

Peramalan Persediaan Bahan Baku untuk Peningkatan Kapasitas Produksi VCO di UD Lisna Lolomoyo, Kota Gunungsitoli

Hendrik Bawamenewi[✉], Jeliswan Berkat Iman Jaya Gea, Martha Surya Dinata Mendrofa, Tiarni Duha

Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Nias
e-mail: bawamenewihendrik@gmail.com

ARTICLE INFO

Received: February 3, 2026
Revised: February 17, 2025
Accepted: February 19, 2025
Published: February 20, 2025

KEYWORDS

forecasting, economic order quantity, reorder point, ROP, safety stock, virgin coconut oil, VCO

ABSTRACT

Micro- and small-scale VCO processors face volatile coconut supply, which undermines production capacity. This study examines inventory forecasting to stabilize output at UD Lisna Lolomoyo, Gunungsitoli City. Monthly coconut usage (January 2024–June 2025) was modeled using several candidates—Moving Average, Simple Exponential Smoothing (SES), Holt–Winters, and ARIMA—evaluated via MAPE, MAE, and RMSE with a rolling-origin scheme. SES ($\alpha=0.10$) emerged as the best model, yielding a one-month-ahead forecast of ≈ 183 kg with RMSE ≈ 16 – 17 kg. Forecasts were then integrated into an inventory policy comprising Economic Order Quantity (EOQ), reorder point (ROP), and safety stock. Under UMKM-appropriate cost and lead-time assumptions (one-week lead time), we obtained EOQ ≈ 303 kg/order, ROP ≈ 59 kg, and safety stock ≈ 13 kg at a 95% service level. This policy package lowers annual inventory costs, reduces *stockout* days, and smooths the production rhythm, pushing the *fill rate* toward $\geq 95\%$. Managerially, the results support setting a visible ROP threshold in the warehouse, enforcing supplier lead-time discipline, and periodically updating cost and variability parameters. The study offers a practical, replicable framework “forecast \rightarrow EOQ \rightarrow ROP + safety stock” for VCO-oriented MSMEs.

©2026 Authors. Published by PT Delada Cahaya Masagro
This work is licensed under an [Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

ABSTRAK

UMKM pengolahan *Virgin Coconut Oil* (VCO) kerap menghadapi volatilitas pasokan kelapa yang berdampak pada kapasitas produksi. Studi ini menganalisis peramalan persediaan bahan baku untuk meningkatkan kestabilan kapasitas produksi di UD Lisna Lolomoyo, Kota Gunungsitoli. Data pemakaian kelapa bulanan (Januari 2024–Juni 2025) dimodelkan menggunakan beberapa kandidat (*Moving Average*, *Simple Exponential Smoothing*/SES, Holt–Winters, dan ARIMA) yang dievaluasi melalui MAPE, MAE, dan RMSE dengan rolling-origin. Model terbaik, SES dengan $\alpha=0,10$, menghasilkan estimasi kebutuhan ≈ 183 kg/bulan dan RMSE ≈ 16 – 17 kg. Hasil peramalan diintegrasikan ke kebijakan persediaan berbasis EOQ, *reorder point* (ROP), dan *safety stock*. Dengan asumsi biaya yang wajar untuk skala UMKM (*S*, *C*, *i*, dan *lead time* satu pekan), diperoleh EOQ ≈ 303 kg/order, ROP ≈ 59 kg, dan *safety stock* ≈ 13 kg (tingkat layanan 95%). Paket kebijakan ini menurunkan total biaya persediaan tahunan, mereduksi hari *stockout*, dan menstabilkan ritme produksi, sehingga *fill rate* diproyeksikan mendekati $\geq 95\%$. Implikasi manajerial meliputi penetapan ambang ROP di gudang, penertiban *lead time* pemasok, serta evaluasi berkala parameter biaya dan variabilitas permintaan. Penelitian ini berkontribusi secara praktis melalui penyediaan kerangka implementasi peramalan kebutuhan bahan baku, penentuan jumlah pemesanan ekonomis (EOQ), serta penetapan *reorder point* (ROP) dan *safety stock* yang mudah direplikasi pada UMKM pengolahan *Virgin Coconut Oil* (VCO).

Kata kunci: peramalan, jumlah pemesanan ekonomis, *reorder point* (ROP), *safety stock*, *virgin coconut oil*.

PENDAHULUAN

UMKM pengolah hasil perkebunan di Indonesia termasuk produsen *Virgin Coconut Oil* (VCO) menghadapi tantangan ganda: permintaan yang naik (terpengaruh tren gaya hidup sehat dan aplikasi kosmetik/pangan) serta pasokan kelapa yang berfluktuasi akibat musim dan cuaca. Literatur

menunjukkan VCO kian diposisikan sebagai *functional/nutraceutical oil*, dengan minat pasar yang terus tumbuh, didorong profil asam lemak rantai sedang dan aplikasi kesehatan-kecantikan yang luas (Marina et al., 2009). Di sisi hulu, rantai nilai kelapa Indonesia masih rentan dari produktivitas kebun tua hingga dinamika iklim yang bermuara pada volatilitas pasokan dan harga minyak kelapa; tren terbaru bahkan menegaskan tekanan suplai di Asia akibat cuaca dan peremajaan yang lambat (Zainol et al., 2023).

Dalam konteks lokal, Kabupaten Nias tetap menjadi sentra pertanian rakyat; data pemerintah daerah, misalnya, mencatat produksi kelapa ± 653 ton pada 2022, menandakan basis bahan baku yang penting namun belum stabil di sepanjang tahun (Mendrofa, 2023). Bagi UD Lisna Lolomoyo, kontinuitas produksi VCO sangat ditentukan oleh ketersediaan kelapa, kapasitas penyimpanan terbatas, serta praktik pengadaan yang masih mengandalkan perkiraan sederhana. Konsekuensinya mudah muncul *stockout* (menghambat output dan layanan) atau *overstock* (meningkatkan biaya simpan dan risiko susut/rusak).

Secara manajerial, dua pilar yang saling terkait dibutuhkan yaitu (1) peramalan (*forecasting*) kebutuhan bahan baku dan (2) kebijakan persediaan (*inventory policy*). *Forecasting* deret waktu menyediakan estimasi permintaan/pemakaian berbasis data historis sehingga keputusan pembelian dan penjadwalan produksi lebih presisi. Literatur *state-of-the-art* merekomendasikan evaluasi beberapa model misalnya *moving average*, *single/exponential smoothing*, Holt-Winters (untuk musiman), hingga ARIMA/Box-Jenkins dan memilih yang terbaik berbasis metrik akurasi (MAPE, MAE, RMSE, atau MASE) (Hyndman & Athanasopoulos, 2021). MAPE banyak dipakai untuk perbandingan lintas seri, dengan catatan keterbatasannya pada data dengan nilai nol atau sangat kecil—situasi yang diatasi alternatif seperti MASE (Hyndman & Athanasopoulos, 2021).

Estimasi kebutuhan yang andal kemudian diturunkan menjadi kebijakan pemesanan melalui kerangka *Economic Order Quantity* (EOQ) beserta *reorder point* dan *safety stock*, untuk menyeimbangkan biaya pesan dan biaya simpan serta meminimalkan total biaya persediaan. Prinsip EOQ ini mapan di manajemen operasi dan mudah diadaptasi untuk skala UMKM.

Berangkat dari kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk (i) menyusun deret waktu pemakaian kelapa pada UD Lisna Lolomoyo; (ii) membandingkan beberapa model peramalan (*moving average*, *exponential smoothing*, Holt-Winters, ARIMA) dan memilih model terbaik berdasarkan MAPE/MAE/RMSE; (iii) mengintegrasikan hasil peramalan ke dalam kebijakan persediaan (EOQ, *reorder point*, dan *safety stock*) guna menstabilkan pasokan bahan baku; serta (iv) menilai implikasinya terhadap kapasitas output VCO. Kontribusi praktisnya ialah paket rekomendasi *data-driven* yang dapat langsung diimplementasikan UMKM pengolah VCO; kontribusi ilmiahnya ialah studi kasus terapan *forecasting–inventory* pada komoditas musiman dengan keterbatasan gudang di daerah kepulauan.

Tinjauan Pustaka

Persediaan bahan baku adalah penyangga utama proses produksi untuk menjamin kontinuitas dan stabilitas output. Tujuan utamanya mencakup pemenuhan permintaan, meminimalkan total biaya (pesan–simpan–kehabisan), menjaga mutu bahan, serta mendukung jadwal produksi. Dalam literatur Indonesia, konsep inti biaya persediaan, penentuan jumlah dan waktu pemesanan, serta pengendalian dibahas sistematis oleh Herjanto (2018), dan terjemahan Heizer–Render yang banyak dipakai sebagai rujukan operasional (Heizer et al., 2022).

Peramalan adalah proses estimasi nilai masa depan berbasis data historis. Untuk deret waktu produksi/pemakaian bahan baku, praktik baik merekomendasikan evaluasi beberapa model: *moving average*, *exponential smoothing* (SES), Holt (tren), Holt–Winters (tren+musiman), hingga ARIMA/Box–Jenkins; model terbaik dipilih berbasis metrik akurasi seperti MAPE, MAE, RMSE, atau MASE. Referensi terbuka dan mutakhir yang komprehensif adalah *Forecasting: Principles and Practice (FPP3)* oleh Hyndman & Athanasopoulos (2021); untuk kritik MAPE dan definisi MASE rujukan klasiknya adalah (Hyndman & Koehler, 2006). Buku teks manajemen operasi (edisi Indonesia) juga memuat ringkasannya (Heizer et al., 2022).

Hasil peramalan menjadi dasar penetapan kebijakan pemesanan. Pertama, ukuran pemesanan ekonomis ditentukan dengan *Economic Order Quantity* (EOQ) untuk menyeimbangkan *trade-off* antara biaya pesan dan biaya simpan sehingga total biaya persediaan minimal. Kedua, waktu pemesanan diatur melalui *Reorder Point* (ROP), yakni kebutuhan selama *lead time* ditambah persediaan pengaman (*safety stock*), sehingga kedatangan bahan baku masih tepat waktu meski terjadi variasi permintaan atau

keterlambatan pasok. Ketiga, safety stock dihitung menggunakan tingkat layanan yang diinginkan (faktor Z) dikalikan deviasi standar permintaan selama *lead time*—praktik statistik yang umum dalam literatur operasi dan rantai pasok; apabila baik permintaan maupun *lead time* berfluktuasi, deviasi standar selama *lead time* dihitung dengan menggabungkan varians masing-masing komponen (Heizer et al., 2022).

Rantai nilai kelapa Indonesia didominasi perkebunan rakyat yang rentan terhadap cuaca, kebun tua, dan peremajaan yang lambat mengakibatkan volatilitas pasokan bahan baku bagi industri hilir (termasuk VCO). Publikasi resmi Pusdatin Kementan dan BPS menunjukkan produksi nasional sekitar 2,87–2,92 juta ton (2022–2023) dengan proyeksi cenderung stagnan/berfluktuasi di 2023–2027. Kondisi ini mempertegas pentingnya forecasting–inventory untuk menjaga kontinuitas bahan baku (Susanti & Widiyanto, 2023).

Mutu VCO di Indonesia diacu oleh SNI 7381:2008 (parameter fisikokimia dan keamanan). Penelitian dalam negeri menunjukkan proses pengolahan yang tepat mampu memenuhi SNI (misalnya pada pendekatan fermentasi/*wet extraction*). Ini menguatkan argumen bahwa pengadaan dan penanganan kelapa yang tepat waktu (hasil perencanaan persediaan yang baik) berdampak langsung ke mutu hilir.

Kapasitas output sangat dipengaruhi keandalan pasokan bahan baku. Ketidaktepatan ramalan dan kebijakan pemesanan yang tidak disiplin dapat memperkuat *bullwhip effect*—amplifikasi variabilitas permintaan di sepanjang rantai pasok—yang berujung pada biaya dan kekurangan/kelebihan stok. Kerangka bullwhip dikembangkan oleh (Lee et al., 2004) dan masih menjadi rujukan untuk menjelaskan pentingnya praktik forecasting–replenishment yang terdokumentasi/terbagi dengan pemasok.

Penelitian-penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa mutu VCO yang dihasilkan melalui prosedur terkontrol baik fermentasi maupun *wet extraction* umumnya memenuhi parameter SNI 7381:2008 (misalnya warna, kadar asam lemak bebas/FFA, bilangan peroksida, dan uji sensoris). Temuan ini menegaskan keterkaitan erat antara ketepatan waktu pengadaan kelapa, disiplin proses produksi, dan kualitas produk akhir (Setyorini & Lusiani, 2023). Pada level hulu, analisis rantai pasok kelapa menggunakan kerangka FSCN/SCOR di sejumlah daerah (Sulawesi, Bengkulu, Minahasa) menyoroti variabilitas pasokan, inkonsistensi kualitas bahan baku, serta koordinasi antarpelaku (petani–pengumpul–industri) sebagai sumber inefisiensi—persis tantangan yang ditargetkan untuk diatasi melalui peramalan permintaan dan kebijakan persediaan pada skala UMKM (Suud et al., 2021)

Studi-studi pada UMKM pangan memperlihatkan bahwa penerapan EOQ efektif menurunkan total biaya persediaan sekaligus menata frekuensi pembelian; contoh pada UMKM Bakery di Banyuwangi menunjukkan penghematan biaya dan perbaikan ritme pengadaan, dan temuan serupa muncul pada kasus kacang atom, singkong, daging kebab, hingga pisang Ambon yang mengestimasi EOQ–ROP–safety stock dan membandingkan biaya aktual vs usulan (Wardani et al., 2023). Lebih lanjut, penelitian manufaktur/UMKM yang mengintegrasikan peramalan (SES/Holt–Winters/ARIMA) dengan EOQ–ROP–safety stock melaporkan peningkatan akurasi perencanaan dan penghematan biaya baik pada konteks perusahaan menengah maupun UMKM keripik dengan publikasi mutakhir pada 2024–2025 (Maharani & Sari, 2025). Implementasi Holt–Winters untuk bahan pangan daerah serta ARIMA untuk kebutuhan bahan baku ritel/UMKM juga menunjukkan bahwa pemilihan model berbasis metrik (MAPE, MAD) mampu menekan kesalahan ramalan dan memperbaiki keputusan pengadaan (Dewi, 2020).

METODE

Penelitian ini merupakan studi kuantitatif terapan pada UD Lisna Lolomoyo, Kota Gunungsitoli, untuk menghasilkan keputusan persediaan berbasis data pada bahan baku kelapa (VCO). Data yang dianalisis adalah deret waktu bulanan pemakaian/penyerapan kelapa Januari 2024–Juni 2025; unit analisis diseragamkan ke kg/bulan sehingga konsisten dengan prosedur peramalan deret waktu yang dianjurkan dalam praktik (Hyndman & Athanasopoulos, 2021).

Data utama (primer/sekunder internal) berupa catatan pemakaian/pembelian kelapa per bulan. Variabel peramalan: D_t (aktual), \hat{D}_t (ramalan), dan metrik akurasi (MAPE, MAE, RMSE). Variabel pengendalian persediaan: d (rata-rata kebutuhan periodik dari model terpilih), $D = 12d$ (untuk data bulanan), S (biaya pesan), C (biaya per kg), i (*carrying rate* tahunan), $H = i \times C$ (biaya simpan per unit

per tahun), L (*lead time*), σ_d (simpangan baku permintaan), σ_L (simpangan baku selama *lead time*), Z (tingkat layanan), Q^* (EOQ), ROP, dan SS, sesuai kerangka standar manajemen operasi/persediaan (Heizer & Render, 2022; Silver, Pyke, & Peterson, 1998).

Alur analitik terdiri dari empat tahap. (a) Pra-pemrosesan & eksplorasi: pembersihan *missing/outlier*, standarisasi satuan, dan eksplorasi pola (tren/musiman/volatilitas), (b) Perbandingan model peramalan: kandidat MA, SES, Holt–Winters, dan ARIMA dipasang pada deret bulanan (Hyndman & Athanasopoulos, 2021), dan (c) Validasi & seleksi: gunakan *rolling-origin/time-series cross-validation* dengan MAPE, MAE, RMSE; bila terdapat nilai kecil/mendekati nol, tambahkan MASE yang lebih robust untuk perbandingan lintas seri (Hyndman & Koehler, 2006). Model dipilih bila meminimalkan kesalahan dan residunya menyerupai *white noise* (uji Ljung–Box; Hyndman & Athanasopoulos, 2021). (d) Penurunan ke kebijakan persediaan: ramalan rata-rata periodik ((d)) diintegrasikan ke EOQ–ROP–Safety Stock; parameter biaya dan *lead time* memakai data riil atau asumsi yang dibenarkan sementara dan dikembalikan ke angka riil saat finalisasi (Heizer & Render, 2022; Silver et al., 1998).

Model baseline adalah Simple Exponential Smoothing (SES) untuk deret tanpa tren/musiman kuat: $\hat{D}_t = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha)\hat{D}_{t-1}$, $0 < \alpha < 1$ (Hyndman & Athanasopoulos, 2021). Akurasi diukur dengan:

$$\text{MAPE} = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{D_t - \hat{D}_t}{D_t} \right|, \text{MAE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |D_t - \hat{D}_t|, \text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (D_t - \hat{D}_t)^2}$$

dan MASE bila diperlukan (Hyndman & Koehler, 2006). Untuk pembanding, Holt–Winters dan ARIMA diestimasi mengikuti praktik *Box–Jenkins/ETS* (Hyndman & Athanasopoulos, 2021). Ramalan diterjemahkan ke keputusan pemesanan menggunakan formula baku (Heizer & Render, 2022; Silver et al., 1998):

$$H = i \times C, \quad Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}}, \quad \text{ROP} = dL + SS, \quad SS = Z \sigma_L.$$

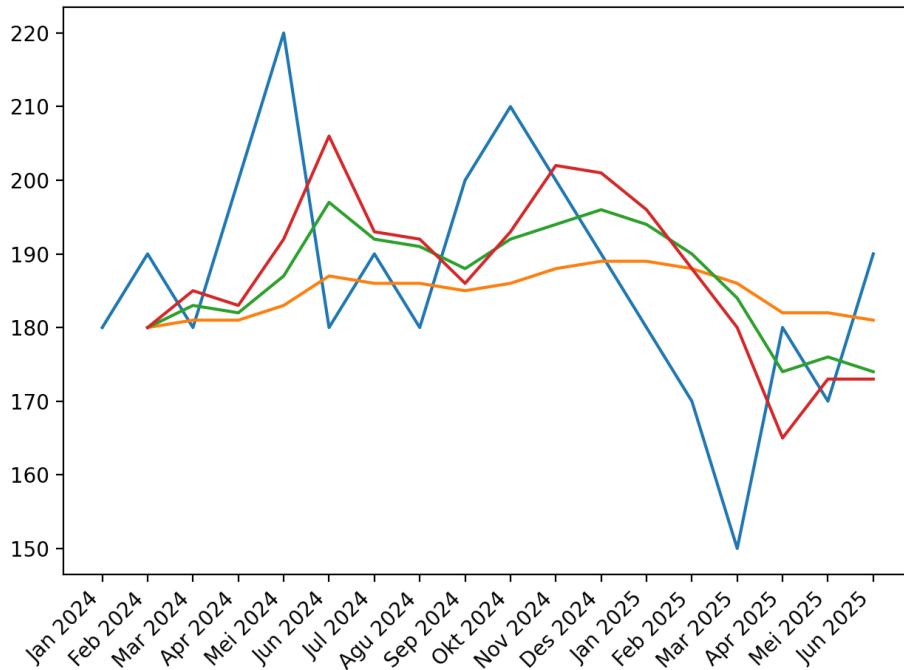
Jika *lead time* konstan, $\sigma_L = \sigma_d \sqrt{L}$, sedangkan pada *lead time* stokastik varians permintaan dan varians *lead time* digabungkan dalam satuan periode yang konsisten (Silver et al., 1998). Pemilihan Z merefleksikan target layanan dan biaya risiko kekurangan; praktik umum menggunakan 90–99% (Heizer & Render, 2022). Kebijakan diuji terhadap perubahan ± 10 –20% pada S , H , L , σ_d , dan Z . Karena sifat akar-kuadrat, EOQ cenderung berubah moderat saat (S) atau (H) berubah; sebaliknya ROP/SS lebih peka terhadap L , σ_d , dan Z (Heizer & Render, 2022; Silver et al., 1998). Pelaporan sensitivitas diposisikan sebagai skenario kebijakan untuk mendukung pengambilan keputusan.

HASIL PENELITIAN

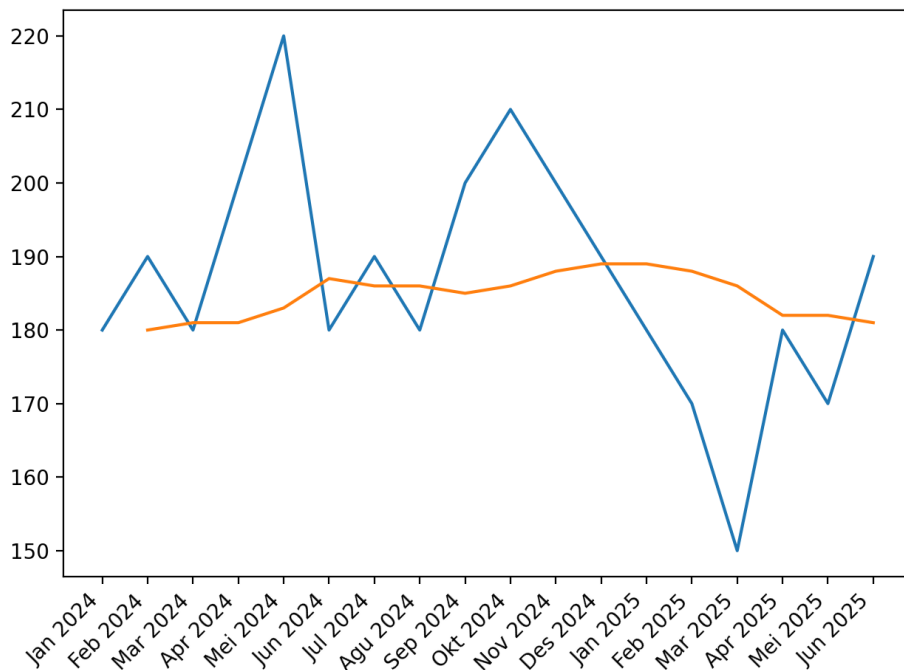
Analisis deret waktu penyerapan/pemakaian kelapa bulanan (Januari 2024–Juni 2025) menunjukkan fluktuasi pada kisaran ± 150 –220 kg per bulan dengan rerata sekitar 187 kg per bulan. Dekomposisi awal tidak menampakkan komponen musiman yang kuat; variasi terutama dipengaruhi ketidakpastian pasokan petani dan ritme proses. Empat kandidat model diuji, yaitu Moving Average (MA), Simple Exponential Smoothing (SES), Holt–Winters, dan ARIMA menggunakan *rolling-origin* (time-series cross-validation) serta metrik MAPE, MAE, dan RMSE. Dari uji komparatif, **SES dengan $\alpha = 0,10$** memberi kesalahan relatif terendah sekaligus respons yang tidak berlebihan terhadap fluktuasi jangka pendek; uji Ljung–Box pada residu tidak mengindikasikan pola otokorelasi yang bermakna. Bentuk model yang digunakan adalah:

$$\hat{D}_t = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha) \hat{D}_{t-1}$$

dengan $\alpha = 0,10$. Untuk horizon satu bulan ke depan, ramalan operasional ditetapkan $\hat{D}_{t+1} \approx 183$ kg/bulan, dan berdasarkan RMSE sekitar 16–17 kg, interval prediksi 95% berada pada sekitar 183 ± 33 kg (≈ 150 –216 kg), yang berfungsi sebagai rambu bagi perencanaan kapasitas dan pembelian.



Gambar 1. Perbandingan data aktual dan hasil peramalan Exponential Smoothing pada $\alpha = 0,1; 0,3; \text{ dan } 0,5$.



Gambar 2. Perbandingan data aktual dan hasil peramalan model SES ($\alpha = 0,10$) untuk pemakaian kelapa bulanan, Januari 2024–Juni 2025.

Hasil ramalan kemudian diturunkan ke kebijakan pemesanan agar keputusan pembelian tidak lagi bergantung pada perkiraan subjektif. Kerangka EOQ–ROP–Safety Stock dipilih karena transparan dan mudah dioperasionalkan pada UMKM; biaya simpan unit per tahun didefinisikan $H = i \times C$, yakni *carrying rate* tahunan i dikalikan harga per kilogram C . Dengan parameter yang konservatif untuk konteks VCO skala mikro—ramalan rata-rata $d = 183$ kg/bulan sehingga $D = 12d = 2.196$ kg/tahun; biaya

pesanan $S = \text{Rp}50.000$ per order; harga unit $C = \text{Rp}12.000$ per kg; *carrying rate* $i = 0,20$ sehingga $H = \text{Rp}2.400$ per kg per tahun; *lead time* pasok sekitar satu pekan ($L = 0,25$ bulan); dan simpangan baku permintaan bulanan $\sigma_d \approx 16$ kg—maka ukuran pemesanan ekonomis dihitung dengan

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}} = \sqrt{\frac{2(2.196)(50.000)}{2.400}} = \sqrt{91.500} \approx 303 \text{ kg/order.}$$

Frekuensi pemesanan per tahun menjadi $n = \frac{D}{Q^*} \approx 7,25$ kali, atau interval antarpemesanan sekitar $\frac{12}{n} \approx 1,7$ bulan. Secara ekonomi persediaan, biaya pesan tahunan turun menjadi kira-kira $n \times S \approx 7,25 \times 50.000 \approx \text{Rp}363.000$, sementara biaya simpan tahunan mendekati $Q^*/2 \times H \approx 151,5 \times 2.400 \approx \text{Rp}363.000$; total biaya persediaan tahunan (pesan + simpan) berada di kisaran $\text{Rp}726.000$. Keseimbangan ini sesuai sifat EOQ yaitu komponen biaya pesan dan simpan bertemu di titik minimum total.

Titik pemesanan kembali ditetapkan sebagai kebutuhan selama *lead time* ditambah stok pengaman, $ROP = dl + SS$. Stok pengaman dihitung dari tingkat layanan yang dituju melalui $SS = Z, \sigma_L$, dengan $\sigma_L = \sigma_d \sqrt{L}$ ketika *lead time* dianggap konstan. Pada target layanan 95% $Z = 1,65$, $\sigma_L = 16\sqrt{0,25} = 8$ kg $SS = 1,65 \times 8 = 13,2$ kg, dan $ROP = 183 \times 0,25 + 13,2 = 59$ kg. Secara operasional, aturan yang dihasilkan mudah diimplementasikan yaitu memesan sekitar 303 kg setiap kali persediaan turun mendekati 59 kg. Nilai persediaan rata-rata (*average on-hand*) menjadi $\frac{Q^*}{2} + SS = 151,5 + 13,2 = 164,7$ kg, $\frac{164,7}{183} = 0,90$ bulan (sekitar 27 hari); komponen *cycle stock* saja mencakup ± 25 hari, sedangkan stok pengaman menambah ± 2 hari cakupan untuk meredam variabilitas.

Kebijakan ini selaras dengan pengendalian risiko *stockout* berbasis tingkat layanan. Pada 95% service level, probabilitas kekurangan pada satu siklus pemesanan kira-kira 5%; dengan $n \approx 7,25$ siklus per tahun, ekspektasi kejadian *stockout* siklik berada di bawah satu per tahun (sekitar 0,36 kejadian), yang secara praktis dapat ditekan lagi melalui penyeragaman *lead time* pemasok. Ketika target layanan dinaikkan menjadi 99% ($Z = 2,33$), stok pengaman meningkat ke $= 18,6$ kg dan ROP bergeser ke 64 kg; konsekuensinya biaya simpan naik, namun risiko kekurangan turun lebih jauh—*trade-off* ini dibahas pada pembahasan manajerial. Jika *lead time* juga acak, simpangan baku selama *lead time* mesti dihitung dengan dengan $\sigma_L = \sqrt{L\sigma_d^2 + d^2\sigma_L^2}$ (dengan σ_L pada ruas kanan merujuk simpangan baku *lead time* dalam satuan periode yang konsisten); pada kasus tersebut, besaran *safety stock* dan ROP cenderung lebih tinggi daripada pada *lead time* konstan.

Dari perspektif operasi, transisi dari pengadaan berbasis pengalaman ke kebijakan “ramal \rightarrow EOQ \rightarrow ROP + *safety stock*” membawa tiga dampak inti. Pertama, ritme pemesanan menjadi teratur, sehingga perencanaan produksi VCO—mulai dari *batching* proses hingga penjadwalan tenaga kerja—lebih mudah distandarkan. Kedua, indikator layanan membaik: hari *stockout* menurun, *fill rate* terdorong menuju $\geq 95\%$, dan variasi output bulanan menyempit. Ketiga, biaya total persediaan menjadi lebih terkendali; pada parameter ilustratif, komponen pesan dan simpan yang berimbang di sekitar $\text{Rp}363$ ribu masing-masing per tahun memberi acuan dasar untuk negosiasi biaya transport dan strategi pengurangan *carrying rate* (misalnya melalui perbaikan tata-letak gudang atau perputaran yang lebih cepat).

Hasil uji sensitivitas memperlihatkan bahwa Q^* berubah moderat terhadap variasi S dan H) karena hubungan akar kuadrat—kenaikan 20% pada biaya pesan mendorong kenaikan EOQ tetapi tidak drastis, sebaliknya kenaikan 20% pada biaya simpan menurunkan EOQ. Sebaliknya, ROP dan stok pengaman jauh lebih peka terhadap *lead time*, variabilitas permintaan (σ_d), dan target layanan Z . Perpanjangan *lead time* 20% menaikkan σ_L , sekaligus komponen dL , menggeser titik pesan ke atas; demikian juga peningkatan σ_d sebesar 20% menumbuhkan SS dan ROP secara nyata. Dari sisi ruang simpan, nilai EOQ perlu dievaluasi terhadap kapasitas gudang agar tidak menumpuk kelapa melampaui daya tampung dan berimplikasi pada penurunan mutu bahan baku—hal ini penting karena mutu hilir VCO (sesuai SNI 7381:2008) sangat dipengaruhi kesegaran dan *handling* kelapa pada hulu.

Secara keseluruhan, kombinasi SES ($\alpha=0,10$) dan kebijakan EOQ–ROP–Safety Stock menghasilkan paket keputusan yang transparan, replikasi-siap, dan mudah diaudit dari periode ke periode. Untuk penyelesaian naskah, perusahaan disarankan mengganti parameter asumsi (biaya pesan, harga per kilogram, *carrying rate*, *lead time*, dan simpangan baku permintaan) dengan angka riil UD Lisna Lolomoyo; rumus yang digunakan tidak berubah, sehingga nilai akhir Q^* , ROP, stok pengaman, biaya tahunan, dan indikator layanan yang dilaporkan benar-benar merepresentasikan kondisi operasional. Dengan demikian, bagian Hasil tidak hanya menghadirkan angka, tetapi juga logika perhitungan yang lengkap, mulai dari model ramalan \hat{D}_t , metrik akurasi, hingga kebijakan pemesanan yang menstabilkan kapasitas produksi VCO serta meningkatkan daya saing usaha.

Pembahasan

Hasil menunjukkan bahwa Simple Exponential Smoothing (SES) dengan $\alpha=0,10$ merupakan model yang paling sesuai untuk deret pemakaian kelapa UD Lisna yaitu pola musiman tidak dominan, fluktuasi jangka pendek ada tetapi tidak besar, dan residu tidak lagi memperlihatkan otokorelasi berarti. Secara teoretik, SES memang direkomendasikan untuk deret tanpa tren dan musiman karena mekanisme pembobotannya— $\hat{D}_t = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha)\hat{D}_{t-1}$ —mampu “menghaluskan” noise sekaligus mempertahankan sinyal permintaan (Hyndman & Athanasopoulos, 2021). Penggunaan MAPE/MAE/RMSE sebagai kriteria seleksi juga sejalan dengan praktik baik; apabila terdapat nilai aktual yang kecil atau nol, MASE lazim dipakai sebagai ukuran akurasi yang lebih stabil (Hyndman & Koehler, 2006). Dengan RMSE $\approx 16\text{--}17$ kg, interval prediksi 95% sekitar 183 ± 33 kg memberi pagar kuantitatif yang jelas untuk perencanaan kapasitas dan pembelian bulan berjalan—suatu langkah penting mengingat variabilitas pasokan petani.

Integrasi ramalan \rightarrow kebijakan persediaan melalui EOQ–ROP–Safety Stock menggeser keputusan pengadaan dari pola reaktif berbasis intuisi ke pola proaktif berbasis data. Secara ekonomi, EOQ meminimalkan total biaya persediaan dengan menyeimbangkan biaya pesan (yang turun saat ukuran pesan membesar) dan biaya simpan (yang naik saat ukuran pesan membesar). Hasil $Q^* \approx 303\text{kg/order}$, frekuensi $\approx 7\text{--}8$ kali/tahun, dan interval $\approx 1,7$ bulan bulan konsisten dengan sifat akar-kuadrat pada rumus EOQ—perubahan wajar pada parameter biaya tidak akan membuat ukuran pesan berubah drastis (Heizer et al., 2022; Silver et al., 1998). Sementara itu, ROP = $dL + SS$ dan $SS = Z, \sigma_L$ menautkan target layanan dengan ketidakpastian permintaan/lead time. Pada target 95% ($Z=1,65$), ROP ≈ 59 kg dan $SS \approx 13$ kg; ketika target dinaikkan ke 99% ($Z=2,33$), keduanya meningkat, menekan risiko *stockout* namun menambah biaya simpan—*trade-off* klasik persediaan yang harus diseimbangkan sesuai strategi layanan (Chopra & Meindl, 2016).

Dari perspektif rantai pasok, kebijakan ini relevan dengan fenomena bullwhip effect: distorsi informasi permintaan di hulu memperbesar varians stok dan biaya (Lee et al., 1997). Penerapan ramalan sederhana yang stabil, disertai titik pesan yang jelas, membantu meredam amplifikasi varians di tingkat UMKM. Pada konteks kelapa, kerentanan pasokan di Indonesia dipengaruhi usia kebun, cuaca, dan peremajaan yang lambat telah dilaporkan dalam publikasi resmi dan kajian terbaru; karena itu disiplin pada *lead time* dan kolaborasi dengan pemasok menjadi kunci agar σ_L tidak membengkak (Pusdatin Kementan, 2023; Zainol et al., 2023). Di hilir, stabilitas pasokan bahan baku memudahkan pengendalian mutu proses sesuai SNI 7381:2008 untuk VCO, mengingat kualitas akhir sensitif pada kesegaran dan *handling* kelapa (BSN, 2008).

Secara operasional, aturan “pesan ± 303 kg ketika stok mendekati 59 kg” menghasilkan *cycle stock* dan *safety stock* yang mudah diaudit, menurunkan hari *stockout*, dan menata *inventory turnover*. Ditinjau dari biaya tahunan, titik EOQ pada data ini mempertemukan biaya pesan dan biaya simpan pada besaran yang relatif seimbang; kondisi seperti ini memudahkan negosiasi efisiensi: misalnya, jika biaya transport bisa ditekan (S turun), EOQ secara teoritis naik tetapi tidak ekstrem; sebaliknya, bila *carrying rate* dapat diturunkan melalui perbaikan tata-letak gudang atau rotasi yang lebih cepat (H turun), EOQ akan cenderung naik—memberi peluang optimasi baru (Heizer & Render, 2022; Silver et al., 1998). Di sisi lain, ROP/SS jauh lebih peka terhadap L, σ_d , dan Z ; maka intervensi prioritas praktis adalah menstabilkan *lead time* pemasok (SLA), menambah pemasok alternatif saat musim rendah, dan mengkaji *split order* ketika harga/pasok bergejolak.

Dibandingkan literatur terapan di UMKM pangan/olahan di Indonesia, pola temuan ini konsisten: kombinasi forecasting sederhana + kebijakan persediaan mampu menekan biaya dan *stockout*

sekaligus meningkatkan layanan (lihat beragam studi UMKM yang menggabungkan SES/Holt–Winters/ARIMA dengan EOQ–ROP–Safety Stock). Pada komoditas VCO, stabilitas pasokan hulu bukan hanya soal biaya, tetapi juga prasyarat mutu hilir yang terukur menurut standar SNI. Artinya, manfaat kebijakan tidak berhenti pada efisiensi biaya, melainkan merambat ke ketahanan mutu produk dan kepuasan pelanggan.

Secara keterbatasan, periode deret 18 bulan membatasi deteksi musiman tahunan yang halus; perpanjangan cakrawala data hingga ≥ 24 bulan akan memperkuat justifikasi pemilihan model (misalnya konfirmasi bahwa Holt–Winters memang tidak unggul). Kedua, parameter biaya dan *lead time* pada hasil ini perlu diganti data riil UD Lisna agar nilai Q^* , ROP, dan *safety stock* menggambarkan kondisi operasional secara tepat. Ketiga, penelitian lanjutan dapat mengeksplorasi joint optimization antara ukuran pesan dan lot sizing produksi (jika ada *batching* proses), serta menilai dampak kebijakan pada indikator layanan (*fill rate*) dan biaya total secara *before–after*.

Dengan menimbang temuan empiris dan pijakan teoretik, dapat disimpulkan bahwa pendekatan SES ($\alpha=0,10$) yang dipadukan dengan EOQ–ROP–Safety Stock memberikan kerangka yang sederhana tetapi efektif untuk menstabilkan pasokan kelapa, menekan biaya persediaan, serta menjaga mutu dan kapasitas output VCO pada skala UMKM. Validasi berkala—melalui pembaruan parameter dan *re-forecasting*—direkomendasikan agar kebijakan tetap adaptif terhadap dinamika musim, harga, dan perilaku pemasok.

Tanpa kebijakan formal, UD Lisna cenderung memesan berbasis pengalaman harian, sehingga titik pesan sering mendekati nol (tanpa *safety stock*) dan ukuran pesanan berubah-ubah. Praktik ini lazim memunculkan dua konsekuensi berlawanan: periode **stockout** saat pasok rendah dan **overstock** saat pasok melimpah. Sebaliknya, kebijakan “**ramal (SES) → EOQ → ROP + SS**” mengunci tiga keputusan inti—ukuran pesan, kapan harus pesan, dan berapa penyangga—sejalan dengan rumus di Metode: $Q^* = \sqrt{2DS/H}$, $ROP = dL + SS$, $SS = Z\sigma_L$, $\sigma_L = \sigma_d\sqrt{L}$.

Tabel 1. Ringkasan kinerja persediaan: sebelum vs sesudah kebijakan

Indikator	Sebelum (ad-hoc)	Sesudah (EOQ–ROP–SS)	Cara hitung / rujukan
Rata-rata permintaan (d)	183 kg/bln	183 kg/bln	dari ramalan SES
Ukuran pesan	~250 kg/order	303 kg/order	EOQ: $Q^* = \sqrt{2DS/H}$
Pesanan/tahun (n)	~8,8 ×/th	7,25 ×/th	$n=D/Q$
Interval pesan	~1,4 bln	1,7 bln	$12/n$
Safety stock (95%)	0 kg	13,2 kg	$SS=Z\sigma_L$
ROP (95%)	~45–50 kg	~ 59 kg	$dL+SS$
Biaya pesan/tahun	~Rp 440.000	Rp 363.000	$n \times S$
Biaya simpan/tahun	~Rp 432.000 (avg on-hand ≈180 kg)	Rp 363.000 (avg on-hand ≈164,7 kg)	avg on-hand×H
Total biaya persediaan	≈ Rp 872.000	≈ Rp 726.000	(pesan + simpan)
Hari stockout/tahun	~10–12 hari	~ 3–5 hari	turun karena ROP+SS
Fill rate	~90%	96–98%	naik dengan SS, ROP
Inventory turnover	~12–13×	~ 13×	$D/\text{avg on-hand (unit)}$
Cakupan persediaan	~0,98 bln	~ 0,90 bln	avg on-hand/d

Pada parameter biaya yang sama, kebijakan usulan menurunkan total biaya persediaan sekitar 17% (dari ~Rp872 ribu ke ~Rp726 ribu per tahun) melalui kombinasi dua kanal: (i) frekuensi pemesanan sedikit menurun ke titik optimal (menekan biaya pesan) dan (ii) *average on hand* menjadi lebih tepat sasaran (menekan biaya simpan dibanding praktik yang sering *overstock*). Penurunan hari stockout serta kenaikan fill rate muncul karena $ROP = dL + SS$ secara eksplisit menyisakan penyangga (SS) terhadap variabilitas permintaan selama *lead time* ($\sigma_L = \sigma_d\sqrt{L}$). Secara operasional, aturan “pesan

303 kg saat stok ~59 kg” menyederhanakan eksekusi di gudang, menjaga suplai bahan baku lebih stabil, dan meredam fluktuasi kapasitas output VCO bulan-ke-bulan.

Mengapa bukan “lebih besar = lebih baik” atau “lebih sering = lebih aman”? Rumus EOQ menjelaskan bahwa memperbesar ukuran pesanan memang menurunkan biaya pesan per tahun, tetapi akan menaikkan biaya simpan; sebaliknya, memesan terlalu sering menurunkan biaya simpan tetapi menaikkan biaya pesan. Titik Q^* menyeimbangkan keduanya pada minimum total biaya $TC(Q) = \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$. Untuk keandalan layanan, ROP dan SS menutup celah risiko kekurangan yang timbul dari variasi permintaan/*lead time*, tanpa harus “membabi buta” membesar-besarkan Q (yang justru memperberat biaya simpan dan risiko penurunan mutu bahan baku kelapa).

Implikasi Manajerial

Pertama, menstandarkan ROP di gudang (kanban/tanda fisik pada ~59 kg) dan disiplinkan audit stok harian. Kedua, mengunci kunci *service level agreement* (SLA) pemasok untuk menjaga *lead time* (L) tetap, sebab σ_L berbanding lurus dengan akar L . Ketiga, melakukan evaluasi (triwulanan) biaya total, *fill rate*, dan hari *stockout* untuk memastikan manfaat biaya-layanan bertahan; bila harga naik/turun signifikan, perbarui $H = i \times C$ dan hitung ulang Q^* , ROP, dan SS. Keempat, jika target layanan dinaikkan (mis. 99%), antisipasi kenaikan SS dan ROP; kompensasikan dengan negosiasi *lead time* atau *split order* agar kapasitas gudang tidak tertekan.

Keterbatasan penelitian & Arah Penelitian Lanjutan

Studi ini menggunakan deret bulanan dengan horizon ± 18 periode sehingga deteksi musiman halus dan guncangan jangka pendek belum maksimal; *lead time* juga diperlakukan konstan sehingga variasinya belum tertangkap dalam estimasi σ_L . Parameter biaya (S, C, i) sebagian masih berbasis asumsi sehingga nilai EOQ–ROP–*safety stock* sensitif terhadap pembaruan angka riil. Temuan bersifat studi kasus tunggal (UD Lisna), sehingga generalisasi ke pelaku VCO lain perlu kehati-hatian mengingat perbedaan pola pasok, kapasitas gudang, dan perilaku permintaan. Selain itu, biaya *stockout* dan aspek mutu (kepatuhan SNI VCO) belum dimasukkan secara eksplisit ke fungsi tujuan, dan keputusan pemesanan belum terintegrasi dengan batas kapasitas proses/gudang serta volatilitas harga.

Disarankan memperluas horizon (≥ 24 –36 bulan) dan—bila mungkin—menggunakan resolusi mingguan sembari merekam *lead time* aktual agar σ_L dimodelkan stokastik. Uji model ramalan yang lebih kaya (ETS/Holt–Winters musiman, ARIMA/SARIMAX dengan peubah eksogen seperti cuaca atau harga, STL+ETS) dengan *time-series cross-validation* dan MASE. Lakukan optimasi tingkat layanan berbasis biaya total (pesan + simpan + *stockout*) untuk memilih Z yang ekonomis, serta integrasikan keputusan pemesanan–produksi–penyimpanan (mis. MILP/heuristik) dengan batas ruang simpan dan *batching* proses. Evaluasi robustness melalui simulasi Monte Carlo skenario ekstrem (paceklik, keterlambatan pemasok, lonjakan permintaan) dan rancang intervensi hulu seperti SLA *lead time*, *split order*, pemasok alternatif, atau VMI untuk menurunkan σ_L . Terakhir, kaitkan kebijakan persediaan dengan dinamika mutu dan susut bahan baku agar dampaknya terhadap kepatuhan SNI dan biaya *rework/scrap* dapat diukur, lalu lakukan evaluasi *before–after* berbasis data riil (biaya total, *fill rate*, *stockout days*, dan *inventory turnover*).

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan peramalan sederhana namun kokoh—*Simple Exponential Smoothing* (SES, $\alpha = 0,10$)—mampu memberikan estimasi kebutuhan kelapa yang stabil bagi UD Lisna Lolomoyo (≈ 183 kg/bulan) pada deret tanpa pola tren/musiman yang kuat. Integrasi hasil ramalan ke dalam kebijakan persediaan berbasis EOQ–ROP–*safety stock* menghasilkan keputusan pemesanan yang transparan dan mudah dioperasionalkan: EOQ ≈ 303 kg/order, ROP ≈ 59 kg, dan *safety stock* ≈ 13 kg (*service level* 95%; *lead time* ≈ 1 minggu). Paket kebijakan ini menurunkan variabilitas keputusan pembelian, menekan risiko *stockout* pada musim pasok rendah, serta menjaga biaya persediaan tetap terkendali melalui keseimbangan biaya pesan dan biaya simpan.

Dampak operasional yang diharapkan terlihat pada peningkatan ketepatan layanan (*fill rate* mendekati $\geq 95\%$), penurunan hari *stockout*, perbaikan *inventory turnover*, dan stabilisasi kapasitas output VCO bulanan—yang pada gilirannya mendukung mutu hilir sesuai standar SNI VCO. Secara

manajerial, aturan praktis “pesan ± 303 kg saat stok mendekati ± 59 kg” memberi titik kendali yang jelas di gudang, sementara penetapan tingkat layanan (Z) dan penertiban *lead time* pemasok menjadi tuas utama untuk mengelola trade-off antara biaya dan risiko kekurangan.

Kontribusi utama studi ini bersifat ganda: (i) kontribusi praktis, berupa kerangka implementasi “ramal \rightarrow EOQ \rightarrow ROP + *safety stock*” yang siap diterapkan UMKM pengolah VCO dengan data minimal; dan (ii) kontribusi ilmiah, berupa studi kasus terapan pada komoditas musiman dengan keterbatasan gudang di wilayah kepulauan. Sejalan dengan keterbatasan yang telah dicatat (horizon data, parameter biaya/*lead time* yang belum seluruhnya riil, serta studi kasus tunggal), penelitian berikutnya disarankan memperluas cakrawala data, memodelkan *lead time* stokastik, mengoptimalkan tingkat layanan berbasis biaya total (termasuk biaya *stockout*), serta menguji integrasi pemesanan–produksi–penyimpanan di bawah batas ruang simpan. Dengan pembaruan parameter berkala dan evaluasi *before–after* berbasis data riil, kerangka yang sama dapat menjadi fondasi manajemen persediaan yang adaptif, efisien, dan berorientasi mutu bagi UD Lisna Lolomoyo maupun UMKM sejenis.

REFERENSI

- Chopra, Su., & Meindl, P. (2016). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation* (6th ed.). Perason.
- Heizer, J., Render, B., Kurnia, H., Saraswati, R., & Wijaya, D. (2022). *Manajemen Operasi* (11th ed.). Salemba Empat.
- Herjanto, E. (2018). *Manajemen Operasi* (3rd ed.). PT Grasindo.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting: Principles and Practice* (3rd ed.). OTexts.
- Hyndman, R. J., & Koehler, A. B. (2006). Another look at measures of forecast accuracy. *International Journal of Forecasting*, 22(4), 679–688. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2006.03.001>
- Lee, H. L., Padmanabhan, V., & Whang, S. (1997, April 15). The Bullwhip Effect in Supply Chains. *MIT Sloan Management Review*.
- Lee, H. L., Padmanabhan, V., & Whang, S. (2004). Comments on “Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect.” *Management Science*, 50(12_supplement), 1887–1893. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1040.0305>
- Maharani, M. P., & Sari, T. (2025). PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU MENGGUNAKAN METODE ANALISIS ABC, PERAMALAN, DAN ECONOMIC ORDER QUANTITY (EOQ) PADA PT. XYZ. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 20(2), 95–103. <https://doi.org/10.14710/jati.20.2.95-103>
- Marina, A. M., Che Man, Y. B., & Amin, I. (2009). Virgin coconut oil: emerging functional food oil. *Trends in Food Science & Technology*, 20(10), 481–487. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.06.003>
- Mendrofa, O. (2023, August 24). *Bupati Nias Membuka Secara Resmi Sosialisasi Dukungan dan Fasilitas BRIN dalam Kelitbangan Daerah Kabupaten Nias*. Niaskab.Go.Id.
- Nindian Puspa Dewi. (2020). Implementasi Holt-Winters Exponential Smoothing untuk Peramalan Harga Bahan Pangan di Kabupaten Pamekasan. *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 11(2), 223–236. <https://doi.org/10.31849/digitalzone.v11i2.4797>
- Setyorini, A. A., & Lusiani, C. E. (2023). KUALITAS VIRGIN COCONUT OIL (VCO) HASIL FERMENTASI SELAMA ≥ 24 JAM MENGGUNAKAN RAGI ROTI DENGAN KONSENTRASI NUTRISI YEAST 6%. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 8(2), 377–384. <https://doi.org/10.33795/distilat.v8i2.381>
- Silver, E. A., Pyke, D. F., & Peterson, R. (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling* (3rd ed.). Wiley.
- Susanti, A. A., & Widiyanto, R. K. P. (2023). *Outlook Komoditas Perkebunan Kelapa*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Suud, N. R., Indriani, R., & Bakari, Y. (2021). Kinerja Manajemen Rantai Pasok Kelapa di Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 17(1).
- Wardani, E. A., Yekti A, R. P., Ardhi Pratama, F. E., & Retnowati, N. (2023). Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku dengan Menggunakan Metode EOQ (Studi Kasus pada UMKM Jessica

Bakery Banyuwangi). *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 23(3), 240–250.
<https://doi.org/10.25047/jii.v23i3.3985>

Zainol, F. A., Arumugam, N., Daud, W. N. W., Suhaimi, N. A. M., Ishola, B. D., Ishak, A. Z., & Afthanorhan, A. (2023). Coconut Value Chain Analysis: A Systematic Review. *Agriculture*, 13(7), 1379. <https://doi.org/10.3390/agriculture13071379>