



**KLASIFIKASI TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN
DATA *UNMANNED AERIAL VEHICLE* (UAV)
DI RPH CIGUDEG DAN RPH CIRANGSAD
BKPH JASINGA – LEUWILIANG KPH BOGOR**

ZACKRY AUDRIC P



**DEPARTEMEN MANAJEMEN HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2018**

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Data *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) di RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad BKPH Jasinga-Leuwiliang KPH Bogor adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Januari 2018

Zackry Audric P.
NIM E14130090

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural



ABSTRAK

ZACKRY AUDRIC P. Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Data *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) di RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad, BKPH Jasinga-Leuwiliang KPH Bogor. Dibimbing oleh M BUCE SALEH.

Perencanaan tutupan lahan membutuhkan data kondisi tutupan terbaru dan terkini. Penginderaan jauh menjadi salah satu cara yang efektif untuk memperoleh data tutupan lahan. Pertumbuhan penduduk yang tinggi berimplikasi pada kebutuhan sumber daya lahan, sehingga membuat dinamika sosial menjadi tinggi. Perum Perhutani, selaku BUMN yang bertugas mengelola hutan di Pulau Jawa dan Madura, memiliki peranan penting dalam melakukan pengawasan dan monitoring hutan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai November 2017 di RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad, BKPH Jasinga-Leuwiliang, KPH Bogor. Pengambilan data menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) yang dilakukan dengan metode *purposive sampling* berdasarkan jenis tutupan lahan dan aksesibilitas. Pengamatan lapang menghasilkan 60 titik pengamatan yang kemudian diklasifikasikan berdasarkan tegakan dan non tegakan, jenis, umur, ukuran, heterogenitas, dan komposisi menghasilkan 19 kelas tutupan lahan. Seluruh kelas tutupan lahan yang dihasilkan dapat dikenali melalui *orthophoto*. Resolusi spasial rata-rata yang dihasilkan pada *orthophoto* adalah 7.5 cm/piksel. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas suatu foto udara diantaranya adalah cuaca, tinggi terbang, topografi, kecepatan, dan overlap. Pengambilan foto udara paling baik dilakukan pada cuaca cerah yaitu pada siang hari.

Kata kunci: Interpretasi visual, *orthophoto*, pemantauan tutupan lahan, UAV

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



ABSTRACT

ZACKRY AUDRIC P. Land Cover Classification Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Data at RPH Cigudeg and RPH Cirangsad, BKPH Jasinga-Leuwiliang KPH Bogor. Supervised by M BUCE SALEH.

Land cover management requires the data of its latest condition. Remote sensing is an alternative to obtain the land cover data. The high number of population growth affects the needs of land resources thus the social dynamics becomes higher. Perum Perhutani, as the BUMN that is charged to manage the forests at Java and Madura, takes important roles on supervising and monitoring the forests. The study was conducted on March to November 2017 at RPH Cigudeg and RPH Cirangsad, BKPH Jasinga-Leuwiliang, KPH Bogor. The data was collected by using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) with purposive sampling method based on land cover types and accessibility. The observation developed 60 observation points that were classified based on the forest stand, species, age, size, forest heterogeneity, and forest composition which were resulted into 19 land cover classes. The entire land cover classes could be recognized by orthophoto. The average of spatial resolution which were obtained from orthophoto was 7.5 cm/pixel. Factors affecting image quality in aerial photography were weather, flying altitude, topography, velocity, and overlap. The best time for taking aerial photography is at noon.

Keywords: Land cover monitoring, orthophoto, UAV, visual interpretation

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural

KLASIFIKASI TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN DATA *UNMANNED AERIAL VEHICLE* (UAV) DI RPH CIGUDEG DAN RPH BKPH JASINGA – LEWILIANG KPH BOGOR

ZACKRY AUDRIC P.

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Kehutanan
pada
Departemen Manajemen Hutan

**DEPARTEMEN MANAJEMEN HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2018**



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural



Judul Skripsi: *Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Data Unmanned Aerial Vehicle (UAV) di RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad BKPH Jasinga – Leuwiliang KPH Bogor*

Nama : Zackry Audric P.
NIM : E14130090

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)



Disetujui oleh

Dr Ir M Buce Saleh MS
Pembimbing

Diketahui oleh

Dr Ir Ahmad Budiaman M Sc F Trop
Ketua Departemen

Tanggal Lulus: 11 JAN 2018

Bogor Agricult



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Data *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) di RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad BKPH Jasinga – Leuwiliang KPH Bogor” ini berhasil penulis selesaikan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai April 2017 di RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad BKPH Jasinga-Leuwiliang, KPH Bogor.

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Ir. M. Buce Saleh, MS selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan pada penyelesaian skripsi maupun pelaksanaan penelitian. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada orang tua penulis, Tjut Rico Raelisiana, serta keluarga besar penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan, baik secara moril maupun materil. Terima kasih penulis sampaikan pada Kang Edwine dan Bapak Iskandar Zulkarnaen Siregar. Ungkapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Abiandra Bonita, Tiara Putri Yasmin, Gadafi Nazim, Tri Ayu Septari, Sadap Sakiyah, teman-teman Fahutan 50 (khususnya Manajemen Hutan 50), serta Adik-Adik dan Abang-Teteh Fahutan.

Penulis berharap semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang memerlukannya.

Bogor, Januari 2018

Zackry Audric P.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Bogor Agricultural University (IPB) (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	2
Manfaat Penelitian	2
KONDISI UMUM LOKASI PENELITIAN	2
METODE	3
Waktu dan lokasi penelitian	3
Alat dan Data	3
Prosedur Penelitian	3
HASIL DAN PEMBAHASAN	9
Orthomosaic	9
Klasifikasi Kelas Tutupan Lahan di Lapang	12
Interpretasi Visual Kelas Tutupan Lahan	15
SIMPULAN DAN SARAN	25
Simpulan	25
Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
RIWAYAT HIDUP	27

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR TABEL

1 Spesifikasi wahana dan kamera	3
2 Kelas hutan RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad dan deskripsi secara umum	5
3 Deskripsi tutupan lahan di lapangan	12

DAFTAR GAMBAR

1 Alur kerja dalam klasifikasi tutupan lahan RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad	4
2 Rencana pengambilan data foto udara	5
3 Peta lokasi titik pengamatan lapang	7
4 (a) Hasil orthophoto yang tidak terkoreksi karena overlap, (b) Hasil orthophoto yang tidak terkoreksi karena overlap, (c) Foto udara dengan terrain distortion, (d) Orthophoto dengan terrain distortion	10
5 Foto udara tunggal (a) hasil orthophoto (b)	10
6 (a) Foto udara tunggal dengan warna kehijauan, (b) Foto udara tunggal dengan warna kekuningan, (c) Hasil orthophoto	11
7 (a) Foto udara tunggal dengan kabut, (b) Hasil orthophoto dengan kabut	11
8 (a) Foto udara di ketinggian 100m, (b) Foto udara di ketinggian 150m	12
9 Orthophoto lahan bekas terbakar	15
10 Orthophoto longsor	16
11 (a) Tanah kosong di lapangan, (b) tanah kosong pada orthophoto	16
12 (a) Sawah di lapangan, (b) Sawah pada orthophoto	17
13 (a) Pertanian lahan kering di lapangan, (b) Pertanian lahan kering pada orthophoto	17
14 (a) Rumput di lapangan, (b) Rumput pada orthophoto	18
15 (a) Semak belukar di lapangan, (b) Semak belukar pada orthophoto	18
16 (a) Bambu di lapangan, (b) bambu pada orthophoto	18
17 (a) Meranti KU II, III, IV di lapangan, (b) meranti KU II, III, IV pada orthophoto	19
18 (a) Pemukiman di lapangan, (b) pemukiman pada orthophoto	19
19 (a) Pulau di lapangan, (b) pulau pada orthophoto	20
20 (a) Rasamala di lapangan, (b) rasamala pada orthophoto	20
21 (a) Kayu afrika di lapangan, (b) Kayu afrika pada orthophoto	20
22 (a) Pertambangan timah di lapangan, (b) Pertambangan timah pada orthophoto	21
23 Orthophoto kolam air	21
24 Orthophoto bangunan jaga	21
25 (a) HC1 di lapangan, (b) HC1 pada orthophoto	22
26 (a) HC2 di lapangan, (b) HC2 pada orthophoto	22
27 (a) HC3 di lapangan, (b) HC3 pada orthophoto	23
28 Peta kelas tutupan lahan RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad petak 24, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 38, 39	24

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

29	Peta kelas tutupan lahan RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad petak 24, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 38, 39	24
30	Peta kelas tutupan lahan RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad petak 34	25



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kegiatan pemantauan lahan telah dilakukan sejak lama, bahkan sebelum dekade 1980-an telah menggunakan potret udara. Kegiatan pemantauan tutupan lahan adalah cara yang dilakukan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan untuk memotret kondisi hutan secara cepat sehingga mendapatkan informasi penutupan lahan. Hasil potret dari pemantauan tutupan lahan digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam pengelolaan hutan (KLHK 2015). Kementerian Kehutanan, sekarang Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, sebagai lembaga penyedia data resmi kehutanan menyatakan bahwa kelemahan tata kelola telah menyebabkan tutupan hutan Indonesia terus berkurang. Di tahun 2004, tutupan hutan diperkirakan sekitar 94 juta ha atau 50% dari total luas lahan di Indonesia dan terus berkurang menjadi 90 juta ha di tahun 2012.

Perencanaan tata guna lahan regional sangat terhambat oleh tidak adanya peta yang terbaru dan kurangnya sarana untuk menangani dan menganalisa begitu banyak jumlah data yang terlibat. Studi pemotretan udara, baik berupa penafsiran foto maupun fotogrametri, adalah suatu perangkat bagian suatu disiplin yang lebih luas yang disebut penginderaan jauh (Paine 1992). Berbagai sensor dapat digunakan untuk mendapatkan data dari jarak jauh yang dapat dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang obyek, daerah, atau fenomena dengan teliti. Informasi atau data yang didapatkan dari penginderaan jauh biasanya disajikan dalam bentuk peta, tabel, dan bahasan tertulis atau laporan. Informasi tersebut diperuntukan bagi para pengguna yang memanfaatkannya untuk kemudian digunakan sebagai acuan dalam proses pengambilan keputusan (Liliesand dan Kiefer 1990).

Pertumbuhan jumlah penduduk di Kabupaten Bogor tentu berimplikasi pada kebutuhan sumber daya. Salah satu sumber daya alam yang diperlukan adalah kebutuhan akan sumberdaya lahan. Hal tersebut akan mengakibatkan dinamika sosial yang tinggi, terutama di wilayah hutan yang berada di sekitar pemukiman atau akses jalan. RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad sebagai salah satu wilayah kerja administrasi KPH Bogor, yang memiliki tugas untuk mengelola hutan di pulau Jawa dan Madura, perlu melakukan monitoring untuk melihat kondisi tutupan lahan terutama yang memiliki dinamika sosial tinggi.

Berbagai penelitian untuk kepentingan perolehan data penginderaan jauh dengan resolusi tinggi telah banyak dilakukan. Hal tersebut menyebabkan terjadi perkembangan teknologi yang pesat untuk penginderaan jarak jauh, baik dari segi wahana maupun sensor yang digunakan dalam perekaman suatu obyek yang ada dipermukaan bumi. Menurut Shofiyati (2011), perekaman data atau pemotretan udara dengan menggunakan pesawat tanpa awak atau *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) merupakan salah satu teknologi alternatif untuk mendapatkan data yang lebih detil, aktual, cepat dan lebih murah. Lebih lanjut, Kushardono (2014) menjelaskan kelebihan jika pemantauan lahan dilakukan dengan menggunakan UAV, diantaranya harga investasi dan operasionalnya yang murah, perolehan data yang cepat dan fleksibel, serta data yang dihasilkan lebih detail dibandingkan

dengan data yang diperoleh dari satelit. Selain itu dikarenakan ketinggian jelajah atau terbang UAV yang bisa berada dibawah awan sehingga dapat diperoleh citra yang bebas awan. Berdasarkan kondisi hutan di wilayah RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad yang selalu berubah tutupan lahannya maka perlu dikaji penggunaan data UAV untuk monitoring perubahan tutupan lahan.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji kemampuan UAV dalam menyajikan data kelas hutan/tutupan lahan dengan mengetahui proses pengambilan data dengan menggunakan UAV dan faktor-faktor yang mempengaruhinya dan mengklasifikasi kelas hutan atau tutupan lahan di RPH Cigudeg dan Cirangsad.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah memberikan data dan informasi terbaru mengenai tutupan lahan yang terdapat di RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad BKPH Jasinga-Leuwiliang, serta dapat memberikan alternatif wahana yang di gunakan untuk melakukan monitoring kawasan.

KONDISI UMUM LOKASI PENELITIAN

Menurut KPH Bogor (2016), Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan (BKPH) Jasinga-Leuwiliang terletak diantara $06^{\circ}26'30''-06^{\circ}45'30''$ LS dan $106^{\circ}28'00''-106^{\circ}41'30''$ BT dengan ketinggian 100-900 mdpl. Wilayah BKPH Jasinga-Leuwiliang berdasarkan klasifikasi Schimdt-Ferguson termasuk tipe iklim A, yaitu termasuk tipe iklim sangat basah dengan curah hujan rata-rata sebesar 4000 mm/th. Wilayah BKPH Jasinga-Leuwiliang termasuk kedalam wilayah DAS Cisadane dan DAS Cidurian. RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad merupakan salah satu wilayah kerja administrasi Perum Perhutani yang berada di bawah BKPH Jasinga-Leuwiliang. RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad memiliki luasan kurang lebih 5504.75 ha. Kedua RPH termasuk ke dalam kelas perusahaan meranti di BKPH Jasinga-Leuwiliang.

Berdasarkan wilayah administratif BKPH Jasinga-Leuwiliang masuk kedalam kabupaten Bogor di wilayah Kecamatan Jasinga, Cigudeg, Tegallega, Rumpin, Gobang, Nanggung, Cianten, Leuwiliang, dan Pamijahan. Berdasarkan wilayah kerja, batas-batas wilayah BKPH Jasinga-Leuwiliang adalah sebagai berikut:

1. Sebelah Barat : berbatasan dengan KPH Banten
2. Sebelah Selatan : berbatasan dengan TN Gunung Halimun Salak
3. Sebelah Timur : berbatasan dengan BKPH Bogor
4. Sebelah Utara : berbatasan dengan BKPH Parung Panjang

METODE

Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai November 2017. Pengambilan data lapang dilaksanakan pada bulan Maret sampai April 2017 di RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad, BKPH Jasinga-Leuwiliang, KPH Bogor.

Alat dan Data

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu *Global Positioning System* (GPS) *hand held*, *tally sheet*, *range finder*, kamera digital, serta *smartphone* yang dilengkapi dengan dengan aplikasi *Pix4Dcapture* sebagai alat memasukkan rencana terbang *drone* dan UAV tipe DJI Phantom 4. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan komputer yang dilengkapi dengan *software* QGIS versi 2.14.4, ArcGIS 10.11 Agisoft Photoscan, Ms. Excel 2016, dan Ms. Word 2016.

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari hasil pengambilan lapangan berupa *ground check* lokasi penelitian dan foto udara dari UAV jenis DJI Phantom 4. Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung oleh peneliti berupa peta kelas hutan BKPH Jasinga-Leuwiliang, data inventarisasi KPH Bogor tahun 2016 dan citra resolusi tinggi yang diperoleh dari *Google Earth*. Spesifikasi wahana dan kamera pada UAV tersaji pada Tabel 1

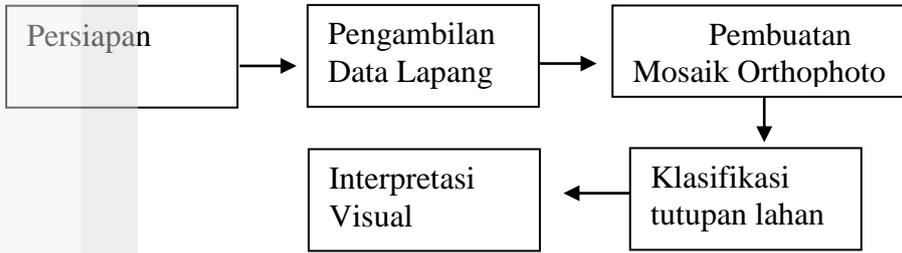
Tabel 1 Spesifikasi wahana dan kamera

Spesifikasi	Keterangan
Jenis	Rotary Wing, Quadcopter
Berat	1380g
Maksimal Waktu Terbang	±28menit
Sistem Penentuan Posisi Satelit	GPS/GLONASS
Jenis Baterai	LIPo4S
Kapasitas Baterai	5350mAh
Lensa	FOV94°20 mm (setara format 35mm) f/2.8 pada ∞
Jenis Sensor	1/2.3" CMOS
Resolusi	12MP
Resolusi Foto	4000x3000
Format foto	JPEG, DNG(RAW)
Penyimpanan	Micro SD

Sumber: <http://www.dji.com/phantom4/info#specs>

Prosedur Penelitian

Alur kerja dalam klasifikasi tutupan lahan RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1 Alur kerja dalam klasifikasi tutupan lahan RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad

Persiapan

Persiapan yang dilakukan yaitu studi pustaka mengenai penelitian yang dilaksanakan serta melakukan latihan pengambilan data lapang. Pengumpulan data sekunder berupa peta kelas hutan KPH Bogor. Interpretasi visual dari *Google Earth* dilakukan untuk mengetahui kondisi tutupan lahan yang ada di BKPH Jasinga-Leuwiliang, didukung dengan data kelas hutan untuk menentukan titik pengamatan dan jalur terbang UAV.

Perencanaan jalur terbang UAV penting dilakukan untuk mendapatkan area pemotretan sesuai dengan yang diharapkan. Pemilihan blok terbang dilakukan berdasarkan keterwakilan kelas hutan dan tutupan lahan. Penentuan lokasi blok terbangutamakan pada lokasi yang memiliki berbagai kelas hutan dan tutupan lahan. Termasuk didalam perencanaan jalur potret udara adalah luas, arah, tinggi terbang, overlap, kecepatan terbang. Parameter tersebut di input ke dalam *software* Pix4D yang kemudian diunggah ke dalam UAV. Arah terbang UAV diatur sehingga mendapatkan foto tutupan lahan yang beragam, sehingga sebelumnya perlu dilakukan orientasi lapang. Tinggi terbang disesuaikan dengan peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 90 Tahun 2015 yang menyatakan bahwa sebuah pesawat tanpa awak tidak boleh dioperasikan pada ketinggian lebih dari 150 m. Overlap yang digunakan yaitu 70 % dengan kecepatan terbang rata-rata 10 km/jam guna mendapatkan foto udara yang tumpang tindih dan mendapatkan hasil foto yang stabil. Pengambilan foto udara dilakukan pada tujuh blok terbang. Gambar 2 menjelaskan terkait rencana pengambilan foto udara.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

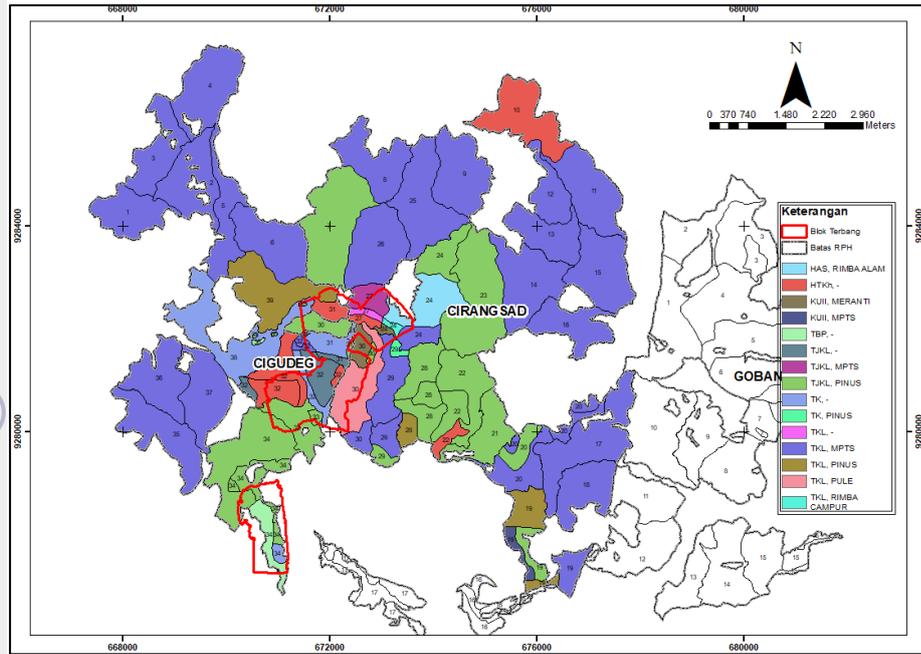
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University



Gambar 2 Rencana pengambilan data foto udara

Berikut merupakan tahapan yang dilakukan untuk menentukan titik pengamatan lapangan

1. Identifikasi kelas hutan Perhutani di RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad
2. Jumlah kelas hutan yang di bangun Perhutani untuk BKPH Jasinga-Leuwiliang sebanyak 10 kelas hutan dengan dengan kelas perusahaan berupa meranti yang dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2 Kelas hutan RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad dan deskripsi secara umum

No.	Kelas Hutan	Deskripsi
1	TKL (Tanaman kayu lain)	Lapangan-lapangan berisi tegakan bukan untuk jenis kelas perusahaan yang tumbuh pada tempat yang baik untuk jenis kelas perusahaan dengan kondisi realtif baik.
2	TJKL (Tanaman jenis kayu lain)	Lapangan berisi tanaman jenis bukan kelas perusahaan dengan kondisi potensi cukup produktif, yang kondisi tanahnya tidak baik untuk jenis kelas perusahaan atau kondisi tanahnya baik untuk jenis kelas perusahaan tetapi mempunyai sebaran umur maupun cakupan wilayah yang memungkinkan untuk diatur sendiri kelestarian hasilnya dalam suatu klaster.
3	HTKH (Hutan dengan tujuan khusus)	Kawasan yang di peruntukan dengan tujuan khusus misalkan: untuk penelitian, pengembangan kehutanan, kegiatan penambangan galian.
4	TBP (Tidak baik untuk produksi)	Kawasan hutan yang tidak baik untuk produksi karena keadaan alamnya seperti sungai, bukit berbatu, sumber lumpur dan lainnya.

No.	Kelas hutan	Deskripsi
5	TK (Tanah kosong)	Lapangan tidak bertegakan (kosong), hampir kosong, padang rumput, semak belukar.
6	TKTBKP (Tanah kosong tak baik untuk kelas perusahaan)	Lapangan-lapangan dalam kondisi kosong atau hampir kosong, yang kondisi tanahnya tidak baik untuk tanaman jenis kelas perusahaan.
7	HAS RIMBA ALAM (Hutan alam sekunder)	Kawasan perlindungan untuk melindungi kelestarian lingkungan baik sumber daya alam, sumber daya buatan, dan nilai sejarah berupa hutan alam sekunder dengan tutupan tegakan rimba alam
8	KPS (Kawasan Perlindungan Setempat)	Kawasan perlindungan terutama untuk perlindungan tata air terdiri dari sempadan sungai, mata air dan sempadan jurang
9	TJKLR (Tanaman Jenis Kayu Lain Rusak)	Kawasan yang berisi tegakan jenis kayu lain dengan kondisi rusak, hampir kosong atau kosong
10	TKLR (Tanaman Kayu Lain Rusak)	Kawasan yang ditumbuhi oleh jenis tanaman bukan kelas perusahaan yang kondisinya rusak, hampir kosong atau kosong, sehingga perlu segera ditanami dengan kelas perusahaan

2. Pemilihan petak dan kelas hutan di RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad BKPH Jasinga-Leuwiliang

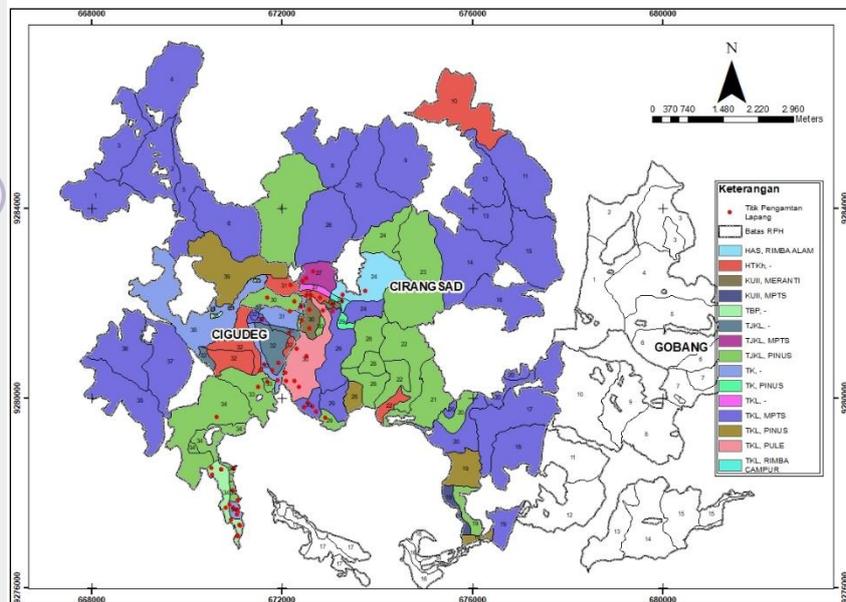
Metode yang digunakan dalam melakukan pemilihan petak dan kelas hutan ada metode *purposive sampling*. Menurut Sugiyono (2010), metode *purposive sampling* adalah metode penentuan sampel berdasarkan tujuan atau karakteristik tertentu agar hasil yang didapatkan representatif. Dari kelas hutan yang terdapat di RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad Cirangsad BKPH Jasinga-Leuwiliang, hanya 9 kelas hutan yang dikunjungi, hal tersebut dikarenakan pemilihan kelas hutan di arahkan kepada identifikasi tutupan lahan yang memiliki tegakan. Selain itu, faktor-faktor seperti aksesibilitas, konflik lahan, dan informasi dari petugas menjadi faktor yang menentukan pemilihan kelas hutan yang dikunjungi. Kelas hutan yang tidak dikunjungi adalah TKTBKP. Kelas hutan tersebut tidak dikunjungi dikarenakan aksesibilitas yang sulit dan juga konflik yang tinggi.

3. Penentuan titik pengamatan lapang

Penentuan titik lapang dilakukan berdasarkan keterwakilan masing masing kelas hutan dan juga tutupan lahan. Penentuan ini didukung dengan data kelas hutan RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad dan informasi tutupan lahan dari citra resolusi tinggi. Jumlah titik rancangan yang dibuat sebanyak 60 titik pengamatan berdasarkan tutupan lahan per-kelas hutan. Pengambilan titik pengamatan dibantu dengan menggunakan GPS untuk mengetahui lokasi dari

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

tutupan lahan tersebut. Tutupan lahan berupa tegakan diamati berdasarkan beberapa parameter yaitu tinggi pohon, diameter pohon, kerapatan, homogenitas, tahun tanam, dan jenis. Selain dilakukan pengamatan, dilakukan juga pengambilan gambar foto lapangan. Gambar 3 menunjukkan lokasi titik pengamatan lapang.



Gambar 3 Peta lokasi titik pengamatan lapang

Pengambilan Data Lapang

Pemotretan Foto Udara

- Kegiatan ini dilakukan dengan menerbangkan UAV sesuai dengan perencanaan jalur yang telah ditentukan. Sistem UAV yang digunakan dijalankan dengan sistem otomatis dengan panduan navigasi GPS yang telah terintegrasi pada UAV dan perangkat lunak perencanaan jalur terbang. Proses akuisisi data atau pemotretan foto udara dapat diawasi melalui melalui *software* Pix4D sehingga dapat dilakukan pengamatan untuk tutupan lahan yang baru atau berbeda.
- Pengamatan lapang atau *ground check* dilakukan dengan mengunjungi titik-titik pengamatan yang telah direncanakan. Pengambilan data dilakukan dengan cara *marking*, pengamatan secara deskriptif, dan pengambilan gambar. Hasil pengamatan lapang dicatat kedalam *tally sheet* berupa koordinat, anak petak, jenis tanaman, tahun tanam, tinggi rata-rata, diameter rata-rata, kerapatan, dan kondisi lapang. Selain itu juga dilakukan wawancara terhadap mandor atau petugas lapang untuk mendapatkan informasi terkait kondisi lokasi penelitian.

Pengolahan Data

Tahapan ini dilakukan untuk mengolah data foto udara yang telah diambil dari UAV menjadi *orthophoto* dan mengklasifikasikan hasil titik-titik pengamatan lapang. Klasifikasi tutupan lahan bertujuan untuk mengetahui dan mengelompokkan hasil pengamatan lapang. Pengamatan lapang dilakukan pada

delapan kelas hutan, didapatkan 60 titik pengamatan. 60 titik pengamatan tersebut kemudian di klasifikasi menggunakan indikator berupa spesies/komposisi jenis, umur dan ukuran untuk tegakan. Selain itu klasifikasi juga mempertimbangkan homogenitas, heterogenitas, komposisi, dan dominasi tegakan.

Pengolahan data hasil pemotretan foto udara menggunakan perangkat lunak Agisoft Photoscan. Secara umum alur proses *orthomosaic* menggunakan perangkat lunak Agisoft Photoscan meliputi 6 tahap sebagai berikut:

1. *Alignment Photo*

Tahap ini dilakukan proses identifikasi *tie point* secara otomatis. Align photo dilakukan untuk mengidentifikasi titik-titik yang ada di masing-masing foto dan melakukan proses *matching* antar foto. Proses *alignment photo* menghasilkan parameter kalibrasi kamera, bentuk kumpulan *tie point* yang terdeteksi dalam model tiga dimensi, dan posisi kamera saat pemotretan.

2. *Build Dense Point Cloud*

Tahap ini merupakan proses untuk memodelkan objek yang terbentuk dari *tie point*. *Dense point cloud* menghasilkan *point cloud* yang sangat kecil dan rapat. Proses ini menghasilkan model tiga dimensi yang lebih rinci yang menggambarkan keadaan atau objek sebenarnya.

3. *Build Mesh*

Tahap ini membentuk poligon-poligon pada permukaan objek yang terbentuk berdasarkan *dense point cloud*. Poligon-poligon tersebut membentuk segitiga-segitiga yang saling terhubung satu sama lain membentuk permukaan objek.

4. *Build Texture*

Setelah permukaan *solid* terbentuk, proses *build texture* memunculkan tekstur sebenarnya yang terdapat pada foto udara atau keadaan objek yang sebenarnya.

5. *Generate Orthophoto*

Model tiga dimensi yang telah memiliki tekstur dan menampilkan kondisi sebenarnya di lapangan di-*export* menjadi *orthophoto* dalam format (.tiff) sehingga dapat di gunakan untuk proses selanjutnya.

Orthophoto merupakan foto yang telah dikoreksi distorsi yang disebabkan oleh kemiringan kamera, distorsi yang disebabkan lensa, dan distorsi karena topografi. Orthophoto menampilkan semua informasi yang ditampilkan oleh foto udara tunggal, namun tidak seperti foto udara tunggal, jarak sebenarnya, azimuth dan luas dapat dihitung (Rossi 2004).

Analisis Citra Secara Visual

Analisis kualitatif/visual (interpretasi citra) merupakan kegiatan untuk mengidentifikasi dan mendeteksi obyek-obyek pada permukaan bumi yang tampak pada citra, baik foto udara maupun citra satelit, dengan mengenali berdasarkan karakteristik spasial, spektral dan temporal (Jaya 2015).

Menurut Sari (2015), analisis citra secara visual memiliki beberapa tahapan yang harus dilakukan. Salah satu tahapan dalam analisis citra secara visual adalah dengan menggunakan *on-screen digitation*. *On-screen digitation* atau digitasi langsung dilayar komputer dilakukan untuk membuat delineasi atau batas-batas antar kelas tutupan lahan. Batas kelas tutupan lahan ditentukan

berdasarkan kunci interpretasi. Menurut Lillesand dan Kiefer (1990), terdapat 8 elemen interpretasi sebagai berikut:

1. Bentuk ialah konfigurasi atau kerangka suatu objek yang mencirikan sehingga citra dapat langsung diidentifikasi
2. Ukuran obyek harus dipertimbangkan sehubungan dengan skala foto.
3. Pola merupakan susunan keruangan yang mencirikan objek bentukan manusia atau objek bentukan alamiah
4. Bayangan dapat memberikan gambaran profil suatu objek
5. Rona/warna tingkat kecerahan relatif objek pada citra yang tampak
6. Tekstur menunjukkan halus atau tidaknya suatu citra yang tampak
7. Situs merupakan hubungan suatu objek dengan objek yang lain yang dapat digunakan untuk pengenalan
8. Asosiasi merupakan keterkaitan suatu objek dengan objek lainnya

HASIL DAN PEMBAHASAN

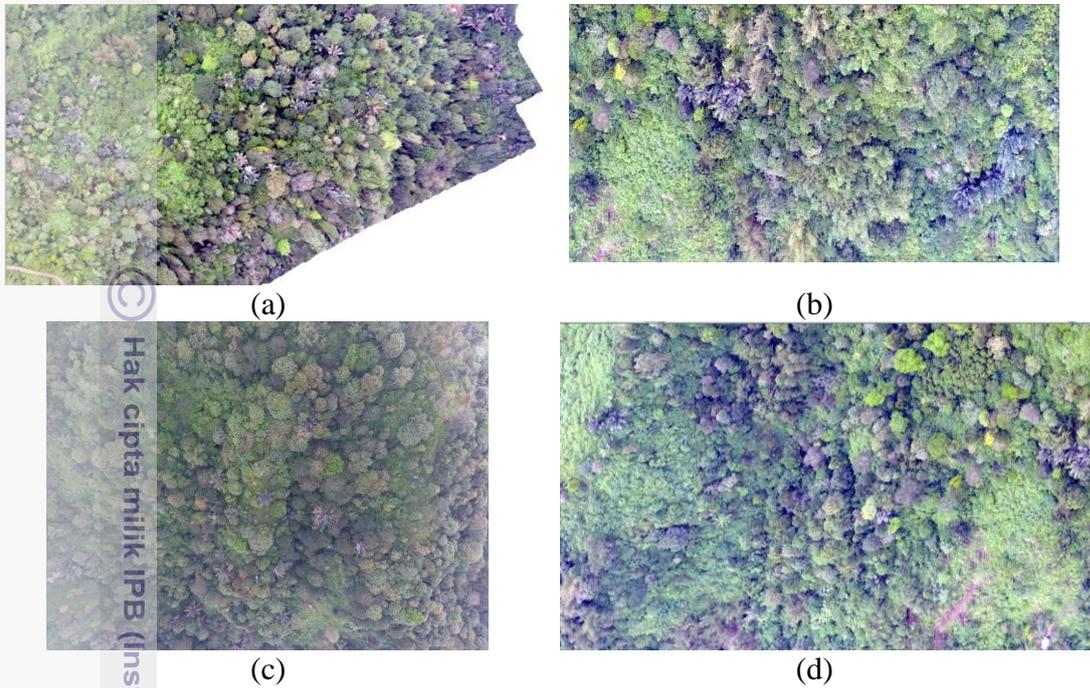
Orthomosaic

Proses *orthomosaic* untuk menghasilkan *orthophoto* dari foto udara yang telah diambil. Foto udara yang diperoleh berjumlah 1 233 foto yang tersebar kedalam tujuh blok terbang. Resolusi spasial rata-rata yang dihasilkan adalah 7.5 cm/piksel. Dalam proses pengambilan foto udara ada beberapa faktor yang mempengaruhi *orthophoto* yang dihasilkan, diantaranya distorsi, perbedaan topografi, kecepatan terbang, tinggi terbang, waktu pengambilan, dan cuaca.

Walaupun sudah memiliki area yang cukup luas dan resolusi spasial yang tinggi, dalam foto udara tunggal masih terdapat distorsi dan belum terkoreksi secara geometrik. Distorsi disebabkan posisi objek pada foto yang menjauhi titik nadir. Adapun perbedaan topografi dalam satu jalur terbang yang juga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya distorsi. Distorsi yang disebabkan oleh bentuk topografi disebut *terrain distortion*. *Terrain distortion* dapat diatasi dengan *overlap* yang tinggi sehingga tetap dapat menghasilkan *orthophoto* yang terkoreksi dengan baik, namun pada area dipinggir blok terbang UAV yang tidak memiliki foto yang *overlap* diseluruh sisi, *orthophoto* yang dihasilkan tidak terkoreksi dengan baik. Menurut Greenwood dan Kakaes (2015), *orthomosaic* dapat mengoreksi foto udara yang saling *overlap*, menghilangkan distorsi dan menghasilkan *mosaic* yang orthogonal. Proses *orthomosaic* mengoreksi foto udara yang memiliki proyeksi sentral menjadi *orthophoto* yang memiliki proyeksi orthogonal dengan melakukan *mosaic* pada foto udara yang saling *overlap*. *Overlap* terdiri dari *sidelap* dan *frontlap*, pada penelitian ini *overlap* yang digunakan adalah 70%. *Overlap* yang besar berfungsi untuk menghindari *gap* antar foto udara. *Gap* dapat disebabkan karena UAV yang berukuran kecil, terbang menjauhi jalur terbang karena angin besar. *Gap* antar foto udara akan membuat hasil *orthophoto* yang tidak maksimal dan menghasilkan ruang kosong pada *orthophoto*. Gambar 4 menjelaskan hasil *orthophoto* yang tidak terkoreksi karena overlap pada gambar (a), hasil *orthophoto* yang tidak terkoreksi karena

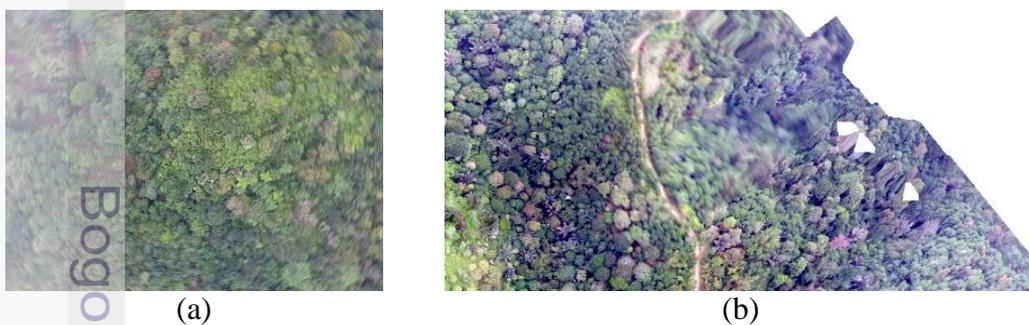
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



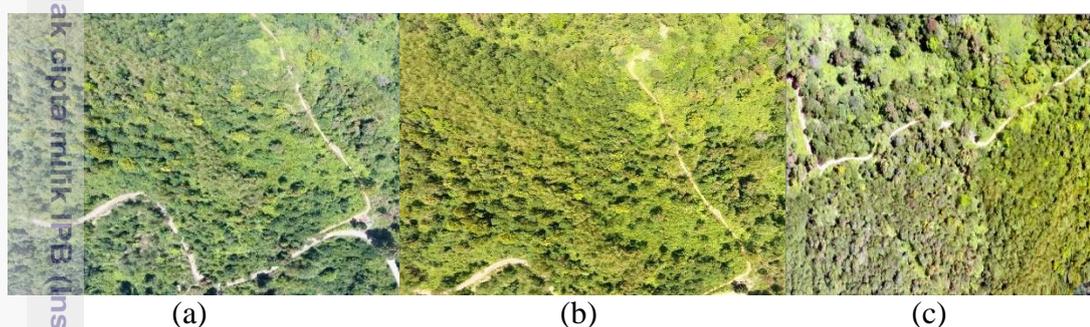
Gambar 4 (a) Hasil *orthophoto* yang tidak terkoreksi karena overlap, (b) Hasil *orthophoto* yang tidak terkoreksi karena overlap, (c) Foto udara dengan *terrain distortion*, (d) *Orthophoto* dengan *terrain distortion*

Kecepatan terbang dalam pengambilan foto udara juga mempengaruhi *orthophoto* yang dihasilkan. Pengambilan foto udara dengan kecepatan yang tinggi akan menghasilkan *image motion*. Pengambilan foto terjadi saat UAV masih bergerak. Dalam *orthomosaic* sistem pada *software* akan tetap melakukan pencarian titik pada foto yang terdapat *image motion* sehingga dalam *orthophoto* yang dihasilkan terdapat bagian yang blur. Hal tersebut mengakibatkan sulitnya melakukan pengenalan objek. Gambar 5 menunjukkan *image motion* pada foto udara pada saat UAV melakukan rotasi untuk melakukan perpindahan jalur terbang.



Gambar 5 Foto udara tunggal (a) hasil *orthophoto* (b)

Faktor lain yang memengaruhi *orthophoto* yang dihasilkan adalah pengaruh waktu pengambilan foto udara. Pengaruh waktu pengambilan juga perlu diperhatikan dalam pengambilan data karena perbedaan waktu akan mengakibatkan kontras antar satu foto dengan foto yang lain. Kontras dapat mengakibatkan perbedaan rona dan warna pada objek yang sama. Menurut Bona dan Yunianto (2015), waktu ideal untuk melakukan misi penerbangan drone adalah pagi atau siang menjelang sore. Seperti yang terlihat di gambar 6 (a) dan 6 (b), dua foto udara yang saling *overlap* dan menunjukan objek yang sama namun memiliki warna yang terlihat berbeda sehingga menghasilkan kontras. Setelah dilakukan *orthomosaic* kenampakan tutupan lahan terlihat berbeda dikarenakan warna yang berbeda, hal tersebut harus dihindari karena dapat mengakibatkan kesalahan dalam penafsiran tutupan lahan.



Gambar 6 (a) Foto udara tunggal dengan warna kehijauan, (b) Foto udara tunggal dengan warna kekuningan, (c) Hasil *orthophoto*

Selain pemilihan waktu terbang, cuaca juga perlu diperhatikan dalam pengambilan foto udara. Kondisi cuaca seperti berkabut dapat mengurangi kualitas pengambilan foto udara. Gambar 7 (a) menunjukkan foto udara tunggal yang tertutupi kabut, dan gambar 7 (b) menunjukkan *orthophoto* pada daerah yang terdapat foto tunggal yang berkabut. Kabut yang terfoto dalam foto tunggal mengurangi kualitas *orthophoto* karena gambaran objek yang tidak jelas.



Gambar 7 (a) Foto udara tunggal dengan kabut, (b) Hasil *orthophoto* dengan kabut

Adapun tinggi terbang juga mempengaruhi *orthophoto* yang dihasilkan. Tinggi terbang berpengaruh terhadap skala foto udara yang dihasilkan dan luas cakupan satu foto udara. Gambar 8 (a) menunjukkan hasil foto udara diketinggian 100 m dan Gambar 8 (b) menunjukkan foto udara diketinggian 150 m. Terlihat pada Gambar 8 (a) areal yang tercakup lebih sedikit dan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

displacement yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan dengan foto udara pada ketinggian 150 m.



Gambar 8 (a) Foto udara di ketinggian 100m, (b) Foto udara di ketinggian 150m

Semakin tinggi UAV terbang maka skala yang dihasilkan semakin kecil, sedangkan semakin rendah UAV diterbangkan maka skala yang dihasilkan semakin besar. Namun perbedaan ketinggian antara 100m dan 150m tidak memberikan perbedaan yang jauh berbeda dalam interpretasi. Ketinggian foto yang digunakan adalah 150 m sehingga menghasilkan skala foto udara sebesar 1:7500. Namun skala tersebut dapat digunakan apabila ketinggian dari permukaan tanah relatif tetap, namun pada saat pengambilan data topografi yang dijumpai adalah berbukit sehingga ketinggian UAV dari permukaan tanah menjadi beragam.

Klasifikasi Kelas Tutupan Lahan di Lapang

Pengamatan di lapangan bertujuan untuk mendapatkan kondisi tutupan lahan yang sebenarnya dan dibandingkan dengan keadaan yang terlihat pada citra. Pengamatan lapang dilakukan dengan metode *purposive sampling*. Berdasarkan hasil pengamatan lapang sebanyak 60 titik pengamatan diperoleh 19 kelas tutupan lahan. Kelas hutan yang ditentukan berdasarkan tegakan dan non tegakan, jenis, umur, ukuran, heterogenitas dan komposisi. Tabel 3 menjelaskan mengenai deksripsi tutupan lahan yang ditemukan di lapangan.

Tabel 3 Deskripsi tutupan lahan di lapangan

No	Kelas Tutupan Lahan	Keterangan
1	Lahan Bervegetasi	
1.1	Rumput	Suatu areal terbuka yang terdiri dari campuran rumput rumputan dengan tinggi hingga 30cm
1.2	Semak belukar	Suatu lokasi yang terdiri dari campuran antara jenis seperti alang-alang, perdu, dan tumbuhan bawah lainnya. Pada umumnya semak belukar merupakan tumbuhan kecil sampai sedang, tidak memiliki batang yang jelas, banyak cabang dan cenderung rapat. dilapangan banyak dijumpai

jenis kaliandra, harendong, jampang, handam, alang-alang, tekokak, talas-talasan, pakis, kerinyuh, kaso, cente, jelalang, dan hareues.

No	Kelas Lahan	Tutupan	Keterangan
1.3	Bambu		Areal yang didominasi oleh rumpunan bambu dengan ketinggian 5-8m
1.4	Meranti	KU II, III, IV	Hutan yang didominasi oleh pohon meranti KU II-KU IV tahun tanam dari 1993-2007 dengan diameter batang dengan rentang 10-30 cm dan tinggi 15-20 m.
1.5	Pulai		Hutan yang didominasi oleh pohon pulai yang memiliki tinggi 10-15 m dengan diameter batang sebesar 20-25 cm berada di topografi berbukit dengan tanaman bawah dominan handam.
1.6	Rasamala		Hutan yang didominasi oleh pohon rasamala tahun tanam 2008 yang memiliki tinggi 7-10 m dengan diameter batang 20-35 cm. Rasamala yang ditemukan masih muda dan cukup rapat serta sebagian ada yang ternaungi tegakan lain.
1.7	Kayu afrika		Hutan yang didominasi oleh pohon kayu afrika tahun tanam 2006 yang memiliki tinggi 6-12m dengan diameter batang sebesar 15-19cm. Di lapangan bagian vegetasi bawah tegakan belum di lakukan proses penyiangan sehingga semak belukar tumbuh cukup tinggi dan mengganggu tegakan utama. Kayu afrika di lapangan belum di lakukan penjarangan. Berada di topografi berbukit
1.8	Kayu meranti, (HC1)	afrika, puspa	Hutan yang berisi berbagai tumbuhan dan pohon namun merata atau tidak ada yang dominan dan sangat sulit dideliniasi secara lapangan. Pohon yang ditemukan di lapang berupa campuran pohon kayu afrika, meranti, dan puspa. Jenis lain seperti bambu, jabon, tanaman mpts seperti jengkol mangga durian ada di lapangan tapi jumlahnya sangat sedikit.
1.9	Kayu meranti, (HC2)	afrika, pulai, puspa	Hutan yang berisi berbagai tumbuhan dan pohon namun merata atau tidak ada yang dominan sangat sulit dideliniasi secara lapangan. Pohon yang ditemukan di lapang berupa campuran Kayu afrika, puspa, pulai, dan meranti.
1.10	Kayu afrika, (HC3)	meranti	Hutan yang berisi berbagai tumbuhan dan pohon namun merata atau tidak ada yang dominan sangat sulit dideliniasi secara lapangan. Pohon yang ditemukan di lapang berupa campuran pohon meranti, kayu afrika.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

No	Kelas Lahan	Tutupan	Keterangan
2	Lahan terbangun		
2.1	Pemukiman		Areal atau lahan yang digunakan sebagai lingkungan tempat tinggal atau hunian oleh masyarakat dikenal sebagai kampung jawa.
2.2	Saung petugas		Fasilitas pendukung berupa bangunan semi-permanen yang digunakan untuk tempat beristirahat petugas.
3	Pertanian		
3.1	Sawah		Areal pertanian berupa tanaman padi yang baru ditanam ataupun sudah mengalami pemeliharaan yang digenangi air dari hujan ataupun dari aliran irigasi.
3.2	Ladang		Areal dalam hutan yang dimanfaatkan untuk perkebunan atau pertanian. Pertanian lahan kering yang ditemukan dilapang berupa ladang milik warga yang digunakan untuk konsumsi pribadi, di lapangan banyak dijumpai sereh yang di padukan dengan tanaman pisang, ladang kacang panjang, dan ladang kol dipadukan dengan tanaman singkong.
4	Lahan Terbuka		
4.1	Tanah kosong		Tanah kosong yang sudah tidak ada tegakan pohon, hanya di tumbuh beberapa tumbuhan bawah belum menjadi semak belukar, masih ada pangkal pohon bekas tebang.
4.2	Longsor		Lahan tidak bervegetasi yang disebabkan karena adanya perpindahan material tanah ke dataran yang lebih rendah akibat tanah yang labil
4.3	Lahan terbakar	bekas	Lahan tidak bervegetasi yang disebabkan oleh kebakaran. Lahan yang ditemui berupa lahan dengan abu sisa pembakaran dan lahan yang berasap akibat bahan bakar sisa terbakar.
4.4	Pertambangan timah		Tanah kosong akibat kegiatan penambangan timah. Tambang timah yang ditemukan dilapang berupa areal lahan terbuka yang terdapat pertambangan dan tenda-tenda penambang
5	Badan Air		
5.1	Kolam air		Cekungan tanah yang berisikan air yang digunakan untuk menampung air atau sebagai sumber air.

Keterangan: HC= Hutan Campuran; KU= Kelas Umur

Penentuan kelas tutupan lahan pertama ditentukan berdasarkan tegakan dan non tegakan. Penentuan tegakan dan non tegakan dilakukan pertama karena

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

dapat dengan mudah dibedakan dengan melihat keadaan lapang. Tegakan berisikan pohon-pohon baik sejenis maupun tidak, sedangkan non tegakan yang ditemukan dilapang berupa areal yang tidak berpohon seperti tanah kosong sampai semak belukar. Tegakan sejenis yang ditemukan di lapang yaitu Bambu, Pulai, Rasamala dan Kayu afrika. Meranti yang ditemukan dilapang terdiri dari tiga KU, namun dikarenakan penampakan berupa diameter, tinggi dan kerapatan yang mirip sehingga dijadikan satu kelas hutan. Tegakan sejenis tersebut ditemukan dalam jumlah yang besar dan mengelompok. Selain itu, ditemukan juga tegakan dengan homogenitas tinggi yang kemudian dikelaskan menjadi hutan campuran. Hutan campuran dilihat juga berdasarkan jenis yang dominan sehingga didapatkan tiga kelas hutan campuran berupa HC1(Kayu afrika, Meranti dan Puspa), HC2 (Kayu afrika, Pulai, Meranti dan Puspa), dan HC3 (Kayu afrika dan Meranti). Non tegakan dilihat berdasarkan kondisi secara fisik. Keadaan yang dapat mengakibatkan perlakuan yang berbeda perlu dikelaskan sendiri. Semak belukar dan rumput dapat dikelaskan menjadi tumbuhan bawah namun dikarenakan kondisi yang berbeda yaitu semak belukar memiliki tinggi sekitar satu meter sedangkan rumput dengan ketinggian maksimal 30 cm sehingga dalam proses pengelolaan tindakan yang dilakukan juga berbeda. Selain itu, non tegakan yang ditemukan berupa tanah kosong. Tanah kosong yang ditemukan berupa longsor, lahan bekas terbakar dan tambang timah.

Interpretasi Visual Kelas Tutupan Lahan

Pengetahuan mengenai kondisi lapangan atau karakteristik tutupan lahan dibutuhkan untuk dapat mengidentifikasi objek yang terdapat pada citra dengan tepat. Hasil identifikasi tutupan lahan dengan klasifikasi secara visual pada penelitian ini diperoleh 19 kelas tutupan lahan. Setiap kelas tutupan lahan memiliki karakteristik masing-masing yang dapat dilihat dari elemen interpretasinya dan data yang diperoleh di lapang. Berikut merupakan karakteristik tiap kelas tutupan lahan:

Lahan bekas terbakar

Areal lahan terbuka ditandai dengan warna yang hitam dan abu-abu dengan rona yang gelap, pola yang ditemukan tidak teratur dengan tekstur yang kasar. Lahan bekas terbakar dikenali dengan warna kehitaman dan asap. Gambar 9 menunjukkan lahan bekas terbakar.



Gambar 9 *Orthophoto* lahan bekas terbakar

Longsor

Longsor ditandai dengan warna coklat dengan rona yang cerah. Pola yang ditemukan tidak teratur dengan tekstur yang kasar. Longsor dikenali pada lokasi dengan kelerengan tinggi. Longsor memiliki bentuk memanjang tegak lurus kontur. Gambar 10 menunjukkan longsor.



Gambar 10 *Orthophoto* longsor

Tanah Kosong

Tanah kosong ditandai dengan rona yang cerah dengan warna coklat muda sampai dengan coklat tua. Warna coklat menunjukkan warna tanah. Tekstur pada tanah kosong adalah halus dengan pola yang tidak teratur. Gambar 11 menunjukkan tanah kosong.



(a)



(b)

Gambar 11 (a) Tanah kosong di lapangan, (b) tanah kosong pada *orthophoto*

Sawah

Sawah merupakan kenampakan pertanian lahan basah yang dicirikan dengan pola pematang. Sawah memiliki rona atau warna coklat dengan sedikit warna kehitaman dan memiliki tekstur yang halus. Sawah dapat dikenali dengan pola terasering dan bentuk yang bertangga-tangga. Gambar 12 menunjukkan sawah.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik Institut Pertanian Bogor

Bogor Agricultural U



Gambar 12 (a) Sawah di lapangan, (b) Sawah pada *orthophoto*

Pertanian Lahan Kering

Pertanian lahan kering merupakan kenampakan dari digunakan untuk dikonsumsi. Rona atau warna yang tampak pada foto udara yaitu hijau muda dengan tekstur yang halus. Tutupan lahan ini biasa membentuk persegi panjang dengan garis-garis yang menunjukkan jalur tanam. Pertanian lahan kering dapat dikenali dengan melihat posisinya yang dekat dengan pemukiman. Gambar 13 menjelaskan pertanian lahan kering.



Gambar 13 (a) Pertanian lahan kering di lapangan, (b) Pertanian lahan kering pada *orthophoto*

Rumput

Rumput memiliki warna hijau terang dengan rona yang cerah. Pola yang ditemukan teratur dengan tekstur yang halus. Tekstur yang halus diakibatkan tinggi yang homogen. Gambar 14 menunjukkan rumput.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Ga

(a) Rumput di lapangan, (b) Rumput pada *orthophoto*

Semak Belukar

Semak belukar merupakan kenampakan berupa tumbuhan kecil sampai sedang yang tidak memiliki batang yang jelas. Rona atau warna yang tampak pada foto udara berupa warna hijau muda dengan tekstur yang kasar. Pola yang tidak beraturan dan bentuk yang sulit dibedakan antara satu individu dengan individu lain dikarenakan bentuk tajuk yang tidak beraturan. Gambar 15 menunjukkan semak belukar.



(a)



(b)

Gambar 15 (a) Semak belukar di lapangan, (b) Semak belukar pada *orthophoto*

Bambu

Bambu ditandai dengan warna hijau muda kekuningan dengan rona yang gelap. Tekstur yang kasar dan bentuk yang tidak beraturan namun memiliki pola yang mengelompok karena merumpun. Gambar 16 menunjukkan bambu.



(a)



(b)

Gambar 16 (a) Bambu di lapangan, (b) bambu pada *orthophoto*

Meranti KU II, III, IV

Meranti memiliki rona atau warna hijau terang dengan tekstur yang kasar. Bentuk yang terlihat yaitu membulat dengan pola mengelompok. Gambar 17 menunjukkan meranti KU II, III, dan IV.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengunumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang
 Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

E-Book Agricultural

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 17 (a) Meranti KU II, III, IV di lapangan, (b) meranti KU II, III, IV pada *orthophoto*

Pemukiman

Rona atau warna yang tampak pada foto udara berupa warna merah muda gelap sampai merah muda terang. Bentuk kelas tutupan lahan ini berupa persegi panjang. Pola yang terbentuk teratur dan mengelompok. Tekstur yang terlihat berupa tekstur yang kasar. Gambar 18 menunjukkan pemukiman.



Gambar 18 (a) Pemukiman di lapangan, (b) pemukiman pada *orthophoto*

Pulai

Pulai memiliki warna hijau tua dengan rona yang gelap. Pulai memiliki tajuk yang kecil dengan pola yang mengelompok namun jarang. Tekstur yang terlihat yaitu kasar. Gambar 19 menunjukkan pulai.



Gambar 19 (a) Pulai di lapangan, (b) pulai pada *orthophoto*

Rasamala

Rasamala memiliki warna hijau tua dengan rona yang gelap. Rasamala memiliki tesktur yang kasar dengan pola mengelompok. Rasamala dapat dikenali dengan bentuk tajuk yang kecil dan mengerucut dikarenakan umur yang masih muda. Gambar 20 menunjukkan rasamala.



Gambar 20 (a) Rasamala di lapangan, (b) rasamala pada *orthophoto*

Kayu Afrika

Kayu afrika dikenali dengan warna hijau tua dengan rona yang gelap. Kayu afrika memiliki tajuk yang berbentuk seperti kelopak bunga dengan tekstur yang kasar. Pola kayu afrika yang ditemukan di lapang yaitu teratur dan menyebar. Pola teratur ditemukan pada petak yang memiliki kayu afrika yang sengaja ditanam. Gambar 21 menunjukkan kayu afrika.



Gambar 21 (a) Kayu afrika di lapangan, (b) Kayu afrika pada *orthophoto*

Pertambangan Timah

Pertambangan timah ditandai dengan warna coklat muda dengan rona yang cerah, ditemukan juga warna abu-abu terang dan biru muda pada fasilitas pendukung di pertambangan. Pola yang ditemukan teratur dengan tesktur yang halus, selain itu pertambangan dapat dikenali yang area yang luas dan juga dengan fasilitas pendukung seperti jalan. Gambar 22 menunjukkan pertambangan timah.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 22 (a) Pertambangan timah di lapangan, (b) Pertambangan timah pada *orthophoto*

Kolam Air

Kolam air dikenali dengan warna abu-abu dengan rona yang cerah. Bentuknya melingkar dengan tekstur yang halus. Warna abu-abu disebabkan pantulan dari warna awan. Gambar 23 menunjukkan *orthophoto* kolam air.



Gambar 23 *Orthophoto* kolam air

Bangunan Jaga

Bangunan Jaga ditandai dengan warna putih dan rona yang cerah. Bentuknya persegi dengan tekstur yang halus. Gambar 24 menunjukkan *orthophoto* bangunan jaga.



Gambar 24 *Orthophoto* bangunan jaga

Kayu afrika, Meranti, Puspa (HC1)

HC1 (Hutan Campuran 1) dapat dikenali dengan warna hijau kekuningan dengan rona yang gelap. Warna hijau menandakan meranti, sedangkan warna kekuningan dengan ukuran tajuk yang lebih kecil merupakan puspa, di dalamnya juga dapat ditemukan kayu afrika yang memiliki bentuk seperti kelopak bunga.

Gambar 25 menunjukkan kayu afrika, meranti, dan puspa pada Hutan Campuran (HC1).



Gambar 25 (a) HC1 di lapangan, (b) HC1 pada *orthophoto*

Kayu afrika, Pulai, Meranti, Puspa (HC2)

HC2 dikenali dengan warna yang gelap. Tekstur yang kasar dengan pola yang mengelompok. HC2 dapat dikenali dengan campuran tajuk berwarna hijau tua dan hijau muda dari pulai dan meranti dan juga ditambah warna kemerahan dari puspa. Gambar 26 menunjukkan kayu afrika, pulai, meranti, dan puspa pada Hutan Campuran (HC2).



Gambar 26 (a) HC2 di lapangan, (b) HC2 pada *orthophoto*

Kayu afrika, Meranti (HC3)

HC3 dikenali dengan warna hijau dan rona yang gelap. Tekstur yang ditemukan kasar dengan pola yang menyebar. HC3 dapat dikenali dengan warna hijau kekuningan dengan ukuran yang besar dan bentuk membulat dan bercampur dengan kayu afrika yang memiliki tajuk berbentuk seperti kelopak bunga. Gambar 27 menunjukkan kayu afrika dan meranti pada Hutan Campuran (HC3)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 27 (a) HC3 di lapangan, (b) HC3 pada *orthophoto*

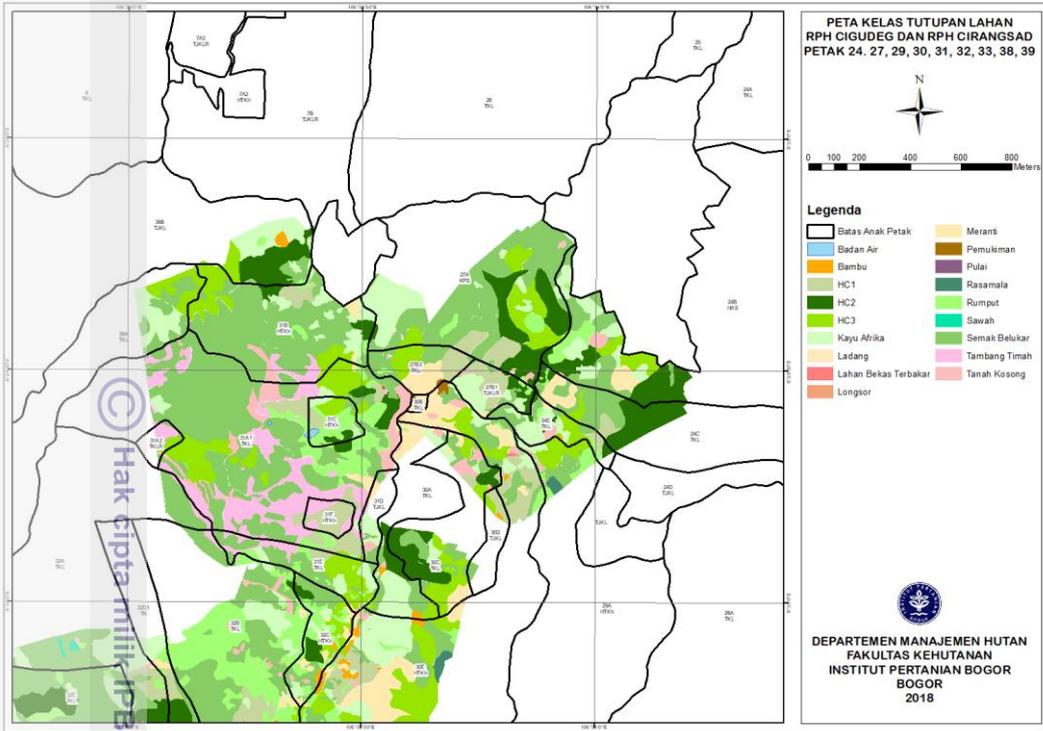
Skala yang digunakan dalam melakukan interpretasi berkisar antara 1:5 000 sampai 1:500. Pada skala 1: 5 000 objek masih dapat dikenali namun untuk kelas tutupan lahan seperti hutan campuran sulit dikenali dan menyebabkan adanya kelas tutupan lahan yang hilang. Interpretasi tutupan lahan menggunakan skala 1:500 dapat menampilkan masing-masing individu pohon dengan baik, namun terdapat kelas hutan yang tidak jelas (blur). Berdasarkan pengalaman peneliti, proses interpretasi secara visual pada kelas tutupan lahan paling optimum dilakukan pada skala 1:1 000, sehingga *Minimum Mapping Unit* (MMU) yang dapat diukur adalah seluas 25 m². Berdasarkan karakteristik kelas tutupan lahan, elemen interpretasi yang dapat jelas membedakan antara kelas tutupan lahan adalah warna/rona, bentuk dan ukuran. Warna dapat dengan jelas membedakan antara tegakan dengan non tegakan, tegakan memiliki warna hijau gelap dan hijau terang sedangkan non tegakan memiliki warna kecokelatan dan putih. Bentuk dan ukuran tajuk dapat membedakan jenis-jenis tegakan seperti kayu afrika yang memiliki bentuk seperti kembang dan meranti memiliki bentuk bulat. Sehingga bentuk dan warna tajuk sangat penting untuk membentuk kunci interpretasi. Gambar 28, 29, dan 30 menunjukkan sebaran kelas tutupan lahan yang dapat diinterpretasikan secara visual di RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad petak 24, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 38, 39.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

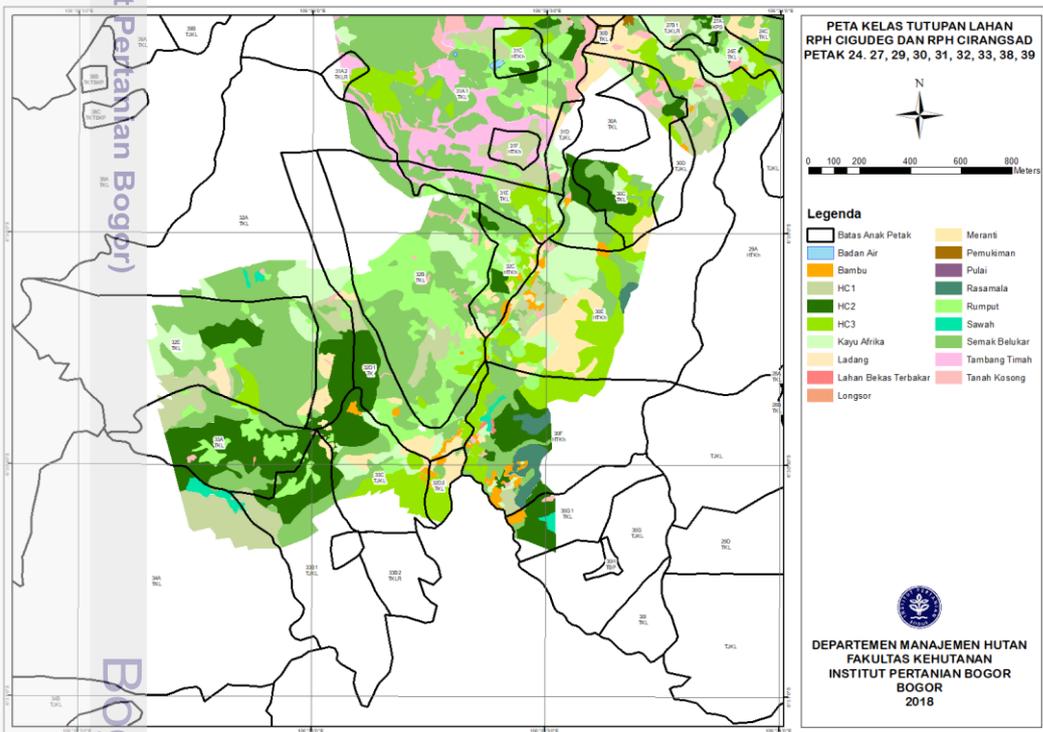
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



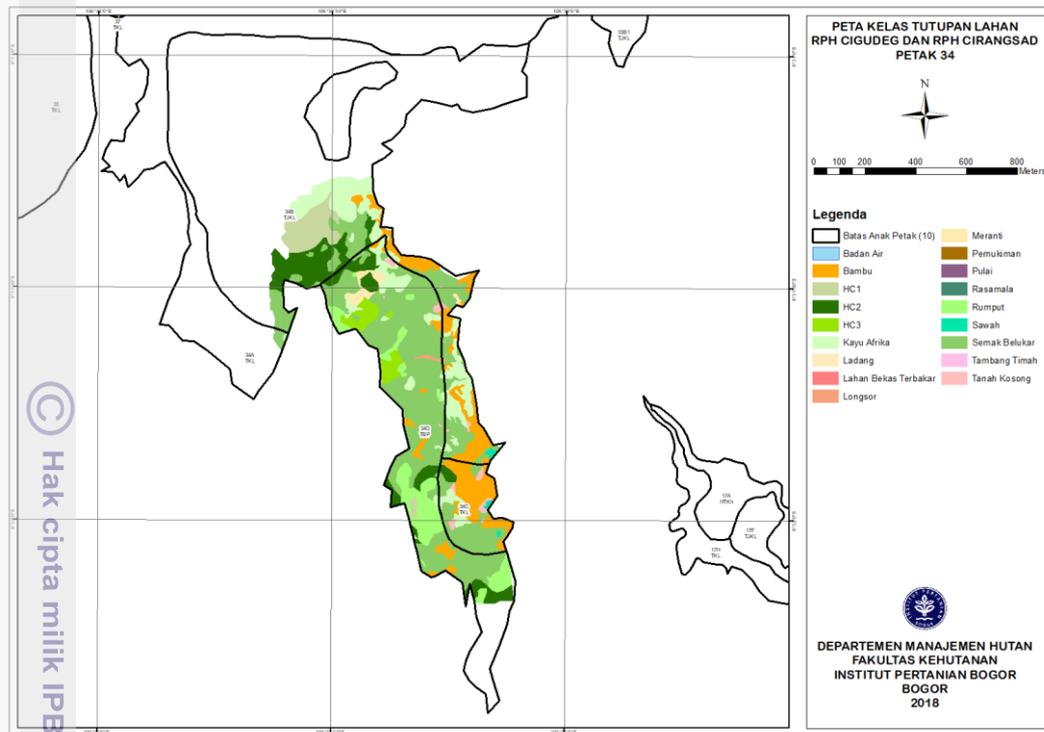
Gambar 28 Peta kelas tutupan lahan RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad petak 24, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 38, 39



Gambar 29 Peta kelas tutupan lahan RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad petak 24, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 38, 39

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 30 Peta kelas tutupan lahan RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad petak 34

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Pada proses pengambilan foto udara dipengaruhi oleh cuaca, tinggi terbang, topografi, kecepatan dan overlap. Pengambilan foto udara paling baik dilakukan pada cuaca cerah yaitu pada siang hari. Kelas tutupan lahan yang ditemukan dan dapat dikenali melalui UAV di RPH Cigudeg dan RPH Cirangsad sebanyak 19 kelas tutupan lahan. Dengan demikian, UAV dapat digunakan sebagai alternatif wahana untuk melakukan pemantauan tutupan lahan.

Saran

Pihak pengelola dapat menggunakan UAV dalam pelaksanaan inventarisasi hutan dengan *multistages sampling* dan menjadi bahan untuk koreksi kelas hutan. Penelitian lebih lanjut mengenai bentuk dan warna tajuk perlu dilakukan untuk menyempurnakan kunci interpretasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bona DS, Yuniarto E. 2015. Analisis feasibilitas Pesawat Terbang Tanpa Awak (PTTA) skala kecil berbasis open source dan open hardware untuk aplikasi pemetaan partisipatif desa (Studi Kasus: Kabupaten Biak Numfor, Papua) [Prosiding] Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2015.
- DJI Phantom 4 Specification. Tersedia pada [http://www.dji.com/phantom4/info#specs\[28-06-2017\]](http://www.dji.com/phantom4/info#specs[28-06-2017]).
- Greenwood F, Kakaes K. 2015. *Drones and Aerial Observation*. Washington (US): New America.
- Jaya INS. 2015. *Analisis Citra Digital: Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam*. Bogor (ID): Fakultas Kehutanan IPB.
- [Kemhub] Kementerian Perhubungan. 2015. Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 90 Tahun 2015 tentang Pengendalian Pengoperasian Pesawat Udara Tanpa Awak di Ruang Udara yang Dilayani Indonesia. Jakarta (ID): Kemenhub.
- Kesatuan Pemangkuan Hutan Bogor. 2016. *Data Inventarisasi KPH Bogor 2016*. Bogor (ID): KPH Bogor.
- [KLHK] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2015. *Pedoman Pemantauan Tutupan Lahan*. Jakarta (ID): Peraturan Direktur Jendral Planologi Kehutanan
- Lillesand TM, Kiefer RW. 1997. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Dulbahri, Prapto Suharno, Hartono, suharyadi, penerjemah; Sutanto, editor. Yogyakarta (ID): Penerbit UGM Press. Terjemahan dari: *Remote Sensing and Image Interpretation*.
- Paine DP. 1992. *Fotografi Udara dan Penafsiran Citra untuk Pengelolaan Sumberdaya*. Yogyakarta (ID): Gajah Mada University Press.
- Rossi T. 2017. Application of digital photogrammetric methods in the interpretation of land cover change on the coastal dunes of Warren Dunes State Park, Berrien County, Michigan, 1978-1999 [Tesis]. Michigan State University. Dept. of Geography.
- Sari SP. 2015. Identifikasi Karakteristik dan Pemetaan Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 (OLI) di Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung [Skripsi]. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Shofiyati R. 2011. Teknologi Pesawat Tanpa Awak Untuk Pemetaan dan Pemantauan Tanaman Dan Lahan Pertanian. *Informatika Pertanian* 20(2): 58 – 64.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung (ID): Alfabeta.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 16 Desember 1995. Penulis merupakan putra tunggal dari Tjut Rico Raelisiana. Penulis menyelesaikan Pendidikan dasar di SDN 07 Pagi Pondok Kelapa tahun 2001-2007, pendidikan menengah pertama di SMPN 199 Pondok Kopi 2007-2010, Pendidikan menengah atas di SMAN 12 Jakarta, dan diterima di Institut Pertanian Bogor tahun 2013 melalui jalur SBMPTN di Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi Asisten Mata Kuliah Ekologi Hutan pada tahun 2017. Penulis juga aktif dalam organisasi Himpunan Profesi *Forest Management Students' Club* (FMSC) sebagai Anggota Divisi Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa tahun 2014-2016, Anggota Kelompok Studi Perencanaan tahun 2014-2016, Tim Peneliti *Ecological Social Mapping* tahun 2015 di Taman Nasional Gunung Ciremai dan Tahun 2016 di Taman Nasional Ujung Kulon, serta Ketua Bidang Pengembangan Sumberdaya Mahasiswa Kehutanan Pengurus Cabang Sylva Indonesia IPB tahun 2016.

Penulis melakukan kegiatan Praktik Pengenalan Ekosistem Hutan (PPEH) di Sancang Barat dan Kamojang (Jawa Barat) pada tahun 2015, Praktik Pengelolaan Hutan (PPH) di Hutan Pendidikan Gunung Walat (HPGW) Sukabumi dan Praktik Kerja Lapang (PKL) di IUPHHK-HT PT Wana Subur Lestari Provinsi Kalimantan Barat pada tahun 2016.

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan pada Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, penulis menyusun skripsi berjudul “Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Data *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) di BKPH Jasinga-Leuwiliang” dibimbing oleh Dr Ir M Buce Saleh MS.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.