

Aplikasi Citra Drone untuk Klasifikasi Vegetasi di Cagar Alam Curah Manis Sempolan 1 Menggunakan Metode Manual, *Object Base Image Analysis* (OBIA), dan *K-Means*

Drone Images Application for Vegetation Classification in Sempolan 1 Curah Manis Natural Reserve Using Manual Methods, Object Base Images Analysis (OBIA), and K-Means

Rufiani Nadzirah*, Yoga Rezky Saputra, Indarto

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember
Jl. Kalimantan 37 Bumi Kampus Tegal Boto, Jember, Jawa Timur, Indonesia 68121

*Korespondensi Penulis: rufianinadzirah@unej.ac.id

Tanggal submit: 5 Januari 2022, Tanggal review: 29 Agustus 2022, Tanggal diterima: 25 Desember 2022

ABSTRACT

Nowadays, vegetation classification can be used to find out the latest information about the characteristics and distribution of vegetation in an area. However, a conservative process to differentiate vegetation was ineffective. Some of those limitations are poor accessibility that does work less safety, time-consuming, and needs a lot of human resources. On the other hand, remote sensing offers solutions that cannot be done by the simple method, such as how to take the data, time-consuming are less, and human resource needs are less as well. The purpose of this study was to classify, measured the area of each vegetation, and compared the effectiveness of the unsupervised used K-Means algorithm and supervised used Object Base Image Analysis algorithm methods vegetation classification. For accuracy calculation with confusion matrix, the classification results of the two methods were compared with the manual digitization method. Data was taken using drones in the area of the Curah Manis Sempolan Nature Reserve 1. Classification of vegetation consists of 5 vegetation types, which was apak, bush, pine, bendo, and dadap. The total area of the study area was 1.633 ha, and area vegetation of each classification was apak 0.224 ha; bush 0.748 ha; pine 0.394 ha; bendo 0.222 ha; and dadap 0.045 ha. The results of the calculation of accuracy showed that the unsupervised method had a value for overall accuracy of 80% and kappa accuracy of 73.58%. Then, in the supervised for overall accuracy is 68% and kappa accuracy of 58.72%.

Keywords: *classification, drone, remote sensing, satellite*

PENDAHULUAN

Cagar Alam Curah Manis Sempolan I adalah salah satu cagar alam yang berada di Kabupaten Jember, Jawa Timur. Wilayah ini merupakan salah satu dari total delapan wilayah cagar alam Curah Manis Sempolan dengan total luas wilayah 17,33 ha (Balai Besar Konservasi Sumber

Daya Alam Jawa Timur, 2015). Keberadaan vegetasi di cagar alam ini memiliki peran penting untuk menjaga keseimbangan keanekaragaman hayati. Oleh karena itu, klasifikasi vegetasi perlu diaplikasikan di wilayah ini untuk mengetahui jenis dan persebaran tumbuhan di wilayah tersebut (Kurniawati

et al., 2019). Akan tetapi pengambilan data untuk pembuatan data klasifikasi tumbuhan sangatlah riskan jika dilakukan secara langsung karena risiko mengganggu spesies dan habitatnya, sulitnya akses ke lokasi karena topografi yang terjal, dan area yang terlalu luas. Hal ini menjadi salah satu penyebab sulitnya memperoleh data dengan sampel yang besar secara berulang (Dronova, 2015).

Keterbatasan dalam pengambilan data menjadikan penginderaan jauh sebagai metode alternatif yang menawarkan beberapa kelebihan. Metode ini bisa menggunakan satelit, pesawat udara, atau yang sering digunakan saat ini adalah *Unmanned Aerial Vehicles (UAV)* (Adam *et al.*, 2010; Indarto, 2014; Putra *et al.*, 2019). Algoritma yang banyak digunakan adalah klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dan klasifikasi tak terbimbing (*unsupervised classification*) (Indarto, 2017; Lillesand *et al.*, 2015).

Salah satu algoritma klasifikasi terbimbing yang banyak digunakan adalah *Object Based Images Analysis (OBIA)*. Secara umum proses klasifikasi dengan metode OBIA melalui tahapan segmentasi citra. Segmentasi citra dilakukan melalui proses pengelompokan piksel-piksel berdekatan ke dalam area atau segmen berdasarkan kemiripan kriteria seperti *digital number* atau tekstur. Segmentasi citra akan menghasilkan objek, yaitu kelompok piksel yang selanjutnya menjadi unit analisis klasifikasi (Maksum *et al.*, 2016). Pada penelitian terdahulu, Alimudi *et al.* (2017) mendeteksi perubahan luas area mangrove menggunakan citra *Landsat* dengan metode OBIA dan mendapat nilai akurasi 85-88%. Tingginya nilai akurasi

mengindikasikan bahwa teknik klasifikasi dengan metode OBIA sangat baik untuk dijadikan alternatif dalam memetakan mangrove. Wicaksono & Farda (2016) melakukan pemetaan *family* mangrove berbasis objek (OBIA) dengan data citra *WorldView-2* menggunakan *rule class* dan *nearest neighbor*. Nilai akurasi yang didapat pada penelitian ini di bawah standar karena vegetasi mangrove pada lahan memiliki pertumbuhan yang berbeda pada setiap jenis familinya.

Pada metode tidak terbimbing, algoritma yang banyak digunakan adalah *K-Means*. *K-Means* adalah salah satu metode data *clustering* non hierarki yang mempartisi data ke dalam bentuk satu atau lebih *cluster* atau kelompok. Data yang memiliki karakteristik yang sama dikelompokkan dalam satu *cluster* yang sama dan data yang memiliki karakteristik berbeda dikelompokkan ke dalam kelompok lain. Pada algoritma ini akan ditentukan terlebih dahulu jumlah *cluster* untuk kategori data (Yang & Sinaga, 2019). Menurut Ediyanto *et al.* (2013), algoritma *K-Means* cukup efektif diterapkan dalam proses pengklasifikasian karakteristik objek dan tidak terpengaruh terhadap urutan objek yang digunakan. Menurut Danoesoebroto (2010), karakteristik *K-Means* memiliki proses klasterisasi yang sangat cepat dan sangat sensitif pada pembangkitan *centroids* awal secara random. Tujuan dari penelitian ini adalah mengklasifikasikan vegetasi yang ada di Cagar Alam Curah Manis Sempolan 1 dan membandingkan luasan tiap jenis vegetasi, serta membandingkan efektifitas metode terbimbing (OBIA) dan tak terbimbing (*K-Means*) jika digunakan untuk mengklasifikasikan vegetasi.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April–Agustus 2018. Penelitian dilakukan pada Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam wilayah III Cagar Alam Curah Manis Sempolan 1 (**Gambar 1**). Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

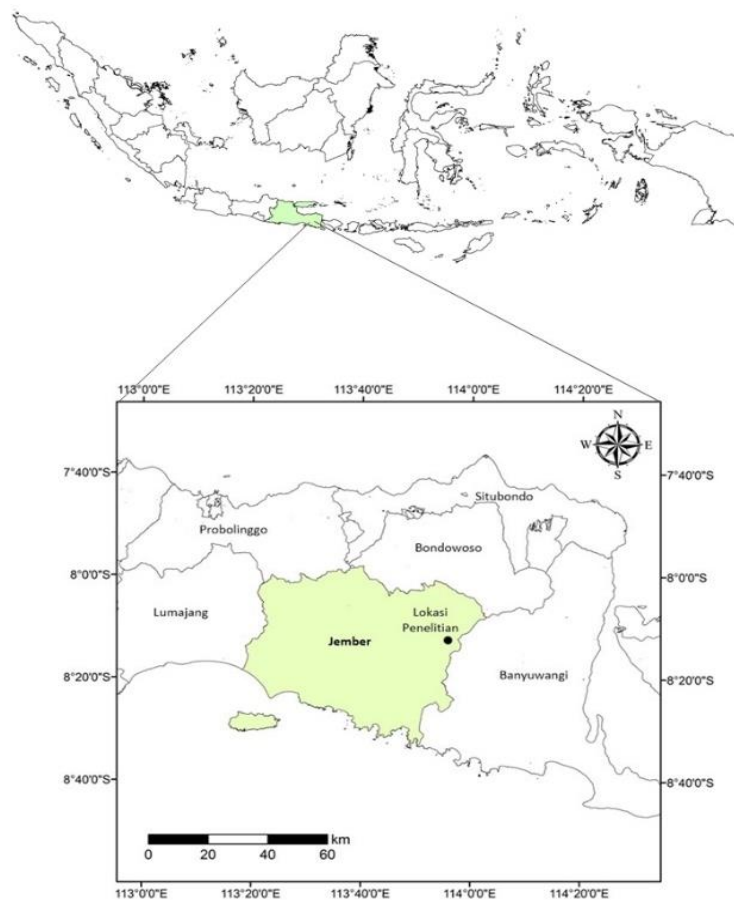
Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain *personal computer* untuk

mengolah data, *drone* untuk mengambil gambar, kamera untuk mengambil gambar, *software* QGIS 2.14.21 digunakan untuk digitasi proses *atmospheric correction* dan digitasi manual, *software* Agisoft 1.2.6 untuk *mosaicking* gambar, *Software* SNAP, *software* SAGA 6.2.0, dan *Microsoft office excel* 2010. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah foto *drone* yang diolah menggunakan *software* Agisoft.

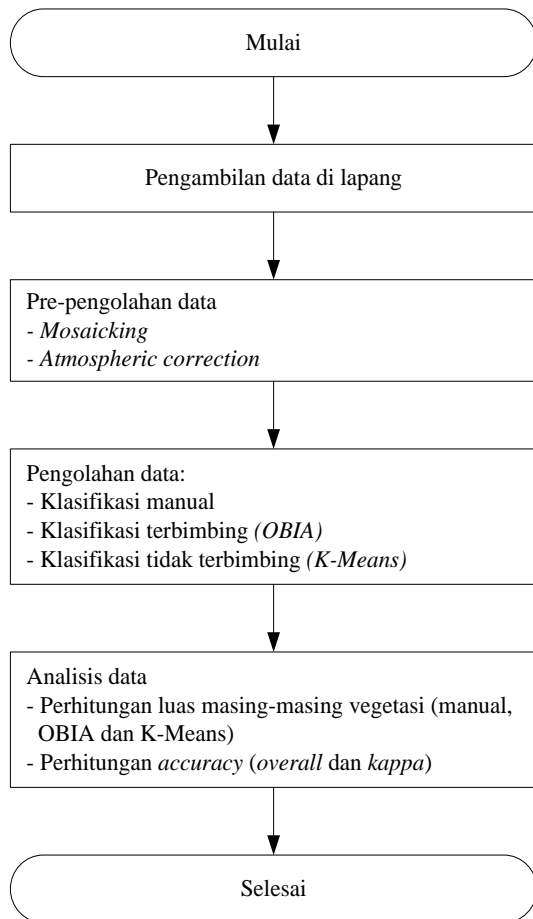
Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa proses. Proses tersebut dibagi dalam empat proses, yaitu pengambilan data, *pre-processing*, *processing*,



Gambar 1. Lokasi penelitian di Cagar Alam Curah Manis Sempolan 1

kemudian analisis. Proses tersebut dirangkum dalam diagram alir yang disajikan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Diagram alir analisis data

Inventarisasi Data

Inventarisasi data lapang terdiri dari survei lapang dan pengambilan data. Pengambilan gambar dilakukan menggunakan *drone* DJI Phantom 4. Kelebihan dari pengambilan data *images* menggunakan *drone* adalah (1) gambar bisa diambil kapan saja sesuai kebutuhan dan kondisi lapang (De Castro *et al.*, 2018); (2) resolusi spasial yang dihasilkan sangat tinggi (López-Granados *et al.*, 2016); (3) *overlaps* antar gambar yang bisa dengan mudah diatur memungkinkan gambar untuk diolah secara *orthomosaics* sehingga dapat menghasilkan *Digital*

Surface Models (DSMs) (Nex & Remondino, 2014). Dengan resolusi spasial yang baik, maka OBIA algoritma layak untuk digunakan sebagai analisis.

Survei Lapang

Survei lapang bertujuan untuk memperoleh data aktual. Kemudian dilakukan pengambilan data dengan citra *drone* di wilayah kerja Bidang Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Cagar Alam Curah Manis Sempolan 1.

Pengambilan Data

Pengambilan gambar pada wilayah studi dilakukan dengan menggunakan DJI Phantom 4. Ketinggian pengambilan gambar adalah 85,8 m. Luas area pengambilan gambar adalah 5,19 ha. Lama penerbangan *drone* 13 menit 41 detik. Jumlah gambar yang diambil adalah 203 gambar.

Input Data

Input data dilakukan dari inventarisasi data lapang ke dalam aplikasi *Agisoft*. 203 gambar di-*mosaicking* di *software* tersebut sehingga menjadi satu gambar. Setelah proses *mosaicking* dilakukan, kemudian gambar diproses dengan *atmospheric correction* untuk menghindari nilai bias yang dihasilkan dari efek atmosfer (Kristianingsih *et al.*, 2016).

Pengolahan Data

Digitasi Manual

Pengolahan ini dilakukan dengan cara mengklasifikasikan vegetasi pada *images* berdasarkan hasil survei (*ground check*) menggunakan aplikasi QGIS. Klasifikasi vegetasi dibagi menjadi 5 kelas

Tabel 1. Contoh tabel matriks kesalahan

Data Referensi	Diklasifikasi ke kelas							Jumlah
	1	2	3	4	5	6	7	
1	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X1+
2	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X2+
3	X31	X32	X33	X34	X35	X36	X37	X3+
4	X41	X42	X43	X44	X45	X46	X47	X4+
5	X51	X52	X53	X54	X55	X56	X57	X5+
6	X61	X62	X63	X64	X65	X66	X67	X6+
7	X71	X72	X73	X74	X75	X76	X77	X7+
Jumlah	X+1	X+2	X+3	X+4	X+5	X+6	X+7	N

Sumber: Jenness & Wynne, 2005

antara lain semak, pinus, dadap, apak, dan bendo.

Metode OBIA (*Supervised*)

Klasifikasi metode OBIA dilakukan dengan melakukan pengambilan sampel *training area* pada setiap kelas yaitu proses klasifikasi (Li *et al.*, 2016) dilakukan dengan aplikasi SAGA 6.2.0. Algoritma OBIA mempertimbangkan nilai dari beberapa fitur seperti *spectral*, posisi, dan hubungan hierarki antar analisis (Peña *et al.*, 2015).

Metode K-Means (*Unsupervised*)

K-Means merupakan teknik analisis data klasik, dimana *cluster* memiliki peran penting dalam menentukan target hasil klasifikasinya (Zhu *et al.*, 2019). *K-Means* layak untuk digunakan pada klasifikasi vegetasi karena algoritmanya dapat mengidentifikasi gambar daun (Tian *et al.*, 2019). Pengolahan dilakukan dengan cara menentukan terlebih dahulu berapa *cluster* (minimum dan maksimum) yang akan dibentuk. Dilanjutkan dengan menentukan titik tengah (*centroid*) secara *random*. Selanjutnya algoritma klasifikasi akan menentukan jarak antar piksel dan

memperkirakan pusat-pusat *cluster* sesuai dengan nilai piksel pada peta.

Metode Analisis

Dari kedua metode dilakukan analisis dengan cara membandingkan luas area dan uji akurasi menggunakan metode kontingensi atau *confusion matrix* dimana metode digitasi manual yang akan dijadikan sebagai acuan. Dari hasil analisis tersebut nantinya diambil kesimpulan apakah metode OBIA (*supervised*) dan metode *K-Means Clustering (unsupervised)* cocok untuk klasifikasi tutupan lahan pada Cagar Alam Curah Manis Sempolan 1. Cara membuat *confusion matrix* (matriks kontingensi) pada setiap bentuk tutupan lahan dari hasil interpretasi akan dijelaskan seperti pada **Tabel 1**.

Secara matematis akurasi di atas dapat dinyatakan persamaan 1 dan 2 sebagai berikut (Jenness & Wynne, 2005):

$$\text{Overall Accuracy} = \frac{\sum_i^n X_{ii}}{N} \times 100\%$$

$$\text{User Accuracy} = \sum_i^n \left(\frac{X_{in}}{N} \times \frac{X_{ni}}{N} \right)$$



Gambar 3. Mosaik citra hasil pengolahan aplikasi *Agisoft*

Menurut Jaya & Surati (2010), saat ini akurasi yang dianjurkan adalah akurasi *kappa*, karena *overall accuracy* secara umum masih *over estimate*. Akurasi *kappa* sering juga disebut dengan indeks *kappa*. Apabila hasil uji akurasi *kappa* diperoleh nilai (<85%) maka hasil tersebut tidak memenuhi syarat (*US Geological Survey*, 2015). Akurasi *Kappa* dapat dihitung dengan persamaan 2.3.

$$Kappa\ Accuracy = \frac{\sum_i^r X_{ii} - \sum_i^r X_{bi}X_{ki}}{N^2 - \sum_i^r X_{bi}X_{ki}} \times 100$$

Keterangan:

- N = banyaknya *pixel* dalam contoh
X_{ii} = nilai diagonal dari matriks kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i
X_{in} = jumlah *pixel* dalam kolom ke-i
X_{ni} = jumlah *pixel* dalam baris ke-i
(Jaya, 2010)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Segmentasi Vegetasi Tutupan Lahan di Wilayah BKSDA Cagar Alam Curah Manis Sempolan 1

Proses segmentasi vegetasi pada penelitian ini dihasilkan berdasarkan survei yang dilakukan di lapang. Survei

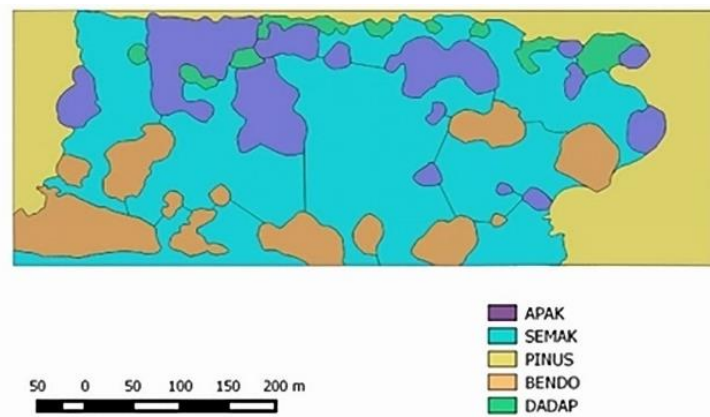
tersebut kemudian dicocokkan dengan ketampakan *pixel* pada peta yang dihasilkan dari pengolahan menggunakan aplikasi *Agisoft*. Mosaik hasil dari pengolahan aplikasi *Agisoft* tersaji pada **Gambar 3**.

Klasifikasi Vegetasi Tutupan Lahan Wilayah BKSDA Cagar Alam Curah Manis Sempolan 1

Proses klasifikasi dilakukan setelah diperoleh jumlah segmentasi dan cocok dengan titik kesesuaian pada lokasi penelitian. Klasifikasi pertama dilakukan dengan menggunakan metode digitasi manual, kemudian dilanjutkan dengan metode terbimbing (OBIA) dan yang terakhir dengan menggunakan metode tidak terbimbing (*K-Means*).

Klasifikasi Vegetasi dan Sebaran Tumbuhan Menggunakan Digitasi Manual

Berdasarkan klasifikasi yang dilakukan, untuk metode ini menghasilkan peta yang sangat baik sehingga batas antar *cluster* terlihat dengan jelas dan memudahkan dalam membedakan letak persebaran vegetasi. Perbedaan warna juga terlihat sangat jelas karena bisa diubah sesuai dengan yang diinginkan. Hasil



Gambar 4. Peta klasifikasi tumbuhan metode digitasi manual

interpretasi pada metode digitasi manual yang dikelompokkan dalam lima (5) jenis klasifikasi vegetasi dan dihasilkan peta sebaran tumbuhan seperti ditunjukkan pada **Gambar 4**.

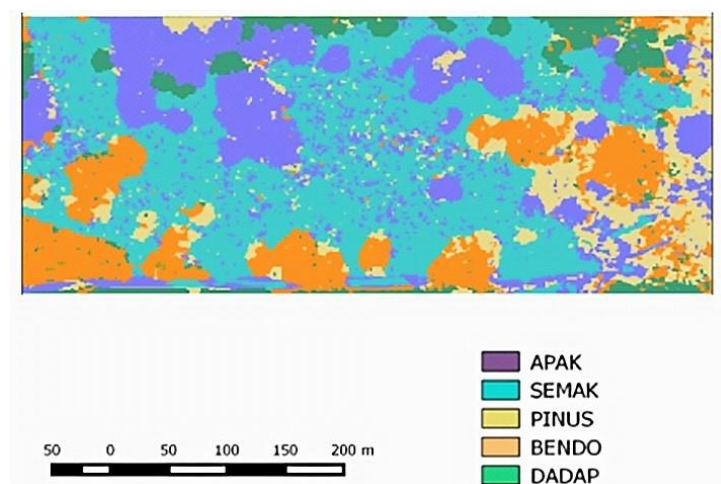
Klasifikasi Vegetasi dan Sebaran Tumbuhan Menggunakan OBIA (Supervised)

Pada metode OBIA hasil digitasi tidak sehalus seperti pada digitasi manual sebab pembagian batas *cluster* berdasarkan pada *training area* yang telah dibuat terlebih dahulu, sehingga untuk persebaran vegetasi tidak sepenuhnya sesuai karena terdapat beberapa titik vegetasi yang tidak

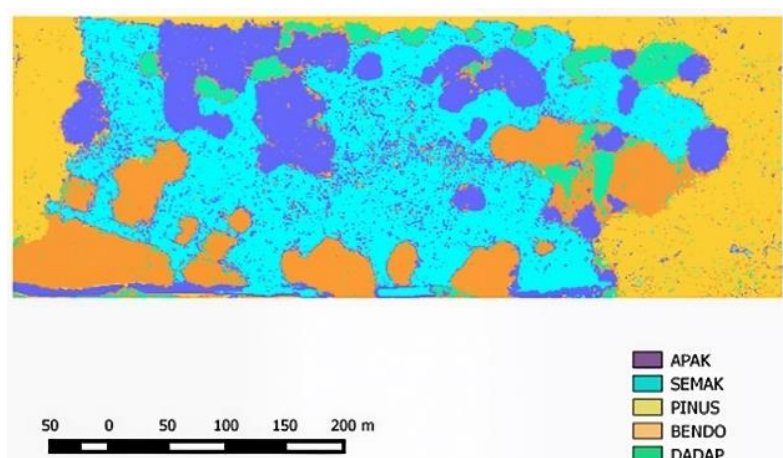
tepat dan akan dijelaskan pada uji akurasi. Hasil klasifikasi vegetasi pada Cagar Alam Curah Manis Sempolan 1 metode *Supervised* dikelompokkan berdasarkan kunci interpretasi sebanyak 5 kelas dan dihasilkan peta sebaran tumbuhan seperti pada **Gambar 5**.

Klasifikasi Vegetasi dan Sebaran Tumbuhan Menggunakan Metode K-Means (Unsupervised)

Metode *unsupervised* menghasilkan peta persebaran tumbuhan yang lebih baik jika dibandingkan dengan metode *supervised*. Hal tersebut dikarenakan pembagian batas *cluster* berdasarkan dari



Gambar 5. Peta klasifikasi tumbuhan metode OBIA (*Supervised*)



Gambar 6. Peta klasifikasi tumbuhan metode K-Means (*Unsupervised*)

nilai citra dan diklasifikasikan secara otomatis oleh aplikasi.

Hasil klasifikasi vegetasi pada Cagar Alam Curah Manis Sempolan 1 metode *unsupervised* dikelompokkan berdasarkan kunci interpretasi sebanyak 5 kelas. Berdasarkan kelas tersebut dihasilkan peta sebaran tumbuhan/tanaman seperti pada **Gambar 6**.

Perbandingan Luas Lahan Vegetasi Berdasarkan Beberapa Metode

Hasil perhitungan luas pada masing-masing metode akan dibandingkan untuk mengetahui selisih luas tiap segmentasi. Hal ini bertujuan untuk membuktikan sejauh mana tingkat akurasi metode OBIA dan *K-Means Clustering* jika digunakan pada klasifikasi tumbuhan selain menggunakan metode kontingensi (*Confusion Matrix*).

Luas Lahan Berdasarkan Metode Digitasi Manual

Pada metode digitasi manual perhitungan luas lahan bisa dihitung dengan melihat tabel atribut pada poligon yang terdapat di setiap segmentasi. Luas

lahan keseluruhan dari peta tersebut adalah 1,633 ha yang terbagi menjadi 5 segmentasi. Pembagian luas vegetasi metode digitasi manual disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Luas lahan digitasi manual

No.	Nama vegetasi tumbuhan	Luas (ha)
1.	Pinus	0,394
2.	Apak	0,224
3.	Dadap	0,045
4.	Bendo	0,222
5.	Semak	0,748
Luas total		1,633

Luas Lahan Berdasarkan Metode Terbimbing (OBIA)

Pada metode OBIA luas lahan diperoleh dengan cara mengalikan jumlah persentase tiap segmen dengan luas lahan keseluruhan pada Cagar Alam Curah Manis Sempolan 1. Luas lahan pada metode OBIA tersaji pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Luas lahan metode OBIA

No.	Nama vegetasi tumbuhan	Luas (ha)
1.	Pinus	0,251
2.	Apak	0,076
3.	Dadap	0,078
4.	Bendo	0,318
5.	Semak	0,521
Luas total		1,633

Luas Lahan Berdasarkan Metode Tidak Terbimbing (*K-Means*)

Sama dengan metode OBIA pada metode *K-Means* luas lahan diperoleh dengan cara mengalikan jumlah persentase tiap segmen dengan luas lahan keseluruhan pada Cagar Alam Curah Manis Sempolan 1. Luas lahan pada metode *K-Means* tersaji pada **Tabel 4**.

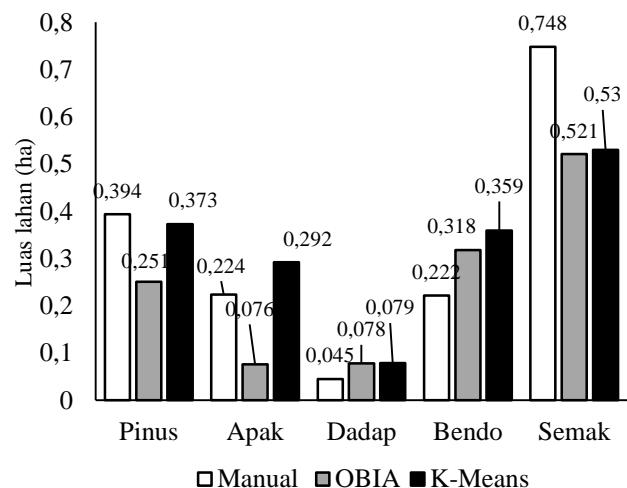
Tabel 4. Luas lahan metode *K-Means*

No.	Nama vegetasi tumbuhan	Luas (ha)
1	Pinus	0,373
2	Apak	0,292
3	Dadap	0,079
4	Bendo	0,359
5	Semak	0,530
Luas total		1,633

Perbandingan Luas Lahan pada Masing-Masing Vegetasi Tutupan Lahan

Setelah dilakukan perhitungan luas lahan pada ketiga metode tersebut,

diperoleh hasil bahwa pada ketiga metode menghasilkan data yang tidak terlalu berbeda jauh. Berikut merupakan diagram perbandingan luas lahan metode digitasi manual, metode OBIA, dan metode *K-Means* pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Luas lahan pada vegetasi tumbuhan berdasarkan perbandingan metode manual (\square), OBIA (\square), dan *K-Means* (\blacksquare)

Nilai Akurasi Klasifikasi Tutupan Lahan

Uji akurasi dilakukan berdasarkan uji ketelitian menggunakan matriks kontingensi atau *confusion matrix* kemudian menghitung akurasi dengan persamaan *Kappa*. **Tabel 5** adalah perhitungan akurasi dengan matriks kontingensi pada metode OBIA.

Tabel 5. Nilai *confusion matrix* metode OBIA (*supervised*)

No.	Nama vegetasi tumbuhan	Semak	Pinus	Dadap	Apak	Bendo	Jumlah
1.	Semak	28	2	3	5	8	46
2.	Pinus	1	19		2	1	23
3.	Dadap			7			7
4.	Apak	5	9	2	27	2	45
5.	Bendo	4	3	1		21	29
Jumlah		38	33	13	34	32	150

Keterangan: *Overall accuracy* = 68%, *kappa accuracy* = 58,72%

Tabel 6. Nilai *confusion matrix* metode *K-Means* (*unsupervised*)

No.	Nama vegetasi tumbuhan	Semak	Pinus	Dadap	Apak	Bendo	Jumlah
1.	Semak	43	2	1		3	49
2.	Pinus	1	29		3	1	34
3.	Dadap			7			7
4.	Apak	3	6		18		27
5.	Bendo	5	4	1		23	33
	Jumlah	52	41	9	21	27	150

Keterangan: *Overall accuracy* = 68%, *kappa accuracy* = 58,72%

Nilai akurasi yang dihasilkan pada penelitian ini rendah, dimana nilai akurasi minimum menurut USGS adalah minimal 85%. Nilai akurasi untuk klasifikasi menggunakan algoritma OBIA untuk *overall accuracy* adalah 68% dan untuk *kappa accuracy* adalah 58,72%. Mahdianpari *et al.* (2017) telah mengklasifikasikan tutupan lahan pada hutan menggunakan aplikasi OBIA dengan citra ALOS-2 L-band, RADARSAT-2 C-band, dan TerraSAR-X. Akurasi yang dihasilkan adalah 94,82% untuk *overall accuracy* dan *kappa accuracy* 0,93. Rendahnya nilai ini dikarenakan nilai akurasi tergantung dari kualitas *images* (Hossain & Chen, 2019). Berdasarkan jenis klasifikasi, lebih baik jika diklasifikasikan tutupan lahan seperti bangunan, pohon, air, padang rumput yang dikenal sebagai *image object* pada GEOBIA (Costa *et al.*, 2018). OBIA adalah metode yang dapat digunakan untuk menganalisis *images* beresolusi tinggi menggunakan karakter dari nilai *spectral*, *spasial*, *textural*, dan *topological* (Lang, 2008).

Images yang digunakan dalam penelitian ini memiliki resolusi spektral rendah yaitu *true color* (*red*, *green*, *blue*). Klasifikasi yang dituju adalah klasifikasi vegetasi, dimana secara spektral, vegetasi

memiliki nilai yang hampir sama. Hal ini yang menyebabkan nilai akurasi dari penelitian ini rendah. Selain itu, dari segi bentuk objek, beberapa vegetasi memiliki kemiripan secara bentuk spasialnya, seperti *error* yang terjadi antara vegetasi apak dan pinus.

Tabel 6 menjelaskan hasil perhitungan akurasi dengan matriks kontingensi pada metode *K-Means*. Total titik uji adalah 150 titik. Total jenis vegetasi adalah 5 vegetasi.

Analisis ketepatan interpretasi didapatkan dari hasil koreksi interpretasi klasifikasi metode *K-Means* dibandingkan dengan klasifikasi metode digitasi manual. Pada penelitian ini untuk uji akurasi pada metode *K-Means* menghasilkan *overall accuracy* sebesar 80% dan *kappa accuracy* sebesar 73,58%. Akurasi pada metode ini lebih tinggi karena pengklasifikasian dilakukan total oleh algoritma *K-Means*. Secara umum, *K-means* akan memiliki hasil berbeda jika data yang digunakan sebagai *index* yang berbeda (Guo *et al.*, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa kedua metode baik OBIA maupun *K-Means* menggunakan citra *drone* dengan resolusi *spectral* hanya *red*, *green*, *blue*, masih belum memenuhi syarat yang ditetapkan oleh USGS yaitu sebesar (>85%).

KESIMPULAN

Penelitian ini mengembangkan metode klasifikasi dengan OBIA dan *K-Means* menggunakan *true color images* (*red, green, blue*) data. Uji akurasi menunjukkan bahwa baik OBIA dan *K-Means* belum memenuhi syarat minimum yang ditetapkan oleh USGS yaitu >85%. Nilai kappa akurasi dengan metode OBIA adalah 58,72%, sedangkan dengan *K-Means* 73,58%. Agar nilai akurasi dari hasil klasifikasi yang dihasilkan menjadi lebih baik, perlu digunakan sensor tambahan yang dapat menangkap gelombang *Near InfraRed* pada kamera sehingga resolusi *spectral* yang dimiliki lebih tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu sehingga dapat diselesaikannya penelitian ini, terutama kepada pihak Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Jember yang telah mendukung penelitian ini melalui Hibah *Reworking Skripsi/Thesis* Mahasiswa Universitas Jember.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, E., Mutanga, O., & Rugege, D. (2010). Multispectral and hyperspectral remote sensing for identification and mapping of wetland vegetation: A review. *Wetlands Ecology and Management*, 18(3), 281-296. <https://doi.org/10.1007/s11273-009-9169-z>
- Alimudi, S., Susilo, S.B., & Panjaitan, J.P. (2017). Deteksi perubahan luasan mangrove menggunakan citra landsat berdasarkan metode OBIA di Teluk Valentine Pulau Buano. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 8(2), 139-146. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v13i1.2788>
- Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Jawa Timur. (2015). *Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Jawa Timur*. Humas BBKSD Jawa Timur. (<https://bbksdajatim.org/>) [Diakses tanggal 5 Juli 2022].
- Costa, H., Foody, G.M., & Boyd, D.S. (2018). Supervised methods of image segmentation accuracy assessment in land cover mapping. *Remote Sensing of Environment*, 205, 338-351. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.11.024>
- Danoesoebroto, A. (2010). *Klasifikasi Citra/Lahan-Klasifikasi Terbimbing dan Tak Terbimbing*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- De Castro, A.I., Torres-Sánchez, J., Peña, J.M., Jiménez-Brenes, F.M., Csillik, O., & López-Granados, F. (2018). An automatic random forest-OBIA algorithm for early weed mapping between and within crop rows using UAV imagery. *Remote Sensing*, 10(2), 285. <https://doi.org/10.3390/rs10020285>
- Dronova, I. (2015). Object-based image analysis in wetland research: A review. *Remote Sensing*, 7(5), 6380-6413. <https://doi.org/10.3390/rs70506380>
- Ediyanto, Mara, M.N, & Satyahadewi, N. (2013). Pengklasifikasian karakteristik dengan metode k-means cluster analysis. *Bimaster*, 2(02), 133-136. <http://dx.doi.org/10.26418/bbimst.v2i02.3033>
- Guo, Z., Wang, T., Liu, S., Kang, W., Chen, X., Feng, K., Zhang, X., & Zhi, Y. (2021). Biomass and vegetation coverage survey in the Mu Us sandy land-based on unmanned aerial vehicle RGB images. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 94,

102239.
<https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102239>
- Hossain, M.D., & Chen, D. (2019). Segmentation for object-based image analysis (OBIA): A review of algorithms and challenges from remote sensing perspective. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 150, 115-134.
<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2019.02.009>
- Indarto, I. (2014). *Teori dan Praktek Penginderaan Jauh (ISBN: 978--979--29-4224-8)*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Indarto, I. (2017). *Penginderaan Jauh: Metode Analisis & Interpretasi Citra*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Jaya, I.N.S., & Surati, N. (2010). Analisis citra digital: Perspektif penginderaan jauh untuk pengelolaan Sumber Daya Alam. Fakultas Kehutanan. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Jenness, J., & Wynne, J.J. (2005). Cohen's Kappa and classification table metrics 2.0: An ArcView 3. x extension for accuracy assessment of spatially explicit models. *Open-File Report OF 2005-1363*. Flagstaff, AZ: US Geological Survey, Southwest Biological Science Center. 86 p.
- Kristianingsih, L., Wijaya, A.P., & Sukmono, A. (2016). Analisis pengaruh koreksi atmosfer terhadap estimasi kandungan klorofil-a menggunakan Citra Landsat 8. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(4), 56-64.
- Kurniawati, E., Wibowo, Y., & Suryaningrat, I.B. (2019). Analisis penentuan lokasi pengembangan kluster industri berbasis singkong di Kabupaten Jember. *Jurnal Agroteknologi*, 13(02), 98-107.
<https://doi.org/10.19184/j-agt.v13i02.9552>
- Lang, S. (2008). Object-based image analysis for remote sensing applications: modeling reality—dealing with complexity. In *Object-based image analysis* (pp. 3-27). Springer.
- Li, M., Ma, L., Blaschke, T., Cheng, L., & Tiede, D. (2016). A systematic comparison of different object-based classification techniques using high spatial resolution imagery in agricultural environments. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 49, 87-98.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2016.01.011>
- Lillesand, T., Kiefer, R.W., & Chipman, J. (2015). *Remote sensing and image interpretation*. United States: John Wiley & Sons.
- López-Granados, F., Torres-Sánchez, J., De Castro, A.I., Serrano-Pérez, A., Mesas-Carrascosa, F.J., & Peña, J.M. (2016). Object-based early monitoring of a grass weed in a grass crop using high resolution UAV imagery. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(4), 67. DOI: 10.1007/s13593-016-0405-7
- Mahdianpari, M., Salehi, B., Mohammadimanesh, F., & Motagh, M. (2017). Random forest wetland classification using ALOS-2 L-band, RADARSAT-2 C-band, and TerraSAR-X imagery. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 130, 13-31.
<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.05.010>
- Maksum, Z.U., Prasetyo, Y., & Haniah, H. (2016). Perbandingan klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode klasifikasi berbasis objek dan klasifikasi berbasis piksel pada citra resolusi tinggi dan menengah. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(2), 97-107.

- Nex, F., & Remondino, F. (2014). UAV for 3D mapping applications: A review. *Applied Geomatics*, 6(1), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s12518-013-0120-x>
- Peña, J.M., Torres-Sánchez, J., Serrano-Pérez, A., De Castro, A.I., & López-Granados, F. (2015). Quantifying efficacy and limits of unmanned aerial vehicle (UAV) technology for weed seedling detection as affected by sensor resolution. *Sensors*, 15(3), 5609-5626. <https://doi.org/10.3390/s150305609>
- Putra, B.T.W., Soni, P., Marhaenanto, B., Harsono, S.S., & Fountas, S. (2019). Using information from images for plantation monitoring: A review of solutions for smallholders. *Information Processing in Agriculture*, 7(1), 109-119. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2019.04.005>
- Tian, K., Li, J., Zeng, J., Evans, A., & Zhang, L. (2019). Segmentation of tomato leaf images based on adaptive clustering number of K-means algorithm. *Computers and Electronics in Agriculture*, 165, 104962. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.104962>
- US Geological Survey. (2015). *Landsat 8 (L8) data users handbook*. Sioux Falls, South Dakota.
- Wicaksono, I., & Farda, N.M. (2016). Pemetaan famili mangrove menggunakan metode object base image analysis (OBIA) pada Citra Worldview-2 di Balai Taman Nasional Karimunjawa. *Jurnal Bumi Indonesia*, 5(1), 1-10.
- Yang, M.S., & Sinaga, K.P. (2019). A feature-reduction multi-view K-means clustering algorithm. *IEEE Access*, 7, 114472-114486. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2934179
- Zhu, E., Zhang, Y., Wen, P., & Liu, F. (2019). Fast and stable clustering analysis based on Grid-mapping K-means algorithm and new clustering validity index. *Neurocomputing*, 363, 149-170. DOI: 10.1016/j.neucom.2019.07.048