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

EXPERIMENTAL STUDY OF THE USE OF REFRIGERATION SYSTEMS AS COOLING AND HEATING SYSTEMS IN THE PRODUCTION PROCESS OF THE VCO

[1]Made Ery Arsana,*[2]A.A. N B Mulawarman, [3]I Wayan Temaja, [4]I.B.P. Sukadana
[1234]Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia

[*]E-mail: eryarsana@pnb.ac.id

Diterima 09-10-2017	Diperbaiki 09-11-2017	Disetujui 16-11-2017

ABSTRAK

VCO (virgin coconut oil) merupakan minyak kelapa murni atau sering disebut dengan minyak kelapa virgin. VCO sangat bermanfaat bagi kesehatan sebagai antioksi dan serta dapat menurunkan kolesterol HDL dalam darah serta sekaligus meningkatkan kadar LDL darah. Semakin populernya manfaat VCO, menyebabkan semakin berkembangnya teknologi pembuatan VCO dari yang sederhana sampai yang kompleks. Di Indonesia untuk aplikasi di daerah Bali khususnya ditemukan beberapa kelemahan dan kendala yang masih dialami oleh industri kecil VCO yang mencakup kualitas VCO yang dihasilkan belum dilakukan uji mutu menurut SNI 7381 dan kapasitas produksi masih perlu ditingkatkan. Penelitian dimulai dengan pengamatan proses produksi VCO yang digunakan di beberapaindustri di Bali. Pengamatan juga dilakukan pada berbagai proses produksi yang telah dipublikasikan melalui media online dan jurnal ilmiah dalam hal tahapan proses, parameter operasi, keluaran serta waktu yang dibutuhkan untuk setiap proses, peralatan yang digunakan, kapasitas produksi, biaya produksi. Dan sumberdaya lain yang diperlukan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan prototype mesin produksi VCO dengan kemampuan untuk menyediakan proses produksi yang lebih efisien dengan sistem pemanasan dan pendinginan langsung pada satu mesin sehingga mampu menghasilkan VCO dengan waktu produksi yang lebih pendek dan kualitas VCO yang baik sesuai dengan kriteria mutu VCO menurut SNI 7381.Berdasarkan hasil pengamatan, model mesin produksi VCO berkapasitas 14 liter VCO telah dikembangkan dan diuji. Hasil percobaan menunjukkan Koefisien Kinerja (COP) sistem yang baik pada mesin masing-masing 3,93dan 2,8 untuk system pemanas dan pendinginannya. Suhuruang pendingin VCO diruang produksi pada mesin dapat dipertahankan pada kisaran 8^0C sampai 10^0C, dan juga untuk pemanasannya, suhu dapat dipertahankan 39^0C sampai 42^0C. Mesin ini juga mampu mempercepat waktu produksi dan meningkatkan volume VCO yang diperoleh dimana per 1 liter santan terjadi peningkatan yaitu rata-rata sebesar 23% dengan VCO yang dihasilkan sifatnya menunjukkan kualitas yang sama dibandingkan dengan yang diolah secara manual.

Kata kunci: *VCO, production machinery, refrigeration systems*

ABSTRACT

Coconut oil extracted from the coconut milk obtained from fresh coconuts often called virgin coconut oil (VCO). VCO is beneficial to health as an anti-oxidant and maintaince HDL cholesteroland and LDLlevels inthe blood. The growing popularity of the benefits of VCO led to its development of the production technology from simple to more complex ones. In Indonesia most of VCO being produced on a small scale of home industries. Applications in the area of Bali in particular found some weaknesses and problems still being experienced by small industries which include the quality of VCO has not been tested in accordance with ISO 7381. Its production capacity still needs to be increased by improving production processes and implementing an appropriate technology accordingly. This research aims to conduct a study on making small-scale production machinery needed to produce VCO with reduced production time and improved quality of VCO in accordance with ISO 7381 quality criteria.The study began with the observation of VCO production processes being used in several industries in Bali.Based on the results of observations, a model of VCO production machine of 14 liters capacity of VCO has been developed and tested. The experimental results show good Coefficient of Performance (COP) of the 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 8^0C to 10^0C, as well as for heating, the reactor temperature can be maintained from 39^0C to 42^0C. The expected goal of this research developing a prototype of VCO production machine with ability to provide more efficient production process has been able to increase volume of VCO gained per 1 liter coconut milk by 23% compared to those of manual processed. Its properties indicate the similar quality.

Keywords: *VCO, production machinery, refrigeration systems*

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 *refrigerant*. Refrigeran menyerap panas dari satu lokasi dan membuangnya ke lokasi yang lain.maka diperlukan masukan *energy* 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 dipasaran lokal seharga Rp 30.000,- .

Teknologi pembuatan minyak ini sudah berkembang demikian pesat dari yang sederhana sampai yang kompleks ada beberapa metodeyang digunakan yaitu; pembuatan secara enzimatis, fermentasi, pengasaman, sentifugasi dan cara pemancingan. 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 VCOnya. Jadi 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 5º sampai 7ºC 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 39º sampai 42º C akan mempercepat proses sehingga waktu pemisahan minyak bisa dipersingkat.

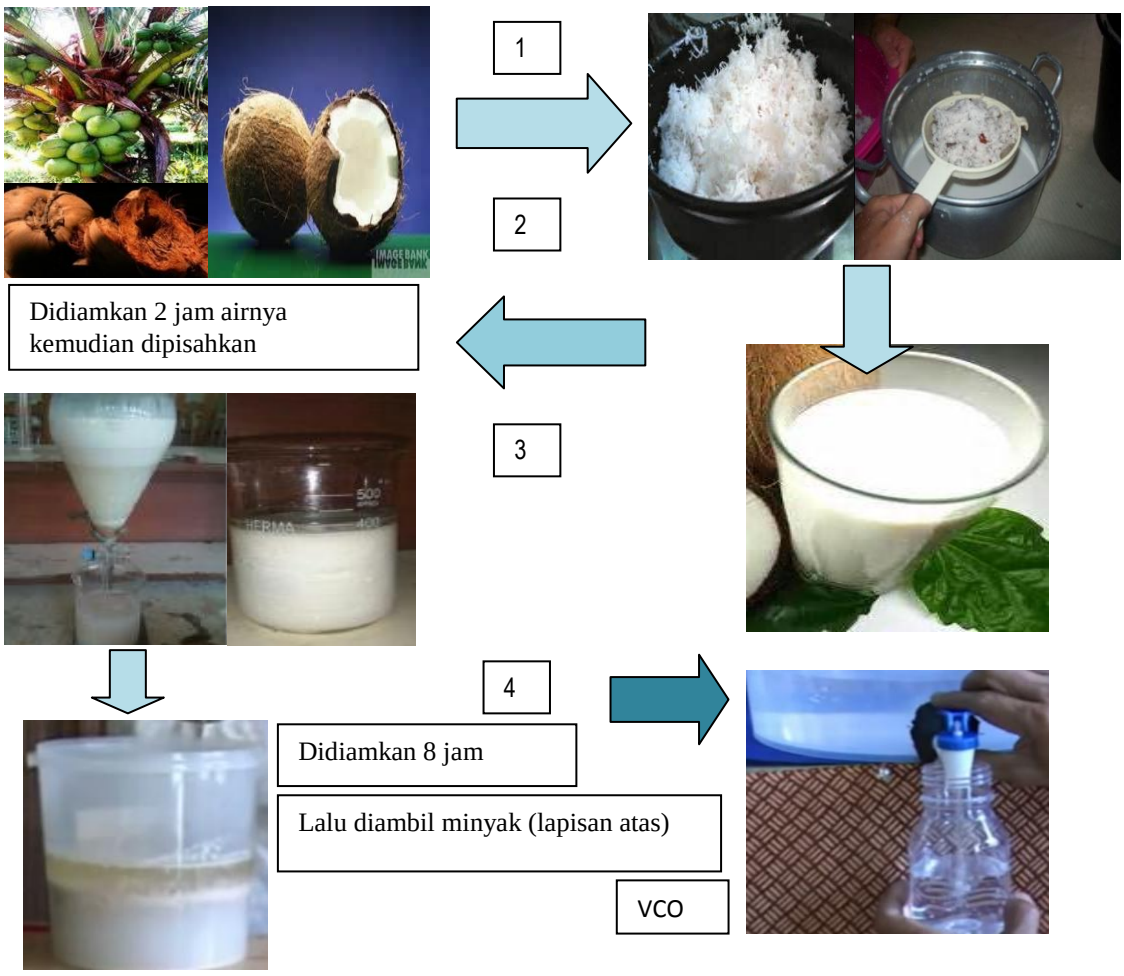
Permasalahan yang akan diselesaikan dapat dirumuskan meliputi: perancangan mesin refrigerasi yang mengadopsi sistem pompakalor dapat berfungsi untuk membantu proses pembuatan VCO .

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk mesin pendingin pompa kalor untuk memproduksi minyak VCO yang lebih efisien dengan kwalitas sesuai dengan Standar Nasional Indonesia sebagai acuan, yaitu SNI 7381 tahun 2008 Kriteria Mutu VCO yaitu;

- Kenampakan 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 enzimatis, fermentasi, sentrifugasi, pengasaman dan cara pemancingan. Fermentasi bisa dilakukan dengan menambahkan starter khamir Saccharomyces cereviseae. VCO yang benar-benar bermutu tinggi dihasilkan dari proses fermentasi dengan enzim poligalakturonase, alfaamylase, 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 airnyalihat 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 10^0 C selama 10 jam dan dilanjutkan dengan dibiarkan pada suhu ruang sebelum di putar sehingga minyak akan terpisah dari larutan padatnya[6]. Enzimatis prinsipnya adalah ikatan protein-minyak dalam emulsi santan dipecah dengan bantuan enzim dan enzim yang biasa digunakan papain, bromelin, dan protease.



[Gambar.1 Skema proses manual pembuatan Minyak VCO]

Prosesnya kelapa terpilih diparut dan krim santannya ditempatkan dalam wadah danditutup aluminium foil dan dibiarkan pada suhu kamar selama 24 jam.Kondisi optimum pada pembuatan Virgin Coconut Oil (VCO) diperoleh dengan kombinasi teknik fermentasi dan enzimatis 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] Pemancingan [10] pada prinsipnya ikatan protein-lemak dalam santan diputus dengan pancingan VCO yang sudah jadi. Porsesnya sama santan kelapa didiamkan untuk dipisahkan airnya yang 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 (CH3COOH) 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 50^0C untuk kemudian minyaknya disaring dengan kain. Penelitian ini akan mengikuti proses yaitu menggangu kestabilan kesetimbangan molekul yang mengikat minyak pada santan kelapa yaitu mengikuti alur pertama proses pendinginan 8 sampai 10^0 C, pengadukan dan pemanasan 40^0 C. Inovasi yang ditawarkan adalah menggunakan rancangan sistem refrigerasi dengan memanfaatkan evaporator dan condensornya seperti gambar berikut Sehingga keterbaruan teknologi yang ditawarkan adalah penggunaan teknologi refrigerasi untuk membuat VCO lebih efisien dan dengan kwalitas yang baik menurut SNI tentang minyak VCO

Prinsip Kerja Mesin Refrigerasi Siklus Kompresi Uap [11] dengan tabung pemanas dan pendigin VCO Prinsip kerja mesin refrigerasi siklus kompressi uap pada prinsipya mengikuti proses pada diagram (gambar 2).

Pada proses 1-2, kompresor menaikkan tekanan uap refrigerant. Kenaikan tekanan ini diikuti dengan kenaikan temperatur uap refrigerant. Pada tingkat keadaan 2, uap refrigerant berada pada kondisi uap super-panas. Refrigeran keluar dari kondensor pada kondisi 3 kondisi cair jenuh, atau bisa juga pada kondisi cair sub-dingin. Pada Nozel yang berupa penyempitan daerah aliran yang berakibat pada penurunan tekanan fluida secara drastis (proses 3-4), di ujung Refrigeran yang keluar dari nozel dan menuju ke evaporator refrigeran akan. berada dalam kondisi campuran cair dan uap. Karena refrigerant berada pada tekanan jenuhnya (tekanan penguapan), maka dia akan mengalami penguapan; penguapan membutuhkan energi, terjadilah penyerapan energi termal dari luar evaporator yang menyebabkan efek pendinginan oleh mesin refrigerasi.



Gambar 2. Rancangan mesin VCO berdasarkan prinsip pompa kalor

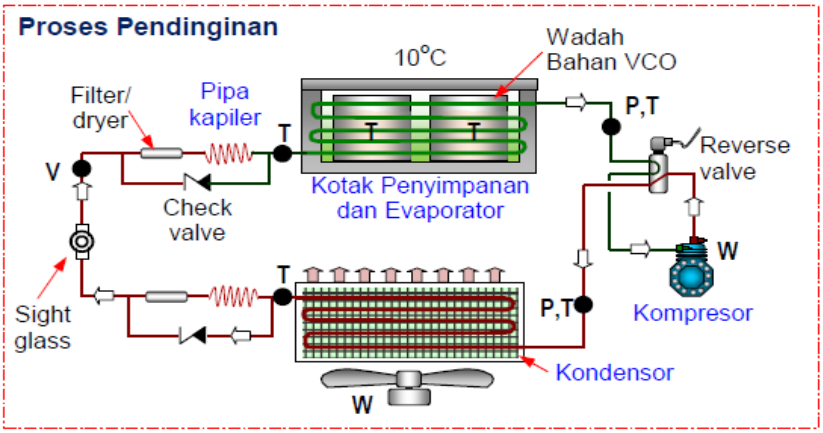
METODOLOGI

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

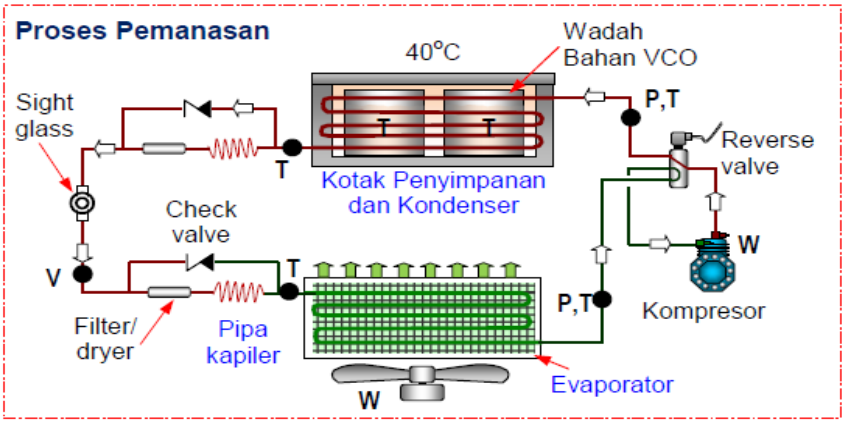
mencakup semua proses termasuk melibatkan penggunaan mesin produksi VCO.

Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah data primer. Semua data yang merupakan parameter pengujian sistem refrigerasi dengan bantuan Program ESS di simulasikan untuk mendapatkan COP yg optimum dan hasilnya digunakan untuk membuat mesin dan sistemnya.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.Pengumpulan data dilakukan dengan mengikuti prosedurperancangan Data tekanan (P, psig), temperatur (T, ^{0}C), tegangan (V, volt), Arus (I, Ampere), relatif humidity (RH, %) dan kecepatan udara masuk atau keluar indor 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 persamaan-persamaan diatas akan dibandingkan dengan eksperimen. Variabel yang diinvestigasi terdiri atas variable terikat dan variabel bebas. Parameter yang termasuk dalam variable 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.



(a)



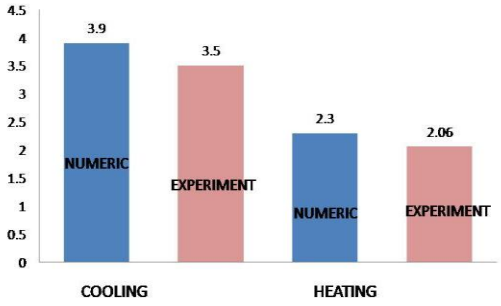
Keterangan: P = pressure transducer; T = termokople,
V = refrigerant flowrate; W = konsumsi energi

(b)

Gambar 3. (a), (b) Skematik tipikal sistem pompa kalor yang diterapkan pada mesin VCO

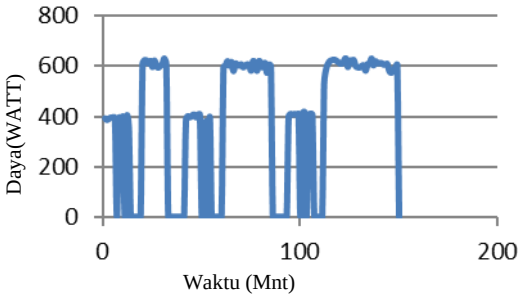
HASIL DAN PEMBAHASAN

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 didapat 3.5 untuk sistem pendinginan dan 2.5 dengan perhitunangan yang divalidasi dengan eksperimen 2,3 untuk penggunaan refrigeran R-134a.

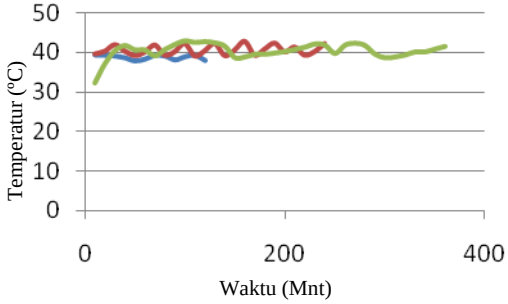


Gambar 4. Perbandingan COP sistem dengan numerik dan COP eksperimen

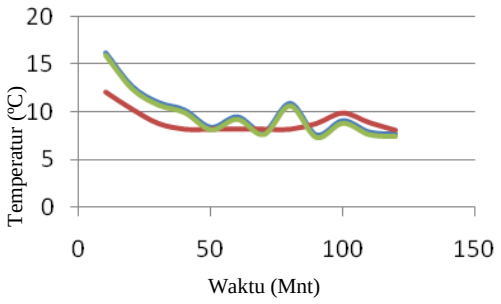
Peningkatan konsumsi daya pada proses pemanasan perhatikan gambar 5 serta penurunan kapasitas pendinginan mengakibatkan penurunan COP yang sangat signifikan, pada saat pemanasan dan pendinginan menjaga kesetimbangan ini menjadi sangat penting untuk mendapatkan kinerja sistem agar tetap optimum.



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



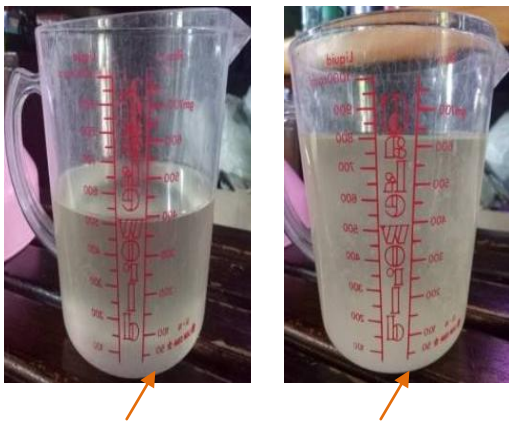
Gambar 6. Karakteristik temperatur pemanasan pada ruangan mesin VCO



Gambar 7. Karakteristik temperatur pendiginan pada ruangan mesin VCO.

Pada proses pemanasan pada gambar 6. selama 2 jam 4 jam dan 6 jam menunjukkan temperatur pemanasan dikisaran 39º C sampai 42º C didalam ruang dalam mesin VCO yang dibuat dan gambar 7 adalah rekaman temperatur pada proses pendinginan selama 2 jam dan proses temperatur pendinginan dikisaran 8º C sampai 10º C.

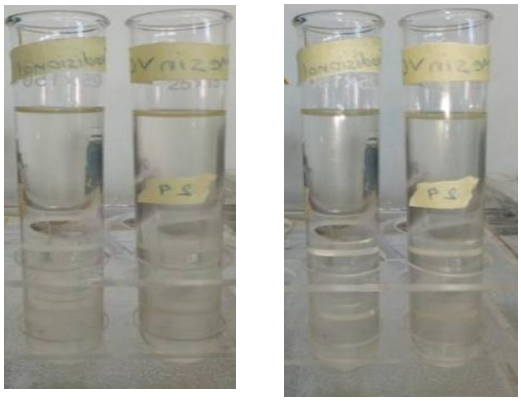
Dilihat dari penampakan minyak VCO yang dihasilkan gambar 9 dengan cara tradisionil atau dengan proses mesin tampaknya sesuai dengan standar SNI poin 1. dari tabel 1. Dimana baunya khas minyak kelapa, rasanya normal khas minyak kelapa



Produksi manual Produksi dengan Mesin

Gambar 8. Perbandingan hasil VCO yang diperoleh

serta warnanya bening tidak berwarna hingga kuning pucat. Hasil pengujian penting lainnya dapat dilihat pada tabel 1. Dimana hasil menunjukan telah sesuai dengan persyaratan kandungan maksimum.



Gambar 9. Warna VCO hasil proses manual dan degan mesin

Tabel 1.Syarat mutu VCO sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) 7381 :2008)

1	Penampakkan fisik minyak (keadaan minyak):			
	1. Bau	1. Khas kelapa segar, tidak tengik		
	2. Rasa	2. Normal, khas minyak kelapa		
	3. Warna	3.Tidak berwarna hingga kuning pucat		
	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan	Hasil uji lab
2	% FFA (dihitung sebagai asam laurat)	% Maksimal	1 0,2	0,19
3	Bilangan Asam	Maksimal	0,5	0,275-0,290
4	Bilangan penyabunan	mg-KOH/g minyak	250-260	249,6 - 250,095
5	Kadar air	% wt.Maks	0,1-0,5	0,12

Hasil pengujian dari Lab Kimia Univ. Udayana menunjukkan kwalitas minyak yang dihasilkan sesuai dan berada diatas standar SNI. Ini menunjukkan proses yang dilakukan dengan perpaduan dengan menggunakan mesin ini menggalami peningkatan produksi baik dari segi kuantitas maupun kwalitasnya.

KESIMPULAN

Mesin dapat menghasilkan dengan baik pada pengujian dengan proses pendiginan temperatur ± 9º sampai dengan 10ºC selama dua jam dan untuk pemanasan dengan temperatur ± 40ºC 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.

.

SARAN

Mesin ini masih mempunyai kelemahan yaitu perlunya perbaikan dalam hal kontrol terutama pada katup pembaliknya sehingga kestabilan dari proses pemanasan dan pendinginan bisa dijaga lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Riset danTeknologi Republik Indonesia yang telah

mendanai penelitian ini. Serta ucapan terima kasih penulis ucapkan kepadaBapak I Nyoman Suamir, ST, MSc, PhD untuk diskusi yang bermanfaat dan pengkajian kritisnya sehingga mesin ini bisa terwujud.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ashrae Handbook. *Fundamentals, American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers*, SI Edition(2005)

[2] Setiaji, B. dan Prayugo, S.*Membuat VCO Berkualitas Tinggi*, Cetakan I, Penebar Swadaya, Depok-Jakarta (2006)

[3] J. Marina, A.M., Che-Man, Y.B., Amin, I. *Virgin coconut oil:emerging functional food oil, Trends in Food*, Science & Technology 2481-487 (2009)

[4] Barlina R. *Mudahnya Produks Minyak Perawan*, Trubus 417-Agustus/XXXV (2004)

[5] Rosenthal, A., Pyle, D. L., Niranjan, K. *Aqueous and enzymatic processes for edible oil extraction*, Enzyme and Microbial Technology 19, 402-420 (1996)

[6] Seneviratne, K.N., Hapuarachchi, C.D., Ekanayake, S. *Comparison of thephenolic-dependent antioxidant properties of coconut oil extracted under cold and hot conditions*, Food Chemistry 114, 1444–1449 (2009)

[7] Ditjen PMD Multimedia. *Teknologi Pembuatan VCO, metode basah atau fermentasi*, available at: https://www.youtube.com/watch?v=iG7WQsmdMwY (2011) diakses:15-02 2016

[8] Silaban, R., Hutapea, V., Manullang, R., Alexander, I.J. *Pembuatan Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil: VCO) Melalui Kombinasi Teknik Fermentasi dan Enzimatis Menggunakan Getah Pepaya*, UNJ (2013)

[9] *Kementerian Pendidikan Nasional Pembuatan Virgin Coconut Oil, metode pemancingan*, Balai Pendidikan nonformal dan informal Regional 1 Medan, available at:https://www.youtube.com/watch?v=DXHdv41ydf0(2013) diakses: 15-02-2016

[10] Nevin, K.G., Rajamohan, T. *Beneficial effects of virgin coconut oil on lipid parameters and in vitro LDL oxidation*, Clinical Biochemistry 37, 830–835.(2004)

[11] Jordan, R.C., Priester, G.B. *Refrigeration and Air Conditioning*, Prentice Hall of India pvt.ltd (2011)