

# Identifikasi Fase Pertumbuhan Tanaman Jagung Menggunakan Citra SAR Sentinel-1A (Studi Kasus: Kecamatan Gerung, Lombok Barat, NTB)

Baiq Arasya Wulandari<sup>a</sup>, Lalu Muhamad Jaelani<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia, 60111

\* Korespondensi Penulis, E-mail: [lmjaelani@geodesy.its.ac.id](mailto:lmjaelani@geodesy.its.ac.id)



Dikirim: 23 Juli 2019;

Diterima: 20 Agustus 2019;

Diterbitkan: 31 Agustus 2019.

**Abstrak.** Pemetaan mengenai lahan jagung perlu dilakukan karena jagung merupakan salah satu komoditas yang sangat dibutuhkan baik untuk pangan maupun sebagai bahan dasar industri. Pemetaan dan identifikasi lahan jagung dilakukan dengan memantau fase pertumbuhan jagung (fase perkecambahan, fase vegetatif, fase generatif, dan fase masak) guna meningkatkan produktivitas pertanian jagung. Penginderaan jauh menggunakan sensor *Synthetic Aperture Radar* (SAR) yang mempunyai kemampuan menembus awan, tidak terpengaruh cuaca hujan dan bisa beroperasi pada kondisi iklim tropis seperti di Indonesia dapat menjadi solusi pemantauan yang efisien dan akurat. Untuk itu, dalam penelitian ini, data *time-series* citra radar SAR Sentinel-1A yang merekam daerah di Kecamatan Gerung, Lombok Barat pada bulan April 2018 sampai April 2019 dimanfaatkan untuk pemantauan lahan pertanian jagung. Klasifikasi fase pertumbuhan dilakukan dengan metode klasifikasi terbimbing menggunakan komposit RGB: VV, VH dan *cross-ratio* VV/VH. Dengan menganalisis nilai hamburan balik ( $\sigma^{\circ}$ ; *backscatter*), identifikasi tegakan jagung dan pola fase pertumbuhan tanaman jagung dapat dilakukan. Hasil klasifikasi pada tanaman jagung menghasilkan kelas fase perkecambahan, fase vegetatif, fase generatif dan fase masak. Nilai koefisien  $\sigma^{\circ}$  tanaman jagung diketahui berada pada rentang nilai -14 hingga -23 dB untuk polarisasi VH dan -8 hingga -14 dB untuk polarisasi VV dengan akurasi kappa sebesar 67%.

**Kata Kunci**— fase pertumbuhan, jagung, klasifikasi terbimbing SAR, Sentinel-1A

---

## Identification of Corn Growth Phases Using SAR Sentinel-1A Image (Case Study: Gerung District, West Lombok, NTB)

**Abstract.** Mapping regarding corn land needs to be performed because corn is one of the commodities that are highly required both for food and as a primary material for industry. Cornland mapping and identification is performed by monitoring its growth phase. Optical remote sensing is often obstructed by clouds; thus, a Synthetic Aperture Radar (SAR) sensor that has the ability to penetrate clouds and can operate in rainy weather conditions is required in Indonesia as an efficient and accurate monitoring solution.

For this reason, *time-series* SAR Sentinel-1A radar image data recorded over Gerung District, West Lombok, in April 2018 to April 2019 were used for corn farms monitoring. The growth phase classification is carried out by the supervised classification method using the RGB: VV, VH, and *cross-ratio* of VV/VH composites. By analyzing the backscattering value ( $\sigma^{\circ}$ ; *backscatter*), identification of corn stands, and the growth phase pattern of corn plants can be performed. The classification of the corn

growth phase is divided into 4 phases, namely the transplanted phase, vegetative phase, generative phase, and fallow phase. The coefficient value of  $\sigma^{\circ}$  of corn plant was known to be in the range of -14 to -23 dB for VH polarization and -8 to -14 dB for VV polarization with kappa accuracy of 67%.

**Keywords-** growth phase, corn, SAR supervised classification, Sentinel-1A

## I. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara agraris, dimana data dan informasi lahan pertanian merupakan elemen penting untuk pemantauan di bidang pertanian, seperti pola tanam dan kalender tanam. Pemantauan pola tanaman dan kalender tanam dapat mendukung perencanaan pengelolaan pertanian sehingga menjadi tepat sasaran. Informasi sumberdaya lahan berupa data digital baik tabular maupun spasial merupakan salah satu data yang menjadi pertimbangan utama para pembuat kebijakan pada tingkat nasional, provinsi dan kabupaten dalam menentukan arah pembangunan yang produktif dan berkelanjutan. Oleh karena itu, pelayanan informasi sumberdaya lahan yang cepat dan akurat sangat diperlukan untuk mengoptimalkan produksi hasil tani<sup>[1]</sup>.

Jagung (*Zea mays L.*) adalah tanaman sereal yang berasal dari benua Amerika, tepatnya dari negara Meksiko. Tanaman ini merupakan salah satu jenis tanaman rumput-rumputan dengan tipe biji monokotil. Di Indonesia, jagung digunakan untuk pakan ternak, serta bahan dasar industri makanan dan minuman, tepung, minyak, dan lain-lain<sup>[2]</sup>. Tanaman jagung mulai digencarkan untuk ditanam dalam rangka swasembada pangan di Indonesia. Salah satu sentra produk jagung di Indonesia yaitu Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) dimana pemerintah Provinsi NTB menetapkan jagung sebagai program unggulan pembangunan daerah dikarenakan potensi lahan yang masih banyak<sup>[3]</sup>. Salah satu kecamatan di Kabupaten Lombok Barat yaitu Kecamatan Gerung menunjukkan adanya peningkatan produktivitas hasil jagung yang cukup signifikan selama lima tahun terakhir<sup>[4]</sup>. Peningkatan produktivitas jagung di NTB harus didukung dengan melakukan pemantauan berkala.

Metode pemantauan yang dapat digunakan untuk menentukan kalender tanam tanaman jagung yaitu dengan melakukan pemantauan *standing crop* tanaman jagung baik secara langsung maupun dengan teknologi penginderaan jauh. *Standing Crop* (SC) merupakan model performa suatu tanaman yang mencakup beberapa fase pertumbuhannya yang dapat diamati pada luasan tertentu dan pada setiap titik waktu tertentu<sup>[5]</sup>.

Teknologi penginderaan jauh mampu memberikan solusi dan kemudahan dalam analisis spasial secara berulang, kontinu, serta meliputi wilayah yang relatif luas. Sehingga pendeteksian dan pemantauan perkembangan

tanaman dapat dilakukan dengan cepat<sup>[6]</sup>. Teknik penginderaan jauh dapat menjadi pendekatan yang efektif untuk pemantauan rutin serta pengukuran *in-situ* di lapangan. Di Indonesia yang beriklim tropis, awan menjadi masalah klasik dalam pemindaian permukaan bumi dengan menggunakan satelit penginderaan jauh sensor optik. Satelit dengan sensor *Synthetic Aperture Radar* (SAR) mempunyai kemampuan untuk menembus awan sehingga menjadi solusi permasalahan tutupan awan.

Data SAR telah banyak digunakan untuk memantau beberapa fenomena yang terkait dengan perubahan permukaan tanah seperti pengangkatan tanah, penurunan tanah dan tanah longsor<sup>[7]</sup>. Selain itu, SAR dapat digunakan untuk memantau perubahan tutupan lahan (*land cover*). Citra SAR Sentinel-1A yang memiliki sensor aktif dapat menembus awan, sehingga lebih efektif untuk mengamati perubahan tutupan lahan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Jaelani (2017), pemantauan perubahan tutupan lahan di Danau Rawapening dapat dilakukan dengan efisien menggunakan teknik penginderaan jauh. Teknik penginderaan jauh menggunakan sensor *Synthetic Aperture Radar* (SAR) dapat digunakan untuk mengurangi gangguan tutupan awan yang dihadapi saat menggunakan citra satelit optik<sup>[8]</sup>. Secara umum, citra satelit optik bebas awan digunakan dalam studi penggunaan lahan dan tutupan lahan. Mengingat terbatasnya citra yang bebas awan di atas wilayah studi, data satelit sensor aktif seperti SAR yang memiliki kemampuan untuk menembus awan digunakan untuk pemetaan<sup>[9]</sup>.

Tampilan data SAR adalah kekasaran, tekstur, dan rona yang dihasilkan dari *backscatter*. Teknik interpretasi yang dilakukan untuk mempermudah identifikasi dalam pertanian adalah dengan komposit RGB data SAR secara temporal. Teknik ini dilakukan karena sawah memiliki fase pertumbuhan dimana tiap fasenya memiliki nilai *backscatter* yang berbeda. Penggunaan data temporal akan mempermudah identifikasi secara visual terutama dalam pembuatan training data<sup>[10]</sup>.

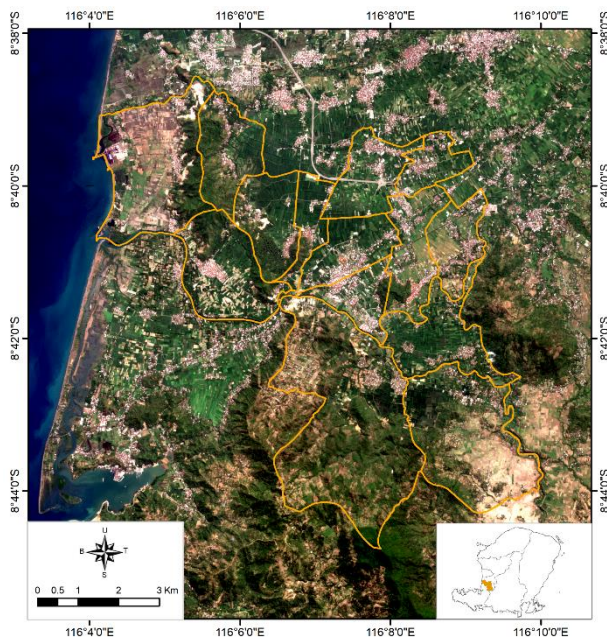
Penelitian ini menggunakan data citra radar SAR Sentinel-1A untuk mengidentifikasi *standing crop* jagung di Kecamatan Gerung. Data Sentinel-1A dipilih karena mempunyai kemampuan pengenalan suatu obyek berdasarkan karakteristik hamburan baliknya (*backscatter*). Penelitian ini mengidentifikasi *standing crop* jagung dengan memanfaatkan citra satelit radar untuk mengetahui pola fase pertumbuhan tanaman beserta

klasifikasi fase pertumbuhannya dan menganalisis nilai hamburan balik (*backscatter*) menggunakan data *time series* citra SAR Sentinel-1A.

## II. METODOLOGI

### 2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang dijadikan studi kasus pada penelitian ini berada di Kecamatan Gerung, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. Kecamatan Gerung berada pada koordinat lintang 116°04'–116°10' LS dan bujur 8°38'–8°44' BT. Kecamatan Gerung memiliki luas sebesar 62,29 km<sup>2</sup>. Kecamatan Gerung memiliki temperatur rata-rata tinggi yaitu 29° dan rata-rata rendah 26° dengan curah hujan rata-rata yaitu 101 mm per bulan <sup>[11]</sup>.



Gambar 1. Lokasi Penelitian  
(Citra Sentinel-2A tanggal 23 April 2019)

### 2.2 Data dan Peralatan

Pada penelitian ini, dibutuhkan beberapa data untuk menunjang pelaksanaan penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi 31 Citra SAR Sentinel-1A yang direkam bulan April 2018 hingga April 2019 di daerah Kecamatan Gerung, Peta Administrasi Kecamatan Gerung skala 1:50.000, Peta vektor lahan sawah di Kecamatan Gerung tahun 2018, Peta vektor lahan Jagung di Kecamatan Gerung tahun 2018, dan data realisasi tanam jagung tahun 2018 di Kecamatan Gerung. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat lunak ESA SNAP 6.0 dan ArcGIS 10.6.1 lisensi Edukasi ESRI.

### 2.3 Tahapan Pengolahan Data

#### A. Pre Processing Citra Radar Sentinel-1A

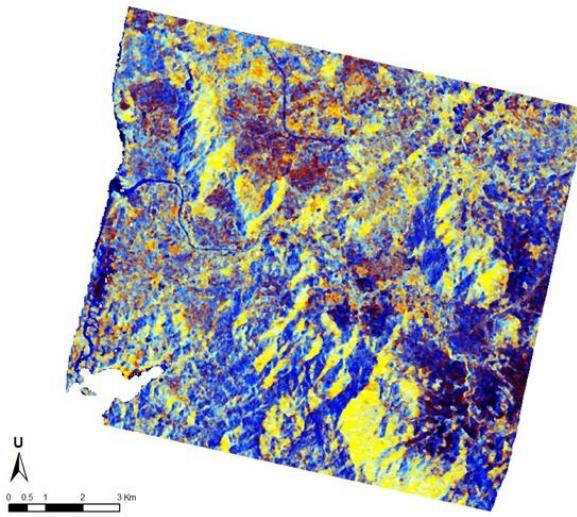
Data *time-series* 31 citra Sentinel-1A direkam pada bulan April 2018 hingga April 2019. Citra Sentinel-1A yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini yaitu citra level 1 dengan tipe produk *Ground Range Detected* (GRD), mode sensor *Interferometric Wide Swath* (IW) dan polarisasi VV+VH.

Citra Sentinel-1A diolah menggunakan SNAP, sebuah perangkat lunak bebas (*Free Software*) yang disediakan oleh *European Space Agency* (ESA). Citra GRD digunakan karena sudah melalui beberapa proses pengolahan awal SAR seperti *multilook* dan proyeksi ke model *ellipsoid* WGS84. Data citra kemudian dipotong sesuai lokasi penelitian. Data Sentinel-1A yang berjumlah 31 citra tersebut digunakan untuk melakukan analisis koefisien *backscatter* multitemporal. Proses pengidentifikasian fase pertumbuhan *standing crop* jagung digunakan 11 citra yang direkam mulai tanggal 30 Juli hingga 27 November 2018 untuk mewakili satu masa tanam jagung.

TABEL 1. DATA TIME SERIES SENTINEL-1A

Tanggal Akuisisi Data	Orbit
30 Jul 2018	23029
11 Aug 2018	23204
23 Aug 2018	23379
04 Sep 2018	23554
16 Sep 2018	23729
28 Sep 2018	23904
10 Okt 2018	24079
22 Okt 2018	24254
03 Nov 2018	24429
15 Nov 2018	24604
27 Nov 2018	24779

Pengolahan data dimulai dengan proses *Apply Orbit File* untuk mendapatkan informasi data orbit atau *geometric location* yang lebih tepat dan presisi untuk membantu meningkatkan *geocoding* dan hasil pemrosesan SAR. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan *Thermal Noise Removal* sebelum melakukan kalibrasi karena



Gambar 2. Komposit citra RGB (VH, VV, VV/VH) pada tanggal 11 Agustus 2018

intensitas pada Sentinel-1 terganggu oleh noise termal aditif, khususnya di saluran polarisasi silang. *Thermal Noise Removal* mengurangi efek *noise* dalam tekstur *inter-sub-swath* dan menormalkan sinyal hamburan balik dalam seluruh *scene* Sentinel-1<sup>[12]</sup>.

Kalibrasi adalah tahap paling penting, yang harus selalu dilakukan diawal<sup>[13]</sup>. Kalibrasi mengubah nilai-nilai yang diterima instrumen menjadi nilai-nilai *sigma nought*. Nilai-nilai tersebut mewakili sifat reflektif nyata dari permukaan<sup>[14]</sup>.

Tahap selanjutnya yaitu mengurangi *speckle noise* menggunakan *toolbox speckle filter* di SNAP. Dalam penelitian ini digunakan *speckle filter Refine Lee* untuk mempermudah proses segmentasi fase pertumbuhan. Filter Lee adalah salah satu jenis filter adaptif yang diperlukan untuk mempertahankan tepian tiap *scene*. Filter *Refine Lee* menunjukkan kinerja yang lebih baik bila dibandingkan dengan filter Lee asli, dan terlebih lagi, membutuhkan parameter input minimum dibandingkan dengan filter lain<sup>[15]</sup>.

Kemudian dilakukan *Geometric Range-Doppler Terrain Correction*. Koreksi terrain dimaksudkan untuk mengimbangi distorsi geometrik sehingga representasi geometrik citra akan sedekat mungkin dengan kenyataannya. Kemudian untuk visualisasi dan analisis, intensitas *sigma nought* dikonversi dari skala linier ke nilai desibel (dB) untuk masing-masing polarisasi VV dan VH.

Komposit RGB citra radar yang digunakan yaitu polarisasi VH pada kanal merah, VV pada kanal hijau, dan *cross ratio* VV dan VH pada kanal biru. *Cross ratio* VV/VH digunakan karena memberikan visualisasi yang paling memudahkan dalam membedakan fase-fase pertumbuhan yang akan dianalisis. Citra kemudian di ekspor ke dalam bentuk format GeoTIFF (.tiff) untuk digunakan di perangkat lunak ArcGIS.

#### B. Klasifikasi Fase Pertumbuhan

Pada tahap ini, kelas fase pertumbuhan jagung dibagi menjadi empat yaitu fase perkecambahan atau transplantasi, fase vegetatif, fase generatif atau reproduktif, dan fase masak. Metode klasifikasi terbimbing yang digunakan adalah metode *Maximum Likelihood*. Kelas fase disesuaikan dengan hasil analisis *time series* koefisien *backscatter* jagung. Setelah proses segmentasi pada citra selesai dilakukan, segmen-segmen tersebut diklasifikasikan ke dalam empat kelas fase pertumbuhan jagung dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Kemudian dilakukan uji akurasi, pada tiap lahan yang telah dihasilkan akan diuji tingkat akurasinya menggunakan matriks konfusi dengan cara membandingkan sampel hasil klasifikasi dan interpretasi obyek pada citra secara manual. Nilai akurasi yang dapat diterima yaitu minimal sebesar 80% atau 0,80. Jika hasil klasifikasi tidak memenuhi nilai minimal uji akurasi maka akan kembali kepada tahapan segmentasi citra, sampai didapatkan hasil klasifikasi yang memenuhi nilai minimum uji akurasi<sup>[16]</sup>.

Interpretasi objek memerlukan *ground truth* untuk menentukan kebenaran objek di lapangan. *Ground truth* lahan jagung berupa titik sampel yang diambil oleh peneliti dengan melakukan survei secara langsung dan tersebar di seluruh Kecamatan Gerung. Dataset kemudian dibagi menjadi *training polygon* dan *validation point*. Data *validation point* yang didapatkan didigit sesuai dengan bentuk lahan (*polygon*). Data tambahan seperti karakteristik tanaman juga diambil sebagai informasi penunjang untuk melakukan analisis. Setelah hasil klasifikasi dinyatakan memenuhi nilai minimal uji akurasi, maka selanjutnya akan dilakukan analisis dari hasil klasifikasi berdasarkan aspek skala, bentuk, dan kekompakan warna<sup>[17]</sup>.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisis Backscatter Terhadap Fase Pertumbuhan

Analisis fase pertumbuhan komoditas jagung didasarkan pada jadwal penanaman pada musim tanam tahun 2018 hingga 2019. Kondisi fase awal tanam, fase vegetatif, dan fase reproduktif lahan jagung dapat dideteksi berdasarkan perubahan nilai koefisien *backscatter* citra Sentinel-1A.

Nilai rata-rata dari koefisien *backscatter* titik sampel digunakan untuk merepresentasikan *backscatter* fase pertumbuhan. Berdasarkan nilai rata-rata koefisien *backscatter* 20 titik sampel yang sudah diambil di lapangan dihasilkan nilai koefisien *backscatter* ( $\sigma^0$ ) yang mewakili tumbuhan jagung, yaitu:

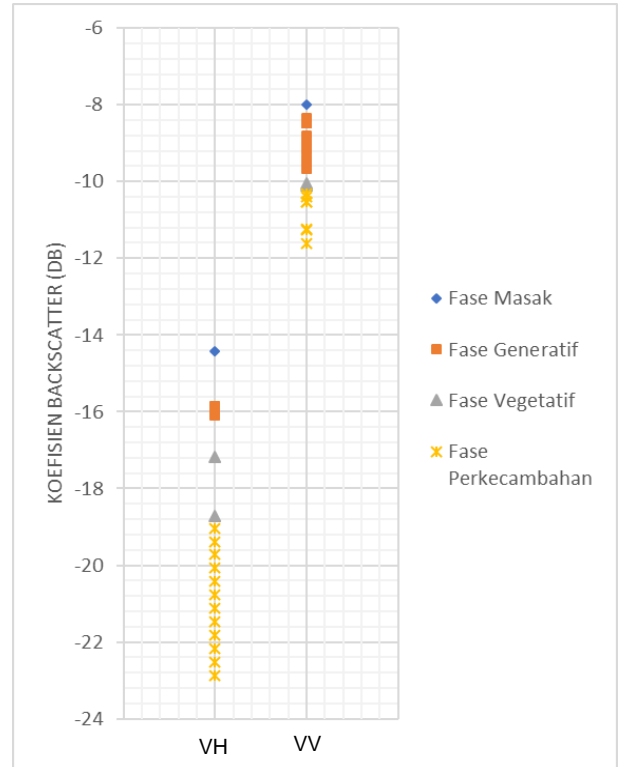
$$-23 \text{ dB} \leq \sigma_{VH}^0 \leq -14 \text{ dB}$$

$$-12 \text{ dB} \leq \sigma_{VV}^0 \leq -8 \text{ dB}$$

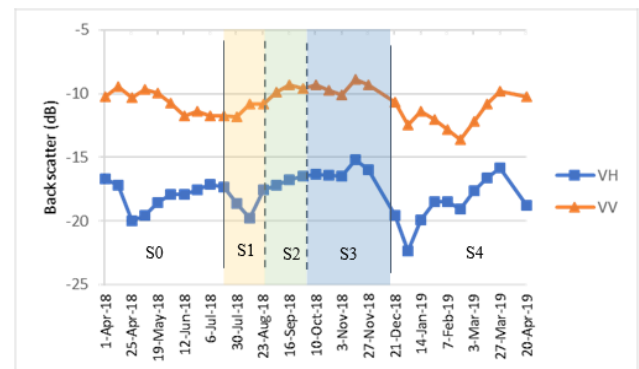
Kondisi fase awal tanam, fase vegetatif, dan fase generatif lahan jagung dapat dideteksi berdasarkan perubahan nilai koefisien *backscatter* citra Sentinel-1A.

Jagung berada pada masa tanam kedua di musim kemarau setelah masa tanam padi (S0). Dari grafik nilai koefisien *backscatter* VH dan VV yang ditunjukkan pada Gambar 4, terlihat pola fase pertumbuhan tanaman jagung dari mulai awal pertumbuhan hingga panen yaitu fase perkecambahan (S1), fase vegetatif (S2) dan fase reproduktif (S3). Masa tanam jagung diawali dengan pengemburan tanah dimana tanah menjadi terlihat halus dan nilai pantulan menjadi semakin kecil. Setelah masa penyemaian di bulan Juli, terjadi sedikit penurunan nilai VV dan VH karena pada masa itu mulai terjadi perkecambahan oleh jagung sehingga menyebabkan tanahnya menjadi lebih kering dan lebih halus. Kenaikan nilai pantulan VH dan VV di bulan Agustus dan September berhubungan dengan pertumbuhan tanaman. Peningkatan *volume scattering* menunjukkan tanaman memiliki nilai pantulan VH dan VV yang lebih tinggi. Dalam penelitian ini didefinisikan sebagai lahan yang tidak sepenuhnya berisi satu jenis tutupan lahan pada satu piksel. Lahan campuran di beberapa kota penelitian biasanya terdiri dari beberapa bangunan dan jalan yang juga ditumbuhi beberapa vegetasi pada bagian lainnya. Namun, lahan campuran juga bisa dideteksi sebagai lahan pertanian, rerumputan, serta tanah lapang, meskipun jumlahnya tidak terlalu banyak. Lahan campuran di Kota Bandung memiliki porsi yang paling besar dibandingkan dengan kota-kota lainnya yakni sekitar 45,57% dari luas keseluruhan kota, hanya sedikit lebih banyak dari Jakarta

yang memiliki proporsi 45,55% lahan campuran. Sementara Surabaya memiliki porsi lahan campuran sebesar 43,68%. Masa panen jagung dilakukan pada akhir bulan Oktober yang terlihat dari nilai pantulan yang berada di puncak menunjukkan bahwa jagung ada di fase masak dan siap untuk dipanen. Setelah fase masak terlihat penurunan nilai pantulan karena jagung telah dipanen, dan



Gambar 3. Koefisien backscatter VH dan VV 20 titik sampel tanaman jagung pada tanggal 20 April 2019

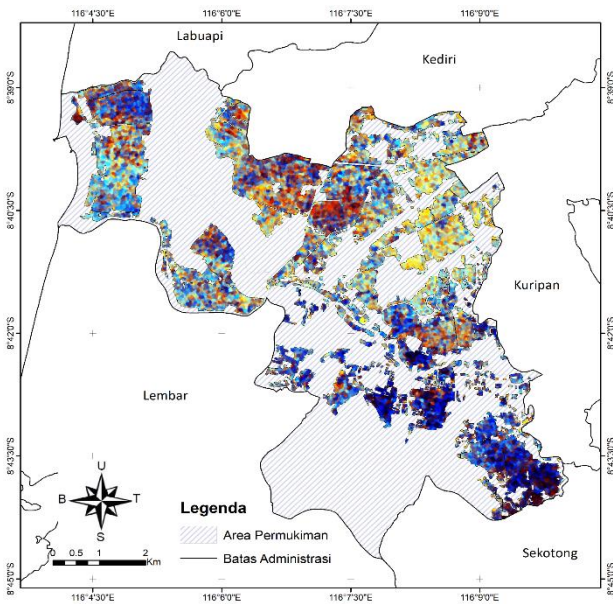


Gambar 4. Nilai koefisien backscatter rata-rata titik sampel untuk VH dan VV

dimulai masa tanam baru (S4). Kemudian diikuti dengan kenaikan nilai VV dan VH. Hal ini bisa jadi disebabkan oleh tanaman tegak lainnya yang masih berada di lahan. Pada masa ini, VH meningkat karena vegetasi memberikan kontribusi utama pada *volume scattering* untuk sinyal *backscatter*. Koefisien hamburan SAR lebih sensitif terhadap tinggi tanaman pada tahap awal pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan tahap selanjutnya. Hal tersebut terjadi karena di awal tahap pertumbuhan jagung koefisien *backscatter* VH dan VV menunjukkan *volumetric scattering* yang lebih baik daripada tahap selanjutnya. Saat jagung menjadi lebih tinggi dan menutupi area dengan rapat, penetrasi SAR terbatas dan koefisien *backscatter* berkurang karena efek pelemahan sinyal [18].

3.2 Klasifikasi Fase Pertumbuhan Jagung

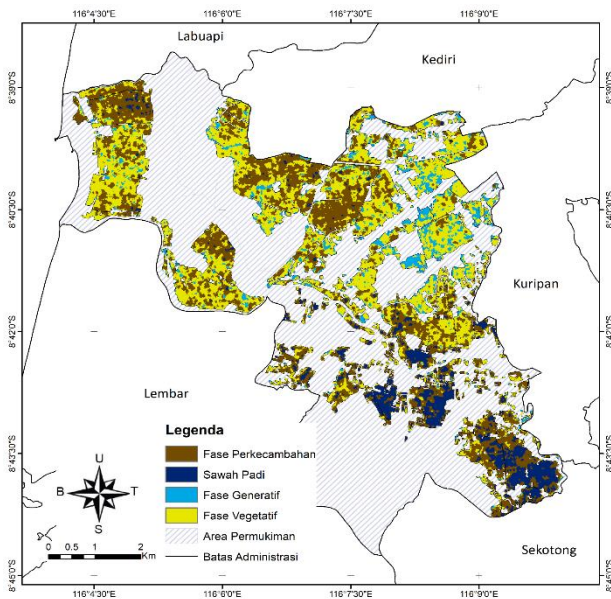
Klasifikasi dilakukan secara terbimbing dengan membuat *training* data sebanyak 4 kelas untuk tiap kelas dilihat dari karakteristik citra tersebut dan dibantu dengan interpretasi dari citra optis Landsat 8 atau Sentinel 2 pada tanggal yang mendekati. Uji akurasi dilakukan di perangkat lunak ArcGIS untuk mengetahui kesesuaian hasil klasifikasi dengan data di lapangan. Hasil uji akurasi menghasilkan nilai kappa 0,67 untuk hasil klasifikasi pada tanggal 11 Agustus 2018.



Gambar 5. Komposit RGB (VH, VV, VV/VH) citra Sentinel-1A

TABEL 2 IDENTIFIKASI FASE PERTUMBUHAN JAGUNG MENGGUNAKAN KARAKTERISTIK WARNA KOMPOSIT RGB CITRA RADAR

Tanggal	Komposit RGB (VH, VV, VH/VV)	Komposit RGB (VH, VV, VV/VH)	Fase Pertumbuhan
30-7-18			Penyiapan lahan
11-8-18			BBCH : 0 - 9 Tahap pokok 0 (Perkecambahan)
23-8-18			BBCH : 10 - 19 Tahap pokok 1 (Perkembangan daun)
4-9-18			BBCH : 19 - 30 Tahap pokok 2 (Perkembangan daun)
16-9-18			BBCH : 30 - 39 Tahap pokok 3 (Pemanjangan batang)
28-9-18			BBCH : 39 - 63 Tahap pokok 5 (Rumbai atau munculnya telinga)
10-10-18			BBCH : 63 - 71 Tahap pokok 6 (Flowering, bunga mekar)
22-10-18			BBCH : 71 - 75 Tahap pokok 7 (Pengembangan kernel)
3-11-18			BBCH : 75 - 85 Tahap pokok 8 (Pematangan kernel)
15-11-18			BBCH : 85 - 99 Tahap pokok 9 (Penuaan, masa panen)
27-11-18			Masa setelah panen



Gambar 6. Klasifikasi Fase Pertumbuhan Tanaman Jagung pada tanggal 11 Agustus 2018

#### IV. KESIMPULAN

Koreksi radiometrik menghasilkan Citra SAR dengan nilai Sigma Nought ( $\sigma^0$ ) atau koefisien backscatter yang kemudian dikonversi ke dB (decibel). Pada analisis nilai koefisien backscatter, diketahui tanaman jagung berada pada rentang nilai koefisien backscatter ( $\sigma^0$ ) -14 hingga -23 dB untuk VH dan -8 hingga -12 dB untuk VV.

Klasifikasi Citra Radar Sentinel-1A untuk identifikasi fase pertumbuhan tanaman jagung terbagi menjadi empat kelas. Hasil klasifikasi pada tanaman jagung menghasilkan kelas fase perkecambahan, fase vegetatif, fase generatif dan fase masak. Akurasi klasifikasi fase pertumbuhan jagung menggunakan *Maximum Likelihood Classification* mencapai 79 % dengan nilai tingkat kepercayaan ( $\kappa$ ) sebesar 0,67. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan metode klasifikasi lainnya untuk mendapatkan nilai tingkat akurasi yang maksimal.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Geoportal NTB dan Dinas Pertanian Kabupaten Lombok Barat, NTB yang telah menyediakan data lahan sawah dan data ralisasi tanam jagung. Penulis juga berterima kasih kepada ESA Copernicus yang telah menyediakan perangkat lunak open source SNAP dan data citra satelit radar Sentinel-1A.

Terima kasih kepada PT. ESRI Indonesia yang telah menyediakan lisensi edukasi perangkat lunak ArcGIS.

#### Daftar Pustaka

- [1] R. Shofiyanti. "Teknologi Pesawat Tanpa Awak Untuk Pemetaan Dan Pemantauan Tanaman Dan Lahan Pertanian," *Informatika Pertanian* 20 (February, 2011) 58–64.
- [2] B. Ma'arif. "Peran Densitas Tanaman Jagung (*Zea Mays L.*) Pada Sistem Tumpang Sari Deret Penggantian Dengan Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea L.*) Terhadap Hasil." Universitas Sebelas Maret, Surakarta (2012).
- [3] Badan Litbang Pertanian. "Prospek Dan Arah Pengembangan Agribisnis: Jagung,," RPPK. Departemen Pertanian, Kementerian Pertanian, Jakarta Selatan (2018).
- [4] BPS Lombok Barat. *Kecamatan Gerung Dalam Angka 2018*, Badan Pusat Statistik Kabupaten Lombok Barat, NTB (2018).
- [5] BPTP Kalimantan Tengah. "Verifikasi Lapangan Untuk Menilai Akurasi Model Standing Crop Padi Sawah Melalui Integrasi Data Satelit Resolusi Tinggi Dan Menengah," Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Kalimantan Tengah (2016). Available: <http://kalteng.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/publikasimainmenu-47-47/teknologi/576-verifikasi-lapangan-untukmenilai-akurasi-model-standing-crop-padi-sawah-melaluiintegrasi-data-satelit-resolusi-tinggi-dan-menengah>.
- [6] V. D. Sari, dan B. M. Sukojo. "Analisa Estimasi Produksi Padi Berdasarkan Fase Tumbuh Dan Model Peramalan *Autoregressive Integrated Moving Average* (Arima) Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 (Studi Kasus: Kabupaten Bojonegoro)," *Geoid* 10 (February, 2015) 194–203.
- [7] I. M. Anjasmara, M. Yufania, A. Kurniawan, and L. C. Awalina, "Analysing Surface Deformation in Surabaya from Sentinel- 1A Data using DInSAR Method," *American Institute of Physics Conference Proceedings* 1857, 100013 (2017).
- [8] L. M. Jaelani, R. A. Putri. "Analysis of Land Cover Change of Lake Rawapening with Sentinel 1 - Synthetic Aperture Radar Data," *3<sup>rd</sup> International Conference on Civil Engineering Research (ICCER)* (2017).

- [9] L. M. Jaelani, Nurgiantoro. “Analysis of Land Cover change Due to Gold Mining in Bombana using Sentinel-1A Radar Data,” *International Journal of Geoinformatics* Vol 14, No. 2 (July, 2018).
- [10] M. N. Fathoni<sup>1</sup>, G. A. Chulafak, D. Kushardono. “Kajian Awal Pemanfaatan Data Radar Sentinel-1 untuk Pemetaan Lahan Baku Sawah di Kabupaten Indramayu Jawa Barat,” Seminar Nasional Penginderaan Jauh ke-4 (2017).
- [11] BPS Lombok Barat. 2016. Statistik Daerah Kecamatan Gerung Tahun 2016. Badan Pusat Statistik Kabupaten Lombok Barat NTB.
- [12] F. Filipponi. “Sentinel-1 GRD Preprocessing Workflow,” Proceedings 3rd International Electronic Conference on Remote Sensing (June, 2019).
- [13] Veci L. “SAR Basics Tutorial,” ESA, Array Systems Computing Inc., (2016) 18–19.
- [14] ESA. *Overview Sentinel Satellites – Copernicus*. Available: [https://www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Overview4](https://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Overview4). European Space Agency (2018).
- [15] Yommy, A.S., Liu, R., Wu, S. “SAR image despeckling using refined lee filter” *Proceedings of the 2015 7<sup>th</sup> International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics*, Hangzhou, China, Vol 2 (August, 2015) 260–265.
- [16] F. B. Simamora, B. Sasmito, dan H. Haniah. “Jurnal Geodesi Undip,” *Jurnal Geodesi Undip* 4 (October, 2015) 43–51.
- [17] S. Hussein, P. Danoedoro, dan N. M. Farda. “Kajian *Object Based Image Analysis* Pada Foto Udara Untuk Klasifikasi Penutup Dan Penggunaan Lahan Skala Detil” Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada (2016).
- [18] S. Abdikan, A. Sekertekin, M. Ustunern, Balik Sanli F., Nasirzadehdizaji R. “Backscatter Analysis Using Multi-Temporal Sentinel-1 Sar Data For Crop Growth Of Maize In Konya Basin, Turkey” *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, volume 42 (3). Beijing. China (2018).