

**PENGARUH RESOLUSI SPASIAL CITRA DRONE
MULTISPEKTRAL TERHADAP EFEKTIVITAS PEMETAAN
HABITAT BENTIK DI PULAU PANGGANG,
KEPULAUAN SERIBU**

DEVI ALIYAH SARI



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

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

- 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.

Perpustakaan IPB University



@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.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pengaruh Resolusi Spasial Citra Drone Multispektral Terhadap Efektivitas Pemetaan Habitat Bentik Di Pulau Panggang, 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, April 2026

Devi Aliyah Sari
C5502221011

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



RINGKASAN

DEVI ALIYAH SARI. Pengaruh Resolusi Spasial Citra Drone Multispektral Terhadap Efektivitas Pemetaan Habitat Bentik Di Pulau Panggang, Kepulauan Seribu. Dibimbing oleh VINCENTIUS P. SIREGAR dan SYAMSUL BAHRI AGUS.

Habitat bentik merupakan suatu ekosistem perairan dangkal yang mencakup padang lamun, makroalga, rumput laut, terumbu karang hidup, serta karang mati dengan substrat pasir, lumpur, dan pecahan karang. Pemantauan habitat bentik sangat penting dilakukan karena ekosistem ini memiliki berbagai manfaat ekologis dan ekonomis. Salah satu bentuk pemantauan awal yang dapat dilakukan yaitu dengan pemetaan habitat bentik. Saat ini, drone merupakan salah satu teknologi yang efektif dan efisien untuk pemantauan habitat bentik. Namun, keberhasilan dalam pemetaan habitat bentik menggunakan drone dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti resolusi spasial, faktor lingkungan, pemilihan metode pengolahan citra yang tepat, dan waktu komputasi yang efisien. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh perbedaan resolusi spasial, penggunaan band dan penggunaan algoritma terhadap hasil klasifikasi habitat bentik.

Pengambilan data lapang dilakukan pada tanggal 19 Mei 2024 sampai 23 Mei 2024 di Pulau Panggang, Kepulauan Seribu, Provinsi DKI Jakarta. Pengambilan data habitat bentik dilakukan menggunakan teknik *purposive random sampling* dan pengambilan data citra dilakukan menggunakan teknologi drone *DJI Phantom 4 Multispectral*. Kelas habitat yang diidentifikasi yaitu kelas habitat bentik seperti *macroalgae* (MA), *coral with alga* (CA), *dead coral with alga* (DCA), *live coral* (LC), *seagrass* (SG), *sand* (S), dan *rubble* (R). Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *pixel based analysis* (PBA) dengan menerapkan agregasi spasial kelipatan lima dari citra aslinya. Algoritma klasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *support vector machine* (SVM), *random forest* (RF) dan *extreme gradient boosting* (XGBoost).

Hasil pemetaan habitat bentik menggunakan citra drone multispektral dan RGB menunjukkan bahwa penurunan resolusi spasial dapat meningkatkan efektivitas pemetaan. Penurunan resolusi menyebabkan ukuran data citra berkurang signifikan, sehingga waktu komputasi menjadi jauh lebih efisien pada semua algoritma. Secara bersamaan, nilai *overall accuracy* (OA) justru meningkat, dengan nilai tertinggi yaitu hasil klasifikasi menggunakan algoritma XGBoost yaitu 91,80% pada citra multispektral dan 90,98% pada citra RGB. Hal ini disebabkan oleh resolusi yang sangat tinggi (6 cm) yang cenderung menangkap variabilitas spektral skala mikro seperti noise dan heterogenitas substrat yang menurunkan konsistensi klasifikasi. Sebaliknya, resolusi yang lebih kasar menghasilkan agregasi piksel yang meningkatkan homogenitas spektral, sehingga klasifikasi menjadi lebih stabil dan akurat.

Kata Kunci : habitat bentik, drone multispektral, PBA, XGBoost.

SUMMARY

DEVI ALIYAH SARI. The Effect of Spatial Resolution of Multispectral UAV Imagery on the Effectiveness of Benthic Habitat Mapping on Panggang Island, Seribu Islands. Supervised by VINCENTIUS P. SIREGAR and SYAMSUL BAHRI AGUS.

Benthic habitats are shallow-water ecosystems comprising seagrass meadows, macroalgae, seaweed, live coral reefs, and dead coral associated with sandy, muddy, and coral rubble substrates. Monitoring these habitats is crucial given their important ecological and economic roles. One of the primary approaches to such monitoring is benthic habitat mapping. At present, Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) have emerged as an effective and efficient technology for benthic habitat monitoring. However, the success of UAV-based benthic habitat mapping is influenced by several factors, including spatial resolution, environmental conditions, the selection of appropriate image-processing methods, and computational efficiency. This study aims to evaluate the effects of spatial resolution, band selection, and classification algorithms on benthic habitat classification results.

Field data collection was conducted from 19th to 23rd May 2024 on Panggang Island, Seribu Islands, Jakarta, Indonesia. Benthic habitat data were collected using a purposive random sampling approach, while aerial imagery was acquired using a DJI Phantom 4 Multispectral UAV. The identified benthic habitat classes included macroalgae (MA), coral with algae (CA), dead coral with algae (DCA), live coral (LC), seagrass (SG), sand (S), and rubble (R). Data analysis was performed using Pixel-Based Image Analysis (PBIA) with spatial aggregation applied at fivefold multiples of the original resolution. Three classification algorithms were evaluated: Support Vector Machine (SVM), Random Forest (RF), and eXtreme Gradient Boosting (XGBoost).

The results indicate that reducing spatial resolution improves mapping effectiveness. Lower spatial resolution significantly reduces image data size, resulting in more efficient computation across all algorithms. At the same time, overall accuracy (OA) increased, with the highest values obtained using the XGBoost algorithm, reaching 91.80% for multispectral imagery and 90.98% for RGB imagery. This outcome is attributed to the tendency of very high spatial resolution (6 cm) to capture fine-scale spectral variability, including noise and substrate heterogeneity, which reduces classification consistency. In contrast, coarser spatial resolution promotes pixel aggregation, increasing spectral homogeneity and leading to more stable and accurate classification results.

Keywords: benthic habitat, drone multispectral, PBIA, XGBoost.

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.

**PENGARUH RESOLUSI SPASIAL CITRA DRONE
MULTISPEKTRAL TERHADAP EFEKTIVITAS PEMETAAN
HABITAT BENTIK DI PULAU PANGGANG,
KEPULAUAN SERIBU**

Devi Aliyah Sari

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

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

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1. Dr. Ir. James P. Panjaitan, M. Phill
2. Dr. Risti Endriani Arhatin, S.Pi, M.Si



IPB University

Bogor Indonesia

Perpustakaan IPB University

Judul Tesis : Pengaruh Resolusi Spasial Citra Drone Multispektral Terhadap Efektivitas Pemetaan Habitat Bentik Di Pulau Panggang, Kepulauan Seribu

Nama : Devi Aliyah Sari

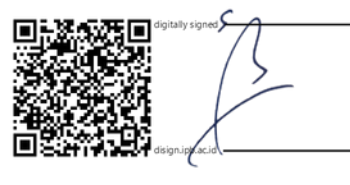
NIM : C5502221011

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr.Ir. Vincentius P. Siregar, DEA



Pembimbing 2:
Dr. Syamsul Bahri Agus, S.Pi, M.Si



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr.Ir. Sri Pujiyati, M.Si
NIP 19671021 199203 2 002



Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:
Dr. Beginer Subhan, S.Pi., M.Si
NIP 19800118 200501 1 003



Tanggal Ujian: 15 April 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Yang Maha Kuasa atas segala karunia-Nya sehingga proses pembuatan karya ilmiah ini berhasil diselesaikan dengan baik. Tema yang dipilih dalam penelitian ini adalah pemetaan habitat bentik, dengan judul “Pengaruh Resolusi Spasial Citra Drone Multispektral Terhadap Efektivitas Pemetaan Habitat Bentik Di Pulau Panggang, Kepulauan Seribu”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Vincentius P. Siregar, DEA dan Dr. Syamsul Bahri Agus, S.Pi., M.Si., yang telah membimbing dan banyak memberi saran serta masukan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis disampaikan kepada Laboratorium Penginderaan Jauh Ilmu dan Teknologi Kelautan, Laboratorium Oseanografi Kimia dan Laboratorium Proling. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, beserta staf Laboratorium serta seluruh pihak yang terlibat dan mendukung penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada bapak, ibu, adek, serta seluruh keluarga dan calon suami saya tercinta yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Apresiasi juga penulis sampaikan kepada tim survei lapangan atas bantuan dalam pengambilan data, serta kepada teman-teman Ilmu Kelautan 2022 dan Teknologi Kelautan 2023 yang telah menemani dan memberi semangat penulis selama proses penelitian, pengolahan data, dan penulisan tesis.

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

Bogor, April 2026

Devi Aliyah Sari
C5502221011

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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
II. METODE	5
2. 1 Waktu dan Tempat Penelitian	5
2. 2 Alat dan Bahan	5
2. 3 Prosedur Kerja	7
2. 4 Proses Pengambilan Data	10
2. 4. 1 Tahapan Persiapan	10
2. 4. 2 Pengambilan Foto Udara	10
2. 4. 3 Pengumpulan Data Habitat Bentik	12
2. 4. 4 Pengumpulan Data Parameter Kualitas Air	12
2. 5 Proses Pengolahan Data	13
2. 5. 1 Kualitas Air	13
2. 5. 2 Pengolahan Data Foto Udara (Drone)	14
2. 5. 3 Koreksi radiometrik	15
2. 5. 4 <i>Spatial Aggregation</i>	16
2. 5. 5 Konfigurasi Penggunaan Band	17
2. 5. 6 Pendekatan Klasifikasi	18
2. 5. 7 Skema Klasifikasi	18
2. 5. 8 Algoritma Klasifikasi	19
2. 6 Uji Akurasi	21
2. 7 Interpolasi Waktu Komputasi dan Akurasi Berdasarkan Resolusi Spasial	22
2. 8 Analisis Efektivitas Menggunakan <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP)	23
III. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
3. 1 Kondisi Lingkungan	24
3. 2 Akuisisi Foto Udara	24
3. 3 <i>Orthomosaic</i>	26
3. 4 Koreksi Radiometrik	27
3. 5 <i>Spatial Aggregation</i>	30
3. 6 Klasifikasi Level 1	32
3. 7 Klasifikasi Level 2	33
3. 8 Pengaruh Resolusi Spasial terhadap Efektivitas Pemetaan Habitat Bentik	41
3. 9 Analisis Tingkat Kesesuaian Klasifikasi Habitat Bentik	44
3. 10 Analisis Perankingan Menggunakan Metode AHP	47
IV. SIMPULAN DAN SARAN	50
4. 1 Simpulan	50
4. 2 Saran	50
LAMPIRAN	57
RIWAYAT HIDUP	73



DAFTAR TABEL

1	Alat penelitian dan fungsinya	6
2	Spesifikasi sensor kamera drone <i>DJI Phantom 4 Multispectral</i>	7
3	Nilai Reflektansi Panel DJI P4MS	16
4	<i>Confusion Matrix</i>	21
5	Interpretasi nilai kappa	22
6	Foto yang mewakili setiap kelas habitat bentik	34
7	Nilai kappa	45
8	Hasil analisis resolusi spasial terhadap efektivitas pemetaan habitat bentik menggunakan AHP	48

DAFTAR GAMBAR

1	Lokasi penelitian, di Pulau Panggang, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta	5
2	Drone <i>DJI Phantom 4 Multispectral</i>	6
3	Diagram alur penelitian	9
4	Jalur lisan penerbangan drone di Pulau Panggang	11
5	Tahapan pengambilan data foto udara	11
6	Proses pengolahan data foto udara	15
7	<i>Spatial aggregation</i> a. citra resolusi 6 cm, b. resolusi 30 cm, c. resolusi 60 cm, d. resolusi 90 cm dan e. resolusi 120 cm	17
8	Skema Klasifikasi	18
9	Beberapa hasil perekaman foto udara menggunakan <i>Drone DJI Phantom 4 Multispectral</i> di Pulau Panggang	25
10	Hasil <i>orthomosaic</i>	26
11	Citra band biru sebelum dikoreksi radiometrik	27
12	Citra band biru setelah dikoreksi radiometrik	28
13	Grafik band biru sebelum di koreksi radiometrik	29
14	Grafik band biru setelah di koreksi radiometrik	29
15	Peta perbandingan resolusi spasial citra multispektral	31
16	Klasifikasi level 1	33
17	Peta klasifikasi habitat bentik menggunakan citra multispektral menggunakan algoritma SVM	35
18	Peta klasifikasi habitat bentik menggunakan citra RGB menggunakan algoritma SVM	36
19	Peta klasifikasi habitat bentik menggunakan citra multispektral menggunakan algoritma RF	37
20	Peta klasifikasi habitat bentik menggunakan citra RGB menggunakan algoritma RF	38
21	Peta klasifikasi habitat bentik menggunakan citra multispektral menggunakan algoritma XGBoost	39
22	Peta klasifikasi habitat bentik menggunakan citra RGB menggunakan algoritma XGBoost	40
23	Grafik pengaruh resolusi spasial terhadap nilai akurasi dan waktu komputasi pada citra multispektral	42

24	Grafik pengaruh resolusi spasial terhadap nilai akurasi dan waktu komputasi pada citra RGB	43
----	--	----

DAFTAR LAMPIRAN

1	Titik koordinat pengambilan data kualitas air	58
2	Contoh perhitungan TSS	58
3	Contoh perhitungan klorofil – a	58
4	Peta citra hasil <i>orthomosaic</i> berdasarkan band spektral	59
5	Laporan hasil pengolahan data fotogrametri	59
6	Grafik sebelum dan setelah di koreksi radiometrik	61
7	Contoh perhitungan koreksi radiometrik	62
8	Jumlah frekuensi kehadiran titik <i>ground check</i> pada setiap kelas habitat bentik	62
9	Peta titik koordinat <i>ground check</i>	62
10	Sintaks bahasa python untuk klasifikasi menggunakan algoritma SVM, RF, dan XGBoost	63
11	Nilai interpolasi dan <i>overall accuracy</i> (OA) menggunakan band multispektral	65
12	Nilai interpolasi dan <i>overall accuracy</i> (OA) menggunakan band RGB	65
13	Contoh perhitungan interpolasi resolusi spasial dan nilai akurasi	65
14	<i>Confusion matrix</i> menggunakan algoritma SVM	66
15	<i>Confusion matrix</i> menggunakan algoritma RF	67
16	<i>Confusion matrix</i> menggunakan algoritma XGBoost	68
17	Hasil presentasi nilai UA, PA, CE, OE dari hasil klasifikasi menggunakan algoritma SVM	69
18	Hasil presentasi nilai UA, PA, CE, OE dari hasil klasifikasi menggunakan algoritma RF	70
19	Hasil presentasi nilai UA, PA, CE, OE dari hasil klasifikasi menggunakan algoritma XGBoost	71
20	Contoh perhitungan perankingan menggunakan analisis AHP	72