



Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Teknologi Hasil Pertanian

OPTIMASI PRODUKSI VIRGIN COCONUT OIL (VCO) METODE FERMENTASI: PENGARUH KOMBINASI DAN KONSENTRASI INOKULUM TERHADAP RENDEMEN DAN MUTU

OPTIMIZATION OF VIRGIN COCONUT OIL (VCO) PRODUCTION BY FERMENTATION: EFFECT OF INOCULUM COMBINATION AND CONCENTRATION ON YIELD AND QUALITY

T. Miftah Ibrahim^{1*}, Irfan¹, Yuliani Aisyah¹

¹Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

*Email korespondensi: t.miftahibrahim@usk.ac.id

ABSTRACT

*Virgin Coconut Oil (VCO) has attracted global attention due to its high health benefits. The objective of this study was to optimize VCO production using the fermentation method by examining the effects of inoculum combination and concentration on VCO yield and quality. This study employed a Completely Randomized Design (CRD) with two variables: 1) combination of *Saccharomyces cerevisiae* and *Rhizopus* sp. inoculums (*S.cerevisiae* 100%; *S.cerevisiae* 50% & *Rhizopus* sp. 50%; and *Rhizopus* sp. 100%), and 2) inoculum concentrations (2%, 2.5%, 3%, 3.5%). ANOVA from this study showed that inoculum combination had a highly significant effect ($P \leq 0.01$) on VCO yield and aroma, while inoculum concentration had a significant effect ($P \leq 0.05$) on both parameters. Other quality parameters, namely moisture content, free fatty acid (% FFA), peroxide value, refractive index, specific gravity, and color showed no significant difference ($P > 0.05$). The highest yield (26.58%) was obtained from treatment with 100% *Rhizopus* sp. at a concentration of 2%. The physicochemical characteristics of VCO have met the SNI 7381:2022 and APCC (Asian and Pacific Coconut Community) standards, with moisture content of $0.08 \pm 0.00\%$, FFA $0.31 \pm 0.09\%$, peroxide value 1.46 ± 0.06 mg eq/kg, refractive index 1.4484 ± 0.0004 , and specific gravity 0.919 ± 0.002 . This research contributes to gain a better understanding of the role of microorganisms in VCO production and highlights the importance of selecting the appropriate inoculum to produce high-quality VCO. These results can serve as a foundation for developing more efficient and consistent VCO production methods, as well as supporting the growth of the local VCO industries in Indonesia.*

Keywords:

Virgin Coconut Oil (VCO),
Fermentasi,
Saccharomyces cerevisiae,
Rhizopus sp., Optimasi

1. PENDAHULUAN

Kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan tanaman multifungsi yang telah lama menjadi bagian integral dari kehidupan masyarakat di daerah tropis, termasuk Indonesia. Dikenal sebagai "pohon kehidupan", kelapa memiliki berbagai manfaat dari akar hingga daunnya (Patil & Benjakul, 2018). Salah satu produk olahan kelapa yang semakin populer dalam beberapa tahun terakhir adalah minyak kelapa murni atau VCO.

VCO didefinisikan sebagai minyak yang diperoleh dari daging buah kelapa segar melalui proses mekanis atau alami dengan atau tanpa penggunaan panas, tanpa mengalami pemurnian kimia (Dayrit et al., 2007). Proses produksi VCO yang minim panas ini memungkinkan retensi komponen bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan, seperti polifenol, tokoferol, dan asam-asam lemak rantai menengah (*Medium Chain Fatty Acids*/MCFA), terutama asam laurat (Varma et al., 2019).

Keunggulan MCFA dalam VCO telah menarik perhatian para peneliti dan konsumen. MCFA memiliki sifat unik dalam metabolisme tubuh, di mana mereka dapat langsung diserap oleh usus dan diangkut ke hati untuk diubah menjadi energi dengan cepat (Sankararaman & Sferra, 2018). Asam laurat, yang merupakan komponen utama VCO (sekitar 50%), juga telah terbukti memiliki sifat antimikroba yang dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Widianingrum et al., 2019).

Berbagai metode pembuatan VCO telah dikembangkan, termasuk metode enzimatik, fermentasi, pengasaman, sentrifugasi, dan pemancinan. Di antara metode-metode tersebut, fermentasi dianggap paling sesuai untuk produksi skala rumah tangga karena prosesnya sederhana dan biayanya relatif murah (Prasanna et al., 2024). Metode fermentasi melibatkan penggunaan mikroorganisme yang menghasilkan enzim untuk memecah emulsi santan.

Beberapa mikroorganisme yang telah digunakan dalam pembuatan VCO antara lain *Saccharomyces cerevisiae* (ragi roti) dan *Rhizopus* sp. (ragi tempe). *S. cerevisiae* diketahui menghasilkan enzim lipase yang dapat memecah ikatan lemak, sedangkan *Rhizopus* sp. menghasilkan enzim protease yang dapat mendenaturasi protein dalam emulsi santan (Hidayatulloh & Moehady, 2020). Namun, efektivitas dan efisiensi dari kombinasi kedua mikroorganisme ini dalam produksi VCO masih perlu diteliti lebih lanjut.

Selain itu, konsentrasi inokulum yang optimal juga merupakan faktor kritis yang dapat mempengaruhi rendemen dan kualitas VCO yang dihasilkan. Simangunsong et al. (2016) melaporkan bahwa konsentrasi inokulum yang berbeda dapat menghasilkan karakteristik fisikokimia VCO yang berbeda pula. Oleh karena itu, optimasi konsentrasi inokulum perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil terbaik.

Meskipun penelitian tentang produksi VCO telah banyak dilakukan, masih terdapat ruang untuk peningkatan, terutama dalam hal rendemen dan kualitas produk akhir. Marina et al. (2009) menekankan pentingnya standarisasi proses produksi VCO untuk menjamin konsistensi kualitas dan keamanan produk. Hal ini menjadi semakin penting mengingat meningkatnya permintaan global terhadap VCO sebagai pangan fungsional dan bahan baku industri (Narayanankutty et al., 2018).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mempelajari pengaruh kombinasi inokulum *S. cerevisiae* dan *Rhizopus* sp. terhadap rendemen dan mutu VCO yang dihasilkan.
2. Menentukan konsentrasi inokulum optimal dalam pembuatan VCO secara fermentasi.
3. Menganalisis karakteristik VCO yang dihasilkan dan membandingkannya dengan standar mutu yang berlaku (SNI dan APCC).

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam optimasi proses pembuatan VCO secara fermentasi, sehingga dapat mendukung pengembangan industri VCO skala rumah tangga di Indonesia. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memperkaya pemahaman tentang peran mikroorganisme dalam produksi VCO, yang dapat menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut dalam pengembangan proses fermentasi yang lebih efisien dan produk VCO dengan kualitas yang lebih baik.

2. MATERIAL DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kelapa tua varietas dalam (*Cocos nucifera* L.), inokulum *S. cerevisiae* dan *Rhizopus* sp., serta air bersih. Sedangkan alat yang digunakan yaitu: mesin pamarut kelapa, *hydraulic pressure*, inkubator, alat-alat gelas, dan peralatan analisis (*oven*, *soxhlet*, refraktometer dan piknometer).

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua variabel. Variabel pertama adalah "Kombinasi inokulum *Saccharomyces cerevisiae* dan *Rhizopus* sp. dengan kombinasi *S. cerevisiae* 100%; *S. cerevisiae* 50% & *Rhizopus* sp. 50%; dan *Rhizopus* sp. 100%. Variabel kedua adalah "Konsentrasi inokulum", dengan konsentrasi 2%; 2,5%; 3%; dan 3,5%. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak dua kali, sehingga menghasilkan 24 satuan percobaan.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 4 tahapan, yaitu:

Pembuatan Santan

Buah kelapa diparut, lalu diekstrak dengan *hydraulic pressure* dengan tekanan rata-rata 100 kg/cm² hingga seluruh cairan terekstrak. Ampas kelapa dari pengepresan pertama dicampurkan air dengan perbandingan 1:1 (1 kg kelapa parut dicampur dengan 1 liter air) kemudian di ekstrak dengan *hydraulic pressure* untuk kedua kali. Ampas kelapa dari pengepresan kedua dicampurkan air dengan perbandingan 1:1 (1 kg kelapa parut dicampur dengan 1 liter air) sehingga total perbandingan air yang ditambahkan menjadi 1:2 (kelapa parut : air), kemudian diekstrak dengan *hydraulic pressure* untuk ketiga kali. Hasil ekstraksi filtrat berupa emulsi minyak dalam air tersebut disebut santan.

Pemisahan Krim dan Skim

Santan didiamkan selama ± 1 jam dalam wadah plastik transparan hingga terbentuk krim santan pada bagian atas dan skim santan pada bagian bawah. Skim dipisahkan dari krim dengan menggunakan selang. Selanjutnya dilakukan analisis kadar lemak, kadar air dan pH dari krim santan tersebut.

Fermentasi

Krim santan dimasukkan dalam wadah plastik transparan masing-masing 250 ml. Krim santan tersebut kemudian ditambahkan inokulum mikroorganisme sesuai perlakuan. Fermentasi dilakukan pada suhu 30°C selama 20 jam dalam

kondisi anaerob. Fermentasi selesai ditandai dengan terbentuknya 3 lapisan yaitu lapisan minyak paling atas, lapisan tengah berupa koagulan protein dan lapisan paling bawah berupa air.

Pemisahan minyak

Pemisahan dilakukan untuk memisahkan minyak dari koagulan protein dan air. Mula-mula air dipisahkan dengan menggunakan pipet volume, kemudian dilakukan penyaringan dengan kain saring yang bertujuan untuk memisahkan campuran minyak dari koagulan protein. Kemudian dilakukan penyaringan dengan kertas saring yang bertujuan untuk menurunkan kadar air dan memisahkan partikel-partikel padatan yang tersuspensi dalam minyak sehingga diperoleh minyak kelapa murni.

Prosedur Analisis

Rendemen

Rendemen minyak (% wb) yang dihasilkan ditentukan berdasarkan perbandingan volume minyak yang diperoleh (setelah dikurangi kadar air) dengan volume krim santan dikali 100 persen.

Kadar air minyak (metode oven)

Analisis kadar air dilakukan dengan menggunakan metode oven yang membandingkan kadar jumlah bahan sebelum dan sesudah dikeringkan. Sebanyak 5 gram sampel yang telah diaduk dimasukkan ke dalam cawan yang sebelumnya telah dikeringkan, selanjutnya dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Sampel diangkat dari oven dan didiamkan dalam desikator sampai suhu kamar, setelah itu sampel ditimbang. Perlakuan ini diulang sampai berat sampel setelah dikeringkan tersebut konstan.

$$\% \text{ Kadar air (bb)} = \frac{\text{Bobot yang hilang (gram)}}{\text{Bobot sampel (gram)}} \times 100\%$$

Kadar asam lemak bebas (% FFA)

Minyak atau lemak yang diuji ditimbang 20 gram di dalam erlenmeyer 200 ml. Ditambahkan 50 ml alkohol netral 95 %, kemudian dipanaskan selama 10 menit dalam penangas air pada suhu 60°C sambil diaduk. Setelah didinginkan, larutan ini kemudian dititrasi dengan KOH 0,1 N dengan indikator larutan phenolphthalein 1 %, sampai terlihat warna merah jambu. Setelah itu kadar asam lemak bebas (% FFA) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{ml KOH} \times N \text{ KOH} \times 200 \times 100\%}{\text{bobot sampel (gram)} \times 1000}$$

Keterangan :

$$200 = \text{BM Asam Laurat (C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_2\text{)}.$$

Bilangan peroksida

Minyak ditimbang seberat 5 gram dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian dimasukkan 30 ml campuran pelarut yang terdiri dari 60 % asam asetat glasial dan 40 % khloroform (3 : 2) ke dalam erlenmeyer yang sama. Setelah minyak larut, ditambahkan 0,5 ml larutan kalium iodida jenuh sambil dikocok sampai jernih. Setelah 2 menit sejak penambahan kalium iodida, ditambahkan 30 ml air. Iod yang bebas dititrasi dengan larutan natrium thiosulfat 0,01 N menggunakan indikator amilum sampai warna biru hilang. Titrasi sampel dinyatakan sebagai = ts ml. dengan cara yang sama dibuat juga penentuan blanko. Titrasi blanko dinyatakan sebagai = tb ml. Bilangan peroksida dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$= \frac{(ts - tb) \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 1000}{\text{Bobot sampel (gram)}}$$

Indeks Bias

Alat yang digunakan untuk menentukan indeks bias minyak adalah refraktometer. Penentuan indeks bias minyak pada suhu 40°C. Nilai indeks bias dipengaruhi oleh suhu dan dapat dihitung dengan rumus : $R' = R - K(T' - T)$, dimana R adalah indeks bias pada suhu T (°C); R' adalah indeks bias pada suhu T' (°C) ; T' adalah suhu dimana R' akan dicari; dan K adalah faktor koreksi untuk minyak sebesar 0,000385.

Bobot jenis

Piknometer dibersihkan dan dikeringkan kemudian di isi dengan aquades bersuhu 20 – 30°C sampai air dalam botol meluap dan tidak ada gelembung udara didalamnya. Setelah piknometer ditutup kemudian direndam dalam air dengan suhu 25°C dengan toleransi 0,2°C selama 30 menit. Selanjutnya dikeringkan bagian luar piknometer dan ditimbang. Dengan cara yang sama piknometer diisi dengan sampel minyak dan ditimbang. Jika berat jenis minyak pada suhu 25°C telah diketahui maka untuk menghitung berat jenis minyak pada suhu tertentu lainnya dapat digunakan rumus: $G = G' + 0,00064(T - 25^\circ\text{C})$, dimana G adalah bobot jenis pada 25°C; dan G' adalah bobot jenis pada T°C/25°C.

Uji Sensoris

Pelaksanaan uji sensoris dilakukan dengan uji hedonik oleh 20 orang panelis semi terlatih. Adapun parameter yang diamati adalah warna dan aroma minyak kelapa yang dihasilkan dengan skala 1-5

yaitu: 1 = sangat tidak suka; 2 = tidak suka; 3 = agak suka (netral); 4 = suka; dan 5 = sangat suka.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Jika terdapat pengaruh yang signifikan, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5 % dan 1 %.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

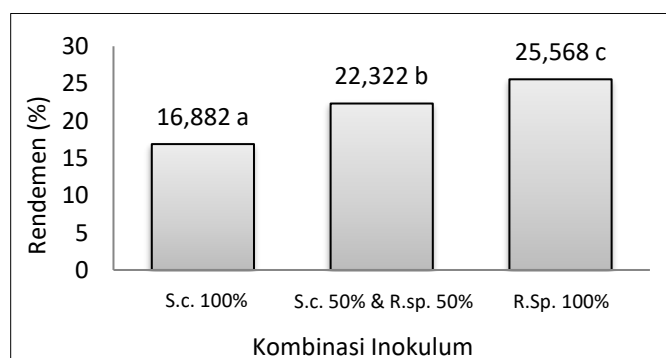
Karakteristik Responden Krim Santan

Hasil analisis terhadap krim santan yang digunakan pada penelitian ini menunjukkan kadar lemak pada krim sebesar 51,92 % dan kadar air sebesar 42,11 %, sedangkan pH 7,4. Krim santan dianalisis untuk dapat mengukur efektifitas perlakuan.

Rendemen

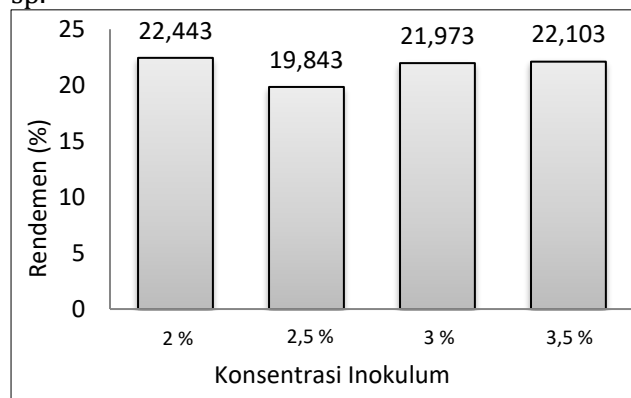
Rendemen minyak merupakan persentase VCO yang dihasilkan (setelah dikurangi kadar air) per satuan berat krim santan. Rendemen VCO yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara $16,18 \pm 0,84$ % - $26,58 \pm 0,85$ % (Gambar 1). Dengan demikian perlakuan pada penelitian ini belum dapat mengekstrak seluruh minyak yang terdapat pada krim santan yang mencapai 51,92 %. Selain itu, belum optimalnya rendemen pada penelitian ini disebabkan adanya *looses* (kehilangan) selama proses klarifikasi minyak (pemisahan dan penyaringan).

Hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada kombinasi inokulum ($P \leq 0,01$) terhadap rendemen VCO (Gambar 1), sedangkan perlakuan konsentrasi inokulum hanya menunjukkan perbedaan nyata ($P \leq 0,05$) (Gambar 2). Hasil ANOVA juga memvalidasi tidak adanya interaksi antara kombinasi inokulum dengan konsentrasi inokulum ($P > 0,05$).



Gambar 1. Pengaruh kombinasi inokulum ($P \leq 0,01$) terhadap rendemen VCO. (S.c.= *Saccharomyces cerevisiae*; R.sp.= *Rhizopus* sp.).

Rendemen VCO tertinggi ($26,58 \pm 0,85$ %) yang diperoleh dengan menggunakan inokulum *Rhizopus* sp. 100%, hampir sama dengan hasil pada penelitian Handayani et al. (2009) yang menggunakan kelapa varietas dalam. Rendemen ini juga lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa penelitian lainnya, Oktaviani & Lusiani (2023) melaporkan rendemen VCO tertinggi sebesar 15% menggunakan *Rhizopus* sp.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi inokulum ($P \leq 0,05$) terhadap rendemen VCO.

Selama fermentasi, mikroorganisme menghasilkan enzim yang akan menguraikan bahan-bahan organik antara lain menjadi asam yang mengakibatkan penurunan pH sehingga terjadi koagulasi protein penstabil emulsi santan yang mengakibatkan pecahnya membran pada lapisan globula minyak (Handayani et al., 2009). Enzim yang disintesis oleh *Rhizopus* sp. selama proses fermentasi diduga lebih efektif untuk memecah emulsi santan dari pada yang disintesis oleh *Saccharomyces cerevisiae*.

Efektivitas *Rhizopus* sp. dalam menghasilkan rendemen VCO dapat dijelaskan oleh kemampuannya menghasilkan enzim yang beragam. Selain protease dan amilase, Zorn et al. (2024) menemukan bahwa beberapa strain *Rhizopus* juga menghasilkan lipase yang dapat membantu pemecahan lemak. Sedangkan *Saccharomyces cerevisiae* mensintesis enzim heksokinase, L-laktase dehidrogenase, glukosa-6-fosfat dehidrogenase, dan alkohol dehidrogenase. Kombinasi enzim-enzim ini memungkinkan pemecahan emulsi santan yang lebih efektif, menghasilkan rendemen VCO yang lebih tinggi.

Kadar Air

Kadar air VCO yang dihasilkan berkisar antara $0,07 \pm 0,01$ % sampai $0,19 \pm 0,01$ % (Tabel 1) dengan hasil ANOVA tidak berbeda nyata ($P > 0,05$), hasil ini sejalan dengan penelitian Rangana &

Wickramasinghe (2023), yang melaporkan kadar air VCO dari berbagai metode berkisar antara 0,06% - 0,15%. Rendahnya kadar air ini penting untuk menjaga stabilitas VCO selama penyimpanan. Marina et al. (2009) menunjukkan bahwa VCO dengan kadar air di bawah 0,2% memiliki umur simpan yang lebih panjang dan lebih tahan terhadap oksidasi dibandingkan dengan VCO berkadar air lebih tinggi.

Kadar asam lemak bebas berkisar antara $0,31 \pm 0,09$ % sampai $0,47 \pm 0,06$ % (Tabel 1) menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan berdasarkan ANOVA ($P > 0,05$). Meskipun belum memenuhi standar SNI 7381:2022 maksimal 0,2 % (Tabel 1), nilai ini masih memenuhi standar mutu minyak kelapa murni APCC (*Asian and Pacific Coconut Community*) yaitu maksimal 0,5 %.

Kadar Asam Lemak Bebas (% FFA)

Tabel 1. Hasil analisis karakteristik fisikokimia dan sensoris VCO yang dihasilkan (S.c= *Saccharomyces cerevisiae*; R.sp= *Rhizopus* sp.).

Perlakuan Inokulum		Kadar Air (%)	% FFA	Bilangan Peroksida (mg eq/kg)	Indeks Bias	Bobot Jenis	Sensoris	
Kombinas i	Konsentrasi						Warna	Aroma
S.c 100%	2,00%	$0,07 \pm 0,01$	$0,37 \pm 0,04$	$1,44 \pm 0,06$	$1,4482 \pm 0,0000$	$0,918 \pm 0,001$	$4,73 \pm 0,11$	$3,75 \pm 0,14$
	2,50%	$0,19 \pm 0,01$	$0,34 \pm 0,16$	$1,44 \pm 0,03$	$1,4482 \pm 0,0000$	$0,918 \pm 0,002$	$4,55 \pm 0,07$	$3,68 \pm 0,11$
	3,00%	$0,10 \pm 0,03$	$0,40 \pm 0,15$	$1,45 \pm 0,04$	$1,4484 \pm 0,0004$	$0,919 \pm 0,001$	$4,60 \pm 0,00$	$3,83 \pm 0,04$
	3,50%	$0,07 \pm 0,01$	$0,42 \pm 0,21$	$1,47 \pm 0,04$	$1,4484 \pm 0,0004$	$0,920 \pm 0,000$	$4,60 \pm 0,00$	$3,55 \pm 0,07$
S.c 50% & R.sp. 50%	2,00%	$0,16 \pm 0,06$	$0,40 \pm 0,11$	$1,44 \pm 0,06$	$1,4484 \pm 0,0004$	$0,919 \pm 0,001$	$4,75 \pm 0,07$	$3,53 \pm 0,18$
	2,50%	$0,09 \pm 0,01$	$0,45 \pm 0,09$	$1,45 \pm 0,01$	$1,4489 \pm 0,0004$	$0,919 \pm 0,000$	$4,70 \pm 0,14$	$3,71 \pm 0,19$
	3,00%	$0,12 \pm 0,06$	$0,40 \pm 0,15$	$1,47 \pm 0,01$	$1,4484 \pm 0,0004$	$0,919 \pm 0,001$	$4,68 \pm 0,04$	$4,08 \pm 0,04$
	3,50%	$0,13 \pm 0,04$	$0,39 \pm 0,12$	$1,47 \pm 0,01$	$1,4482 \pm 0,0000$	$0,918 \pm 0,001$	$4,60 \pm 0,00$	$3,88 \pm 0,25$
R.sp. 100%	2,00%	$0,08 \pm 0,00$	$0,31 \pm 0,09$	$1,46 \pm 0,06$	$1,4484 \pm 0,0004$	$0,919 \pm 0,002$	$4,73 \pm 0,04$	$4,00 \pm 0,00$
	2,50%	$0,09 \pm 0,04$	$0,47 \pm 0,06$	$1,48 \pm 0,03$	$1,4487 \pm 0,0000$	$0,920 \pm 0,000$	$4,63 \pm 0,18$	$4,23 \pm 0,04$
	3,00%	$0,14 \pm 0,08$	$0,41 \pm 0,11$	$1,45 \pm 0,04$	$1,4484 \pm 0,0004$	$0,920 \pm 0,001$	$4,83 \pm 0,04$	$4,20 \pm 0,14$
	3,50%	$0,19 \pm 0,01$	$0,42 \pm 0,06$	$1,48 \pm 0,03$	$1,4484 \pm 0,0004$	$0,919 \pm 0,001$	$4,75 \pm 0,07$	$4,30 \pm 0,21$

Pada penelitian ini minyak kelapa murni dihasilkan tanpa melalui proses pemanasan, sehingga tingginya kadar asam lemak bebas diduga disebabkan oleh enzim lipase yang masih aktif yang terdapat secara alami pada santan. Walaupun demikian, minyak kelapa murni yang dihasilkan dari penelitian ini dapat dikategorikan cukup baik. Hal ini dikarenakan untuk menghasilkan minyak dengan kadar asam lemak bebas $< 0,2\%$ umumnya dilakukan proses rafinasi, sedangkan minyak kelapa murni yang dihasilkan dari penelitian ini tidak melalui proses tersebut.

Pada dasarnya, suatu bahan pangan berkadar minyak tinggi tidak akan pernah sepenuhnya bebas dari asam lemak bebas. Asam lemak bebas sudah terdapat dalam minyak atau lemak sejak bahan tersebut mulai dipanen, dan jumlahnya terus bertambah selama proses pengolahan dan penyimpanan (Marlina & Ramdan, 2017). Menurut Ngatirah et al. (2023), kadar air yang tinggi pada

minyak akan mempercepat proses hidrolisis yang menghasilkan peningkatan asam lemak bebas.

Reaksi hidrolisis dapat mengakibatkan peningkatan kandungan asam lemak bebas dan gliserol. Pembentukan asam lemak bebas dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: keberadaan molekul air dalam minyak, serta aktivitas asam, basa, dan enzim lipase. Enzim lipase memiliki kemampuan untuk memecah minyak atau lemak menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Enzim ini telah ada sejak proses pembuatan santan dimulai, dan proses pemanasan dapat menonaktifkannya. Namun, dalam kondisi tertentu, enzim lipase dapat kembali aktif pada kadar air serendah 0,3% (Marlina & Ramdan, 2017).

Dalam penelitian ini, minyak kelapa murni dihasilkan tanpa melalui proses pemanasan, sehingga tingginya kadar asam lemak bebas diduga disebabkan oleh aktivitas enzim lipase yang masih aktif secara alami dalam santan. Walaupun demikian,

minyak kelapa murni yang dihasilkan dari penelitian ini dapat dikategorikan cukup baik. Hal ini dikarenakan untuk menghasilkan minyak dengan kadar asam lemak bebas $<0,2\%$ umumnya dilakukan proses rafinasi, sedangkan minyak kelapa murni yang dihasilkan dari penelitian ini tidak melalui proses tersebut. Untuk menurunkan kadar FFA, Fatimah dan Sangi (2010) mengusulkan penggunaan adsorben seperti zeolit atau bentonit setelah proses fermentasi. Metode ini berhasil menurunkan kadar FFA VCO hingga $0,15\%$ tanpa mempengaruhi komponen bioaktif lainnya.

Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida VCO yang dihasilkan ($1,44 \pm 0,03$ - $1,48 \pm 0,03$ mg ek/kg) menunjukkan kualitas oksidatif yang baik (Tabel 1). Hasil ANOVA menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan ($P > 0,05$). Nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan temuan Handayani et al. (2009) yang melaporkan bilangan peroksida VCO fermentasi sebesar $2,54$ mg ek/kg. Rendahnya bilangan peroksida ini mungkin disebabkan oleh efektivitas proses fermentasi dalam memisahkan minyak dari komponen lain yang dapat memicu oksidasi.

Asam lemak yang menyusun minyak kelapa terdiri dari 92% asam lemak jenuh dan 8% asam lemak tidak jenuh. Komposisi ini menyebabkan minyak kelapa memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap kerusakan oksidasi (Ngatirah et al., 2023). Umumnya minyak yang mengandung asam lemak tidak jenuh lebih rentan terhadap proses oksidasi, sedangkan minyak dengan proporsi asam lemak jenuh yang tinggi cenderung lebih stabil namun berpotensi mengalami hidrolisis lebih mudah.

Indeks Bias dan Bobot Jenis

Analisis indeks bias dari minyak VCO dalam penelitian ini berkisar antara $1,4482 \pm 0,0000$ sampai $1,4489 \pm 0,0004$, sedangkan bobot jenis berkisar antara $0,918 \pm 0,001$ sampai $0,920 \pm 0,000$ (Tabel 1). Hasil pengukuran ini telah sesuai dengan standar mutu minyak kelapa murni yang ditetapkan oleh Asian and Pacific Coconut Community (APCC), yaitu pada rentang $1,4480$ - $1,4492$ untuk indeks bias dan $0,915$ - $0,920$ untuk bobot jenis. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan ($P > 0,05$), menurut Dayrit et al. (2007) metode ekstraksi VCO tidak signifikan mempengaruhi komposisi asam lemak. Hal ini mengindikasikan bahwa proses fermentasi mampu mengekstrak minyak tanpa mengubah struktur kimianya secara signifikan.

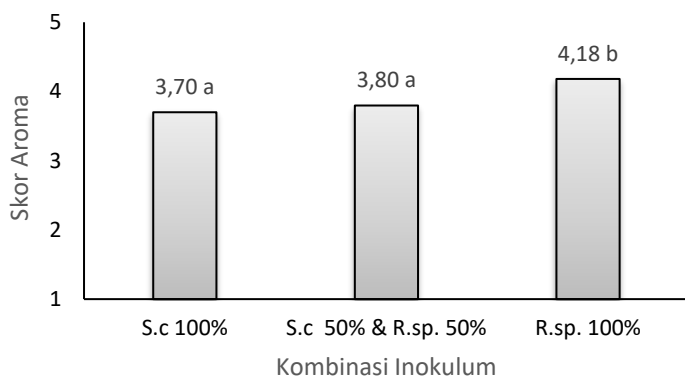
Indeks bias minyak merupakan perbandingan dari sinus sudut sinar jatuh dan sudut sinar pantul cahaya yang melalui minyak. Pembiasan ini terjadi akibat interaksi antara gaya elektrostatis dan elektromagnetik dari atom-atom dalam molekul minyak. Pengujian indeks bias dapat digunakan sebagai metode untuk menentukan kemurnian minyak. Indeks bias akan meningkat pada minyak atau lemak dengan karakteristik rantai karbon yang panjang dan keberadaan ikatan rangkap. Nilai indeks bias dari asam lemak akan mengalami peningkatan seiring dengan naiknya bobot molekul, meningkatnya derajat ketidakjenuhan dan naiknya suhu (Sutiah et al., 2008).

Menurut Mas'ud (2022), bobot jenis memiliki keterkaitan erat dengan komposisi fraksi komponen di dalam minyak. Semakin berat fraksi yang terkandung dalam minyak, maka akan semakin besar pula nilai bobot jenisnya. Pada umumnya, komponen teroksidasi memiliki bobot jenis yang lebih besar dibandingkan komponen non-teroksidasi.

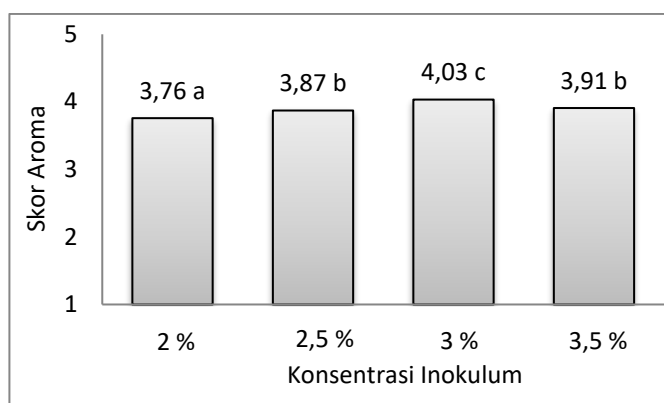
Uji Sensoris

Karakteristik sensoris minyak kelapa mencakup serangkaian pengujian meliputi warna dan aroma. Proses penilaian mutu bahan pangan dipengaruhi oleh beragam faktor, namun aspek visual (warna) dan aroma selalu menjadi pintu masuk pertama konsumen dalam menilai kualitas produk. Warna merupakan parameter kunci dalam mengevaluasi kualitas dan tingkat akseptabilitas produk pangan dimana sebuah produk pangan dapat kehilangan daya tarik jika warnanya tidak menarik atau menyimpang dari standar visual yang diharapkan. Pengujian aroma dimaksudkan untuk memetakan potensi penerimaan produk di kalangan konsumen (Abdullah et al., 2021).

Hasil uji hedonik terhadap warna minyak kelapa murni berkisar antara $4,55 \pm 0,07$ sampai $4,83 \pm 0,04$ (suka - sangat suka) dengan nilai rata-rata keseluruhan $4,68 \pm 0,10$ (sangat suka) (Tabel 1). Berdasarkan ANOVA, rentang nilai ini menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Minyak yang dihasilkan bening dan transparan serta tidak terlihat adanya partikel-partikel padatan yang tersuspensi dalam minyak.



Gambar 3. Pengaruh kombinasi inokulum ($P \leq 0,01$) terhadap aroma VCO (S.c= *Saccharomyces cerevisiae*; R.sp= *Rhizopus* sp.).



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi inokulum ($P \leq 0,05$) terhadap aroma VCO.

Adapun hasil uji hedonik terhadap aroma minyak kelapa murni menunjukkan preferensi “netral-suka” dengan nilai berkisar antara $3,53 \pm 0,18$ – $4,30 \pm 0,21$ (Tabel 1). Hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang sangat nyata antar perlakuan kombinasi inokulum ($P \leq 0,01$) terhadap aroma VCO (Gambar 3), sedangkan perlakuan konsentrasi inokulum hanya menunjukkan perbedaan nyata ($P \leq 0,05$) (Gambar 4).

Preferensi panelis terhadap aroma VCO yang dihasilkan oleh *Rhizopus* sp. 100% cenderung lebih baik dibandingkan Inokulum lainnya, hal ini sejalan dengan temuan Handayani et al. (2009) yang melaporkan bahwa VCO yang difermentasi dengan *Rhizopus oligosporus* memiliki aroma yang lebih disukai dibandingkan dengan metode lain. Rendahnya aroma minyak pada sampel yang mengandung proporsi *Saccharomyces cerevisiae* diduga disebabkan adanya aroma khas inokulum *Saccharomyces cerevisiae* yang menyengat, sedangkan aroma inokulum *Rhizopus* sp. lebih cenderung netral. Aroma dari inokulum tersebut kemudian diduga mengalahkan aroma khas kelapa.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *Rhizopus* sp. sebagai inokulum tunggal dalam fermentasi VCO dapat menghasilkan minyak dengan rendemen tinggi dan kualitas yang lebih baik dibandingkan jika dikombinasikan ataupun penggunaan tunggal *Saccharomyces cerevisiae*. Peningkatan konsentrasi inokulum cukup berpengaruh terhadap rendemen dan aroma tetapi tidak menimbulkan interaksi perlakuan. Perlakuan terbaik (mengacu kepada standar SNI 7381:2022 dan APCC) diperoleh dari perlakuan menggunakan inokulum *Rhizopus* sp. 100% dan konsentrasi 2 %, kombinasi perlakuan ini menghasilkan rendemen sebesar 26,58 %, kadar asam lemak bebas (% FFA) 0,31 %, kadar air 0,08 %, bilangan peroksida 1,46 mg ek/kg, indeks bias 1,4484, bobot jenis 0,919, serta warna sangat baik dan aroma minyak kelapa yang baik. Secara umum minyak kelapa murni yang dihasilkan memenuhi syarat mutu yang ditetapkan dalam SNI 7381:2022 dan APCC, kecuali kadar asam lemak bebas (% FFA) yang sedikit lebih tinggi dari syarat SNI 7381:2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Fatima, S., Suriani. 2021. Uji Organoleptik Minyak Kelapa dalam Dengan Pemberian Ekstrak Serai (*Cymbopogo Citratus* L.) Pada Konsentrasi Berbeda. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 6(1), 15–19. <https://doi.org/10.31970/pangan.v6i1.53>
- Dayrit, F. M. ., Buenafe, O. E. M. ., Chainani, E. T. ., de Vera, I. M. S. ., Dimzon, I. K. D. ., Gonzales, E. G. ., Santos, J. E. R. 2007. Standards for Essential Composition and Quality Factors of Commercial Virgin Coconut Oil and its Differentiation from RBD Coconut Oil and Copra Oil. *Philippine Journal of Science*. 136(2): 119–129.
- Fatimah, F., & Sangi, M. E. C. (2010). Kualitas Pemurnian Virgin Coconut Oil (VCO) Menggunakan Beberapa Adsorben. *Chemistry Progress*, 3(2). 65–69.
- Handayani, R., Sulistyo, J., Rahayu, R. D. 2009. Extraction of Coconut Oil (*Cocos nucifera* L.) through Fermentation System. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 10(3): 151–157. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d100309>
- Hidayatulloh, I., Moehady, B. I. 2020. Proses Pembuatan Minyak Kelapa Murni dengan Menggunakan *Rhizopus Oligosporus*. *Metana*. 16(1): 11–18. <https://doi.org/10.14710/metana.v16i1.2594>

- Marina, A. M. ., Che Man, Y. B., Amin, I. 2009. Virgin coconut oil: emerging functional food oil. *Trends in Food Science and Technology*. 20(10): 481–487. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.06.003>
- Marlina, L., Ramdan, I. 2017. Identifikasi Kadar Asam Lemak Bebas Pada Berbagai Jenis Minyak Goreng Nabati. *Tedc*. 11(1): 53.
- Mas'ud, F. 2022. Kajian Sifat Fisikokimia dan Komposisi Asam Lemak Minyak Kernel Biji Mangga. *Jurnal Agritechno*. 15(2): 166–171.
- Narayanankutty, A., Illam, S. P., Raghavamenon, A. C. 2018. US. *Trends in Food Science & Technology*, Volume 80(October 2018), Pages 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.025>. This
- Ngatirah, Ringo, G. S., Ruswanto, A., Widyasaputra, R. 2023. Analisis Kualitas Minyak Kelapa Hasil Dari Berbagai Proses Pengolahan Tradisional. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*. 7(1): 52–61. <https://doi.org/10.33379/gtech.v7i1.1830>
- Oktaviani, H. K., Lusiani, C. E. 2023. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Virgin Coconut Oil (Vco) Dari Kelapa Daerah Probolinggo Menggunakan Ragi Tempe 2% B/V. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*. 7(2): 282–288. <https://doi.org/10.33795/distilat.v7i2.241>
- Patil, U., Benjakul, S. 2018. Coconut Milk and Coconut Oil: Their Manufacture Associated with Protein Functionality. *Journal of Food Science*. 83(8): 2019–2027. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14223>
- Prasanna, N. S., Selvakumar, M., Choudhary, N., Raghavarao, K. S. M. S. 2024. Virgin coconut oil: wet production methods and food applications - a review. *Sustainable Food Technology*, 2, 1391–1408. <https://doi.org/10.1039/d4fb00093e>
- Rangana, W. M. D., Wickramasinghe, I. 2023. Comparison of physicochemical characteristics of virgin coconut oils from traditional and hybrid coconut varieties. *Journal of Agriculture and Food Research*, 12, 100554. <https://doi.org/10.1016/j.JAFR.2023.100554>
- Sankararaman, S., Sferra, T. J. 2018. Are We Going Nuts on Coconut Oil? *Current Nutrition Reports*, 7(3), 107–115.
- Simangunsong, J., Febrina, E., Masyithah, Z. 2016. Pengaruh Penambahan Inokulum , Lama Fermentasi Dan Pengadukan Pada Pembuatan Virgin Coconut Oil (Vco). *Jurnal Teknik Kimia USU*. 5(3): 24–30.
- Sutiah, S., Firdausi, K. S., Budi, W. S. 2008. Studi Kualitas Minyak Goreng Dengan Parameter Viskositas Dan Indeks Bias. *Berkala Fisika*. 11(2): 53–58.
- Varma, S. R. ., Sivaprakasam, T. O. ., Arumugam, I., Dilip, N. ., Raghuraman, M. ., Pavan, K. B. ., Rafiq, M., Paramesh, R. 2019. In vitro anti-inflammatory and skin protective properties of Virgin coconut oil. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*. 9(1): 5–14. <https://doi.org/10.1016/J.JTCME.2017.06.012>
- Widianingrum, D. C., Noviandi, C. T., Salasia, S. I. O. 2019. Antibacterial and immunomodulator activities of virgin coconut oil (VCO) against *Staphylococcus aureus*. *Heliyon*, 5(10), e02612. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02612>
- Zorn, H., Barat Baviera, J. M. ., Bolognesi, C., Catania, F., Gadermaier, G., Greiner, R., Mayo, B., Mortensen, A., Roos, Y. H., Solano, M. L. M. ., Sramkova, M., Van Loveren, H., Vernis, L., Cavanna, D., Liu, Y., Ferreira de Sousa, R. 2024. Safety evaluation of an extension of use of the food enzyme triacylglycerol lipase from the non-genetically modified *Rhizopus arrhizus* strain AE-TL(B). *EFSA Journal*. 22(7): 1–10. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2024.8944>