



**APLIKASI TEKNOLOGI PESAWAT UDARA TANPA AWAK (PUTA)  
UNTUK MENGIDENTIFIKASI PENUTUPAN HUTAN DAN LAHAN  
DI KAWASAN HUTAN ADAT GHIMBO POMUAN, KABUPATEN  
KAMPAR**

*(Application Of Unmanned Aircraft Technology (PUTA) To Identify Forest And Land  
Cover In The Ghimbo Pomuan Customary Forest Area, Kampar District)*

**Muhammad Ikhwan<sup>1</sup>, Hanifah Ikhsani<sup>2</sup>, Ika Lestari<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan, Universitas Lancang Kuning

<sup>1,2,3</sup> Jalan Yos Sudarso Km 8 Rumbai Pekanbaru.

e-mail: <sup>1</sup>mmighwan@unilak.ac.id, <sup>2</sup>hanifah@unilak.ac.id, <sup>3</sup>ikalestari@unilak.ac.id

Diterima: 29 Mei 2023, Direvisi: 06 Juni 2023, Disetujui: 17 Juli 2023

DOI: 10.31849/forestra.v18i2.14224

**Abstract**

*The Ghimbo Pomuan indigenous forest which is administratively located in Kampar Regency, Riau Province, is the remaining indigenous forest in Kenegerian Kampa which has an area of 56 ha and has high flora and fauna potential. This indigenous forest serves as a buffer zone for sources of clean water for the surrounding community. The existence of the Ghimbo Pomuan indigenous forest area and its forest cover have the potential to be threatened. This potential threat can be seen from the various non-forest land covers around it such as oil palm plantations, rubber plantations and open land. This study aims to interpret and identify the types of forest and land cover in the Ghimbo Pomuan indigenous forest area. Technology that is currently able to provide fast, accurate, effective and efficient information is the use of sensors (PUTA/Unmanned Aircraft) and GIS to collect data on forest and land cover types in the Ghimbo Pomuan indigenous forest area. Interpretation and identification of the orthophoto of the Ghimbo Pomuan indigenous forest area obtained that land cover in this research area is natural forest, oil palm plantations, open land, bodies of water, shrubs and roads.*

Keywords: GIS, Indigenous forest, Land

**Abstrak**

Hutan Adat Ghimbo Pomuan yang secara admistratif terletak di Kabupaten Kampar Propinsi Riau merupakan hutan ulayat yang tersisa di Kenegerian Kampa yang memiliki luas 56 ha dan memiliki potensi flora dan fauna yang tinggi. Hutan adat ini sebagai wilayah penyangga sumber air bersih bagi masyarakat disekitarnya. Keberadaan kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan dan tutupan hutan berpotensi untuk terancam. Potensi ancaman ini terlihat dari berbagai tutupan lahan non hutan disekitarnya seperti perkebunan sawit, perkebunan karet dan lahan terbuka. Penelitian ini bertujuan untuk menginterpretasi dan mengidentifikasi jenis penutupan hutan dan lahan di kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan. Teknologi yang saat ini dapat memberikan informasi yang cepat, akurat,



efektif dan efisien adalah penggunaan inderaja (PUTA/Pesawat tanpa Awak) dan GIS untuk melakukan pendataan jenis tutupan hutan dan lahan di kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan. Interpretasi dan identifikasi dari orthophoto kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan diperoleh tutupan lahan di kawasan penelitian ini adalah hutan alam, perkebunan sawit, lahan terbuka, tubuh air, semak belukar dan jalan.

Kata kunci: SIG, Hutan adat, Lahan

## **I. PENDAHULUAN**

Pengelolaan penggunaan lahan memerlukan penanganan yang benar menyangkut kondisi fisik dan sosial ekonomi dan harus berorientasi pada peningkatan kesejahteraan masyarakat. Pengelolaan penggunaan lahan termasuk penggunaan lahan pada kawasan hutan adat memerlukan penanganan yang benar menyangkut kondisi fisik dan sosial ekonomi dan harus berorientasi pada peningkatan kesejahteraan masyarakat. Salah satu hutan adat yang ada di Kabupaten Kampar Provinsi Riau adalah hutan adat Ghimbo Pomuan dengan luas 56 ha.

Hutan Adat Ghimbo Pomuan merupakan hutan ulayat yang tersisa di Kenergian Kampa. Keberadaan Hutan Adat Ghimbo Pomuan ini sangat penting bagi masyarakat disekitar dikarenakan hutan ini dijadikan sebagai wilayah penyangga sumber air bersih dan menjaga keseimbangan alam (SK Bupati Kampar No. 660- 328/IV/2019, 2019). Fungsi hutan tersebut dapat menjadi terganggu karena beberapa kegiatan. Beberapa kegiatan penyebab pengurangan luas hutan adalah konversi kawasan hutan untuk tujuan pembangunan sektor lain misalnya untuk perkebunan; pencurian kayu atau penebangan liar (*illegal logging*); perambahan dan okupasi lahan serta kebakaran hutan. Kegiatan-kegiatan

tersebut pada umumnya terkait dengan masyarakat sekitar kawasan.

Penggunaan lahan pada kawasan hutan adat harus sesuai dengan kondisi fisik lahannya, dan harus dikelola dengan baik agar dapat lestari dan berkelanjutan. Pengelolaan penggunaan lahan memerlukan data dan informasi, baik data fisik maupun sosial ekonomi. Data dan informasi yang diperlukan bagi pengelolaan penggunaan lahan pada tanah adat dalam rangka penataan ruang dapat disediakan melalui teknologi modern Sistem Informasi Geografi (SIG) dan penginderaan jauh (inderaja), sehingga mampu memberikan informasi karakteristik penutupan di lahan di hutan Adat Ghimbo Pomuan. Salah satunya dengan Pesawat Tanpa Awak.

Teknologi inderaja yang memanfaatkan pesawat tanpa awak (PUTA) adalah teknologi alternatif yang ada yang sedikit membutuhkan tenaga kerja, ketersediaan data yang lebih akurat, detail dan cepat. Sehubungan dengan itu, untuk mengetahui ciri khas penutupan hutan dan lahan di Hutan Adat Ghimbo Pomuan, penelitian ini dilakukan dengan merekam objek-objek diatas permukaan lahan di kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan dengan wahana Pesawat Udara Tanpa Awak (PUTA). Pranata, *et. al.*, 2020; Hakim, *et. al.*, 2021 telah melakukan penelitian-penelitian



yang berhubungan dengan penutupan hutan dan lahan

Inventarisasi jenis penutupan hutan dan lahan di kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan belum pernah dilakukan. Hal ini disebabkan keterbatasan pengetahuan masyarakat dan pengelola Hutan Adat Ghimbo Pomuan. Untuk membantu masyarakat dan pengelola Hutan Adat Ghimbo Pomuan dalam mengelola kawasan hutan adat yang efektif, yang berorientasi pada peningkatan kesejahteraan masyarakat dan tetap melestarikan lingkungannya. Penelitian ini bertujuan untuk menginterpretasi dan mengidentifikasi jenis penutupan hutan dan lahan di kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan menggunakan PUTA.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Hutan Adat Ghimbo Pomuan, Desa Koto Perambahan, Kecamatan Kampar Timur, Kabupaten Kampar yang dilaksanakan pada bulan Oktober 2022 – November 2022. Pada penelitian ini menggunakan bahan-bahan sebagai berikut : peta batas administrasi Kecamatan Kampar Timur, peta batas kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan, peta jaringan jalan dan peta jaringan sungai. Beberapa peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu PUTA jenis *Dji Phantom 4*, kamera digital, *smartphone* dengan aplikasi *Dronedeploy*, *Global Positioning System (GPS)*, dan *tally sheets*. Kegiatan proses pengolahan data spasial dan data image foto udara menggunakan *software ArcGIS version 10.3*, *Agisoft Photoscan*, dan untuk mengolah data tabular menggunakan *Microsoft Excel*.

Untuk melengkapi kebutuhan data, peneliti mengumpulkan juga data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan adalah data hasil pengamatan di lokasi penelitian yaitu data rekaman koordinat tutupan hutan di Hutan Adat Ghimbo Pomuan dan penggunaan lahan disekitarnya, data jenis tutupan lahan dan data objek-objek pernukaan lahan menggunakan PUTA *Dji Phantom 4*. Beberapa data sekunder untuk mendukung penelitian ini yaitu peta batas administrasi kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan, peta jaringan jalan dan sungai berformat data *shapefile*.

### 2.1 Metode Pengumpulan Data

#### 2.1.1 Persiapan

Persiapan penelitian ini diawali dengan dengan mempelajari kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan melalui hasil-hasil penelitian sebelumnya dan berdiskusi dengan pengelola Hutan Adat Ghimbo Pomuan. Persiapan perekaman kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan di lokasi penelitian, diawali dengan menyusun rencana jalur terbang PUTA jenis *Dji Phantom 4* di kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan.

Pemilihan lokasi dilakukan dengan menentukan masing-masing titik setiap tutupan yang ada di Kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan dan mengamati setiap titik yang ditentukan pada citra satelit resolusi tinggi dari *Google Earth* guna dilakukan pembuatan data *shapefile* kemudian di konversi dalam bentuk KML dalam *software ArcGIS version 10.3* dan selanjutnya di import ke dalam aplikasi *Drone Deploy* yang bertujuan untuk sebagai dasar dalam pembuatan jalur terbang *drone*.



### 2.1.2 Pengambilan Data di Lapangan

#### 1. Pengamatan Lapang

Pengamatan lapang pada penelitian ini adalah : (1) memotret berbagai tutupan hutan dan lahan; (2) merekan koordinat setiap tutupan hutan dan lahan; (3) berdiskusi dengan pengelola Hutan Adat Ghimbo Pomuan dan (4) melakukan survei disekitar Hutan Adat Ghimbo Pomuan terutama objek-objek yang dapat mengganggu jalur terbang pesawat udara tanpa awak (PUTA). Materi diskusi diantaranya adalah sejarah dan pengelolaan Hutan Adat Ghimbo Pomuan.

#### 2. Perekaman Data Tutupan Hutan dan Lahan

Perekaman kawasan Hutan dan lahan di sekitar Hutan Adat Ghimbo Pomuan dilakukan menggunakan dan menerbangkan pesawat udara tanpa awak (PUTA) jenis *Dji Phantom* 4. PUTA terbang sesuai dengan jalur terbang pada aplikasi *Dronedeploy* yang telah diatur. Tinggi terbang pesawat PUTA adalah 120 meter dari permukaan tanah. PUTA memiliki sistem GPS untuk navigasi sehingga memberikan kemampuan terbang autopilot (pilot otomatis). Penerbangan PUTA dikawal juga dengan alat pengendali jarak jauh (*remote controller*). Alat pengendali jarak jauh ini terhubung dengan smartphone yang memiliki program lunak *Dronedeploy*.

### 2.1.3 Pengolahan Data

#### 1. *Orthomosaic*

Perekaman data tutupan hutan dan lahan Hutan Adat Ghimbo Pomuan dari PUTA menghasilkan potongan-potongan foto tutupan lahan yang terpisah-pisah. Potongan-potongan foto lahan yang terpisah ini tentunya mempersulit dalam prosen identifikasi. Untuk

mendapatkan suatu citra foto yang utuh untuk seluruh kawasan penelitian, maka dilakukan pengolahan data foto-foto tersebut menggunakan perangkat lunak *Agisoft Photoscan*. Proses ini disebut dengan *Orthomosaic*. Hasil dari pengolahan ini adalah *Orthophoto* kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan yang telah dikoreksi geometris dan menggambarkan berbagai penutupan lahan dalam kondisi yang sebenarnya. (Radiansyah, 2017). Proses *orthomosaic* untuk menghasilkan *orthophoto* adalah (1) *Impor foto* dan rekonstruksi jalur terbang; (2) *Penyelarasan foto (Align Photo)*; (3) *Build dense point cloud*; (4) *Build mesh*; dan (5) *Build texture*.

#### 2. *Export orthophoto*

Proses *orthomosaic* menghasilkan data *orthophoto* kawasan penelitian di Hutan Adat Ghimbo Pomuan. *Orthophoto* kawasan. Data *orthophoto* ini kemudian diolah pada perangkat lunak ArcGis versi 10,3. untuk dilakukan proses interpretasi dan identifikasi penutupan hutan dan lahan di kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan.

#### 3. *Interpretasi foto dan Identifikasi Tutupan Lahan*

Tahap selanjutnya adalah menginterpretasi objek-objek yang ada pada foto di kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan. Interpretasi dilakukan secara visual berdasarkan pada pengenalan ciri-ciri objek secara spasial dengan mendeliniasi batas antar kelas tutupan lahan. Mendeliniasi dengan cara digitasi secara langsung batas-batas objek di layar komputer dengan *software ArcGis 10.3*. Menginterpretasi foto secara visual ini,



betujuan untuk melakukan penafsiran objek yang dibantu oleh kunci interpretasi yang mencakup: tekstur, ukuran, warna dan rona, pola, bentuk, bayangan dan asosiasi (Jaya 2015).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Interpretasi secara visual pada orthophoto udara PUTA dengan ketinggian pesawat 120 meter yang menghasilkan resolusi spasial foto 5 cm, menghasilkan objek-objek pada foto sangat mudah untuk diidentifikasi. Hasil interpretasi secara visul berdasarkan 9 unsur penafsiran pada foto udara PUTA (bentuk,

#### 3.1. Hutan Alam



**Gambar 1.** Orthophoto tutupan hutan alam di Hutan Adat Ghimbo Pomuan

Jenis tutupan hutan alam pada orthophoto yang ditunjukkan oleh Gambar 1 yang dicirikan dengan warna hijau tua, dengan tekstur kasar, rona agak gelap, bentuk tajuk membulat dan pola mengelompok. Resolusi spasial 5 cm pada orthophoto ini memberikan kemudahan untuk mengidentifikasi tutupan lahan kelas hutan alam di Hutan Adat Ghimbo

tekstur, warna dan rona, pola, bayangan, ukuran, asosiasi dan lokasi) dan identifikasi objek-objek di kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan, diperoleh jenis penutupan lahan di kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan terdiri dari : Hutan alam, badan air (kolam air, kanal atau saluran air), semak belukar, lahan terbuka, perkebunan sawit, dan jalan. Berikut penjelasan dan pembahasan berbagai tutupan dan karakteristik hutan dan lahan hasil penafsiran pada foto kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan.

Pomuan ini. Adanya bentuk tajuk-tajuk yang membulat berwarna hijau tua menjadi ciri dan karakteristik suatu hutan alam. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Swanda, *et. al.* (2021) dan Ikhwan, *et. al.* (2021). Hasil penelitian Swanda, *et. al.* (2021) di kawasan Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim juga menjelaskan bahwa orthophoto tutupan hutan

alam yang dicirikan rona agak gelap dan warna hijau tua, tajuk pohon bentuk bergerombol, tekstur kasar, dan pola mengelompok. Hasil penelitian Ikhwan, *et. al.* (2021) di hutan arboretum Universitas Lancang Kuning, juga menjelaskan bahwa orthopoto tutupan hutan alam di arboretum Unilak yang dicirikan warna hijau tua, dengan tekstur kasar, rona agak gelap, bentuk tajuk membulat dan pola mengelompok.

### 3.2 Perkebunan Sawit

Jenis tutupan perkebunan sawit pada Gambar 2 yang dicirikan dengan warna hijau tua dan hijau muda, pola teratur, rona agak gelap dan dengan tekstur kasar, tajuk berbentuk bintang. Perkebunan sawit ini berada di luar kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan, tapi letaknya hanya dipisahkan oleh jalan tanah yang mengelilingi kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan. Resolusi spasial 5 cm pada orthopoto ini memberikan kemudahan untuk mengidentifikasi tutupan perkebunan sawit

yang berada disekitar Hutan Adat Ghimbo Pomuan ini. Adanya bentuk pelepah yang membentuk pola bintang menjadi ciri dan karakteristik khas suatu perkebunan sawit. *Orthopoto* tanaman sawit juga memperlihatkan pelepah sawit yang jelas dan penampakan secara visual dari atas memperlihatkan jumlah pelepah ini berkisar dari 16 hingga 26 pelepah sawit. Selain itu pola tanam dan jarak tanam tanaman sawit juga terlihat dengan jelas. Hasil penelitian Penelitian dari Swanda, *et. al.* (2021) di kawasan Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim menghasilkan bahwa orthopoto tutupan tanaman kelapa sawit yang dicirikan rona agak gelap, tekstur kasar, bentuk tajuk seperti bintang warna hijau tua, pola mengelompok. Tidak jauh berbeda dengan kawasan Universitas Lancang Kuning, bahwa orthopoto tutupan tanaman sawit di Unilak dengan karakteristik tajuk pohon bentuk bintang, pola mengelompok, warna hijau tua, rona agak gelap dan tekstur kasar (Ikhwan, *et. al.* (2021)).



**Gambar 2.** Foto Udara UAV tanaman sawit di sekitar Kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan



### 3.3. Semak Belukar

Dikutip dari Tosiani, *et.al.*, 2020, bahwa semak belukar adalah kawasan bekas hutan lahan kering yang telah tumbuh kembali atau kawasan dengan liputan pohon jarang (alami) atau kawasan dengan dominasi vegetasi rendah (alami). Keberadaan tutupan lahan semak belukar di lokasi penelitian adalah berada di luar kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan, tapi letaknya hanya dipisahkan oleh jalan tanah yang mengelilingi kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan. Karakteristik objek semak belukar pada orthophoto yang ditunjukkan oleh Gambar 3 dengan resolusi spasial 5 cm, dicirikan dengan bentuk tajuk

vegetasi yang membulat, rona yang agak cerah, pola yang mengelompok, warna vegetasi yang hijau hingga hijau muda dengan tekstur agak kasar. Tapi sebagian besar bentuk tajuk pada orthophoto semak belukar di lokasi penelitian tidak terlihat jelas bentuknya. Hal ini disebabkan oleh jenis vegetasi yang terdapat pada semak belukar tersebut. Hasil penelitian Swanda, *et. al.* (2021) di kawasan Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim dan penelitian dari Ikhwan, *et. al.* (2021) juga mencirikan karakteristik tutupan semak belukar yang sama dengan di sekitar Hutan Adat Ghimbo Pomuan.



**Gambar 3.** Foto Udara UAV semak belukar di Kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan

### 3.4 Lahan Terbuka

Konsep lahan terbuka adalah lahan terbuka bekas kebakaran dan seluruh kenampakan lahan terbuka tidak bervegetasi (pasir pantai, singkapan batuan puncak gunung, endapan sungai, kawah vulkanik, puncak bersalju, gosong pasir), dan *land clearing* dimasukkan kelas lahan terbuka (Tosiani,

*et.al.*, 2020). Karakteristik objek pada lahan terbuka yang disajikan pada orthophoto Gambar 4 dicirikan dengan rona yang tampak cerah dengan objek berwarna abu-abu hingga coklat muda, pola yang teratur dengan tekstur objek tampak halus dan objek berbentuk persegi empat dan persegi panjang.



**Gambar 4.** Foto Udara UAV lahan terbuka di Kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan

Hasil penelitian Swanda, *et. al.* (2021) di areal Tahura SSH (Sultan Syarif Hasyim) juga menjelaskan bahwa orthopoto tutupan lahan terbuka dengan karakteristik warna lahan terbuka adalah keabu-abuan dan hijau muda dengan rona agak cerah. Tapi tekstur objek lahan terbuka pada penelitian Swanda, *et. al.* (2021) agak kasar dengan pola yang tidak teratur serta keberadaan lahan terbuka yang menyebar.

### 3.5 Badan air/Tubuh air

Menurut Tosiani, *et.al.*, 2020, tubuh air (*water body*) adalah laut, waduk, padang lamun, sungai, danau, terumbu karang dan semua kenampakan perairan. Objek badan air/tubuh air pada orthophoto pada Gambar 5 dengan karakteristik memiliki rona yang terang, dengan tekstur halus berwarna abu-abu dan hijau lumut dengan bentuk lahan seperti bangun datar persegi empat. Hasil pengecekan di lapangan, objek badan air ini adalah kolam-kolam ikan milik masyarakat.



**Gambar 5.** Foto Udara UAV badan air di Kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan Hasil penelitian Ikhwan, *et. al.* (2021) di kawasan Universitas Lancang Kuning, juga menjelaskan bahwa *orthopoto* tutupan lahan tubuh air berkarakteristik berwarna abu-abu, berona cerah, berbentuk geometri ke arah membulat dengan tekstur halus. Objek yang dimaksud adalah danau di Universitas Lancang Kuning.



### 3.6. Jalan

Kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan dikelilingi oleh jalan tanah dengan lebar bervariasi antara 3,6 m hingga 8 meter. Jalan ini menjadi akses kendaraan roda 2 dan 4 atau lebih yang menuju ke kawasan ini. Jalan ini masih merupakan jalan tanah. Sehingga pada orthophoto jalan tanah ini berkarakteristik dengan warna putih, dengan tekstur halus,

berona terang dan bentuk memanjang dengan pola teratur. Karakteristik jalan tanah ini adalah sama dengan hasil penelitian Swanda, *et. al.* (2021) di areal Tahura SSH, sebagian jalan ada dalam areal Tahura SSH memiliki rona cerah dengan bentuk badan jalan memanjang lurus, dengan tekstur objek halus dan pada foto tampak berwarna putih krem.



**Gambar 6.** Foto Udara UAV objek jalan di sekitar Kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan

## IV. KESIMPULAN

Hasil Identifikasi dari orthophoto dengan resolusi spasial 5 cm pada kawasan Hutan Adat Ghimbo Pomuan yang diperoleh dengan menggunakan wahana pesawat udara tanpa awak (PUTA) adalah : hutan alam, perkebunan sawit, lahan terbuka, badan air, semak belukar dan jalan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Lancang Kuning untuk

pendanaan penelitian ini melalui program APBU untuk tahun akademik 2021/2022.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hakim, M.A., Emawati, H., dan Mujahiddin, D.E. 2021. Pemanfaatan Pesawat Tanpa Awak untuk Pemetaan dan Identifikasi Penutupan Lahan pada Kawasan Hutan Pendidikan UNMUL. Jurnal AGRIFOR. Volume XX Nomor 1: Hal. 1-14.
- Ikhwan M., Ratnaningsih A.T., Lestari I., dan Ikhsani H. (2021). Aplikasi Teknologi



- Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Untuk Mengidentifikasi Tutupan Hutan dan Lahan di Universitas Lancang Kuning. *Wahana Forestra : Jurnal Kehutanan*. Vol 16 No 1 : Hal. 86-101.
- Jaya INS. 2015. Analisis Citra Digital Persepektif Penginderaan jauh untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam. Bogor (ID): Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Pranata, Agus Hadi., Jauhari, A., dan Fithria, A. 2020. Analisis Akurasi Luas Tutupan Lahan Menggunakan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) ULM di Mandiangin. *Jurnal Sylva Scientiae*. Vol. 03 No. 5 : Hal. 796-804.
- Radiansyah, Sumantri. 2017. Aplikasi Pesawat Tanpa Awak (UAV)/Drone Untuk Pemantauan Satwa Liar. Tesis. Program Pascasarjana . Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Swanda, H., Sadjati, dan E., Ikhwan, M. 2021. Pemanfaatan Teknologi Pesawat Tanpa Awak Untuk Identifikasi Klasifikasi Tutupan Lahan (Studi Kasus : Kawasan Tahura SSH). Seminar Nasional Karya Ilmiah Multidisiplin. Vol. 1, No. 1 Agustus 2021, Hal. 157-167.
- Tosiani, A., Mohammad, A.R., Sularso, G.N.M., Lugina, M., Novita, N., dan Lestari, N. S. 2020. Standar Operasional Prosedur (SOP): Penghitungan Akurasi dan *Uncertainty* Perubahan Penutupan Lahan. Penerbit IPB Press. Bogor.