

## OPTIMASI PRODUKSI *VIRGIN COCONUT OIL (VCO)* MELALUI FERMENTASI *Rhizopus Oligosporus* DENGAN KATALIS ENZIM PAPAIN: STUDI EFISIENSI DAN KUALITAS PRODUK

Baihaqi Baihaqi<sup>1\*</sup> Fatahu Fatahu<sup>1</sup>, Andi Laila Nugrawati Mustarim<sup>1</sup>, Wa ode Nafilawati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo, Sulawesi Tenggara

\*Email : teukubaihaqi.stp@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan produksi Virgin Coconut Oil (VCO) melalui kombinasi fermentasi menggunakan *Rhizopus oligosporus* dan katalis enzim papain. Kombinasi ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi dan kualitas produk, termasuk hasil, kadar air, kadar asam lemak bebas, dan bilangan iodin. Proses fermentasi dilakukan pada krim santan kelapa dengan variasi konsentrasi ragi tempe dan ekstrak pepaya pada pH 3, 4, dan 5, diikuti dengan analisis kualitas VCO yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode kombinasi ini mampu meningkatkan hasil secara signifikan dibandingkan dengan metode konvensional. Kondisi optimal tercapai dengan penambahan 0,5 gram ragi tempe dan 10 mL ekstrak pepaya pada pH 4, menghasilkan rendemen sebesar 30,45%. Pada kondisi ini, kadar air, kadar asam lemak bebas, dan bilangan iodin masing-masing tercatat sebesar 0,27%, 0,144%, dan 7,12 gram iodin/100 gram minyak, memenuhi standar kualitas VCO. Penambahan konsentrasi ekstrak pepaya yang lebih tinggi cenderung meningkatkan kadar asam lemak bebas, tetapi mengurangi bilangan iodin. Kombinasi metode fermentasi dan enzimatik ini membuktikan keunggulannya dalam menghasilkan VCO berkualitas tinggi dengan waktu produksi yang lebih efisien. Temuan ini menawarkan solusi inovatif untuk pengembangan teknologi produksi VCO dalam industri pangan, kesehatan, dan kosmetik.

**Kata kunci:** kelapa, papain, rendemen, VCO

### ABSTRACT

This research aims to optimize the production of Virgin Coconut Oil (VCO) through a combination of fermentation using *Rhizopus oligosporus* and the papain enzyme catalyst. This combination aims to enhance extraction efficiency and product quality, including yield, water content, free fatty acid content, and iodine value. The fermentation process was conducted on coconut milk cream with varying concentrations of tempeh yeast and papaya extract at pH levels of 3, 4, and 5, followed by quality analysis of the produced VCO. The results indicate that this combination method significantly increases yield compared to conventional methods. Optimal conditions were achieved by adding 0.5 grams of tempeh yeast and 10 mL of papaya extract at pH 4, yielding 30.45%. Under these conditions, water content, free fatty acid content, and iodine value were recorded at 0.27%, 0.144%, and 7.12 grams of iodine/100 grams of oil, respectively, meeting VCO quality standards. The addition of higher concentrations of papaya extract tends to increase free fatty acid levels but reduces iodine value. This combination of fermentation and enzymatic methods demonstrates its superiority in producing high-quality VCO with more efficient production times. These findings provide innovative solutions for developing VCO production technology in the food, health, and cosmetics industries.

**Keyword:** coconut, papain, yield, VCO

### PENDAHULUAN

Virgin Coconut Oil (VCO) atau minyak kelapa murni adalah minyak yang diekstrak dari daging kelapa segar dengan metode tanpa pemanasan tinggi, sehingga mempertahankan

kandungan senyawa bioaktif seperti asam laurat, kaprilat, dan kaprat. Senyawa-senyawa ini dikenal memiliki sifat antimikroba, antioksidan, serta berbagai manfaat kesehatan lainnya, sehingga menjadikan VCO sebagai

bahan yang bernilai ekonomi tinggi dalam industri pangan, kesehatan, dan kosmetik (Baihaqi., 2024).

Produksi VCO secara konvensional umumnya menggunakan metode pemerasan mekanis atau fermentasi alami, tetapi metode tersebut sering kali kurang efisien dalam hal waktu produksi dan rendemen minyak yang dihasilkan (Sherliana et al., 2021). Dalam beberapa penelitian, penggunaan kapang *Rhizopus oligosporus* menunjukkan efektivitas dalam meningkatkan pemecahan dinding sel, yang mempercepat pelepasan minyak dari bahan baku (Rindawati, 2020). Kapang ini menghasilkan enzim pektinase dan selulase yang membantu menghidrolisis komponen struktural dinding sel kelapa, sehingga mempercepat proses ekstraksi minyak.

Di sisi lain, enzim papain merupakan enzim proteolitik yang banyak ditemukan pada getah pepaya, juga telah banyak dimanfaatkan dalam proses ekstraksi minyak nabati. Papain mampu menghidrolisis protein yang terdapat dalam emulsi kelapa, sehingga mempercepat proses pemisahan antara minyak dan air serta meningkatkan rendemen VCO yang dihasilkan (Diningsih, 2021). Dalam penelitian Karimah et al., (2022), penambahan enzim papain pada ekstraksi VCO menunjukkan peningkatan rendemen minyak hingga 15% lebih tinggi dibandingkan metode konvensional tanpa enzim.

Studi ini bertujuan untuk mengkombinasikan kedua agen biokatalitik ini, yaitu *Rhizopus oligosporus* dan enzim papain, dalam pembuatan VCO untuk memperoleh rendemen lebih tinggi dan meningkatkan kualitas fisikokimia VCO, termasuk viskositas, stabilitas emulsi, dan nilai peroksida. Penggunaan kombinasi kapang dan enzim ini diharapkan dapat menghasilkan VCO dengan kualitas yang lebih baik dan waktu produksi yang lebih efisien. Dengan demikian, penelitian ini akan memberikan kontribusi pada pengembangan metode produksi VCO yang lebih efisien dan berkualitas tinggi, serta membuka potensi penerapan bioteknologi dalam industri minyak nabati.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah daging kelapa parut dari kelapa yang sudah tua, buah pepaya muda, akuadest, ragi tempe, KOH 0,5N, HCl 0,5N, alkohol 96 %, KOH 0,1N dan kertas saring. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah erlenmeyer 250 ml, aluminium foil, dan kapas.

### Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dalam 4 tahap yaitu tahap persiapan bahan, tahap fermentasi, tahap pemisahan VCO, dan tahap analisa hasil.

### Persiapan bahan

Kelapa yang telah diparut diekstraksi dengan pengepresan sehingga mengeluarkan santan yang kemudian difiltrasi dan dibiarkan selama  $\pm 2$  jam untuk memisahkan krim santan dengan skim. Lapisan atas adalah krim santan dan lapisan bawah adalah skim (encer). Buah pepaya yang masih muda dikupas kulitnya, lalu dipotong bagian dagingnya, dicuci bersih dan ditimbang. Buah pepaya diblender dan disaring dengan corong Buchner untuk memperoleh ekstraknya. Ekstrak yang diperoleh kemudian diukur volume dan pH. Ekstrak pepaya dipindahkan dalam botol dan disimpan dalam kulkas selama 1 malam.

### Penyiapan dan identifikasi Enzim Papain

Penyadapan getah papaya pada buah umur 2,5 – 3 bulan. Buah pepaya yang disadap tetap tergantung pada batang pohonnya. Waktu penyadapan dilakukan pada pagi hari (05.00-08.00) dan sore hari (17.00-18.30). Penyadapan menggunakan mata pisau sadap pada kulit buah dari pangkal menuju ujung buah, sebelum disadap buahnya terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran, debu dan embun dengan cara mengusapkan kain yang kering dan bersih pada buah agar debu yang menempel pada buah tidak terikut. Kedalaman torehan cukup 1-2 mm agar luka torehan dapat cepat sembuh. Getah yang keluar dari torehan ditampung dalam beaker gelas (Perdani et al., 2019). Proses pengeringan getah papaya dimulai dengan menuangkan getah hasil sadapan pada beaker gelas 500 mL, kemudian menambahkan larutan NaCl. Volume larutan NaCl yang digunakan sebanyak empat kali jumlah getah yang akan diolah. Kemudian campuran diaduk hingga homogen dengan menggunakan mixer sehingga terbentuk emulsi putih. Setelah itu, campuran disaring dengan menggunakan penyaring Buchner sehingga terpisah filtrat dan residunya. Residu yang diperoleh yaitu getah papaya bebas pelarut yang dituang kedalam cawan petridis dengan ketebalan 0,5-1 mm agar proses pengeringan berlangsung merata dan relatif cepat. Selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 55 °C selama  $\pm 5$  jam, diperoleh papain kering. Kemudian ditumbuk dan disaring hingga menghasilkan serbuk yang halus atau papain kasar. Papain yang bermutu baik akan berwarna putih kekuningan (Perdani et al., 2019). Uji identifikasi enzim papain kasar

dilakukan melalui uji belerang (PbS). Cara identifikasi dilakukan dengan menyiapkan sebanyak 0,1 gram enzim papain kasar dilarutkan dalam 2 mL akuades sehingga terbentuk suspensi papain, kemudian menambahkan 5 mL NaOH 10 % dan dipanaskan selama 5 menit. Selanjutnya menambahkan 2 tetes larutan Pb-asetat 5%. Pemanasan dilanjutkan sampai terjadi perubahan warna pada larutan. Hasil uji ini positif dengan terbentuknya endapan hitam pada larutan.

### **Pembuatan Virgin Coconut Oil (VCO) Metode Kombinasi Fermentasi dan Enzimatis**

Pembuatan VCO metode kombinasi enzimatis dan fermentasi dilakukan dengan menambahkan ragi tempe dan enzim pepaya kedalam krim santan kelapa dengan berbagai variasi penambahan. Prosedur dilakukan dengan mempersiapkan 5 buah gelas plastik berukuran 350 mL dan mengisi masing – masing gelas dengan 100 mL krim santan. Menetapkan 1 gelas sebagai blanko (tanpa penambahan ragi tempe dan ekstrak pepaya) sedangkan kedalam 4 gelas lainnya menambahkan ragi tempe dan ekstrak pepaya dengan perbandingan A0 (tanpa penambahan), A6 (0,5 g : 0,2 g), A8 (0,5 g : 0,4 g), A10 (0,5 g : 0,6 g) dan A12 (0,5 g : 0,8 g). Menambahkan asam asetat 6 M kedalam masing – masing gelas sampai larutan menunjukkan pH 3. Setiap perlakuan dilakukan secara duplo dan mengulangi perlakuan dengan memvariasikan pH menjadi pH 4 dan pH 5. Masing – masing gelas ditutup menggunakan aluminium foil dan diinkubasi pada tempat gelap selama 24 jam dalam suhu kamar. Selanjutnya dilakukan pengamatan mutu terhadap VCO yang dihasilkan meliputi rendemen hasil, kadar air, asam lemak bebas dan bilangan iodin.

### **Pemisahan Virgin Coconut Oil**

Pemisahan dilakukan untuk memisahkan vco dari air dan gumpalan protein. vco diambil dengan menggunakan pipet. Setelah itu, vco disaring dengan kertas saring hingga diperoleh minyak vco murni.

### **Analisa Produk**

VCO yang telah dipisahkan kemudian dianalisa meliputi rendemen minyak yang dihasilkan, kadar air, bilangan penyabunan dan uji iodin.

### **Penentuan Kadar Air**

Cawan petri kosong yang sudah kering ditimbang berat keringnya, kemudian

sampel VCO sebanyak 0,5 gram dimasukkan ke dalam cawan petridis kemudian ditimbang beratnya. Dikeringkan dalam oven selama 4 jam pada suhu 105°C sampai berat konstan. Setelah itu dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit kemudian ditimbang beratnya (Ahadi & Effendi, 2019).

### **Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas**

Minyak kelapa murni (VCO) ditimbang sebanyak 2 gram dan dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 250 mL. Pada sampel ditambahkan 20 mL n-heksana, 30 mL alkohol 96% dan 2 tetes indikator phenophtalein. Selanjutnya campuran dititrasi dengan menggunakan larutan KOH 0,097 N sampai larutan berubah menjadi lembayung (merah muda). Mencatat volume larutan KOH yang dipakai dan menghitung % asam lemak bebas (Bouta et al., 2020).

### **Penentuan Bilangan Iodin**

Sebanyak 1 gram VCO yang dihasilkan ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL. Sebanyak 10 mL CCl<sub>4</sub> dan 25 mL larutan ditambahkan pada sampel lalu disimpan ditempat gelap selama 1-2 jam. Kemudian ditambahkan 10 mL larutan KI 15% dan 100 mL akuades ke dalam larutan. Selanjutnya larutan dititrasi dengan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1 N sampai warna kuning hilang. Lalu ditambahkan dengan 2 mL amilum dan dititrasi kembali dengan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1 N sampai warna biru hilang (Hutapea et al., 2021).

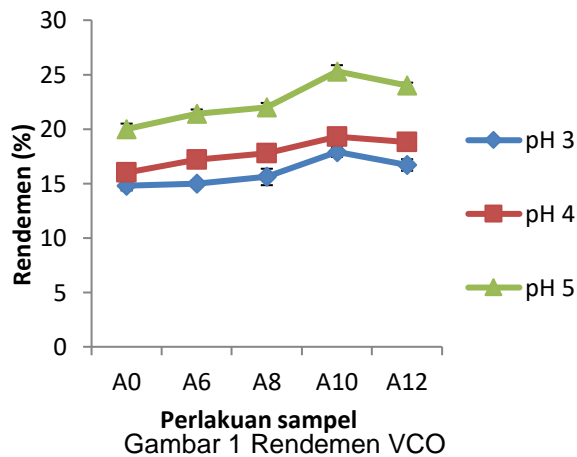
## **PEMBAHASAN**

### **Rendemen**

Rendemen atau hasil perolehan Virgin Coconut Oil (VCO) merupakan salah satu parameter penting dalam evaluasi efisiensi proses ekstraksi. Di dalam sistem emulsi minyak air, protein membungkus butir-butir minyak dengan suatu lapisan tipis sehingga butir-butir tersebut tidak dapat bergabung menjadi satu fase kontinyu (Baihaqi et al., 2023). Metode yang digunakan untuk merusak sistem emulsi pada penelitian ini adalah metode kombinasi fermentasi dan enzimatis yaitu dengan penambahan ragi tempe dan ekstrak pepaya. Penggunaan ragi tempe bertujuan untuk merusak dinding sel protein agar globula minyak dapat terpisah (Iskandar, 2022), sedangkan ekstrak pepaya akan menghidrolisis atau memutus ikatan peptida pada sistem emulsi santan (Rasmito & Sutejo, 2023).

Dari gambar 1 terlihat perolehan VCO yang dihasilkan tanpa penambahan ragi tempe dan ekstrak pepaya memiliki jumlah yang lebih

sedikit bila dibandingkan dengan VCO yang dihasilkan dengan penambahan ragi tempe dan ekstrak pepaya. Hal ini disebabkan adanya enzim protease yang ditambahkan ke dalam krim pati sehingga terjadi pemutusan ikatan peptide pada protein dan menyebabkan minyak keluar dari gumpalan protein (Rasyadan *et al.*, 2023). Jumlah rendemen VCO yang dihasilkan semakin meningkat dengan meningkatnya penambahan konsentrasi ekstrak pepaya. Rendemen VCO optimum diperoleh pada kombinasi penambahan 0,5 gram ragi tempe : 10 mL ekstrak pepaya pada pH 4 yaitu sebesar 30,45%. Hal ini dikarenakan telah tercapai kondisi optimum aktivitas enzim. kondisi pH yang asam meningkatkan koagulasi protein dalam santan kelapa, sehingga mempermudah pelepasan minyak dari matriks protein (Perdani *et al.*, 2019).

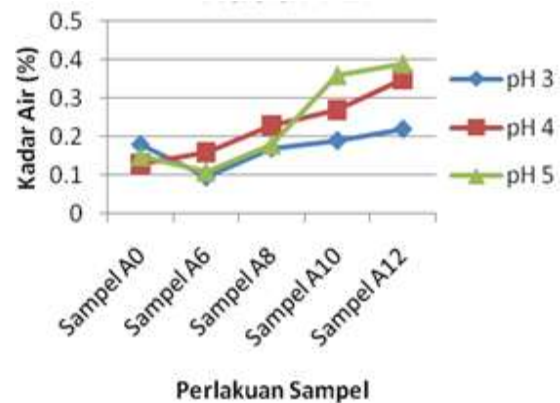


Gambar 1 Rendemen VCO

Dengan demikian, proses pemisahan minyak lebih efisien pada pH rendah. Namun terjadi penurunan perolehan VCO pada konsentrasi tertentu. Penurunan perolehan VCO terjadi pada kombinasi penambahan 0,5 gram ragi tempe dan 12 mL ekstrak pepaya. Hal ini dikarenakan konsentrasi substrat - enzim telah mencapai kondisi jenuh atau semua bagian aktif enzim telah dipenuhi oleh substrat. Sehingga tidak menyebabkan bertambah besarnya konsentrasi kompleks enzim-substrat dan jumlah hasil reaksinya pun tidak bertambah besar. Rendemen yang optimal dalam pembuatan VCO tidak hanya bergantung pada pH, tetapi juga dipengaruhi oleh waktu pengadukan, suhu, dan metode ekstraksi. Studi oleh (Mohammed *et al.*, 2021) menunjukkan bahwa kombinasi pH rendah dengan agitasi intens menghasilkan perolehan minyak lebih tinggi dibandingkan metode statis. Oleh karena itu, pengaturan parameter lain di luar pH juga perlu dipertimbangkan untuk meningkatkan efisiensi produksi.

### Kadar Air

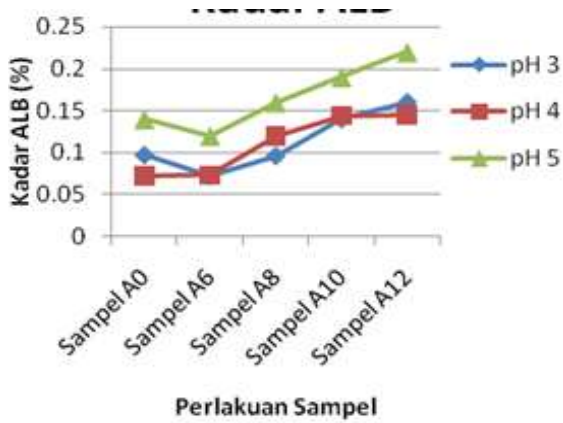
Dari gambar 2 terlihat bahwa semakin besar konsentrasi penambahan ekstrak pepaya akan semakin meningkatkan kadar air VCO yang diperoleh. Hal ini dikarenakan ekstrak pepaya memiliki kandungan air yang cukup tinggi sehingga semakin banyak penambahan akan meningkatkan kandungan air pada kombinasi. Kadar air terendah diperoleh pada kombinasi penambahan 0,5 gram ragi tempe : 6 mL ekstrak pepaya pada pH 3 yaitu sebesar 0,095% dan kadar air tertinggi diperoleh pada kombinasi penambahan 0,5 gram ragi tempe : 12 mL ekstrak kasar papain pada pH 5 yaitu sebesar 0,39%. Sedangkan kadar air pada rendemen optimum VCO sebesar 0,27%.



Gambar 2 Profil Kadar Air Perolehan VCO

### Kadar Asam Lemak Bebas

Asam lemak bebas (ALB) merupakan indikator degradasi lemak dan kualitas minyak. Kadar ALB yang tinggi menunjukkan adanya proses hidrolisis trigliserida menjadi asam lemak bebas, yang dapat terjadi selama proses ekstraksi atau penyimpanan (Hakim *et al.*, 2020). Berdasarkan standar mutu internasional, kadar ALB dalam VCO harus di bawah 0,5% untuk menjamin kualitas produk. Pengaruh pH terhadap kadar ALB dalam VCO sangat signifikan. Pada pH rendah, degradasi trigliserida menjadi ALB dapat diminimalkan karena aktivitas enzim lipase terhambat dalam kondisi asam. Studi oleh (Arisanti, 2020) menunjukkan bahwa VCO yang dihasilkan pada pH 3 memiliki kadar ALB lebih rendah dibandingkan pH 5. Hal ini menunjukkan bahwa pengendalian pH tidak hanya penting untuk rendemen, tetapi juga untuk menjaga stabilitas lemak selama proses ekstraksi.

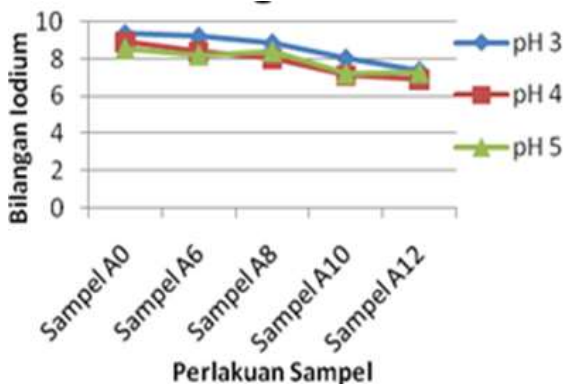


Gambar 3 Profil Kadar ALB VCO

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar asam lemak bebas (ALB) VCO yang dihasilkan cenderung rendah yaitu sekitar 0,072 – 0,19 %. Hasil terendah diperoleh pada kombinasi penambahan 0,5 gram ragi tempe : 6 mL ekstrak kasar pepaya yaitu sebesar 0,072 % dan asam lemak tertinggi diperoleh pada kombinasi penambahan 0,5 gram ragi tempe : 12 mL ekstrak pepaya. Sedangkan kadar asam lemak bebas pada rendemen optimum VCO sebesar 0,144 %.

#### Bilangan Iodin

Bilangan iodin adalah parameter yang menggambarkan tingkat ketidakjenuhan lemak dalam minyak. VCO memiliki komposisi lemak jenuh yang dominan, terutama asam laurat, sehingga bilangannya relatif rendah dibandingkan minyak nabati lainnya. Nilai bilangan iodin yang tinggi menunjukkan kandungan lemak tak jenuh lebih banyak, yang dapat meningkatkan risiko oksidasi dan ketengikan (Saina et al., 2023).



Gambar 4 Profil Bilangan Iodin VCO

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa bilangan iodium VCO yang dihasilkan berkisar antara 7-9 gram iod/100 g minyak. Bilangan iodium terendah diperoleh pada penambahan 0,5 gram ragi tempe : 10 mL ekstrak nenas pada pH 4 sebesar 7,12 gram

iod/100g minyak dan bilangan iodium tertinggi diperoleh pada VCO tanpa penambahan yaitu sebesar 9,32 gram iod/100g minyak. Sedangkan bilangan iodium pada rendemen optimum VCO sebesar 7,12 gram iod/100 g minyak.

Pengaruh pH terhadap bilangan iodin dalam VCO cenderung bersifat tidak langsung. Studi oleh (Yuniarto et al., 2024) menunjukkan bahwa bilangan iodin dalam VCO tetap stabil pada pH 3 hingga pH 5, asalkan proses ekstraksi dilakukan dalam kondisi tertutup untuk mencegah oksidasi. Hal ini menunjukkan bahwa pH lebih memengaruhi parameter lain seperti rendemen dan ALB, sementara bilangan iodin lebih dipengaruhi oleh komposisi awal bahan baku dan metode penyimpanan (Hanjaya et al., 2020).

Bilangan iodin yang rendah pada VCO merupakan salah satu keunggulan minyak ini karena menandakan stabilitas oksidatif yang baik (Ghani et al., 2018). Untuk memastikan kestabilan ini, perlu dilakukan pengendalian mutu selama proses ekstraksi, termasuk pengaturan pH, suhu, dan perlindungan terhadap paparan oksigen (Adaji et al., 2020).

#### KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi metode fermentasi menggunakan *Rhizopus oligosporus* dan katalis enzim papain secara signifikan meningkatkan efisiensi produksi *Virgin Coconut Oil* (VCO) dibandingkan metode konvensional. Penambahan 0,5 gram ragi tempe dan 10 mL ekstrak pepaya pada pH 4 menghasilkan kondisi optimal dengan rendemen sebesar 30,45%, kadar air 0,27%, kadar asam lemak bebas 0,144%, dan bilangan iodin 7,12 g/100 g, kondisi tersebut memenuhi standar kualitas VCO berdasarkan standar SNI 7381:2008. Metode kombinasi ini memanfaatkan kemampuan enzim proteolitik papain dalam memecah protein emulsi santan dan enzim dari ragi tempe yang membantu merusak dinding sel bahan baku, sehingga mempercepat proses pelepasan minyak.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak pepaya cenderung meningkatkan kadar asam lemak bebas namun menurunkan bilangan iodin. Hal ini menunjukkan pentingnya pengendalian parameter seperti pH dan konsentrasi bahan dalam proses ekstraksi untuk menjaga kualitas produk. Secara keseluruhan, pendekatan kombinasi ini menawarkan solusi inovatif dan efisien untuk memproduksi VCO berkualitas tinggi dalam waktu yang lebih singkat, menjadikannya relevan untuk diterapkan dalam industri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adaji, M. U., Ameh, E. M., Usman, S. O., Jacob, A. D., & Onoja, F. O. (2020). Evaluation of physiochemical, antioxidant, proximate and nutritional values of virgin coconut oil (*Cocos nucifera*). *Arabian Journal of Chemical and Environmental Research*, 7(02), 175-190.
- Arisanti, D. (2020). Uji Tingkat Kualitas Free Fatty Acid (FFA) Minyak Kelapa Murni (VCO) Terfermentasi Kultur Kering Bakteri Asam Laktat (BAL). *Journal Of Agritech Science (JASc)*, 4(1), 19-23.
- Baihaqi. (2024). Pengaruh Penambahan Ragi Tempe dan Ekstrak Bromelin Nenas dalam Pembuatan VCO (*Virgin Coconut Oil*). *Jurnal sains dan Teknologi Pangan*, 9(03), 7413-7422.
- Baihaqi, B., Hakim, S., Nuraida, N., Fridayati, D., & Madani, E. (2023). Sifat Organoleptik Teh Cascara (Limbah Kulit Buah Kopi) pada Pengeringan Berbeda. *Jurnal Agrosains*, 16(1), 56-63.
- Diningsih, A. (2021). Pembuatan Virgin Coconut Oil (VCO) dengan Enzim Papain. *Jurnal Kesehatan Ilmiah Indonesia (Indonesian Health Scientific Journal)*, 6(2), 219-223.
- Ghani, N. A. A., Channip, A. A., Chok Hwee Hwa, P., Ja'afar, F., Yasin, H. M., & Usman, A. (2018). Physicochemical properties, antioxidant capacities, and metal contents of virgin coconut oil produced by wet and dry processes. *Food science & nutrition*, 6(5), 1298-1306.
- Hakim, M. Z. F., Handayani, W. A. F., Fauziah, S. N., & Haryanto, H. (2020). Kajian: karakter, proses dan potensi virgin coconut oil (VCO) sebagai pangan fungsional. *Journal of Science, Technology and Entrepreneur*, 2(2).
- Hanjaya, C., Pranata, F. S., & Swasti, Y. R. (2020). Quality of virgin coconut oil with addition of peppermint oil. *agriTECH*, 40(3), 215-222.
- Iskandar, M. F. (2022). *Pembuatan virgin coconut oil (vco) secara enzimatik menggunakan enzim papain kulit pepaya* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Karimah, I., Ilmiah, S. N., & Rahma, Y. A. (2022). Pengaruh pemberian variasi papain ekstrak biji pepaya (carica papaya L.) dan lama pemeraman dalam pembuatan VCO (Virgin Coconut Oil) terhadap hasil rendemen. *BIO-SAINS: Jurnal Ilmiah Biologi*, 2(1), 8-17.
- Mohammed, N. K., Samir, Z. T., Jassim, M. A., & Saeed, S. K. (2021). Effect of different extraction methods on physicochemical properties, antioxidant activity, of virgin coconut oil. *Materials Today: Proceedings*, 42, 2000-2005.
- Perdani, C. G., Pulungan, M. H., & Karimah, S. (2019). Pembuatan virgin coconut oil (vco) kajian suhu inkubasi dan konsentrasi enzim papain kasar. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 8(3), 238-246.
- Rasmito, A., & Sutejo, B. (2023). Pengaruh Enzim Papain Terhadap Air Minyak Kelapa Pada Pembuatan Minyak Kelapa Dari Kelapa Parut. *Jurnal Riset Teknik*, 3(2), 85-88.
- Rasyadan, M. D., Rasmito, A., & Sutejo, B. (2023). Pengaruh Enzim Papain Terhadap Yield Minyak Kelapa Pada Pembuatan Minyak Kelapa Dari Kelapa Parut. *Jurnal Riset Teknik*, 3(1), 10-13.
- Rindawati, R. (2020). Studi perbandingan pembuatan VCO (virgin coconut oil) sistem enzimatik dan pancingan terhadap karakteristik minyak kelapa murni yang dihasilkan. *Indonesian Journal of Laboratory*, 2(1), 25-32.
- Saina, A. S. A., Suryati, S., Sulhatun, S., Jalaluddin, J., & Meriatna, M. (2023). Metode pembuatan minyak kelapa murni (VCO) dengan variasi crude enzim bromelin dan crude enzim papain. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 3(3), 362-375.
- Sherliana, S., Sitorus, I. M., Putri, N. P., Melati, A. R., & Putra, K. A. (2021). Pengaruh Penambahan Massa *Saccharomyces Cerevisiae* Terhadap Perolehan Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil) Dengan Metode Fermentasi. *Jurnal Chemurgy*, 5(2), 72-79.
- Yuniarto, K., Mawadah, A., Ru'ya, H. U., & Fuadi, M. R. (2024). Oksidasi Virgin Coconut Oil Terkemas oleh Paparan Sinar UV Secara Kontinyu. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 28(2), 114-121.