

MODEL ESTIMASI PRODUKTIVITAS KELAPA SAWIT MENGUNAKAN METODE REGRESI *MULTILINEAR* NILAI NDVI DAN CHIRP SERTA METODE *HOLT-WINTER*

ISNA KUMALA SARI



DEPARTEMEN TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Model Estimasi Produktivitas Kelapa Sawit Menggunakan Metode Regresi *Multilinear* Nilai NDVI dan CHIRP serta Metode *Holt-winter*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor

Bogor, Juli 2024

Isna Kumala Sari
NIM F1501202010

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

ISNA KUMALA SARI. Model Estimasi Produktivitas Kelapa Sawit Menggunakan Metode Regresi *Multilinear* Nilai NDVI dan CHIRP serta Metode *Holt-winter*. Dibimbing oleh LIYANTONO dan MOHAMAD SOLAHUDIN.

Kelapa sawit memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia melalui peningkatan produksi dan ekspor kelapa sawit. Namun, pengelolaan dan prediksi produktivitas di perkebunan kelapa sawit yang semakin luas menghadirkan tantangan signifikan. Metode estimasi saat ini memerlukan banyak sumber daya dan waktu. Penelitian ini mengusulkan penerapan teknik penginderaan jauh, khususnya melalui Google Earth Engine dan citra satelit Landsat 8, untuk estimasi produktivitas kelapa sawit yang lebih efisien. Menggunakan model regresi *multilinear* yang mengintegrasikan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan data curah hujan dari dataset CHIRPS, data produktivitas historis juga diinkorporasikan menggunakan pendekatan eksponensial *smoothing Holt-Winter*. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pengelolaan perkebunan kelapa sawit dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh dan analisis data cuaca. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua metode tersebut efektif dalam memprediksi produktivitas, meskipun masing-masing memiliki keunggulan dan kelemahan. Model regresi *multilinear* untuk model umum dengan akumulasi data tahunan menggunakan dataset curah hujan bergeser 12 bulan mencapai R^2 sebesar 0,855, RMSE sebesar 0,291 ton/ha/tahun, dan MAPE sebesar 3,145%, dan kombinasi AK12_M3 adalah yang terbaik untuk pemodelan setiap blok. Sementara itu, metode *Holt-Winter* untuk model universal serta model setiap blok, menggunakan pendekatan musiman 4 bulan, menghasilkan hasil terbaik dengan R^2 sebesar 0,83, RMSE sebesar 0,153 ton/ha/bulan, dan MAPE sebesar 5,840%. Penelitian ini berkontribusi pada metodologi estimasi produktivitas kelapa sawit dan mendorong implementasi teknologi penginderaan jauh untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas perkebunan, serta membuka peluang penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan akurasi prediksi.

Kata kunci: CHIRPS, Kelapa sawit, Metode *Holt-Winter*, Metode *Multilinear* Regresi, NDVI



SUMMARY

STUDENT NAME. Comparative study of oil palm productivity estimation models: *multilinear* regression and holt-winters approach. Supervised by LIYANTONO dan MOHAMAD SOLAHUDIN.

Palm oil plays a crucial role in Indonesia's economy through the increased production and export of oil palm. However, managing and predicting productivity in expanding oil palm plantations presents significant challenges. Current estimation methods are resource-intensive and time-consuming. This study advocates the application of remote sensing techniques, particularly through Google Earth Engine and Landsat 8 satellite imagery, for efficient oil palm productivity estimation. Using a *multilinear* regression model that integrates the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and rainfall data from the CHIRPS dataset, historical productivity data is also incorporated using the holt-Winter exponential smoothing approach. The research aims to enhance oil palm plantation management by harnessing remote sensing technology and weather data analysis. The results indicate that both methods are effective in predicting productivity, although each has its advantages and disadvantages. The *multilinear* regression model for the universal model with annual data accumulation using the 12-month shifting rainfall dataset achieved an R^2 of 0.855, RMSE of 0,291 tons/ha/year, and MAPE of 3,145%, and the AK12_M3 combination was the best for modeling each block. Meanwhile, the holt-Winter method for the universal model as well as each block model, using a 4-month seasonal approach, produced the best results with an R^2 of 0.83, RMSE of 0,153 tons/ha/month, and MAPE of 5,840%. This research contributes to the methodology of palm oil productivity estimation and encourages the implementation of remote sensing technology to improve the efficiency and productivity of plantations, as well as opens further research opportunities to enhance prediction accuracy.

Keywords: CHIRPS, Holt-Winter, *Multilinear* Regression, NDVI, Palm oil



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

MODEL ESTIMASI PRODUKTIVITAS KELAPA SAWIT MENGUNAKAN METODE REGRESI *MULTILINEAR* NILAI NDVI DAN CHIRP SERTA METODE *HOLT-WINTER*

ISNA KUMALA SARI

Tesis
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tesis:

1. Prof. Dr. Ir. Sutrisno, M.Agr



Judul Tesis : Model Estimasi Produktivitas Kelapa Sawit Menggunakan Metode Regresi *Multilinear* Nilai NDVI dan CHIRPS Serta Metode *Holt-winter*
Nama : Isna Kumala Sari
NIM : F1501202010

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Liyantono, S.TP, M.Agr



Pembimbing 2:
Dr. Ir. Mohamad Solahudin, M.Si



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. I Dewa Made Subrata, M.Agr
NIP. 1962080319871002



Dekan Fakultas Teknologi Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M. Agr
NIP. 196105021986031002



Tanggal Ujian:
5 Juli 2024

Tanggal Lulus:

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2022 sampai bulan November 2023 dengan judul “Model Estimasi Produktivitas Kelapa Sawit Menggunakan Metode Regresi *Multilinear* Nilai NDVI dan CHIRPS Serta Metode *Holt-winter*”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Liyantono, S.TP,M.Agr dan Dr. Ir. Mohamad Solahudin, M.Si yang telah membimbing dan banyak memberi saran, arahan, dan motivasi dalam penyelesaian tesis ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada Prof. Dr. Ir. Sutrisno, M.Agr sebagai dosen penguji. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada PT. Socfindo Medan, Sumatra Utara yang telah memberikan izin penelitian dalam penggunaan data sekunder.

Secara khusus, ungkapan terimakasih juga disampaikan kepada keluarga tersayang Bapak, Ibu, Kakak dan Adik yang telah memberikan dukungan doa dan kasih sayang tanpa batas hingga penulis menyelesaikan studinya. Terima kasih kepada seluruh dosen, teknisi, dan keluarga besar Departemen Teknik Mesin dan Biosistem yang terus memberikan banyak ilmu, arahan, bimbingan, dan pengalaman.

Tak lupa juga saya ucapkan terimakasih kepada Dr. Alvin Fatikhunnada, S.T dan Yudha Putra Arisandy, S.T, M.Kom atas kesediaannya mengajarkan teknik pengolahan data, serta kepada teman satu bimbingan, teman-teman TPB 2020, teman-teman PARE Jepang 2020 dan teman-teman lainnya untuk *support*, semangat dan kehadiran mereka yang menemani saya dalam menyelesaikan tesis ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2024

Isna Kumala Sari



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kelapa Sawit	4
2.2 Pengindraan Jauh (<i>Remote Sensing</i>)	5
2.3 Indeks Vegetasi	6
2.4 Citra Satelit Landsat 8	6
1.1 Google Earth Engine	7
III METODE	9
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Kondisi lapang pada perkebunan kelapa sawit PT Socfin Indonesia	14
4.2 Analisis Regresi <i>Multilinear</i>	17
4.3 Analisis Data Model <i>Holt-winter</i>	20
4.4 Evaluasi Model	21
4.5 Perbandingan Metode Regresi <i>Multilinear</i> dan <i>Holt-Winter</i>	25
V. KESIMPULAN DAN SARAN	26
4.6 Kesimpulan	26
4.7 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	29
RIWAYAT HIDUP	33

Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	Rata-rata produktivitas global minyak nabati dari berbagai komoditas tahun 2020	4
2	Kelompok kelapa sawit berdasarkan umur	5
3	Spesifikasi satelit <i>landsat 8</i>	7
4	Kombinasi data pada model regresi <i>multilinear</i>	11
5	Kategori parameter evaluasi model	13
6	Hasil uji asumsi data AK4_M3 tahun 2015-2020	17
7	Nilai koefisien analisis regresi <i>multilinear</i>	19
8	Nilai koefisien metode <i>Holt-winter</i>	20
9	Jumlah blok pada setiap kategori evaluasi model berdasarkan nilai R^2	21
10	Hasil nilai R^2 pada model umum	22
11	Jumlah blok pada setiap kategori evaluasi model berdasarkan nilai RMSE dan MAPE	22
12	Hasil nilai RMSE dan MAPE pada model umum	24
13	Perbandingan MAPE model dan taksasi pada tahun 2020	24

DAFTAR GAMBAR

1	Skema pengindraan jauh (Muhsoni 2015)	5
2	Tampilan bagian-bagian GEE	8
3	Skema alur penelitian	10
4	Alur pemodelan metode <i>holt-witer</i>	12
5	Produktivitas tahunan PTSM tahun 2015-2020	14
6	Produktivitas kelapa sawit pada tahun 2016 berdasarkan umur tanaman	15
7	<i>Ombrometer observatorium stainless</i> yang dimiliki PTSM	15
8	Curah hujan bulanan PTSM tahun 2015-2020	16
9	Rata-rata curah hujan lapang tahunan PTSM tahun 2015-2020	16
10	Korelasi variabel bebas NDVI (a) dan CHIRPS (b) terhadap produktivitas kelapa sawit	18
11	Grafik perbandingan pola produktivitas aktual dengan estimasi model pada periode: 4 bulan (a), 6 bulan (b), dan 12 bulan (c)	19
12	Grafik produktivitas aktual dan produktivitas estimasi terhadap waktu dengan pendekatan <i>holt-winter</i> pada periode 4 bulan, 6 bulan dan 12 bulan	20
13	Perbandingan hasil estimasi produktivitas blok terhadap waktu dengan nilai akurasi tinggi (Blok AN-32) (a) dan akurasi rendah (Blok AX-43) (b) dengan <i>holt-winter</i>	23

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Uji normalitas, uji autokorelasi serta uji heteroskedastistik AK4_M3, AK4_M6 dan AK4_M12	30
---	---	----

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.