

PEMETAAN HABITAT BENTIK PERAIRAN DANGKAL MENGUNAKAN CITRA *MULTISPECTRAL UNMANNED AERIAL VEHICLE* (UAV) DI PERAIRAN PULAU LANCANG, KEPULAUAN SERIBU

DIYANAH ULFAH



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



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

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pemetaan Habitat Bentik Perairan Dangkal Menggunakan Citra *Multispectral Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) di Perairan Pulau Lancang, Kepulauan Seribu” adalah 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 tesis ini.

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

Bogor, Januari 2026

Diyanah Ulfah
C5502222006

RINGKASAN

DIYANAH ULFAH Pemetaan Habitat Bentik Perairan Dangkal Menggunakan Citra *Multispectral Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) di Perairan Pulau Lancang, Kepulauan Seribu. Dibimbing oleh VINCENTIUS P. SIREGAR, JONSON LUMBAN GAOL, dan JAMES P. PANJAITAN.

Peta habitat bentik berperan penting dalam penilaian ekosistem laut sebagai alat komunikasi efektif dalam mengambil keputusan untuk pengelolaan lingkungan. Teknologi penginderaan jauh memungkinkan pemetaan pola lingkungan berskala besar dan hemat biaya dibandingkan dengan survei lapangan, sehingga citra penginderaan jauh banyak dimanfaatkan dalam pemetaan habitat bentik.

Penelitian ini bertujuan mengklasifikasikan habitat bentik dengan pendekatan berbasis piksel dan *object-based image analysis* (OBIA) menggunakan citra *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) Multispektral dengan algoritma *machine learning* yaitu *Bayes*, *Decision Tree* (DT), *K-Nearest Neighbor* (KNN), *Random Forest* (RF), dan *Support Vector Mechine* (SVM). Kemudian mengetahui akurasi klasifikasi citra UAV Multispektral dengan metode klasifikasi beserta algoritma yang digunakan.

Penelitian ini dilakukan di perairan Pulau Lancang, Kepulauan Seribu. Metode penelitian terdiri dari pengamatan habitat bentik, klasifikasi berbasis piksel, klasifikasi OBIA, dan uji akurasi. Metode klasifikasi OBIA dilakukan dengan segmentasi *multi-resolusi* untuk menghasilkan objek yang sesuai secara morfologis dan ekologis dengan fitur habitat yang ingin dipetakan. Skala segmentasi yang digunakan pada *reef level* (Level 1) yaitu segmentasi 150, dan pada wilayah perairan dangkal untuk menghasilkan habitat bentik (Level 2) dilakukan dengan skala segmentasi 30, 50, dan 70. Selanjutnya di klasifikasi dengan algoritma *mechine learning* yang telah disebutkan diatas.

Habitat bentik diperairan Pulau Lancang berdasarkan klasifikasi OBIA dan *pixel-based* didominasi oleh kelas habitat Karang. Pendekatan OBIA menghasilkan nilai akurasi tertinggi pada skala segmentasi 70 dengan algoritma RF sebesar 87,35%, algoritma DT sebesar 86,53%, dan algoritma Bayes sebesar 83,26%. Pada algoritma KNN nilai akurasi tertinggi dihasilkan dari skala segmentasi 30 sebesar 86,12% dan algorima SVM menghasilkan nilai akurasi tertinggi pada skala segmentasi 50 sebesar 76,73%. Kemudian pendekatan berbasis piksel menghasilkan nilai OA tertinggi pada algoritma RF sebesar 80,03%, algoritma DT sebesar 77,27%, algoritma SVM sebesar 72,73%, algoritma Bayes sebesar 68,13%, dan algoritma KNN sebesar 67,42%. Nilai koefisien kappa yang dihasilkan klasifikasi OBIA masuk kedalam kategori Baik hingga Sangat Baik, kemudian pada pendekatan berbasis piksel nilai koefisien kappa yang dihasilkan berada pada kategori Moderat hingga Baik. Perbandingan uji akurasi dengan pendekatan OBIA dan *pixel-based*, diperoleh nilai akurasi klasifikasi menggunakan pendekatan OBIA lebih tinggi dibandingkan menggunakan pendekatan *pixel based*.

Kata kunci: Habitat bentik, UAV Multispektral, OBIA, *Pixel-based*, *Machine Learning*

SUMMARY

DIYANAH ULFAH Benthic Habitat Mapping of Shallow Water using *Multispectral Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) in The Lancang Island, Seribu District. Supervised by VINCENTIUS P. SIREGAR, JONSON LUMBAN GAOL, and JAMES P. PANJAITAN

Benthic habitat maps is very important in marine ecosystem assessments as an effective communication tool for coastal environmental management decision-making. Remote sensing technology enables large-scale and cost-effective environmental pattern mapping compared to field surveys, making remote sensing imagery widely utilized in benthic habitat mapping.

This study aims to classify benthic habitats using pixel-based and object-based image analysis (OBIA) approaches based on Unmanned Aerial Vehicle (UAV) multispectral imagery, employing machine learning algorithms including Bayes, Decision Tree (DT), K-Nearest Neighbor (KNN), Random Forest (RF), and Support Vector Machine (SVM). In addition, this study evaluates the classification accuracy of UAV multispectral imagery using the applied classification methods and algorithms.

This study was conducted in the Lancang Island water, Seribu Islands. The research methods consisted of benthic habitat observation, pixel-based classification, OBIA classification, and accuracy assessment. The OBIA method was performed using multi-resolution segmentation to generate objects that are morphologically and ecologically appropriate for the habitat features to be mapped. The segmentation scales used at the reef level (Level 1) was a scale of 150, and in shallow waters to delineate benthic habitats (Level 2), segmentation scales of 30, 50, and 70 were applied. These were subsequently classified using several machine learning algorithms as described above

The benthic habitats in Lancang Island water which conducted, based on both OBIA and pixel-based classifications, are found dominated by coral habitat class. The OBIA approach yielded the highest accuracy values at a segmentation scale of 70 with the RF algorithm (87.35%), DT algorithm (86.53%), and Bayes algorithm (83.26%). The KNN algorithm produced its highest accuracy from a segmentation scale of 30 (86.12%), and the SVM algorithm yielded its highest accuracy at a segmentation scale of 50 (76.73%). Meanwhile, the pixel-based approach produced the highest Overall Accuracy (OA) with the RF algorithm (80.03%), DT algorithm (77.27%), SVM algorithm (72.73%), Bayes algorithm (68.13%), and KNN algorithm (67.42%). The Kappa coefficient from the OBIA classification was categorized as Good, while the pixel-based approach yielded Kappa coefficients ranging from Moderate to Good. A comparison of the accuracy tests between the OBIA and pixel-based approaches shows that classification using the OBIA approach is superior to using the pixel-based approach.

Keywords: Benthic Habitat, Multispectral UAV, OBIA, Pixel-based, Machine Learning



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

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

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



@Hak cipta milik IPB University

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

**PEMETAAN HABITAT BENTIK PERAIRAN DANGKAL
MENGUNAKAN CITRA *MULTISPECTRAL UNMANNED
AERIAL VEHICLE* (UAV) DI PERAIRAN PULAU LANCANG,
KEPULAUAN SERIBU**

DIYANAH ULFAH

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Teknologi Kelautan

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KEALUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



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

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1. Prof. Dr.Ir. Dony Kushardono, M.Eng.
2. Dr. Ir. Totok Hestirianoto, M.Sc.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



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

Judul Tesis : Pemetaan Habitat Bentik Perairan Dangkal Menggunakan Citra
Multispectral Unmanned Aerial Vehicle (UAV) di Perairan Pulau
Lancang, Kepulauan Seribu
Nama : Diyanah Ulfah
NIM : C5502222006

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Vincentius P. Siregar, DEA

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Jonson L. Gaol, M. Si

Pembimbing 3:

Dr. Ir. James P. Panjaitan, M. Phill

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ir. Sri Pujiyati, M.Si.

NIP. 196710211992032002

Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:

Prof. Dr. Ir. Fredinan Yulianda, M.Sc.

NIP. 196307311988031002

Tanggal Ujian: 19 Desember 2025

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah *subhanahu wa ta'ala* atas berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul **“Pemetaan Habitat Bentik Perairan Dangkal Citra *Multispectral Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) di Perairan Pulau Lancang, Kepulauan Seribu”**.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada para pembimbing, yaitu Prof. Dr. Ir. Vincentius P. Siregar, DEA selaku Ketua Komisi Pembimbing, Prof. Dr. Ir. Jonson Lumban Gaol, M.Si., dan Dr. Ir. James P. Panjaitan, M.Phil. selaku Anggota Komisi Pembimbing, atas bimbingan, arahan, serta berbagai saran yang telah diberikan selama proses penyusunan tesis. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada moderator seminar dan penguji di luar komisi pembimbing atas masukan dan evaluasi yang diberikan. Selanjutnya, penulis mengucapkan terima kasih kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga atas dukungan, doa, dan kasih sayang yang senantiasa diberikan. Apresiasi juga penulis sampaikan kepada tim survei lapangan atas bantuan dalam pengambilan data, serta kepada rekan-rekan TEK 2022 yang telah mendampingi penulis selama proses penelitian, pengolahan data, hingga penulisan tesis.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan

Bogor, Januari 2026

Diyannah Ulfah

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
II METODE	5
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	5
2.2 Alat dan Data Penelitian	5
2.3 Prosedur Pengambilan Data Lapang	7
2.4 Prosedur Analisis Data	9
2.4.1 Kualias Perairan	11
2.4.2 Orthofoto Digital	11
2.4.3 Klasifikasi Citra	11
2.4.4 Uji Akurasi	13
III HASIL DAN PEMBAHASAN	16
3.1 Kualitas Perairan	16
3.2 Akuisisi Data UAV Multispektral	16
3.3 Klasifikasi Citra	18
3.3.1 Skema Klasifikasi	18
3.3.2 Skala Segmentasi	19
3.3.3 Klasifikasi <i>Reef Level</i> (Level 1)	20
3.3.4 Klasifikasi Habitat Bentik	21
3.3.5 Uji Akurasi Habitat Bentik (Level 2)	24
IV SIMPULAN DAN SARAN	30
4.1 Simpulan	30
4.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	37
RIWAYAT HIDUP	61

DAFTAR TABEL

1	Alat untuk pengambilan data lapang	5
2	Spesifikasi wahana DJI Phantom 4 Multispectral (DJI 2020)	6
3	Spesifikasi GPSMap Garmin 66s (Garmin 2018)	7
4	Perangkat lunak untuk pengolahan, analisis dan visualisasi data	7
5	Waktu pengambilan akuisisi foto udara	9
6	<i>Confusion matrix</i>	14
7	Kategori <i>index kappa coefficient</i>	15
8	Kualitas air di Perairan Pulau Lancang	16
9	<i>Overall accuracy</i> (OA) dan <i>kappa coefficient</i> klasifikasi citra metode OBIA menggunakan algoritma Bayes segmentasi 70, DT segmentasi 70, KNN segmentasi 30, RF segmentasi 70, dan SVM segmentasi 50	24
10	<i>Confusion matrix</i> algoritma Bayes 70	24
11	<i>Confusion matrix</i> algoritma DT 70	25
12	<i>Confusion matrix</i> algoritma KNN 30	25
13	<i>Confusion matrix</i> algoritma RF 70	26
14	<i>Confusion matrix</i> algoritma SVM 50	26
15	Perbandingan <i>overall accuracy</i> (OA) dan <i>kappa coefficient</i> klasifikasi berbasis piksel dan objek (OBIA) dengan algoritma Bayes, DT, KNN, RF, dan SVM.	27
16	Uji signifikansi antara hasil klasifikasi berbasis piksel dan OBIA	27

DAFTAR GAMBAR

1	Lokasi penelitian di Pulau Lancang Kepulauan Seribu, DKI Jakarta, Indonesia	5
2	Wahana P4 Mutispektral beserta <i>remote controller</i> (dimodifikasi DJI 2020)	6
3	GPSMap Garmin 66s (dimodifikasi Garmin 2018)	7
4	Wilayah penelitian dan titik pengamatan	8
5	Diagram alir pengambilan foto udara	8
6	Jalur lintasan terbang UAV Multispektral di Pulau Lancang	9
7	Diagram alir pengolahan dan analisis data dan pemetaan habitat bentik	10
8	Foto akuisisi menggunakan UAV Multispektral	17
9	Citra UAV Multispektral dengan waktu pengambilan data (A) 19 Agustus 2023 pukul 09.19WIB, (B) 20 Agustus 2023 pukul 08.23 WIB, (C1 dan C2) 21 Agustus 2023 pukul 09.00 WIB dan 14.05 WIB, (D) 22 Agustus 2023 pukul 08.37WIB.	17
10	Skema klasifikasi habitat bentik di Pulau Lancang	18
11	Variasi skala segmentasi terhadap nilai akurasi pemetaan habitat bentik Pulau Lancang.	19
12	Peta klasifikasi Level 1 (<i>reef level</i>) Pulau Lancang	20
13	Perbandingan luas kelas habitat bentik menggunakan skala segmentasi dengan algoritma Bayes (70), DT (70), KNN (30), RF (70), dan SVM (50).	21

14	Peta klasifikasi habitat bentik Pulau Lancang dengan metode OBIA algoritma Bayes (70), DT (70), KNN (30), RF (70), dan SVM (50).	22
15	Peta klasifikasi habitat bentik Pulau Lancang menggunakan metode <i>pixel-based</i> dengan algoritma Bayes, DT, KNN, RF, dan SVM	23
16	Peta klasifikasi habitat bentik menggunakan metode OBIA dengan algoritman RF segmentasi 70	29

DAFTAR LAMPIRAN

1	Perhitungan koefisien atenuasi pada rentang nilai kedalaman <i>secchii disk</i> yang terukur.	39
2	Perhitungan klasifikasi habitat bentik dengan algoritma Bayes, DT, KNN, RF, dan SVM.	40
3	Perhitungan uji akurasi menggunakan matriks kesalahan (<i>confusion matrix</i>)	46
4	Luas kelas habitat habitat bentik Pulau Lancang menggunakan skala segmentasi 30, 50, dan 70	49
5	Peta klasifikasi habitat bentik Pulau Lancang menggunakan skala segmentasi 30, 50, dan 70	50
6	<i>Confusion matrix</i> uji akurasi habitat bentik menggunakan metode berbasis objek (OBIA)	53
7	<i>Confusion matrix</i> uji akurasi habitat bentik menggunakan metode <i>pixel-based</i> dan OBIA pada skala optimasi segmentasi	57
8	Pengujian OA, kappa, varian, dan <i>Ztest</i> antara metode berbasis piksel dan OBIA	60