

## Pendugaan Tinggi Pohon Dominan Menggunakan NDVI dan GNDVI pada Hutan Tanaman Industri

Martinus Jefri\*), Sugeng Wahyudiono, Tatik Suhartati

Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, INSTIPER Yogyakarta

\*Email Korespondensi: [jefrimartinus605@gmail.com](mailto:jefrimartinus605@gmail.com)

### ABSTRAK

Peran penting pohon dominan dalam menjaga stabilitas ekosistem dan keseimbangan ekologi juga menjadi fokus penting untuk penelitian. Estimasi Tinggi Pohon Dominan Menggunakan NDVI dan GNDVI pada Hutan Tanaman Industri yang bertujuan untuk mendapatkan model persamaan terbaik indeks vegetasi Sentinel-2A (NDVI, GNDVI) untuk estimasi tinggi pohon dominan. Metode penelitian yang digunakan adalah indeks vegetasi (NDVI, GNDVI), kemudian rata-rata pohon tertinggi berdasarkan umur masing-masing tanaman (18 bulan, 30 bulan, dan 42 bulan). Model persamaan terbaik indeks vegetasi (NDVI, GNDVI) Sentinel-2A untuk pendugaan tinggi pohon dominan *Eucalyptus Sp.* pada NDVI PMA 18 yaitu model Linear  $THT = 0,097 * NDVI + 11,319$ , model terbaik pada GNDVI PMA 18 adalah model linear  $THT = 0,244 * GNDVI + 11,289$ , model terbaik pada NDVI PMA 30 adalah model eksponensial  $THT = 17,123 * \exp(0,061 * NDVI)$ , model terbaik pada GNDVI PMA 30 adalah model power  $THT = 18,46 * GNDVI^{0,034}$ , model terbaik pada NDVI PMA 42 adalah model power  $THT = 21,571 * NDVI^{0,032}$ , dan model terbaik pada GNDVI PMA 42 adalah model power  $THT = 21,513 * GNDVI^{0,020}$ .

**Kata Kunci:** Indeks Vegetasi; Tinggi Pohon Dominan; Analisis Regresi

### PENDAHULUAN

Hutan Tanaman Industri yang menyediakan bahan dasar pulp dan kertas terus meningkat setiap tahunnya, dari 167,5 juta ha pada tahun 1990 menjadi 277,9 juta ha atau 4,06% menjadi 6,95% dari total luas hutan pada tahun 2015 (Prastyaningsih et al., 2020). Estimasi tinggi pohon dominan terhadap Hutan Tanaman Industri merupakan asumsi yang digunakan untuk menghasilkan model dalam memperkirakan tinggi pohon dominan, ada empat model yang digunakan, yaitu linier, kuadrat, daya dan eksponensial. Seiring perkembangan model dan teknologi dalam melakukan pendugaan tinggi pohon dominan pada Hutan Tanaman Industri, maka diperlukan data yang akurat. Salah satunya dapat menggunakan analisis data penginderaan jauh. Indeks vegetasi (NDVI) dan (GNDVI) merupakan salah satu perangkat penginderaan jauh yang sering digunakan dalam melakukan analisis tutupan lahan. Seiring dengan perkembangan model dan teknologi dalam memperkirakan tinggi pohon dominan di Hutan Tanaman Industri, diperlukan data yang akurat. Salah satunya bisa menggunakan analisis data penginderaan jauh. Indeks vegetasi (NDVI) dan (GNDVI) merupakan salah satu perangkat penginderaan jauh yang sering digunakan dalam melakukan analisis tutupan lahan.

Perhitungan indeks vegetasi tutupan lahan menggunakan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) adalah perhitungan cahaya inframerah tampak dan dekat yang dipantulkan oleh vegetasi. Klasifikasi nilai piksel untuk NDVI berkisar dari -1 hingga 1 (Yusandi

et al., 2016). Prinsip kerja analisis NDVI adalah dengan mengukur tingkat intensitas kehijauan. Intensitas kehijauan berkorelasi dengan tingkat kerapatan tajuk vegetasi dan untuk deteksi tingkat kehijauan pada citra yang berkorelasi dengan 2 kandungan klorofil daun, maka *band* yang digunakan adalah *band* infra merah dekat, sedangkan pada GNDVI *band* yang digunakan adalah *band* hijau dan infra merah dekat dengan formulasi yang sama pada NDVI (Ardiansyah at al., 2014).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Bagian Perencanaan Taktis Strategis Corporate Office and Estate Baserah Kabupaten Kuantan Singingi pada tanggal 26 Juni s/d 4 September 2023. Total petak yang dipilih sebanyak 71 petak, di PMA 18 sebanyak 23 petak, pada PMA 30 sebanyak 24 petak, dan PMA 42 sebanyak 24 petak. Cara menentukan plot adalah dengan menggunakan dasar kegiatan inventarisasi pertama dengan cara membuat titik awal plot yang digunakan untuk menentukan plot sampel pertama, kemudian plot kedua diambil 200 m dari plot sampel pertama kemudian dilanjutkan 200 m untuk plot ketiga. Intensitas pengambilan sampel PMA 18, 30, dan 42 adalah 1% dengan luas petak 0,04 Ha. Bentuk petak tersebut adalah lingkaran dengan jari-jari 11,28 m. Sedangkan total petak yang digunakan sebanyak 15 petak yang terbagi menjadi 5 petak masing-masing pada setiap PMA (Penilaian Pemantauan Perkebunan) yang meliputi petak penelitian yang digunakan dengan jenis tanaman klon *Eucalyptus* CEP006 dan jarak tanam 2m X 3m (Talan MA, 2008).

Parameter yang diamati pada penelitian pendugaan pohon dominan (Tinggi Pohon) menggunakan citra satelit sentinel-2A adalah nilai Indeks Vegetasi pada daerah penelitian (NDVI dan GNDVI), serta tinggi tanaman *Eucalyptus* Sp. berumur PMA 18 bulan, PMA 30 bulan, dan PMA 42 bulan.

Tujuan dari metode pengolahan citra adalah untuk menentukan nilai NDVI. Nilai NDVI kemudian diklasifikasikan menurut tingkat kelembaban dan vegetasi menurut Menteri Kehutanan Republik Indonesia (2012). Analisis NDVI menggunakan Citra Sentinel-2A dengan parameter sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Keterangan: NDVI= *Normalized Difference Vegetation Index*, NIR= inframerah dekat, Red= spectral merah.

Tabel 1. Klasifikasi NDVI

Kelas	Nilai NDVI	Tingkat Kehijauan
1	-1 - 0,03	Lahan yang tidak bervegetasi
2	-0,03 - 0,15	Sangat lemah
3	0,15 - 0,25	Lemah
4	0,25 - 0,35	Sedang
5	0,35 - 1	Kuat

*Green Normalized Difference Vegetation Index*, atau GNDVI, adalah algoritma indeks vegetasi yang mirip dengan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Namun Pita Hijau GNDVI digunakan sebagai pengganti Pita Merah NDVI. GNDVI sendiri terbagi menjadi 0 dan 1,0 (García Cárdenas et al., 2019).

$$GNDVI = \frac{NIR - G}{NIR + G}$$

Keterangan: GNDVI : *Green Normalized Difference Vegetation Index*, NIR= inframerah dekat, Red= spectral merah.

### 1. Uji Asumsi

Ada beberapa pengujian yang dilakukan dalam pengujian asumsi, seperti uji normalitas Kolmogorov-Smirnov dan uji heteroskedastisitas Glejser dan Linearitas (Komiyama A et al., 2008).

### 2. Uji Korelasi

Uji korelasi bertujuan untuk mengetahui hubungan antara peubah atau variabel yang digunakan dalam pendugaan potensi biomassa dengan menghitung nilai koefisien korelasi (r) dengan menggunakan rumus:

$$r = \frac{\sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)/n}{\sqrt{\{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2/n\} \{\sum y_j^2 - (\sum y_j)^2/n\}}}$$

Keterangan : r = nilai korelasi,  $x_i$  = nilai index vegetasi,  $y_i$  = nilai top height tree, n = jumlah top height tree.

Tabel 2. Nilai Korelasi

Rentang Nilai Korelasi	Keterangan
0.00 – 0.199	Terlalu Kecil
0.20 – 0.399	Kecil
0.40 – 0.599	Sedang
0.60 – 0.799	Besar
0.80 – 1.000	Sangat Besar

### 3. Uji Regresi

Untuk memahami signifikansi koefisien regresi yang diperoleh dari pengembangan model Top Height Tree, perhatikan hal berikut sebagai titik awal analisis: jika F-hit > F-tab, maka H1 yang berarti variabel independen mempunyai berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

### 4. Validasi Model

Dalam penelitian ini prosedur validasi model dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh model terbaik berdasarkan analisis yang dibuat dan dapat dievaluasi secara statistik. Proses validasi model dalam penelitian menggunakan beberapa ukuran antara lain bias, agregat, rata-rata, dan RMSE (Root Mean Square Error).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

PT RAPP merupakan perusahaan yang bergerak di bidang Hutan Tanaman Industri yang membudidayakan salah satunya, yaitu *Eucalyptus Sp.* Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model estimasi tinggi pohon dominan dengan memanfaatkan citra satelit Sentinel-2A. Citra yang digunakan adalah citra satelit Sentinel-2A yang memiliki resolusi spasial 20 meter hingga 10 meter yang terdiri dari 13 band, dan empat model yang digunakan dalam memperkirakan tinggi pohon dominan, yaitu model linier, kuadrat, daya, dan eksponensial (Brown & W.E. Hills., 1978).

Model persamaan terbaik indeks vegetasi (NDVI, GNDVI) Sentinel-2A untuk pendugaan tinggi pohon dominan *Eucalyptus Sp.* pada NDVI PMA 18 yaitu model Linear  $THT = 0,097 * NDVI + 11,319$ , model terbaik pada GNDVI PMA 18 adalah model linear  $THT = 0,244 * GNDVI + 11,289$ , model terbaik pada NDVI PMA 30 adalah model eksponensial  $THT = 17,123 * \exp(0,061 * NDVI)$ , model terbaik pada GNDVI PMA 30 adalah model power  $THT = 18,46 * GNDVI^{0,034}$ , model terbaik pada NDVI PMA 42 adalah model power  $THT = 21,571 * NDVI^{0,032}$ , dan model terbaik pada GNDVI PMA 42 adalah model power  $THT = 21,513 * GNDVI^{0,020}$ .

Tabel 3. Hasil Analisis Koefisien Regresi Indeks Vegetasi PMA 18

No. Model	Jenis Model	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Adj	F-hit	F-tab
N-181	Linear	0,238	0,202	6,560*	4,324
N-182	Kuadratik	0,373	0,311	5,957*	3,492
N-183	Power	0,286	0,252	8,419*	4,324
N-184	Ekspensial	0,238	0,202	6,558*	4,324
G-181	Linear	0,482	0,458	19,562*	4,324
G-182	Kuadratik	0,492	0,441	9,687*	3,492
G-183	Power	0,493	0,469	20,449*	4,324
G-184	Ekspensial	0,493	0,458	19,568*	4,324

Sumber: (Ramadhan at al., 2024)

Tabel 4. Hasil Analisis Koefisien Regresi Indeks Vegetasi PMA 30

No. Model	Jenis Model	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Adj	F-hit	F-tab
N-301	Linear	0,154	0,115	3,994	4,300
N-302	Kuadratik	0,210	0,134	2,783	3,466
N-303	Power	0,180	0,143	4,837*	4,300
N-304	Ekspensial	0,158	0,119	4,120	4,300
G-301	Linear	0,207	0,171	5,751*	4,300
G-302	Kuadratik	0,288	0,221	4,257*	3,466
G-303	Power	0,168	0,130	4,447*	4,300
G-304	Ekspensial	0,204	0,168	5,655*	4,300

Sumber : (Ramadhan at al., 2024)

Tabel 5. Hasil Analisis Koefisien Regresi Indeks Vegetasi PMA 42

No. Model	Jenis Model	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Adj	F-hit	F-tab
N-421	Linear	0,210	0,174	5,861*	4,300
N-422	Kuadratik	0,232	0,159	3,176	3,466
N-423	Power	0,199	0,162	5,457*	4,300
N-424	Ekspensial	0,211	0,175	5,890*	4,300
G-421	Linear	0,101	0,60	2,470	4,300
G-422	Kuadratik	0,155	0,074	1,922	3,466
G-423	Power	0,112	0,072	2,782	4,300
G-424	Ekspensial	0,100	0,059	2,441	4,300

Sumber : (Ramadhan at al., 2024)

Uji validasi adalah proses untuk mengukur seberapa baik model dapat melakukan generalisasi terhadap data baru yang tidak digunakan dalam pembentukan model. Uji validasi yang digunakan yaitu uji RMSE (*Root Mean Square Error*), Bias, Simpangan Rata-rata, Simpangan Agregat (Komiya A et al., 2008).

Tabel 6. Uji Validasi Model Indeks Vegetasi PMA 18

Jenis Model	RMSE	Bias	SA	SR
N-181	0,020	0,00	0,1485	0,0168
N-182	0,018	0,00	0,1411	0,0160
N-183	0,019	0,00	0,1456	0,0165
N-184	11,006	0,00	0,1486	0,0168
G-181	0,017	0,00	0,1229	0,0139
G-182	0,016	0,00	0,1204	0,0136
G-183	0,016	0,00	0,1198	0,0135
G-184	0,017	0,00	0,1230	0,0139

Sumber: (Ramadhan at al., 2024)

Tabel 7. Uji Validasi Model Indeks Vegetasi PMA 30

Jenis Model	RMSE	Bias	SA	SR
N-301	0,340	-0,01	1,4573	0,2588
N-302	0,329	0,00	1,3733	0,2435
N-303	0,337	0,00	1,4468	0,2568
N-304	0,340	-0,01	1,4573	0,2588
G-301	0,313	-0,02	1,3466	0,2383
G-302	0,298	-0,02	1,2648	0,2236
G-303	0,321	-0,02	1,3400	0,2373
G-304	0,313	-0,02	1,3424	0,2376

Sumber: (Ramadhan at al., 2024)

Tabel 8. Uji Validasi Model Indeks Vegetasi PMA 42

Jenis Model	RMSE	Bias	SA	SR
N-301	0,340	-0,01	1,4573	0,2588
N-421	0,366	-0,02	1,4504	0,3057
N-422	0,361	-0,02	1,3986	0,2949
N-423	0,369	-0,02	1,4572	0,3071
N-424	0,366	-0,02	1,4485	0,3053
G-421	0,403	-0,01	1,5048	0,3168
G-422	0,392	0,00	1,4459	0,3043
G-423	0,401	-0,01	1,4899	0,3136

Sumber: (Ramadhan at al., 2024)

*Root Mean Square Error*, atau RMSE, adalah metrik evaluasi yang digunakan dalam analisis regresi untuk mengidentifikasi beberapa model regresi yang baik yang secara jelas menunjukkan nilai variabel terikat. Nilai RMSE yang lebih kecil menunjukkan model dominating pohon yang lebih baik dalam melakukan dominating pohon. Melalui uji RMSE pada Indeks Nabati PMA 18, nilai yang diperoleh berkisar antara 0,016 hingga 11,006 untuk model lainnya, dengan model GNDVI PMA 18 Kuadratik dan Power memiliki RMSE tertinggi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa GNDVI PMA 18 tipe Kuadratik dan Power mempunyai tingkat kegagalan yang rendah. RMSE Indeks Vegetasi PMA 30 diperoleh dari model yang tersedia berkisar antara 0,298 hingga 0,340. Model kuadratik GNDVI PMA 30 mempunyai kesalahan terendah. Indeks Vegetasi PMA 42 berasal dari subset model itu (Saputra GR, 2007).

Uji bias bertujuan untuk mengetahui estimasi yang dilakukan model dari nilai seharusnya, kemudian untuk menentukan apakah ada kecenderungan perkiraan yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dibandingkan dengan nilai sebenarnya (Sugiyono, 2008). Tingkat akurasi suatu model dapat diketahui melalui seberapa besar nilai, biasanya semakin kecil. Nilai bias yang dihasilkan dari 24 model berdasarkan masing-masing indeks vegetasi dan

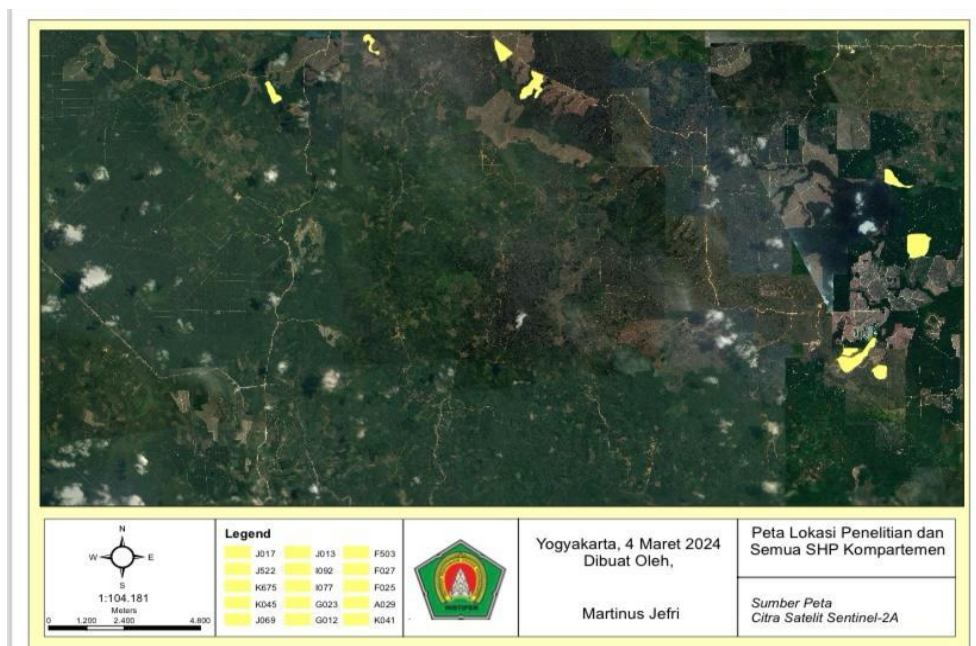
PMA berkisar -0.02 sampai 0.00. Dari 24 model yang dihasilkan didapatkan beberapa model yang memiliki nilai nol yaitu NDVI dan GNDVI PMA 18 semua model, NDVI PMA 30 model Kuadrat, Power, GNDVI PMA 42 model Kuadrat (Talan MA, 2008).

Tabel 8. Pemilihan Model Indeks Vegetasi Terbaik

Model	R <sup>2</sup>	RMSE	Bias	SA	SR	Total	Peringkat
N-181	2,95	4,00	1,40	3,94	3,97	16,25	1
G-181	4,00	4,00	1,40	3,99	4,00	17,39	1
N-304	3,56	3,91	2,30	1,10	1,57	12,44	1
G-303	3,48	3,92	4,00	1,36	1,79	14,54	1
N-423	3,24	3,90	3,88	1,10	1,10	13,23	1
G-423	3,91	3,89	2,15	1,03	1,03	12,02	1

Sumber: (Ramadhan at al., 2024)

Pemilihan model dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa parameter seperti R<sup>2</sup>, RMSE, Bias, SA, dan SR. Hasil analisis menunjukkan bahwa model linear NDVI 18.1 merupakan model terbaik pada kelas NDVI PMA 18, dikarenakan model tersebut memiliki skor paling tinggi yaitu total skor 17,39, GNDVI 18.1 (linear) merupakan model terbaik pada kelas GNDVI PMA 18 dengan skor yaitu 17,39, NDVI 304 (eksponensial) merupakan model terbaik yaitu total skor 12,44 pada kelas NDVI PMA 30, GNDVI 303 (power) merupakan model terbaik pada kelas GNDVI PMA 30 yaitu dengan skor 14,54, NDVI 423 (power) merupakan model terbaik pada kelas NDVI PMA 42 dengan skor 13,23, GNDVI 423 (power) merupakan model terbaik pada kelas GNDVI PMA 30 dengan skor 12,02. Pemilihan keseluruhan model terbaik indeks vegetasi disajikan pada lampiran 38 (Krisnawati H et al., 2012).



Gambar 1. Kopartemen dan SHP Tinggi Pohon Dominan

## KESIMPULAN

Model persamaan terbaik indeks vegetasi (NDVI, GNDVI) Sentinel-2A untuk pendugaan tinggi pohon dominan *Eucalyptus Sp.* pada NDVI PMA 18 yaitu model Linear  $THT = 0,097 * NDVI + 11,319$ , model terbaik pada GNDVI PMA 18 adalah model linear  $THT = 0,244 * GNDVI + 11,289$ , model terbaik pada NDVI PMA 30 adalah model eksponensial  $THT = 17,123 * \exp(0,061 * NDVI)$ , model terbaik pada GNDVI PMA 30 adalah model power  $THT =$

18,46 \*  $GNDVI^{0,034}$ , model terbaik pada NDVI PMA 42 adalah model power THT= 21,571 \*  $NDVI^{0,032}$ , dan model terbaik pada GNDVI PMA 42 adalah model power THT= 21,513 \*  $GNDVI^{0,020}$ .

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, D., & Buchori. (2014). Pemanfaatan citra satelit untuk penentuan lahan kritis mangrove di Kecamatan Tugu, Kota Semarang. *Geoplanning*, 1(1), 1–12.
- Brown, A. G., & W.E. Hills. (1978). Eucalyptus for wood production. *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), Australia*.
- García Cárdenas, D. A., Ramón Valencia, J. A., Alzate Velásquez, D. F., & Palacios Gonzalez, J. R. (2019). Dynamics of the Indices NDVI and GNDVI in a Rice Growing in Its Reproduction Phase from Multi-spectral Aerial Images Taken by Drones. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 893, 106–119. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-04447-3\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-04447-3_7)
- Komiyama A, Ong JE, & Pongparn S. (2008). Allometry, biomass, and productivity of mangrove forests. *Aquat Bot*, 89, 128–137.
- Krisnawati H, Adinugroho WC, & Imanuddin R. (2012). model-model Alometrik untuk Pendugaan Biomassa Pohon pada Berbagai Tipe Ekosistem Hutan di Indonesia. *Pusat Penelitian Dan Pengembangan Konservasi Dan Rehabilitasi, Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan, Bogor*.
- Ramadhan, A., & Suwadji, S. (2024). Model Penduga Biomassa Hutan Mangrove Menggunakan Citra Satelit Sentinel -2A di Kabupaten Rembang Jawa Tengah. *Jurnal Wana Tropika*, 13(2), 72–84. <https://doi.org/10.55180/jwt.v13i2.1018>
- Saputra GR. (2007). Model Penduga Potensi Hutan Rakyat Menggunakan Citra Aster dan Sistem Informasi Geografis di Beberapa Wilayah Kabupaten Bogor Bagian Barat. *Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB*.
- Sugiyono. (2008). Statistika untuk Penelitian. *Alfabeta*, 1(1), 10–20.
- Talan MA. (2008). Persamaan penduga biomassa pohon jenis Nyirih (*Xylocarpus Granatum* Koenig 1784) dalam tegakan mangrove hutan alam di Batu Ampar-Kalimantan Barat. *Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan Dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor*.
- YUSANDI, S., & JAYA, I. N. S. (2016). The estimation model of mangrove forest biomass using a medium resolution satellite imagery in the concession area of forest concession company in West Kalimantan. *Bonorowo Wetlands*, 6(2), 69–81. <https://doi.org/10.13057/bonorowo/w060201>