

KLASIFIKASI TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN OBJECT BASED IMAGE ANALYSIS (OBIA) PADA BERBAGAI TINGGI TERBANG UNMANNED AERIAL SYSTEM (UAS)

¹Hanifah Ikhsani, ²Muhammad Ikhwan, ³Ika Lestari

Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Lancang Kuning

Jl. Yos Sudarso KM. 8 Rumbai, Pekanbaru, Riau, telp. 0811 753 2015

e-mail: ¹hanifah@unilak.ac.id, ²mmighwan@unilak.ac.id, ³lestariika@gmail.com

Abstrak

Perkembangan metode klasifikasi tutupan hutan dan lahan saat ini semakin pesat, salah satunya dengan memanfaatkan aplikasi penginderaan jarak jauh yaitu teknologi UAS. Salah satu metode dengan akurasi tinggi yang dapat digunakan untuk klasifikasi tutupan hutan dan lahan adalah metode klasifikasi object-based image analysis (OBIA). Adanya asumsi bahwa hasil pemotretan orthophoto sekilas akan terlihat sama, namun setiap hasil orthophoto juga memiliki resolusi spasial yang berbeda-beda dan berpengaruh terhadap kedetilan setiap segmentasi OBIA. Hal ini membuat penelitian ini penting untuk dilakukan bagaimana klasifikasi tutupan hutan dan lahan di hutan adat Ghimbo Pomuan, Kenegerian Kampa, Kampar Riau pada tinggi terbang UAS yang berbeda-beda. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan kelas tutupan hutan dan lahan berdasarkan tinggi terbang UAS dan menganalisis ketinggian terbang UAS terhadap klasifikasi tutupan lahan yang dihasilkan. Metode yang digunakan adalah eksplorasi dan pengolahan citra UAS. Dimulai dengan persiapan dan penentuan titik pengamatan, klasifikasi tutupan hutan dan lahan menggunakan metode OBIA pada beberapa tinggi terbang UAS dan analisis data. Pada kawasan hutan adat Ghimbo Pomuan, dihasilkan beberapa klasifikasi tutupan lahan menggunakan OBIA. Kelas tutupan lahan tersebut antara lain badan air, hutan, perkebunan sawit dan semak belukar. Klasifikasi tutupan lahan pada kelas badan air memiliki kecenderungan under segmentation pada tinggi terbang UAS 120 m. Detil objek pada kelas tutupan lahan sawit dan semak belukar lebih tinggi pada tinggi terbang UAS 100 m dari pada 120 m dan 130 m, sedangkan pada kelas hutan tidak terdapat perbedaan.

Keywords: Drone, Hutan Adat, Multiresolution Segmentation

Abstract

The development of forest and land cover classification methods was currently increasing rapidly, one of which is by utilizing remote sensing applications, namely UAS technology. One method with high accuracy that can be used to classify forest and land cover is the object-based image analysis (OBIA) classification method. There is an assumption that the results of orthophoto shooting will look the same at a glance, but each orthophoto result also has a different spatial resolution and affects the detail of each OBIA segmentation. This makes this research important to do how to classify forest and land cover in the Ghimbo Pomuan customary forest, Kenegerian Kampa, Kampar Riau at different flying heights of the UAS. This study aims to map forest and land cover classes based on the UAS flight height and analyze the UAS flight altitude on the resulting land cover classification. The method used is exploration and processing of UAS imagery. Starting with the preparation and determination of observation points, forest and land cover classification using the OBIA method at several UAS flight heights and data analysis. In the Ghimbo Pomuan customary forest area, several land cover classifications were produced using OBIA. The land cover classes include water bodies, forests, oil palm plantations and shrubs. Classification of land cover in the water body class has a tendency of under segmentation at UAS flight height of 120 m. Object details in the oil palm and shrub land cover class were higher at UAS flight heights of 100 m than at 120 m and 130 m, whereas in the forest class there was no difference.

Keywords: Customary forest, Drone, Multiresolution Segmentation

1. PENDAHULUAN

Hutan Adat Ghimbo Pomuan merupakan hutan yang berada di atas tanah ulayat di Kenegerian Kampa, Kampar Riau. Berdasarkan Keputusan Bupati Kampar Nomor 660-328/IV/2019 tentang pengakuan hak masyarakat adat, Hutan Adat Ghimbo Pomuan diberikan hak tradisional Masyarakat Hukum Adat Kenegerian Kampa. Hak tersebut berupa masyarakat adat dapat melakukan pengelolaan terhadap Hutan Adat Ghimbo Pomuan. Pengelolaan hutan yang lestari dapat diwujudkan dengan terlebih dahulu melakukan pengumpulan informasi data yang berkaitan dengan tutupan hutan dan lahan.

Perkembangan metode klasifikasi tutupan hutan dan lahan saat ini semakin pesat, salah satunya dengan memanfaatkan aplikasi penginderaan jarak jauh yaitu teknologi UAS. “Berdasarkan PM 63 Tahun 2021 tentang Sistem Pesawat Kecil Tanpa Awa, UAS atau Sistem Pesawat Kecil Tanpa Awak (SPUKTA) merupakan sistem Pesawat Kecil Tanpa Awak dan elemen terkait termasuk jalur komunikasi dan komponen pengendali Pesawat Udara Kecil Tanpa Awak secara aman dan efisien dalam sistem ruang udara nasional”. UAS dapat digunakan dalam inventarisasi hutan skala kecil dengan beberapa kelebihan yaitu biaya rendah dan fleksibilitas tinggi [1]. Salah satu metode yang digunakan untuk klasifikasi tutupan hutan dan lahan adalah metode klasifikasi *object-based image analysis* (OBIA). [2] menggunakan OBIA pada Citra SPOT-6 untuk identifikasi jenis penutup lahan vegetasi di Bogor dengan tingkat kappa akurasi adalah 91% dan *overall accuracy* sebesar 94%.

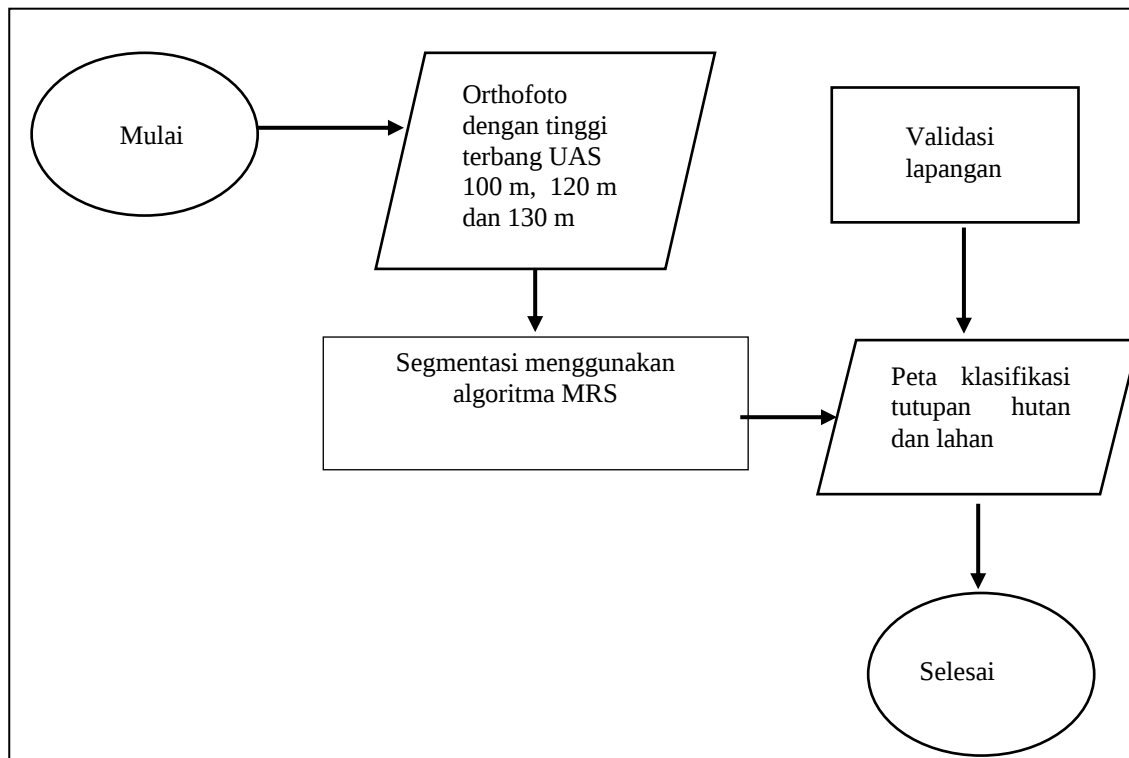
Pada penelitian ini, metode OBIA digunakan pada beberapa ketinggian UAS agar dapat mengetahui spesifikasi tinggi terbang dan resolusi spasial pada klasifikasi tutupan hutan dan lahan. Hal ini karena salah satu faktor yang berpengaruh terhadap ketidilaman informasi yang dimiliki citra adalah ketinggian terbang UAS. Ketinggian terbang UAS berkaitan dengan resolusi spasial citra [3]. Penelitian tentang perbandingan tinggi UAS terhadap klasifikasi tutupan hutan masih sulit ditemukan. Adapun penelitian yang menggunakan variasi tinggi terbang drone pada umumnya untuk mengklasifikasikan tutupan non hutan. [3] melakukan analisis tinggi terbang drone pada kompleks gedung pada ketinggian UAS 80 m, 110 m, 130 m dan 150 m. Selain itu, pada penelitian yang telah dilakukan sebagian besar hanya menggunakan satu titik tinggi terbang UAS. Penelitian pemetaan kawasan mangrove dengan tinggi terbang UAS adalah 100 meter [4], [5], klasifikasi tutupan lahan di Segara Anakan, Kabupaten Cilacap dengan tinggi terbang UAS adalah 100 meter [6]. Tujuan penelitian ini adalah memetakan kelas tutupan hutan dan lahan berdasarkan tinggi terbang UAS dan menganalisis ketinggian terbang UAS terhadap klasifikasi lahan di kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan sebagai bahan pertimbangan bagi pilot UAS terkait pemilihan ketinggian terbang untuk identifikasi tutupan hutan dan lahan di kawasan hutan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan alat dan data pada pelaksanaannya. Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain Drone DJI Phantom 4, GPS, kamera digital, *smartphone* yang terpasang aplikasi Dji Go 4 dan Pix4D Capture, alat tulis, laptop yang telah terpasang aplikasi ArcGIS, eCognition V8 dan Microsoft Excel. Data yang digunakan terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer meliputi hasil *ground check* lapangan, hasil pemotretan UAS pada ketinggian 100, 120 dan 130 meter. Ketinggian ini merupakan ketinggian yang paling sering digunakan pada pemetaan tutupan hutan dan lahan [5], [6]. Data sekunder yang digunakan meliputi batas administrasi Hutan Adat Ghimbo Pomuan, Citra satelit resolusi tinggi dari Google Earth Tahun 2022.

Penelitian ini memiliki 2 (dua) tahapan. Tahap pertama adalah persiapan dan penentuan titik pengamatan. Persiapan yang dilakukan sebelum menerbangkan UAS adalah melakukan perencanaan jalur terbang. Jalur terbang direncanakan berada di dalam kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan. Setelah dilakukan persiapan, selanjutnya menentukan titik pengamatan di lapangan. Penentuan titik pengamatan berdasarkan kelas penutupan hutan dan lahan dari citra satelit di Google Earth tahun 2022. Pada 1 kelas tutupan hutan dan lahan diambil minimal 1 titik pengamatan dan 1 titik blok terbang yang dapat mewakili perbedaan tutupan hutan dan lahan pada Hutan Adat Ghimbo Pomuan. Pengolahan citra UAS pada setiap ketinggian yang berbeda menggunakan *software* Agisoft Photoscan.

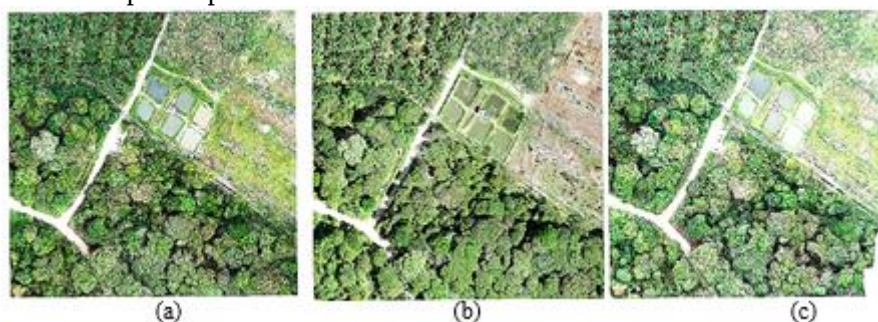
Tahapan kedua adalah klasifikasi tutupan lahan. Klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode OBIA menggunakan algoritma *Multiresolution Segmentation* (MRS). Algoritma MRS mengendalikan ukuran dan bentuk objek hasil segmentasi berdasarkan beberapa variabel yaitu nilai *scale*, *compactness*, dan *shape* [7], [8]. Pada kegiatan OBIA di seluruh tinggi terbang UAS, variabel skala, *compactness* dan *shape* yang digunakan adalah 1000, 0,5 dan 0,1. Bobot layer RGB adalah 1 : 1 : 1. Bobot ini digunakan karena DJI Phantom 4 belum memiliki sensor NIR dimana belum memiliki band yang dapat mendeteksi vegetasi dan badan air. Setelah itu dilakukan *editing layout* yang dilakukan pada ArcGIS dan validasi lapangan. Tahapan penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis pemotretan orthofoto tutupan hutan dan lahan pada tinggi terbang UAS 100 m, 120 m dan 130 m ditampilkan pada Gambar 2.



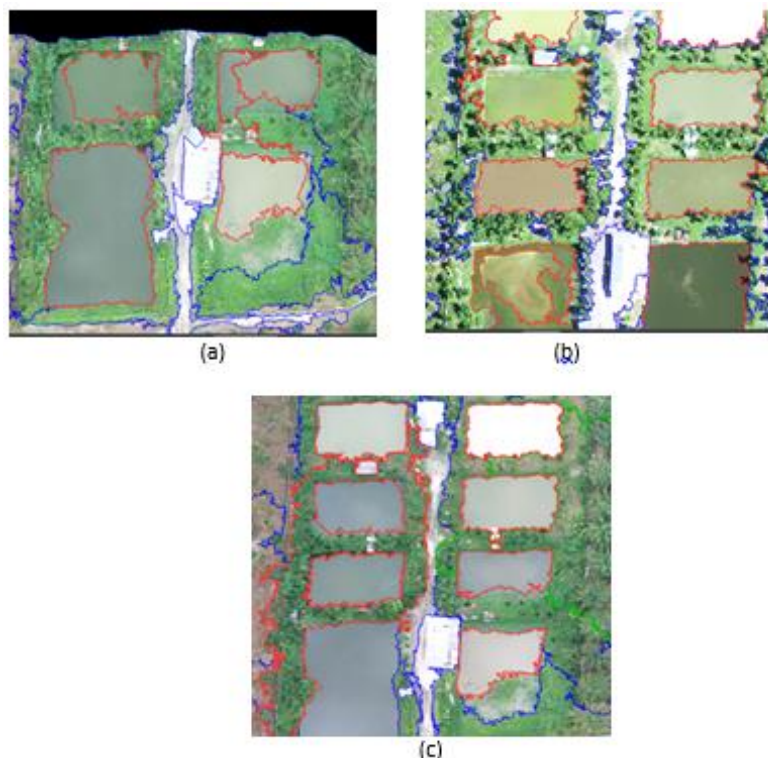
Gambar 1. Orthofoto pada Ketinggian Terbang UAS: (a) 100 m, (b) 120 m dan (c) 130 m

Gambar 2 menunjukkan bahwa secara visual, orthofoto yang dihasilkan tidak memiliki perbedaan yang mencolok (relatif seragam). Untuk resolusi spasial juga memiliki perbedaan yang kecil atau tidak mengurangi kualitas orthofoto. [2] juga menyatakan bahwa pada ketinggian terbang drone 90, 110, 130 dan 150 memiliki selisih resolusi spasial 0,05-0,03 cm/piksel atau sangat kecil. Akan tetapi, pada penggunaan teknik OBIA akan diidentifikasi detil objek yang lebih tajam antara tinggi terbang UAS 100 m, 120 m dan 130 m.

3.1. Segmentasi Tutupan Hutan dan Lahan di Kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan

3.1.1. Badan Air

Interpretasi kelas tutupan lahan badan air meliputi warna/rona yaitu biru muda-tua, tekstur halus dan memiliki pola yang teratur [9]. Begitu juga dengan [10] yang menyatakan bahwa kenampakan objek badan air dicirikan dengan rona terang, warna abu-abu, tekstur halus dan bentuk menyerupai bangun datar. Akan tetapi, jika diperhatikan pada Gambar 3, orthofoto badan air warna dominan adalah kehijauan. Hal ini membuat terjadi *under segmentation* pada kegiatan klasifikasi tutupan lahan secara OBIA.



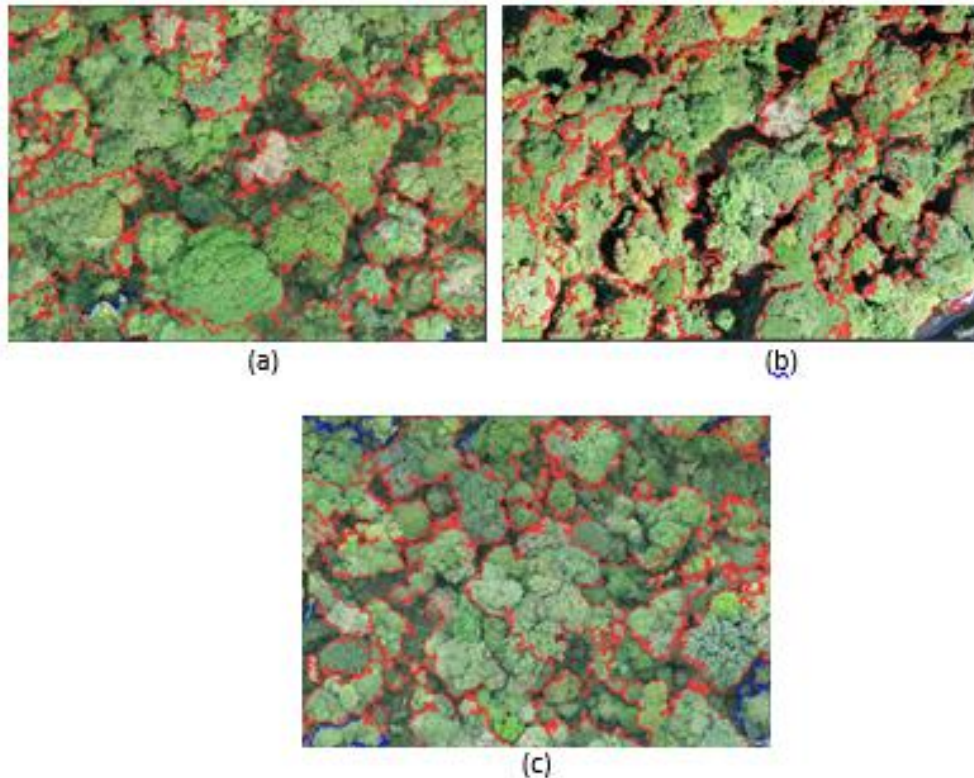
Gambar 2. Segmentasi Kelas Tutupan Lahan Badan Air pada Ketinggian Terbang UAS : (a) 100 m, (b) 120 m dan (c) 130 m

3.1.2. Hutan

Hutan Adat Ghimbo Pomuan merupakan hutan alam yang masih terjaga kelestariannya. Hutan ini didominasi oleh pohon dengan jenis *Santiria tomentosa* dengan INP 90,37% [11]. Selain itu, Hutan Adat Ghimbo Pomuan juga memiliki potensi Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) dari tingkat tiang dan pohon. [12] menemukan potensi yang mendominasi tersebut diantaranya dari jenis matoa (*Pometia pinnata*), kedondong (*Spondias dulcis*), durian hutan (*Durio zibethinus*), ridan (*Nephelium maingayi hiern*), Mempening (*Lithocarpus spp.*), Meranti (*Shorea spp.*), Cempedak hutan (*Artocarpus chempeden*) dan Tampui (*Baccaurea macrocarpa*).

Gambar 4 menunjukkan bahwa tajuk antar pohon sangat rapat dan dominan lebar. Hal ini sesuai dengan kunci interpretasi kelas tutupan lahan hutan berdasarkan jenis pohon yang dimiliki Hutan Adat. [9] menerangkan bahwa jenis mahoni pada orthophoto dicirikan dengan rona gelap, warna hijau keunguan, tekstur kasar dan pola tidak teratur, serta bentuk tajuk yang membulat. Untuk hutan campuran meranti dan jenis kayu daun lebar lainnya dicirikan dengan rona agak gelap dan warna yang dilihat yaitu perpaduan warna hijau tua dan hijau kekuningan dengan tajuk membulat.

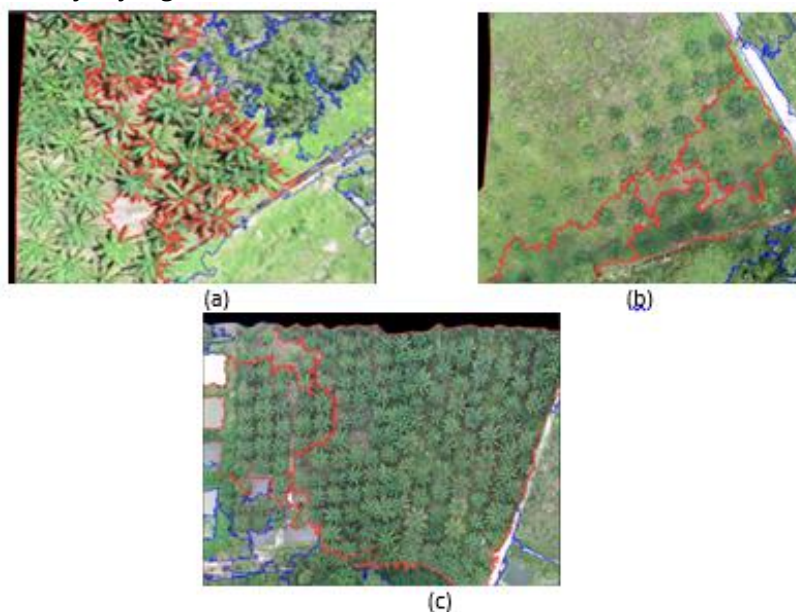
Vegetasi hutan alam yang heterogen membuat ketajaman segmentasi pada setiap beda tinggi terbang UAS tidak terlalu terlihat. Penggunaan skala segmentasi yang sama juga dapat membuat hasil segmentasi antar ketinggian terbang drone pada kelas tutupan lahan hutan ini menjadi tidak terlihat. [13] menyatakan bahwa kondisi segmentasi pada tajuk yang homogen memberikan akurasi yang lebih baik.



Gambar 3. Segmentasi Kelas Tutupan Lahan Hutan pada Ketinggian Terbang UAS : (a) 100 m, (b) 120 m dan (c) 130 m

3.1.3. Perkebunan Sawit

Kunci interpretasi dari tanaman sawit yaitu memiliki rona gelap, warna hijau tua, tekstur kasar dan pola teratur. Gambar 5 menunjukkan bahwa tinggi terbang UAS 100 m menghasilkan hasil segmentasi pada objek sawit yang lebih detail dibandingkan dengan tinggi terbang UAS 120 m dan 130 m. Hal ini sesuai dengan [3] yang menemukan bahwa semakin tinggi ketinggian terbang UAS akan membuat jumlah objek yang dihasilkan semakin sedikit.

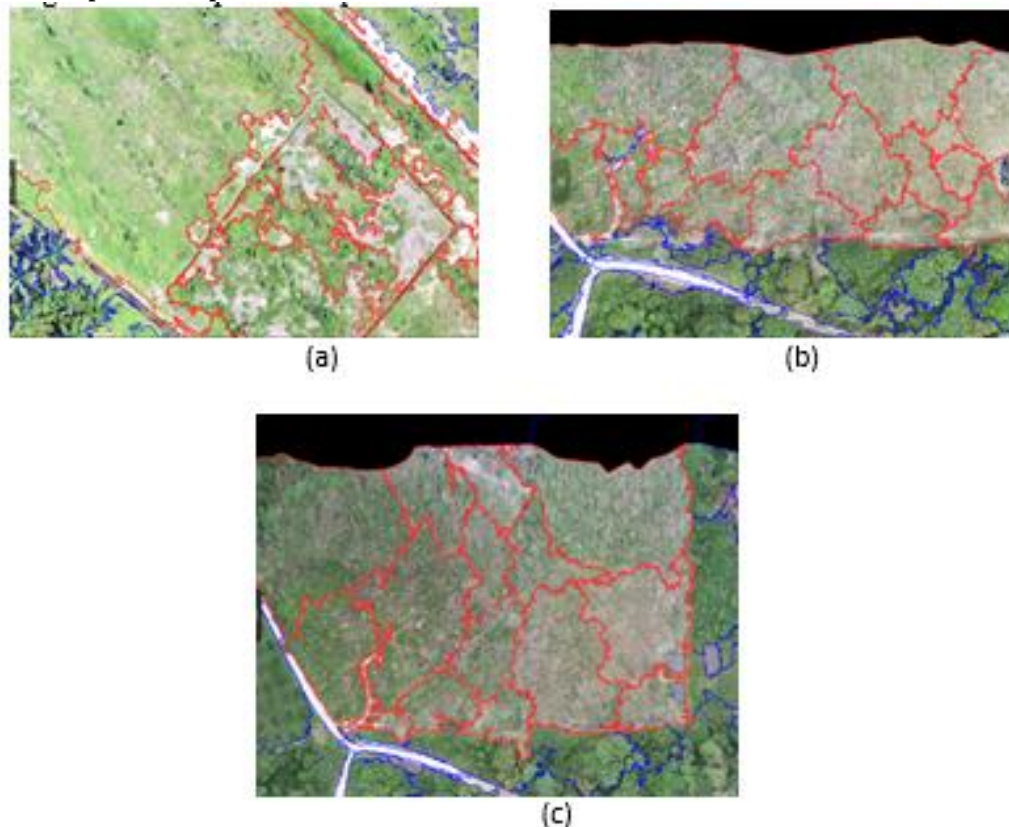


Gambar 4. Segmentasi Kelas Tutupan Lahan Perkebunan Sawit pada Ketinggian Terbang UAS : (a) 100 m, (b) 120 m dan (c) 130 m

3.1.4. Semak Belukar

Kelas tutupan lahan semak belukar terdiri atas vegetasi rendah berwarna hijau muda, bertekstur kasar dan pola tidak teratur. [2] menyatakan bahwa semak belukar didominasi oleh vegetasi yang memiliki tingkat kerapatan jarang hingga rapat pada lahan kering. Vegetasi rendah yang disebut dengan semak tersebut memiliki tinggi sekitar 50 cm hingga 2 m. [10] menyatakan bahwa kenampakan semak belukar memiliki rona agak cerah, warna hijau, tekstur agak kasar. Bentuk dan pola vegetasi adalah membulat dan mengelompok.

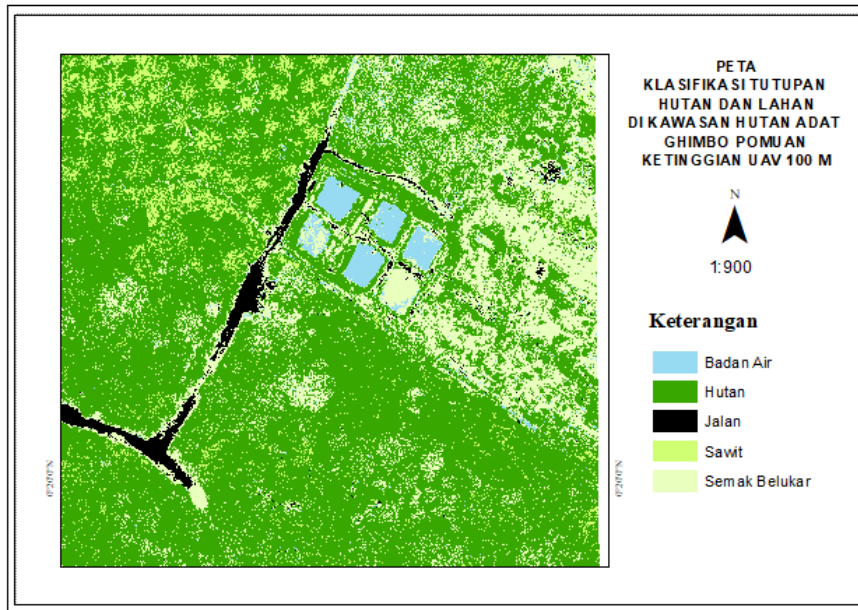
Gambar 6 menunjukkan bahwa klasifikasi tutupan lahan semak belukar pada tinggi terbang UAS 100 m lebih detail melakukan segmentasi objek dari pada tinggi terbang UAS 120 m dan 130 m. Oleh Karena itu, analisis tinggi terbang terhadap klasifikasi tutupan lahan semak belukar serupa dengan kelas tutupan lahan perkebunan sawit.



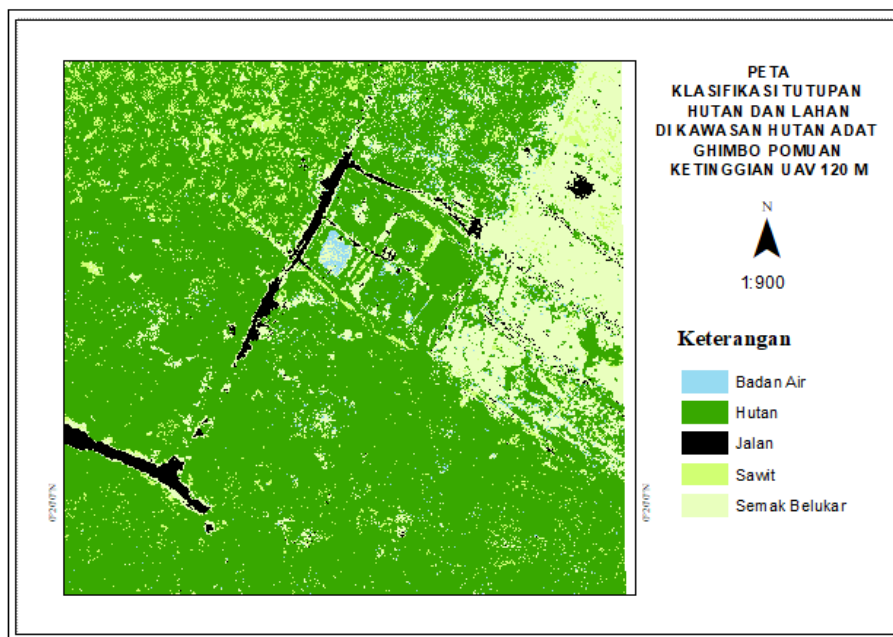
Gambar 5. Segmentasi Kelas Tutupan Lahan Semak Belukar pada Ketinggian Terbang UAS : (a) 100 m, (b) 120 m dan (c) 130 m

3.2. Klasifikasi Tutupan Hutan dan Lahan di Kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan dengan OBIA

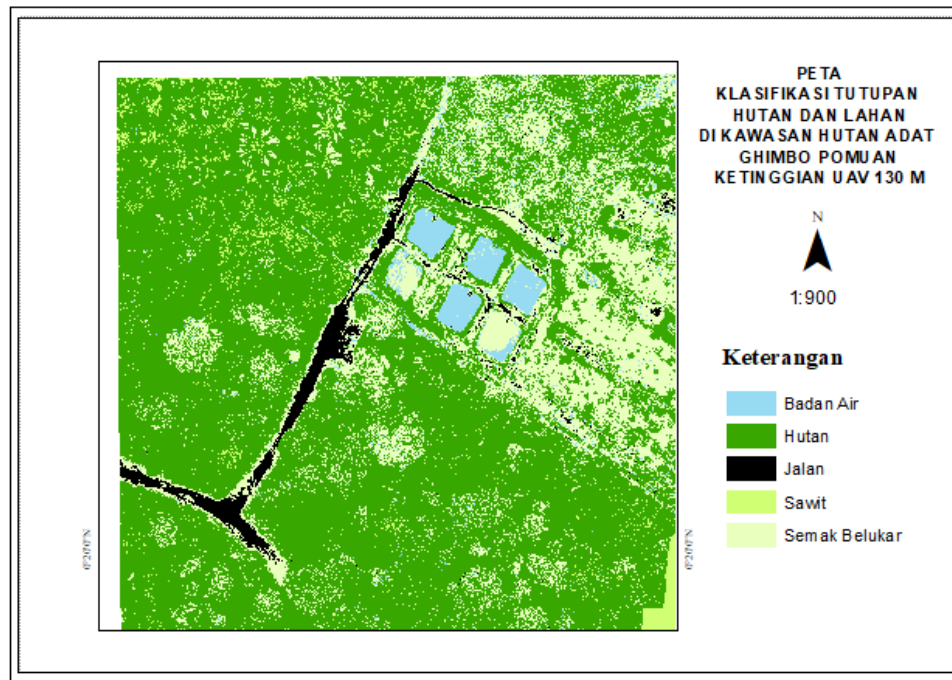
Klasifikasi tutupan lahan yang ditemukan di kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan terdiri atas badan air, hutan, tanaman sawit dan semak belukar. Peta klasifikasi tutupan lahan pada tinggi terbang UAS 100 m ditampilkan pada Gambar 7, peta klasifikasi tutupan lahan pada tinggi terbang UAS 120 m ditampilkan pada Gambar 8 dan peta klasifikasi tutupan lahan pada tinggi terbang UAS 130 m ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 7. Peta klasifikasi Hutan dan Lahan di Kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan Tinggi Terbang UAS 100 m



Gambar 8. Peta Klasifikasi Hutan dan Lahan di Kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan Tinggi Terbang UAS 120 m



Gambar 9. Peta Klasifikasi Hutan dan Lahan di Kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan Tinggi Terbang UAS 130 m

Tabel 1. Perbandingan Luas Klasifikasi Tutupan Lahan di Kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan

Kelas Tutupan Lahan	Luas berdasarkan Tinggi Terbang UAS (Ha)		
	100 m	120 m	130 m
Badan Air	0,068	0,030	0,079
Hutan	1,903	2,079	1,883
Perkebunan Sawit	0,133	0,161	0,177
Semak Belukar	0,461	0,552	0,577

Berdasarkan Tabel 1, kelas tutupan lahan memiliki perbedaan luas. Parameter segmentasi yang digunakan mempengaruhi ukuran objek hasil segmentasi. Kesalahan dalam pengukuran objek berupa *over segmentation* atau *under segmentation*. *Over* dan *under segmentation* sering terjadi pada teknik OBIA serta memengaruhi hasil klasifikasi. Analisis hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode *unsupervised classification* Iso Data dan *K-Means* juga memiliki perbedaan luas klasifikasi karena adanya *over* dan *under segmentation* [14]. *Over segmentation* merupakan ukuran polygon melebihi bentuk sesungguhnya objek pada hasil segmentasi. Sedangkan *under segmentation* terjadi jika ukuran polygon kurang dari ukuran objek pada citra yang merupakan hasil segmentasi. Hal ini juga menunjukkan bahwa kualitas segmentasi juga dipengaruhi oleh ukuran objek yang sedang diidentifikasi [15].

Pada kelas tutupan lahan badan air dengan tinggi terbang UAS 120 m pada Gambar 3 terjadi *under segmentation* karena adanya perbedaan warna dari biru keabuan menjadi hijau. Hal ini membuat kelas tutupan lahan yang harusnya merupakan badan air menjadi hutan. Begitu juga dengan kelas tutupan lahan semak belukar pada tinggi terbang UAS 100 m. Hal ini terjadi karena algoritma ini menangkap objek berupa hasil segmentasi yang lebih detail daripada hasil dari tinggi terbang 120 m dan 130 m. Hal ini ditunjukkan oleh penurunan luas badan air dan semak belukar dan kenaikan luas pada hutan (Tabel 1). Adanya *over segmentation* pada tutupan lahan badan air dan semak belukar membuat penambahan luasan pada tutupan lahan hutan. Hal ini terjadi karena algoritma klasifikasi menganggap satu objek tersebut menjadi satu kelas tutupan lahan yang sama.

3.3 Pembahasan

Pada kawasan hutan adat Ghimbo Pomuan, dihasilkan beberapa klasifikasi tutupan lahan menggunakan OBIA. Kelas tutupan lahan tersebut antara lain badan air, hutan, perkebunan sawit dan semak belukar. Klasifikasi tutupan lahan pada kelas badan air memiliki kecenderungan *under segmentation* pada tinggi terbang UAS 120 m dan semak belukar pada tinggi terbang UAS 100 m. Kecenderungan *over segmentation* terjadi pada tutupan lahan hutan. Detil objek pada kelas tutupan lahan sawit dan semak belukar lebih tinggi pada tinggi terbang UAS 100 m dari pada 120 m dan 130 m, sedangkan pada kelas hutan tidak terdapat perbedaan. Masih adanya kelemahan algoritma klasifikasi membuat sangat dimungkinkan terjadinya kesalahan dalam melakukan klasifikasi. Terlebih, penelitian ini menggunakan tinggi terbang yang berbeda, sehingga akan memengaruhi kinerja UAS. [16] menemukan bahwa algoritma klasifikasi tidak dapat menghindari faktor kemiripan nilai spectral, sehingga kesalahan akan tetap terjadi.

4. KESIMPULAN

Pada kawasan hutan adat Ghimbo Pomuan, dihasilkan beberapa klasifikasi tutupan lahan menggunakan OBIA. Kelas tutupan lahan tersebut antara lain badan air, hutan, perkebunan sawit dan semak belukar. Klasifikasi tutupan lahan pada kelas badan air memiliki kecenderungan *under segmentation* pada tinggi terbang UAS 120 m dan semak belukar pada tinggi terbang UAS 100 m. Kecenderungan *over segmentation* terjadi pada tutupan lahan hutan. Detil objek pada kelas tutupan lahan sawit dan semak belukar lebih tinggi pada tinggi terbang UAS 100 m dari pada 120 m dan 130 m, sedangkan pada kelas hutan tidak terdapat perbedaan.

Klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode klasifikasi berbasis objek dapat dikembangkan lagi menggunakan data Lidar untuk mendapatkan informasi tutupan lahan secara tiga dimensi. Selain itu, klasifikasi lahan lebih baik dikombinasikan dengan mengidentifikasi indeks vegetasi setiap kelas penutupan lahan.

Daftar Pustaka

- [1] Hartono D, Darmawan S. Pemanfaatan Unmanned Aerial Vehicle (UAS) Jenis Quadcopter untuk Percepatan Pemetaan Bidang Tanah (Studi Kasus: Desa Solokan Jeruk Kabupaten Bandung). *Reka Geomatika*. 2019;2018(1):30–40.
- [2] Farizkhar, Somantri L, Himayah S. Pemanfaatan Object-Based Image Analysis (OBIA) pada Citra SPOT-6 untuk Identifikasi Jenis Penutup Lahan Vegetasi di Kota Bogor. *JPIG (Jurnal Pendidik dan Ilmu Geogr*. 2022;7(1):53–61.
- [3] Hernina R, Putera R, Rosyidy MK, Ramadhan MI, Putra TA. Analisis Tinggi Terbang Drone dan Resolusi Untuk Pemetaan Penggunaan Lahan Menggunakan DJI Phantom 4 Pro (Studi Kasus Kampus UI). *Semin Nas Penginderaan Jauh Ke-6*. 2019;101.
- [4] Putra AS, Ambarwulan W, Maulana E. Hasil Akusisi Dengan UAS Di Kawasan Pesisir (Studi Kasus □: Pemotretan Di Kantor Parangtritis Geomaritime Science Park). *Pros Semin Nas Kelaut*. 2016;216–25.
- [5] Nur Alam SR. *Jurnal Environmental Science*. *J Environ Sci*. 2020;2(April):1–8.
- [6] Sitompul JR, Ruswanti CD, Sukandar H, Ganesa AS, Siagian H. Klasifikasi Vegetasi dan Tutupan Lahan Pada Citra UAS Menggunakan Metode Object-Based Image Analysis di Segara Anakan , Kabupaten Cilacap *Classification of Vegetation and Land Cover in UAS Images Using the Object-Based Image Analysis Method in Segara Anak*. 2019;504–11.
- [7] Nikfar M, Zoej MJV, Mohammadzadeh A, Mokhtarzade M, Navabi A. Optimization of multiresolution segmentation by using a genetic algorithm. *J Appl Remote Sens*. 2012;6(1):063592.
- [8] Sun D, Zheng JH, Ma T, Chen JJ, Li X. The analysis of burrows recognition accuracy in Xinjiang's pasture area based on UAS visible images with different spatial resolution. *Int Arch*

- Photogramm Remote Sens Spat Inf Sci - ISPRS Arch. 2018;42(3):1575–9.
- [9] Kosasih D, Buce Saleh M, Budi Prasetyo L. Visual and Digital Interpretations for Land Cover Classification in Kuningan District, West Java. *J Ilmu Pertan Indones*. 2019;24(2):101–8.
- [10] Ikhwani M, Tri Ratnaningsih A, Lestari I, Ikhsani H. Aplikasi Teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAS) Untuk Mengidentifikasi Tutupan Hutan Dan Lahan Di Universitas Lancang Kuning. *Wahana For J Kehutan*. 2021;16(1):86–101.
- [11] Remina D. Analisis Vegetasi Dan Pendugaan Cadangan Karbon Tersimpan Di hutan Lindung Adat Kampar Kabupaten Kampar Hulu. 2017;1–4.
- [12] Shadrina A, Tri A, Ikhsani H. Potensi Hasil Hutan Bukan Kayu Di Hutan Adat Ghimbo Pomuan Kabupaten Kampar Provinsi Riau. 2023;1(1):11–20.
- [13] Iskandar B, Jaya INS, Saleh MB. Crown closure segmentation on wetland lowland forest using the mean shift algorithm. *Indones J Electr Eng Comput Sci*. 2021;24(2):965–77.
- [14] Derajat RM, Sopariah Y, Aprilianti S, Candra Taruna A, Rahmawan Tisna HA, Ridwana R, et al. Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) di Kecamatan Pangandaran. *J Samudra Geogr*. 2020;3(1):1–10.
- [15] Johnson B, Xie Z. Unsupervised image segmentation evaluation and refinement using a multi-scale approach. *ISPRS J Photogramm Remote Sens*. 2011;66(4):473–83. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2011.02.006>
- [16] Ilyas TP, Nababan B, Maduppa H, Kushardono D. Permetaan Ekosistem Lamun dengan dan Tanpa Koreksi Kolom Air di Perairan Pulau Pajeneang, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 2020;12(1):9–23. Available from: <http://doi.org/10.29244/jitkt.v12i1.26598>



ZONasi: Jurnal Sistem Informasi
is licensed under a [Creative Commons Attribution International \(CC BY-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)