

Identifikasi Varietas Jagung dari Data Citra Satelit Menggunakan Metode *Linier Spectral Unmixing* (Studi Kasus: Kabupaten Ngawi)

Identification of Corn Varieties From Satellite Image Data Using Linier Spectral Unmixing Method (A Case Study: Ngawi Regency)

Amalia Putri Rivani¹, Lalu Muhamad Jaelani^{1*}, dan Lena Sumargana²

¹Departemen Teknik Geomatika, FTSPK-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

²Badan Riset dan Inovasi Nasional, Gedung B.J. Habibie, Jl. M.H. Thamrin No. 8, Jakarta Pusat 10340, Indonesia

*Korespondensi penulis: lmjaelani@geodesy.its.ac.id

Diterima: 11082023; Diperbaiki: 28082023; Disetujui: 30082023; Dipublikasi: 08092023

Abstrak: Kabupaten Ngawi di Jawa Timur merupakan wilayah dengan sekitar 40% lahan pertaniannya digunakan untuk pertanian, termasuk budidaya jagung. Jagung adalah sumber karbohidrat yang penting bagi industri pangan dan permintaannya terus meningkat. Untuk meningkatkan potensi hasil pertanian jagung, penting untuk memantau lahan pertanian dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Namun, diperlukan pemantauan lahan jagung yang spesifik. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, bertujuan untuk mengidentifikasi lahan jagung dan sebaran varietas tanaman jagung di Kabupaten Ngawi menggunakan data citra satelit Landsat-9 dengan metode *Random Forest* dan *Linier Spectral Unmixing*. Selain itu, citra Sentinel-2 digunakan untuk menentukan fase tanam jagung menggunakan algoritma NDVI dan NDWI. Hasil klasifikasi lahan jagung dan non-jagung didapat *overall accuracy* sebesar 97,6%, *kappa* 84%, didapat lahan jagung seluas 64,756 km² dan diterapkan nilai *threshold* fase generatif akhir seluas 64,364 km². Sebaran varietas dominan yang terdeteksi dari hasil pengolahan adalah NK Sumo, NK Perkasa, NK Wirosableng, dan Varietas lain (selain Bisi-18, NK Sumo, NK Perkasa, dan NK Wirosableng) dengan luasan sebesar 0,000* km² atau 880 m²; 7,800 km²; 22,662 km²; 33,900 km². Namun, didapatkan perbedaan hasil yang diperoleh tersebut dapat didasarkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah ketersediaan pustaka spektral dan resolusi spasial citra yang digunakan. Oleh karena itu, dilakukan uji akurasi RMSe menggunakan nilai *Residual Error* Pixel pada Citra Landsat-9 didapatkan hasil nilai 0,019–0,042 dengan nilai rata-rata yaitu sebesar 0,031. Hasil menunjukkan pemisahan nilai fraksi campuran menggunakan metode *LSU* memiliki *error* sebesar $\pm 3,1\%$, hasil kesalahan *error* tersebut dapat memberikan nilai persentase fraksi *endmember* dari setiap varietas lahan jagung di Kabupaten Ngawi.

Copyright © 2023 Geoid. All rights reserved.

Abstract: Ngawi Regency in East Java is a region where approximately 40% of its land is dedicated to agriculture, including corn cultivation. Corn is an essential source of carbohydrates for the food industry, and its demand continues to rise. To enhance corn agricultural productivity, it is crucial to monitor farmland using remote sensing technology. However, specific monitoring of corn fields is required. Therefore, this research aims to identify corn cultivation areas and the distribution of corn varieties in Ngawi Regency using Landsat-9 satellite imagery with *Random Forest* and *Linier Spectral Unmixing* methods. Additionally, Sentinel-2 imagery is utilized to determine the corn growth stages using the NDVI and NDWI algorithms. The classification results of corn and non-corn land yielded an overall accuracy of 97.6%, with a kappa value of 84%. The maize cultivation area was found to be approximately 64.756 km², and the threshold value for the final generative phase was applied to an area of 64.364 km². The dominant varieties detected from the processed data were NK Sumo, NK Perkasa, NK Wirosableng, and other varieties (excluding Bisi-18, NK Sumo, NK Perkasa, and NK Wirosableng) with respective areas of 0.00088 km²; 7.800 km²; 22.662 km²; 33.900 km². However, variations in the obtained results could be attributed to several factors, such as the availability of spectral libraries and the spatial resolution of the utilized imagery. Therefore, RMSe accuracy testing was conducted, revealing a Residual Error Pixel value range of 0.019–0.042, with an average value of 0.031. The results show that the fraction separation using the Spectral Unmixing method has an error of approximately $\pm 3.1\%$, providing percentage values for the endmember fractions of each corn variety in Ngawi Regency.

Kata kunci: Jagung, Kabupaten Ngawi, *Linier Spectral Unmixing*, Spektral Indeks

Cara untuk sitasi: Rivani, A.P., Jaelani, L.M., Sumargana, L. (2023). Identifikasi Varietas Jagung dari Data Citra Satelit menggunakan Metode *Linier Spectral Unmixing* (Studi Kasus: Kabupaten Ngawi). *Geoid*, 19(1), 106 - 120.

Pendahuluan

Jagung (*Zea mays L.*) merupakan tanaman sumber karbohidrat kedua yang dibutuhkan oleh bahan baku industri pangan dan kebutuhannya terus meningkat dengan adanya pertumbuhan penduduk. Berdasarkan Kementerian Pertanian, produsen hasil jagung terbesar berada di wilayah Jawa Timur. Salah satunya, Kabupaten Ngawi yang 40% wilayahnya berupa lahan pertanian dari jumlah luas 1.396 km². Produksi jagung Kabupaten Ngawi sebesar 243.029 Ton dengan luas Panen 31.611 Ha, sehingga tingkat produktivitas mencapai 7,69 Ton/Ha (BPS, 2023).

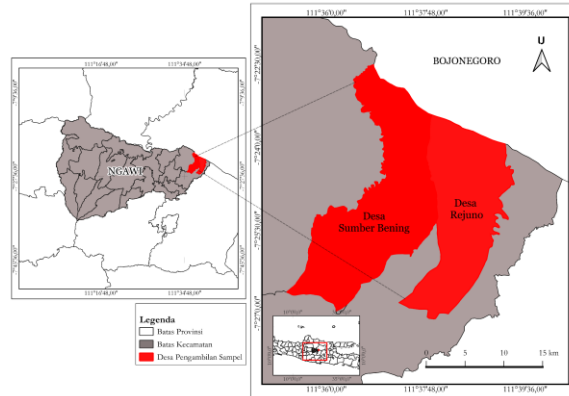
Produktivitas hasil panen jagung dikendalikan oleh varietas yang digunakan (Argo Subekti, 2016). Umumnya ketinggian jagung antara 1-6m bergantung pada jenis varietasnya (Hikmawati M, 2019). Fase pertumbuhan jagung terdapat 4 kelas yaitu fase vegetatif awal, fase vegetatif akhir, fase generatif awal, fase generatif akhir (Nadya Dwi M., 2021). Lahan pertanian jagung dapat dilakukan pemantauan sebaran varietas menggunakan teknologi penginderaan jauh sebagai informasi acuan hasil tanaman jagung untuk meningkatkan potensi hasil pertanian (Tian et al., 2020). Analisis jenis varietas dilakukan menggunakan metode *Spectral Unmixing* dengan kondisi *Linier*, yang memerlukan suatu objek murni (*endmember*) dari setiap objek yang akan diidentifikasi berdasarkan besarnya persentase dari suatu piksel, sehingga dapat mengetahui suatu objek terkecil dalam suatu campuran piksel (Keshava, 2002). Dari topik penelitian ini dengan komoditas jagung di Indonesia terbilang belum dikembangkan.

Namun, ketersediaan data lahan jagung tidak tersedia pada in-geoportal, sehingga dilakukan identifikasi lahan jagung terlebih dahulu agar cakupan lahan lebih spesifik. Pada penelitian ini dilakukan menggunakan citra satelit yaitu Landsat-9 dan Sentinel-2, penggunaan Sentinel-2 dipilih karena, resolusi spasial sebesar 10m dan resolusi temporal yang lebih singkat yaitu 5 hari (Salehi S, 2020), sehingga dapat dilakukan untuk pengamatan pola fase dan kalender tanam jagung (Phiri et al., 2020). Dan, Landsat-9 digunakan karena memiliki konsistensi dalam resolusi spasial menengah yaitu 30 meter (Landsat, 2021). Sehingga, cocok digunakan untuk identifikasi varietas jagung menggunakan metode *SU* dan *Random Forest* untuk mengklasifikasikan lahan jagung dan non-jagung (Breiman, 2001).

Berdasarkan latar Belakang yang telah diuraikan, penelitian ini ditujukan untuk mengklasifikasikan sebaran lahan jagung dan sebaran varietas tanaman jagung dari data citra satelit Landsat-9 menggunakan metode *Linier Spectral Unmixing* dan *Random Forest*, dan citra Sentinel-2 digunakan untuk mengetahui fase dan pola tanam jagung dengan algoritma NDVI dan NDWI (Li & Chen, 2018). Dengan menggunakan alat Spektrometer Optics USB4000 untuk pengukuran *spectral endmember* di lapangan yang dapat dari varietas jagung (Cipta et al., 2022). Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah peta informasi spasial yang dapat memberikan gambaran terkait sebaran lahan jagung dan sebaran varietas tanaman jagung, serta dilakukan uji akurasi hasil pengolahan penelitian di Kabupaten Ngawi.

Data dan Metode

Lokasi Penelitian terdapat pada Kabupaten Ngawi dengan koordinat geografis 110°10' BT dan 111° 40' BT dan 7°21' LS dan 7°31' LS (Ngawi, 2020). Dan, lokasi pengambilan sampel atau *endmember* setiap varietas jagung dilakukan di Desa Rejuno, Kecamatan Karangjati, dan Desa Sumber Bening, Kecamatan Bringin dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

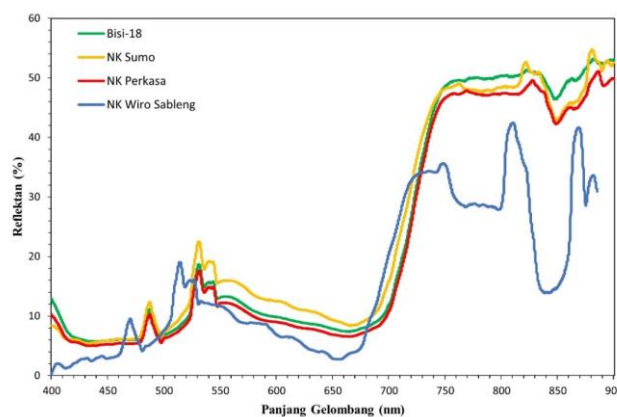
Data yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari platform Google Earth Engine yaitu Citra Sentinel level-2 dengan resolusi 10m yang diperoleh dengan waktu perekaman mulai dari Maret 2022 hingga Juni 2023 untuk penentuan pola fase tanam jagung di Kabupaten Ngawi. Dan, Landsat-9 *Surface Reflectance* level-2 Kabupaten Ngawi dengan waktu perekaman 20 Mei 2023 untuk pengidentifikasian lahan jagung dan sebaran varietas jagung pada Kabupaten Ngawi. Serta menggunakan alat Spektrometer Optics USB4000 dengan rentang nilai spectral 400-900nm untuk pengukuran *endmember* setiap varietas jagung. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah Google Earth Engine, dan Quantum GIS.

Metode yang dilakukan, pertama pengambilan data spektral varietas jagung dan data koordinat. Koordinat jagung yang didapatkan, dilakukan penentuan fase tanam jagung menggunakan Sentinel-2. Data shp batas administrasi Kabupaten Ngawi dilakukan pemotongan dengan wilayah non-pertanian (lahan baku sawah, lahan pemukiman, dan badan air), sehingga didapatkan lahan vegetasi. Selanjutnya, lahan vegetasi dilakukan klasifikasi lahan jagung dan non-jagung menggunakan metode *Random Forest*. Setelah lahan jagung didapatkan, dilakukan perhitungan *Spectral Unmixing* dengan kondisi *Linier* dan uji akurasi RMSe. Hasil *error* yang didapatkan merupakan kesalahan *Residual Error* piksel Citra Landsat-9 saat pengolahan *Spectral Unmixing*.

Hasil dan Pembahasan

1. Penanda Spektral

Daun jagung setiap varietas atau *endmember* sejumlah 60 dengan tiga titik pengukuran menggunakan alat Spektrometer dan pengolahan dilakukan pada aplikasi Ocean Optics Spectrasuite, selanjutnya dilakukan kalibrasi alat dengan referensi untuk membandingkan hasil pengukuran, dan dilakukan koreksi nilai *outlier* dari pustaka spektral.



Gambar 2. Penanda Spektral Tiap Varietas Jagung

Nilai *outlier* merupakan hasil yang jauh dari rentang rata-rata nilai. Hasil rentang nilai *spectral* dari *endmember* jagung yaitu 400-900nm merupakan B1, B2, B3, B4, B5 pada citra resolusi menengah (Zhong et al., 2016). *Endmember* yang digunakan merupakan varietas jagung yaitu NK Sumo, NK Wiro Sableng, NK Perkasa, dan Bisi-18 dapat dilihat pada Gambar 2.

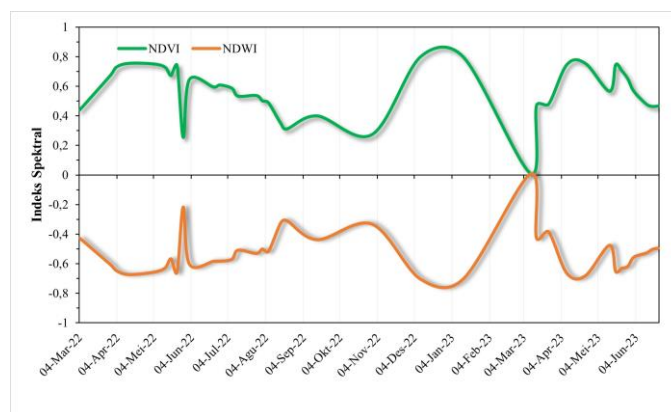
Berikut merupakan bentuk *matrix* dari nilai *spectral endmember* yang diambil nilai Panjang gelombang tengah Landsat-9 yang akan digunakan pada pengolahan *Linier Spectral Unmixing* pada Tabel 1.

Tabel 1. *Endmember* tiap Varietas pada Kanal Landsat-9

Varietas	Panjang Gelombang Tengah (nm)				
	B1	B2	B3	B4	B5
NK Perkasa	0,051	0,057	0,118	0,067	0,449
NK Wiro Sableng	0,026	0,044	0,118	0,040	0,148
NK Sumo	0,057	0,067	0,157	0,908	0,458
Bisi-18	0,057	0,062	0,129	0,770	0,497

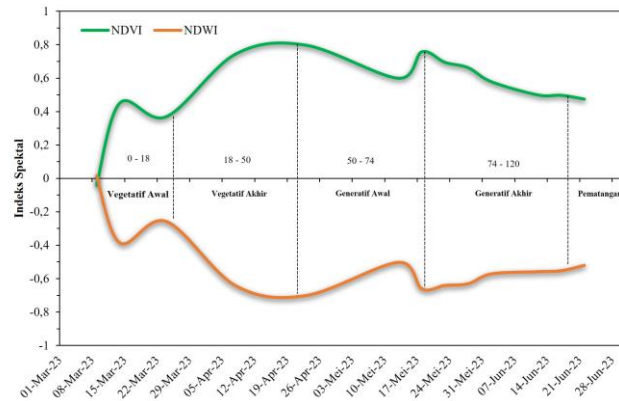
2. Penentuan Fase Jagung

Fase tanam jagung dalam satu tahun didapatkan 2 kali musim tanam (Kayad et al., 2019), dapat dilihat **Gambar 3** diawali pada Maret 2022 hingga Juni 2023. Dimana, Januari merupakan fase tanam kedua tahun 2021. Musim pertama tanam berada di akhir Bulan Februari 2022 hingga bulan Juni akhir 2022. Bulan Agustus hingga September merupakan musim kemarau (Shen et al., 2022), sehingga petani tidak menanam jagung. Diawali bulan Oktober akhir untuk fase awal menanam atau vegetatif awal hingga bulan februari awal merupakan musim tanam jagung kedua.



Gambar 3. Grafik *Time-series* NDVI NDWI

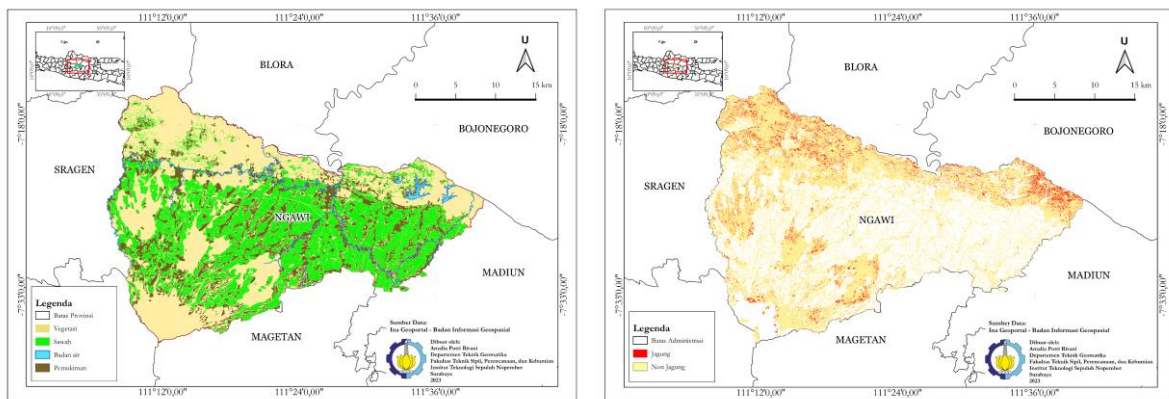
Pemilihan citra Sentinel-2A, dikarenakan resolusi spasial yang lebih singkat dibandingkan citra resolusi menengah lainnya, yaitu 10m dan temporal 5 hari (ESA, 2022). Namun, berdasarkan hasil pengolahan grafik penentuan fase, citra Sentinel-2A juga bergantung pada kondisi musim, berdasarkan grafik musim kedua yaitu musim hujan, citra banyak tertutupi oleh awan. Sehingga, pemilihan tanggal 5 Februari 2023, tidak dapat digunakan. Oleh karena itu, pada penelitian ini menggunakan musim tanam jagung yang berbeda dengan fase yang sama didapatkan pada 20 Mei 2023 dapat dilihat pada Gambar 4. Penentuan fase jagung untuk mengetahui nilai *threshold* fase jagung di lapangan, yaitu fase generatif akhir. Berdasarkan analisa, nilai *threshold* fase generatif akhir dengan nilai NDVI > 0,6 dan nilai NDWI < 0,6.



Gambar 4. Fase Jagung Musim Tanam Pertama 2023

3. Penentuan Lahan Jagung

Penentuan lahan dilakukan menggunakan citra Landsat-9 pada 20 Mei 2023, selanjutnya dilakukan *clipping* dengan batas administrasi Kabupaten Ngawi, dan dilakukan pemisahan tutupan lahan didapatkan dari data Ina-Geoportal yaitu lahan vegetasi, lahan pemukiman, lahan baku sawah, dan badan air (wilayah sungai dan danau) untuk mendapatkan lahan vegetasi Kabupaten Ngawi secara manual di QGIS yang bertujuan untuk memfokuskan pada lahan vegetasi pada Gambar 5 (a), dan didapatkan luas lahan pada Tabel 2. Untuk menentukan kebenaran objek di lapangan dilakukan *Ground truth* lahan jagung berupa titik sampel yang diambil oleh peneliti dengan melakukan survei secara langsung (Wulandari & Muhamad Jaelani, 2019).



Gambar 5. (a) Peta Tutupan Lahan Kabupaten Ngawi, (b) Peta Sebaran Lahan Jagung dan Non-jagung

Tabel 2. Luasan Tutupan Lahan Kabupaten Ngawi

Kelas	Luas (km ²)
Vegetasi	674,161
Badan air	14,995
Pemukiman	206,053
Sawah	501,064
Total	1.396,274

Lahan vegetasi dilakukan klasifikasi lahan jagung dan non-jagung dan hasil pada Gambar 5 (b). Jumlah keseluruhan *training point* yang digunakan adalah 460 titik, dengan komposisi *training point* yang akan digunakan adalah 70:30 sampel dan validasi Tabel 3.

Tabel 3. *Confussion Matriks* Hasil Klasifikasi Lahan

Kelas	Jagung	Non-Jagung	Total	UA	Kappa
Jagung	32	10	42	76%	0
Non- Jagung	1	417	418	99%	0
Total	33	427	460	0	0
PA	96%	97%	0	97%	0
Kappa	0	0	0	0	84%

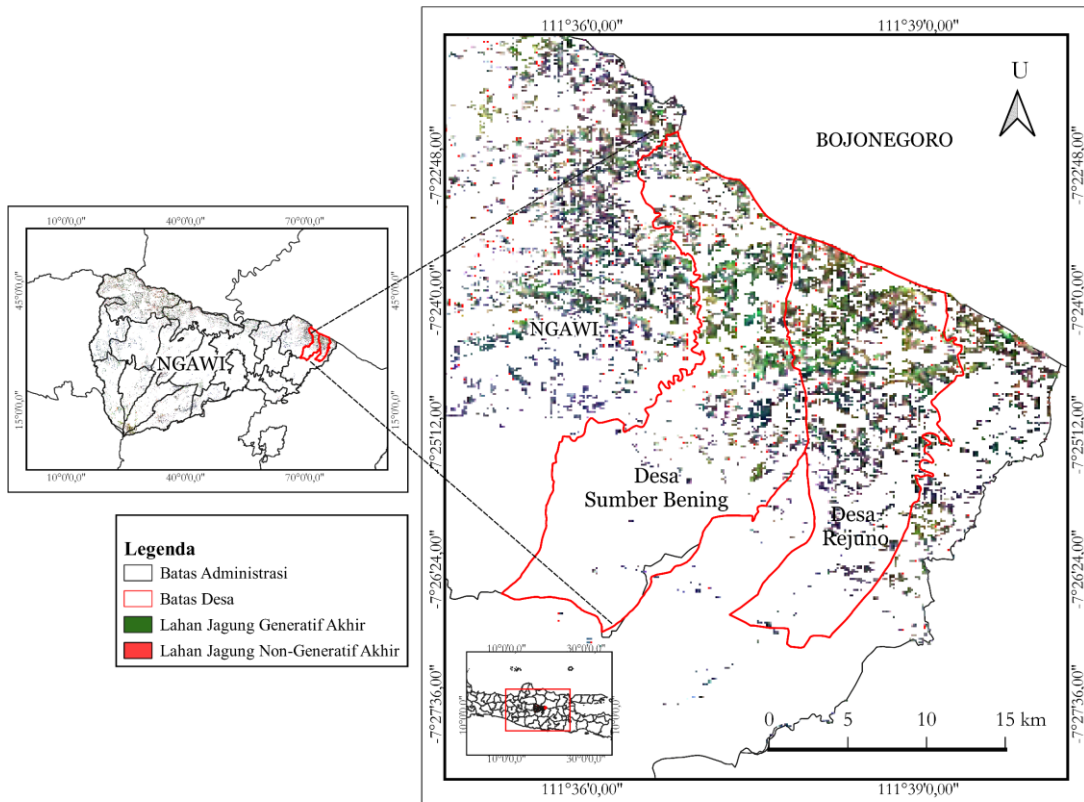
Hasil klasifikasi lahan jagung dan non jagung, didapatkan nilai *overall accuracy* sebesar 97,6% nilai kappa 84% dari lahan vegetasi seluas 674,161 (km²) menghasilkan satu kelas baru yaitu luasan wilayah yang tertutupi oleh awan, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Luas Lahan Hasil Klasifikasi

Kelas	Luas (km ²)
Jagung	64,756
Non Jagung	584,500
Awan	24,905

4. Penerapan Fase Generatif Akhir pada citra

Lahan jagung yang didapatkan dilakukan penerapan nilai *threshold* pada fase generatif akhir dari hasil perhitungan fase jagung. Citra pada fase tersebut akan di proses pengidentifikasian varietas menggunakan metode *Linier Spectral Unmixing*. *Spectral* indeks yang digunakan yaitu NDVI dan NDWI, dengan nilai *threshold* dari NDVI > 0,6 dan nilai NDWI < 0,6. Berikut hasil yang dihasilkan berupa citra satelit Landsat-9 pada fase generatif akhir teridentifikasi perubahannya pada Gambar 6 yang menunjukkan berwarna kuning adalah fase non-generatif akhir, serta menghasilkan perubahan luasan lahan jagung, yang dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:



Gambar 6. Peta Sebaran Lahan Jagung Fase Generatif Akhir

Tabel 5. Luas Lahan Jagung Pada Fase Generatif Akhir dan non-generatif Akhir

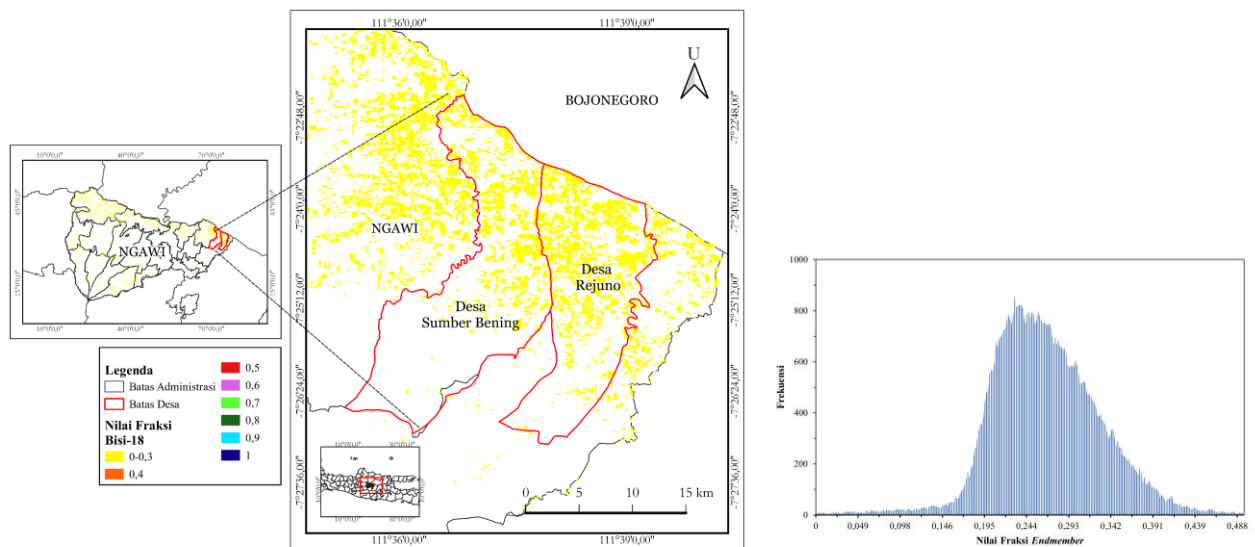
Fase Jagung	Luas (km ²)
Non-generatif akhir	64,756
Generatif Akhir	64,364

5. Sebaran Varietas Jagung

Penentuan sebaran varietas jagung menggunakan metode *Spectral Unmixing* dengan kondisi *Linier*, yang dihasilkan berupa persentase dari nilai fraksi pada dalam suatu piksel pada rentang 0–1 atau 0%-100 %. Dimana, semakin besar persentase objek dalam suatu lahan atau piksel maka nilai fraksi akan mendekati 1, sebaliknya, semakin rendah nilai fraksi maka keberadaan objek semakin rendah (Klein & Isacks, 1999). Batasan penelitian ini yaitu umur sampel pada fase generatif akhir (90-100 HST). *Endmember* yang didapatkan pada studi lapangan yaitu varietas jagung Bisi-18, NK Perkasa, NK Wiro Sableng, dan NK Sumo. Terdapat dua *endmember* yang merupakan fase generatif akhir. Sehingga, hasil penelitian ini akan membuktikan bahwa pengolahan LSU dapat dilakukan apabila *endmember* berada pada fase yang sama dengan fase pengolahan citra. Hasil peta fraksi metode LSU setiap varietas jagung yaitu Bisi-18, NK Perkasa, NK Wiro Sableng, dan NK Sumo pada penjelasan berikut.

a) Sebaran Varietas Bisi-18

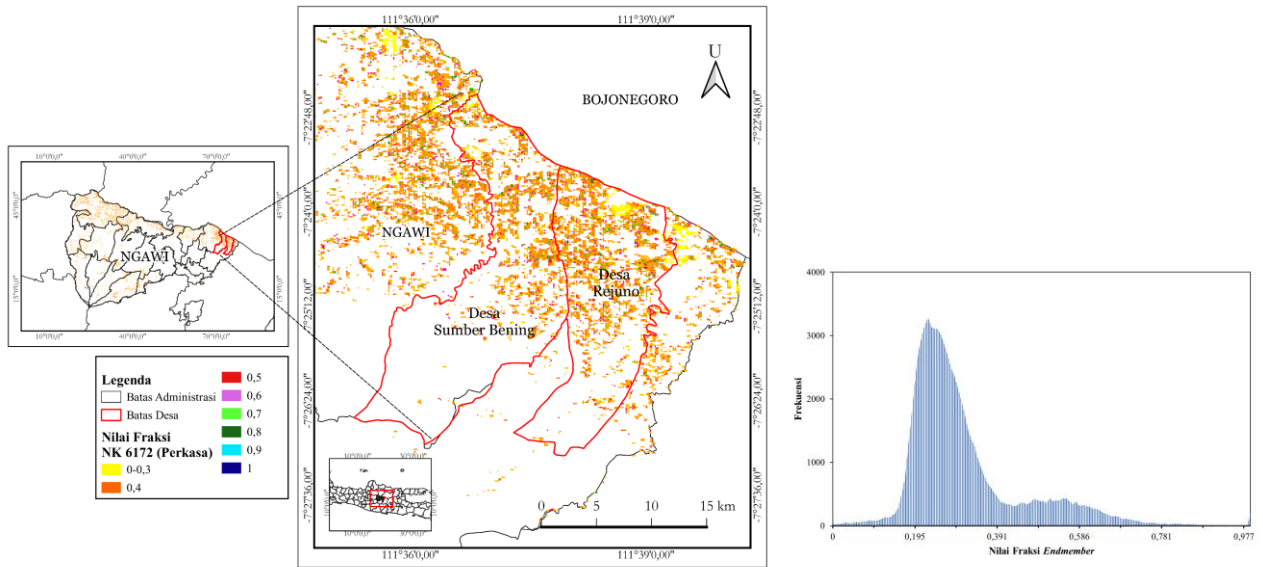
Berdasarkan Gambar 7. hasil statistik nilai fraksi *endmember* Bisi-18, diperoleh nilai pada rentang kurang dari 0,5 nilai, dan pada peta fraksi varietas Bisi-18 terlihat berwarna kuning menandakan bahwa nilai fraksi dibawah 0,5 sehingga tidak ada persentase penggunaan varietas tersebut dalam musim tanam ke-1 jagung 2023.



Gambar 7. (a) Peta Fraksi Varietas Bisi-18,
(b) Histogram Fraksi Varietas Bisi-18

b) Sebaran Varietas NK (Perkasa)

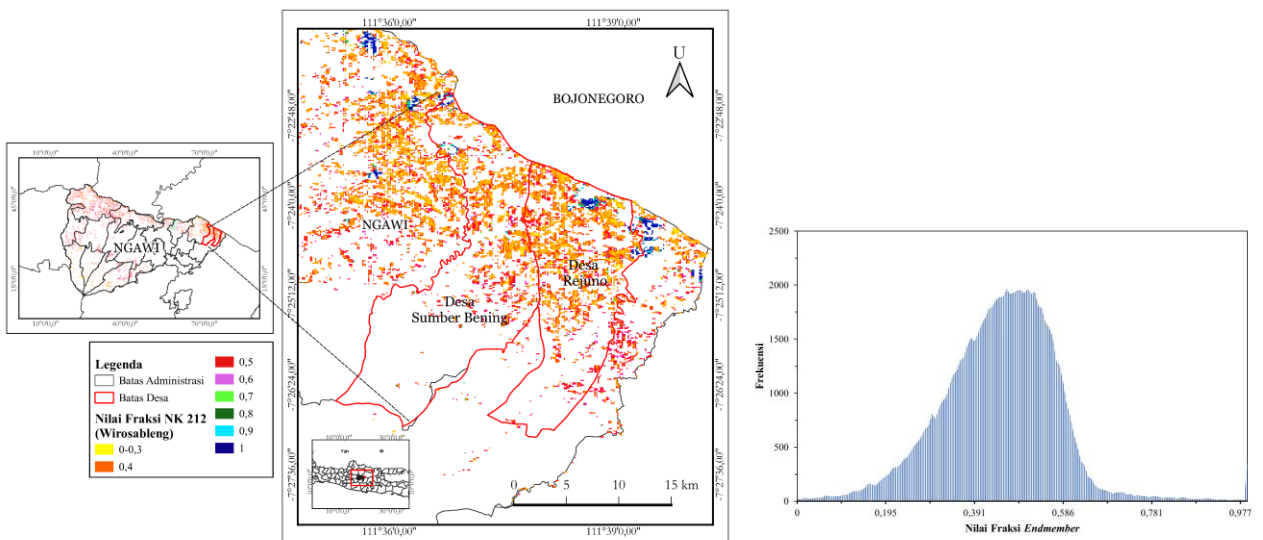
Berdasarkan Gambar 8 hasil statistik nilai fraksi *endmember* NK Perkasa, diperoleh nilai pada rentang 0 hingga 1 nilai, hal tersebut menunjukkan bahwa nilai fraksi memiliki nilai persentase objek dalam suatu lahan atau piksel campuran yang rendah dan tinggi. Sehingga, peta fraksi varietas NK Perkasa terlihat berwarna merah, ungu, hijau dan biru yang menandakan terdapat varietas lain selain NK Perkasa dan terdapat nilai fraksi NK Perkasa yang dominan pada piksel tersebut.



Gambar 8. (a) Peta Fraksi Varietas NK Perkasa, (b) Histogram Fraksi Varietas NK Perkasa

c) *Sebaran Varietas NK (Wirosableng)*

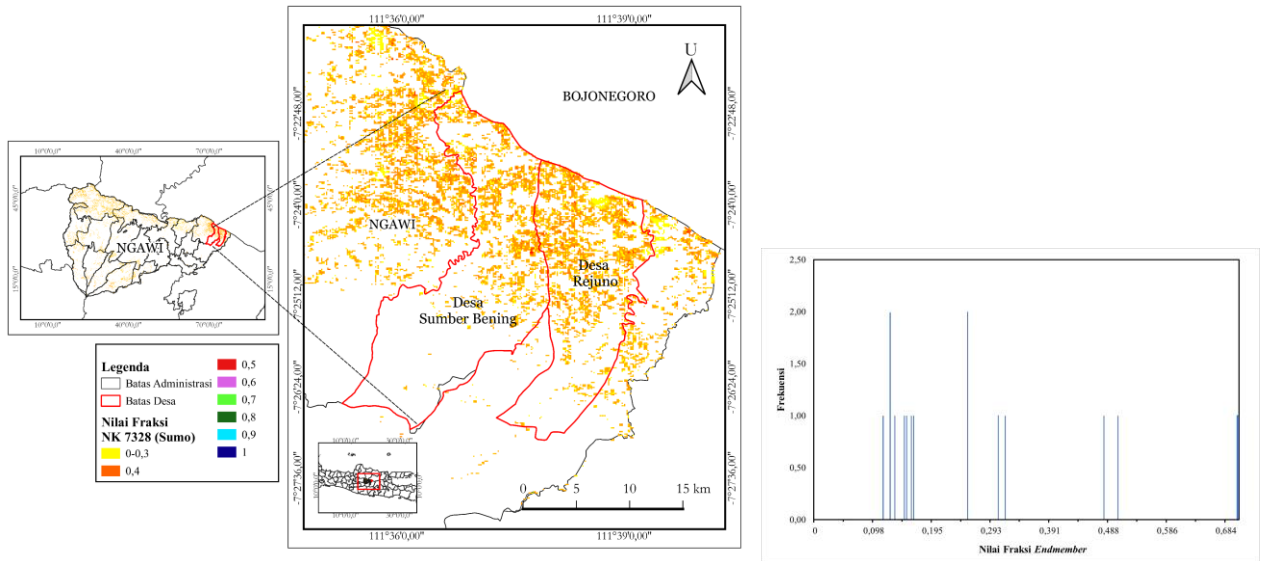
Berdasarkan Gambar 9 hasil statistik nilai fraksi *endmember* NK Wirosableng, diperoleh nilai pada rentang 0 hingga 1 nilai, hal tersebut menunjukkan bahwa nilai fraksi memiliki nilai persentase objek dalam suatu lahan atau piksel campuran yang rendah dan tinggi. Sehingga, peta fraksi varietas Bisi-18 terlihat berwarna merah, ungu, hijau dan biru. Dimana, jika nilai diatas 0,5 ditandai dengan varietas dominan pada suatu varietas tersebut.



Gambar 9. (a) Peta Fraksi Varietas NK Wirosableng, (b) Histogram Fraksi Varietas NK Wirosableng

d) *Sebaran Varietas NK Sumo*

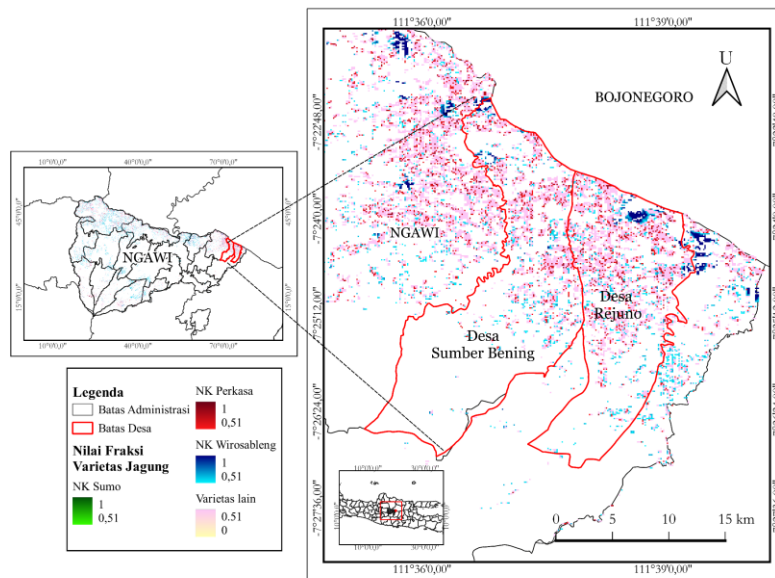
Berdasarkan Gambar 10 hasil statistik nilai fraksi *endmember* NK Sumo, diperoleh nilai pada rentang 0 hingga 1 nilai, hal tersebut menunjukkan bahwa nilai fraksi mendekati nilai 0 maka persentase objek dalam suatu lahan atau piksel campuran tersebut semakin rendah. Sehingga, peta fraksi varietas NK Sumo terlihat berwarna kuning dan merah yang menandakan bahwa terdapat varietas lain pada piksel tersebut.



Gambar 10. (a) Peta Fraksi Varietas NK Sumo, (b) Histogram Fraksi Varietas NK Sumo

e) *Sebaran Varietas Jagung Dominan*

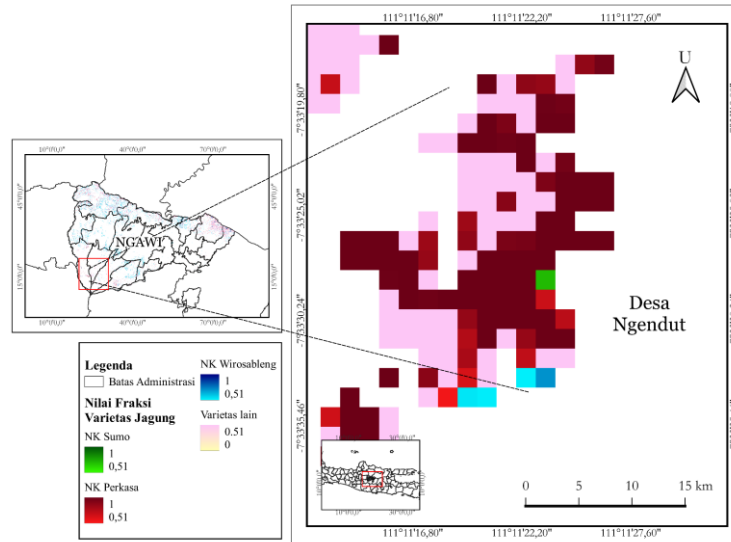
Berdasarkan perhitungan statistik yang tertera pada Tabel 6 hasil *Linier Spectral Unmixing* menggunakan data citra Landsat 9, varietas Bisi-18, NK Perkasa, NK Wiro Sableng, dan NK Sumo memiliki rentang yang beragam, oleh karena itu perlu dilakukan pemisahan antara varietas dominan dan varietas lainnya. Sehingga, pada penelitian ini ditentukan nilai ambang batas untuk membedakan varietas dominan dan varietas lainnya (selain Bisi-18, NK Perkasa, NK Wiro Sableng, dan NK Sumo). Nilai ambang batas yang digunakan untuk membedakan keberadaan varietas dominan pada citra fraksi adalah sebesar $> 0,50$.



Gambar 11. Sebaran Varietas Jagung Dominan

Tabel 6. Rentang Nilai Fraksi *Endmember* Tiap Varietas

Varietas	Min	Max	Mean
Bisi-18	0	0,488	0
NK Wiro Sableng	0	0,929	0,581
NK Perkasa	0	1	0,585
NK Sumo	0	1	0



Gambar 12. Sebaran Varietas Dominan pada Desa Ngendut

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan citra satelit Landsat 9, dapat diketahui bahwa varietas dominan yang digunakan para petani di Kabupaten Ngawi pada musim tanam jagung ke-1 2023 adalah varietas NK Sumo, NK Perkasa, dan NK Wirosableng. Hasil luasan setiap varietas tersebut dapat dilihat pada Tabel 7 Dimana, terdapat luasan varietas NK Sumo dengan nilai dominan dengan luas 880 (m²) atau 0,00088 (km²) di sekitar wilayah Desa Ngendut, Kecamatan Ngrambe, Kabupaten Ngawi dapat dilihat pada Gambar 12.

Tabel 7. Luas Varietas Dominan Pada Kabupaten Ngawi

Varietas Jagung	Luas (km ²)
Bisi-18	0
NK Perkasa	7,800
NK Wirosableng	22,662
NK Sumo	0,000*
Varietas Lain	33,900
Total	64,364

6. Validasi Hasil Pengolahan

Informasi sebaran varietas tanaman jagung dari hasil pengolahan citra satelit Landsat-9 perlu divalidasi dengan data penggunaan varietas tanaman jagung yang diperoleh dari survei dan wawancara dengan para petani untuk memastikan kesesuaian informasi waktu dan lokasi penggunaan varietas tanaman jagung (Lin et al., 2017). Pengambilan titik validasi dilakukan secara acak di lahan penelitian pada wilayah Desa Rejuno, Kecamatan Karangjati dan Desa Sumber Bening, Kecamatan Bringin di Kabupaten Ngawi.

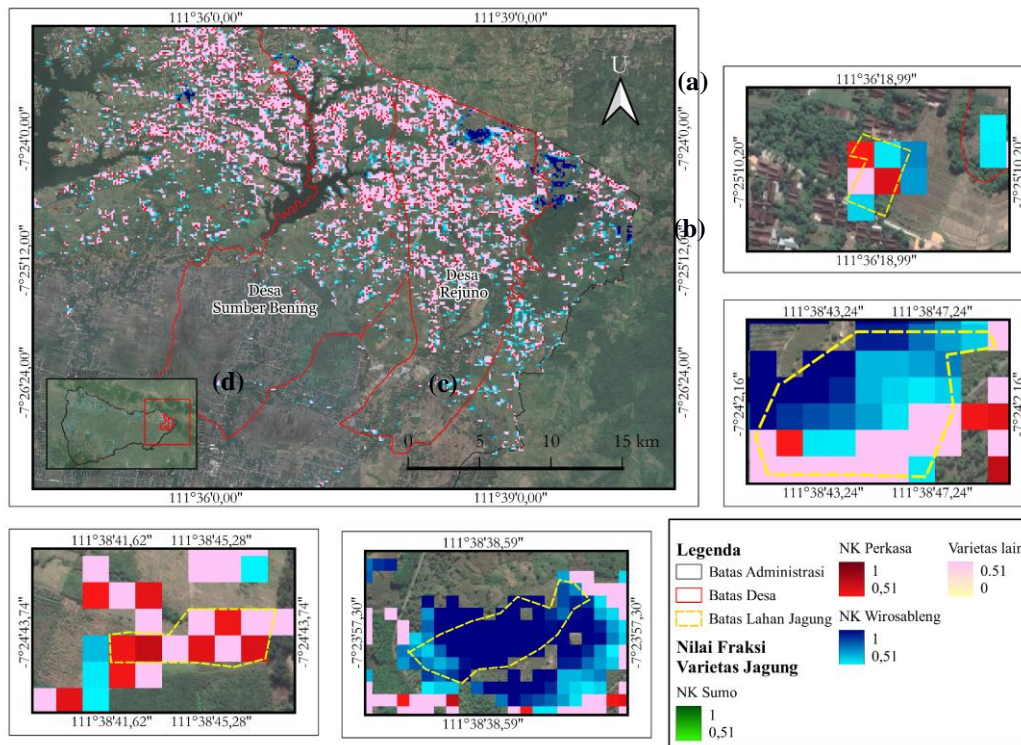
a) Lahan Sampel Endmember

Hasil validasi, pada lahan sampel pada penelitian ini sebagai berikut:

- Citra fraksi *endmember* teridentifikasi menggunakan varietas Bisi-18 dan varietas lain (Selain NK Perkasa, NK Wirosableng, NK Sumo, dan Bisi-18). Namun, pada data lapangan varietas jagung menggunakan Bisi-18 dan varietas lainnya. Hal tersebut dapat terjadi karena, menurut salah satu anggota perkumpulan petani di Kabupaten Ngawi penggunaan varietas di Desa Sumber Bening tersebut tidak hanya menggunakan satu varietas saja. Para petani kerap menggunakan campuran berbagai jenis varietas agar hasil maksimal.
- Citra fraksi *endmember* diidentifikasi menggunakan varietas dominan NK Wirosableng, NK Perkasa dan varietas lain (selain NK Perkasa, NK Wirosableng, NK Sumo, dan Bisi-18). Namun, pada data lapangan varietas tanaman jagung menggunakan varietas NK Sumo, NK Wirosableng dan varietas lainnya. Perbedaan hasil pengolahan citra fraksi *endmember* dengan data lapangan dikarenakan berbagai faktor,

salah satunya perbedaan waktu penanaman yang lebih dahulu dibandingkan NK Wirosableng pada sampel (c).

- Citra fraksi *endmember* teridentifikasi sebagai varietas NK Wirosableng, lahan tersebut terletak pada lahan jagung milik Mbah Wo pada Gambar 4.23 yang menggunakan varietas NK Wirosableng. Hal tersebut membuktikan bahwa metode *Linier Spectral Unmixing*, harus dilakukan dengan data *spectral endmember* yang spesifik dan pada fase yang sama pada fase citra, sehingga data di lapangan dan citra menghasilkan hasil yang sesuai.
- Citra fraksi *endmember* teridentifikasi varietas NK Perkasa dan varietas lain (selain NK Perkasa, NK Wirosableng, NK Sumo, dan Bisi-18). Hal tersebut sesuai dengan kondisi dilapangan karena, berdasarkan wawancara dengan petani penggarap lahan pada Gambar 14. Penggunaan varietas di lahan jagung tersebut merupakan varietas campuran dari merek benih jagung yang bernama NK, dan dominan penggunaan jenis varietas NK yaitu NK Perkasa, sehingga dalam hasil fraksi teridentifikasi *endmember* NK Perkasa dan varietas lain (selain NK Perkasa, NK Wirosableng, NK Sumo, dan Bisi-18). Menurut (PT Syngenta, 2022), terdapat 9 Jenis produk keluaran NK, sehingga varietas lain tersebut merupakan salah satu dari 9 jenis produk NK lainnya (Syngenta, 2022).



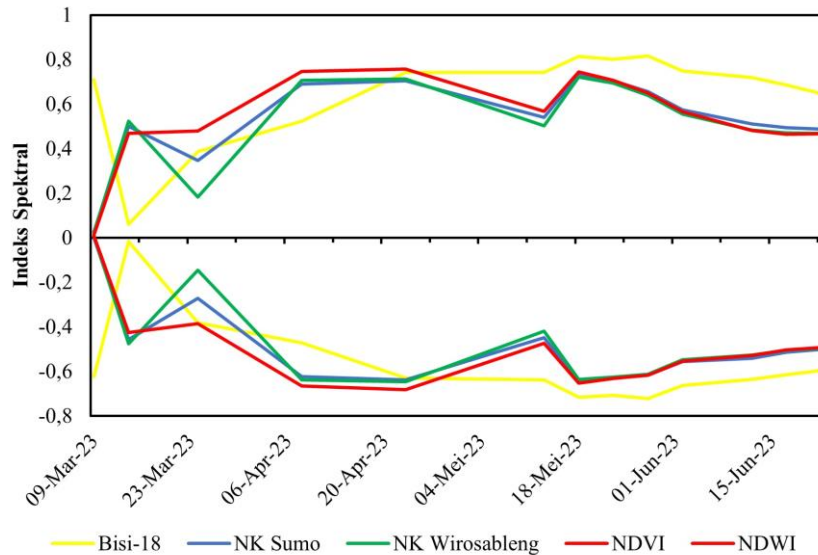
Gambar 13. Validasi Hasil Pengolahan Dengan Data Lapangan
(a) Bisi-18, (b) NK Sumo, (c) NK Wirosableng, (d) NK Perkasa



Gambar 14. Wawancara Petani Penggarap Lahan Jagung

b) *Fase Jagung*

Berdasarkan hasil Analisa setiap lahan, terdapat beberapa *endmember* Bisi-18 dan NK Sumo yang tidak terdeteksi, hasil tersebut terjadi karena perbedaan fase yang digunakan dapat dilihat pada **Gambar 15**. Varietas Bisi merupakan fase Generatif Awal (80-90 HST), karena masa penanaman tanaman jagung lebih akhir dibandingkan varietas lainnya, sehingga pada pengolahan *Linier Spectral Unmixing* menggunakan tanggal 20 Mei 2023, varietas Bisi-18 tidak dapat terdeteksi.



Gambar 15. Fase Jagung Tiap Lahan Pengambilan Sampel

Sedangkan, pada varietas NK Sumo memiliki umur 105-110 HST yang termasuk dari fase Generatif Akhir pada tanggal 20 Mei 2023 memiliki nilai NDVI yang lebih rendah dari NK Perkasa dan NK Wirosableng, karena masa penanaman NK Sumo lebih awal dibandingkan NK Wirosableng pada lahan milik Mbah Wo berdasarkan wawancara yang dapat dilihat pada **Gambar 14**. Sehingga, pada lahan tersebut menghasilkan hasil yang berbeda dengan sampel *endmember* yang diambil di lapangan.

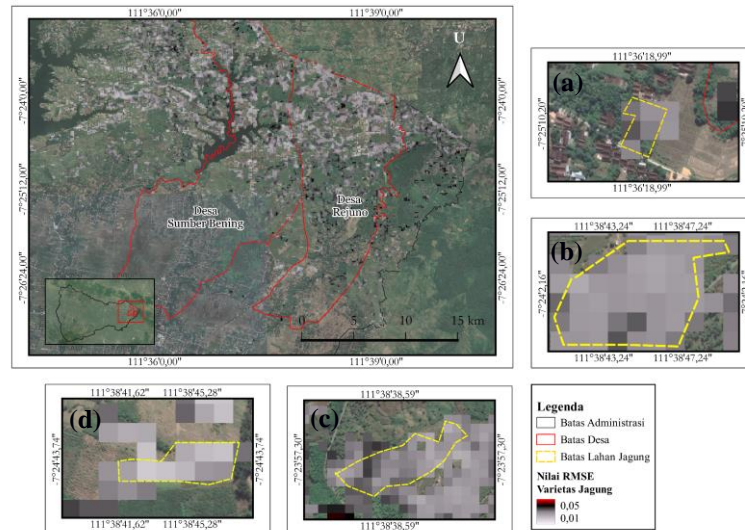
c) *Root Mean Square error (RMSe)*

Hasil nilai RMSe pada hasil *Linier Spectral Unmixing* dapat dilihat pada Gambar 16. Dimana, nilai RMSe dari *residual error* piksel pada citra Landsat-9 merupakan gambaran tinggi rendahnya persentase hasil pengolahan LSU di setiap piksel campuran atau rata-rata dari total kuadrat kesalahan setiap piksel. Hasil dapat dikatakan baik apabila semakin hasil nilai RMSe didapatkan rendah yaitu mendekati nilai 0 (Klein & Isacks, 1999).

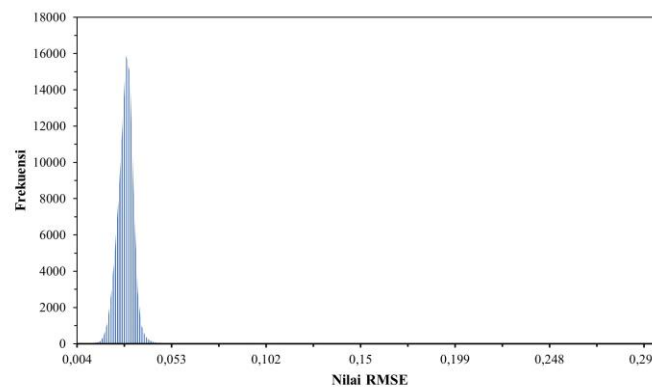
Berdasarkan hasil pengolahan didapatkan kesalahan *RMSe* lebih rendah pada piksel campuran divisualisasikan dengan warna piksel yang lebih terang, dan kesalahan tinggi divisualisasikan dengan warna piksel yang lebih gelap dan berwarna merah. Didapatkan nilai statistik RMSe pada Citra Satelit Landsat 9 berada pada rentang 0,019– 0,042 dengan nilai rata-rata yaitu sebesar 0,031. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil dari pemisahan nilai fraksi campuran menggunakan metode *Linier Spectral Unmixing* menandakan bahwa pada setiap piksel memiliki *error* sebesar $\pm 3,1\%$. Hasil kesalahan dari *residual error* tersebut dapat memberikan nilai hasil perbedaan kesalahan antara fraksi *endmember* yang diestimasi dengan *endmember* yang sebenarnya dari setiap varietas lahan jagung (Cavalli, 2022). Hasil statistik dapat dilihat pada Tabel 8 dan Gambar 17.

Tabel 8. Rentang Nilai RMSe Pengolahan Data

Keterangan	Nilai
Min	0,019
Max	0,042
Mean	0,031



Gambar 16. RMSE setiap Lahan Pengambilan Sampel



Gambar 17. Histogram Nilai RMSe Pengolahan Data

Dimana, Pada lahan (a) data sampel Varietas Bisi-18 didapatkan hasil fraksi Pengolahan SU yaitu NK Perkasa, NK wirosableng dan varietas lainnya (selain Bisi-18, NK Perkasa, NK Wirosableng dan NK Sumo), pada lahan tersebut memiliki nilai RMSe dari *residual error* yang tinggi sebesar 0,039. Hal tersebut menunjukkan semakin tinggi nilai maka akan semakin jauh dari nilai estimasi fraksi *endmember* dengan sebenarnya. Dan, pada lahan (d) data sampel varietas NK Perkasa didapatkan hasil yang sesuai yakni NK Perkasa dan varietas lainnya (selain Bisi-18, NK Perkasa, NK Wirosableng dan NK Sumo), dan didapatkan nilai RMSe dari *residual error* yang rendah sebesar 0,010 menunjukkan semakin kecil nilai akan semakin dekat dengan estimasi fraksi *endmember* dengan nilai sebenarnya (Nurlina, 2009).

Kesimpulan

Hasil memetakan sebaran lahan jagung menggunakan metode *Random Forest* di Kabupaten Ngawi menggunakan Citra Landsat 9 tanggal 20 Mei 2023 berdasarkan hasil penentuan fase generatif akhir menggunakan Citra Sentinel-2, dilakukan untuk mengklasifikasikan lahan jagung dan non-jagung berdasarkan hasil pemotongan lahan baku sawah, badan air, dan pemukiman. Hasil nilai *overall accuracy* sebesar 97,6% dengan nilai kappa 84% dan didapatkan luas lahan jagung seluas 64,756 km². Selanjutnya, hasil lahan jagung dilakukan penerapan nilai ambang batas pada fase generatif akhir didapatkan luas lahan jagung seluas 64.364 km².

Dan, dilakukan penentuan varietas jagung menggunakan *Linier Spectral Unmixing* pada Citra Satelit 9, dihasilkan citra fraksi dominan varietas jagung dengan nilai diatas 0,5 yaitu varietas Bisi-18 memiliki nilai fraksi dibawah 0,5 karena jagung fase generatif awal, sehingga karena perbedaan fase varietas Bisi-18 tidak dapat teridentifikasi, varietas NK Wirosableng memiliki rentang nilai fraksi 0 hingga 0,992 dengan luasan wilayah sebaran varietas seluas 22,662 km², varietas NK Perkasa memiliki rentang nilai fraksi 0 hingga 1 dengan luasan wilayah sebaran varietas seluas 7,800 km², varietas NK Sumo memiliki rentang nilai fraksi 0 hingga 1 dengan luasan wilayah sebaran varietas seluas 0,000* km² atau 880 m², terdapat Varietas lain merupakan sebaran nilai fraksi dari semua *band* yang memiliki nilai dibawah 0,5 sehingga dikategorikan sebagai varietas selain NK Sumo, NK Perkasa, NK Wirosableng, dan Bisi-18 dengan luasan wilayah sebaran seluas 33,900 km².

Hasil uji akurasi didapatkan menggunakan metode *Root Mean Square Error (RMSe)* dari *residual error* piksel pada Citra Landsat 9 pada pengolahan citra metode *Linier Spectral Unmixing* pada kondisi *Linear* memiliki rentang 0,019– 0,042 dengan nilai rata-rata sebesar 0,031 atau $\pm 3,1\%$, hasil kesalahan *error* tersebut dapat memberikan nilai persentase perbedaan dari kesalahan antara fraksi *endmember* yang di estimasi dengan *endmember* yang sebenarnya dari setiap varietas lahan jagung.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kepada Laboratorium Geospasial Departemen Teknik Geomatika ITS yang telah membantu dalam memberikan fasilitas penunjang untuk pemrosesan dan pengolahan data pada penelitian ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada PT. Aria Agri Indonesia yang telah membantu pengambilan data lapangan dan berbagai ilmu untuk penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Argo Subekti. (2016). *Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung*. <https://www.academia.edu/>
- BPS. (2023). *Kabupaten Ngawi Dalam Angka*. <http://www.bps.go.id/>
- Breiman, L. (2001). *Random Forests* (Vol. 45). <https://link.springer.com/article/10.1023/a:1010933404324>
- Cavalli, R. M. (2022). Spatial Validation of Spectral Unmixing Results: A Case Study of Venice City. *Remote Sensing*, 14(20). <https://doi.org/10.3390/rs14205165>
- Cipta, I. M., Jaelani, L. M., & Sanjaya, H. (2022). Identification of Paddy Varieties from Landsat 8 Satellite Image Data 2 Using Spectral Unmixing Method in Indramayu Regency, Indonesia 3. *ISPRS Int. J. Geo-Inf*, 11. <https://doi.org/10.3390/ijgi11100510> .
- ESA. (2022). *Sentinel-2 Products Specification Document*. <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/document-library/>
- Hikmawati M. (2019). AGRI-TEK: Jurnal Ilmu Pertanian, Kehutanan dan Agroteknologi. *AGRI-TEK: Jurnal Ilmu Pertanian, Kehutanan Dan Agroteknologi*. <http://agritek.unmermadiun.ac.id/index.php/agritek>
- Kayad, A., Sozzi, M., Gatto, S., Marinello, F., & Pirotti, F. (2019). Monitoring within-field variability of corn yield using sentinel-2 and machine learning techniques. *Remote Sensing*, 11(23). <https://doi.org/10.3390/rs11232873>
- Keshava, N. (2002). Spectral unmixing. *IEEE Signal Processing Magazine*, 19(1), 44–57. <https://doi.org/10.1109/79.974727>
- Klein, A. G., & Isacks, B. L. (1999). Spectral mixture analysis of Landsat thematic mapper images applied to the detection of the transient snowline on tropical Andean glaciers. In *Global and Planetary Change* (Vol. 22). www.elsevier.com/locate/ergloplacha
- Landsat Missions. (2021). *Landsat 9*. USGS. <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-9>
- Li, K., & Chen, Y. (2018). A Genetic Algorithm-based urban cluster automatic threshold method by combining VIIRS DNB, NDVI, and NDBI to monitor urbanization. *Remote Sensing*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/rs10020277>
- Lin, F., Zhang, D., Huang, Y., Wang, X., & Chen, X. (2017). Detection of corn and weed species by the combination of spectral, shape and textural features. *Sustainability (Switzerland)*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/su9081335>
- Nadya Dwi M. (2021). *Klasifikasi Lahan Pertanian Jagung Menggunakan Machine Learning Berdasarkan Data Citra LANDSAT-8*. IPB Bogor. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/110122>

- Nurlina. (2009). *Analisis Spektral Campuran Linier untuk Deteksi Tutupan Lahan di Daerah Perkotaan menggunakan Data Satelit Landsat ETM+ (Studi Kasus Kota Banjarbaru dan Sekitarnya)*. Jurnal Fisika FIUX. <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/f/article/view/3045>
- Pemerintah Kabupaten Ngawi. (2020). *Letak Geografis*. <https://ngawikab.go.id/letak-geografis/>
- Phiri, D., Simwanda, M., Salekin, S., Nyirenda, V. R., Murayama, Y., & Ranagalage, M. (2020). Sentinel-2 data for land cover/use mapping: A review. In *Remote Sensing* (Vol. 12, Issue 14). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/rs12142291>
- Salehi S, H. (2020). Automatic silage maize detection based on phenological rules using Sentinel-2 time-series dataset. *International Journal of Remote Sensing*, 41(21), 8406–8427. <https://doi.org/10.1080/01431161.2020.1779377>
- Shen, R., Dong, J., Yuan, W., Han, W., Ye, T., & Zhao, W. (2022). A 30 m Resolution Distribution Map of Maize for China Based on Landsat and Sentinel Images. *Journal of Remote Sensing*, 2022. <https://doi.org/10.34133/2022/9846712>
- Syngenta. (2022). *Syngenta Indonesia*. <https://www.syngenta.co.id/products/search/seed>
- Tian, J., Wang, L., Yin, D., Li, X., Diao, C., Gong, H., Shi, C., Menenti, M., Ge, Y., Nie, S., Ou, Y., Song, X., & Liu, X. (2020). Development of spectral-phenological features for deep learning to understand *Spartina alterniflora* invasion. *Remote Sensing of Environment*, 242. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111745>
- Wulandari, B. A., & Muhamad Jaelani, L. (2019). *Artikel ini dapat ditemukan di Identifikasi Fase Pertumbuhan Tanaman Jagung Menggunakan Citra SAR Sentinel-1A (Studi Kasus: Kecamatan Gerung, Lombok Barat, NTB)*. <http://jurnal.mapin.or.id/index.php/jpji/issue/archive>
- Zhong, L., Hu, L., Yu, L., Gong, P., & Biging, G. S. (2016). Automated mapping of soybean and corn using phenology. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 119, 151–164. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2016.05.014>



This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).