

MIKROFRAGMENTASI KARANG *Acropora Sp* BERDASARKAN PERBEDAAN SUSUNAN RAK PENYANGGA DAN BAGIAN MIKROFRAGMEN DI PULAU PRAMUKA

PIJAR HATINURANI MERDEKA



**PROGRAM MAGISTER ILMU KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

- 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 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 Mikrofragmentasi Karang *Acropora Sp* Berdasarkan Perbedaan Susunan Rak Penyangga dan Bagian Mikrofragmen di Pulau Pramuka, 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, Juli 2026

Pijar Hatinurani Merdeka
C5501231024

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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.



RINGKASAN

PIJAR HATINURANI MERDEKA. Mikrofragmentasi Karang *Acropora Sp* Berdasarkan Perbedaan Susunan Rak Penyangga dan Bagian Mikrofragmen di Pulau Pramuka. Dibimbing oleh BEGINER SUBHAN, RITA RACHMAWATI dan MEUTIA SAMIRA ISMET.

Ekosistem terumbu karang di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, mengalami tekanan yang cukup signifikan akibat aktivitas wisata dan perikanan, dengan tutupan karang hidup yang berkurang pada kategori sedang hingga rusak. Mikrofragmentasi merupakan teknik restorasi karang aseksual yang memungkinkan pertumbuhan lebih cepat dibandingkan fragmentasi konvensional dengan cara menempatkan potongan karang berukuran kecil (~1–3 cm) secara berdekatan pada substrat buatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur pertumbuhan vertikal, menganalisis tingkat kelangsungan hidup, menganalisis pertumbuhan cabang, serta menilai efektivitas metode transplantasi mikrofragmen karang berdasarkan perbedaan susunan kerangka *nursery* (rak horizontal dan vertikal) dan bagian fragmen (pucuk dan non pucuk) di Pulau Pramuka pada periode Agustus–Desember 2024, karang yang dipakai adalah merupakan jenis *Acropora millepora*. Penelitian menggunakan desain eksperimental dengan empat kombinasi perlakuan: rak horizontal–pucuk, rak horizontal–non pucuk, rak vertikal–pucuk, dan rak vertikal–non pucuk, dengan total 747 sampel yang dihitung. Data pertumbuhan tinggi dan kemunculan cabang dikumpulkan setiap 30 hari selama lima bulan (M1–M5). Analisis statistik meliputi uji *Two-Way ANOVA* dan *Tukey HSD* untuk pertumbuhan tinggi dan cabang, serta *Response Ratio* untuk mengukur efek perlakuan. Terdapat divergensi pada rak vertikal yang sangat mencolok antara kedua bagian fragmen menjelang akhir periode pengamatan. Fragmen pucuk vertikal yang sebelumnya mencatat laju stabil di M2–M4 ($0,036 \pm 0,062 - 0,054 \pm 0,066$ cm/bulan) mengalami penurunan tajam di M5 menjadi hanya $0,0067 \pm 0,085$ cm/bulan. *Survival rate* rak vertikal lebih stabil pada M1–M4, namun mengalami penurunan tajam di M5, sedangkan rak horizontal mengalami penurunan lebih awal sejak M3. Penyebab kematian utama pada kedua rak adalah hilangnya fragmen secara fisik dari substrat (*missing fragment*), bukan faktor biologis. Laju kemunculan cabang paling tinggi terjadi pada kombinasi rak vertikal–non pucuk ($F = 74,38; p < 0,001$), yang dijelaskan melalui mekanisme *Apical Dominance*. Parameter lingkungan terbukti tidak berpengaruh signifikan terhadap seluruh variabel pertumbuhan.

Kata kunci: *Apical dominance*, kelangsungan hidup, pertumbuhan karang, restorasi terumbu karang

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.



SUMMARY

PIJAR HATINURANI MERDEKA. Mikrofragmentasi Karang *Acropora Sp* Berdasarkan Perbedaan Susunan Rak Penyangga dan Bagian Mikrofragmen di Pulau Pramuka. Supervised by BEGINER SUBHAN, RITA RACHMAWATI and MEUTIA SAMIRA ISMET.

The coral reef ecosystem in Pramuka Island has experienced considerable pressure due to tourism and fisheries activities, resulting in live coral cover ranging from moderate to degraded conditions. Microfragmentation is an asexual coral restoration technique that enables faster growth compared to conventional fragmentation by placing small coral fragments (~1–3 cm) close together on artificial substrates. This study aims to measure vertical growth, analyze survival rates, analyze branch growth, and assess the effectiveness of the coral microfragment transplantation method based on differences in the arrangement of *nursery* frames (horizontal and vertical shelves) and fragment parts (shoots and non-shoots) on Pramuka Island in the period August–December 2024, the coral used is the *Acropora millepora* species. The study employed an experimental design consisting of four *treatment* combinations: horizontal rack–tip, horizontal rack–non-tip, vertical rack–tip, and vertical rack–non-tip, with a total of 747 samples counted. Data on height growth and branch emergence were collected every 30 days over a five-month period (M1–M5). Statistical analyses included Two-Way ANOVA and Tukey HSD tests for height and branch growth, Chi-Square tests for mortality patterns, and Response Ratio analysis to evaluate *treatment* effects. There was divergence in the vertical shelf between the two fragments towards the end of the observation period. The vertical shoot fragment, which had previously recorded a stable rate in M2–M4 ($0.036 \pm 0.062 - 0.054 \pm 0.066$ cm/month), experienced a sharp decline in M5 to only 0.0067 ± 0.085 cm/month. Survival rates on vertical racks were more stable during M1–M4 but declined sharply in M5, whereas horizontal racks experienced earlier declines beginning in M3. The primary cause of mortality in both rack types was the physical loss of fragments from the substrat (*missing fragments*), rather than biological factors. The highest branch emergence rate occurred in the vertical rack–non-tip combination ($F = 74.38$; $p < 0,001$), which can be explained through the mechanism of Apical Dominance. Environmental parameters were found to have no significant effect on any growth variables.

Keywords: Apical dominance, coral growth, coral restoration, survival rate,

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.

MIKROFRAGMENTASI KARANG *Acropora Sp* BERDASARKAN PERBEDAAN SUSUNAN RAK PENYANGGA DAN BAGIAN MIKROFRAGMEN DI PULAU PRAMUKA

PIJAR HATINURANI MERDEKA

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

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

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 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 Dr. Ir. Nyoman Metta N Natih, M.Si
- 2 Dr. Rastina, S.T, M.T

Judul Tesis

: Mikrofragmentasi Karang *Acropora Sp* Berdasarkan Perbedaan
Susunan Rak Penyangga dan Bagian Mikrofragmen di Pulau Pramuka

Nama

: Pijar Hatinurani Merdeka

NIM

: C5501231024

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Beginer Subhan, S.Pi, M.Si.



Pembimbing 2:

Rita Rachmawati, Ph.D.



Pembimbing 3:

Dr. Meutia Samira Ismet, M. Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ir. Neviaty Putri Zamani, M.Sc.

NIP. 196410141988032001



Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:

Dr. Beginer Subhan, S.Pi, M.Si.

NIP. 198001182005011003



Tanggal Ujian:
9 Juli 2026

Tanggal Lulus:



@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.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga proposal penelitian dengan judul Mikrofragmentasi Karang *Acropora Sp* Berdasarkan Perbedaan Susunan Rak Penyangga dan Bagian Mikrofragmen di Pulau Pramuka ini berhasil diselesaikan. Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Beginer Subhan, S.Pi. M.Si, Rita Rachmawati, Ph.D, dan Dr. Meutia Samira Ismet, M. Si yang telah membimbing dan banyak memberi saran.

Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada orang tua, ibu tercinta Neni Suhaeni yang telah mendukung dan memfasilitasi secara penuh kuliah magister, bapak M. Arif Hakim yang telah mendukung perkuliahan magister serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayang kepada penulis. Lili yang setia menemani dalam perjalanan hidup perkuliahan. Teman-teman baik saya Mba Efi, Mas Yan, Mas Bin, Andica, Bang Zul, Lashon, Adhim, yang telah mendukung saya dalam perkuliahan dan proses pembuatan karya ilmiah ini. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Pijar Hatinurani Merdeka

- 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	4
II METODE	5
2.1 Waktu dan Tempat	5
2.2 Alat dan Bahan	5
2.3 Rancangan Susunan Rak Peyangga	6
2.4 Pertumbuhan Karang	8
2.5 Tingkat Kelangsungan Hidup	9
2.6 Uji Statistik	9
III HASIL DAN PEMBAHASAN	13
3.1 Parameter Lingkungan Perairan	13
3.2 Tingkat Kelangsungan Hidup Fragmen	13
3.3 Jenis Kematian Fragmen	15
3.4 Pertumbuhan Tinggi Fragmen	17
3.5 Laju Kemunculan Cabang	20
3.6 Pengujian Rasio Respon Data	22
IV KESIMPULAN DAN SARAN	23
4.1 Kesimpulan	23
4.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	30
RIWAYAT HIDUP	35

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.