

ANALISIS EXPERIMENTAL MESIN PRODUKSI VCO DENGAN PEMANFAATAN SISTEM REFRIGERASI UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS PRODUKSI INDUSTRI VCO RUMAH TANGGA

**Made Ery Arsana¹, Anak Agung Ngurah Bagus Mulawarman², I Wayan Temaja³,
Ida Bagus Putu Sukadana⁴**

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali

¹eryarsana@pnb.ac.id

Abstrak: VCO (*Virgin Coconut Oil*) merupakan minyak yang diekstrak dari kelapa murni. VCO bermanfaat untuk kesehatan sebagai antioksidan dan menjaga kolesterol HDL dalam darah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pembuatan mesin produksi skala kecil yang diperlukan untuk memproduksi VCO dengan reduksi waktu produksi dan sesuai dengan kualitas SNI 7381. Beberapa home industri di Bali dan jurnal ilmiah dijadikan objek penelitian. Suatu model mesin produksi VCO berkapasitas 14 liter telah dibuat dan diuji. Hasil pengujiannya menunjukkan sistem COP yang baik masing-masing 3,93 dan 2,8 untuk sistem pemanas dan pendinginannya. Suhu ruang pendingin VCO di ruang produksi dapat dipertahankan pada kisaran suhu 8⁰ C hingga 10⁰ C, dan juga untuk pemanasannya, suhu dapat dipertahankan 39⁰ C hingga 42⁰ C. Dengan demikian, peneliti telah berhasil membangun suatu purwarupa mesin VCO dengan proses produksi yang lebih efisien.

Kata kunci: VCO, Mesin Produksi, Sistem Refrigerasi.

Abstract: Coconut oil is an extracted oil from fresh coconuts that often called virgin coconut oil (VCO). Its benefits to health as an anti-oxidant and maintaince HDL cholesterol in the blood. This research aims to conduct a study on making small-scale production machinery needed to produce VCO with reduced production time and in accordance with the ISO 7381 quality. Several home industries in Bali and scientific journals become the object of research. A model of VCO machine with capacity of 14 litres has been developed and tested. The experimental results show good COP system in amount of 3.93 and 2.8 for heating and cooling system respectively. Temperature of the VCO cooling chamber can be maintained in the range of 8⁰ C to 10⁰ C, as well as for heating, the reactor temperature can be maintained from 39⁰ C to 42⁰ C. Therefore, we have been succesfully develope a prototype of the VCO machine with more efficient production process.

Keywords: VCO, Production Machinery, Refrigeration Systems.

I. PENDAHULUAN

Teknologi refrigerasi sangat erat terkait dengan kehidupan kita saat ini, bukan hanya pada sisi peningkatan kualitas dan kenyamanan hidup, namun juga menyentuh hal-hal esensial penunjang kehidupan manusia. Teknologi refrigerasi yang menggunakan siklus kompresi uap dimana sistem ini merupakan sebuah mekanisme berupa siklus yang mengambil energi (termal) dari daerah bertemperatur rendah dan dibuang ke daerah bertemperatur tinggi. Fluida kerja di dalam mesin refrigerasi menurut ASHRAE [1] disebut refrigeran. Refrigeran menyerap panas dari satu lokasi dan membuangnya ke lokasi yang lain, maka diperlukan masukan energi untuk menjalankan siklus refrigerasi. Siklus ini berlawanan dengan proses spontan yang terjadi sehari-hari. Teknologi ini bisa kita manfaatkan cukup luas seperti mesin pendingin, AC, dispenser, pompa kalor dll. Sebagai mesin pendingin bisa digunakan untuk berbagai macam keperluan pendinginan makanan, daging, sayur mayur dan buah-buahan.

Virgin coconut oil atau selanjutnya disingkat dengan VCO sudah dikenal luas sebagai produk minyak berbahan baku kelapa terpilih dengan proses dingin akan menghasilkan minyak yang berbeda

dengan miyak kelapa goreng serta mempunyai manfaat sebagai makanan supplement dan antioksidan yang bermanfaat untuk kesehatan tubuh dan dipercaya mampu mengatasi penyakit degeneratif diantaranya darah tinggi, stroke, diabetes melitus dll, karena VCO mengandung Asam laurat 43-53%, didalam tubuh akan diubah menjadi monolaurin yaitu sebuah senyawa monogliseride yang bersifat antivirus, antibakteri, antiprotozoa [2] sehingga memiliki nilai jual yang cukup tinggi sebagai contoh untuk 100 ml minyak ini di pasaran lokal seharga Rp 30.000.

Teknologi pembuatan minyak ini sudah berkembang demikian pesat dari yang sederhana sampai yang kompleks ada beberapa metode yang digunakan yaitu; pembuatan secara enzimatik, fermentasi, pengasaman, sentrifugasi dan cara pemancangan. Secara sederhana proses pembuatan minyak ini awalnya kelapa pilihan yang tua didiamkan seminggu untuk kemudian dikupas dan diparut untuk diambil santannya. Santan ini kemudian didiamkan 2 jam untuk kemudian dipisahkan airnya setelah itu diaduk sebentar dan didiamkan selama 8 jam yang kemudian disaring untuk mendapatkan minyak VCO. Proses produksi ini akan memakan waktu 8-10 jam. Berbagai cara dan teknologi terus dikembangkan

untuk membuat proses lebih cepat dengan hasil VCO yang memenuhi standar.

Penelitian ini merupakan usaha perbaikan atas peralatan yang ada yaitu dengan memanfaatkan sistem refrigerasi dimana evaporatornya sebagai pendingin santan kelapa dengan suhu 5° C hingga 7°C sehingga akan mempercepat proses pemisahan santan dari air yang biasanya membutuhkan waktu 2 jam sedangkan panas condensornya dimanfaatkan untuk proses selanjutnya memisahkan santan dengan minyak bila dengan proses biasa akan memakan waktu 8 jam akan tetapi diharapkan dengan pemanasan sampai temperatur 39° C hingga 42° C akan mempercepat proses sehingga waktu pemisahan minyak bisa dipersingkat.

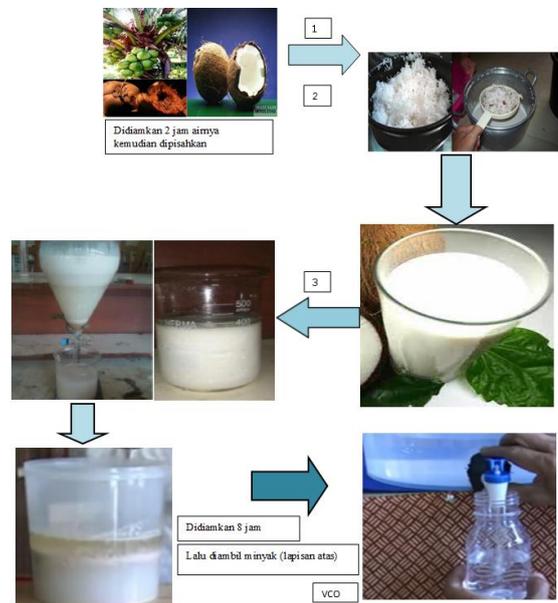
Permasalahan yang akan diselesaikan dapat dirumuskan meliputi: perancangan mesin refrigerasi yang mengadopsi sistem pompa kalor dapat berfungsi untuk membantu proses pembuatan VCO .

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk Mesin pendingin pompa kalor untuk memproduksi minyak VCO yang lebih efisien dengan kualitas sesuai dengan Standar Nasional Indonesia sebagai acuan, yaitu SNI 7381 tahun 2008 Kriteria Mutu VCO yaitu penampakan warna bening (tidak berwarna) atau kuning lembut; Bau khas kelapa, tidak tengik; Kadar air 0,1 - 0,5%; Kadar asam laurat 43 -53%; Umur simpan idealnya lebih dari 12 bulan.

Secara umum pengolahan minyak kelapa dibedakan dua sistem pengolahan yaitu sistem kering atau kopra dan pengolahan basah atau pemisahan minyak dari santan kelapa [3]. Pengolahan basah untuk mendapatkan minyak VCO secara umum metode yang digunakan pembuatan secara enzimatik, fermentasi, sentrifugasi, pengasaman dan cara pemancingan. Fermentasi bisa dilakukan dengan menambahkan starter khamir *Saccharomyces Cerevisiae*. VCO yang benar-benar bermutu tinggi dihasilkan dari proses fermentasi dengan enzim poligalakturonase, alfaamilase, protease, atau pektinase. Dari literatur diketahui system ini akan memakan waktu yang cukup lama campuran ini difermentasi selama 24 - 36 jam sehingga minyak terpisah dari airnya seperti terlihat pada Gambar 1. Minyak kemudian dipisahkan sehingga diperoleh VCO [4]. Metode sentrifugasi bisa dilakukan dengan prinsip memutuskan ikatan lemak protein pada santan dengan gaya sentrifugal akan terjadi pemisahan minyak dan air berdasarkan perbedaan berat jenis [5]. Prosesnya bisa dilakukan dengan mendinginkan santan 10° C selama 10 jam dan dilanjutkan dengan dibiarkan pada suhu ruang sebelum diputar sehingga minyak akan terpisah dari larutan padatnya [6]. Enzimatik prinsipnya adalah ikatan protein-minyak dalam emulsi santan dipecah dengan bantuan enzim dan enzim yang biasa digunakan papain, bromelin, dan protease.

Prosesnya kelapa terpilih diparut dan krim santan ditempatkan dalam wadah dan ditutup aluminium foil dan dibiarkan pada suhu kamar selama

24 jam. Kondisi optimum pada pembuatan *Virgin Coconut Oil* (VCO) diperoleh dengan kombinasi teknik fermentasi dan enzimatik yaitu pada penambahan 0,6 gram enzim papain kasar dengan 0,5 gram ragi tempe pada pH 5 dan lama waktu inkubasi selama 24 jam pada suhu kamar menghasilkan 27,8% VCO [7-9].



Gambar 1. Skema proses manual pembuatan VCO.

Pemancingan [10] pada prinsipnya ikatan protein-lemak dalam santan diputus dengan pemancingan VCO yang sudah jadi. Prosesnya serupa, yakni santan kelapa didiamkan untuk dipisahkan airnya, selanjutnya ditambahkan VCO yang sudah jadi dengan perbandingan 3 bagian santan kelapa dicampur dengan 1 bagian minyak VCO diaduk dan didiamkan 24 jam sampai minyak terpisah dari santan. Cara pemancingan pada pembuatan minyak kelapa penggunaan umpan VCO akan sangat mempengaruhi hasil dari kualitas minyak. Apabila umpan yang digunakan adalah minyak dengan kualitas yang bagus, maka akan diperoleh minyak yang berkualitas bagus pula, akan tetapi sebaliknya apabila minyak yang dijadikan umpan secara kualitas kurang bagus maka hasil minyak yang didapat juga kualitasnya kurang bagus. Metode denaturasi protein diterapkan pada proses pengasaman Pada prinsipnya teknik pengasaman ini adalah santan dibuat dalam kondisi asam. Biasanya pengaturan pH untuk mendapat kondisi iso elektrik yaitu pada pH 4,5 yang dilakukan dengan penambahan asam asetat (CH_3COOH) atau yang sering dikenal dengan cuka makanan. Dengan cara pengasaman ini akan terbentuk tiga lapisan juga, dimana lapisan minyak berada paling atas, kemudian lapisan tengah protein dan lapisan bawah adalah air. Adapun minyak yang diperoleh dari cara pengasaman warna akan jernih. Metode lain dapat juga diterapkan seperti dilaporkan [10] santan kelapa dimasukkan refrigerator selama 48 jam kemudian dipanaskan pada

temperatur 50°C untuk kemudian minyaknya disaring dengan kain. Penelitian ini akan mengikuti proses yaitu mengganggu kestabilan kesetimbangan molekul yang mengikat minyak pada santan kelapa yaitu mengikuti alur pertama proses pendinginan 8°C hingga 10°C , pengadukan dan pemanasan 40°C . Inovasi yang ditawarkan adalah menggunakan rancangan sistem refrigerasi dengan memanfaatkan evaporator dan kondensornya seperti Gambar 2, sehingga keterbaruan teknologi yang ditawarkan adalah penggunaan teknologi refrigerasi untuk membuat VCO lebih efisien dan dengan kualitas yang baik menurut SNI tentang minyak VCO.

Prinsip kerja mesin refrigerasi siklus kompresi uap [11] dengan tabung pemanas dan pendingin VCO mengikuti proses pada Gambar 1. Pada proses 1-2, kompresor menaikkan tekanan uap refrigeran. Kenaikan tekanan ini diikuti dengan kenaikan temperatur uap refrigeran. Pada tingkat keadaan 2, uap refrigeran berada pada kondisi uap super-panas.



Gambar 2. Rancangan mesin VCO berdasarkan prinsip pompa kalor

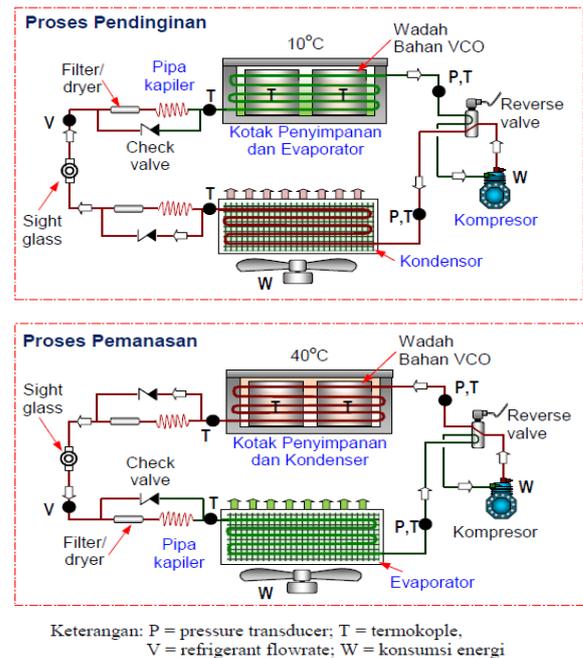
Refrigeran keluar dari kondensor pada kondisi 3 kondisi cair jenuh, atau bisa juga pada kondisi cair sub-dingin. Pada *nozzle*, yang berupa penyempitan daerah aliran, berakibat pada penurunan tekanan fluida secara drastis (proses 3-4). Refrigeran, yang keluar dari *nozzle* menuju ke evaporator, akan berada dalam kondisi campuran cair dan uap. Karena refrigeran berada pada tekanan jenuhnya (tekanan penguapan), maka akan mengalami penguapan. Penguapan membutuhkan energi, terjadilah penyerapan energi termal dari luar evaporator yang menyebabkan efek pendinginan oleh mesin refrigerasi.

II. METODE PENELITIAN

Metode eksperimental, dengan dua tahap pengujian dilakukan dalam penelitian ini. Tahap pertama adalah pengujian kinerja sistem refrigerasi mesin produksi VCO yang mencakup fungsi, kontrol parameter dan performansi temperatur dan energi. Pengujian juga mencakup variasi kontrol temperatur dan pencapaian temperatur setting pada kedua mode

operasi baik proses pendinginan (*creaming*) maupun proses pemanasan (*fermentasi*). Tahap kedua adalah pengujian proses produksi VCO yang mencakup semua proses termasuk melibatkan penggunaan mesin produksi VCO.

Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah data primer. Semua data yang merupakan parameter pengujian sistem refrigerasi dengan bantuan Program ESS disimulasikan untuk mendapatkan COP yang optimum dan hasilnya digunakan untuk membuat mesin dan sistemnya.



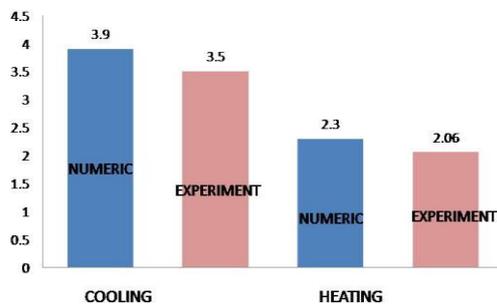
Gambar 3. Skematik tipikal sistem pompa kalor yang diterapkan pada mesin VCO

Adapun alat pengujian berupa mesin VCO hasil rancangan dan pengujian dilakukan di laboratorium Refrigerasi dan Tata Udara, Program Studi Teknik Refrigerasi dan Tata Udara Jurusan Teknik Mesin seperti pada Gambar 3. Pengumpulan data dilakukan dengan mengikuti prosedur pengambilan data tekanan (P, psig), temperatur (T, $^{\circ}\text{C}$), tegangan (V, volt), Arus (I, Ampere), relatif *humidity* (RH, %) dan kecepatan udara masuk atau keluar *indoor* unit (*coil* evaporator), didapat berdasarkan studi literatur dan akan digunakan dalam analisis dengan program program ESS. Data akan diolah untuk mendapatkan nilai performansinya (COP), dan konsumsi daya listrik pada kompresor. Hasil dari perhitungan data di atas dibandingkan dengan eksperimen. Variabel yang diinvestigasi terdiri atas variabel terikat dan variabel bebas. Parameter yang termasuk dalam variabel terikat mencakup konsumsi daya dan energi pada proses produksi, kualitas VCO, COP, kapasitas pendinginan dan kapasitas pemanasan mesin produksi VCO. Sedangkan parameter yang merupakan variabel bebas meliputi: temperatur bahan VCO pada proses

creaming, temperatur bahan VCO pada proses fermentasi, waktu proses, temperatur air panas pada proses pembuatan santan, temperatur refrigeran, temperatur lingkungan dan tekanan refrigeran.

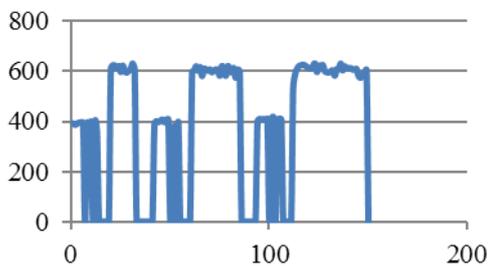
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Model numerik untuk sistem mesin VCO merupakan salah satu hasil dari kajian yang dilakukan. model numerik telah dibuat untuk sistem dengan refrigeran R-134a. Model numerik yang dihasilkan sudah divalidasi dengan hasil eksperimen. Pada Gambar 4 ditunjukkan karakteristik COP (*Coefficient of Performance*) hasil model numerik yang besarnya 3,9 sedangkan hasil eksperimen diperoleh 3,5 untuk sistem pendinginan dan 2,5 dengan perhitungan yang divalidasi dengan eksperimen 2,3 untuk penggunaan refrigeran R-134a.

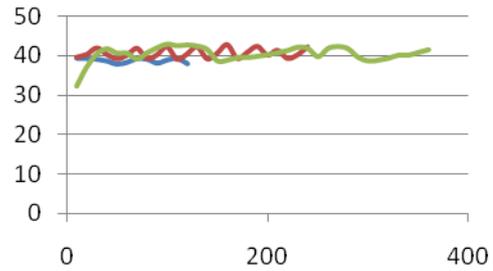


Gambar 4. Perbandingan COP sistem dengan numerik dan COP eksperimen

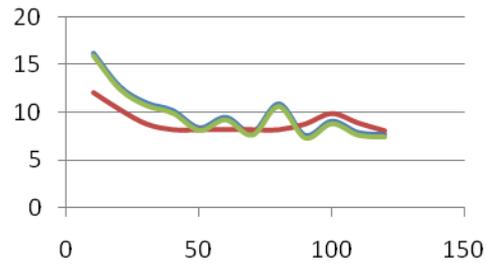
Peningkatan konsumsi daya pada proses pemanasan ditunjukkan pada Gambar 5 dengan penurunan kapasitas pendinginan mengakibatkan penurunan COP yang sangat signifikan pada saat pemanasan dan pendinginan. Menjaga kesetimbangan ini menjadi sangat penting untuk mendapatkan kinerja sistem agar tetap optimum.



Gambar 5. Karakteristik daya listrik yang digunakan untuk proses pemanasan dan pendinginan



Gambar 6. Karakteristik temperatur pemanasan pada ruangan mesin VCO



Gambar 7. Karakteristik temperatur pendingan pada ruangan mesinVCO

Pada proses pemanasan yang ditunjukkan Gambar 6, selama 2 jam 4 jam dan 6 jam menunjukkan temperatur pemanasan pada kisaran 39° C sampai 42° C dalam ruang dalam mesin VCO yang dibuat dan Gambar 7 adalah rekaman temperatur pada proses pendinginan selama 2 jam dan proses temperatur pendinginan dikisaran 8° C sampai 10° C. Dilihat dari penampakan minyak VCO yang dihasilkan pada Gambar 8 dengan cara tradisional atau dengan proses mesin tampaknya sesuai dengan standar SNI 7381 tahun 2008 Kriteria Mutu VCO yaitu Penampakan warna bening (tidak berwarna) atau kuning lembut; Bau khas kelapa, tidak tengik. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil pengujian dari Lab Kimia Univ. Udayana menunjukkan kualitas minyak yang dihasilkan sesuai dan berada di atas standar SNI. Ini menunjukkan proses yang dilakukan dengan perpaduan dengan menggunakan mesin ini mengalami peningkatan produksi baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya.

Tabel 1. Pengujian mutu VCO

Jenis Uji	Satuan	Syarat SNI	Hasil Uji Lab VCO Mesin - Manual
% FFA (dihitung sebagai asam laurat)	% Maksimal	10,2	0,19 – 0,19
Bilangan Asam	Maksimal	0,5	0,275 - 0,290
Bilangan Penyabunan	mg-KOH/g minyak	250-260	249,6 - 250,095
Kadar air	% wt.Maks	0,1-0,5	0,12 – 0,12

IV. KESIMPULAN

Mesin dapat menghasilkan dengan baik pada pengujian dengan proses pendinginan temperatur $\pm 9^\circ$ sampai dengan 10°C selama dua jam dan untuk pemanasan dengan temperatur $\pm 40^\circ\text{C}$ selama 2 jam. Rata-rata produksi minyak VCO yang dihasilkan untuk 10 liter santan kelapa adalah 800 ml minyak VCO dan jika dibandingkan dengan produksi secara tradisional yang rata-rata menghasilkan 500 ml maka akan ada peningkatan produksi sebesar 23 %. Hasil ini cukup menggambarkan bahwa mesin dapat membantu proses produksi.



Gambar 8. Perbandingan hasil produksi manual (kiri) dan hasil produksi mesin VCO (kanan)

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Riset dan Teknologi Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian ini. Serta ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak I Nyoman Suamir, ST, MSc, PhD untuk diskusi yang bermanfaat dan pengkajian kritisnya sehingga mesin ini bisa terwujud. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada editor dan reviewer Jurnal Matrix atas publikasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ashrae Research. (2005). *Fundamentals*. USA: American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers.
- [2] Setiaji, B. & Prayugo, S. (2000). *Membuat VCO Berkualitas Tinggi*, Depok: Penebar Swadaya.
- [3] Marina, A.M., Che-Man, Y.B., & Amin, I. (2009). Virgin coconut oil: emerging functional food oil. *Trends in Food, Science & Technology*, 20, 481-487.
- [4] Barlina R. (2004). *Mudahnya Produksi Minyak Perawan*, Trubus 417-Agustus/XXXV.
- [5] Rosenthal, A., Pyle, D. L. & Niranjana, K. (1996). Aqueous and enzymatic processes for

edible oil extraction, *Enzyme and Microbial Technology*, 19(6), 402-420.

- [6] Seneviratne, K.N., Hapuarachchi, C.D. & Ekanayake, S. (2009). Comparison of the phenolic-dependent antioxidant properties of coconut oil extracted under cold and hot conditions. *Food Chemistry*, 114(4). 1444-1449.
- [7] Ditjen PMD Multimedia. (2016, Februari). *Teknologi pembuatan VCO, metode basah atau fermentasi*. Diakses dari website <https://www.youtube.com/watch?v=iG7WQsm dMwY>.
- [8] Silaban, R., Hutapea, V., Manullang, R. & Alexander, I.J. (2013). Pembuatan minyak kelapa murni (virgin coconut oil: VCO) melalui kombinasi teknik fermentasi dan enzimatis menggunakan getah pepaya. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 6(2). 55-64.
- [9] Kementerian Pendidikan Nasional, Balai Pendidikan Nonformal dan Informal Regional 1 Medan. (2016, Februari). *Pembuatan virgin coconut oil, metode pemancingan*. Diakses dari website <https://www.youtube.com/watch?v=DXHdv41y df0>.
- [10] Nevin, K.G. & Rajamohan, T. (2004). Beneficial effects of virgin coconut oil on lipid parameters and in vitro LDL oxidation, *Clinical Biochemistry*, 37(9) 830-835.
- [11] Jordan, R.C. & Priester, G.B. (2011). *Refrigeration and air conditioning*, India: Prentice Hall.