

DOI: 10.29303/jrpb.v10i1.319
ISSN 2301-8119, e-ISSN 2443-1354
Tersedia online di <http://jrpb.unram.ac.id/>

**KLASIFIKASI PENGGUNAAN LAHAN KELAS SAWAH
BERBASIS DATA CITRA SENTINEL-2 DENGAN ALGORITMA MLC:
STUDI KASUS KABUPATEN JEMBER TAHUN 2019**

*Land Use Classification of Paddy Fields Class Based on Sentinel-2 Images
with MLC Algorithm: Jember Regency Case Studies in 2019*

Rufiani Nadzirah^{*}), Indarto Indarto, Degita Fahmi Brillyansyah

Program Studi Teknik Pertanian – FTP – Universitas Jember
Jl. Kalimantan no. 37 Kampus Tegalboto, Jember 68121, Indonesia

Email: rufianinadzirah@unej.ac.id

Diterima: Desember 2021

Disetujui: Maret 2022

ABSTRACT

Sentinel-2 is a European satellite that can be useful in several fields. In agriculture, the Sentinel-2 images can identify paddy fields area in Jember Regency. This study aimed to proceed with the Sentinel-2 images data into a map of the paddy field area of Jember Regency using the Maximum Likelihood Classification method (MLC) and then compared the study site during the dry and rainy seasons. Several processes conducted this research; an inventory of Sentinel-2 image data for June and October 2019 and a field survey for the Ground Control Point (GCP), used as a training area; data pre-processing; data processing; test accuracy; analysis of results. There were six land cover classes for classification: forest, water bodies, settlement, dry land, bare land, and paddy fields; in the classification results, there was a difference in paddy fields in June and October 134.332 km². Based on the confusion matrix results, there were errors in the two classifications: between the paddy field class and forest, then between the bare land and the dry land. In June, the classification accuracy results were for the overall test: 93.3% and Kappa accuracy: 90.1%. In October, the classification results for overall accuracy: 94.27% and Kappa accuracy: 0.90. There are differences in the Salmon2 irrigation area paddy fields between the classification results and field digitization. The result indicated that the Sentinel-2 image classification using the MLC method has not correctly interpreted the paddy field area.

Keywords: *Maximum Likelihood Classification; paddy field; Sentinel-2*

ABSTRAK

Sentinel-2 merupakan satelit Eropa yang dapat digunakan dalam beragam bidang. Pada bidang pertanian citra Sentinel-2 dapat dimanfaatkan untuk memetakan luas sawah di Kabupaten Jember. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah data citra Sentinel-2 menjadi peta luasan sawah Kabupaten Jember dengan metode *Maximum Likelihood Classification* (MLC), dan membandingkan luasan pada musim kemarau dan hujan. Tahapan penelitian ini adalah unduh data *satellite* Sentinel-2 pada bulan Juni dan Oktober 2019 dan survei lapang *Ground Control*

Point (GCP), digunakan sebagai *training area*; pra pengolahan data; pengolahan data; uji akurasi; analisa hasil. klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah hutan, badan air, pemukiman, tegalan, lahan kering/lahan kosong, sawah, Pada hasil klasifikasi terdapat perbedaan luas sawah pada bulan Juni dan Oktober sebesar 134,332 km². Hasil dari *confussion matrix* menunjukkan bahwa terdapat kesalahan pada kedua klasifikasi, yaitu pada kelas sawah dengan hutan dan kelas tegalan dengan lahan kering. Nilai akurasi hasil klasifikasi bulan Juni untuk uji *Overall*: 93,3% dan *Kappa accuracy*: 0,90. Untuk hasil klasifikasi bulan Oktober untuk uji *Overall*: 94,27% dan *Kappa accuracy*: 90,55%. Terdapat perbedaan luas sawah pada daerah irigasi (DI) Salmon2 antara hasil klasifikasi dengan digitasi lapang. Hal ini menandakan bahwa klasifikasi citra Sentinel-2 dengan metode *maximum likelihood* belum dapat menginterpretasikan luas sawah dengan baik.

Kata kunci: *Maximum Likelihood Classification*; sawah; Sentinel-2

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Jember merupakan salah satu kabupaten penghasil gabah kering giling terbesar di Jawa Timur. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, pada tahun 2020 Jember mampu menghasilkan 997,838 ton padi (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, 2020). Selain itu, padi memiliki total luas lahan terluas jika dibandingkan dengan luas tanaman pangan lainnya, yaitu seluas 157.344 ha (Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember, 2020). Untuk meningkatkan efektifitas dan produktifitas gabah di Kabupaten Jember, maka monitoring terhadap luas sawah irigasi sangatlah diperlukan (Castro Filho, *et al.*, 2020; Laborte, *et al.*, 2017).

Penelitian tentang penginderaan jauh untuk memetakan sawah telah banyak dilakukan sejak sebelum tahun 2000. Beberapa penelitian menggunakan *optical images* (Fang, 1998; McCloy *et al.*, 1987; Turner & Congalton, 1998), *microwave images* (Kurosu, *et al.*, 1997; Liew, *et al.*, 1998; Panigrahy *et al.*, 1997), dan kombinasi dari kedua metode tersebut (Okamoto, 1999). Akan tetapi analisis data optik membutuhkan resolusi temporal yang tinggi untuk memperoleh data citra tanpa tertutup awan (Filho, *et al.*, 2020).

Sentinel-2A merupakan satelit optik milik Eropa yang diluncurkan pada tahun 2015. Sentinel-2A *Multispectral Instrument (MSI)* memiliki 13 *band* spektral (European

Space Agency, 2015). Sentinel-2 dapat dimanfaatkan pada beragam bidang mulai dari pertanian, perhutanan, memantau lingkungan hingga perencanaan tata ruang perkotaan, penggunaan lahan, pemantauan perairan serta beragam aplikasi lainnya. Pada bidang pertanian pemanfaatan citra Sentinel-2 dapat dimanfaatkan untuk pemetaan luas sawah (Singha, *et al.*, 2019, 2020), dan juga dapat membedakan antara sawah irigasi dan sawah non irigasi.

Selama bertahun-tahun ilmuwan berusaha mengembangkan berbagai metode dan strategi untuk klasifikasi citra (Indarto, 2017a). Klasifikasi terbimbing (*supervised*) adalah proses klasifikasi dengan menggunakan sampel piksel dengan *digital value* yang sudah dikenali (nilai piksel sudah sesuai dengan kelas yang telah ditentukan nilainya) untuk mengklasifikasikan piksel-piksel yang belum diketahui identitasnya atau untuk menggolongkan piksel yang tidak terklasifikasi ke dalam salah satu kelas informasi.

Maximum likelihood classification (MLC) adalah salah satu algoritma dari metode klasifikasi terbimbing (*supervised*) yang banyak digunakan dalam klasifikasi data penginderaan jauh. MLC menghitung faktor peluang dalam satu piksel untuk diklasifikasikan kepada klasifikasi atau kategori tertentu. Peluang ini sering disebut *prior probability*, dapat dihitung dengan menghitung persentase tutupan lahan pada citra yang akan diklasifikasikan. Jika

peluang ini tidak diketahui, maka besarnya peluang dinyatakan sama untuk semua klasifikasi (satu perjumlah kelas yang dibuat). Aturan pengambilan keputusan ini disebut dengan aturan keputusan Bayes (*Bayesian Decision Rule*) (Sampurno & Thoriq, 2016). MLC dipilih karena merupakan metode yang sering digunakan untuk klasifikasi citra satelit. Metode ini mengklasifikasikan nilai piksel dari citra satelit terhadap kelas yang ditentukan berdasarkan kemungkinan maksimum (Navin & Agilandeewari, 2019).

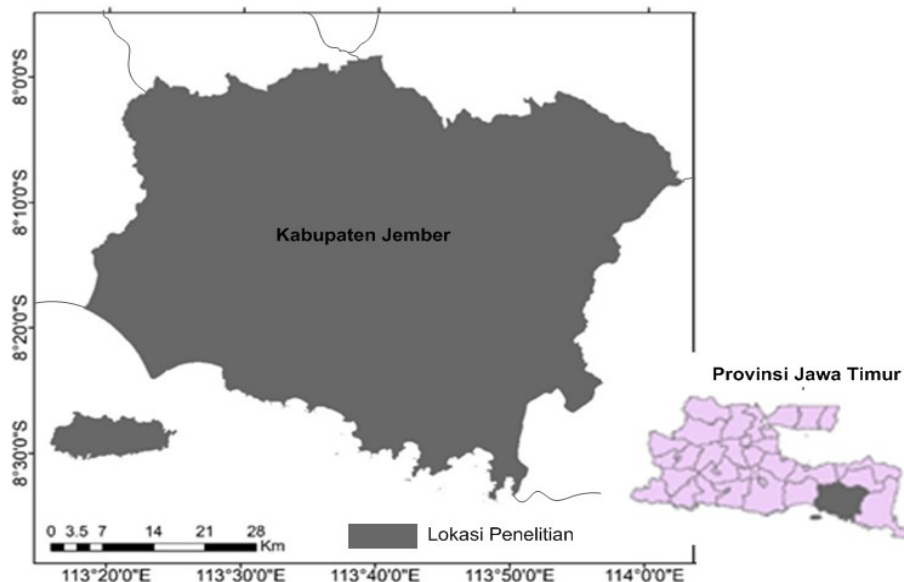
Penelitian ini bertujuan untuk mengolah data citra Sentinel-2 perekaman

bulan Juni dan Oktober 2019 menjadi peta luasan sawah Kabupaten Jember dengan metode klasifikasi *maximum likelihood*, dan membandingkan luasan sawah pada musim kemarau dan hujan di Kabupaten Jember.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Area penelitian adalah Kabupaten Jember (Gambar 1) yang telah dilaksanakan pada bulan Februari hingga Juni 2020.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Secara geografis Kabupaten Jember berbatasan tiga kabupaten, yaitu Kabupaten Bondowoso yang berada di sebelah utara Kabupaten Jember, kemudian Kabupaten Banyuwangi yang berada di sebelah timur Kabupaten Jember, kemudian dan berbatasan dengan Kabupaten Lumajang di sebelah barat, dan berbatasan dengan Samudera Hindia di sebelah selatan. Luas Kabupaten Jember adalah 3.306,689 km². Tinggi rata-rata wilayah antara 0 sampai 500 mdpl. Sebagian besar wilayahnya terdiri atas kawasan hijau, yaitu hutan, sawah, tegalan dan perkebunan. Luas area tanaman pangan utama di kabupaten ini adalah 224.195 ha dengan tanaman terluas adalah padi (Badan

Pusat Statistik Kabupaten Jember, 2020).

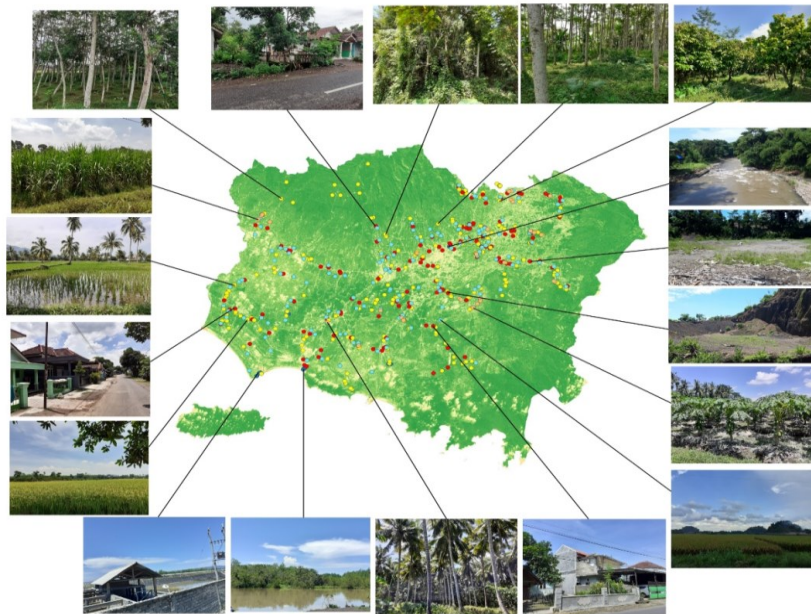
Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat sebagai berikut, *Personal Computer (PC)* yang digunakan untuk mengolah data, perangkat lunak *Multispec 2019.12.20* digunakan untuk proses klasifikasi, perangkat lunak *QGIS 3.10.2* digunakan untuk proses pra pengolahan data, *Global Positioning System (GPS) Garmin handheld* dengan akurasi 3 - 4 meter digunakan untuk digitasi data lapang, *Google Earth* digunakan untuk penentuan kelas bulan Juni 2020.

Data yang digunakan pada penelitian

ini adalah data citra satelit Sentinel-2 waktu perekaman bulan Juni dan Oktober 2019 yang diperoleh dari laman <https://earthexplorer.usgs.gov/>, batas wilayah lokasi penelitian Kabupaten Jember, dan data *Ground Control Point* (GCP)

wilayah Kabupaten Jember (European Space Agency, 2015) (Gambar 2). Ada 4 *scene* yang digunakan untuk wilayah Jember. Detail data yang digunakan diperlihatkan pada Tabel 1.



Gambar 2. Lokasi pengambilan GCP

Tabel 1. Data citra yang digunakan

No	ID	Tanggal Akuisisi	Platform	Tile Number
1.	L1C_T49LGL_A020921_20190625T024403	25 Juni 2019	S2A	T49LGL
2.	L1C_T49LHL_A020921_20190625T024403	25 Juni 2019	S2A	T49LHL
3.	L1C_T49MGM_A020921_20190625T024403	25 Juni 2019	S2A	T49MGM
4.	L1C_T49MHM_A020921_20190625T024403	25 Juni 2019	S2A	T49MHM
5.	L1C_T49LGL_A022637_20191023T023735	23 Oktober 2019	S2A	T49LGL
6.	L1C_T49LHL_A022637_20191023T023735	23 Oktober 2019	S2A	T49LHL
7.	L1C_T49MGM_A022637_20191023T023735	23 Oktober 2019	S2A	T49MGM
8.	L1C_T49MHM_A022637_20191023T023735	23 Oktober 2019	S2A	T49MHM

Prosedur

Citra yang digunakan pada penelitian ini adalah Sentinel-2. Sentinel-2 bertujuan untuk memantau kondisi tutupan lahan, pemantauan lingkungan dan keadaan kondisi fisik permukaan bumi. Sentinel-2 *Multispectral Instrument* (MSI) memiliki 13 sampel *band spectral*. Empat band

spektral memiliki resolusi *spatial* 10 meter (band 2,3,4 dan 8), enam band memiliki resolusi 20 meter (band 5, 6, 7, 8a, 11, dan 12), tiga band memiliki resolusi 60 m (band 1, 9, dan 10)

Klasifikasi tutupan lahan disesuaikan dengan resolusi *spectral* maupun *spatial* citra, sehingga hasil klasifikasi tutupan

lahan memiliki akurasi yang tinggi (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, 2014).

Klasifikasi Terbimbing

Klasifikasi terbimbing adalah klasifikasi yang menggunakan sampel piksel yang sudah ditentukan kelas informasinya untuk mengkasifikasikan piksel-piksel yang belum diketahui kelasnya. Pada klasifikasi terbimbing (*supervised classification*), penentuan sampel area (*zone*) yang relatif homogen perlu dilakukan sebelum proses klasifikasi. Penentuan area dilakukan pada beberapa objek/fitur di permukaan bumi, misalnya hutan, sawah, ladang, kebun, pemukiman (Indarto, 2017).

Algoritma Maximum Likelihood (MLC)

Menurut Shresta (Wulansari, 2017), algoritma MLC dikelaskan sebagai objek tertentu berdasarkan bentuk ukuran dapat dilihat gambaran algoritma MLC pada informasi nilai statistik yang dibutuhkan pada klasifikasi menggunakan algoritma MLC, yaitu nilai rerata (*mean*), simpangan baku serta variansi dan kovariansinya. MLC pada umumnya digunakan untuk pendekatan dengan metode *supervised* untuk mengklasifikasikan tutupan lahan, perkembangan area perkotaan. Selain itu, MLC juga dapat memberikan nilai akurasi yang tinggi, yaitu sekitar 84% (Rimal, et al., 2020).

Klasifikasi *maximum likelihood* menggunakan asumsi bahwa data statistik dari masing-masing kelas pada masing-masing saluran terdistribusi normal dan menghitung probabilitas suatu piksel untuk masuk dalam kelas tertentu. Ambang batas probabilitas nilai piksel (*threshold*) ditentukan dalam proses klasifikasi. Apabila nilai probabilitas tertinggi dari suatu piksel lebih rendah dari nilai ambang batas yang ditentukan, maka piksel tersebut masuk dalam kelas tak terklasifikasi (*unclassified pixel*) (Hamdir & Herumurti, 2018).

Uji Akurasi

Menurut Muhammad, et al., (2016), evaluasi akurasi digunakan untuk melihat tingkat kesalahan yang terjadi pada klasifikasi area contoh, sehingga dapat ditentukan besarnya presentase ketelitian pemetaan. Evaluasi ini bertujuan untuk menguji tingkat keakuratan hasil klasifikasi terbimbing. Metode uji akurasi yang digunakan adalah dengan matriks kesalahan (*confusion matrix*) untuk mengetahui nilai akurasi Kappa dan Overall (Muhammad, et al., 2016) disajikan pada persamaan 1 – 3.

$$\text{Akurasi Pengguna} = \frac{X_{ii}}{X_{+i}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Akurasi Pembuat} = \frac{X_{ii}}{X_{i+}} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Akurasi Keseluruhan} = \frac{\sum_{i=1}^r X_{ii}}{N} \times 100\% (3)$$

Menurut Muhammad, et al., (2016) secara sistematis akurasi Kappa dan overall disajikan pada persamaan 4 – 5.

$$\text{Akurasi Kappa} = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}} \times 100 (4)$$

$$\text{Overall Accuracy} = \frac{\sum_{i=1}^r X_{ii}}{N} \times 100 \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

- X_{ii} = Nilai diagonal dari matriks kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i
- $X + i$ = Jumlah piksel dalam kolom ke-i
- $X_i +$ = Jumlah piksel dalam baris ke-i
- N = Banyaknya piksel dalam contoh

Pengambilan data lapang

Data lapang diambil sesuai dengan kelas yang ingin diklasifikasikan berdasarkan *purposive sampling* karena masing-masing area yang dijadikan sample harus mewakili kelas tutupan lahan yang ditentukan. Pengambilan data lapang dilakukan dengan cara digitasi menggunakan GPS dan foto lokasi. Data tersebut digunakan untuk membuat titik control atau *Ground Control Point (GCP)*. GCP tersebut digunakan untuk pembuatan *training area*.

Pra-pengolahan Data

Pada tahap pra-pengolahan data terdapat beberapa proses, yaitu meliputi

atmospheric correction untuk menghilangkan kesalahan pada data citra yang disebabkan oleh faktor atmosfer menggunakan metode *Dark Object Subtraction* (DOS) yang disediakan oleh *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP) pada perangkat lunak QGIS 3.10.2. Berikut adalah formula DOS (Cui, *et al.*, 2014; Firmansyah, *et al.*, 2019).

$$R\lambda = \pi \times D^2 \times (L\lambda_{sat} - L\lambda_p) / (E_{sun}\lambda \times \cos(\theta_z)) \dots (6)$$

Keterangan:

- $R\lambda$ = *surface reflectance*
- D = *the distance between earth and sun*
- $L\lambda_{sat}$ = *radian spectral value on the sensor*
- $L\lambda_p$ = *radian path*
- $E_{sun}\lambda$ = *radian spectral value from the sun*
- θ_z = *angle of the sun*

Kemudian *composite band* dilakukan supaya didapatkan *digital number* yang dapat membedakan objek pada tutupan lahan. Kombinasi band yang digunakan, yaitu band 2 (*blue*), band 3 (*green*), band 4 (*red*), dan band 8 (NIR) (European Space Agency, 2012). Menurut Zhang, *et al.*, (2019) penggunaan *band* tertentu akan memberikan nilai akurasi yang lebih tinggi daripada menggunakan 13 band Sentinel-2.

Proses berikutnya adalah *mosaic* yang bertujuan untuk menyatukan beberapa *scene* citra satelit yang terbagi ke dalam beberapa *scene* agar menjadi satu *scene* utuh yang mencakup seluruh daerah kajian, yaitu Kabupaten Jember. Proses terakhir adalah *clipping* yang merupakan proses pemotongan citra sesuai dengan area penelitian, yaitu wilayah Kabupaten Jember.

Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data menggunakan perangkat lunak Multispec 2019.12.20. Proses pengolahan data meliputi:

- a. Penentuan *training area*. Pada tahap ini peneliti perlu mengidentifikasi dan

menentukan *training area* yang cukup mewakili dan mengembangkan deskripsi numerik atribut spektral setiap jenis peruntukan lahan (*land cover*) yang diklasifikasikan. *Training area* dibuat sesuai enam kelas tutupan lahan yang telah ditentukan. Total *training area* yang diambil adalah 464 titik.

Tabel 2. Jumlah titik *training area*

Kelas	Training area
Hutan/Kebun	126
Badan Air	12
Pemukiman	112
Tegalan	60
Lahan Kering/Lahan Kosong	19
Sawah irigasi	135
Total	464

- b. Klasifikasi dengan algoritma MLC
- c. Uji akurasi dengan *confusion matrix* kemudian dihitung akurasi *Kappa* dan akurasi *Overall*.

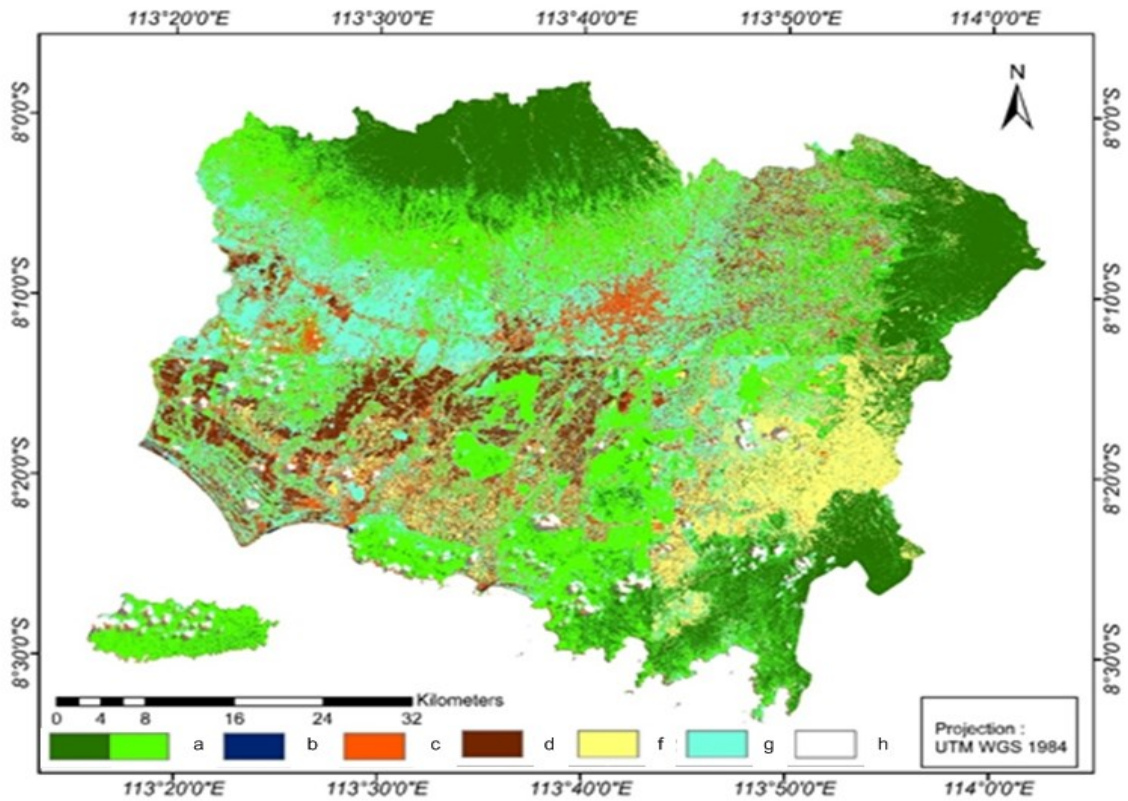
Analisis Hasil

Perbandingan hasil uji akurasi yang telah diperoleh dilakukan untuk mengetahui hasil klasifikasi pada bulan apa yang lebih baik untuk menginterpretasi luas sawah irigasi dan sawah non irigasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi Bulan Juni

Gambar 2 menunjukkan peta hasil klasifikasi tutupan lahan algoritma *maximum likelihood* pada bulan Juni. Berdasarkan dari peta yang diperoleh, dapat diketahui luasan dari setiap kelas tutupan lahan. Luasan setiap kelas tutupan disajikan pada Tabel 3. Untuk mengetahui akurasi peta hasil klasifikasi dengan dihitung menggunakan matriks kesalahan. Pada Tabel 4 ditampilkan hasil perhitungan uji akurasi bulan Juni.



Gambar 3. Peta klasifikasi tutupan lahan bulan Juni (a. Hutan/Kebun; b. Badan air; c. Pemukiman; d. Tegalan/sawah tadah hujan; e. Lahan kering/lahan kosong; f. Sawah irigasi; g. Tutupan awan)

Tabel 3. Hasil perhitungan luas tutupan lahan bulan Juni 2019

Kelas	Luasan (km ²)	Persentase (%)
Hutan/Kebun	1.177,50	35,76
Badan Air	17,15	0,52
Pemukiman	398,28	12,09
Tegalan/Sawah Non-Irigasi	551,62	16,75
Lahan Kering/ Lahan Kosong	88,59	2,69
Sawah Irigasi	1.000,22	30,37
Tutupan Awan	59,64	1,81
Jumlah	3.293	100

Tabel 4. Matriks kesalahan hasil klasifikasi bulan Juni 2019

Kelas	Kelas tutupan lahan							Total
	a	b	c	d	e	f	g	
a	1871	0	1	128	0	56	0	2056
b	0	24	0	0	0	0	0	24
c	0	1	210	2	12	4	1	230
d	2	0	2	83	0	10	0	97
e	0	0	12	0	100	3	0	115
f	17	0	4	28	5	411	1	466
g	0	0	0	0	0	0	1321	1321
Total	1890	25	229	241	117	484	1323	4309

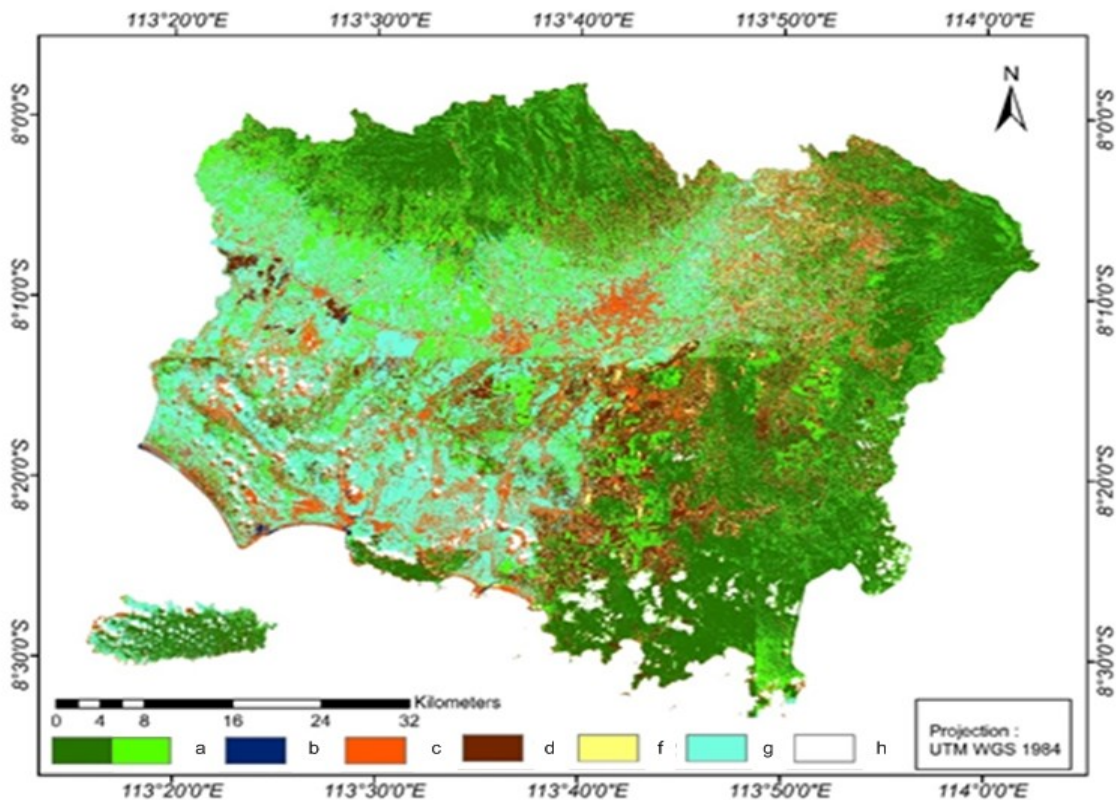
Keterangan : a. Hutan/Kebun; b. Badan air; c. Pemukiman; d. Tegalan/sawah non-irigasi; e. Lahan kering/lahan kosong; f. Sawah irigasi; g. Tutupan awan; Overall Accuracy: 93,3%; Kappa Accuracy: 0,90.

Penentuan jumlah titik untuk melakukan perhitungan kesalahan pada matriks adalah berdasarkan perbandingan luasan masing-masing klasifikasi. Tingkat akurasi tertinggi terdapat pada kelas badan air. Dari total 25 piksel badan air sebanyak 24 terklasifikasi secara benar dan satu piksel terklasifikasikan sebagai pemukiman. Pada kelas sawah dari total 484 piksel, sebanyak 56 piksel sawah terklasifikasikan sebagai hutan, 4 piksel terklasifikasikan sebagai pemukiman, 10 piksel terklasifikasikan sebagai tegalan, 3 piksel terklasifikasikan sebagai lahan kering/lahan kosong, dan 411 piksel terklasifikasikan benar sebagai sawah. Kesalahan klasifikasi tersebut dapat terjadi karena nilai *digital number* pada piksel dari masing-masing peruntukan lahan tersebut yang merupakan hasil interpretasi dari nilai spektral memilih nilai yang hampir sama.

Menurut Sampurno & Thoriq (2016), Uji akurasi yang dianjurkan, yaitu menggunakan Kappa karena memperhitungkan seluruh bagian dalam matriks kesalahan sedangkan Overall hanya memperhitungkan piksel yang terklasifikasi secara benar. Mengacu pada LAPAN bahwa syarat untuk nilai akurasi yang diterapkan diatas 75% (LAPAN, 2015) dan menurut USGS (*United States Geological Survey*) bahwa syarat untuk nilai akurasi yang diterapkan diatas 85%. Karena hasil nilai akurasi pada algoritma *maximum likelihood* bulan Juni lebih dari ketentuan LAPAN dan USGS, dapat dikatakan bahwa hasil penelitian citra bulan Juni ini dapat diterima.

Klasifikasi Bulan Oktober

Gambar 4 adalah peta hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan algoritma *maximum likelihood* pada bulan Oktober.



Gambar 4. Peta klasifikasi tutupan lahan bulan Oktober (a. Hutan/Kebun; b. Badan air; c. Pemukiman; d. Tegalan/sawah non-irigasi; e. Lahan kering/lahan kosong; f. Sawah irigasi; g. Tutupan awan)

Berdasarkan dari peta yang diperoleh, dapat diketahui luasan dari setiap kelas

tutupan lahan. Luasan setiap kelas tutupan disajikan pada Tabel 5. Untuk mengetahui

akurasi peta hasil klasifikasi dengan dihitung menggunakan matriks kesalahan.

Pada Tabel 6 ditampilkan hasil perhitungan uji akurasi bulan Oktober.

Tabel 5. Hasil perhitungan luas tutupan lahan bulan Oktober 2019

Kelas	Luasan (km ²)	Persentase (%)
Hutan/Kebun	1.276,87	38,78
Badan Air	3,58	0,11
Pemukiman	421,58	12,80
Tegalan/Sawah Non-Irigasi	261,89	7,95
Lahan Kering/ Lahan Kosong	156,51	4,75
Sawah Irigasi	1.134,54	34,45
Tutupan Awan	38,03	1,15
Jumlah	3.293	100

Tabel 6. Matriks kesalahan hasil klasifikasi bulan Oktober 2019

Kelas	Kelas tutupan lahan							Total
	a	b	c	d	e	f	g	
a	14890	22	1	0	0	492	0	15405
b	0	1025	3	10	1	0	0	1039
c	0	0	1283	432	93	21	1	1830
d	0	0	363	3450	181	21	0	4015
e	0	0	97	59	3140	4	6	3306
f	152	0	3	0	0	3274	0	3429
g	0	0	0	0	0	0	374	374
Total	15042	1047	1750	3951	3415	3812	381	29398

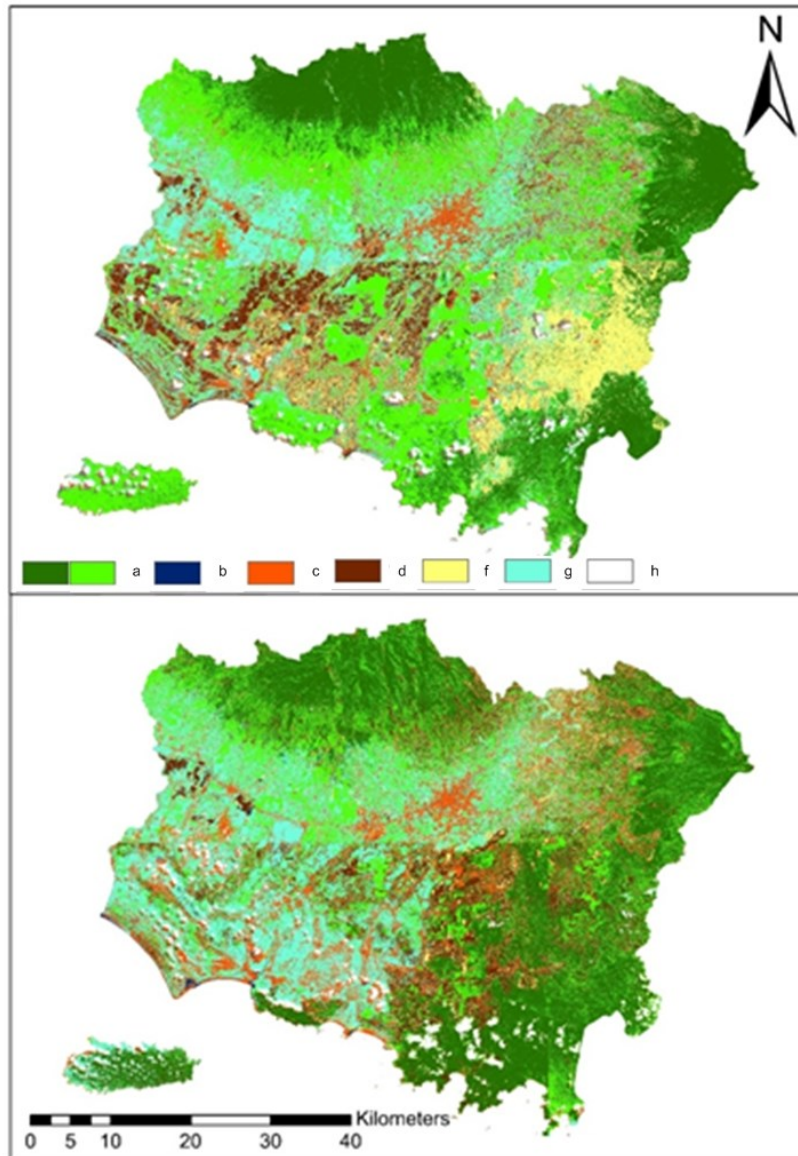
Keterangan : a. Hutan/Kebun; b. Badan air; c. Pemukiman; d. Tegalan/sawah non-irigasi; e. Lahan kering/lahan kosong; f. Sawah irigasi; g. Tutupan awan; Overall Accuracy: 94,27%; Kappa Accuracy: 0,90.

Penentuan jumlah titik untuk melakukan perhitungan kesalahan pada matriks adalah berdasar perbandingan luasan masing-masing klasifikasi. Pada klasifikasi bulan Oktober untuk kelas sawah mempunyai total piksel sebanyak 1844, dengan 246 piksel sawah terklasifikasi pada kelas hutan, 3 piksel terklasifikasi sebagai kelas pemukiman, 17 piksel terklasifikasi dalam kelas tegalan, 3 piksel terklasifikasi dalam kelas lahan kering/lahan kosong, dan 1575 piksel terklasifikasikan secara benar dalam kelas sawah. Kesalahan klasifikasi kelas sawah sebanyak 246 piksel masuk ke dalam kelas hutan karena *training area* antara kelas sawah dan hutan memiliki *digital number* pada piksel dari masing-masing peruntukan lahan tersebut yang

merupakan hasil interpretasi dari nilai spektral dengan nilai yang saling *overlap*. Mengacu pada LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional) dan USGS (*United States Geological Survey*) bahwa syarat untuk nilai akurasi yang diterapkan diatas 75% dan 85%. Untuk uji akurasi yang digunakan mengacu pada uji akurasi Kappa yang sebesar 90,55%, sehingga hasil klasifikasi menggunakan metode *maximum likelihood* pada bulan Oktober dapat diterima.

Perbandingan Hasil Klasifikasi

Pada Gambar 5 ditunjukkan peta perbandingan hasil klasifikasi bulan Juni dan Oktober.



Gambar 5. Peta Perbandingan Hasil Klasifikasi

Tabel 7. Perbandingan hasil klasifikasi bulan Juni dan Oktober 2019

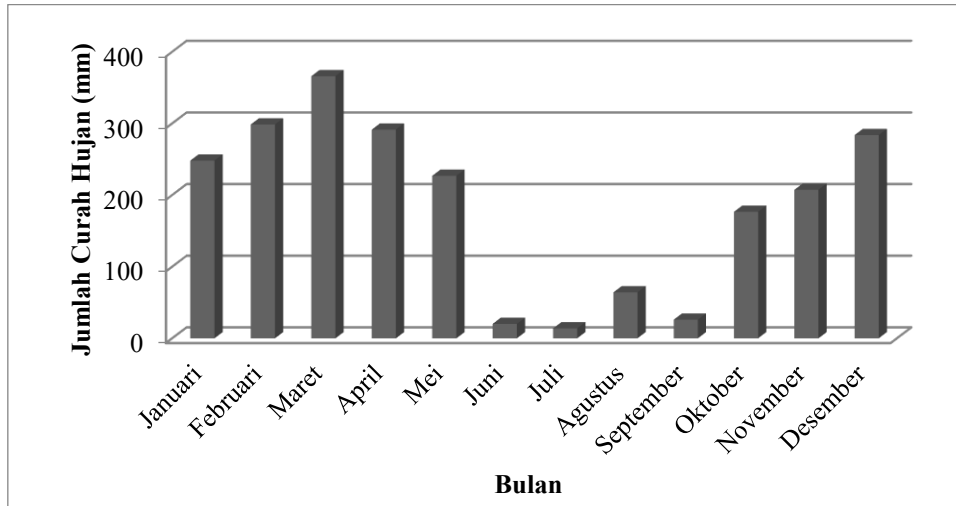
Kelas Tutupan	Juni		Oktober	
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
Hutan	1.177,50	35,76	1.276,87	38,78
Badan Air	17,15	0,52	3,58	0,11
Pemukiman	398,28	12,09	421,58	12,80
Tegalan/ Sawah non-Irigasi	551,62	16,75	261,89	7,95
Lahan Kering	88,59	2,69	156,51	4,75
Sawah Irigasi	1.000,22	30,37	1.134,54	34,45
Awan	59,64	1,81	38,03	1,15
Total	3.293	100	3.293	100

Tabel 7 menunjukkan perbandingan hasil klasifikasi pada bulan Juni dan Oktober. Pada kelas Hutan pada bulan juni

memiliki luas 1.177,50 km² (35,75%) dan pada bulan Oktober 1.276,86 km² (38,77%), hal ini sesuai karena pada bulan Oktober

sudah memasuki musim penghujan. Hasil klasifikasi bulan Juni dan Oktober mempunyai nilai luasan pemukiman yang mendekati, yaitu 398,28 km² (12,09%) dan 421,57 km² (12,80%). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan pemukiman di Kabupaten Jember pada bulan Juni ke bulan

Oktober tidak terlalu signifikan. Untuk kelas sawah terdapat kenaikan luas antara bulan Juni dan bulan Oktober. Kenaikan tersebut disebabkan karena pada bulan Oktober memasuki musim penghujan, sehingga luasan jumlah sawah bertambah.



Gambar 6. Data curah hujan Kabupaten Jember tahun 2020

Pada kelas lahan kering/lahan kosong dan tegalan didapatkan nilai yang tidak sesuai dengan musim. Didapatkan nilai 88,59 km² dan 551,61 km² untuk bulan Juni, dan 156,51 km² dan 261,89 km² pada bulan Oktober. Hal ini disebabkan karena kesalahan klasifikasi dikarenakan nilai piksel *training area* untuk kelas tegalan dan lahan kering/lahan kosong yang hampir sama. Sesuai dengan pernyataan (Kushardono, 2017), metode *maximum likelihood* dapat memberikan hasil klasifikasi yang tidak sesuai ke suatu kelas penutup lahan lainnya. Misal dalam klasifikasi terdapat kelas hutan yang diambil dalam *training data*, piksel hutan memang tidak akan salah menjadi kelas hutan, tetapi

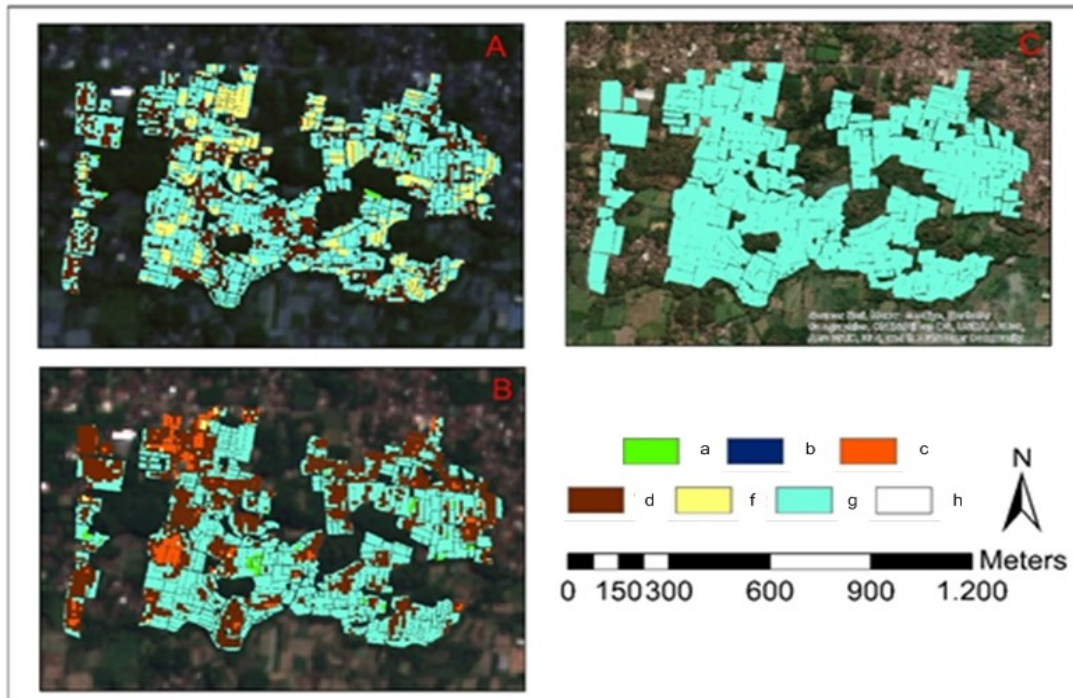
karena kemiripan ke kelas hutan lebih besar dibanding ke kelas lain, ada kemungkinan piksel bukan kelas hutan akan menjadi kelas hutan.

Perbandingan Luas Sawah Hasil Klasifikasi dengan Digitasi Lapang

Hasil klasifikasi dengan menggunakan metode *maximum likelihood* dikalibrasi dengan hasil digitasi lapang untuk menentukan sebaik apa hasil klasifikasi. Pada Tabel 8 disajikan data kalibrasi antara hasil klasifikasi dengan digitasi lapang pada Kecamatan Sukowono.

Tabel 8. Kalibrasi hasil klasifikasi dengan digitasi lapang tahun 2019

Jenis Tutupan Lahan	Sawah Irigasi (ha)
Data Digitasi Lapang	43,42
Data Hasil Klasifikasi Juni	17,99
Data Hasil Klasifikasi Oktober	32,74



Gambar 7. Kalibrasi hasil klasifikasi dengan digitasi lapang daerah irigasi Salmon (A. Bulan Juni; B. Bulan Oktober; C. Digitasi Manual)

Berdasarkan hasil kedua klasifikasi kemudian dibandingkan dengan data digitasi lapang didapatkan hasil perbandingan antara luas sawah hasil klasifikasi dan luas sawah menurut digitasi lapang. Terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara hasil klasifikasi dengan data digitasi lapang disebabkan banyaknya piksel kelas sawah yang memiliki *digital number* pada pikselnya yang mirip dikategorikan sebagai piksel lain, sehingga luasan sawah hasil klasifikasi memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan data digitasi lapang.

Berdasarkan Tabel 8 dapat diketahui bahwa hasil klasifikasi bulan Oktober lebih mendekati data digitasi lapang, dikarenakan warna citra dari bulan oktober lebih kehijauan dikarenakan merupakan musim penghujan. Perbedaan luasan sawah antara hasil klasifikasi dan digitasi lapang masih terdapat perbedaan yang cukup signifikan. Dapat dikatakan bahwa citra Sentinel-2 belum dapat membedakan antara sawah irigasi dengan sawah tadah hujan. Hasil ini dikarenakan sawah irigasi dan sawah tadah hujan memiliki karakteristik yang hampir sama, sehingga nilai spektralnya hampir sama (Saini & Ghosh, 2019). Nilai yang

dihasilkan juga hampir sama bahkan tumpang tindih dan menyebabkan beberapa informasi tidak dapat diinterpretasikan secara akurat (Huang, *et al.*, 2017).

Menurut Arnanto (2013), kawasan vegetasi yang heterogen mempersulit analisis citra, sehingga akurasi hasil klasifikasi menjadi rendah. Selain itu, citra yang digunakan masih banyak tertutup awan, sehingga daerah yang tertutup awan menghasilkan kelas yang berbeda dengan keadaan sebenarnya (Yang, *et al.*, 2019), karena produk *cloud mask* belum dapat diandalkan (Zhang, *et al.*, 2018) dan permukaan bumi hanya dapat diamati dengan jelas dalam kondisi bebas awan (Filgueiras, *et al.*, 2019; Preidl, *et al.*, 2020).

KESIMPULAN

Hasil olahan citra Sentinel-2 menggunakan metode klasifikasi MLC mendapatkan enam kelas, yaitu hutan/kebun, badan air, pemukiman, tegalan, lahan kering/lahan kosong, dan sawah. Metode MLC dapat memberikan hasil klasifikasi yang tidak sesuai ke suatu

kelas penutup lahan lainnya karena kemiripan *spectral value* pada *training area* antara dua kelas. Akurasi yang didapat pada bulan Juni untuk *Overall Accuracy* adalah 93,3%, dan untuk *Kappa Accuracy* 0,90. Akurasi yang didapat pada bulan Oktober untuk *Overall Accuracy* adalah 94,27%, dan untuk *Kappa Accuracy* 0,90.

DAFTAR REFERENSI

- Arnanto, A. (2013). Pemanfaatan Transformasi Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Citra Landsat TM Untuk Zonasi Vegetasi Di Lereng Merapi Bagian Selatan. *Geomedia: Majalah Ilmiah Dan Informasi Kegeografian*, 11(2), 155–170.
<https://doi.org/10.21831/gm.v11i2.3448>.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember. (2020). *Kabupaten Jember dalam Angka*. BPS Kabupaten Jember.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. (2020). *Provinsi Jawa Timur dalam Angka*. BPS Provinsi Jawa Timur.
- Crisóstomo de Castro Filho, H., Abílio de Carvalho Júnior, O., Ferreira de Carvalho, O. L., Pozzobon de Bem, P., dos Santos de Moura, R., Olinio de Albuquerque, A., Rosa Silva, C., Guimarães Ferreira, P. H., Fontes Guimarães, R., & Trancoso Gomes, R. A. (2020). Rice Crop Detection Using LSTM, Bi-LSTM, and Machine Learning Models from Sentinel-1 Time Series. *Remote Sensing*, 12(16), 2655.
- Cui, L., Li, G., Ren, H., He, L., Liao, H., Ouyang, N., & Zhang, Y. (2014). Assessment of atmospheric correction methods for historical Landsat TM images in the coastal zone: A case study in Jiangsu, China. *European Journal of Remote Sensing*, 47(1), 701–716.
<https://doi.org/10.5721/EuJRS20144740>.
- European Space Agency. (2012). *ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services*.
- European Space Agency. (2015). *Sentinel-2 User Handbook, Issue 1 Revision 2. 1*, 1–64.
- Fang, H. (1998). Rice crop area estimation of an administrative division in China using remote sensing data. *International Journal of Remote Sensing*, 19(17), 3411–3419.
- Filgueiras, R., Mantovani, E. C., Althoff, D., Fernandes Filho, E. I., & Cunha, F. F. da. (2019). Crop NDVI monitoring based on sentinel 1. *Remote Sensing*, 11(12), 1441.
- Firmansyah, S., Gaol, J., & Susilo, S. B. (2019). *Perbandingan Klasifikasi SVM dan Decision Tree untuk Pemetaan Mangrove Berbasis Objek Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2B di Gili Sulat, Lombok Timur*. 9(3), 746–757.
- Hamdir, A. N. R. W., & Herumurti, S. (2018). Studi Perbandingan Klasifikasi Multispektral Maximum Likelihood dan Support Vector Machine untuk Pemetaan Penutup Lahan. *Jurnal Bumi Indonesia*, 3(4), 1–7. [file:///D:/Skripsi/bahan proposal/hamdir.pdf](file:///D:/Skripsi/bahan%20proposal/hamdir.pdf).
- Huang, S., Ming, B., Huang, Q., Leng, G., & Hou, B. (2017). A case study on a combination NDVI forecasting model based on the entropy weight method. *Water Resources Management*, 31(11), 3667–3681.
- Indarto. (2017a). *Penginderaan Jauh Metode Analisis dan Interpretasi Citra Satelit*. Andi Offset.

- Indarto. (2017b). *Pengindraan Jauh Metode Analisis dan Interpretasi Citra satelit*. ANDI.
- Kurosu, T., Fujita, M., & Chiba, K. (1997). The identification of rice fields using multi-temporal ERS-1 C band SAR data. *International Journal of Remote Sensing*, 18(14), 2953–2965.
- Kushardono, D. (2017). *Klasifikasi Digital Pada Pengindraan Jauh*. IPB Press.
- Laborte, A. G., Gutierrez, M. A., Balanza, J. G., Saito, K., Zwart, S. J., Boschetti, M., Murty, M. V. R., Villano, L., Aunario, J. K., & Reinke, R. (2017). RiceAtlas, a spatial database of global rice calendars and production. *Scientific Data*, 4, 170074.
- LAPAN. (2015). *Pedoman pengolahan Data Satelit Multispektral Secara Digital Supervised untuk Klasifikasi*. Pusat Pemanfaatan Pengindraan Jauh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.
- Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional. (2014). *Penyusunan pedoman pengolahan digital klasifikasi penutup lahan menggunakan pengindraan jauh*. Pusat Pemanfaatan Pengindraan Jauh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.
- Liew, S. C., Kam, S.-P., Tuong, T.-P., Chen, P., Minh, V. Q., & Lim, H. (1998). Application of multitemporal ERS-2 synthetic aperture radar in delineating rice cropping systems in the Mekong River Delta, Vietnam. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 36(5), 1412–1420.
- McCloy, K. R., Smith, F. R., & Robinson, M. R. (1987). Monitoring rice areas using Landsat MSS data. *International Journal of Remote Sensing*, 8(5), 741–749.
- Muhammad, A. M., Rombang, J. A., & Saroinsong, F. B. (2016). Tutupan lahan di KPHP Poigar terus menerus mengalami perubahan . Pemetaan dan identifikasi jenis tutupan lahan dengan metode Maximum Likelihood lebih akurat dari metode. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 7(2).
- Navin, M. S., & Agilandeewari, L. (2019). Land use land cover change detection using k-means clustering and maximum likelihood classification method in the javadi hills, Tamil Nadu, India. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*.
- Okamoto, K. (1999). Estimation of rice-planted area in the tropical zone using a combination of optical and microwave satellite sensor data. *International Journal of Remote Sensing*, 20(5), 1045–1048.
- Panigrahy, S., Chakraborty, M., Sharma, S. A., Kundu, N., Ghose, S. C., & Pal, M. (1997). Early estimation of rice area using temporal ERS-1 synthetic aperture radar data a case study for the Howrah and Hughly districts of West Bengal, India. *International Journal of Remote Sensing*, 18(8), 1827–1833.
- Preidl, S., Lange, M., & Doktor, D. (2020). Introducing APiC for regionalised land cover mapping on the national scale using Sentinel-2A imagery. *Remote Sensing of Environment*, 240, 111673.
- Rimal, B., Rijal, S., & Kunwar, R. (2020). Comparing support vector machines and maximum likelihood classifiers for mapping of urbanization. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 48(1), 71–79.

- Saini, R., & Ghosh, S. K. (2019). Crop classification in a heterogeneous agricultural environment using ensemble classifiers and single-date Sentinel-2A imagery. *Geocarto International*, 1–19.
- Sampurno, R. M., & Thoriq, A. (2016). Klasifikasi tutupan lahan menggunakan citra landsat 8 operational land imager (oli) di kabupaten sumedang. *Jurnal Teknotan*, 10(2), 61–70.
- Singha, M., Dong, J., Sarmah, S., You, N., Zhou, Y., Zhang, G., Doughty, R., & Xiao, X. (2020). Identifying floods and flood-affected paddy rice fields in Bangladesh based on Sentinel-1 imagery and Google Earth Engine. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 166, 278–293.
- Singha, M., Dong, J., Zhang, G., & Xiao, X. (2019). High resolution paddy rice maps in cloud-prone Bangladesh and Northeast India using Sentinel-1 data. *Scientific Data*, 6(1), 1–10.
- Turner, M. D., & Congalton, R. G. (1998). Classification of multi-temporal SPOT-XS satellite data for mapping rice fields on a West African floodplain. *International Journal of Remote Sensing*, 19(1), 21–41.
- Wulansari, H. (2017). Uji Akurasi Klasifikasi Penggunaan Lahan dengan Menggunakan Metode Defuzzifikasi Maximum Likelihood Berbasis Citra Alos Avnir-2. *BHUMI: Jurnal Agraria Dan Pertanahan*, 3(1), 98–110.
- Yang, Y., Luo, J., Huang, Q., Wu, W., & Sun, Y. (2019). Weighted double-logistic function fitting method for reconstructing the high-quality sentinel-2 NDVI time series data set. *Remote Sensing*, 11(20), 2342.
- Zhang, H. K., Roy, D. P., Yan, L., Li, Z., Huang, H., Vermote, E., Skakun, S., & Roger, J.-C. (2018). Characterization of Sentinel-2A and Landsat-8 top of atmosphere, surface, and nadir BRDF adjusted reflectance and NDVI differences. *Remote Sensing of Environment*, 215, 482–494.
- Zhang, T.-X., Su, J.-Y., Liu, C.-J., & Chen, W.-H. (2019). Potential bands of sentinel-2A satellite for classification problems in precision agriculture. *International Journal of Automation and Computing*, 16(1), 16–26.