

**PENERAPAN KONSEP FLUIDA STATIS PADA
MESIN PENUTUP BOTOL
DI PETERNAKAN MADU RIMBA RAYA**

Laporan Penelitian Studi Ekskursion



Disusun Oleh:

Kelompok Fisika / XI MIPA 7

**SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya
Jalan Polisi Istimewa 7, Surabaya 60265
Telp 031-5676522, 5677494, 5681758
Fax : (031)5686494
Email : smakstlouis@gmail.com
www.smakstlouis1.sch.id**

PENERAPAN KONSEP FLUIDA STATIS PADA MESIN PENUTUP BOTOL DI PETERNAKAN MADU RIMBA RAYA

Laporan Penelitian Studi Ekskursi sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Nilai Kognitif dan Psikomotor
Mata Pelajaran Fisika dan Bahasa Indonesia
Kelas XI SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya



Disusun Oleh:

Kelompok Fisika / XI MIPA 7

SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya
Jalan Polisi Istimewa 7, Surabaya 60265
Telp 031-5676522, 5677494, 5681758
Fax : (031)5686494
Email : smakstlouis@gmail.com
www.smakstlouis1.sch.id
Tahun Ajaran 2021/2022

Halaman Pengesahan

Laporan Studi Ekskursi berjudul “Penerapan Konsep Fluida Statis Pada Mesin Penutup Botol Di
Pernakan Madu Rimba Raya” yang disusun oleh:

1. Athalya Bella Pandjaitan XI MIPA 7/01
2. Debora Rinauli Lumbanraja XI MIPA 7/05
3. Dominicus Hesnu P. N. XI MIPA 7/07
4. Dustin Alberto Setiawan XI MIPA 7/08
5. Iannucci Alpha Sugianto XI MIPA 7/13
6. Johannes Louis Suprana Halim XI MIPA 7/18
7. Leonardo Andhika Pramana P. XI MIPA 7/19
8. Michael Adiwidjaja Gondokusumo XI MIPA 7/26
9. Vincent Geoffrey Wijaya XI MIPA 7/37

telah disetujui dan disahkan oleh:

Nama	Tanda Tangan	Tanggal	Nilai
Irina Indiyarti, S.Pd		28/3 22	
MG. Ika Yuliasuti, S.Pd.		26/3 22	✓
Benedicta Vredeswinda Putri Kinanti Winoto, S.Pd.		26/3/22	

Mengetahui,

Kepala SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya



Wahjoeni Hadi, S

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kami panjatkan kepada hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan bimbingan-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan laporan studi ekskursi mata pelajaran fisika berjudul “Penerapan Konsep Fluida Statis pada Mesin Penutup Botol di Peternakan Madu Rimba Raya” dengan tepat waktu.

Adapun tujuan disusunnya laporan ini mempelajari dan mendeskripsikan penerapan konsep fisika dalam bidang industri, khususnya penerapan konsep fluida statis melalui kegiatan studi ekskursi di Peternakan Madu Rimba Raya pada alat penutup botol. Selain itu, laporan ini bertujuan untuk memenuhi nilai fisika dan bahasa Indonesia siswa kelas XI MIPA 7.

Besar harapan penulis bahwa laporan ini dapat menambah pengetahuan pembaca mengenai penerapan konsep fluida statis dalam bidang industri dan manfaat konsep tersebut bagi produktivitas peternakan dan kualitas madu Rimba Raya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dra. Sri Wahjoeni Hadi S., selaku Kepala sekolah SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya yang sudah memberikan izin dan dukungan bagi pelaksanaan studi ekskursi
2. MG. Ika Yuliasuti, S.Pd., selaku guru pembimbing dalam penyusunan laporan bidang studi Bahasa Indonesia
3. Irimina Indiyarti, S.Pd, selaku guru pembimbing dalam penyusunan laporan bidang studi fisika
4. Benedicta Vredeswinda Putri Kinanti Winoto, S.Pd., selaku guru pembimbing bidang studi Bahasa Inggris

5. Drs. Ch. Tavip Yudianto, selaku wali kelas XI MIPA 7
6. Peternakan Madu Rimba Raya, sebagai lokasi dan narasumber penelitian
7. Orang tua yang sudah memfasilitasi dan mendukung penulis

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan studi ekskursi ini masih jauh dari kata sempurna, karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis memohon maaf sebesar-besarnya dan berharap agar para pembimbing dan pembaca berkenan memberikan saran atau kritik demi kemajuan dan perbaikan kedepannya.

Demikian kata pengantar ini kami buat, semoga laporan studi ekskursi ini dapat memberikan manfaat juga menambah wawasan pembaca dan semua pihak yang terlibat dalam penyusunan laporan studi ekskursi ini. Akhir kata, kami ucapkan terima kasih.

Surabaya, 16 Februari 2022

Penulis

PENERAPAN KONSEP FLUIDA STATIS PADA MESIN PENUTUP BOTOL DI PETERNAKAN MADU RIMBA RAYA

Pandjaitan, A. B., Lumbanraja D.R., Hesnu, D, et al.

ABSTRACT

The process of producing honey is commonly known for using manpower because of how delicate the bees should be treated and how careful the harvesting must be done. However, machines also play an important part in the production because they help the entire production to be accurate and efficient. These machines applied some physics concepts, such as fluid statics, Pascal's Law, and fluid pressure. This study was conducted to determine the application of physics concepts on production of honey in Peternakan Madu Rimba Raya, especially the application of fluid statics on capping machines as the part of production. In order to understand the function and how to utilize these machines, SMAK St. Louis 1 Surabaya held an excursion study to Peternakan Madu Rimba Raya. Literature studies, interviews, and observations are going to be part of the research methodology. This is due to the fact that this research necessarily requires detailed information about honey productions. After gathering all the results of the research, understanding how each machine works and their function on production, writers are able to connect each machine to physics concepts, especially the application of fluid statics on capping machines, the usage of machines in the production sector still can be improved. This improvement will affect efficiency and productivity for both humans and this honey farm. Hence, we believe that the increased use of machines should continue to be supported.

Keywords: Capping machine, honey, fluid statics, productions, pascal's law

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB I Pendahuluan	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan	2
D. Manfaat	3
Bab II Landasan Teori	
A. Kajian Pustaka	4
1. Massa Jenis	4
2. Viskositas	4
3. Berat Jenis.....	5
4. Tegangan Permukaan.....	5
5. Kapilaritas	6
6. Tekanan Hidrostatik	6
7. Hukum Pascal	7

Bab III Metode Penelitian

A. Waktu Penelitian	9
B. Metode Pengambilan Data	9
C. Teknik Analisis	10
D. Langkah-Langkah Observasi	10
E. Prosedur Penelitian	11

Bab IV Pembahasan Penelitian

A. Hasil Penelitian	13
B. Pembahasan Penelitian	
1. Kekentalan Madu (Viskositas).....	14
2. Mesin <i>Evaporator Vacuum</i> Dan Refraktometer	15
3. Proses Pengemasan Madu.....	18
4. Hubungan Konsep Fluida Statis, Mesin Penutup Botol Dan Kualitas Madu	22

BAB V Kesimpulan.....	25
------------------------------	-----------

REFERENCES.....	26
------------------------	-----------

DAFTAR LAMPIRAN.....	28
-----------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar A. Skala mesin refraktometer.....	16
Gambar B. Mesin Evaporator Vakum.....	17
Gambar C. Sketsa dari <i>semi-automatic capping machine</i>	19
Gambar D. Sketsa <i>automatic capping machine</i>	21

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Fisika merupakan ilmu alam yang mempelajari materi beserta gerak dan perilakunya dalam lingkup ruang dan waktu, bersamaan juga dengan konsep yang berkaitan dengan energi serta gaya dalam kehidupan manusia (Feynman, 1963). Fisika menjadi dasar dari semua ilmu rekayasa dan teknologi di kehidupan manusia (Young & Freedman, 2014). Fisika dibagi menjadi fisika klasik dan fisika modern. Salah satu cabang fisika klasik adalah fluida statis atau hidrostatis. Ilmu ini mempelajari karakteristik fluida yang diam serta mengidentifikasi tekanan yang diberikan oleh fluida pada objek yang tenggelam di dalamnya.

Fluida adalah semua jenis zat yang dapat mengalir dalam wujud gas maupun cair. Fluida dapat berubah bentuk berdasarkan wadahnya. Fluida adalah fase benda cair, gas, plasma, dan padatan plastik. Fluida dibagi menjadi cairan dan gas. Cairan dapat membentuk permukaan bebas, permukaan yang tidak dibentuk oleh bentuk wadah, sedangkan gas tidak dapat membuat permukaan secara bebas.

Fluida statis banyak diaplikasikan pada bidang industri. Salah satu contoh penerapannya adalah pada alat penutup botol atau *capping machine*. Pengoperasian alat penutup botol menggunakan teknik tekanan yang bekerja mendorong tutup logam atau plastik pada bibir botol. Mesin penutup botol ini banyak dimanfaatkan dalam dunia perindustrian pengemasan seperti air minum mineral, industri minuman dalam kemasan, industri obat, atau industri lainnya yang produknya dikemas dalam botol. Mesin

pengemas botol memiliki peran yang besar dalam proses penyegelan karena dapat memengaruhi masa kadaluarsa produk.

Berdasarkan fakta-fakta di atas, penelitian ini dilakukan untuk memahami dan menganalisis penerapan prinsip fisika fluida statis pada mesin penutup botol. Mesin penutup botol ini menggunakan pengangkat hidrolik berguna mengangkat botol untuk ditutup. Penelitian ini dilakukan melalui studi ekskursi di Peternakan Madu Rimba Raya. Penelitian ini juga dilakukan untuk menambah pengetahuan mengenai konsep fisika dalam bidang industri. Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan pembaca.

B. Rumusan Masalah

Beberapa rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana penerapan konsep fluida statis pada mesin penutup botol?
2. Bagaimana cara Peternakan Madu Rimba Raya menjamin keamanan pengemasan produk?
3. Bagaimana penerapan konsep fluida statis dapat meningkatkan kualitas produk?

C. Tujuan

Penelitian ini bertujuan sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan penerapan konsep fluida statis pada mesin penutup botol
2. Mendeskripsikan cara kerja mesin penutup botol pada pengemasan produk Madu Rimba
3. Mendeskripsikan pengaruh mesin penutup botol pada kualitas produk

D. Manfaat

Manfaat penelitian ini sebagai berikut.

1. Pengetahuan tentang penerapan konsep fluida statis dalam perindustrian bertambah
2. Pemahaman mengenai konsep fluida statis pada alat penutup botol
3. Pemahaman mengenai hubungan proses pengolahan madu dan peningkatan produktivitas pabrik bertambah.

BAB II LANDASAN TEORI

A. Kajian Pustaka

Fluida statis membahas tentang gaya dan tekanan pada zat alir yang tidak bergerak. Zat yang termasuk zat alir adalah zat yang dapat mengalir, seperti gas dan cairan. Fluida statis banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, contohnya pada botol penyemprot obat nyamuk, dongkrak hidrolik mobil, dan pompa hidrolik sepeda. Berikut adalah beberapa besaran dan rumus yang berkaitan dengan fluida statis.

1. Massa Jenis

Dalam Fisika, ukuran kepadatan (densitas) benda homogen disebut massa jenis, yaitu massa per satuan volume. Kenaikan massa jenis suatu benda dapat berarti kenaikan massa setiap volumenya benda tersebut. Hal ini berfungsi untuk menentukan zat. Setiap zat memiliki massa jenis yang berbeda. Secara matematis, massa jenis dituliskan sebagai berikut.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Keterangan:

m = massa (kg atau g),

V = volume (m^3 atau cm^3)

ρ = massa jenis ($kg \cdot m^{-3}$ atau $g \cdot cm^{-3}$).

2. Viskositas

Viskositas atau kekentalan merupakan sifat tahanan suatu fluida terhadap tekanan yang diberikan. Viskositas merupakan pengukuran dari ketahanan fluida yang diubah baik dengan tekanan maupun tegangan. Pada masalah sehari-hari (dan hanya untuk fluida), viskositas adalah "Ketebalan" atau "pergesekan internal". Oleh karena

itu, air yang "tipis", memiliki viskositas lebih rendah, sedangkan madu yang "tebal", memiliki viskositas yang lebih tinggi. Sederhananya, semakin rendah viskositas suatu fluida, semakin besar juga pergerakan dari fluida tersebut. Viskositas dibahas dalam hukum Stokes dan dirumuskan sebagai;

$$F_s = 6\pi\eta r v$$

Keterangan:

η = Koefisien kekentalan

r = Jari-jari

v = Kecepatan relatif fluida

3. Berat Jenis

Berat jenis didefinisikan sebagai berat fluida per satuan volume. Berat jenis berbeda dengan massa jenis karena berat jenis dipengaruhi oleh percepatan gravitasi sehingga nilainya dapat berubah mengikuti gravitasi di suatu tempat. Berat jenis dirumuskan sebagai;

$$s = \frac{w}{v} = \rho \cdot g$$

Keterangan:

w = Berat

v = Volume

ρ = Massa jenis

g = Gravitasi

4. Tegangan Permukaan

Tegangan permukaan adalah gaya atau tarikan ke bawah yang menyebabkan permukaan cairan berkontraksi dan benda dalam keadaan tegang.

$$\gamma = \frac{F}{L}$$

Keterangan:

γ = Tegangan permukaan (N/m)

F = Gaya (N)

L = Panjang permukaan (m)

5. Kapilaritas

Kapilaritas adalah peristiwa meresapnya zat cair di dalam pipa kapiler. Meresap dapat berarti naik atau turun. Kapilaritas dipengaruhi oleh adanya tegangan permukaan, gaya kohesi, dan gaya adhesi antara zat cair dan dinding pipa kapiler.

Jika gaya adhesi lebih besar daripada gaya kohesi, zat cair akan naik. Jika gaya kohesi lebih besar daripada gaya adhesi, zat cair akan turun. Rumus yang digunakan adalah

$$h = \frac{2\gamma \cos\theta}{\rho gr}$$

Keterangan:

h = kenaikan atau penurunan zat cair dalam pipa kapiler (m);

γ = tegangan permukaan (N/m);

θ = sudut kontak;

ρ = massa jenis (kg/m^3);

g = percepatan gravitasi (m/s^2); dan

r = jari-jari pipa kapiler (m).

6. Tekanan Hidrostatik

Tekanan hidrostatik pada titik kedalaman berapapun, tidak akan dipengaruhi oleh berat air, luasan permukaan air, ataupun bentuk bejana air, melainkan

dipengaruhi oleh luas dari objek yang menerimanya atau kedalaman ukur. Tekanan hidrostatik menekan ke segala arah, merupakan gaya yang diberikan pada luasan yang diukur atau dapat dihitung berdasarkan kedalaman dari objek. Persamaan untuk hal ini adalah:

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

Keterangan:

ρ = massa jenis air (untuk air tawar, $\rho = 1.000 \text{ kg.m}^{-3}$)

g = besar percepatan gravitasi (percepatan gravitasi di permukaan bumi sebesar 9,8 atau 10 m/s^2)

h = titik kedalaman yang diukur dari permukaan air (m)

Satuan yang digunakan adalah N.m^{-2} atau Pascal (Pa). Ada juga yang disebut sebagai tekanan mutlak. Tekanan mutlak merupakan tekanan total yang dialami objek di dalam air, rumusnya:

$$P = P_h + P_{\text{atm}}$$

P_{atm} merupakan tekanan atmosfer. ($1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$)

7. Hukum Pascal

Tekanan didefinisikan sebagai gaya yang diberikan dibagi luasan dari objek yang menerima gaya tersebut. Dalam bentuk rumus, akan dituliskan menjadi:

$$P = F.A$$

Keterangan:

F = besarnya gaya (Newton)

A = luasan penampang (m^2)

Hukum Pascal menyatakan bahwa tekanan yang diberikan pada fluida dalam ruang tertutup akan diteruskan sama besar ke segala arah. Bisa disimpulkan menjadi:

$$P_{\text{Masuk}} = P_{\text{Keluar}}$$

$$F_{\text{Masuk}} \cdot A_{\text{Masuk}} = F_{\text{Keluar}} \cdot A_{\text{Keluar}}$$

$$F_1 = (d_1 \cdot d_2) \cdot F_2$$

Keterangan:

d_1 = diameter permukaan 1

d_2 = diameter permukaan 2

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu Penelitian

Hari/Tanggal : Selasa, 15 Februari 2022

Lokasi : Peternakan Madu Rimba Raya,
Jalan DR. Wahidin No. 8, 120 Polaman, Bedali, Kec. Lawang,
Kabupaten Malang, Jawa Timur 65215

Jumlah Peserta : 3 Orang

B. Metode Pengambilan Data

Teknik yang digunakan peneliti dalam pengumpulan data sebagai berikut.

1. Studi pustaka, yaitu mengumpulkan informasi dan data dengan bantuan berbagai macam material yang ada seperti dokumen, buku, majalah, kisah-kisah sejarah, *website*, jurnal, dsb yang berkaitan dengan rumusan masalah penelitian ini. (Mardalis, 1999).
2. Observasi, yaitu mengamati proses pengoperasian mesin penutup botol dan pengemasan madu Peternakan Madu Rimba Jaya yang menggunakan mesin penutup botol dengan konsep fluida statis.
3. Wawancara, yaitu menanyakan beberapa pertanyaan kepada narasumber seputar mesin penutup botol di Peternakan Madu Rimba Raya

C. Teknik Analisis Data

Teknik yang digunakan untuk menganalisis data hasil penelitian adalah teknik analisis Kualitatif, merupakan metode analisis dengan menggunakan wawancara dan observasi dengan menjawab pertanyaan seperti apa, mengapa atau bagaimana serta menggunakan prosedur-prosedur statistik atau cara-cara lain dari kuantifikasi (pengukuran).

D. Langkah-langkah Observasi

Setelah tahap persiapan selesai, pengambilan data akan dilakukan sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data-data dan literasi dari berbagai sumber mengenai konsep fluida statis dan penerapannya.
2. Melakukan observasi pada alat penutup botol dan mesin lainnya yang menggunakan konsep fluida statis di Peternakan Madu Rimba Raya.
3. Menemukan bagian pada alat penutup botol yang menggunakan konsep fluida statis atau konsep fisika lainnya.

E. Prosedur Penelitian

1. Tahap Persiapan

Tahap	Waktu	Guru Pembimbing
Penulisan	Rabu, 26 Januari 2022	
Konsultasi I	Jumat, 28 Januari 2022	Ibu MG. Ika Yuliasuti, S.Pd
Revisi I	Jumat, 28 Januari 2022	
Konsultasi II	Rabu, 2 Februari 2022	Ibu Irminda Indiyarti, S.Pd
Revisi II	Kamis, 3 Februari 2022	
Konsultasi III	Rabu, 9 Februari 2022	Ibu MG. Ika Yuliasuti, S.Pd
Revisi III	Rabu, 9 Februari 2022	
Konsultasi IV	Kamis, 10 Februari 2022	Ibu Irminda Indiyarti, S.Pd
Konsultasi V	Jumat, 11 Februari 2022	Ibu MG. Ika Yuliasuti, S.Pd
Pengumpulan	Senin, 14 Februari 2022	

2. Tahap Pelaksanaan

Waktu	Guru Pendamping	Lokasi
Selasa, 15 Februari 2022	Bapak Drs. Ch. Tavip Yudianto	Peternakan Madu Rimba Raya, Lawang

3. Tahap Penyusunan Laporan

Tahap	Waktu	Guru Pembimbing
Penulisan	16 - 27 Februari 2022	Ibu MG. Ika Yulastuti, S.Pd Ibu Irmina Indiyarti, S.Pd
Revisi	17 - 27 Februari 2022	Ibu MG. Ika Yulastuti, S.Pd Ibu Irmina Indiyarti, S.Pd
Pengumpulan Laporan (<i>softcopy</i> ke SLC Bahasa Indonesia)	28 Februari 2022	
Pengumpulan Laporan (<i>hardcopy</i> , sudah dijilid)	17 Maret 2022	

BAB IV

PEMBAHASAN PENELITIAN

A. Hasil Penelitian

Peternakan Madu Rimba Raya merupakan sebuah industri madu di Lawang, Jawa Timur yang telah berdiri sejak 1978. Awalnya usaha ini dibangun dengan hanya bermodalkan kayu glodok dan beberapa lebah yang ditangkap oleh pegawai untuk beternak lebah madu. Kemudian pada 1985, dilakukan pengembangan dengan menggunakan kotak sebagai sarang lebah. Pada tahun 2008, dilakukan ekspansi dengan membangun area perkebunan seluas 3 hektar dan selain menjadi peternakan lebah, Peternakan Madu Rimba Raya ini juga dijadikan tempat wisata petik madu.

Di atas lahan tersebut terdapat berbagai jenis tanaman yang tumbuh rimbun dan teratur. Sebagian besar adalah tanaman yang bunganya mengandung banyak madu untuk pakan lebah, seperti kapuk randu, kaliandra, kayu putih, dan berbagai jenis perdu. Namun, juga ada puluhan pohon kurma yang termasuk tanaman “asing”.

Peternakan Madu Rimba Raya, agrobisnis yang awalnya hanya merupakan sebuah tempat beternak madu, kini juga menghasilkan berbagai jenis produk hasil olahan madu dengan *brand* mereka sendiri. Hal ini juga tentunya didukung oleh sumber daya manusia yang memadai dan juga mesin-mesin yang membantu seluruh proses produksi madu-madu tersebut.

Dalam proses pembuatan madu, mereka selalu menjamin kualitas setiap madu mereka agar bermanfaat semaksimal mungkin bagi konsumen mereka. Mereka memproduksi berbagai jenis madu dengan rasa tertentu seperti madu bunga randu, madu bunga multi, dan madu bunga lengkung. Selain itu, mereka juga memproduksi madu yang

khusus untuk meningkatkan kesehatan seperti *bee pollen diabetes*, *bee pollen jantung k*, dan *bee pollen fatty liver*.

Produk-produk tadi tidak dihasilkan dengan bantuan tangan manusia saja, ada fungsi mesin yang membantu meningkatkan produktivitas untuk menghasilkan berbagai jenis produk tersebut. Berbagai jenis mesin yang digunakan oleh Peternakan Madu Rimba Raya yang digunakan dalam proses produksi dan pengemasan madu tentu menggunakan konsep-konsep fisika, salah satunya fluida statis.

Salah satu dari mesin tersebut adalah mesin penutup botol atau *capping machine*. Mesin penutup botol ini bekerja semi otomatis, jadi masih memerlukan bantuan manusia untuk mengoperasikannya. Tidak hanya mesin penutup botol, peternakan madu rimba raya juga memanfaatkan banyak mesin lainnya seperti refraktometer, yaitu sebuah alat yang digunakan untuk mengukur kadar atau konsentrasi zat terlarut. Kemudian, evaporator yang digunakan untuk mengentalkan madu agar mencapai konsentrasi yang diinginkan.

B. Pembahasan Penelitian

1. Kekentalan Madu (Viskositas)

Kekentalan madu secara umum dipengaruhi oleh kadar air dalam madu, dimana semakin tinggi kadar air madu maka semakin encer madu tersebut. Madu kental memiliki viskositas yang tinggi, sebaliknya madu yang encer memiliki viskositas yang rendah. Viskositas madu juga dipengaruhi oleh suhu, suhu yang rendah akan meningkatkan viskositas madu sedangkan suhu tinggi menyebabkan viskositas menjadi rendah dan karakteristik madu menjadi lebih encer (Silitonga dkk., 2011). Madu juga memiliki sifat tegangan permukaan yang rendah, besar tegangan

permukaan yang dimiliki madu bervariasi tergantung pada sumber nektar dan kandungan zat koloid pada madu. Sifat tegangan permukaan yang rendah serta viskositas yang cenderung tinggi menyebabkan madu memiliki ciri khas yakni membentuk busa (Cantarelli *et al.*, 2008). Pada umumnya, viskositas atau kekentalan madu akan menurunkan kadar air dalam madu (Abu-Jdayil *et al.*, 2002).

Selain dipengaruhi oleh suhu, karakteristik reologi dari madu juga dipengaruhi oleh komposisi madu itu sendiri. Tingginya kandungan gula jenis disakarida akan menaikkan viskositas dibandingkan dengan gula jenis monosakarida pada fraksi massa yang sama (Chirife and Buera, 1997 *dalam* Abu-Jdayil *et al.*, 2002). Madu yang berkualitas tinggi umumnya lebih kental dan lebih viscous. Madu dengan kandungan gula fruktosa lebih banyak cenderung lebih rendah viskositasnya. Begitu juga dengan kadar air yang terkandung, semakin tinggi kadar air madu maka semakin rendah viskositas madu (James *et al.*, 2009).

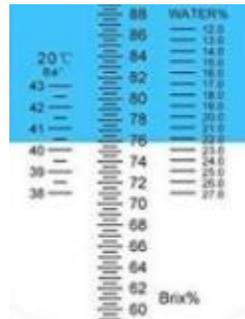
Seperti yang diketahui, Peternakan Madu Rimba Raya memproduksi berbagai macam madu dari lebah yang berbeda-beda sehingga menghasilkan rasa dan tekstur yang berbeda pula. Viskositas madu tergantung pada kadar air dan suhu. Namun ternyata, madu tersebut memiliki kekentalan yang sama. Hal itu menandakan jenis lebah tidak memengaruhi kekentalan madu.

2. Mesin *Evaporator Vacuum* dan Refraktometer

Dalam proses pembuatan madu, dibutuhkan beberapa mesin untuk membantu proses. Selain mesin penutup botol, ada mesin lain yang dibutuhkan untuk membuat madu yang berkualitas. Mesin lain yang digunakan adalah mesin evaporator vacuum,

pompa, dan refraktometer. Masing-masing mesin memiliki guna dan cara kerjanya sendiri.

Mesin refraktometer digunakan untuk mengukur kadar air dari suatu zat. Mesin refraktometer dapat mengukur kadar suatu zat dengan menggunakan teori refraksi cahaya. Secara pengertian, refraksi merupakan peristiwa beloknya arah rambat sinar yang disebabkan oleh perbedaan medium. Sinus cahaya yang datang menghasilkan suatu nilai yang kemudian disebut indeks bias. Indeks bias adalah perbandingan antara kecepatan cahaya dalam udara dengan kecepatan cahaya dalam zat tersebut. Indeks bias memiliki fungsi untuk mengidentifikasi kemurnian zat, suhu pengukuran dilakukan pada suhu 20°C dan suhu tersebut harus benar-benar diatur dan dipertahankan karena sangat memengaruhi indeks bias.



Gambar A. Skala mesin refraktometer

Konsentrasi bahan terlarut sering dinyatakan dalam satuan Brix(%) yang merupakan persentase dari bahan terlarut dalam sampel (larutan air). Kadar zat terlarut merupakan total dari semua zat atau bahan dalam air, termasuk gula, garam, protein, asam dsb. Satuan Brix% digunakan untuk menyatakan kandungan gula dalam madu. Sedangkan Water% digunakan untuk menyatakan kekentalan madu karena

seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa kekentalan madu dipengaruhi oleh kadar airnya.



Gambar B. Mesin Evaporator Vakum

Mesin evaporator vakum (vacuum evaporator) adalah mesin yang biasa dipakai oleh untuk mengurangi kadar air suatu bahan berbentuk cair. Prinsip kerja dari mesin ini adalah tanpa pemanasan langsung, suhu bisa diatur sesuai dengan keinginan. Penggunaan suhu rendah disertai dengan vakum, akan menjaga nutrisi atau gizi produk tidak hilang atau rusak. Mesin evaporator ini menggunakan tabung double jacket sehingga panas tidak berhubungan langsung dengan produk, melainkan melalui perantara (medium) air. Mesin evaporator vakum bisa digunakan untuk produk : minyak (VCO), susu, madu, dan produk cair lain yang ingin dikurangi kadar airnya.

3. Proses Pengemasan Madu

Peternakan Madu Rimba Raya tentu melalui proses yang cukup panjang dalam menghasilkan produknya. Salah satu produk yang mereka hasilkan adalah produk madu murni yang dikemas di dalam botol kaca. Produksi madu ini juga membutuhkan waktu yang cukup lama yaitu sekitar 2 bulan sekali. Dalam pembuatannya, lebah madu dapat melaju dengan rata-rata kecepatan 25 km/jam .

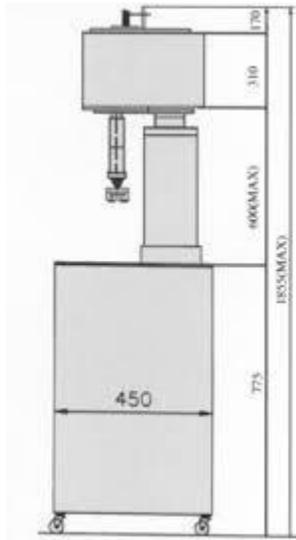
Pada mulanya, madu berasal dari sekresi gula tumbuhan yang diserap oleh lebah madu pekerja. Madu yang diserap masuk kedalam kantung madu yang terdapat dalam perut lebah. Pada tahap ini terjadi pemecahan sukrosa dan gula - gula lain yang ada di dalam nektar menjadi lebih sederhana dengan senyawa enzim yang ada di dalam air liur lebah. Madu yang dibawa oleh lebah dibawa kembali ke sarang, dan dimuntahkan ke dalam sumur madu. Madu tersebut lalu dimasak oleh lebah pekerja lain. Saat madu dimasak, terjadi pengurangan kandungan air akibat proses penguapan. Sebuah madu dikatakan matang apabila kadar air dalam madu antara 17% - 20%. Setelah madu matang, madu sudah dapat diambil untuk dikemas.

Setelah melalui proses penghasilan madu, tahap selanjutnya adalah pengemasan produk. Seperti yang sudah disampaikan di atas, dalam produksinya Peternakan Madu Rimba Raya tidak hanya mengandalkan tenaga manusia, mereka juga memanfaatkan tenaga mesin. Seluruh mesin yang digunakan oleh agrobisnis ini tentu saja menggunakan penerapan konsep fisika. Salah satunya adalah mesin penutup botol atau *capping machine*.

Sesuai dengan namanya mesin ini digunakan untuk mengemas dan menutup botol kaca berisi madu. Setelah botol diisi dengan madu, botol akan diberi tutup. Agar

madu yang telah dibuat tetap terjaga kualitasnya, penutupan botol harus dilakukan dengan baik tanpa terjadi masalah sedikitpun. Oleh karena itu, penutupan botol tidak bisa dilakukan hanya dengan tangan manusia, melainkan memerlukan bantuan mesin. Ada beberapa langkah yang harus dilakukan dalam proses penutupan botol.

- a) Pastikan mesin dan tangan sedang dalam kondisi bersih.
- b) Letakkan tutup botol di atas mulut botol.
- c) Letakkan mulut botol pada mesin. Posisi botol harus sejajar dengan mesin, dan tidak boleh miring.
- d) Nyalakan mesin penutup botol, lalu bagian mesin yang bersentuhan dengan mulut botol akan mulai berputar.
- e) Saat mesin sudah mulai berputar, tutup botol akan otomatis tertutup rapat.
- f) Matikan mesin setelah botol tertutup rapat.
- g) Botol yang sudah tertutup rapat siap untuk dipasarkan.



Gambar C. Sketsa dari *semi-automatic capping machine*

Mesin dengan kekuatan sebesar 370 Watt ini mampu menutup botol-botol kaca dengan sempurna. Selama satu jam, mesin ini dapat menutup sebanyak kurang lebih 400 botol. Keunggulan inilah yang dimanfaatkan oleh Peternakan Madu Rimba Raya untuk memproduksi madu secara maksimal. Mesin *capping* ini biasanya menggunakan teknik tekanan untuk mendorong tutup logam atau plastik pada bibir botol, proses penyegelannya harus sangat ketat agar penutupan botolnya benar-benar rekat sempurna sehingga tidak mengalami kebocoran ketika proses pendistribusian.

Mesin penutup botol sangat besar perannya karena dapat memengaruhi masa penghitungan jangka kadaluarsa. Dalam bidang industri ada beberapa jenis mesin *capping* dan semuanya memiliki fungsi nya masing-masing. Beberapa jenis diantaranya adalah;

a) Mesin penutup botol manual

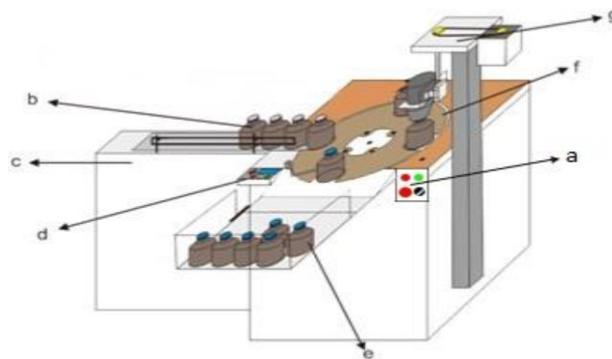
Mesin ini dilengkapi fitur pembuat ulir tutup botol kaca agar dapat dibuka tutup sesuai ulir botol tersebut. Bila tutup botol rapat tentu isi produknya akan terjaga dan tidak terkontaminasi oleh udara. Mesin penutup botol manual menggunakan tenaga manusia untuk mengoperasikan sehingga dalam prosesnya membutuhkan waktu yang jauh lebih lama dan kurang efektif jika digunakan oleh pabrik atau produsen besar. Tekanan yang diberikan oleh mesin ini bergantung pada seberapa besar gaya (kekuatan) yang diberikan oleh pelakunya.

b) Mesin penutup botol semi otomatis

Hampir semua mesin penutup botol semi otomatis membutuhkan bantuan manusia untuk pengoperasiannya. Berbeda dengan mesin manual, mesin semi otomatis hanya membutuhkan bantuan manusia (atau operator) untuk meletakkan

bottle and its cap are placed under the seal. After that, the machine is turned on, and the bottle will be rotated automatically and sealed properly. The pressure given to the bottle cap will be greater and tighter before it is rotated to tighten the bottle cap. This bottle capping machine is very effective if used by producers who are not too large.

c) Mesin penutup botol otomatis



Gambar D. Sketsa *automatic capping machine*

An automatic bottle capping machine, as its name suggests, will work automatically. In general, an automatic bottle capping machine will be equipped with a *conveyor belt*, a type of running belt that facilitates the movement of bottles that will be sealed. An automatic *capping* machine is equipped with an *on/off* button (a) and will also be controlled through a microcontroller (d) to give commands to move the starwheel (f) and the crimping tool (g) or the bottle capping tool. A bottle with a plain cap (b) that is located above the conveyor (c) will move towards the starwheel. The starwheel will move to bring the bottle with the plain cap down to the crimping tool, then the bottle will be closed mechanically using the crimping tool. Bottles that have already

tertutup atau sudah tersegel (e) akan menuju ke meja untuk botol yang telah tersegel.

Peternakan Madu Rimba Raya sendiri menggunakan mesin penutup botol semi otomatis, karena mesin penutup botol semi otomatis merupakan mesin yang paling cocok digunakan untuk produksi madu yang seharusnya hanya diproduksi sekitar 20 botol per harinya.

Seperti yang sudah disebutkan di awal, mesin penutup botol ini menerapkan konsep fisika fluida statis. Penerapan ini dapat ditemukan pada alat *crimping*, yaitu komponen mesin yang berfungsi untuk menutup atau menyegel botol. Pada ujung *capping machine* yang akan bersentuhan dengan penutup botol akan ada penghisap kecil yang diberi gaya tekan, kemudian diteruskan di fluida di dalamnya. Fluida dalam *capping machine* biasanya berupa udara. Fluida tersebut yang akan menghadirkan gaya tekan pada ujung alat *crimping*, yang kemudian dapat mendorong dan memutar tutup untuk disegel. Dengan gaya tekan yang diberikan pada fluida di ruang tertutup akan menjadikan tekanan diteruskan ke segala arah dengan sama rata sehingga botol dapat tertutup sempurna.

4. Hubungan Konsep Fluida Statis, Mesin Penutup Botol, dan Kualitas Madu

Seperti yang sudah dipaparkan di bagian sebelumnya, konsep fluida statis adalah konsep yang menjamin mesin penutup botol dapat berfungsi maksimal. Teori tekanan yang digunakan adalah hukum Pascal. Hukum Pascal yang menyatakan bahwa “Tekanan yang diberikan pada fluida dalam ruang tertutup akan diteruskan sama besar ke segala arah”. Pernyataan ini akan menjamin bahwa mesin penutup botol dapat

menutup botol secara maksimal ketika mesin tersebut dalam keadaan sempurna dan layak untuk digunakan.

Mesin penutup botol ini juga sangat besar perannya. Hal ini dikarenakan peran mesin ini sangat menyangkut dalam proses penyegelan yang akan sangat memengaruhi masa kadaluarsa. Dengan kata lain penutupan produk dengan benar adalah kewajiban bagi semua perusahaan produk makanan ataupun minuman. Bahkan ada pernyataan “*Do not accept if seal is broken*” yang artinya “jangan terima apabila segel atau tutup botol rusak” yang seringkali dituliskan pada produk makanan atau minuman yang dijual. Terkait akan hal tersebut sehingga menjadikan proses penutupan botol menjadi suatu hal yang sangat penting.

Kehadiran mesin penutup botol sangat dibutuhkan oleh pengusaha industri produk kemasan botol. Mesin ini dapat membuat proses penyegelan atau penutupan tutup botol lebih rekat, dan tentunya prosesnya juga lebih cepat dan lebih higienis. Dengan mesin penutup botol kualitas dan kuantitas produksi menjadi lebih terjamin.

Selain itu, demi meningkatkan kebersihan produksi, efisiensi mesin dan kebersihan gedung, khususnya di masa pandemi Peternakan Madu Rimba Raya menerapkan SOP gedung produksi sebagai berikut.

- a. Satu minggu sekali membersihkan kaca-kaca gedung
- b. Berita acara penerimaan barang apabila tidak sesuai barang harus diganti atau tukar yang baru
- c. Minimal satu bulan sekali laporan peralatan gedung produksi tidak ada yang cacat atau rusak
- d. Laporan pemeriksaan mesin vakum dan kebersihannya

- e. Bila tidak ada yang memenuhi standar segera diperbaiki
- f. Usahakan di gedung produksi tidak ada semut dan tidak lengket
- g. Laporan hasil vakum satu minggu sekali.

BAB V

KESIMPULAN

Peternakan Madu Rimba Raya sebagai sebuah industri madu di Lawang, Jawa Timur yang menghasilkan berbagai jenis produk madu. Produk-produk tersebut tidak hanya dihasilkan dengan bantuan tangan manusia saja, ada fungsi mesin yang membantu meningkatkan produktivitas untuk menghasilkan berbagai jenis produk tersebut. Berbagai jenis mesin yang digunakan oleh Peternakan Madu Rimba Raya yang digunakan dalam proses produksi dan pengemasan madu tentu menggunakan konsep-konsep fisika, salah satunya fluida statis.

Dalam proses pengemasan madu di Peternakan Madu Rimba Raya penerapan konsep fisika dapat ditemukan di beberapa mesin seperti mesin penutup botol, refraktometer, dan vakum evaporator. Salah satu konsep tersebut adalah fluida statis yang dapat ditemukan pada mesin penutup botol yaitu pada alat *crimping*, komponen mesin yang berfungsi untuk menutup atau menyegel botol. Pada ujung *capping machine* yang akan bersentuhan dengan penutup botol akan ada penghisap kecil yang diberi gaya tekan, kemudian diteruskan di fluida di dalamnya. Fluida dalam *capping machine* biasanya berupa udara. Fluida tersebut yang akan menghadirkan gaya tekan pada ujung alat *crimping*, yang kemudian dapat mendorong dan memutar tutup untuk disegel. Dengan gaya tekan yang diberikan pada fluida di ruang tertutup akan menjadikan tekanan diteruskan ke segala arah dengan sama rata sehingga botol dapat tertutup sempurna.

Kehadiran mesin penutup botol sangat dibutuhkan oleh pengusaha industri produk kemasan botol. Mesin ini dapat membuat proses penyegelan atau penutupan tutup botol lebih rekat, dan tentunya prosesnya juga lebih cepat dan lebih higienis. Dengan mesin penutup botol kualitas dan kuantitas produksi menjadi lebih terjamin.

REFERENCES

Anonymous. (2019). *Mesin penutup botol*. Retrieved from <https://astro.mesin.com/mesin-penutup-botol>

Anonymous. (2016). *Skala refraktometer*. Retrieved from <http://ernawatianalis.blogspot.com/2016/06/refraktometer-alat-yang-digunakan-untuk.html>

Anonymous. (2017). *Vacuum evaporators*. Retrieved from <https://www.dtpacific.com/winemaking/must-enriching-systems/vacuum-evaporators>

Anonymous. (2018). *KDK-150 semi-automatic capping machine* [image]. Retrieved from <http://www.kwangdah.com/kdk-150.htm>

Anonymous. (2021). *Fluida statis*. Retrieved from <https://www.studiobelajar.com/fluida-statis/>

Asraf, A., dan Kurniawan, B. (Ed.). (2021). *Fisika dasar untuk sains dan teknik: jilid 2 mekanika fluida dan termodinamika*. Jakarta, Indonesia: Bumi Aksara.

Feynman, R.P., Leighton, R.B., Sands, M. (1963). *The feynman lectures on physics*. Massachusetts, United States: Addison-Wesley

Iskandar, S. (2018). *Gambar sketsa mesin capping* [image]. Retrieved from <https://docplayer.info/50092667-Otomatisasi-mesin-capping-untuk-botol-obat-sirup-di-pt-mersif-arma-tirmaku-mercusana-sukabumi.html>

Nainggolan, Novrianty. (2019). *Pakan dan proses pembuatan madu oleh lebah*. Retrieved from aeknauli.org/pakan-dan-proses-pembuatan-madu-oleh-lebah/

Sereliciouz. (2019, August 27). *Fluida statis - fisika kelas 11*. Retrieved from <https://www.quipper.com/id/blog/mapel/fisika/fluida-statis-fisika-kelas-11/>

Suharto, Bambang (2013). *Mekanika fluida* (2nd ed.). Malang, Indonesia: UB Press.

Seo, Ade. (2019). *Merawat mesin capping sebagai mesin pengemas botol*. Retrieved from <https://service.wiratech.co.id/merawat-mesin-capping-sebagai-mesin-pengemas-botol>

Yuwono, S. S. (2016). *Madu*. Retrieved from <http://darsatop.lecture.ub.ac.id/2016/09/madu-3/>

Young, H.D.; Freedman, R.A. (2014). *Sears and zemansky's university physics with modern physics technology update* (13th ed.). Essex, United Kingdom: Pearson Education.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Penjelasan mengenai lebah di Peternakan Madu Rimba Raya



Lampiran 2: Sesi penjelasan jenis-jenis madu



Lampiran 3: Percobaan memegang lebah

