumlah besar agar dapat beroperasi, CV Indo Jaya Pratama bekerja sama dengan mitra lokal dengan menggunakan potensi perikanan dan kelautan yang ada di perairan Indonesia. Keputusan CV Indo Jaya Pratama ini menjadi salah satu perwujudan nyata dari perusahaan dalam upaya meningkatkan kesejahteraan masyarakat lokal. Maka secara tidak langsung pula CV Indo Jaya Pratama menjadi salah satu motor pendorong target Negara Indonesia dalam membentuk suatu poros maritim yang berdigdaya.

C. Struktur Organisasi CV Indo Jaya Pratama

CV Indo Jaya Pratama selaku sebuah perusahaan produsen berskala besar tentunya memiliki struktur organisasi yang jelas agar operasional perusahaan dapat berjalan dengan baik. Struktur organisasi yang dibentuk oleh CV Indo Jaya Pratama adalah sebagai berikut:



Gambar 2.3 Struktur organisasi CV Indo Jaya Pratama

BAB 3

PEMBAHASAN

A. Proses Pengalengan Ikan

Pengolahan ikan sarden yang berkualitas harus melalui beberapa tahapan produksi. Proses pengolahan ikan lemuru menjadi ikan sarden siap pangan pun tidaklah singkat dan membutuhkan teknologi yang beragam. Hal ini tentunya dilakukan demi menghasilkan produk ikan sarden dengan mutu yang tinggi dan tetap terjaga kandungan gizinya. Adapun proses pengolahan dan pengalengan ikan sarden yang dilakukan CV Indo Jaya Pratama adalah sebagai berikut.

1. Penerimaan bahan baku

Bahan baku yang diterima selalu dicek sebelum dipakai. Pengecekan yang dilakukan sesuai dengan standar CV Indo Jaya Pratama, yaitu secara kimia dan organoleptik.

2. Proses pengguntingan ikan

Ikan lemuru akan digunting bagian kepala, ekor, dan isi perutnya. Hal ini dikarenakan apabila masih terdapat isi perut pada ikan, bakteri akan tumbuh dan menyebabkan pembusukkan.

3. Proses pengisian (*filling*)

Sarden yang sudah digunting akan dimasukkan ke dalam kaleng berbahan baku *tinplate* dengan porsi tertentu.

4. Proses pemasakan

Pemasakan dilakukan dengan suhu 100°C. Untuk kaleng berukuran kecil (155 ml) pemasakan dilakukan selama 10 menit sedangkan kaleng besar (425 ml) selama 12 menit.

5. Proses penirisan

Proses penirisan bertujuan untuk membuang sisa air yang terdapat pada ikan setelah melalui proses pemasakan. Mesin yang digunakan dalam proses ini adalah *exhaust box* di mana suhu ikan sarden yang keluar dari mesin ini harus 70°C. Apabila suhu yang keluar kurang dari 70°C, berarti dapat dikatakan bahwa ikan masih belum matang.

6. Pengisian saus

Dalam tahap pengisian saus, saus harus bersuhu 80°C agar tidak ada udara sisa saat kaleng ditutup. Apabila saus bersuhu kurang dari 80°C, maka akan berisiko menyebabkan *flip-flop* pada kaleng karena masih ada udara yang tersisa.

7. Penutupan kaleng

Setelah melewati tahap-tahap sebelumnya, kaleng sarden akan ditutup menggunakan alat seamer. Proses ini merupakan salah satu proses yang *critical* karena pada proses ini tidak boleh ada rongga udara dalam kaleng. Oleh sebab itu, pada proses ini dilakukan pula pengecekan *double seam* 2 jam sekali.

8. Pencucian kaleng

Setelah sterilisasi, kaleng akan dicuci untuk membersihkan sisa-sisa saus yang menempel pada kaleng.

9. Sterilisasi

Proses sterilisasi ini menggunakan alat *autoclave/retort*. Dalam mesin *autoclave*, kaleng akan disterilkan dalam suhu 117°C dan tekanan 0,8 bar. Kemudian suhu akan turun ke 40°C, dengan tujuan untuk mendinginkan kaleng. Untuk kaleng berukuran kecil (155 ml) sterilisasi dilakukan selama 90 menit dan untuk kaleng berukuran besar (425 ml) selama 110 menit.

10. Pengeringan

Dalam proses ini kaleng yang sudah dicuci harus dikeringkan, proses ini harus dilakukan dengan teliti karena jika masih ada bagian yang basah akan terjadi korosi pada kaleng.

11. Proses coding

Pada tahap selanjutnya, kaleng sarden akan diberi kode tanggal produksi dan kode *expired*. Hal ini juga mempermudah untuk menelusuri bila terjadi kesalahan pada produk.

12. Inkubasi

Kaleng sarden akan dibiarkan selama 3-7 hari selama masa inkubasi. Hal ini bertujuan untuk memastikan kaleng sarden telah tertutup rapat dan tidak ada gelembung udara.

13. Final checking

Kaleng sarden akan dicek kembali untuk mengetahui apakah produk tersebut cacat dan apakah kaleng tersebut mengembung.

14. Packing

Setelah lulus pengecekan, kemasan kaleng akan dimasukkan ke kotak kardus sebelum didistribusikan.

15. Pengiriman

Pengiriman kemasan dilakukan menargetkan pasar dalam negeri maupun pasar internasional.

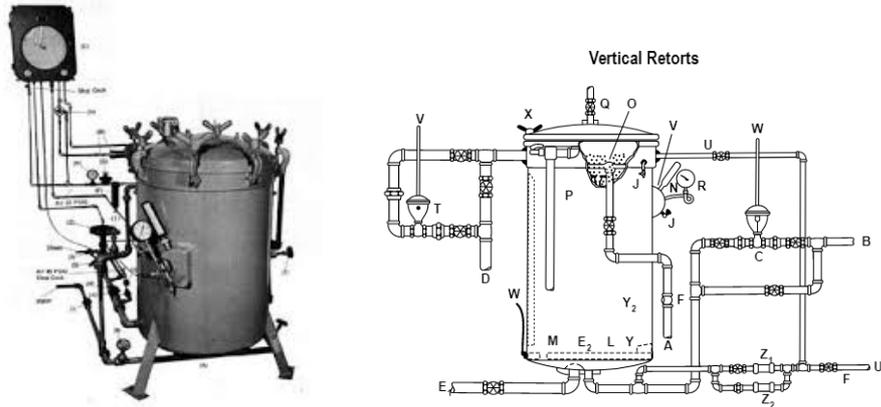
Proses pembuatan ikan sarden membutuhkan berbagai macam mesin. Mesin-mesin tersebut pada umumnya menggunakan prinsip fisika, salah satunya adalah prinsip suhu dan kalor. Dari proses di atas, dapat diketahui bahwa salah satu penerapan prinsip suhu dan kalor terdapat dalam proses sterilisasi dan pendinginan yang dilakukan di dalam mesin retort.

B. Mesin Retort

Mesin retort merupakan mesin yang digunakan untuk proses sterilisasi produk makanan sehingga produk makanan dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama tanpa perlu ditambahkan bahan pengawet. Mesin retort bekerja dengan cara memanaskan produk hingga mencapai suhu yang tinggi dalam jangka waktu tertentu. Setelah itu produk akan langsung didinginkan dengan cara menyemprotkan air hingga produk mencapai suhu yang tertentu. Mesin retort banyak ditemui di industri pengolahan makanan seperti salah satu contohnya pada industri pengalengan ikan sarden.

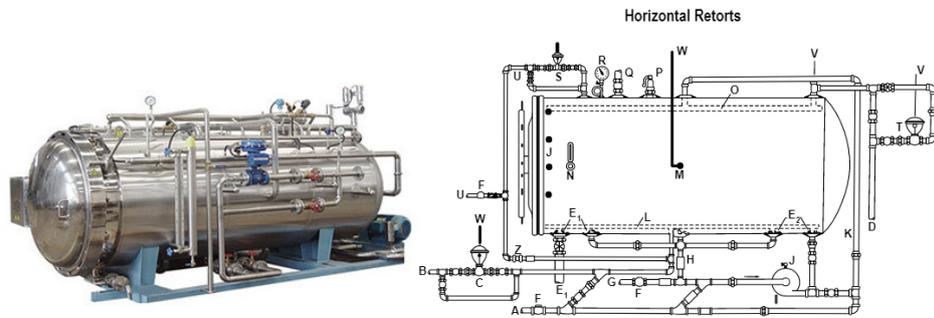
Berdasarkan posisinya, mesin retort dibedakan menjadi 2, yaitu:

1. Retort Vertikal



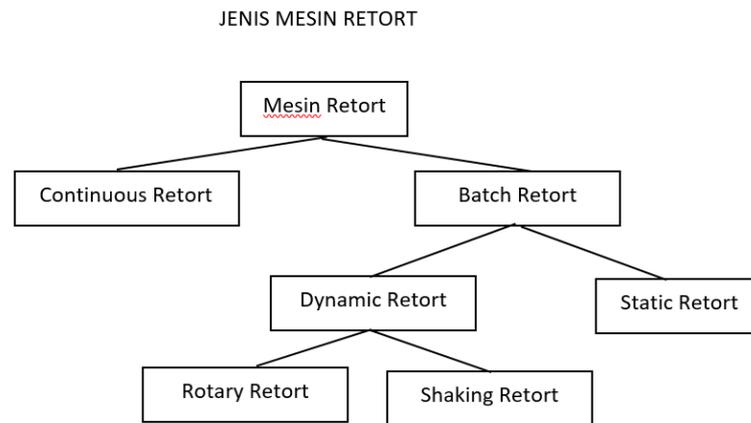
Gambar 3.1 Mesin Retort Vertikal

2. Retort Horizontal



Gambar 3.2 Mesin Retort Horizontal

Selain itu, mesin retort dapat dibedakan dari cara kerjanya. Berdasarkan cara kerjanya mesin retort dapat dibedakan sebagai berikut.



Gambar 3.3 Diagram jenis-jenis mesin retort berdasarkan cara kerjanya

Keterangan:

Continuous Retort : Mesin retort yang proses masuk dan keluar produknya secara otomatis

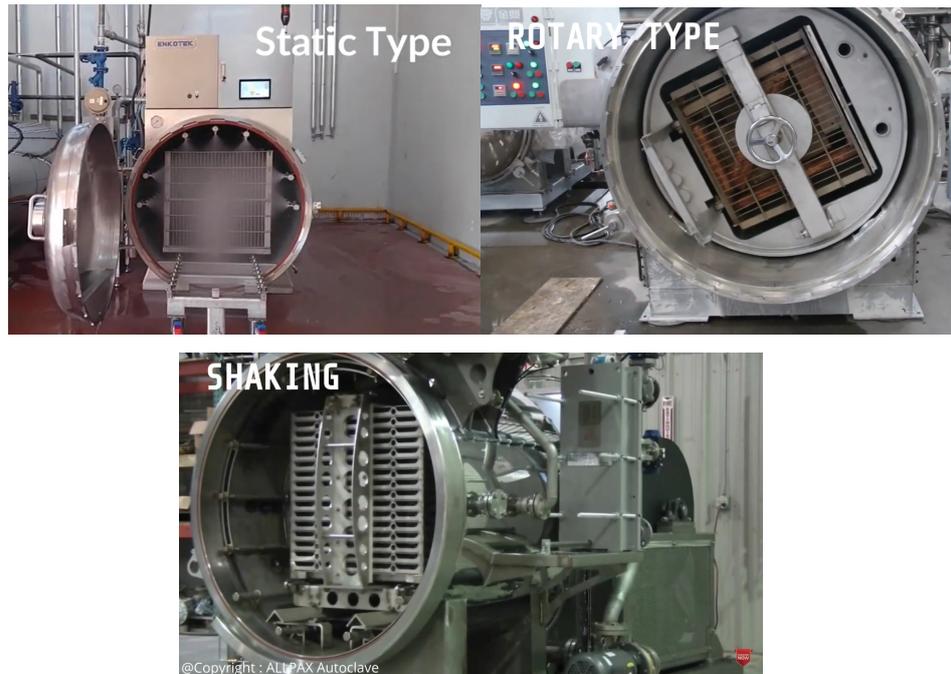
Batch Retort : Mesin retort yang proses masuk dan keluar produknya secara manual/memerlukan bantuan manusia

Static Retort : Mesin retort yang keranjang penampungan produknya tidak bergerak atau statis dalam mesin retort

Dynamic Retort : Mesin retort yang keranjang penampungan bergerak atau produk dinamis dalam mesin retort

Rotary Retort : Mesin retort yang keranjang penampungannya dapat berputar, baik 360° , 270° , dan 180°

Shaking Retort : Mesin retort yang keranjang penampungannya bergerak maju mundur



Gambar 3.4 Jenis-jenis mesin retort menurut cara kerjanya

C. Proses Sterilisasi dalam Mesin Retort

Sterilisasi adalah metode dasar dalam pengawetan ikan dengan teknik pengalengan. Kaleng yang telah dikeluarkan dari bak air dari proses pencucian kemudian dimasukkan kedalam mesin *retort horizontal* untuk dilakukan proses sterilisasi.

Proses ini merupakan bagian yang penting dalam proses pengalengan karena sterilisasi tidak hanya bertujuan untuk menghancurkan mikroba pembusuk dan patogen, tetapi juga berguna untuk membuat produk menjadi cukup masak, yaitu dilihat dari penampilannya, teksturnya dan cita rasa sesuai yang diinginkan. Sterilisasi dilakukan pada suhu 117°C dan tekanan $0,80 \text{ kg/cm}^2$ dengan waktu yang berbeda tergantung pada besar kecilnya ukuran kaleng. Untuk kaleng yang berukuran kecil (kaleng tipe 155 gram) sterilisasi dilakukan selama 90 menit, sedangkan untuk kaleng besar (kaleng tipe 425 gram) selama 110 menit.

Pada proses ini diusahakan mencapai suhu 117°C tersebut, karena bila suhu tidak tercapai, produk tersebut akan dinilai gagal dan perlu diulang kembali.

Diantara bakteri-bakteri yang berhubungan dengan pengalengan ikan, *Clostridium botulinum* adalah yang paling berbahaya. Bakteri tersebut dapat menghasilkan racun *botulin* dan membentuk spora yang tahan panas. Pemanasan selama empat menit pada suhu 120°C atau 10 menit pada suhu 117°C sudah cukup untuk membunuh semua *strain C. botulinum* (A-C). Karena sifatnya yang tahan panas, jika proses pengalengan dilakukan secara tidak benar, bakteri tersebut dapat aktif kembali selama penyimpanan.

Selain itu, ikan sarden termasuk ke dalam makanan golongan berasam rendah, yaitu mempunyai kisaran pH 5,6-6,5. Adanya medium pengalengan dapat meningkatkan derajat keasaman (menurunkan pH), sehingga produk dalam kaleng menjadi awet. Pada tingkat keasaman yang tinggi, *Clostridium botulinum* tidak dapat tumbuh.

D. Proses Pendinginan dalam Mesin Retort

Kaleng yang selesai disterilisasi kemudian dilakukan pendinginan dalam *retort* sampai suhunya turun menjadi 40°C sebagai standarnya, dengan menyemprotkan air selama 20-30 menit sesuai dengan standar perusahaan. Penyemprotan bertujuan untuk mencegah terjadinya *over cooking* atau *over processing*.

Wadah harus cepat didinginkan segera setelah proses sterilisasi selesai, dengan tujuan untuk memperoleh keseragaman di waktu dan suhu dalam proses dan untuk mempertahankan mutu produk akhir. Selama produk berada pada suhu antara suhu ruang dan suhu proses, pertumbuhan spora bakteri tahan panas akan distimulir dan bakteri yang masih bertahan hidup mengalami *shock* sehingga akan mati. Pendinginan dilakukan sampai suhunya sedikit diatas suhu kamar, maksudnya agar air yang menempel pada dinding wadah cepat menguap, sehingga terjadinya karat dapat dicegah.

E. Dasar teori Suhu dan Kalor

Suhu adalah derajat atau tingkat panas suatu benda. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu disebut thermometer. Kalor adalah energi panas zat yang

bergerak dari medium bersuhu tinggi ke arah yang lebih rendah. Perpindahan kalor ini dapat kita temukan dalam kehidupan sehari-hari seperti memasak air, pendingin ruangan, kulkas, dan lain-lain.

Ketika energi ditambahkan ke suatu zat dan tidak ada usaha yang dilakukan, suhu zat tersebut biasanya naik. Jumlah energi yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu suatu massa suatu zat sebesar jumlah tertentu bervariasi dari satu zat ke zat lainnya.

Kapasitas kalor zat didefinisikan sebagai jumlah energi yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu sampel tersebut sebesar 1 ° C. Dari definisi ini, kita melihat bahwa jika kalor Q menghasilkan perubahan suhu :

$$Q = C. \Delta T$$

Kalor sangat erat kaitannya dengan kalor jenis serta kapasitas kalor. Kalor jenis adalah perbandingan kalor dengan massa dikalikan dengan perubahan suhu. Dari sini kalor jenis dapat dirumuskan menjadi

$$c = Q / m . \Delta T \text{ atau } Q = m. c. \Delta T$$

Keterangan:

Q : kalor (joule, kalori)

m : massa (kg)

c : kalor jenis/ panas jenis/ banyaknya panas untuk menaikkan suhu tetap
(joule/kg°C, kal/kg°C)

ΔT : perubahan suhu (°C)

Kapasitas kalor adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu sebanyak 1 derajat Celcius/ Kelvin. Dari sini maka kapasitas kalor dapat dirumuskan menjadi

$$C = Q / \Delta T$$

Keterangan:

C = kapasitas kalor (joule/ K, joule/°C , kal/°C)

ΔT = perubahan suhu (°C)

Dalam ilmu suhu dan kalor, juga erat kaitannya dengan Asas Black di mana jumlah kalor yang dilepas sama dengan jumlah kalor yang diterima. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai:

$$Q_{lepas} = Q_{terima}$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (T_1 - T_c) = m_2 \cdot c_2 \cdot (T_c - T_2)$$

Keterangan:

m_1 : massa benda 1 (dengan suhu lebih tinggi)

m_2 : massa benda 2 (dengan suhu lebih rendah)

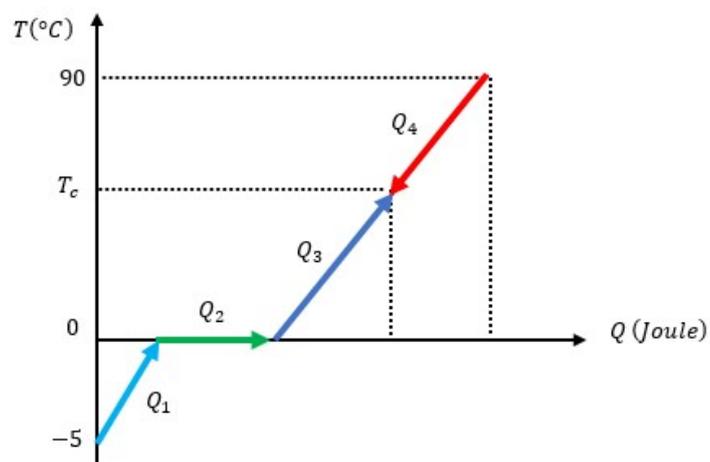
c_1 : kalor jenis benda 1

c_2 : kalor jenis benda 2

T_1 : suhu benda 1

T_2 : suhu benda 2

T_c : suhu campuran



Gambar 3.5 Grafik Asas Black

Namun pada kenyataannya, setiap perpindahan kalor terdapat energi yang hilang ke lingkungan sekitar sehingga kalor yang diserap dan diterima tidak seutuhnya sama.

Konsep ini sendiri tak terlepas dari proses perpindahan kalor. Perpindahan kalor benda bersuhu panas terjadi ke benda bersuhu dingin akan menimbulkan kesetimbangan pertukaran/perpindahan kalor.

F. Penerapan Prinsip Suhu dan Kalor dalam Mesin Retort

Pada penerapannya, kita dapat menghitung massa air pendingin yang dipakai oleh mesin menggunakan suhu dan kalor serta konsep kesetimbangan energi pada sistem aliran steady.

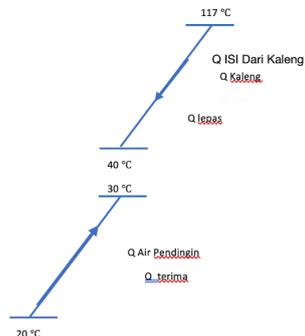
Perpindahan kalor dari benda panas yaitu kaleng ke air pendingin dalam retort yang menggunakan sistem aliran steady menyebabkan timbulnya kesetimbangan energi.

Contoh kasus nyatanya adalah seperti berikut:

Sebanyak 3000 kaleng yang berisi ikan sarden dan komponen-komponen lainnya dipanaskan di dalam retort sehingga mencapai suhu $117\text{ }^{\circ}\text{C}$. Diinginkan untuk mendinginkan suhu kaleng sebelum dikeluarkan dari dalam retort sehingga suhunya menjadi $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Berapa massa dan volume air pendingin yang diperlukan untuk mendinginkan, jika suhu pendingin yang masuk adalah $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan ketika keluar adalah $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Diketahui kalor jenis air adalah $4.28\text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}$, kalor jenis isi (ikan, saos dan komponen-komponen lainnya) dari kaleng $3.35\text{ kJ/kg }^{\circ}\text{C}$ dan kalor jenis kaleng $0.46\text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}$. Kalor yang dikeluarkan retort selama proses pendinginan adalah 75.000 kJ . Diketahui juga, berat kaleng adalah 55 g/kaleng dan massa isi dalam kaleng adalah 425 g/kaleng .

Dari rumus-rumus yang kita peroleh dari suhu dan kalor, kita dapat menerapkan pada suatu persoalan nyata pada mesin retort. Dengan rumus dan konsep suhu dan kalor, kita dapat berhitung massa air pendingin yang diperlukan oleh mesin retort seperti berikut:



Pada kasus ini, anda pasti bertanya mengapa pada saat 3000 kaleng dipanaskan sampai 117 derajat Celcius tidak ada fase mendidih padahal di dalamnya komponennya ada saus yang tentu ada kandungan airnya. Hal ini dikarenakan sifat koligatif larutan saus sarden yang menyebabkan partikel yang terlarut cukup banyak. Dari kasus ini, saus tomat bercampur dengan ikannya secara sempurna dan merata sehingga membuat titik didih naik.

Energi panas atau kalor yang dihitung adalah kalor yang diterima oleh air pendingin dan kalor yang dilepaskan oleh retort, kaleng dan isi sebagai berikut:

$$Q_{\text{air}} = m_{\text{air}} \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q_{\text{air}} = m_{\text{air}} \cdot 4.28 \cdot (30 - 20)$$

$$Q_{\text{air}} = m_{\text{air}} \cdot 42.8$$

Setelah itu di kasus tersebut diketahui kalor yang dilepas oleh retort yaitu 75.000 kJ

Kalor/ panas yang dimiliki oleh kaleng dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q_{\text{kaleng}} = m_{\text{kaleng}} \cdot c \cdot \Delta T$$

Untuk menghitung Q_{kaleng} harus diketahui massa keseluruhan total kaleng

$$\text{massa kaleng} = (55 \text{ gram}) \cdot (3000 \text{ kaleng}) = 165.000 \text{ gram} = 165 \text{ kg}$$

Dengan diketahuinya massa kaleng, kalor jenis, dan perubahan suhu maka dimasukkan ke rumus Q_{kaleng} yaitu

$$Q_{\text{kaleng}} = m_{\text{kaleng}} \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q_{\text{kaleng}} = 165 \cdot 0,46 \cdot (117-40)$$

$$Q_{\text{kaleng}} = 165 \cdot 0,46 \cdot 77$$

$$Q_{\text{kaleng}} = 5844,3 \text{ kJ}$$

Setelah itu, hitunglah Q isi dari kaleng:

$$\text{massa isi dari kaleng} = 425 \cdot 3000 = 1.275.000 \text{ gram} = 1275 \text{ kilogram}$$

$$Q_{\text{isi}} = m_{\text{isi kaleng}} \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q_{\text{isi}} = 1275 \cdot 3,35 \cdot (117-40)$$

$$Q_{\text{isi}} = 1275 \cdot 3,35 \cdot 77$$

$$Q_{\text{isi}} = 328.886,25 \text{ KJ}$$

Setelah itu, hitunglah Q total dalam sistem :

$$Q_{\text{sistem}} = Q_{\text{retort}} + Q_{\text{isi}} + Q_{\text{kaleng}}$$

$$Q_{\text{sistem}} = 75.000 + 328.886,25 + 5844,3$$

$$Q_{\text{sistem}} = 409.730,55 \text{ Kilojoule}$$

Setelah ini, kita gunakan konsep kesetimbangan energi:

$$Q_{\text{out}} = Q_{\text{in}}$$

$$409.730,55 = m_{\text{air}} \cdot 42,8$$

$$\text{massa air} = 9573,14 \text{ kilogram}$$

Jika massa jenis air diketahui sama dengan 1000 kg/m³

Maka dapat diubah menjadi 1 kg/dm³

$$9573,14 \text{ kg air} = 9573,14 \text{ liter air}$$

BAB 4

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, industri pengalengan ikan yang dilakukan CV Indo Jaya Pratama menggunakan berbagai mesin yang di dalamnya terdapat penerapan ilmu fisika. Salah satunya adalah mesin retort yang menggunakan prinsip suhu dan kalor. Mesin retort sendiri merupakan mesin yang digunakan untuk sterilisasi dan pendinginan produk olahan makanan dimana diperlukan perhitungan yang tepat agar suhu dari produk olahan makanan dapat mencapai suhu yang sudah distandarkan sehingga mutu produk tetap terjaga.

Proses sterilisasi menjadi salah satu kunci utama dalam pengalengan ikan sarden. Keberhasilan proses ini menjadi penentu apakah sebuah kemasan sarden aman dikonsumsi atau tidak. Sterilisasi membunuh bakteri-bakteri yang berbahaya jika dikonsumsi. Dalam proses ini suhu yang diperlukan mencapai 117 C dengan tujuan membunuh mikroba yang tahan panas.

Setelah dilakukan proses sterilisasi, masih di dalam mesin yang sama, kemasan tersebut akan didinginkan dengan bantuan penyemprotan air. Suhu akan langsung diturunkan ke 40 C di selama 20 menit. Dengan demikian ikan sarden yang berada dalam kaleng tidak akan rusak (*over cooking*).

Dalam satu proses ini saja suhu adalah kunci dalam menjaga kualitas produk. Jika suhu terlalu rendah maka mikroba masih dapat hidup dan sebaliknya jika terlalu tinggi maka daging ikan rasanya menjadi tidak baik. Selain itu bisa dilihat bahwa kalor sangat erat kaitannya suhu. Asas black juga berperan dalam perpindahan kalor pada proses sterilisasi di mesin retort.

Dari sini, perusahaan mampu melakukan perhitungan jumlah air yang dipakai agar proses sterilisasi berlangsung normal. Dalam proses perumusan ini perlu dicari kalor/Q dari kaleng, ikan, air, dan saos. Q sistem didapatkan dari hasil penjumlahan Q kaleng, isi kaleng, dan retort. Setelah mendapatkan Q sistem maka massa air dapat ditemukan dengan menggunakan asas Q lepas sama dengan Q terima. Massa air berasal dari pembagian Q sistem dengan Q air.

B. Saran

Dapat dikatakan dalam satu proses pendinginan di mesin retort, perusahaan perlu menyediakan banyak volume air. Hal ini tentu perlu diperhatikan mengingat bahwa air yang dipakai akan dibuang kembali ke lingkungan sebagai limbah. Dengan demikian maka menjadi sangat penting bagi perusahaan untuk mengolah air limbah yang dibuang setiap harinya agar tidak merusak lingkungan sekitar. Selain itu dengan adanya pengolahan air limbah, masyarakat dapat hidup terbebas dari penyakit ketika menggunakan air yang berada di dekat lingkungan industri.

References

1. Dr. Andasuryani, S.TP, M.Si (2017) Teknik Pengolahan Makanan. Universitas Andalas
2. Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2010) *Fundamentals of Physics*. John Wiley & Sons : New Jersey
3. S. Donald Holdsworth, Ricardo Simpson. (2016) *Thermal Processing of Packaged Foods*. Springer: Berlin.
4. ck12. (2013, February 6) *Heat, Temperature, and Thermal Energy Transfer*. Retrieved from <https://www.ck12.org/physics/heat-temperature-and-thermal-energy-transfer/lesson/Heat-Temperature-and-Thermal-Energy-Transfer-PHYS/#:~:text=Heat%20is%20the%20sum%20of,the%20molecules%20of%20an%20object.&text=The%20terms%20hot%20and%20cold,have%20greater%20total%20kinetic%20energy>.

Lampiran

