



## Akurasi dan Prediksi Kejadian *Hopperburn* Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata Lugens* Stal) menggunakan Citra Sentinel-2

### Accuracy and Prediction of Hopperburn by Brown Planthopper (*Nilaparvata Lugens* Stal) with Sentinel-2 Images

Rahmad Gunawan<sup>1,2)</sup>, Reflinaldon<sup>2)</sup>\*, Yaherwandi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan (BBPOPT), Kementerian Pertanian, Indonesia

<sup>2)</sup> Program Studi Proteksi Tanaman, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

\*E-mail: [reflinaldon@agr.unand.ac.id](mailto:reflinaldon@agr.unand.ac.id)

Diterima: 05 September 2021    Disetujui: 30 Desember 2021    Dipublikasi: 31 Desember 2021

#### ABSTRACT

Forecasting of brown planthopper attack or BPH (*Nilaparvata lugens* Stal) using artificial intelligence and vegetation index of Sentinel-2 Satellite Imagery improves forecasting the incidence of hopperburn. This study aimed to determine the accuracy and correlation of the random forest classification of Sentinel-2 imagery to the incidence of hopperburn reported by Plant Pest Organisms Observer (PPOO) and determine the best method for predicting it. The study was done through observation and secondary data processing about the age of the plant, the incidence of hopperburn by BPH, interviews with farmers, and PPOO. The results showed that the hopperburn NDVI index ranged from 0.23 - 3.8. The random forest classification accuracy was high (Kappa Index = 0.82). The relationship between the hopperburn area from the PPOO report and the predicted area from Sentinel-2 images classified as ( $R^2 = 0.53$ ,  $R = 0.728$ ) with the equation  $Y = -1.5 + 0.82 X$ . The correlation can be improved using spatial regression Geographically Weighted Regression (GWR4) with the best gaussian distance of 1.76 km ( $R_2 = 0.6$ ,  $R = 0.77$ ). The best prediction for the NDVI stage of hopperburn attack time series with random forest (RMSE = 0.12819) was better than the prediction of the hopperburn attack time series with the exponential smoothing method from the PPOO report (RMSE 3.302184).

Keywords: Hopperburn, NDVI, prediction remote sensing, Sentinel-2

#### PENDAHULUAN

Wereng Batang Coklat atau WBC (*Nilaparvata lugens* Stal) merupakan salah satu hama utama yang secara langsung merusak tanaman padi dengan menghisap cairan, dan menyebabkan tanaman kering dan mati atau dikenal dengan *hopperburn* (Suprihanto et al., 2016). Untuk Provinsi Sumatera Barat, pada

musim tanam (MT) 2020, terjadi serangan WBC seluas 356 ha dan diperkirakan serangan meningkat menjadi seluas 496 ha pada MT. 2020/2021. Sementara itu, serangan WBC di Kota Padang pada MT. 2020 seluas 43 Ha dan diperkirakan meningkat menjadi 100 Ha pada MT. 2020/2021 (BBPOPT, 2020).

Salah satu teknologi unggulan yang dapat digunakan dalam mengetahui sebaran serangan WBC pada hamparan yang luas adalah pemanfaatan *remote sensing* (penginderaan jauh) (Sanjaya dan Alhasanah, 2013; Gandharum, 2015, Lillesand et al., 2015; Manalu et al., 2016; Rafsenja et al., 2020). Wahyunto dan Heryanto (2006) sebelumnya telah melaporkan penggunaan Citra Satelit Landsat untuk mengamati sebaran serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT).

Salah satu citra satelit yang tidak berbayar dan dapat digunakan untuk keperluan itu adalah Sentinel-2 (Putri, 2016; Oktaviani dan Kusuma, 2017; Ali et al., 2020). Menurut Mufti et al. (2018), Citra Sentinel-2 adalah salah satu satelit penginderaan jauh dengan resolusi tinggi (10 x 10 m per piksel), memiliki sensor pasif buatan European Space Agency (ESA). Citra Satelit Sentinel-2 mampu mengetahui anomali fase pertumbuhan tanaman padi apabila terjadi serangan OPT.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui akurasi dan hubungan klasifikasi random forest Citra Sentinel-2 terhadap kejadian *hopperburn* WBC dengan laporan dari Pengamat Organisme Pengganggu Tumbuhan (POPT), serta menentukan metode terbaik untuk memprediksi serangan WBC.

## METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Kuranji, Pauh dan Bungus, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat pada bulan Maret sampai Mei 2021.

### Metode

Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari observasi tentang kejadian *hopperburn* WBC dan wawancara dengan petani di Kecamatan Bungus tentang sistem budidaya tanaman dan wawancara dengan POPT Kecamatan

Kuranji untuk melakukan verifikasi data citra satelit dan data *groundtruth* dari foto open camera petugas POPT, Citra Maxar Google Earth Pro dan Google Street View.

Data sekunder diperoleh dari Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura (BPTPH) Provinsi Sumatera Barat berupa Laporan Peringatan Bahaya (LPB) WBC dari POPT, data runtun waktu serangan WBC dan data Citra Satelit Sentinel-2 selama 3 tahun terakhir. Penelitian dilaksanakan pada skala peta 1:50.000 dan pengamatan *hopperburn* pada peta skala 1:10.000 atau sesuai dengan batas masing-masing nagari.

Data verifikasi lapangan digunakan untuk mendapatkan nilai *groundtruth* yaitu memastikan nilai piksel pada citra satelit, seperti umur tanaman, jenis tanaman dan intensitas serangan hama dan penyakit di lapangan. Data Citra Sentinel-2 yang digunakan adalah citra dengan waktu yang berdekatan dengan waktu kejadian serangan *hopperburn* WBC. Data lain yang digunakan adalah Citra Maxar Google Earth Pro, Google Street View dan foto open camera dari POPT.

Data kebenaran lapangan dari petani adalah wawancara untuk mengkonfirmasi apakah stadia keadaan pertanaman yang disajikan oleh Citra Sentinel-2 sesuai dengan kondisi di sawah yang sebenarnya. Data foto open camera petugas POPT sebagai data latih/training sesuai dengan data kejadian *hopperburn* WBC yang dilaporkan ke BPTPH.

### Pengolahan dan Interpretasi Data

Pengolahan data dilaksanakan untuk verifikasi *groundtruth* hasil pengolahan citra satelit serta indeks NDVI (Almadani, 2019). Nilai akurasi dari *confusion matrix* didapatkan dari verifikasi penginderaan jauh dengan data *groundtruth*. Pengolahan data menggunakan software Microsoft 365 SE. Pengolahan citra satelit, regresi spasial hubungan luas *hopperburn* WBC pengamatan POPT dan luas

ramalan *hopperburn* WBC Citra Sentinel-2 menggunakan software Arcgis Pro Education trial dan pengolahan regresi spasial menggunakan software GWR4.

Rentang nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) berada diantara 0 - 1. Nilai  $R^2$  yang rendah menunjukkan kemampuan model linier dalam menjelaskan variasi kehijauan daun amat terbatas (Pratama et al., 2019). Koefisien korelasi mempunyai nilai antara -1 - 1. Jika koefisien korelasi mendekati nilai antara -1 - 1 maka hubungan antar variabel kuat. Jika koefisien korelasi mendekati 0 maka hubungan antar kedua variabel rendah atau tidak ada hubungan sama sekali (Wicaksono, 2018). Interpretasi nilai akurasi mengikuti Jensen (2007): Nilai indeks  $> 0,8$  = akurasi kuat,  $0,4 - 0,8$  = akurasi sedang,  $< 0,4$  = akurasi kurang.

Peramalan runtun waktu/ *time series* adalah untuk meramalkan apa yang akan terjadi dan bukan mengetahui mengapa hal itu terjadi. Teknik statistika klasik seperti regresi banyak digunakan untuk mencari hubungan sebab akibat (Wibowo et al., 2010). Curvit merupakan analisis regresi linear dan gompertz kurva seperti huruf S. Metode exponential smoothing dapat menggambarkan kurva secara dinamis dengan fluktuasi musiman yang kuat (Liu et al., 2012).

Analisa data statistika modern dapat menggunakan kecerdasan buatan seperti penggunaan *random* (Breiman, 2012). *Ordinary Least Square* (OLS) merupakan analisis regresi klasik digunakan untuk mengetahui nilai hubungan antara variabel dengan kondisi sebaran datanya. Regresi spasial *Geographically Weighted Regression* (GWR) digunakan karena adanya data dependensi spatial fungsional antar lokasi pengamatan (tidak independen). *Root mean square error* (RMSE) adalah akar kuadrat dari rata-rata kuadrat selisih antara nilai koordinat di output dan nilai koordinat dari sumber independen yang akurasinya lebih baik (BIG, 2020).

Semakin kecil nilai RMSE, maka semakin kecil pula kesalahan yang terjadi pada penggunaan model.

Pada akurasi ini akan terjadi kesalahan omisi, oleh karena itu akurasi pembuat ini dikenal juga dengan istilah "*ommission error*". Sebaliknya, jika jumlah piksel yang benar dengan total piksel dalam kolom akan menghasilkan akurasi pengguna, dikenal dengan "*commission error*" (Kawamuna et al., 2017).

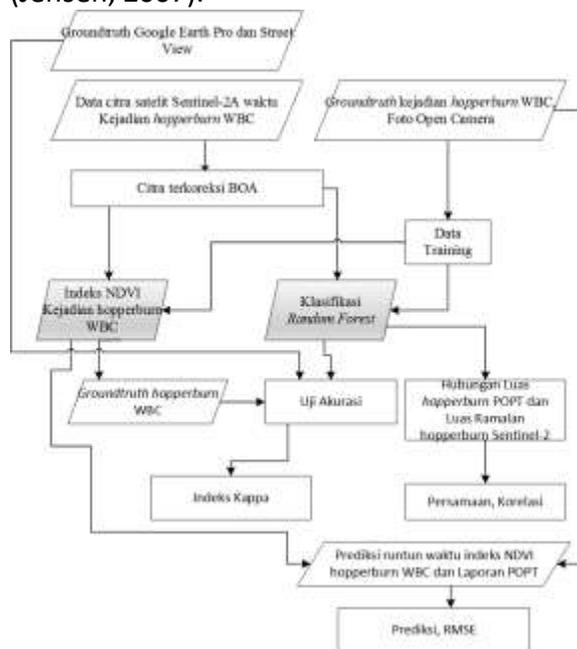
### Uji Akurasi Klasifikasi Supervised *Random Forest*

Metode uji akurasi klasifikasi menggunakan matriks konfusi merupakan matriks yang dapat menunjukkan tingkat akurasi citra yang sudah diklasifikasi dengan data referensi yang dimiliki (Kawamuna et al., 2017). Klasifikasi *supervised* dilakukan dengan membuat sejumlah data latih/ training sesuai dengan keadaan citra satelit pada tanggal yang berdekatan dengan waktu kejadian *hopperburn* WBC. Data latih/ training berupa data area (polygon) pada daerah *groundtruth* (kebenaran lapangan) kejadian *hopperburn* WBC, berupa lokasi koordinat dan foto open kamera petugas POPT. Terdapat 10 lokasi yang terverifikasi sebagai data latih/ training *hopperburn* WBC.

Pada penelitian *hopperburn* WBC, skema klasifikasi tidak hanya berupa area kejadian *hopperburn* WBC tetapi juga berupa area hutan, air, bangunan, awan, sawah hijau, *hopperburn* WBC dan bayangan awan. Skema ini menggunakan citra resolusi tinggi Maxar Google Earth Pro dan Google Street View.

Peta sebaran dengan indeks kisaran *hopperburn* WBC yang berada dalam area persawahan dijadikan *groundtruth* kejadian *hopperburn* WBC. *Groundtruth* yang berasal dari citra resolusi tinggi Maxar Google Earth Pro, Google Street View diperlukan untuk uji akurasi klasifikasi *random forest*. *Groundtruth* kejadian *hopperburn* WBC berupa peta

NDVI stadia tanaman dengan pemisahan kejadian *hopperburn* WBC (Gambar 1). Uji akurasi dilakukan pada *confusion matrix* dengan membandingkan 30 titik skema klasifikasi pada Citra Satelit Sentinel-2 dengan data *groundtruth* yang sudah ditentukan. *Confusion matrix* (matriks kesalahan) menghitung *producer's accuracy*, *user's accuracy*, *overall accuracy* dan nilai indeks Kappa (Jensen, 2007).



Gambar 1. Diagram alir penelitian akurasi dan prediksi stadia tanaman padi dengan Indeks NDVI Sentinel-2

Metode yang digunakan untuk menghitung akurasi klasifikasi dengan menggunakan akurasi indeks NDVI. Stadia tanaman dapat diketahui dari Indeks Kappa hasil dari *confusion matriks* dengan *groundtruth*. Nilai hubungan luas *hopperburn* laporan POPT dan luas ramalan *hopperburn* Citra Sentinel-2 dapat diketahui dari regresi *Ordinary Least Square* (OLS), regresi spasial *Geographically Weighted Regression* (GWR), baik hasil pengolahan ArcGIS Pro Education trial maupun software GWR4.

Stadia tanaman padi diketahui dari nilai indeks vegetasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) yang terdiri dari 6 kategori yaitu puso/ tanah kering/awan/air, panen/generatif akhir, tanaman awal/bera/ generatif awal, tanaman hijau rendah/ singgang, tanaman hijau sedang, tanaman hijau tinggi yang menunjukkan *hopperburn* WBC.

## HASIL

### Indeks NDVI kejadian *hopperburn* WBC

Nilai indeks vegetasi NDVI dalam satu musim tanam dengan prakiraan umur tanaman berbentuk parabolik, nilai indeks NDVI kecil pada awal dan akhir pertanaman yaitu pada stadia panen/ generatif akhir. Terjadi tumpang tindih (*overlapping*) nilai indeks NDVI pada tanaman awal/ bera/generatif awal dengan *hopperburn* WBC (Tabel 1).

### Hubungan Luas *Hopperburn* Laporan POPT dengan Luas Prediksi Citra Sentinel-2

Berdasarkan pengkelasan terhadap data latih/training kejadian *hopperburn* WBC pada Citra Sentinel-2 tanggal 15 November 2019 dan 4 November 2020, indeks NDVI berkisar dari 0,23 sampai 0,38 (Gambar 2).

### Akurasi *Supervised Random Forest*

Akurasi klasifikasi *supervised random forest* tergolong kuat/ tinggi dengan Indeks Kappa sebesar 0,82 (Tabel 2). Skema uji akurasi klasifikasi tutupan awan menggunakan Citra Sentinel-2 pada tanggal citra yang sama dan uji akurasi klasifikasi random forest (14 November 2019 dan 30 November 2020) disajikan dalam Gambar 3.

### Hubungan Luas *Hopperburn* Laporan POPT dengan Prakiraan *Hopperburn* Citra Sentinel-2

Luas prakiraan *hopperburn* Citra Sentinel-2 terdiri dari jumlah piksel yang menunjukkan *hopperburn* WBC terdistribusi normal, dengan data tersebar acak (random) (Indeks Moran's = 0,091458). Hubungan antara luas

*hopperburn* laporan POPT dan luas prakiraan *hopperburn* Citra Sentinel-2 diukur dari hasil regresi linear OLS nilai  $p < 0,01$  yaitu F-Join Statistic 0,000012 memiliki signifikansi sedang dan cukup berkorelasi ( $R^2 = 0,53$ ,  $R = 0,728$ ). Hubungan antara luas *hopperburn* laporan POPT dan luas prakiraan *hopperburn* Citra Sentinel-2 dapat ditingkatkan menggunakan

regresi spasial GWR dengan jarak *gaussian* terbaik 1,76 km ( $R^2 = 0,6$ ,  $R = 0,77$ ). GWR dengan jarak Gaussian 1-30 km menghasilkan model  $Y = -1.5 + 0.82 X$  ( $R^2 = 0,53$ ), dimana Y adalah luas *hopperburn* laporan POPT dan X adalah luas ramalan *hopperburn* Citra Sentinel-2 (Gambar 4).

Tabel 1. Range nilai Indeks NDVI, stadia, dan prakiraan umur tanaman

Stadia tanaman	Indeks NDVI	Identitas stadia	Prakiraan Umur (MST)
Puso/tanah kering/awan/air	-0,99 - 0,10	1	0-2
Panen/generatif akhir	0,11 - 0,20	2	13-15
Tanaman awal/bera/generatif awal	0,21 - 0,40	3	2-4/12-13
Tanaman hijau rendah/singgang	0,41 - 0,70	4	4-5
Tanaman hijau sedang	0,71 - 0,80	5	5-8
Tanaman hijau tinggi	0,81 - 0,99	6	8-12
<i>Hopperburn</i> WBC	0,23 - 0,38	-	-



Gambar 2. Foto kejadian *hopperburn* WBC di beberapa tempat di Kota Padang yang digunakan sebagai sumber data

Tabel 2. Rata-rata Indeks Kappa klasifikasi *random forest*

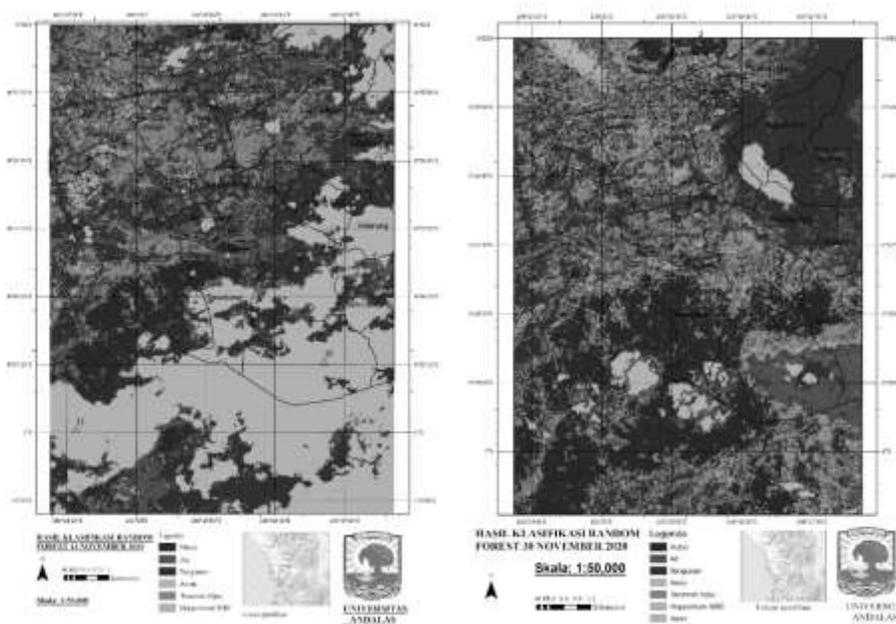
Tanggal	Indeks Kappa
14/11/2019	0.80
30/10/2020	0.84
Rata-rata	0.82

### Hubungan Luas *Hopperburn* Laporan POPT dengan Prakiraan *Hopperburn* Citra Sentinel-2

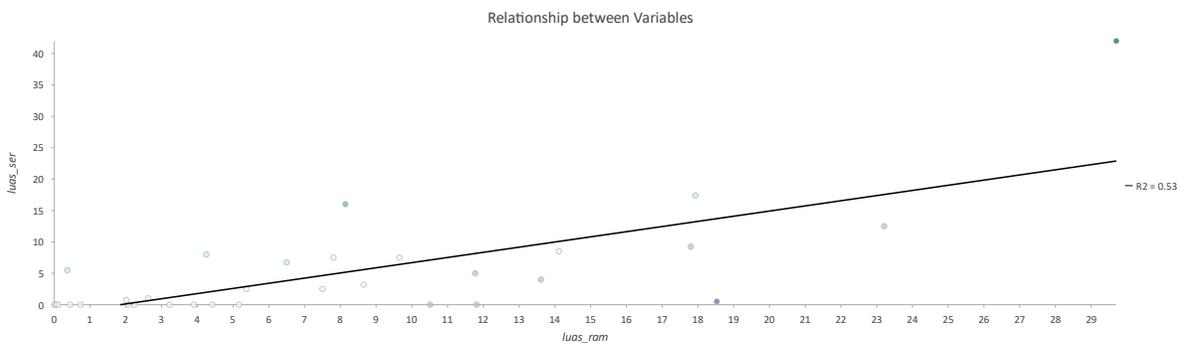
Luas prakiraan *hopperburn* Citra Sentinel-2 terdiri dari jumlah piksel yang menunjukkan *hopperburn* WBC terdistribusi normal, dengan data tersebar acak (random) (Indeks Moran's = 0,091458). Hubungan antara luas *hopperburn* laporan POPT dan luas prakiraan

*hopperburn* Citra Sentinel-2 diukur dari hasil regresi linear OLS nilai  $p < 0,01$  yaitu F-Join Statistic 0,000012 memiliki signifikansi sedang dan cukup berkorelasi ( $R^2 = 0,53$ ,  $R = 0,728$ ). Hubungan antara luas *hopperburn* laporan POPT dan luas prakiraan *hopperburn* Citra Sentinel-2 dapat lebih ditingkatkan meng-

gunakan regresi spasial GWR dengan jarak *gaussian* terbaik 1,76 km ( $R^2 = 0,6$ ,  $R = 0,77$ ). GWR dengan jarak Gaussian 1-30 km menghasilkan model  $Y = -1.5 + 0.82 X$  ( $R^2 = 0,53$ ), dimana Y adalah luas *hopperburn* laporan POPT dan X adalah luas ramalan *hopperburn* Citra Sentinel-2 (Gambar 4).



Gambar 3. Uji Akurasi klasifikasi random forest 14/11/2019 dan 30/10/2020 di Kecamatan Kuranji, Pauh dan Bungus; Kiri. Hasil tanggal 14 November 2019, Kanan. Hasil tanggal 30 November 2020



Gambar 4. Grafik model hubungan antara kelas stadia pertumbuhan tanaman dengan nilai NDVI

Ditemukan adanya pengaruh antara stadia pertumbuhan tanaman dengan nilai NDVI ( $t$  hitung = 3,96,  $t$  tabel = 2,04;  $F$  hitung = 8,66,  $F$  tabel = 4,17).

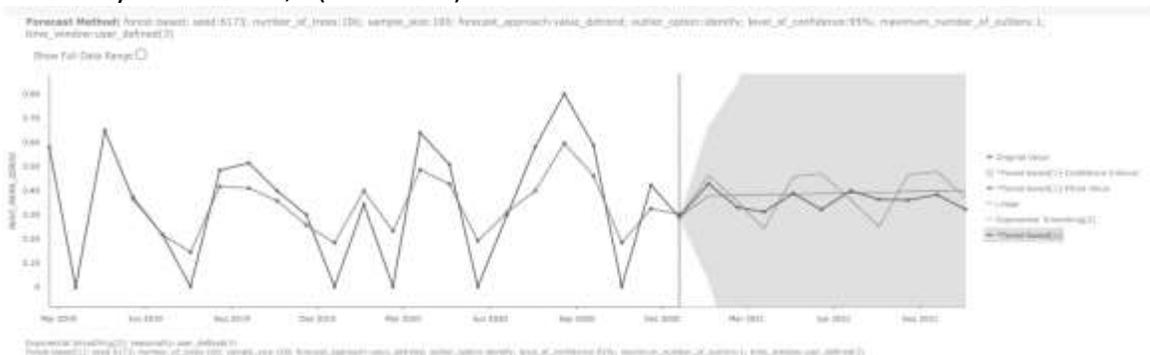
### Prediksi data runtun waktu (*time series*) Indeks NDVI Citra Sentinel-2 Tanaman yang *Hopperburn* oleh WBC

Prediksi runtun waktu Indeks NDVI stadia tanaman yang terserang *hopperburn* WBC terbaik adalah dengan machine learning

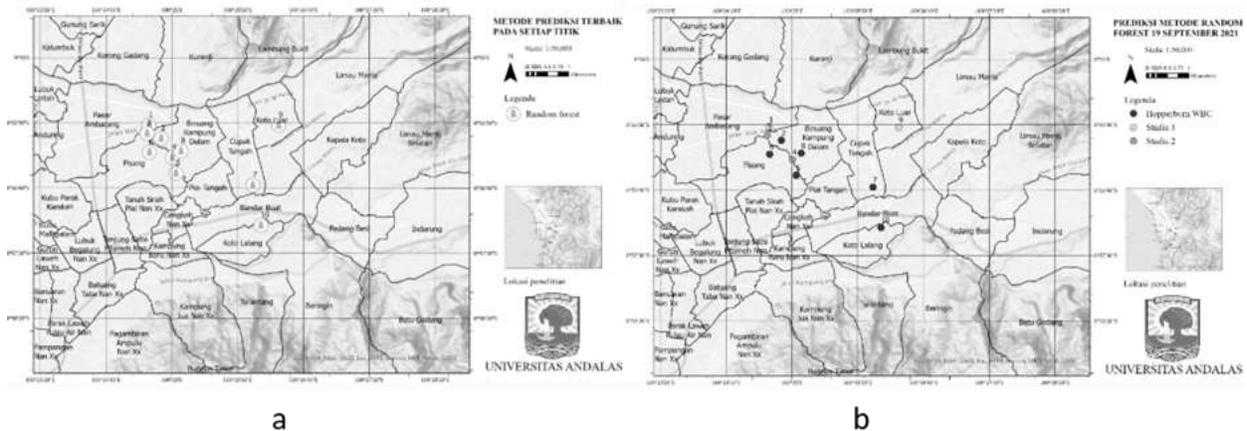
*random forest* pada titik 4 ( $\alpha = 95\%$ , RMSE 0,12819) dibandingkan dengan *exponential smoothing* (RMSE 0,245196) dan *Curvit* (RMSE 0,243789) dari 10 titik sampel

Kejadian *hopperburn* pada November 2019, dapat dilihat dalam keseluruhan satu musim tanam waktu tersebut, dengan indeks NDVI tidak lebih dari 0,5, tidak terjadi fase hijau tinggi sehingga tanaman tidak sehat/tidak normal. Kejadian *hopperburn* WBC dapat diduga terjadi pada masa yang akan datang apabila nilai NDVI dalam satu musim tanam nilainya dibawah 0,5 (Gambar 5).

Metode prediksi terbaik pada setiap titik adalah menggunakan metode *random forest* dengan RMSE terendah yaitu 0,12819, dibandingkan *exponential smoothing*, *Curvit* atau *Gompertz* (Gambar 6a). Metode prediksi *random forest* dapat digunakan untuk memprediksi kejadian *hopperburn* pada waktu yang akan datang, contoh pada tanggal 19 September 2021 diperkirakan terjadi *hopperburn* di Nagari Binuang Kampung Dalam, Pisang, Cupak Tengah dan Koto Lalang pada titik 2, 6, 7 dan 10 (Gambar 6b).



Gambar 5. Grafik Indeks NDVI tanaman yang terserang *hopperburn* WBC dari bulan Januari tahun 2019 sampai bulan Mei tahun 2021 dan prediksi 10 bulan kedepan

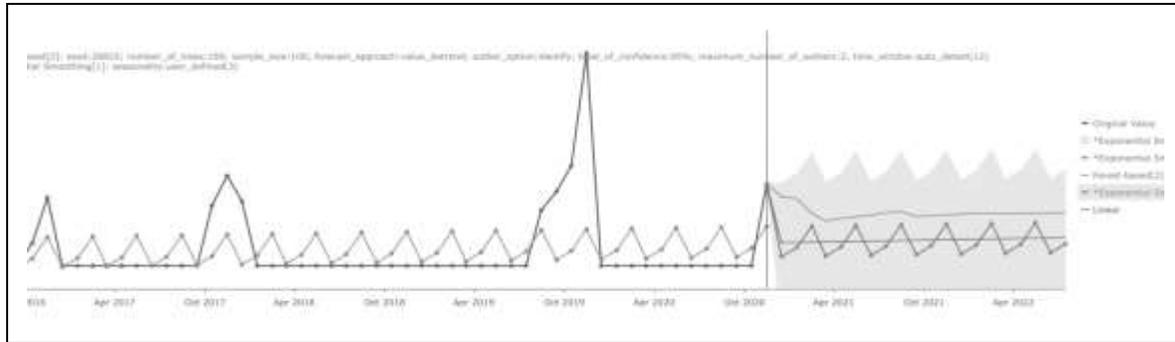


Gambar 6. Metode *random forest*: a. Terbaik pada semua titik di Kecamatan Kuranji dan Pauh, b. Prediksi metode *random forest* tanggal 19 September 2021

**Prediksi data runtun waktu serangan *hopperburn* WBC laporan POPT**

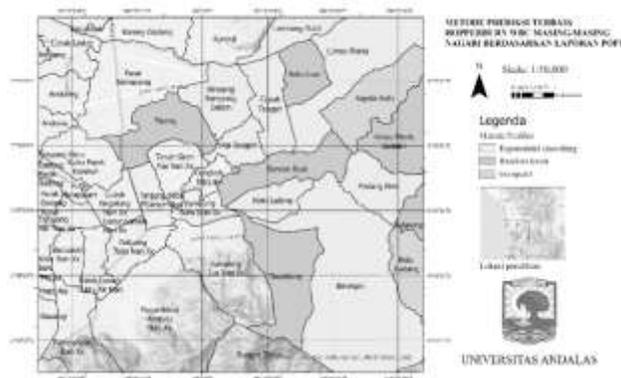
Prediksi runtun waktu serangan *hopperburn* WBC laporan POPT sejak tahun 2016 hingga tahun 2021 yang terbaik adalah

dengan metode *exponential smoothing* (RMSE = 3,302184) pada 9 nagari, metode *random forest* (RMSE = 4,37383) pada 6 nagari dan metode *gompertz/ curvit* (RMSE = 3,78598) di 2 Nagari (Gambar 7).



Gambar 7. Perkembangan luas serangan *hopperburn* WBC laporan POPT dari bulan Januari tahun 2016 sampai bulan Mei tahun 2021 dan prediksi 10 bulan kedepan

Metode prediksi terbaik *hopperburn* WBC masing-masing Nagari berdasarkan laporan POPT sebagian besar menggunakan *eksponential smoothing* disusul *random forest* dan *gompertz* (Gambar 8).



Gambar 9. Metode prediksi terbaik pada setiap nagari pada luas serangan *hopperburn* WBC laporan POPT Kecamatan Kuranji dan Pauh

### PEMBAHASAN

Revolusi teknologi di Era 4.0 membuat perbedaan dengan periode sebelumnya dengan menggunakan kecerdasan buatan dalam segala bidang, salah satunya dalam penginderaan jauh. Penelitian pemanfaatan penginderaan jauh untuk pertanian di Indonesia sudah dilaporkan sejak tahun 2000, yakni dari pemanfaatan indeks vegetasi hingga estimasi produksi tanaman pangan. Indeks vegetasi merupakan transformasi nilai spektral yang diterapkan pada citra multispektral

untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi atau aspek lainnya yang berkaitan dengan biomassa sehingga dapat melihat fase pertumbuhan tanaman (Sudarsono et al., 2016, Fathurrahman et al., 2017). Indeks vegetasi merupakan pengukuran optis tingkat kehijauan kanopi vegetasi, sifat komposit klorofil daun, luas daun, struktur dan tutupan kanopi vegetasi (Triscowati, 2019; Triscowati dan Wijayanto, 2020).

Berdasarkan pengkelasan terhadap data latih/ training kejadian *hopperburn* WBC pada Citra Sentinel-2 Tanggal 15 November 2019 dan 4 November 2020, indeks NDVI berkisar dari 0,23 sampai 0,38 (Tabel 1). Uji akurasi dilaksanakan pada Citra Sentinel-2 Tanggal 14 November 2019 dan 30 November 2020 didapatkan nilai indeks Kappa sebesar 0,82 sehingga memiliki akurasi yang kuat/ tinggi (Tabel 2). Tingkat akurasi tinggi memberikan peluang pemanfaatan indeks NDVI yang lebih luas di bidang pertanian. Marsuhandi et al. (2019) menyatakan, *algoritma random forest* digunakan karena lebih stabil dalam melakukan klasifikasi tanaman padi.

Hubungan antara luas *hopperburn* laporan POPT dan luas prakiraan *hopperburn* Citra Sentinel-2 memiliki signifikansi sedang. Hal ini diduga karena POPT tidak menggunakan alat ukur luasan tetapi berdasarkan perkiraan. Hubungan antara luas *hopperburn* laporan POPT dan luas prakiraan *hopperburn*

Citra Sentinel-2 dapat ditingkatkan menggunakan regresi spasial GWR. Menurut Comber et al. (2020), penggunaan GWR dalam mendapatkan hubungan antar interaksi dapat digunakan tetapi harus selalu mendapatkan perbaikan dalam hasilnya.

Prediksi menggunakan data runtun waktu NDVI stadia tanaman terserang *hopperburn* WBC lebih baik daripada prediksi runtun waktu serangan *hopperburn* WBC laporan POPT tahun 2016 sampai tahun 2021. Hal ini diduga karena ketersediaan data yang lebih runtun dibandingkan data dari POPT karena kejadian *hopperburn* WBC hanya waktu tertentu terutama sekitar bulan November. Pola yang terbentuk ketika terjadi *hopperburn* adalah kurva indeks NDVI tidak lebih dari 0,52 sehingga tidak mencapai hijau tinggi. Bulan Oktober, November sampai Desember indeks NDVI terus menurun hingga kering/ bera. Sesuai dengan yang disampaikan Liu et al. (2012), metode *random forest* digunakan untuk menangani data deret waktu yang kompleks. Metode *exponential smoothing* akan memuluskan data hasil pengamatan masa lampau untuk menghilangkan keacakan.

### KESIMPULAN

Uji Akurasi klasifikasi *random forest* area hutan, air, bangunan, awan, tanaman hijau dan *hopperburn* WBC memiliki akurasi yang tinggi (Indeks Kappa = 0,82). Hubungan antara area *hopperburn* dari laporan POPT dan area yang diprediksi dari Citra Sentinel-2 memiliki signifikansi sedang dan cukup berkorelasi ( $R^2 = 0,53$ ,  $R = 0,728$ ) dengan persamaan  $Y = -1.5 + 0.82 X$ . Korelasi tersebut dapat ditingkatkan dengan menggunakan regresi spasial Geografis Regresi Tertimbang (GWR4) dengan jarak gaussian terbaik 1,76 km ( $R^2 = 0,6$ ,  $R = 0,77$ ). Prediksi runtun waktu Indeks NDVI stadia tanaman yang terserang *hopperburn* WBC terbaik adalah dengan

menggunakan machine learning *random forest* pada titik 2 (RMSE = 0,12819).

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih Kepada Petugas POPT Kecamatan Kuranji, Petani dan rekan yang membantu terlaksananya penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

- Almadani Y. 2019. Analisis produktivitas padi berdasarkan algoritma NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) menggunakan Citra Sentinel-2. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ali AM, Savin, Igor P, Anton A, Mohamed S, Nasser A, Khaled ES, Mohammed D, Peter. 2020. Integrated method for rice cultivation monitoring using Sentinel-2 data and Leaf Area Index. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science 24(3): 431-441.
- Badan Informasi Geospasial (BIG). 2020. Standar pengumpulan data geospasial dasar untuk pembuatan peta dasar skala besar. Peraturan Badan Informasi Geospasial Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2020.
- Breiman L. 2001. Random forests, machine learning. Springer 45(1): 5–32.
- Comber A, Alexis B, Chris C, Martin D, Guanpeng H, Rich L, Binbin L, Yihe M, D Nakaya, Tomoki W, Yunqiang H, Paul. 2020. The GWR route map: A guide to the informed application of geographically weighted regression. Available at: <http://arxiv.org/abs/2004.06070>.
- Fathurrahman, M K Purnamasari, Intan P, Dian M, dan Marza I. 2017. Analisis spektral dan tekstur citra remote sensing berbasis unsupervised gaussian mixture learning (Studi kasus: Perancak, Kabupaten Jembrana, Bali) spectral and texture analysis of remote sensing

- based on unsupervised gaussian mixture learning Cas. Seminar Nasional Peng-indaeraan Jauh ke-4. Oktober.
- Gandharum L. 2015. Tutorial remote sensing: Penerapan metode sub-piksel LSU pada citra Landsat TM 5 untuk memetakan tanaman padi terserang BLB. BPPT. Jakarta.
- Jensen JR. 2007. Introductory digital image processing: A remote sensing perspective. Association of Environmental and Engineering Geologists. University of South Carolina. USA.
- Kawamuna A, A Suprayogi dan AP Wijaya. 2017. Analisis kesehatan hutan mangrove berdasarkan metode klasifikasi NDVI pada Citra Sentinel-2 (Studi Kasus: Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Geodesi* 6(1): 277–284.
- Lillesand T, RW Kiefer dan J Chipman. 2015. Remote sensing and image interpretation. John Wiley and Sons. Danvers.
- Liu Y, Y Wang, dan J Zhang. 2012. New machine learning algorithm: Random forest. *Information Computing and Applications* 7473: 246-252.
- Manalu RJ, A Sutanto dan B Trisakti B. 2016. Perbandingan metode klasifikasi penutup lahan berbasis piksel dan berbasis obyek menggunakan data PiSAR-L2. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital* 13(1): 49–60.
- Marsuhandi AH. 2020. Prediksi luas panen padi menggunakan metode random forest pada data multitemporal landsat 8 di lahan sawah Kabupaten Brebes. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mufti B, K Munibah, dan B Barus. 2018. Citra Sentinel-2 Untuk Identifikasi Fase Pertumbuhan Padi Dengan Pendekatan Indeks Vegetasi Di Kabupaten Cianjur. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Oktaviani N dan HA Kusuma. 2017. Pengenal-an citra satelit Sentinel-2 untuk pe-metaan kelautan. *Oseana* 42(3): 40–55.
- Pratama IGMY, IWGA Karang dan Y Suteja. 2019. Distribusi spasial kerapatan mangrove menggunakan citra Sentinel-2A di Tahura Ngurah Rai Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences* 5(2): 192.
- Putri NA. 2016. Pendugaan potensi biomassa atas tegakan menggunakan citra sentinel-2A di areal kerja PT. Gunung Meranti. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rafsenja U, Muh, Laode J, Golok R, Saban. 2020. Analisis perbandingan Citra Land-sat-8 dan Citra Sentinel-2A untuk mengidentifikasi sebaran mangrove. *Jurnal Geografi Aplikasi dan Teknologi* 4(1): 63-70.
- Sanjaya H dan F Alhasanah. 2013. Perekaman spektral daun tanaman padi terakibat organisme pengganggu tumbuhan wereng batang coklat (WBC). Bunga Rampai Penginderaan Jauh Indonesia. Bandung.
- Sitanggang, Gokmaria D, Dede DC, Ita N, Heru. 2010. Model spasial indeks luas daun (ILD) padi menggunakan data TM-landsat untuk prediksi produk padi. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital* 3(1): hal. 36-49.
- Sudarsono H, B Sudarsono dan W Putra. 2016. Analisis fase tumbuh padi menggunakan algoritma NDVI, EVI, SAVI, DAN LSWI pada Citra Landsat-8. *Jurnal Geodesi* 5(1): 125–134.
- Suprihanto, S Somowiyarjo, Susamto H, Sedyo T, YA Trisyono. 2016. Preferensi wereng batang cokelat terhadap varietas padi dan ketahanan varietas padi terhadap virus kerdil hampa. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 35(1): 1–8.
- Sutanto D. 2014. Perbandingan klasifikasi berbasis objek dan klasifikasi berbasis piksel pada data citra satelit synthetic aperture radar untuk pemetaan lahan.

- Lembaga Antariksa dan Penerbangan 11(1): 63–75.
- Syauqi FN. 2019. Citra Sentinel-1 untuk identifikasi fase pertumbuhan padi dengan analisa pola hamburan balik (studi kasus di Kecamatan Bojongpicung, Ciranjang, dan Haurwangi, Kabupaten Cianjur. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Triscowati DW. 2019. Klasifikasi fase pertumbuhan padi menggunakan random forest berdasarkan data multitemporal landsat-8. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Triscowati DW dan AW Wijayanto. 2020. Peluang dan tantangan dalam pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dan machine learning untuk prediksi data tanaman pangan yang lebih akurat. Seminar Nasional Official Statistics. Januari 2019.
- Wahyunto W dan B Heryanto. 2006. Pendugaan produktivitas tanaman padi sawah melalui citra satelit. *Informatika Pertanian* 15: 853-869.
- Wibowo, Agus S, Bangun MH, Teguh D, Yusuf S. 2010. Pemilihan kanal yang optimal untuk model prediksi kandungan air daun padi dengan data field-spectrometer dan airborne-hyper-spectral. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia* 12(2): hal. 1-6
- Wicaksono AI. 2018. Analisis indeks vegetasi padi menggunakan kamera multi-spektral berbasis drone dan citra Landsat-8 di Karawang, Jawa Barat. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor