



Laju Perubahan Bilangan Peroksida VCO Dalam Botol Kaca Bening Terisolasi Dengan Metode Accelerated Shelf Life Testing

Nurul Makka Mustafa^{1*}, Andi Aladin¹, Takdir Syarif¹

¹ Magister Teknik Kimia, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

*Corresponding author email: nurulmakka@gmail.com

Article Info

Article history:

Received March 25, 2026

Approved August 15, 2026

Keywords:

VCO, ASLT, Arrhenius, Peroxide Value.

ABSTRACT

Indonesia has great potential in the development of coconut derivative products, one of which is VCO which has high economic value and extensive health benefits. However, the quality of VCO can decrease during storage due to the oxidation process characterized by an increase in the peroxide value. Storage temperature and packaging type are important aspects that affect the stability of the quality and shelf life of the product. This study aims to analyze the effect of temperature and storage time on changes in the peroxide value of VCO in insulated clear glass bottles, determine the appropriate reaction kinetic model, and predict the shelf life using the Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) method with the Arrhenius equation approach. The study was conducted by storing VCO samples at various temperatures of 28°C, 40°C, and 50°C for 42 days, with observation intervals every seven days. The parameter analyzed was the peroxide value using the titrimetric method. The results showed that an increase in storage temperature was directly proportional to the oxidation rate. This is evidenced by the reaction rate constant (k) which increases with increasing temperature, namely 0.000978 days⁻¹ (28°C), 0.002483 days⁻¹ (40°C), and 0.005119 days⁻¹ (50°C). Based on the peroxide value parameter, the predicted shelf life of VCO in an insulated clear glass bottle is 1,850.7 days at 28°C, 728.96 days at 40°C, and 353.57 days at 50°C. In conclusion, the use of insulated containers can provide protection, but storage temperature remains a critical factor. It is recommended that storage be carried out at low temperatures to maximize the product's shelf life.

ABSTRAK

Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan produk turunan kelapa, salah satunya VCO yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan manfaat kesehatan yang luas. Namun, kualitas VCO dapat menurun selama penyimpanan akibat proses oksidasi yang ditandai dengan peningkatan bilangan peroksida. Faktor suhu penyimpanan dan jenis kemasan menjadi aspek penting yang mempengaruhi stabilitas mutu dan umur simpan produk. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suhu dan waktu penyimpanan terhadap perubahan bilangan peroksida VCO dalam wadah botol kaca bening terisolasi, menentukan model kinetika reaksi yang sesuai, serta memprediksi umur simpan menggunakan metode *Accelerated ShelfLife Testing* (ASLT) dengan pendekatan persamaan Arrhenius. Penelitian dilakukan dengan menyimpan sampel VCO dengan variasi suhu 28°C, 40°C, dan 50°C selama 42 hari, dengan interval pengamatan setiap tujuh hari. Parameter yang dianalisis adalah bilangan peroksida menggunakan metode titrimetri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu penyimpanan berbanding lurus dengan laju oksidasi. Hal ini dibuktikan dengan nilai konstanta laju reaksi (k) yang meningkat seiring kenaikan suhu, yaitu sebesar 0.000978 days⁻¹ (28°C), 0.002483 days⁻¹ (40°C), dan 0.005119 days⁻¹ (50°C). Berdasarkan parameter nilai peroksida, umur simpan VCO dalam botol kaca bening terisolasi adalah 1.850,7 hari pada 28°C, 728,96 hari pada 40°C, dan 353,57 hari pada 50°C. Kesimpulan, penggunaan wadah terisolasi dapat memberikan perlindungan, namun suhu penyimpanan tetap menjadi faktor kritis. Disarankan penyimpanan dilakukan pada suhu rendah untuk memaksimalkan umur simpan produk.

0,000978 hari⁻¹ (28°C), 0,002483 hari⁻¹ (40°C), dan 0,005119 hari⁻¹ (50°C). Berdasarkan parameter bilangan peroksida, prediksi umur simpan VCO dalam wadah botol kaca bening terisolasi adalah 1.850,7 hari pada suhu 28°C, 728,96 hari pada suhu 40°C, dan 353,57 hari pada suhu 50°C. Kesimpulannya, penggunaan wadah terisolasi mampu memberikan perlindungan, namun suhu penyimpanan tetap menjadi faktor kritis. Disarankan agar penyimpanan dilakukan pada suhu rendah untuk memaksimalkan umur simpan produk.

Copyright © 2026, The Author(s).

This is an open access article under the CC-BY-SA license



How to cite: Mustafa, N. M., Aladin, A., & Syarif, T. (2026). Laju Perubahan Bilangan Peroksida VCO Dalam Botol Kaca Bening Terisolasi Dengan Metode Accelerated Shelf Life Testing. *Jurnal Ilmiah Global Education*, 7(3), 2646–2659. <https://doi.org/10.55681/jige.v7i3.6038>

PENDAHULUAN

Pohon kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan salah satu komoditas tanaman tropis yang memiliki peranan penting di Indonesia baik dari aspek ekonomi, ekologis, maupun sosial. Sebagai negara kepulauan dengan garis pantai yang luas serta iklim tropis yang mendukung, Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan budidaya kelapa. Tanaman kelapa dapat tumbuh baik di wilayah pesisir maupun dataran rendah sehingga persebarannya sangat luas di berbagai daerah. Produksi kelapa di Indonesia selama beberapa dekade terakhir termasuk salah satu yang terbesar di dunia dan menjadi sumber penghidupan bagi banyak masyarakat, terutama di wilayah pesisir. Pemanfaatan kelapa tidak hanya terbatas pada buah segarnya, tetapi juga pada berbagai produk turunannya seperti kopra, santan, tempurung, sabut, serta daun kelapa yang dapat diolah menjadi berbagai produk bernilai ekonomi tinggi. Keragaman pemanfaatan tersebut menunjukkan bahwa kelapa memiliki potensi besar dalam pengembangan agroindustri yang mampu meningkatkan nilai tambah, memperkuat pendapatan petani, serta mendukung pembangunan ekonomi pedesaan (Fitrian et al., 2025; Lubis et al., 2025).

Salah satu produk turunan kelapa yang memiliki prospek pengembangan yang sangat menjanjikan adalah minyak kelapa. Minyak kelapa dapat diolah menjadi berbagai produk seperti santan, minyak goreng, bahan baku industri, farmasi, kosmetik, hingga produk kesehatan. Seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap gaya hidup sehat dan penggunaan produk alami, permintaan terhadap produk berbasis kelapa yang diproses secara minimal semakin meningkat. Dalam konteks ini, salah satu produk yang memiliki nilai ekonomi dan kesehatan yang tinggi adalah *Virgin Coconut Oil* (VCO) (Arbin et al., 2025).

Virgin Coconut Oil merupakan minyak kelapa yang diperoleh dari daging kelapa segar tanpa melalui proses pemanasan tinggi maupun penggunaan bahan kimia, sehingga kandungan senyawa bioaktifnya tetap terjaga. Metode produksi VCO umumnya dilakukan melalui teknik fermentasi, enzimatis, sentrifugasi, maupun pemisahan santan secara alami. Proses tersebut menghasilkan minyak kelapa yang lebih jernih, beraroma segar, dan memiliki stabilitas yang lebih baik dibandingkan minyak kelapa konvensional yang dihasilkan melalui proses pemanasan tinggi (Zayyan et al., 2020). VCO diketahui mengandung asam lemak rantai menengah (*medium chain fatty acids*), terutama asam laurat, yang memiliki berbagai manfaat kesehatan. Senyawa ini dapat diubah dalam tubuh menjadi monolaurin yang memiliki aktivitas antibakteri, antivirus, antijamur, serta berpotensi meningkatkan sistem imun tubuh (Aliefia et al., 2025; Syarif et al., 2024). Selain itu, VCO juga dilaporkan memiliki potensi sebagai antiinflamasi, membantu

menjaga kesehatan kulit dan rambut, serta berpotensi dalam pengendalian kolesterol dan kesehatan sistem pencernaan.

Meskipun memiliki berbagai keunggulan, stabilitas kualitas VCO selama penyimpanan menjadi faktor penting yang perlu diperhatikan. Mutu VCO dapat mengalami penurunan akibat berbagai faktor internal maupun eksternal. Faktor internal meliputi kadar air, kandungan asam lemak bebas (*free fatty acids*), nilai peroksida (*peroxide value*), serta keberadaan impuritas yang dapat memicu proses degradasi minyak. Sementara itu, faktor eksternal meliputi suhu penyimpanan, paparan cahaya, keberadaan oksigen, kelembaban lingkungan, serta jenis dan sifat wadah penyimpanan yang digunakan (Aladin et al., 2025; Kusuma & Putri, 2025). Interaksi antara faktor-faktor tersebut dapat memicu proses oksidasi maupun hidrolisis yang pada akhirnya menyebabkan penurunan kualitas minyak.

Salah satu faktor eksternal yang sangat mempengaruhi stabilitas minyak adalah jenis kemasan atau wadah penyimpanan. Kemasan berfungsi sebagai pelindung produk dari pengaruh lingkungan yang dapat mempercepat proses degradasi kimia. Pada minyak nabati, oksidasi merupakan mekanisme utama yang menyebabkan penurunan mutu. Reaksi oksidasi tersebut berlangsung melalui tiga tahap utama yaitu inisiasi, propagasi, dan terminasi yang melibatkan pembentukan radikal bebas akibat paparan oksigen maupun cahaya. Oleh karena itu, kemasan yang digunakan harus mampu menghambat difusi oksigen serta meminimalkan paparan cahaya yang dapat memicu reaksi oksidasi lipid.

Botol kaca merupakan salah satu jenis kemasan yang banyak digunakan dalam penyimpanan minyak karena sifatnya yang inert, tidak bereaksi dengan bahan yang disimpan, serta memiliki permeabilitas oksigen yang sangat rendah. Dibandingkan dengan kemasan plastik seperti PET (*Polyethylene Terephthalate*) atau HDPE (*High Density Polyethylene*), kaca memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menghambat penetrasi oksigen sehingga dapat membantu mempertahankan stabilitas minyak. Namun demikian, penggunaan kaca bening memiliki kelemahan karena memungkinkan penetrasi cahaya, terutama sinar ultraviolet, yang dapat memicu oksidasi lipid dan mempercepat penurunan kualitas minyak. Oleh karena itu, penggunaan kaca berwarna gelap atau penyimpanan pada tempat tertutup sering direkomendasikan untuk meminimalkan degradasi oksidatif (Afifah et al., 2022).

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa jenis wadah penyimpanan dan kondisi lingkungan memiliki pengaruh signifikan terhadap perubahan mutu VCO selama penyimpanan. Penelitian yang dilakukan oleh Fitriani & Kusnandar (2021) menunjukkan bahwa parameter mutu seperti bilangan peroksida, kadar asam lemak bebas, serta perubahan warna dan aroma cenderung meningkat lebih cepat pada kondisi suhu tinggi maupun pada kondisi penyimpanan yang memungkinkan paparan cahaya lebih besar. Di antara berbagai parameter mutu tersebut, bilangan peroksida sering digunakan sebagai indikator penting untuk menilai tingkat oksidasi minyak serta menentukan batas kelayakan konsumsi produk (Rahakbauw et al., 2024).

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji pengaruh kondisi penyimpanan terhadap kualitas VCO, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada pengamatan perubahan mutu secara umum dan belum secara spesifik menganalisis hubungan antara suhu penyimpanan, waktu penyimpanan, serta prediksi umur simpan menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan pendekatan model Arrhenius pada VCO yang dikemas dalam botol kaca bening dengan sistem tertutup. Oleh karena itu, kajian mengenai

hubungan kinetika degradasi mutu VCO dalam kondisi penyimpanan tertentu masih memerlukan penelitian lebih lanjut untuk memperoleh estimasi umur simpan yang lebih akurat.

Metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) merupakan pendekatan yang banyak digunakan dalam penelitian pangan untuk memperkirakan umur simpan produk dalam waktu yang relatif lebih singkat. Metode ini dilakukan dengan menyimpan produk pada kondisi percepatan seperti suhu yang lebih tinggi dibandingkan kondisi penyimpanan normal sehingga proses degradasi mutu dapat terjadi lebih cepat. Perubahan mutu yang diamati kemudian dianalisis menggunakan pendekatan kinetika reaksi, yang selanjutnya dikaitkan dengan model Arrhenius untuk memperoleh hubungan antara suhu penyimpanan dan laju kerusakan produk (Lestari et al., 2023). Dalam produk minyak nabati seperti VCO, mekanisme kerusakan yang dominan adalah oksidasi dan hidrolisis yang menyebabkan peningkatan bilangan peroksida serta pembentukan asam lemak bebas (Rahakbauw et al., 2024).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh suhu dan waktu penyimpanan terhadap perubahan bilangan peroksida pada *Virgin Coconut Oil* yang dikemas dalam botol kaca bening terisolasi serta memprediksi umur simpan produk menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan pendekatan model Arrhenius. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai stabilitas mutu VCO selama penyimpanan serta memberikan rekomendasi ilmiah mengenai kondisi penyimpanan yang optimal guna mempertahankan kualitas produk.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di rumah produksi Alfisalam Virgin Coconut Oil (AVCOL) serta di Laboratorium Operasi Teknik Kimia, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Makassar. Kegiatan penelitian berlangsung selama tiga bulan, yaitu pada periode Juni hingga Agustus 2025.

Pengujian laboratorium dilakukan untuk menganalisis perubahan mutu Virgin Coconut Oil (VCO) selama penyimpanan, khususnya pada parameter bilangan peroksida sebagai indikator utama oksidasi minyak.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas alat utama dan alat pendukung. Alat utama berupa oven laboratorium yang digunakan untuk mengatur suhu penyimpanan secara stabil selama proses pengujian metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT). Oven berfungsi mempertahankan suhu penyimpanan pada kondisi yang telah ditentukan sehingga proses degradasi produk dapat berlangsung secara terkontrol. Selain itu, penelitian ini menggunakan rangkaian alat titrasi yang terdiri dari statif, klem, buret, dan erlenmeyer untuk analisis bilangan peroksida. Metode titrimetri digunakan karena merupakan metode standar yang umum digunakan untuk menentukan tingkat oksidasi pada minyak nabati (Aladin, 2020; Rahakbauw et al., 2024).

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Virgin Coconut Oil* (VCO) yang diperoleh dari mitra produksi *Alfisalam Virgin Coconut Oil* (AVCOL).

Bahan kimia yang digunakan untuk analisis bilangan peroksida meliputi:

- Larutan asam asetat (CH_3COOH)
- Kloroform
- Kalium iodida (KI) jenuh
- Natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0,01 N

- Larutan indikator amilum 1%
- Akuades

Bahan-bahan tersebut digunakan dalam analisis titrimetri sesuai metode standar pengujian bilangan peroksida pada minyak nabati (Lestari et al., 2023).

Penelitian ini menggunakan dua variabel utama, yaitu variabel suhu penyimpanan dan variabel waktu penyimpanan. Variasi suhu penyimpanan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi suhu 28°C sebagai kondisi suhu ruang, serta suhu percepatan 40°C dan 50°C yang digunakan dalam metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT). Sementara itu, variabel waktu penyimpanan ditetapkan pada interval pengamatan 0, 7, 14, 21, 28, 35, dan 42 hari. Variasi suhu tersebut digunakan untuk mempercepat proses degradasi mutu minyak sehingga perubahan kualitas produk dapat diamati dalam waktu yang lebih singkat. Pendekatan ini memungkinkan estimasi umur simpan produk dilakukan secara lebih efisien melalui metode ASLT dengan analisis kinetika reaksi selama penyimpanan (Fitriani & Kusnandar, 2021).

Prosedur Penelitian

Penelitian diawali dengan tahap persiapan sampel Virgin Coconut Oil (VCO). Sampel VCO yang diperoleh dari mitra Alfisalam Virgin Coconut Oil (AVCOL) kemudian dikemas ke dalam botol kaca bening berukuran 100 mL sebanyak 21 botol sampel. Setiap botol ditutup rapat untuk memastikan sistem penyimpanan berada dalam kondisi terisolasi dari udara luar sehingga dapat meminimalkan masuknya oksigen yang berpotensi memicu proses oksidasi minyak selama penyimpanan. Setelah proses pengemasan selesai, seluruh botol sampel diberi label sebagai identifikasi sesuai dengan kondisi perlakuan suhu penyimpanan yang akan diterapkan pada penelitian.

Sampel VCO yang telah dikemas kemudian disimpan menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT). Metode ini digunakan untuk mempercepat proses pengujian umur simpan produk dengan meningkatkan suhu penyimpanan sehingga laju kerusakan produk dapat diamati dalam waktu yang lebih singkat (Lestari et al., 2023). Dalam penelitian ini, sampel dibagi ke dalam tiga kelompok suhu penyimpanan, yaitu suhu ruang sebesar 28°C, serta suhu percepatan sebesar 40°C dan 50°C. Masing-masing kondisi suhu terdiri dari tujuh botol sampel VCO. Sampel pada suhu 40°C dan 50°C disimpan di dalam oven laboratorium yang telah diatur suhunya secara konstan, sedangkan sampel pada suhu 28°C disimpan pada kondisi suhu ruang. Selama proses penyimpanan berlangsung, kestabilan suhu dipantau secara berkala untuk meminimalkan fluktuasi suhu yang dapat mempengaruhi laju reaksi degradasi minyak.

Pengambilan sampel dilakukan secara periodik pada interval waktu penyimpanan 0, 7, 14, 21, 28, 35, dan 42 hari untuk selanjutnya dianalisis di laboratorium. Parameter utama yang dianalisis dalam penelitian ini adalah bilangan peroksida yang digunakan sebagai indikator terbentuknya senyawa oksidasi primer berupa hidroperoksida pada minyak selama proses penyimpanan. Penentuan bilangan peroksida dilakukan menggunakan metode titrimetri iodometri. Prosedur analisis dimulai dengan memasukkan sampel VCO ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 30 mL campuran larutan asam asetat (CH_3COOH) dan kloroform dengan perbandingan 3:2. Campuran tersebut diaduk hingga sampel larut sempurna, kemudian ditambahkan 0,5 mL larutan KI jenuh menggunakan pipet tetes dan wadah ditutup kembali. Larutan kemudian didiamkan selama ± 1 menit sambil diaduk beberapa kali, setelah itu

ditambahkan 30 mL akuades. Selanjutnya larutan diberi 1–2 tetes indikator amilum 1% dan dititrasi menggunakan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01 N hingga terjadi perubahan warna larutan menjadi putih. Metode titrimetri iodometri ini banyak digunakan dalam analisis oksidasi minyak karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam menentukan pembentukan hidroperoksida sebagai produk oksidasi awal pada minyak nabati (Rahakbauw et al., 2024).

Analisis Data

Data bilangan peroksida yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium dianalisis menggunakan pendekatan kinetika reaksi kimia untuk menentukan model laju degradasi mutu minyak selama penyimpanan. Analisis diawali dengan menentukan orde reaksi yang paling sesuai dengan memplot data perubahan bilangan peroksida terhadap waktu penyimpanan menggunakan pendekatan kinetika orde nol dan kinetika orde satu. Model kinetika yang dipilih adalah model yang memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) paling mendekati satu, sehingga menunjukkan hubungan linear yang paling kuat antara variabel yang dianalisis. Setelah orde reaksi yang paling sesuai ditentukan, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai konstanta laju reaksi (k) pada masing-masing suhu penyimpanan. Nilai konstanta laju reaksi tersebut kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan persamaan Arrhenius untuk mengetahui hubungan antara suhu penyimpanan dan laju reaksi degradasi minyak. Melalui analisis ini dapat diperoleh nilai energi aktivasi (E_a) yang menggambarkan sensitivitas reaksi kerusakan produk terhadap perubahan suhu. Pendekatan model Arrhenius banyak digunakan dalam penelitian pangan untuk memprediksi hubungan antara suhu penyimpanan dan laju kerusakan produk sehingga memungkinkan estimasi umur simpan dilakukan secara lebih cepat dan akurat (Fitriani & Kusnandar, 2021).

Prediksi Umur Simpan Produk

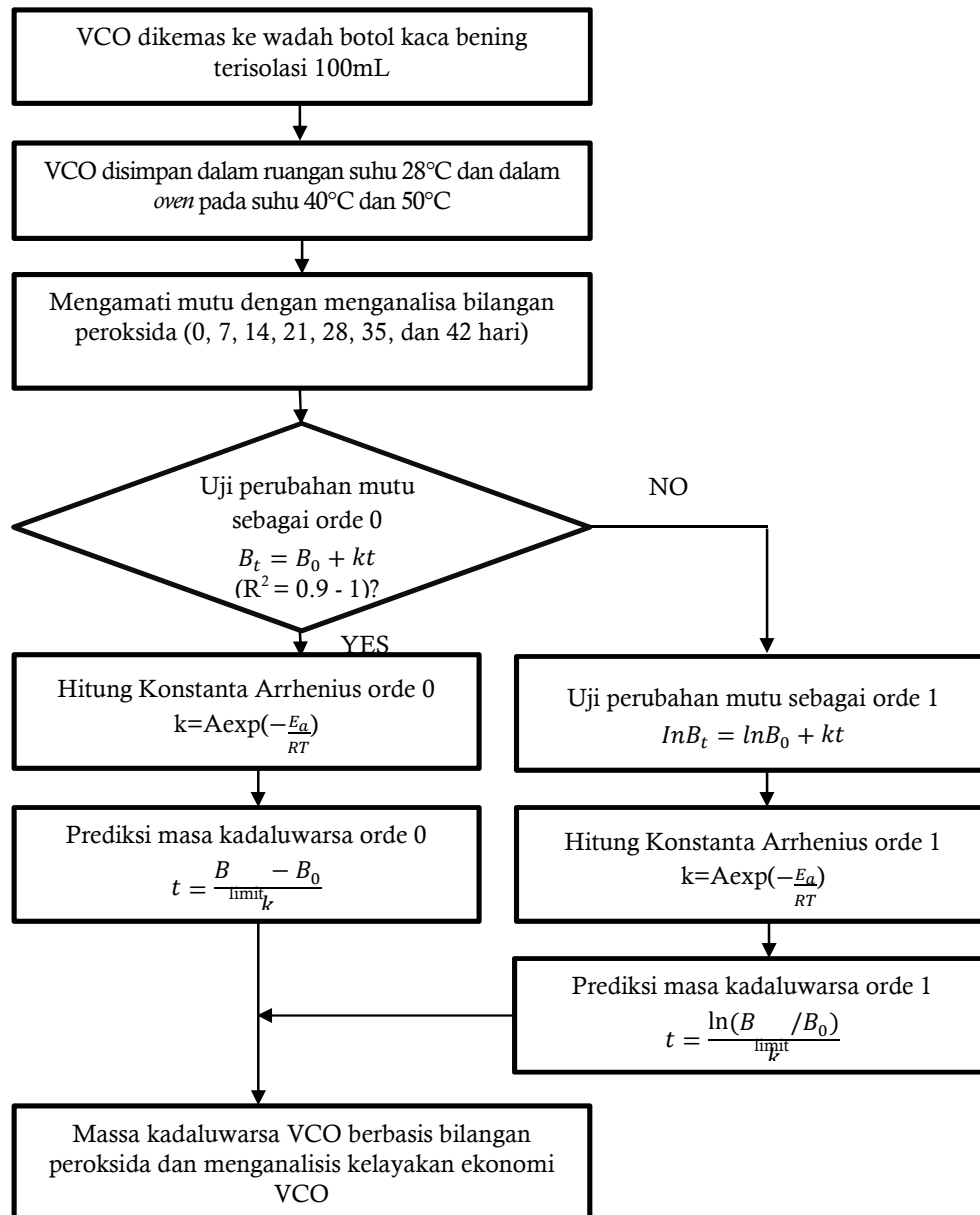
Prediksi umur simpan VCO dilakukan menggunakan persamaan Arrhenius yang diperoleh dari hubungan antara suhu penyimpanan dan konstanta laju reaksi. Nilai umur simpan ditentukan berdasarkan batas kritis bilangan peroksida yang ditetapkan oleh standar mutu minyak kelapa dari *Asian and Pacific Coconut Community* (APCC). Pendekatan ini memungkinkan estimasi umur simpan produk pada kondisi penyimpanan normal tanpa menunggu proses penyimpanan dalam jangka waktu yang sangat lama.

Analisis Kelayakan Ekonomi

Sebagai analisis tambahan, penelitian ini juga melakukan evaluasi kelayakan ekonomi produksi VCO dengan mempertimbangkan hubungan antara umur simpan produk dan stabilitas kualitas minyak. Analisis ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai potensi ekonomi produk VCO berdasarkan masa simpan yang diperoleh dari hasil prediksi metode ASLT.

Diagram Alir Penelitian

Berikut diagram alir penelitian prediksi umur simpan VCO menggunakan metode ASLT dengan pendekatan Arrhenius.



Gambar 1. Diagram Alir Prediksi Umur Simpan VCO Menggunakan Metode ASLT Arrhenius

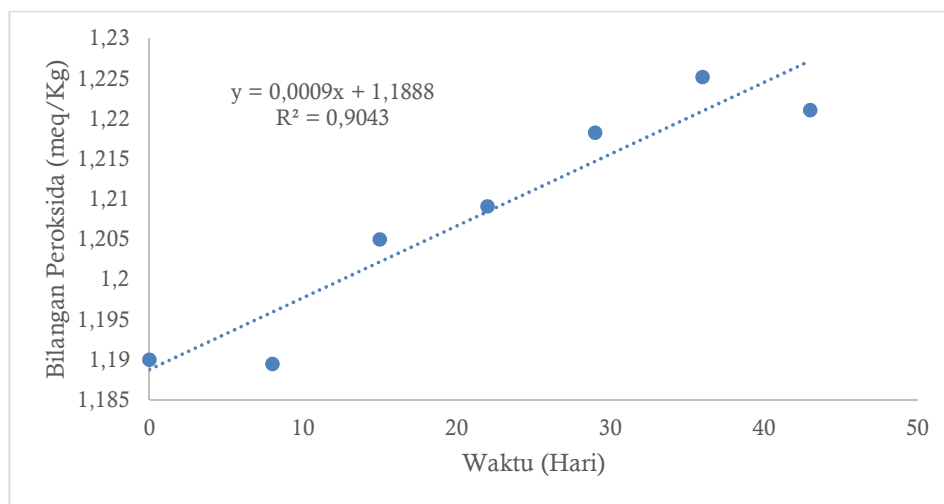
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan antara waktu penyimpanan dan perubahan nilai bilangan peroksida menunjukkan bahwa kestabilan oksidatif Virgin Coconut Oil (VCO) dipengaruhi oleh lamanya penyimpanan. Selama proses penyimpanan terjadi oksidasi lipid yang menghasilkan senyawa peroksida sebagai produk awal oksidasi, sehingga nilai bilangan peroksida meningkat secara bertahap. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa meskipun VCO dikenal memiliki stabilitas oksidatif yang relatif baik, proses oksidasi tetap berlangsung selama penyimpanan. Fenomena ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penyimpanan VCO dalam wadah botol kaca tetap mengalami peningkatan nilai peroksida seiring bertambahnya waktu simpan (Fitriani & Kusnandar, 2021). Oleh karena itu, analisis hubungan antara waktu penyimpanan dan perubahan bilangan peroksida dilakukan untuk mengidentifikasi pola

peningkatan oksidasi yang selanjutnya digunakan dalam analisis kinetika reaksi serta pengaruh suhu terhadap stabilitas produk.

Tabel 1. Hasil analisa perubahan Bilangan Peroksida terhadap Waktu pada Suhu 28 °C

No	Waktu (Hari)	Bp (meq/kg)
1	0	1,19
2	7	1,1895
3	14	1,205
4	21	1,2091
5	28	1,2183
6	35	1,2252
7	42	1,2211

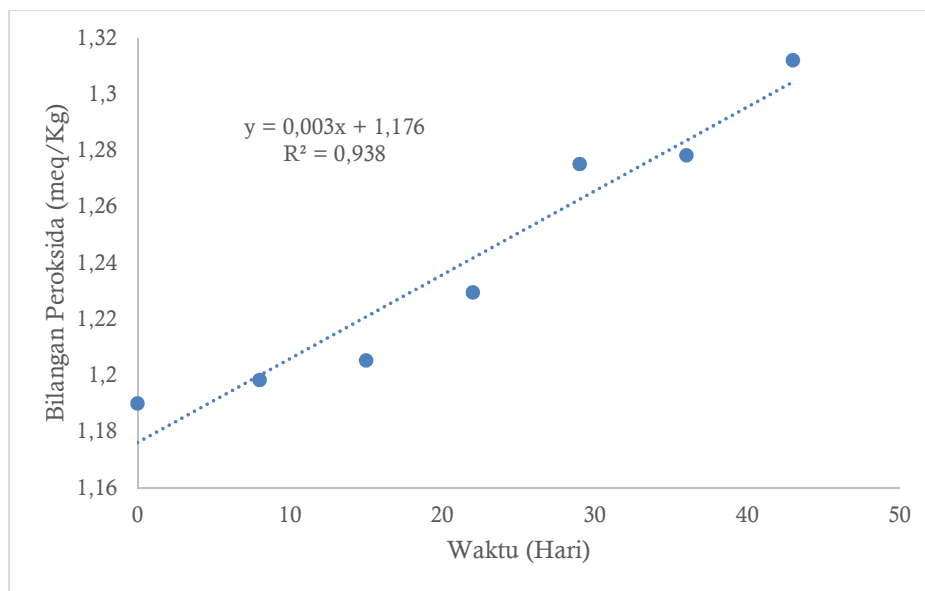


Gambar 2. Grafik Hubungan antara Waktu Simpan t (hari) pada suhu 28 °C dengan nilai Bilangan Peroksida VCO

Perubahan bilangan peroksida terhadap waktu penyimpanan pada suhu 28 °C ditunjukkan pada Tabel 1, yang memperlihatkan bahwa nilai bilangan peroksida meningkat secara bertahap dari 1,19 meq/kg pada hari ke-0 menjadi sekitar 1,22 meq/kg pada hari ke-42. Meskipun peningkatan tersebut relatif kecil, tren kenaikan tetap menunjukkan adanya proses oksidasi yang berlangsung selama penyimpanan. Kondisi ini menunjukkan bahwa pada suhu ruang proses degradasi oksidatif berlangsung secara lambat karena energi kinetik molekul yang relatif rendah. Hubungan antara waktu penyimpanan dan nilai bilangan peroksida pada suhu ini ditampilkan pada Gambar 2, yang menunjukkan hubungan linier dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9043. Persamaan regresi yang diperoleh yaitu $Bp = 1,1888 + 0,0009t$ menunjukkan bahwa peningkatan bilangan peroksida berlangsung secara perlahan dan relatif konstan. Pola ini mengindikasikan bahwa perubahan mutu VCO pada kondisi tersebut mengikuti karakteristik kinetika reaksi orde nol. Secara mekanisme, pembentukan peroksida terjadi melalui reaksi oksidasi asam lemak yang menghasilkan hidroperoksida sebagai produk oksidasi primer akibat reaksi radikal bebas antara lipid dan oksigen (Jusman & Syamsuddin, 2025).

Tabel 2. Hasil analisa perubahan Bilangan Peroksida terhadap Waktu pada Suhu 40 °C

No	Waktu (Hari)	Bp (meq/kg)
1	0	1,19
2	7	1,1983
3	14	1,2053
4	21	1,2294
5	28	1,2751
6	35	1,2782
7	42	1,312

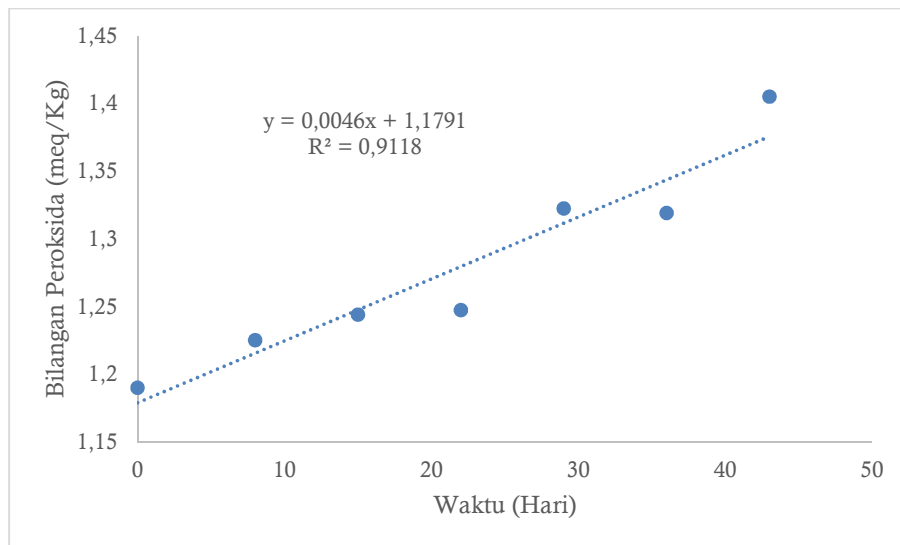


Gambar 3. Grafik Hubungan antara Waktu Simpan t (hari) pada suhu 40 °C dengan Nilai Bilangan Peroksida VCO

Peningkatan yang lebih jelas terlihat pada penyimpanan suhu 40 °C sebagaimana disajikan pada Tabel 2, di mana nilai bilangan peroksida meningkat dari 1,19 meq/kg pada awal penyimpanan menjadi sekitar 1,31 meq/kg pada hari ke-42. Grafik hubungan antara waktu penyimpanan dan bilangan peroksida pada suhu ini ditunjukkan pada Gambar 3, dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,938 yang menunjukkan hubungan linier yang kuat. Persamaan regresi $Bp = 1,176 + 0,003t$ menunjukkan bahwa laju peningkatan bilangan peroksida lebih besar dibandingkan pada suhu 28 °C. Hal ini menunjukkan bahwa kenaikan suhu penyimpanan mempercepat laju reaksi oksidasi lipid karena peningkatan energi 2654 inetic molekul meningkatkan frekuensi tumbukan efektif antara molekul lipid dan oksigen. Kondisi ini mempercepat tahap inisiasi dan propagasi reaksi oksidasi sehingga pembentukan hidroperoksida sebagai produk oksidasi primer terjadi lebih cepat (Jusman & Syamsuddin, 2025).

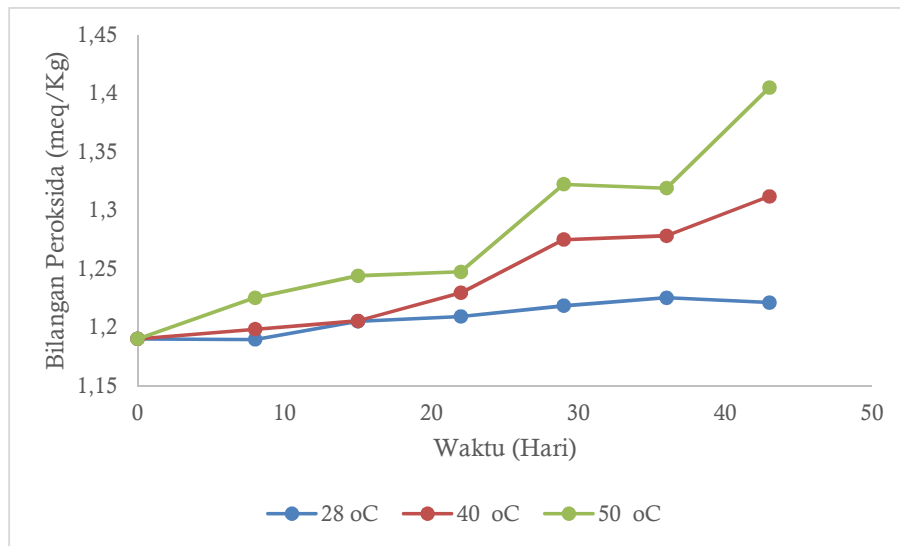
Tabel 3. Hasil analisa perubahan Bilangan Peroksida terhadap Waktu pada Suhu 50 °C

No	Waktu (Hari)	Bp (meq/kg)
1	0	1,19
2	7	1,2252
3	14	1,244
4	21	1,2473
5	28	1,3224
6	35	1,3191
7	42	1,4052



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Waktu Simpan t (hari) pada suhu 50 °C dengan Nilai Bilangan Peroksida VCO

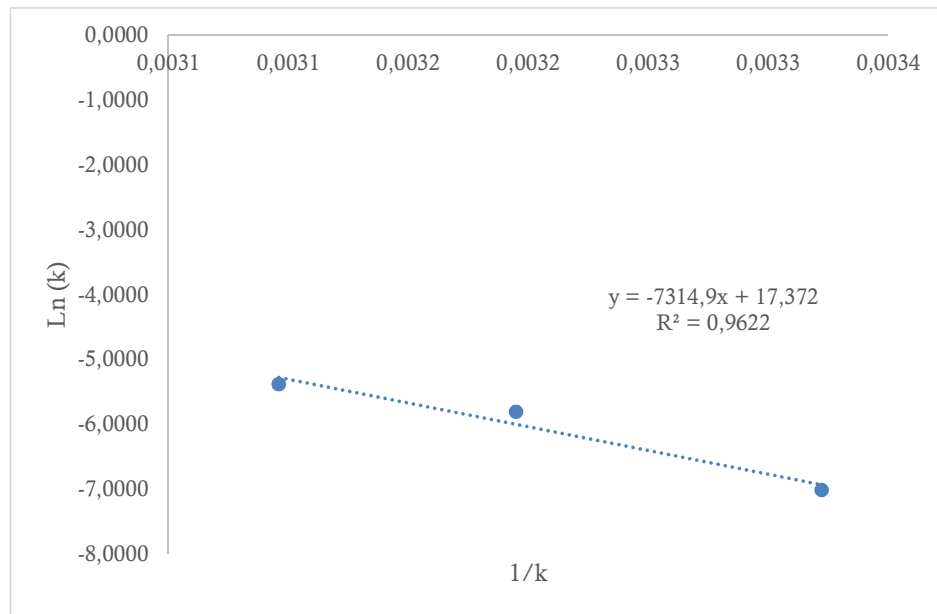
Penyimpanan pada suhu 50 °C menunjukkan peningkatan bilangan peroksida yang paling signifikan sebagaimana terlihat pada Tabel 3, di mana nilai bilangan peroksida meningkat dari 1,19 meq/kg menjadi sekitar 1,41 meq/kg pada hari ke-42. Hubungan antara waktu penyimpanan dan nilai bilangan peroksida pada suhu ini ditampilkan pada Gambar 4, yang juga menunjukkan hubungan linier dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9118. Persamaan regresi $Bp = 1,1791 + 0,0046t$ menunjukkan bahwa laju peningkatan bilangan peroksida pada suhu ini merupakan yang tertinggi dibandingkan kondisi suhu lainnya. Hasil ini menunjukkan bahwa suhu tinggi memberikan pengaruh dominan terhadap percepatan oksidasi lipid. Pada suhu yang lebih tinggi, energi kinetik molekul meningkat sehingga pembentukan radikal lipid berlangsung lebih cepat, yang kemudian diikuti oleh tahap propagasi menghasilkan hidroperoksida dalam jumlah lebih besar (Widodo et al., 2019).



Gambar 5. Grafik Hubungan antara Waktu Simpan t (hari) pada suhu 28, 40 dan 50 °C dengan Nilai Bilangan Peroksida VCO

Perbandingan ketiga kondisi suhu penyimpanan menunjukkan bahwa peningkatan suhu secara signifikan mempercepat laju pembentukan peroksida selama penyimpanan VCO. Hubungan tersebut ditunjukkan pada Gambar 5, yang memperlihatkan bahwa laju peningkatan bilangan peroksida pada suhu 50 °C lebih tinggi dibandingkan suhu 40 °C dan 28 °C. Hal ini menunjukkan bahwa suhu merupakan faktor dominan yang mempengaruhi stabilitas oksidatif minyak. Peningkatan suhu menyebabkan energi kinetik molekul meningkat sehingga frekuensi tumbukan antar molekul lipid dan oksigen menjadi lebih besar, yang pada akhirnya mempercepat pembentukan radikal bebas dan hidroperoksida sebagai produk oksidasi primer. Selain itu, semakin lama waktu penyimpanan, semakin besar pula peluang terjadinya reaksi propagasi radikal bebas sehingga akumulasi peroksida meningkat secara bertahap.

Temuan penelitian ini konsisten dengan beberapa penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa peningkatan suhu penyimpanan mempercepat laju oksidasi minyak dan meningkatkan nilai bilangan peroksida. Penelitian Fitriani & Kusnandar (2021) menunjukkan bahwa kenaikan suhu pada metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) mempercepat peningkatan nilai peroksida dan mempercepat degradasi mutu minyak. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Rahakbaw et al. (2024) yang menunjukkan bahwa penyimpanan VCO pada suhu tinggi mempercepat penurunan mutu akibat proses oksidasi dan hidrolisis. Selain itu, penelitian oleh Jusman & Syamsuddin (2025) serta Lestari et al. (2023) menunjukkan bahwa konstanta laju reaksi oksidasi minyak meningkat seiring kenaikan suhu dan dapat dimodelkan menggunakan pendekatan Arrhenius untuk memprediksi umur simpan produk.

Gambar 6. Grafik Hubungan $\ln k$ terhadap $1/T$

Pendekatan Arrhenius digunakan untuk menjelaskan hubungan antara suhu penyimpanan dan laju reaksi oksidasi VCO. Analisis hubungan antara $\ln k$ dan $1/T$ ditampilkan pada Gambar 6, yang menunjukkan hubungan linier sesuai dengan teori Arrhenius. Linearitas grafik tersebut menunjukkan bahwa perubahan laju reaksi terutama dipengaruhi oleh suhu penyimpanan dan energi aktivasi reaksi oksidasi. Kemiringan garis regresi pada grafik $\ln k$ terhadap $1/T$ berkaitan dengan energi aktivasi reaksi, sedangkan intersep mencerminkan faktor frekuensi tumbukan molekul (Widodo et al., 2019). Berdasarkan kemiringan garis regresi tersebut diperoleh nilai energi aktivasi (E_a) sebesar sekitar 60,9 kJ/mol. Nilai energi aktivasi ini menunjukkan bahwa proses oksidasi VCO cukup sensitif terhadap perubahan suhu penyimpanan, di mana peningkatan suhu akan meningkatkan energi kinetik molekul sehingga mempercepat laju pembentukan senyawa peroksida sebagai produk oksidasi primer. Hasil ini menunjukkan bahwa model percepatan suhu yang digunakan dapat menggambarkan kinetika reaksi oksidasi VCO dengan baik dan dapat digunakan untuk memprediksi umur simpan produk (Lestari et al., 2023).

Berdasarkan analisis kinetika reaksi orde nol dan pendekatan Arrhenius, diperoleh nilai konstanta laju reaksi yang meningkat seiring kenaikan suhu, yaitu sekitar 0,000978 hari⁻¹ pada suhu 28 °C, 0,002483 hari⁻¹ pada suhu 40 °C, dan 0,005119 hari⁻¹ pada suhu 50 °C. Nilai konstanta laju reaksi yang semakin besar menunjukkan bahwa peningkatan suhu mempercepat laju kerusakan oksidatif VCO selama penyimpanan. Berdasarkan nilai tersebut dilakukan prediksi umur simpan menggunakan metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) dengan parameter mutu bilangan peroksida. Hasil prediksi menunjukkan bahwa umur simpan VCO diperkirakan sekitar 353,56 hari pada suhu 50 °C, 728,96 hari pada suhu 40 °C, dan sekitar 1.850,7 hari atau sekitar 5,14 tahun pada suhu 28 °C. Hasil ini menegaskan bahwa suhu penyimpanan merupakan faktor kritis yang menentukan stabilitas mutu dan umur simpan VCO selama distribusi dan penyimpanan produk.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan waktu penyimpanan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perubahan mutu Virgin Coconut Oil (VCO) yang disimpan dalam botol kaca bening terisolasi. Peningkatan suhu penyimpanan terbukti mempercepat laju reaksi oksidasi yang ditandai dengan meningkatnya nilai bilangan peroksida selama penyimpanan. Nilai konstanta laju reaksi meningkat seiring kenaikan suhu, yaitu sebesar $0,000978 \text{ hari}^{-1}$ pada suhu 28°C , $0,002482 \text{ hari}^{-1}$ pada suhu 40°C , dan $0,005119 \text{ hari}^{-1}$ pada suhu 50°C , yang menunjukkan bahwa suhu berperan sebagai faktor utama yang mempercepat degradasi oksidatif minyak. Selain itu, lamanya waktu penyimpanan juga berkontribusi terhadap akumulasi senyawa hidroperoksida sebagai produk primer oksidasi, sehingga nilai bilangan peroksida meningkat secara bertahap selama penyimpanan meskipun pada suhu ruang peningkatan tersebut berlangsung relatif lambat.

Hubungan antara suhu dan waktu penyimpanan mengikuti model kinetika Arrhenius dengan tingkat linearitas yang sangat tinggi, yang menunjukkan bahwa perubahan mutu VCO dapat diprediksi secara ilmiah melalui pendekatan kinetika reaksi. Berdasarkan metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) menggunakan parameter bilangan peroksida, umur simpan VCO dalam wadah botol kaca terisolasi diperkirakan mencapai sekitar 1.850,70 hari atau 5,14 tahun pada suhu ruang (28°C), sekitar 728,96 hari atau 2,02 tahun pada suhu 40°C , dan sekitar 353,57 hari atau 0,98 tahun pada suhu 50°C . Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan maka semakin pendek umur simpan produk akibat percepatan reaksi oksidasi lipid.

Secara praktis, temuan penelitian ini memberikan implikasi penting bagi pengelolaan penyimpanan dan distribusi VCO, khususnya dalam menjaga stabilitas mutu produk selama rantai pasok. Stabilitas oksidatif yang relatif tinggi pada suhu ruang memberikan keuntungan ekonomi karena dapat memperpanjang masa pemasaran produk dan menurunkan risiko kerugian akibat penurunan mutu. Selain itu, hasil penelitian ini juga memberikan dasar ilmiah bagi pemilihan jenis kemasan dan pengendalian suhu distribusi untuk mempertahankan kualitas VCO secara optimal serta meningkatkan efisiensi ekonomi dalam produksi dan pemasaran minyak kelapa murni.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, D. N., Ningrum, Y. P. A., Syahidah, T., Nuryanto, N., Ayustaningwarno, F., & Sugianto, D. N. (2022). Nutrient content, organoleptic quality, and shelf life of sagon substitute from lindur (*Bruguiera gymnorrhiza* L.) and soybean flour (*Glycine max* L.) as an alternative emergency food. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.878539>
- Aladin, A. (2020). *Produksi Virgin Coconut Oil (VCO) zero limbah (Pidato guru besar)*.
- Aladin, A., Semmaila, B., Syarif, T., & Azzahra, Q. (2025). *Analisis kelayakan ekonomi hijau: Langkah cerdas menghitung usaha VCO*.
- Aliefia, N., Mursyid, A. M., Hasrawati, A., & Selatan, S. (2025). A literature review: Manfaat VCO dalam bidang kesehatan. *Makassar Pharmaceutical Science Journal*, 2025(2). <https://journal.farmasi.umi.ac.id/index.php/mpsj>
- Arbin, A., Mohi, S., Tansala, G. S., & Haluti, I. J. (2025). *Hilirisasi kelapa membangun ekosistem berkelanjutan untuk pertumbuhan ekonomi*. <https://doi.org/10.31004/jutin.v8i1.40260>
- Fitrian, N., Aladin, A., & Kalsum, U. (2025). Laju penurunan kualitas Virgin Coconut Oil (VCO) dalam wadah botol kaca bening dengan metode accelerated shelf life testing

- (ASLT). *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 8(1), 1151–1160. <https://doi.org/10.31004/jutin.v8i1.41594>
- Fitriani, A., & Kusnandar, F. (2021). *Percepatan penentuan umur simpan produk pangan menggunakan metode accelerated shelf life testing (ASLT)*. IPB University Repository. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/155518>
- Jusman, & Syamsuddin. (2025). Oxidative stability and shelf-life estimation of virgin and refined coconut oils during storage: A comparative approach. *International Journal of Science, Architecture, Technology, and Environment*, 2(4).
- Kusuma, M. A., & Putri, N. A. (2025). *Asam lemak Virgin Coconut Oil (VCO) dan manfaatnya untuk kesehatan*. 4(1).
- Lestari, D., Suluhingtyas, L. C., & Ariono, D. (2023). The effect of natural antioxidant from clove (*Syzygium aromaticum* L.) on the oxidative stability of crude oil produced by the traditional wet rendering process of coconut (*Cocos nucifera* L.). *Food Research*, 7(3), 227–232. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.7\(3\).852](https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(3).852)
- Lubis, N., Rangkuti, K., & Hafidzun, M. (2025). Analisis perbandingan produktivitas komoditi kelapa di Indonesia dan Malaysia. *Journal of Food System and Agribusiness (JOFSA)*, 9(1), 86–94. <https://doi.org/10.25181/jofsa.v9i1.4012>
- Rahakbauw, S. N., Saleh, E. R. M., & Ibrahim, R. (2024). Pendugaan umur simpan VCO (Virgin Coconut Oil) menggunakan metode ASLT (Accelerated Shelf Life Testing) dengan pendekatan Arrhenius. *Seminar Nasional Teknologi Pertanian Indonesia II (STPI)*.
- Syarif, T., Aladin, A., Arman, M., Sangadji, M. Y., & Mirasati, R. (2024). Penentuan rasio optimum bioadsorben halal dari produk pirolisis serbuk gergaji batang kelapa dalam penjernihan Virgin Coconut Oil (VCO). *Journal of Chemical Process Engineering*, 9(1), 70–79. <https://doi.org/10.33096/jcpe.v9i1.774>
- Widodo, H., Kustiyah, E., Trihusodo, Y., & Annisa, A. (2019). Studi penentuan umur simpan minyak sawit dengan metode accelerated shelf life testing. *Barometer*, 4(2), 192–196. <https://doi.org/10.35261/barometer.v4i2.1828>
- Zayyan, M., Hakim, F., Ainul, W., Handayani, F., Fauziah, S. N., & Haryanto, H. (2020). *Kajian karakter, proses, dan potensi Virgin Coconut Oil (VCO) sebagai pangan fungsional*. <http://www.ejournal.umbandung.ac.id/index.php/jste>