

## DISTRIBUSI SPASIAL KESEHATAN TANAMAN KARET MENGGUNAKAN SENTINEL-1

### *Spatial Distribution of Rubber Plant Health Using Sentinel-1*

Farida AYU<sup>1</sup>, Ariq Anggaraksa RIESNANDAR<sup>1</sup>, Masita Dwi Mandini MANESSA<sup>1\*</sup>, SUPRIATNA<sup>1</sup>, Retno LESTARI<sup>2</sup>, Alhadi BUSTAMAM<sup>3</sup>, Devvi SARWINDA<sup>3</sup>, Charlos Togi STEVANUS<sup>4</sup>, Anisya Feby EFRIANA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Geografi, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Biologi, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Matematika, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia

<sup>4</sup>Indonesian Rubber Research Institute (IRRI), Palembang, Indonesia

\*Email: [manessa@ui.ac.id](mailto:manessa@ui.ac.id)

Diterima: 20 Juni 2023/ Disetujui: 15 Mei 2024

#### **Abstract**

*An essential product that provides farmers in Indonesia with a source of revenue is the rubber plant (*Hevea Brasiliensis*). However, the *Pestalotiopsis sp.* leaf fall disease has recently led rubber plantations in Indonesia to produce less and of lower quality rubber. The use of remote sensing technology can help monitor the health of plants. Sustainability is hampered by cloud cover restrictions on optical imaging monitoring of rubber fields. Sentinel-1 imaging contains Synthetic Aperture Radar (SAR) information, which can penetrate clouds. Therefore, the purpose of this work is to examine the spatial distribution of plant health using Sentinel-1 imagery and different vegetation indexes, including RVI and NDRVI. The findings demonstrated that there was no meaningful association between the class of plant health and the multi-index vegetation. Low correlation between the variables is indicated by noise, wavelength, and backscattering factors.*

**Keywords :** *rubber plant health; sentinel-1; RVI; NDRVI*

#### **Abstrak**

Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) merupakan komoditas penting yang menjadi sumber pendapatan petani di Indonesia. Namun, dalam beberapa tahun terakhir

perkebunan karet di Indonesia mengalami penurunan mutu dan produksi yang disebabkan oleh penyakit gugur daun *Pestalotiopsis sp.* Teknologi remote sensing dapat menjadi solusi dalam pemantauan kesehatan tanaman. Kendala tutupan awan dalam pemantauan perkebunan karet menggunakan citra optik menghambat keberlangsungan. Citra Sentinel-1 dilengkapi data Synthetic Aperture Radar (SAR) yang mampu untuk menembus awan. Sehingga, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi spasial kesehatan tanaman dengan menggunakan multi indeks vegetasi RVI dan NDRVI pada citra Sentinel-1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa multi indeks vegetasi tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan kelas kesehatan tanaman. Faktor noise, panjang gelombang, dan hamburan balik mengindikasikan rendahnya hubungan antar variabel.

**Kata kunci:** kesehatan tanaman karet; sentinel-1; RVI; NDRVI

#### **PENDAHULUAN**

Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) merupakan komoditas penting yang menjadi sumber pendapatan petani di Indonesia (Febbiyanti & Fairuzah, 2020). Tanaman ini dapat menghasilkan getah pertamanya pada umur 5 tahun. Perkebunan karet di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir

mengalami penurunan mutu dan produksi. Begitu pula dengan perkebunan karet Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan, yang memberikan kontribusi ekonomi yang besar. Hal ini terjadi dikarenakan harga karet cenderung menurun dan adanya serangan dari penyakit gugur daun (Syarifa et al., 2023). *Pestalotiopsis sp.* merupakan patogen yang paling berpengaruh dalam menggugurkan daun yang ditandai dengan muncul bercak daun dan menguning secara *sporadic* pada tulang daun (Febbiyanti & Fairuzah, 2020). Penyakit gugur daun mempengaruhi penurunan kanopi tanaman dan produksi lateks (Alchemi & Jamin, 2022).

Pengimplementasian penginderaan jauh dalam pemantauan perkebunan dan kesehatan tanaman karet efektif dan efisien untuk dilakukan (Azizan et al., 2021). Berdasarkan penelitian terdahulu, pemantauan perkebunan karet dengan pendekatan *optical remote sensing* dapat diaplikasikan untuk membedakan panjang gelombang warna daun terinfeksi penyakit karet (Manessa et al., 2023), mendeliniasi tahapan *phenology* karet (Li et al., 2022), dan mendeteksi perkebunan karet (Yusof et al., 2021). Selain itu, dalam lingkup pemantauan kesehatan tanaman karet lebih sesuai diaplikasikan dalam pemetaan detail dengan resolusi spasial dan temporal yang tinggi seperti UAV (Abd Hamid et al., 2022). Keterbatasan tersedianya alat UAV, pemanfaatan data optik pada citra satelit dengan resolusi spasial dan temporal yang sedang dapat menjadi solusi seperti Citra Sentinel-2 dan Citra Landsat 8 (Han et al., 2018; Putri & Supriatna, 2021). Namun, terdapat kendala tutupan awan dalam pemanfaatan data optik (Jiang et al., 2021). Data optik yang tidak lengkap sulit untuk menganalisis kesehatan tanaman karet dikarenakan siklus tanaman karet dengan keberadaan penyakit gugur daun karet memerlukan waktu yang singkat yaitu 1 bulan. Dalam mengatasi kendala tersebut, data *Synthetic Aperture Radar* (SAR) pada Citra Satelit Sentinel-1 dapat menjadi salah satu pilihan untuk pemantauan tanaman perkebunan (Villarroya-Carpio et al., 2022).

Data Citra Sentinel-1 dihasilkan dari hamburan balik sinyal pada saluran polarimetrik yang ditransmisikan yang dipengaruhi oleh struktur geometris dan

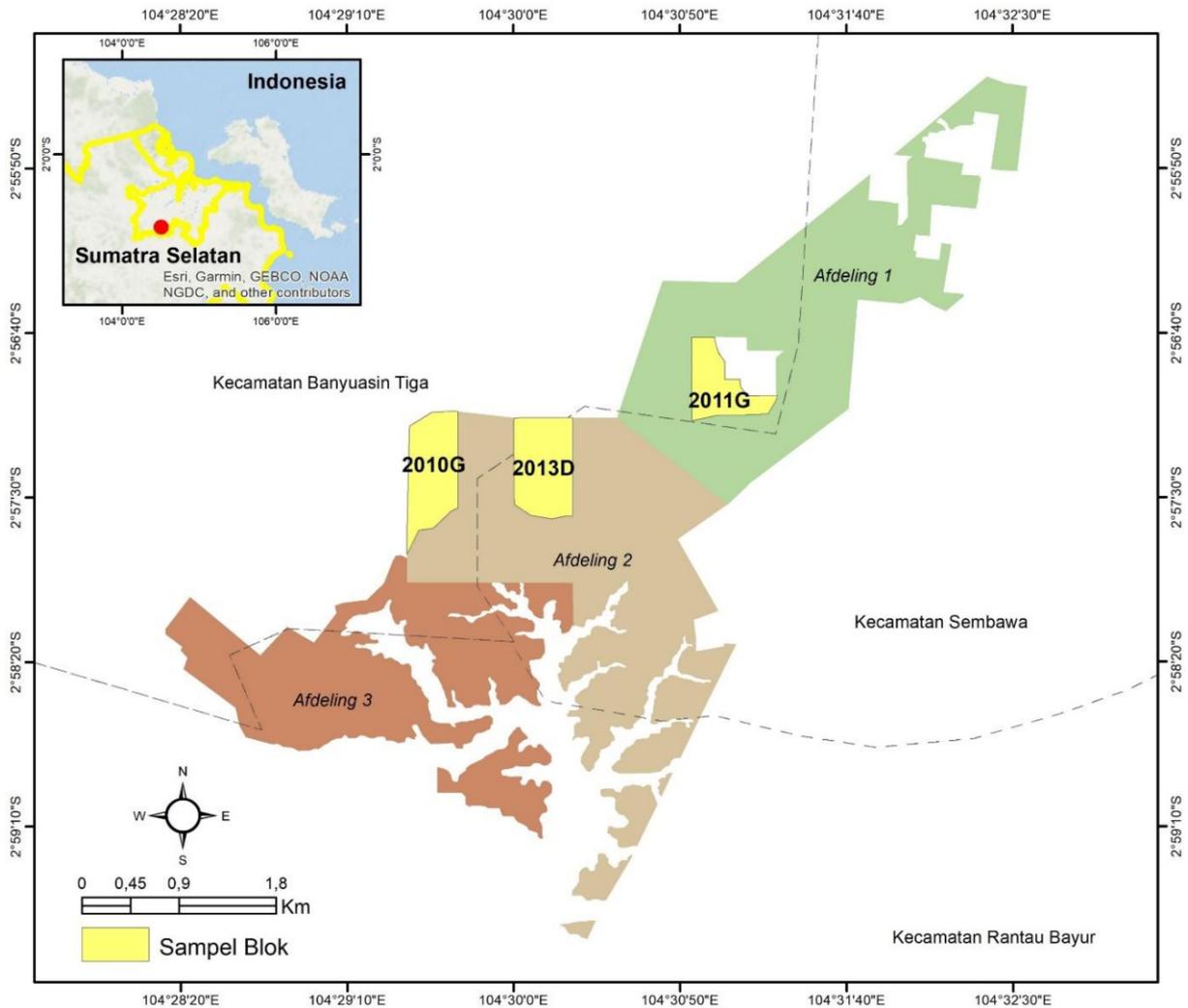
dielektrik kanopi (Holtgrave et al., 2020). Data *Synthetic Aperture Radar* (SAR) pada Citra Satelit-1 dilengkapi dengan C-Band dengan panjang gelombang 5,5 cm dan memanfaatkan teknologi polarisasi citra radar hingga dapat menembus awan (Anisa & Rokhmana, 2019). Panjang gelombang citra Sentinel-1 memiliki kemampuan penetrasi yang berbeda-beda pada setiap objek tertentu, dimana apabila tutupan kanopi lebat maka hamburan balik dari vegetasi akan sangat kuat (Rulian et al., 2022). Selain itu data SAR pada Sentinel-1 juga memiliki kemampuan menembus kanopi yang berpengaruh terhadap sinyal *backscatter* yang menghasilkan informasi kekasaran objek (Arief et al., 2016).

Citra Sentinel-1 dapat dilakukan untuk pemantauan perkebunan dengan menggunakan indeks vegetasi (Holtgrave et al., 2020). Indeks vegetasi yang banyak digunakan dalam pemantauan vegetasi dan pertanian yaitu *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* untuk citra optik dan *Radar Vegetation Index (RVI)* untuk radar (Szigarski et al., 2018). Berdasarkan penjabaran tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesehatan tanaman karet di Perkebunan Karet Sembawa dengan menggunakan multi indeks vegetasi pada Citra Sentinel-1.

## BAHAN DAN METODE

### Wilayah Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Afdeling I, II, dan III pada Perkebunan Pusat Penelitian Karet Sembawa, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan (Gambar 1). Pusat Penelitian Karet Sembawa luasnya mencakup 3 kecamatan antara lain Kecamatan Sembawa, Kecamatan Banyuasin, dan Kecamatan Rantau Bayur. Secara astronomis, Pusat Penelitian Karet Sembawa terletak pada 2°56'30" - 3°0'0" LS dan 104°26'40" - 104°33'20" BT. Perkebunan Karet Sembawa memiliki dua komoditas yaitu karet dan kelapa sawit. Dengan luas kurang lebih sekitar 3.380 ha yang terdiri dari lima afdeling. Afdeling I, II, III merupakan komoditas karet dan Afdeling IV dan V merupakan kelapa sawit. Pengambilan data dilakukan pada tiga blok yaitu 2010G, 2013D, dan 2011G.



Gambar 1. Wilayah Penelitian  
Figure 1. Study Area

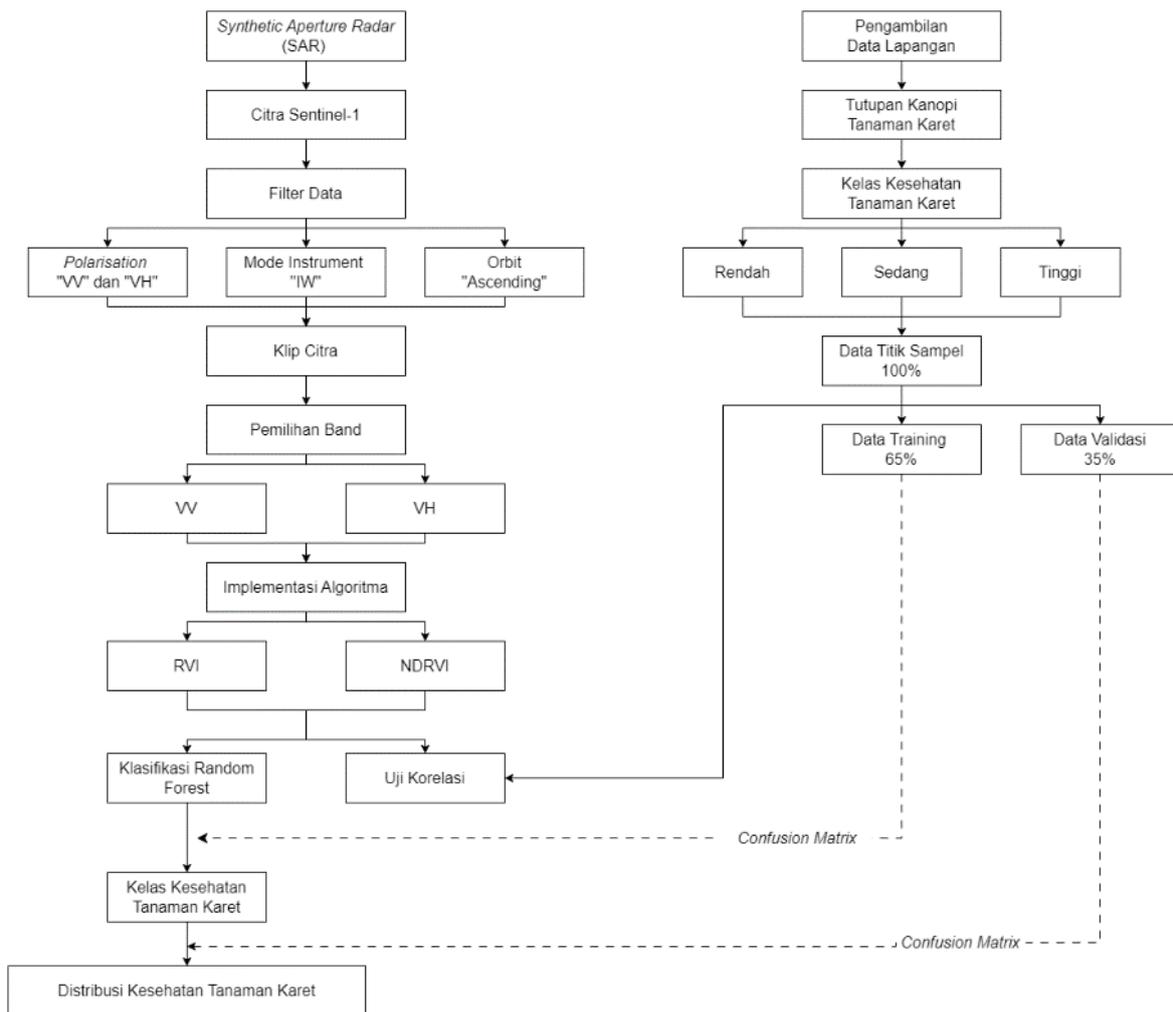
Berdasarkan observasi lapangan, diketahui bahwa ketiga blok tersebut memiliki klon yang berbeda sehingga dapat mewakili blok lainnya. Pengambilan data dilakukan pada 8-13 Februari 2023 berhasil mengumpulkan titik sampel kesehatan tanaman karet sebanyak 623 titik.

### Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini secara garis besar dibagi dalam beberapa tahap yaitu *Preprocessing data*, ekstraksi multi indeks vegetasi, dan klasifikasi kesehatan tanaman karet (Gambar 2).

Pengolahan data dan analisis data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak (*software*) seperti platform Google Earth Engine untuk pengolahan data citra, ArcGIS untuk visualisasi, dan Microsoft Excel untuk perhitungan statistik.

Pemantauan kesehatan tanaman karet pada penelitian ini menggunakan Citra Sentinel-1. Pengolahan data citra Sentinel-1 dilakukan pada platform Google Earth Engine. Pengambilan waktu Citra Sentinel-1 menyesuaikan pengambilan data lapangan terdekat (8-13 Februari 2023) yaitu pada tanggal 8 Februari 2023. Citra Sentinel-1



Gambar 2. Alur Kerja Penelitian  
 Figure 2. Research Workflow

yang telah terpilih telah dilakukan tahapan preprocessing seperti *thermal noise removal*, *radiometric calibration*, dan *terrain correction*. Tahapan ini bertujuan untuk menghilangkan kebisingan termal. Kemudian, dilanjutkan dengan pengaturan filter sesuai dengan dokumentasi Google Earth Engine yaitu memilih instrumen *IW* dan orbit *Ascending*. Citra yang telah terkoreksi, akan di clip sesuai dengan wilayah penelitian.

Dalam penelitian ini, tahapan ekstraksi multi indeks vegetasi digunakan untuk melakukan klasifikasi kesehatan tanaman karet. Perlu dicatat bahwa citra radar memiliki keterbatasan dalam menghasilkan berbagai jenis indeks

vegetasi, dan oleh karena itu, tidak banyak indeks vegetasi yang dapat diperoleh dari citra ini. Namun, dalam kajian pemetaan vegetasi, kedua indeks yang digunakan, yaitu *RVI (Radar Vegetation Index)* dan *NDRVI (Normalized Difference Radar Vegetation Index)*, termasuk dalam indeks yang umum digunakan. Kedua indeks ini telah terbukti efektif dalam mengidentifikasi dan mengkategorikan kesehatan tanaman serta vegetasi pada citra radar. Dengan memanfaatkan algoritma ini, penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan kesehatan tanaman karet dengan lebih baik, meskipun tantangan seperti noise dalam citra radar tetap menjadi perhatian penting. Ekstraksi dilakukan dengan persamaan berikut ini:

$$RVI = \frac{4VH}{VH+VV} \quad (1)$$

Dimana:

HH, VV, dan HV mewakili intensitas hamburan balik linear terukur. Hasil dari perhitungan algoritma tersebut akan menghasilkan rentang nilai 0 sampai dengan 1.

$$NDRVI = \frac{(VH-VV)}{(VH+VV)} \quad (2)$$

Dimana:

NDRVI merupakan pengembangan dari indeks vegetasi RVI dimana band inframerah (NIR) dan band merah (R) pada persamaan NDVI diwakilkan dengan polarisasi VH dan VV. Polarisasi VH sebagai pengganti NIR dan polarisasi VV sebagai pengganti band RED.

Nilai RVI dan NDRVI diasumsikan dapat merepresentasikan kelas kesehatan tanaman karet melalui kerapatanutupan kanopi. Secara lebih lanjut, asumsi ini dikaji dengan pendekatan statistik berupa uji korelasi pada Nilai RVI dan NDRVI dengan kelas kesehatan tanaman. Uji korelasi bertujuan untuk melihat tingkat hubungan RVI dan NDRVI dapat merepresentasikan kelas kesehatan tanaman karet. Uji korelasi ini penting untuk dikaji sebagai gambaran penggunaan parameter indeks vegetasi untuk kelas kesehatan tanaman karet. Sebelum dilakukan perhitungan statistik, dilakukan uji normalitas terlebih dahulu dengan menggunakan *Shapiro-Wilk test*. Pada Microsoft excel, uji normalitas ini dapat menggunakan Anova Single Factor. Kemudian, dilakukan uji korelasi menggunakan *Spearman's Rank Correlation*. Penggunaan uji korelasi ini berdasarkan tipe data yang digunakan terdiri dari data nominal dan *continous*.

Tahap klasifikasi dilakukan dengan menggunakan multi indeks vegetasi yang terdiri RVI dan NDRVI, disertai data sampel kelas kesehatan tanaman sebagai data train. Pengambilan data sampel kelas kesehatan dilakukan dengan bantuan ahli yang mengetahui karakteristik kesehatan tanaman karet di kebun karet Sembawa melalui observasi lapangan. Sampel kelas kesehatan tanaman karet ditentukan berdasarkanutupan kanopi pada setiap pohon. Pengambilan data titik terbagi menjadi kelas 3 kelas yaitu rendah (kanopi sedikit, terlihat banyak ranting), sedang (kanopi sedang, masih terlihat kanopi dan ranting), dan tinggi (kanopi tinggi, ranting tidak terlihat tertutup dengan kanopi yang rimbun) (Gambar 3). Kelas kesehatan karet merujuk pada analisa visual dilapangan.

Metode yang digunakan untuk pengambilan sampel adalah *stratified random sampling* dengan mengambil sampel kesehatan secara bertingkat yaitu kelas kesehatan rendah, sedang dan tinggi.



Gambar 3. Sampel kelas kesehatan tanaman karet  
*Figure 3. Sample of rubber plant health class*

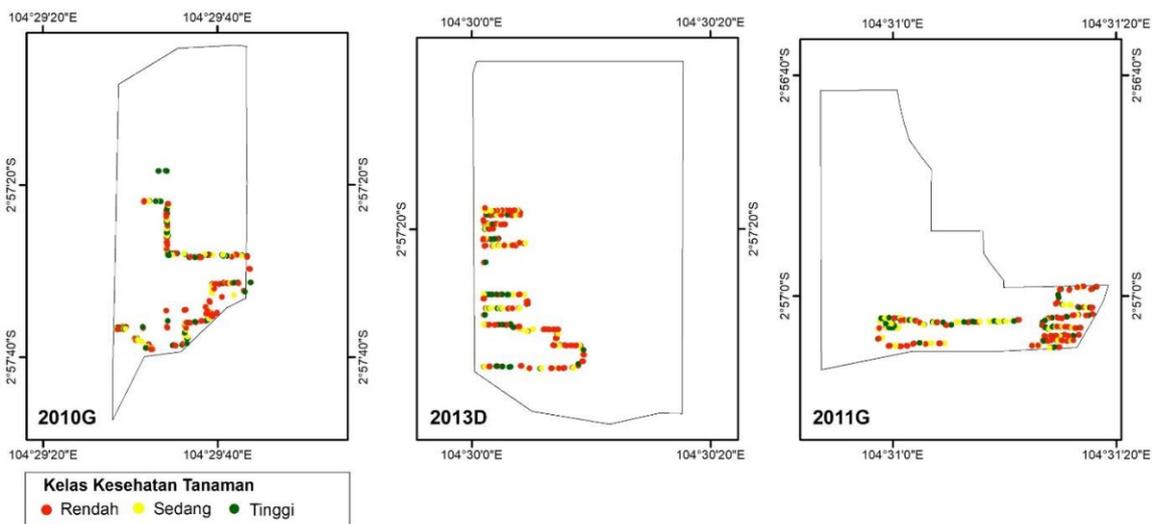
Penentuan kelas ini didasari oleh masukan dari ahli peneliti di Pusat Penelitian Karet Sembawa. Pengambilan sampel kelas kesehatan dilakukan dengan mengambil 2 titik sampel pohon pada satu grid sentinel. Dimana, satu grid sentinel merepresentasikan area sebesar 10x10m. Pada area tersebut umumnya terdiri dari 2-3 pohon, sehingga penelitian ini mengambil jumlah tengah dari rata-rata kemungkinan jumlah pohon dalam satu grid. Penelitian ini berhasil mengumpulkan titik sampel kesehatan sebanyak 623 titik. Jumlah titik sampel ini akan dibagi menjadi data training dan testing dengan proporsi sebesar 65%:35%. Proses klasifikasi kesehatan tanaman pada citra sentinel-1 dibangun menggunakan pendekatan *machine learning random forest* berdasarkan data multi indeks vegetasi dan sampel kelas kesehatan tanaman. Pada tahapan klasifikasi ini dilakukan uji akurasi dengan menggunakan *confusion matrix*. Pengujian akurasi dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada data training dan data validasi. Pengujian melalui *confusion matrix* yang sesuai digunakan pada penelitian ini, dimana penelitian menggunakan data termasuk kategorial yaitu ordinal atau nominal. Hasil klasifikasi nilai kesehatan tanaman dapat diaplikasikan pada seluruh wilayah kebun Pusat Penelitian Karet Sembawa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hubungan Multi Radar Indeks Vegetasi dan Kesehatan Tanaman Karet

Hasil dari survei lapangan dan pengambilan sampel pohon terkena penyakit di Kebun Pusat Penelitian Karet Sembawa menunjukkan seluruh tanaman karet terkena penyakit. Penyakit tersebut antara lain *Pestalotiopsis* sp., *Colletotrichum* sp., dan *Oidium* sp.. Dalam penelitian ini tingkat tutupan kanopi yang terkena gugur daun terbagi menjadi tiga kelas yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Pengambilan sampel pohon sebanyak 623 titik berada pada 3 blok tanaman karet dan jenis klon yang berbeda (Gambar 4).

Tutupan kanopi mempengaruhi kesehatan tanaman karet. Persentase luasan tutupan kanopi didapatkan dari perhitungan luasan tutupan kanopi per grid dari citra sentinel-1. Tutupan kanopi yang rendah menunjukkan adanya penyakit gugur daun akibat *Pestalotiopsis* sp. Dari Gambar 5, diketahui bahwa penyakit gugur daun akibat *Pestalotiopsis* sp. ada di semua kelas kesehatan baik tinggi, sedang, dan rendah. Namun, penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* sp. tertinggi menjangkit lebih banyak di tutupan kanopi dengan kelas kesehatan rendah. Secara spesifik, penyakit

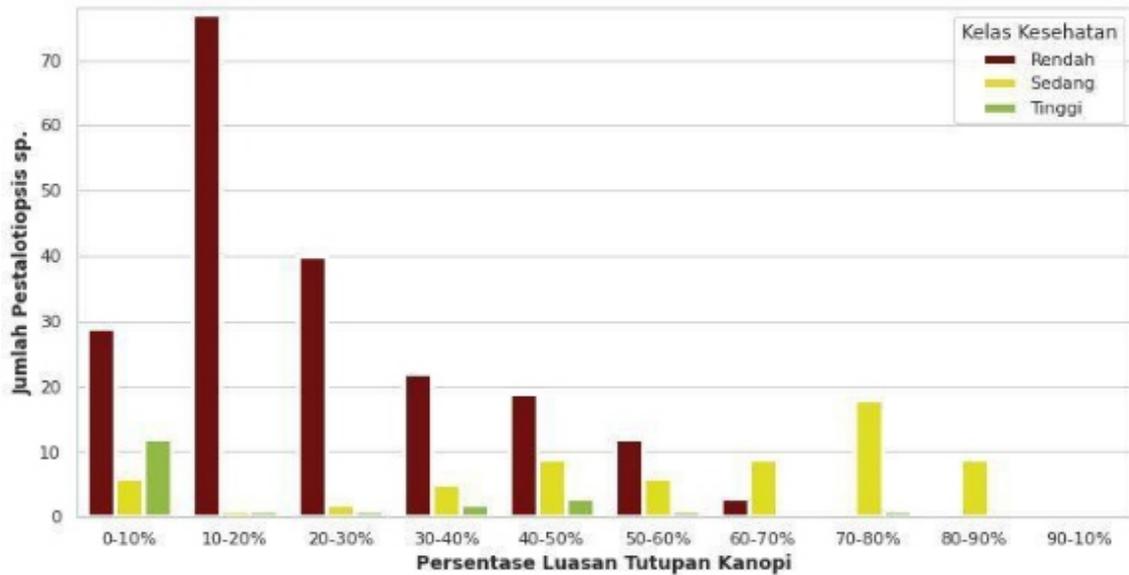


Gambar 4. Titik Kesehatan Tanaman Karet  
Figure 4. Sample point of rubber health plant

*Pestalotiopsis sp.* lebih banyak pada persentase luasan tutupan kanopi sebesar 10-20% dari kelas kesehatan rendah. Hal ini dikarenakan *Pestalotiopsis sp.* menyebabkan gugur daun dengan tingkat keparahan yang tinggi.

**Uji Korelasi Indeks Vegetasi dengan Kesehatan Tanaman Karet**

Berdasarkan pengujian statistik berupa uji normalitas dan uji korelasi pada data RVI dan NDRVI dengan kelas kesehatan tanaman dihasilkan nilai signifikansi dan



Gambar 5. Jumlah *Pestalotiopsis sp.* pada setiap persentase luasan tutupan kanopi

Figure 5. The number of *Pestalotiopsis sp.* for each percentage of canopy cover area

nilai korelasi yang dapat dilihat pada tabel 1. Pada uji normalitas *Anova Single Factor*, dihasilkan nilai *p-value* > 0.05 pada kedua indeks vegetasi. Nilai ini menunjukkan bahwa baik RVI dan NDRVI memiliki nilai yang terdistribusi normal.

Selain itu, pada uji korelasi *Sperman's Rank Correlation*, RVI dan NDRVI menunjukkan nilai yang tidak jauh berbeda yaitu nilai  $\rho$  mendekati 0. Hal ini mengindikasikan bahwa RVI dan NDRVI dengan kelas kesehatan tanaman memiliki nilai korelasi dalam kategori lemah. Berdasarkan uji korelasi ini diketahui bahwa RVI dan NDRVI kurang dapat merepresentasikan kelas kesehatan tanaman. Namun, jika dibandingkan, nilai NDRVI memiliki korelasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan RVI.

Berdasarkan uji normalitas *Anova Single Factor*, dapat dilihat distribusi data RVI dan NDRVI pada setiap kelas kesehatan tanaman (Gambar 6). Distribusi didasarkan pada nilai rata-rata RVI dan NDRVI pada setiap kelas kesehatan tanaman. RVI menghasilkan nilai dengan rentang 1.65 – 1.71. Sedangkan, NDRVI menghasilkan nilai dengan rentang 0.202 – 0.212. Nilai RVI dan NDRVI menunjukkan distribusi yang berbanding terbalik pada setiap kelas kesehatan tanaman. Pada RVI, rata-rata nilai terendah berada pada kelas kesehatan tanaman sedang. Sedangkan, rata-rata nilai terendah NDRVI berada pada kelas kesehatan tanaman rendah.

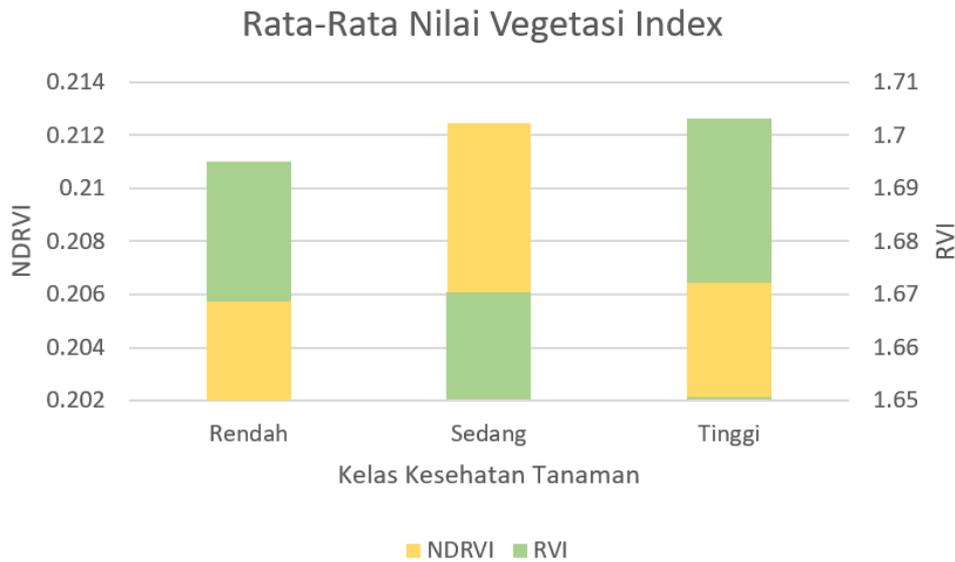
Tidak adanya hubungan antara RVI dan NDRVI dengan kelas kesehatan tanaman karet variabel dikarenakan adanya bias yang disebabkan oleh beberapa faktor.

Tabel 1. Hasil uji statistik pada data RVI dan NDRVI dengan kelas kesehatan tanaman  
 Table . Statistical test results on RVI and NDRVI data with plant health class

Indeks Vegetasi	Anova Single Factor : <i>P-value</i>	Sperman’s Rank Correlation : $\rho$
RVI	0.87	0.032
NDRVI	0.77	0.065

Berdasarkan teorinya, nilai indeks vegetasi RVI dan NDRVI dapat merepresentasikan tingkat tutupan kanopi, dimana semakin besar nilai indeks vegetasi menunjukkan tutupan kanopi yang tinggi begitupun sebaliknya. Pada penelitian ini, indeks vegetasi RVI dan NDRVI menghasilkan nilai yang tidak jauh berbeda pada setiap kelas

kesehatan tanaman. Sehingga terjadi bias pada nilai indeks vegetasi dengan titik sampel kesehatan tanaman karet. Hal ini mempengaruhi rendahnya hasil uji akurasi indeks vegetasi dengan kelas kesehatan tanaman. Bias yang terjadi disebabkan oleh beberapa faktor seperti *speckle noise*, panjang gelombang, dan hamburan balik.



Gambar 6. Rata-rata Nilai RVI dan NDRVI pada Kelas Kesehatan Tanaman  
 Figure 6. Average value of RVI and NDRVI on Rubber Plant Health Class

Faktor pertama, terdapat *noise* yang dapat menurunkan kualitas data Sentinel-1. Dimana Sentinel-1 menangkap hamburan balik yang memiliki luasan paling dominan pada setiap pikselnya. Hal ini ditunjukkan pada pada tanaman karet yang memiliki kesehatan rendah di lapangan akan

terklasifikasikan menjadi nilai kelas kesehatan tinggi. Berdasarkan data lapangan banyak pohon yang terkena gugur daun yang parah namun terdeteksi oleh RVI dan NDRVI dengan nilai yang tinggi. Faktor kedua, panjang gelombang Sentinel-1 menangkap hamburan balik tanaman karet

berdasarkan kekerasan vegetasi dan kekasaran tanah. Dimana, band-C memiliki kemampuan melakukan penetrasi yang berbeda pada setiap objek. Hal ini yang menyebabkan terjadinya bias akibat hamburan balik yang ditangkap pada setiap kelasnya yang dikarenakan pada permukaan yang kasar memiliki nilai hamburan yang sama dengan permukaan vegetasi. Faktor ketiga, nilai hamburan balik dipengaruhi oleh beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya bias. Nilai hamburan balik dipengaruhi oleh besarnya objek, dimana tanaman karet pada kelas kesehatan tinggi akan memantulkan lebih banyak sinyal dibandingkan kelas rendah. Hal ini dikarenakan panjang gelombang yang semakin meningkat berpengaruh pada pantulan balik yang semakin dominan (Pratiwi et al., 2021).

**Persebaran Kesehatan Tanaman Karet**

Berdasarkan *confusion matrix* pada hasil klasifikasi menggunakan metode *Random Forest* dengan mempertimbangkan nilai indeks vegetasi radar (RVI, NDRVI) dan sampel observasi lapangan kesehatan tanaman, ditemukan bahwa akurasi keseluruhan pada tahap *model training* sebesar 0.76 dan akurasi keseluruhan pada tahap validasi sebesar 0.45 (lihat Tabel 2). Meskipun nilai akurasi tinggi, hasil interpretasi pada gambar citra terklasifikasi menunjukkan bahwa efek dari *speckle noise* dalam citra Sentinel-1 masih sangat terlihat. Hal ini terlihat dari sejumlah bias yang terdeteksi pada kelas rendah dan sedang yang salah diklasifikasikan sebagai kelas yang tinggi (lihat Gambar 7).

Bias yang dihasilkan disebabkan oleh adanya *speckle noise* pada Citra Sentinel-1. Dimana, setiap citra radar terdiri dari *speckle noise* yang mempersulit interpretasi citra (Yommy et al., 2015). Meskipun Citra Sentinel-1 telah melewati tahapan *preprocessing* untuk mengurangi *noise*, pada penelitian ini Citra Sentinel-1 belum menghasilkan Informasi mengenai karakteristik kanopi dengan baik. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa penggunaan pengaturan dasar Citra Sentinel-1 belum cukup untuk menghilangkan *noise* pada wilayah penelitian. Sehingga, diperlukan tahapan *preprocessing* tambahan berupa proses *smoothing* seperti pada metode *Lee filter* (Lee, 1981); *smoothing multiview (SMV)* (yommy et al., 2020); *constrained smoothing and hierarchical label correction (CSHLC)* (Shang et al., 2022).

**KESIMPULAN DAN SARAN**

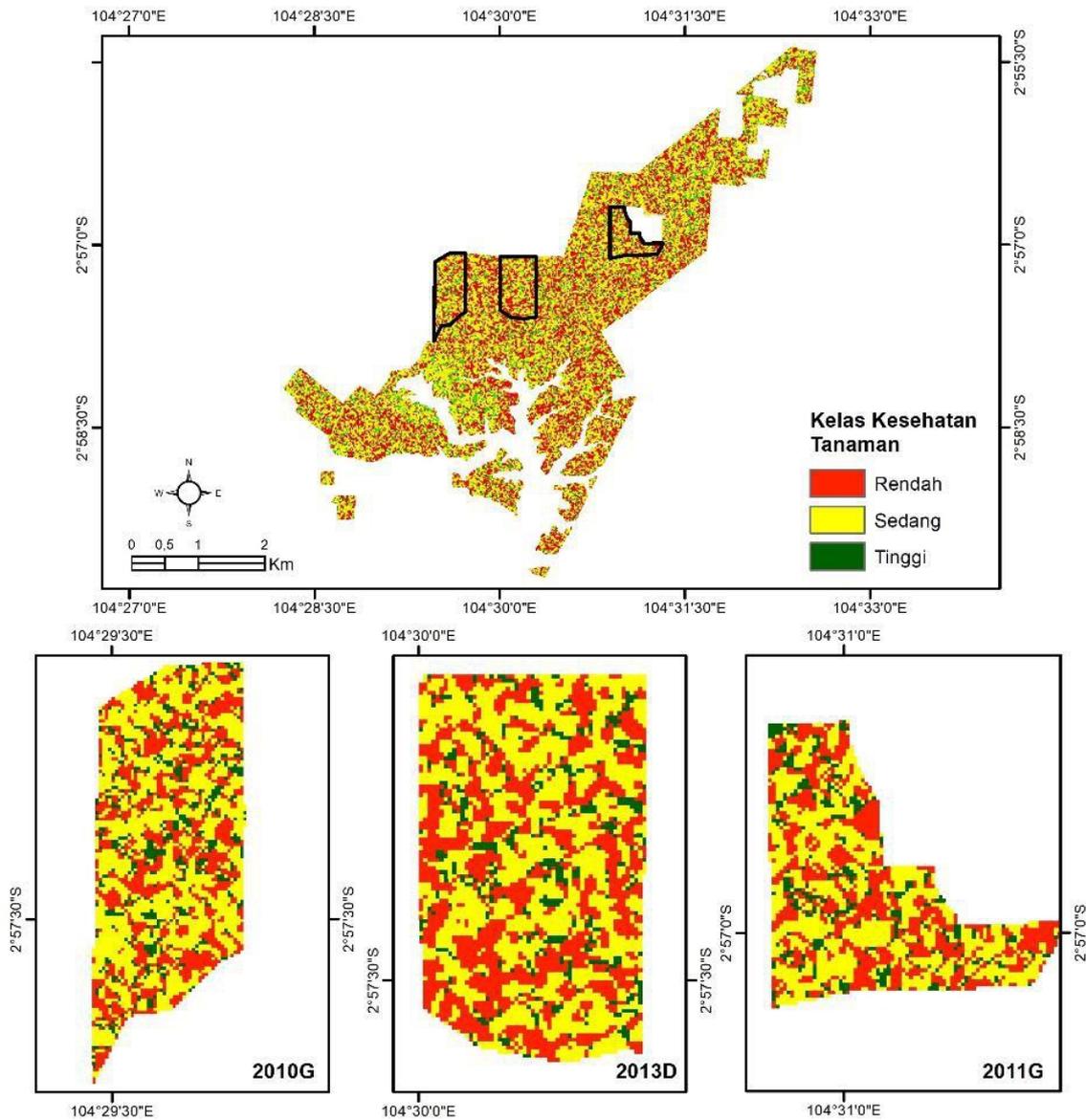
Penelitian ini menunjukkan bahwa pengaplikasian *Radar Vegetation Index* dan *Normalized Difference Vegetation Index* pada citra sentinel-1 belum dapat menjelaskan kesehatan tanaman karet di Pusat Penelitian Karet Sembawa. Pendekatan *machine learning* dengan algoritma *random forest* pada citra sentinel-1 menghasilkan persebaran kesehatan tanaman karet dengan bias yang tinggi. Hal tersebut dikarenakan perekaman secara *side looking* atau dari samping sehingga geometrik objek menjadi geser; adanya *noise* yang dapat menurunkan kualitas gambar; adanya panjang gelombang yang memiliki

Tabel 2. Hasil uji akurasi *Confusion Matrix*  
 Table 2. *Confusion matrix accuracy test results*

Data	Overall Accuracy	Nilai Kappa
Training	0.76	0.65
Validasi	0.45	0.17

kemampuan menangkap objek yang berbeda-beda. Penggunaan data citra sentinel-1 dengan tahapan *preprocessing* dasar belum cukup untuk menurunkan *speckle noise* pada citra. Diperlukan tahapan *preprocessing* secara lebih lanjut

dalam menggunakan data citra sentinel-1. Tahapan *preprocessing* dapat dilakukan dengan mengimplementasikan beberapa metode *smoothing synthetic aperture radar (SAR)*.



Gambar 7. Peta Kelas Kesehatan Tanaman Karet  
Figure 7. Rubber Plant Health Class Map

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abd Hamid, N.-R., Yaacob, M. L. M., Abd Ghani, Z., Idris, N. H., Alvin, L. M. S., Hassan, M. I., Idris, K. M., Dollah, R., Salleh, A. M., & Ahmad, M. B. A. (2022). Rubber-Tree Leaf Diseases Mapping Using Close Range Remote Sensing Images. *International Journal of Integrated Engineering*, 14(5), 1–12.
- Alchemi, P. J. K., & Jamin, S. (2022). Impact of Pestalotiopsis leaf fall disease on leaf area index and rubber plant production. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, 995(1), 12030.
- Anisa, R., & Rokhmana, C. A. (2019). Ekstraksi Citra Sentinel 1a Dengan Metode Polarimetrik Untuk Pemetaan Hutan Di Provinsi Sumatera Selatan. *Elipsoida : Jurnal Geodesi Dan Geomatika*, 2(01), 80–87. <https://doi.org/10.14710/elipsoida.2019.4869>
- Arief, R., Sudiana, D., & Ramli, K. (2016). Compressed Synthetic Aperture Radar Imaging Based on Maxwell Equation. *Jurnal Teknologi*, 78(6–3), 15–22. <https://doi.org/2180-3722>
- Azizan, F. A., Kiloes, A. M., Astuti, I. S., & Abdul Aziz, A. (2021). Application of optical remote sensing in rubber plantations: A systematic review. *Remote Sens. (Basel)*, 13(3), 429.
- Febbiyanti, T. R., & Fairuzah, Z. (2020). Identifikasi Penyebab Kejadian Luar Biasa Penyakit Gugur Daun Karet di Indonesia. *J. Penelit. Karet*, 193–206.
- Han, P., Chen, J., Han, Y., Yi, L., Zhang, Y., & Jiang, X. (2018). Monitoring rubber plantation distribution on Hainan Island using Landsat OLI imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 39(8), 2189–2206. <https://doi.org/10.1080/01431161.2017.1420933>
- Holtgrave, A. K., Röder, N., Ackermann, A., Erasmi, S., & Kleinschmit, B. (2020). Comparing Sentinel-1 and -2 data and indices for agricultural land use monitoring. *Remote Sensing*, 12(18). <https://doi.org/10.3390/RS12182919>
- Huang, Y., Zhang, L., Li, J., Chen, Z., & Yang, X. (2020). Reweighted Tensor Factorization Method for SAR Narrowband and Wideband Interference Mitigation Using Smoothing Multiview Tensor Model. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 58(5), 3298–3313. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2019.2953069>
- Jiang, R., Sanchez-Azofeifa, A., Laakso, K., Xu, Y., Zhou, Z., Luo, X., Huang, J., Chen, X., & Zang, Y. (2021). Cloud cover throughout all the paddy rice fields in guangdong, china: Impacts on sentinel 2 msi and landsat 8 oli optical observations. *Remote Sensing*, 13(15), 1–17. <https://doi.org/10.3390/rs13152961>
- Lee, J. Sen. (1981). Speckle analysis and smoothing of synthetic aperture radar images. *Computer Graphics and Image Processing*, 17(1), 24–32. [https://doi.org/10.1016/S0146-664X\(81\)80005-6](https://doi.org/10.1016/S0146-664X(81)80005-6)
- Li, H., Zhao, L., Sun, L., Li, X., Wang, J., Han, Y., Liang, S., & Chen, J. (2022). Capability of Phenology-Based Sentinel-2 Composites for Rubber Plantation Mapping in a Large Area with Complex Vegetation Landscapes. *Remote Sensing*, 14(21). <https://doi.org/10.3390/rs14215338>

- Manessa, M. D. M., Rokhmatuloh, Supriatna, Shidiq, I. P. A., Nagasawa, R., Ayu, F., Efriana, A. F., Lestari, R., Bustamam, A., Matsui, M., Kase, K., Makita, Y., Febbiyanti, T. R., Oktavia, F., & Stevanus, C. T. (2023). Study of rubber leaf disease using hyperspectral reflectance. In O. Matoba, J. A. Shaw, & C. R. Valenta (Eds.), *SPIE Future Sensing Technologies 2023* (Vol. 12327, p. 123270F). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2646516>
- Pratiwi, G., Sasmito, B., & Bashit, N. (2021). Analisis Prediksi Nilai Biomassa Atas Permukaan (Aboveground Biomass) Pohon Karet Menggunakan Citra Sentinel-1a Terhadap Usia Tegakan. *Elipsoida : Jurnal Geodesi Dan Geomatika*, 4(01), 27–33. <https://doi.org/10.14710/elipsoida.2021.11482>
- Putri, T. R., & Supriatna, S. (2021). A spatial study of rubber plant health using sentinel 2-A imagery in Cibungur Plantation, Sukabumi, West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 623(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/623/1/012078>
- Rulian, N., Armijon, A., & Murdapa, F. (2022). Analisa Hamburan Balik Citra Sentinel-1 untuk Pemantauan Kelas Umur Tanaman Kelapa Sawit (Studi Kasus: PT. Perkebunan Nusantara VII Unit Rejosari, Natar, Kabupaten Lampung Selatan). *Journal of Geodesy and Geomatics*, 1(02), 55–66.
- Shang, R., Liu, M., Lin, J., Feng, J., Li, Y., Stolkin, R., & Jiao, L. (2022). SAR Image Segmentation Based on Constrained Smoothing and Hierarchical Label Correction. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 60, 1–16. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2021.3076446>
- Syarifa, L. F., Agustina, D. S., Alamsyah, A., Nugraha, I. S., & Asywadi, H. (2023). Commodity Outlook of Indonesian Natural Rubber. *Jurnal Penelitian Karet*, 41(September), 47–58.
- Szigarski, C., Jagdhuber, T., Baur, M., Thiel, C., Parrens, M., Wigneron, J. P., Piles, M., & Entekhabi, D. (2018). Analysis of the Radar Vegetation Index and potential improvements. *Remote Sensing*, 10(11), 1–15. <https://doi.org/10.3390/rs10111776>
- Villarroya-Carpio, A., Lopez-Sanchez, J. M., & Engdahl, M. E. (2022). Sentinel-1 interferometric coherence as a vegetation index for agriculture. *Remote Sensing of Environment*, 280(April), 113208. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.113208>
- Yommy, A. S., Liu, R., & Wu, A. S. (2015). SAR image despeckling using refined lee filter. *Proceedings - 2015 7th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics, IHMSC 2015*, 2, 260 – 265. <https://doi.org/10.1109/IHMSC.2015.236>
- Yusof, N., Shafri, H. Z. M., & Shaharum, N. S. N. (2021). The use of Landsat-8 and Sentinel-2 imageries in detecting and mapping rubber trees. *Journal of Rubber Research*, 24(1), 121–135. <https://doi.org/10.1007/s42464-020-00078-0>