

SKRIPSI

**EVALUASI ANTAR MODEL *MACHINE LEARNING*
DALAM MEMPREDIKSI HARGA *FUTURE CRUDE*
PALM OIL (FCPO)**

OLEH :

**MUHAMMAD SURYA PUTRA FADILLA
NIM. C1021211020**



**PROGRAM STUDI AGRIBISNIS
JURUSAN SOSIAL EKONOMI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK**

2025

SKRIPSI

**EVALUASI ANTAR MODEL *MACHINE LEARNING*
DALAM MEMPREDIKSI HARGA *FUTURE CRUDE*
PALM OIL (FCPO)**

OLEH :

**MUHAMMAD SURYA PUTRA FADILLA
NIM. C1021211020**

**Skripsi Diajukan Sebagai Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana dalam Bidang Pertanian**

**PROGRAM STUDI AGRIBISNIS
JURUSAN SOSIAL EKONOMI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025**

EVALUASI ANTAR MODEL *MACHINE LEARNING* DALAM
MEMPREDIKSI HARGA *FUTURE CRUDE PALM OIL* (FCPO)

Tanggung Jawab Yuridis Material pada:

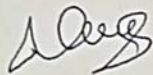
MUHAMMAD SURYA PUTRA FADILLA
NIM. C1021211020

Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian

Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat dan Lulus Ujian Skripsi
Pada tanggal: 9 Juli 2025 Berdasarkan SK Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Tanjungpura Nomor: 4916/UN22.3/TD.06/2025

Tim Penguji :

Pembimbing Pertama



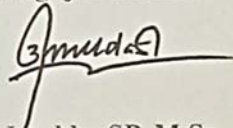
Dr. Maswadi, SP., M.Sc.
NIP. 198105162005011001

Pembimbing Kedua



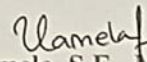
Dr. Wanti Fitrianti, SP., M.Si.
NIP. 198507012010122007

Penguji Pertama



Dr. Imelda, SP, M.Sc.
NIP. 198209162005012001

Penguji Kedua

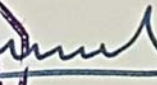


Pamela, S.E., M.Si.
NIP. 198607122019032011

Disahkan Oleh:

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Tanjungpura




Suswati, M.P., IPU
NIP. 196505301989032001

**PERNYATAAN HASIL KARYA ILMIAH SKRIPSI/TESIS DAN SUMBER
INFORMASI**

Saya menyatakan bahwa skripsi “Evaluasi Antar Model Machine Learning Dalam Memprediksi Harga Future Crude Palm Oil (FCPO)”, adalah karya saya sendiri dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang dikutip dari karya yang diterbitkan dan maupun yang tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan di dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka. Saya melimpahkan hak cipta dari skripsi/tesis saya kepada Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura.

Pontianak, Juni 2025

Penulis

Muhammad Surya Putra Fadilla
NIM. C1021211020

RIWAYAT HIDUP



Fadillah, Muhammad lahir dengan nama lengkap Muhammad Surya Putra Fadilla, lahir di Pontianak pada tanggal 12 Juli 2003 yang terlahir di keluarga Pendidik, merupakan anak pertama dari Muhammad Yani, S.Pd yang bekerja sebagai Guru Agama Islam di SMA Negeri 2 Nanga Pinoh dan SMA Negeri 2 Belimbing. Ibunya bernama Rusmiati, S.Pd.I bekerja sebagai Guru Agama Islam di SMP Negeri 2 Nanga Pinoh. Fadillah, Muhammad merupakan

Lulusan Teknik Komputer dan Jaringan di SMK Negeri 1 Nanga Pinoh pada tahun 2021, lalu melanjutkan ke pendidikan tinggi pada tahun yang sama di Program Studi Agribisnis, Universitas Tanjungpura sampai dengan penulisan skripsi ini.

Selama masa sekolah tepatnya sejak tahun 2017 Penulis aktif dalam Gerakan Pendidikan Kepanduan Praja Muda Karana di Gugus Depan 01-035 dan 01-036 sebagai pendidik dan pembinaan remaja, pelatih perlombaan dan manajemen organisasi. Mulai tahun 2022, Penulis memasuki bidang *web development* sebagai pemula dengan proyek portofolio pertama adalah situs Mahasiswa Sabi <https://fadillahmuhammadnest.github.io/> yaitu situs yang merangkum materi perkuliahan untuk Mahasiswa Baru yang hingga tahun 2025 mengembangkan proyek untuk 17 Program Studi. Penulis pada tahun 2024 telah mengikuti program magang di Yayasan Inisiasi Alam Rehabilitasi Indonesia (YIARI Ketapang) sebagai Evaluator Kelayakan Usaha untuk Program Pemberdayaan Masyarakat, lalu di tahun yang sama juga melaksanakan Program Magang di Kantor Wilayah Badan Pertanahan Nasional Provinsi Kalimantan Barat, Subbag Keuangan dan Barang Milik Negara.

Sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana dari Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak, penulis menyusun skripsi dengan judul “Evaluasi Antar Model *Machine Learning* Dalam Memprediksi Harga *Future Crude Palm Oil (FCPO)*.” Penulisan skripsi ini dibawah bimbingan Bapak Dr. Maswadi, SP., M.Sc selaku dosen Pembimbing Pertama dan Ibu Dr. Wanti Fitrianti, SP., M.Si selaku dosen Pembimbing Kedua.

RINGKASAN SKRIPSI

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja dari tiga model machine learning Prophet, XGBoost, dan Long Short-Term Memory (LSTM) dalam memprediksi harga kontrak berjangka minyak sawit mentah (FCPO) yang diperdagangkan di Bursa Derivatif Malaysia. Dengan pendekatan multivariat time series forecasting, ketiga model diuji terhadap sepuluh variabel regresor potensial, termasuk harga komoditas global, nilai tukar mata uang, volume perdagangan, dan harga perdagangan karbon. Pengujian dilakukan melalui metode ablasi untuk menilai sensitivitas model terhadap masing-masing variabel, serta menggunakan MAE, RMSE, dan MAPE sebagai metrik evaluasi. Hasilnya menunjukkan bahwa model XGBoost secara konsisten menghasilkan kesalahan prediksi terendah dibandingkan Prophet dan LSTM. Uji Kruskal-Wallis dan uji lanjut Dunn menunjukkan perbedaan signifikan antar model, dengan XGBoost dan LSTM secara statistik lebih unggul daripada Prophet. Analisis kontribusi fitur menggunakan SHAP (Shapley Additive Explanations) pada model XGBoost menunjukkan bahwa hampir seluruh variabel memiliki kontribusi secara heterogen antar variabelnya dalam memprediksi harga FCPO. Temuan ini merekomendasikan model ensemble seperti XGBoost sangat efektif dalam menangani data harga komoditas yang kompleks, berdimensi tinggi, dan volatil, serta mampu memberikan wawasan yang berguna terhadap faktor-faktor penentu harga FCPO.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Evaluasi Antar Model *Machine Learning* Dalam Memprediksi Harga *Future Crude Palm Oil* (FCPO)."

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa keberhasilan ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof Dr Ir Hj Denah Suswati MP IPU, selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura.
2. Dr. Novira Kusriani, SP., M.Si, selaku Ketua Program Studi Agribisnis.
3. Imelda, SP, M.Sc, selaku Ketua Program Studi Agribisnis.
4. Dr. Maswadi, SP., M.Sc, selaku dosen pembimbing pertama sekaligus dosen pembimbing akademik.
5. Dr. Wanti Fitrianti, SP., M.Si, selaku dosen pembimbing kedua.
6. Kedua orang tua tercinta, keluarga, dan sahabat yang selalu memberikan doa, motivasi, serta dukungan moril maupun materiil kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap saran dan kritik yang membangun demi penyempurnaan penelitian ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, serta menjadi kontribusi yang berarti dalam bidang ilmu yang dikaji. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih atas segala perhatian dan doa yang telah diberikan oleh semua pihak.

Pontianak, 24 Februari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	4
C. Tujuan.....	4
BAB II KERANGKA PEMIKIRAN	5
A. Tinjauan Pustaka	5
B. Kerangka Konsep.....	9
BAB III METODE PENELITIAN.....	11
A. Jenis Penelitian.....	11
B. Metode dan Teknik Pengumpulan Data	11
C. Variabel Penelitian	12
D. Analisis Data	13
BAB IV PEMBAHASAN.....	17
A. Uji Ablasi dan Evaluasi Metrik	19
B. Uji Kruskal Wallis dan Post Hoc Dunn.....	22
C. Kontribusi SHAP	25
BAB V PENUTUP.....	32
A. Kesimpulan	32
B. Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Variabel Penelitian.....	12
Tabel 2. Daftar Regressor Pada Model	13
Tabel 3. Statistik Deskriptif.....	18
Tabel 4. Evaluasi Metrik Uji Ablasi Model Prophet.....	20
Tabel 5. Evaluasi Metrik Uji Ablasi Model XGBoost	21
Tabel 6. Evaluasi Metrik Uji Ablasi Model LSTM.....	21
Tabel 7. Hasil Uji Kruskal-Wallis Pada 3 Model	22
Tabel 8. Hasil Post Hoc Dunn Test RMSE.....	22
Tabel 9. Hasil Post Hoc Dunn Test MAE.....	22
Tabel 10. Hasil Post Hoc Dunn Test MAPE	23
Tabel 11. Hasil Uji Kruskal-Wallis Pada Nilai Kontribusi SHAP	23
Tabel 12. Hasil Post Hoc Test Nilai Kontribusi SHAP Model XGBoost.....	24
Tabel 13. Hasil Post Hoc Dunn Test Nilai Kontribusi SHAP Model LSTM.....	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Alur Konsep Penelitian.....	10
Gambar 2. Plot XGBoost Kesalahan Terendah (a) dan Tertinggi (b)	20
Gambar 3. Plot LSTM Kesalahan Terendah (a) dan Tertinggi (b).....	21
Gambar 4. Plot Kontribusi Antar Fitur Model XGBoost	25
Gambar 5. Rata-Rata Absolut SHAP per Fitur Model XGBoost.....	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Masukan.....	41
Lampiran 2. Persiapan Lingkungan Analisis	42
Lampiran 3. Dokumentasi Sintaks Analisis	45

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam industri minyak sawit dunia, instrumen keuangan *Future Crude Palm Oil* (FCPO) yang diperdagangkan dibursa malaysia telah mejadi harga acuan dalam industri minyak sawit global. Hal ini dikarenakan perdagangan CPO di Bursa Malaysia Derivative sudah beroperasi sejak 1980 (Bursa Malaysia, n.d.), dimana perdagangan FCPO dapat melindungi harga dari fluktuasi termasuk ketika krisis keuangan (Y. H. Go & Lau, 2015), dan juga mampu mereduksi risiko di atas 20% untuk para hedger dan investor (Tang & Tarn, 2018). Pasar FCPO juga memiliki efisiensi informasi yang baik, sehingga harganya selalu mencerminkan data terbaru dengan cepat sehingga menjadikan FCPO sebagai instumen perdagangan yang likuid dan efektif (Y.-H. Go & Lau, 2020). Mekanisme FCPO juga dianggap mampu menjaga keseimbangan harga dibandingkan pasar Minyak Mentah WTI (*West Texas Intermediate*), yang lebih rentan terhadap distorsi akibat spekulasi (Jeong et al., 2023). Sekalipun indonesia telah menjadi produsen kelapa sawit terbesar dunia menyalip Malaysia sejak tahun 2006 (Ritchie, 2021). Namun perkebunan kelapa sawit di Indonesia masih di dominasi oleh perusahaan Asal Malaysia dan Singapura. Kementerian Investasi/Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM) melaporkan investasi asing atau penanaman modal asing (PMA) di sektor pertanian pada 2015-Maret 2021 masih didominasi investasi perkebunan sawit, di mana investasi dari Singapura mencapai 53,7% dan Malaysia 15,8% (Aflaha, 2022).

Untuk dapat memitigasi resiko dan menentukan pengambilan keputusan strategis bagi perusahaan, maka pelaku industri sawit selaku *hedger* membutuhkan analisis prediktif yang memiliki performa akurasi dan kemampuan dalam interpretasi yang baik. Untuk itu maka kualitas data, pemilihan model yang tepat, keterampilan analisis, dan manajemen risiko yang disiplin menjadi faktor keberhasilan analisis dan memberikan dampak signifikan dalam meningkatkan kinerja bisnis (Abayomi Abraham Adesina et al., 2024; Aro, 2024). Masalahnya adalah metode lama sering tidak memiliki ketahanan yang dibutuhkan ketika menghadapi nonlinieritas dan perubahan data yang tidak terduga (Zhang et al., 2024). Padahal banyak perusahaan dan

lembaga yang menggunakan *Machine Learning* yang lebih maju guna mendukung proses pengambilan keputusan strategis mereka (Mahadik et al., 2024). Belum lagi dengan integrasi kecerdasan buatan (AI) yang akan meningkatkan kecepatan, kualitas dan skala analisis sekaligus memungkinkan pendekatan-pendekatan baru (Csaszar et al., 2024). Maka kedepan penggunaan AI dan *Machine Learning* dalam bisnis akan semakin masif, karena dengan menggunakan dan mampu beradaptasi dengan teknologi ini perusahaan akan lebih baik untuk memanfaatkan peluang yang muncul, mengurangi risiko, dan mendorong pertumbuhan yang berkelanjutan (Mohammed & Madhumithaa, 2024).

Memahami pergerakan FCPO di pasaran tentunya dipengaruhi oleh berbagai faktor (*multivariat*). Salah satu faktor FCPO yang berpotensi mempengaruhi antara lain nilai tukar mata uang seperti Rupiah, Dolar, dan Euro terhadap Ringgit (Ahmed et al., 2020; Gultom et al., 2024; Izraf et al., 2017). Faktor Liquiditas yang dilihat dari volume perdagangan CPO (M. A. Siregar et al., 2023). Selain kurs mata uang terdapat faktor lain seperti harga komoditas substitusi seperti harga minyak mentah global yang diterapkan oleh WTI Amerika Serikat (Supriya & Mamilla, 2024). dan juga harga minyak nabati selaku substitusi dari CPO (Chuangchid et al., 2012). Diluar itu, faktor pajak dan perdagangan karbon yang membawa isu lingkungan layak untuk dipertimbangkan kedalam variabel analisis, untuk melihat apakah benar-benar berpengaruh terhadap harga FCPO seperti yang diharapkan oleh negara-negara yang terlibat dalam *Paris Agreement* dan *European Union Emissions Trading System* (EU ETS) (de Salles & Lima, 2024; Kinseng et al., 2023). Atau justru tidak berpengaruh besar harga dan perdagangan CPO karena masih bisa beralih kepasar-pasar dari negara yang tidak menerapkan pajak karbon, dan masih terdapat alternatif untuk mengolah CPO menjadi RPO (*Refined Palm Oil*) demi keuntungan yang lebih besar (Annas et al., 2020; Busch et al., 2022).

Rekomendasi yang di dapat dari analisis prediktif menggunakan *machine learning* ini dapat dimanfaatkan bagi pelaku bisnis dan investor guna pengambilan keputusan strategis, salah satunya adalah dapat digunakan untuk melakukan optimasi harga jual, dimana penentuan harga produk yang optimal berguna dalam meningkatkan keuntungan perusahaan dan daya saingnya dipasaran (K. H. Lee et al., 2023). Dalam praktiknya, untuk mengoptimalisasi harga di berbagai industri membutuhkan

pengaturan yang berbeda pula agar dapat menjamin bahwa itu masuk akal dan praktis penerapannya (X. Wang et al., 2021). Selanjutnya yang kedua dapat digunakan dalam optimasi rantai pasokan untuk memperkirakan permintaan, optimasi inventaris, meningkatkan kinerja pemasok dan sebagai mitigasi resiko (Nisha Pawar, 2024). Kebutuhan akan analisis prediktif yang terus meningkat disebabkan meningkatnya persaingan pasar serta lonjakan praktik digitalisasi rantai pasokan yang juga dipengaruhi oleh globalisasi (Seyedan & Mafakheri, 2020). Ini memainkan peran penting dalam penganggaran dan perencanaan keuangan bisnis (Aro, 2024).

Studi ini menggunakan model Prophet, Xgboost, dan LSTM untuk melakukan pengujian dengan regressor (multivariat) dan evaluasi, untuk menunjukkan karakteristik dan keandalan dari masing-masing model. Model-model ini telah diuji dalam berbagai macam jenis prediksi salah satunya adalah prediksi cuaca berupa curah hujan, suhu, kelembapan, dan kecepatan angin (Rogers et al., 2024). Analisis peramalan jumlah produksi minyak sawit mentah untuk perencanaan produksi, pengelolaan stok, dan penjualan (Aqbar & Supomo, 2023). Dan juga analisis harga saham historis (Gifty & Yang Li, 2024).

Pemilihan model-model ini berdasarkan pada keunggulan dan karakteristik masing-masing model dimana model peramalan seperti Xgboost yang mengimplementasi algoritma gradient boosting, dan unggul dalam berbagai pekerjaan seperti klasifikasi, masalah pemeringkatan, dan kemampuannya untuk menangani kumpulan data besar dengan banyak fitur (Khanal et al., 2023). Sedangkan *Long-Short Term Memory*/LSTM adalah khusus Jaringan Syaraf Tiruan Berulang yang dikembangkan dari arsitektur *Recurrent Neural Network*, apabila dibandingkan dengan RNN biasa LSTM bisa belajar dari hubungan jangka panjang antar data dalam sekuens tanpa kehilangan informasi penting (Gifty & Yang Li, 2024; Mishra et al., 2024). Dengan mempelajari model-model tersebut, kita dapat memahami dan membuat pemilihan keputusan model seperti apa yang paling cocok untuk digunakan dalam kondisi data tertentu, dan melakukan evaluasi metrik menggunakan *Mean Absolute Error* (MAE), *Root Mean Square Error* (RMSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebagaimana yang telah digunakan di banyak penelitian (Aqbar & Supomo, 2023; Chen et al., 2023; Gifty & Yang Li, 2024; Hidayat & Sulistiyono, 2025).

B. Perumusan Masalah

1. Apa Pendekatan *Machine Learning* diantara Prophet, XGBoost dan LSTM yang secara akurat memprediksi harga *Future Crude Palm Oil* ?
2. Bagaimanakah volume perdagangan, nilai tukar mata uang, harga komoditas substitusi dan kebijakan harga karbon trading dapat berdampak atau berkontribusi terhadap prediksi harga FCPO?

C. Tujuan

1. Mengukur Pendekatan Machine Learning diantara Prophet, XGBoost dan LSTM yang secara akurat memprediksi harga *Future Crude Palm Oil*.
2. Mengukur faktor volume perdagangan, nilai tukar mata uang, harga komoditas substitusi dan kebijakan harga karbon trading dapat berdampak atau berkontribusi terhadap prediksi harga FCPO.