

DISTRIBUSI, ADAPTASI DAN KONEKTIVITAS POPULASI KEPITING PASIR (*Hippa adactyla*) DI INDONESIA

VENDI EKO SUSILO



PROGRAM STUDI BIOSAINS HEWAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
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 DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Distribusi, Adaptasi dan Konektivitas Populasi Kepiting Pasir (*Hippa adactyla*) di Indonesia” 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 disertasi ini.

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

Bogor, 03 April 2026

Vendi Eko Susilo
NIM G3602222009



@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

VENDI EKO SUSILO. Distribusi, Adaptasi dan Konektivitas Populasi Kepiting Pasir (*Hippa adactyla*) di Indonesia. Dibimbing oleh RD. RR. DYAH PERWITASARI, ACHMAD FARAJALLAH, YUSLI WARDIATNO dan DAISY WOWOR.

Hippa adactyla merupakan kepiting pasir (Famili Hippidae) yang mendiami ekosistem berpasir di zona intertidal. *Hippa adactyla* memiliki siklus hidup mulai dari fase larva yang bersifat planktonik dengan durasi yang panjang yaitu 29 sampai 52 hari, sehingga berpotensi tersebar luas oleh arus laut. Fase dewasa bersifat sedenter atau menetap pada habitat pantai berpasir. *Hippa adactyla* memiliki distribusi luas, yaitu tersebar dari pesisir Afrika Timur, Laut Merah, pantai selatan India, Asia Tenggara, hingga wilayah Pasifik Barat, sehingga menjadikan *H. adactyla* relevan dengan hipotesis panmitik. Distribusi aktual *H. adactyla* diperkirakan belum sepenuhnya diketahui, mengingat keberadaan spesies ini terfragmentasi pada berbagai kondisi geografis pantai, oceanografi dan bergantung pada upaya sampling yang menyeluruh diseluruh perairan pantai. Sebaran *H. adactyla* di sepanjang pantai kepulauan Indonesia yang kompleks perlu dipetakan secara jelas untuk pengujian konektivitas populasi dan hipotesis panmiktik. Organisme laut dengan karakteristik larva bersifat pelagik sering menunjukkan fenomena adanya diferensiasi genetik yang tidak sejalan dengan jarak geografis. Tujuan dari penelitian ini yaitu 1. Mendokumentasikan dan memverifikasi catatan sebaran baru *H. adactyla* di Selat Bali, 2. Mengkonfirmasi keberadaan *H. adactyla* di Selat Lombok, 3. Membedakan genetik populasi *H. adactyla* di Paparan Sunda dan 4. Menganalisis tingkat konektivitas dan struktur populasi *H. adactyla* di Indoensia.

Pengambilan sampel kepiting pasir dilakukan di Sumatra (Padang, Bengkulu, Enggano dan Lampung), Jawa (Ujung kulon, Pangandaran, Sawarna, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Situbondo), Selat Bali (Karangasem) dan Kupang mulai Mei 2023 sampai Juli 2025. Koleksi dilakukan pada pagi hari antara pukul 06.00 sampai 10.00 dan sore hari jam 16.00 sampai jam 18.00 WIB pada saat pasang air laut tidak optimal. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pancing dengan umpan ikan lemuru dan cumi-cumi untuk mengumpulkan sampel. Dokumentasi warna karapas dan substrat menggunakan *colorimeter* WR10 untuk analisis *color matching*. Analisis komposisi substrat menggunakan Sieve Shaker AS 300 Control RETSCH dengan enam mess size (4 mm, 2 mm, 1 mm, 500 µm, 250 µm, dan 63 µm). Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *road sampling*, menyusuri garis pantai di lokasi yang telah ditentukan. Koleksi sampel dilakukan secara langsung dengan tangan (*hand picking*) dan menggunakan umpan berupa ikan lemuru serta cumi-cumi. Umpan diletakkan di tepi *swash zone*, kemudian ditunggu selama 30 menit. Apabila umpan termakan, maka posisi umpan akan tenggelam ke dalam substrat, kemudian dilakukan koleksi secara langsung menggunakan skop. Proses identifikasi sampel kepiting pasir dilakukan di Laboratorium Biosistematika dan Ekologi Hewan, Departemen Biologi, IPB University berdasarkan kunci identifikasi dari Boyko dan Harvey (1999) dan Osawa *et al.* (2010).

Hippa adactyla dan *Albunea symmysta* ditemukan di Selat Bali, di bagian selatan Jawa Timur, tepatnya di pantai Watu Ulo, Kabupaten Jember dan di pantai

utara yaitu pantai Panarukan, Kabupaten Situbondo, kecuali di Blimbingsari Kabupaten Banyuwangi hanya ditemukan *H. adactyla*. Temuan ini menjadi catatan distribusi baru yang melengkapi informasi sebaran kelompok Hippoidea di kawasan Selat Bali. Warna karapas *H. adactyla* secara konsisten menyerupai warna substrat pasir lokal, hal tersebut mengindikasikan adanya *color matching* yang kuat sebagai adaptasi kepiting pasir terhadap latar visual habitat. Perbedaan nilai ΔE (variasi perbedaan warna total) antar lokasi yang signifikan menegaskan bahwa kesesuaian warna tersebut bersifat spesifik lokasi, dan mencerminkan respons terhadap variasi karakteristik substrat. Kelimpahan tertinggi *H. adactyla* ditemukan pada substrat dengan ukuran butir menengah (*fine sand*), sementara substrat yang didominasi fraksi sangat halus atau terlalu kasar menunjukkan kelimpahan yang lebih rendah. Pola ini mengindikasikan adanya ukuran butir yang optimum untuk mendukung kemampuan penggalian dan penggunaan habitat secara efisien. Secara keseluruhan, distribusi *H. adactyla* ditentukan oleh interaksi antara kesesuaian warna karapas kepiting dan substrat serta karakteristik fisik sedimen. *Color matching* berfungsi sebagai mekanisme kamuflase yang selaras dengan kondisi visual lokal, sedangkan ukuran butir sedimen berperan sebagai faktor pembatas utama dalam menentukan kesesuaian habitat dan kelimpahan populasi di lingkungan pantai berpasir.

Distribusi *H. adactyla* dan *Hippa ovalis* yang ditemukan di pantai timur pulau Bali adalah catatan baru. *Hippa ovalis* ditemukan di dua lokasi yaitu pantai Karangasem dan pantai Tanah Ampo. *Hippa adactyla* ditemukan di empat lokasi yaitu pantai Karangasem, pantai Jasri, pantai Goa Lawah dan pantai Keramas. Variasi genetik pada *H. adactyla* dan *H. ovalis* berkisar antara 0,000 sampai dengan 0,003. Rekonstruksi pohon phylogeni menunjukkan adanya pengelompokan yang berbeda antara *H. adactyla* dan *H. ovalis* dengan jarak genetik sebesar 0,2.

Berdasarkan analisis genetik, didapatkan differensiasi genetik antar populasi *H. adactyla* di kawasan *Sundaland* yang meliputi Sumatra (Bengkulu, Padang dan, Lampung) dan Jawa (Pangdaranan dan Banyuwangi). Analisis haplotipe lebih lanjut di *Sundaland* mengungkapkan adanya 15 haplotipe yang menunjukkan pola sharing serta karakter spesifik tertentu.

Analisis komposisi haplotipe, tingkat keragaman haplotipe, rekonstruksi filogeni, AMOVA, dan jaringan haplotipe secara konsisten menunjukkan bahwa populasi kepiting pasir *H. adactyla* di perairan Indonesia memiliki tingkat konektivitas genetik yang tinggi dan cenderung membentuk satu kesatuan populasi yang disebut sebagai panmiktik. Keragaman haplotipe yang relatif tinggi dengan diferensiasi genetik yang rendah antar lokasi, disertai tidak terbentuknya klade filogenetik yang terpisah secara geografis, mengindikasikan lemahnya struktur populasi pada skala antar pulau maupun antar provinsi. Hasil AMOVA yang didominasi oleh variasi genetik dalam populasi, serta nilai F_{ST} yang rendah hingga sedang, memperkuat indikasi bahwa aliran gen berlangsung efektif di antara populasi-populasi pesisir. Pola jaringan haplotipe yang menampilkan haplotipe umum dengan sebaran luas semakin menegaskan adanya pertukaran gen.

Kata kunci: *Albunea symmysta*, *Hippa adactyla*, *Hippa ovalis*, Keragaman Haplotipe, Panmiktik populasi.

SUMMARY

VENDI EKO SUSILO. Distribution, Adaptation dan Connectivity of Sand Crab (*Hippa adactyla*) in Indonesia. Supervised by RD. RR. DYAH PERWITASARI, ACHMAD FARAJALLAH, YUSLI WARDIATNO dan DAISY WOWOR.

The sand crab *Hippa adactyla* inhabits sandy ecosystems in the intertidal zone. Its life cycle consists of a long, planktonic larval phase (29 to 52 days), which allows for potential widespread dispersal by ocean currents, and a sedentary adult phase confined to sandy beach habitats. *Hippa adactyla* has a broad distribution range, spanning from the East African coast, the Red Sea, Southern India, Southeast Asia, to the West Pacific, making it a relevant subject for testing the panmixia hypothesis. However, its actual distribution is estimated to be incompletely known, as records of its presence are fragmented across diverse coastal geographical, oceanographic conditions and depend on comprehensive sampling efforts across all coastal waters. Therefore, the distribution of *H. adactyla* along the complex coastlines of the Indonesian archipelago needs to be clearly mapped to test population connectivity and the panmixia hypothesis. Marine organisms with pelagic larvae often exhibit genetic differentiation that does not align with geographical distance. The objectives of this research are to: 1) Documentation and verify new distribution records of *H. adactyla* in the Bali Strait, 2) Confirm the presence of *H. adactyla* in the Lombok Strait, 3) Differentiate the genetic populations of *H. adactyla* in the Sunda Shelf region, and 4) Analysis the population connectivity and structure of *H. adactyla* in Indonesia.

Sampling of sand crabs was conducted from May 2023 to July 2025 at locations in Sumatra (Padang, Bengkulu, Enggano, Lampung), Java (Ujung Kulon, Pangandaran, Sawarna, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Situbondo), the Bali Strait (Karangasem), and Kupang. Collections were carried out in the morning (06:00-10:00) and late afternoon (16:00-18:00) during non-optimal tidal conditions. Fishing rods with fish and squid bait were used to collect samples. Carapace color and substrate documentation utilized a WR10 color meter for color matching analysis. Substrate composition was analyzed using a RETSCH AS 300 Control Sieve Shaker with six mesh sizes (4 mm, 2 mm, 1 mm, 500 μ m, 250 μ m, and 63 μ m). A road sampling method was employed, surveying the coastline at predetermined locations. Samples were collected directly by hand (hand-picking) and using bait. The bait was placed at the edge of the swash zone and observed for 30 minutes; if consumed (indicated by the bait sinking into the substrate), the sand crab was excavated directly using a scoop. Specimen identification was conducted at the Biosystematics and Animal Ecology Laboratory, Department of Biology, IPB University, based on key identification from Boyko and Harvey (1999) and Osawa *et al.* (2010).

Hippa adactyla and *Albunea symmysta* were found in the Bali Strait region, specifically on the southern coast of East Java (Watu Ulo Beach, Jember) and the northern coast (Panarukan Beach, Situbondo). Only *H. adactyla* was found at Blimbingsari, Banyuwangi. These findings constitute new distribution records for the Hippoidea group in the Bali Strait area. The carapace color of *H. adactyla* consistently resembled the local sand substrate, indicating strong color matching as a camouflage adaptation. Significant differences in ΔE values between locations confirmed that this color adaptation is site-specific, reflecting responses to varying

substrate characteristics. The highest abundance of *H. adactyla* was found on substrates with medium grain size (fine sand), while substrates dominated by very fine or coarse fractions showed lower abundance, indicating an optimal grain size for efficient burrowing and habitat use. Overall, the distribution of *H. adactyla* is determined by the interaction between carapace color matching and the physical characteristics of the sediment.

The discovery of *H. adactyla* and *Hippa ovalis* on the eastern coast of Bali is a new record. *Hippa ovalis* was found at two locations (Karangasem Beach and Tanah Ampo Beach), while *H. adactyla* was found at four locations (Karangasem Beach, Jasri Beach, Goa Lawah Beach, and Keramas Beach). Genetic variation between *H. adactyla* and *H. ovalis* ranged from 0.000 to 0.003. Phylogenetic tree reconstruction showed clear differentiation between *H. adactyla* and *H. ovalis*, with a genetic distance of 0.2.

Genetic analysis revealed differentiation among *H. adactyla* populations in the Sundaland region (Sumatra: Bengkulu, Padang, Lampung; Java: Pangandaran, Banyuwangi). Further haplotype analysis in Sundaland uncovered 15 haplotypes showing both shared and specific patterns.

Analysis of haplotype composition, haplotype diversity, phylogenetic reconstruction, AMOVA, and haplotype networks consistently indicated that *H. adactyla* populations in Indonesian waters have high genetic connectivity and tend to form a single panmictic population. Relatively high haplotype diversity coupled with low genetic differentiation between locations, and the absence of geographically separate phylogenetic clades, suggest weak population structure on inter-island and inter-provincial scales. AMOVA results, dominated by within-population genetic variation, along with low to moderate F_{ST} values, strengthen the indication of effective gene flow among coastal populations. The haplotype network pattern, displaying common and widely distributed haplotypes, further confirms genetic exchange.

Keywords: *Albunea symmysta*, *Hippa adactyla*, *Hippa ovalis*, Haplotype Diversity, Panmictic population.



@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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026¹
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.

DISTRIBUSI, ADAPTASI DAN KONEKTIVITAS POPULASI KEPITING PASIR (*Hippa adactyla*) DI INDONESIA

VENDI EKO SUSILO

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Biosains Hewan

**PROGRAM STUDI BIOSAINS HEWAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
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.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Prof. Dr. Ir. Rika Raffiudin, M.Si
- 2 Dr. Indra Bayu Vimono, S.Si.,M.App.Sc.

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Dr. Indra Bayu Vimono, S.Si.,M.App.Sc.
- 2 Dr. Esti Utarti, S.P.,M.Si



@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.

Judul Tesis : Distribusi, Adaptasi dan Konektivitas Populasi Kepiting Pasir
(*Hippa adactyla*) di Indonesia
Nama : Vendi Eko Susilo
NIM : G3602222009

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Raden Roro Dyah Perwitasari,
M.Sc.

Pembimbing 2:

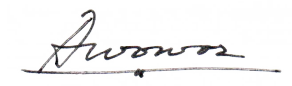
Dr. Ir. Achmad Farajallah, M.Si.

Pembimbing 3:

Prof. Dr. Ir. Yusli Wardiatno, M.Sc.

Pembimbing 4:

Dr. Ir. Daisy Wowor, M.Sc.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Drs. Tri Atmowidi, M.Si.
NIP 196708271993031003

Dekan FMIPA IPB:

Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si
NIP 197807232007011001

Tanggal Ujian:
(03 April 2026)

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya, sehingga Disertasi ini berhasil diselesaikan. Disertasi dengan judul Distribusi, Adaptasi dan Konektivitas Populasi Kepiting Pasir (*Hippa adactyla*) di Indonesia sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Doktor pada Program Studi Biosains Hewan FMIPA IPB University. Oleh karenanya, penulis mengucapkan terimakasih atas segala suport dan bantuan dalam penyusunan Disertasi ini kepada ;

1. Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Republik Indonesia selaku pemberi dana Beasiswa program Doktor dalam negeri
2. Komisi pembimbing Prof. Dr. Ir. Raden Roro Dyah Perwitasari, M.Sc., Dr. Ir. Achmad Farajallah, M.Si., Prof. Dr. Ir. Yusli Wardiatno, M.Sc., dan Dr. Ir. Daisy Wowor, M.Sc. yang telah membimbing dan banyak memberi saran dan masukan
3. Komisi penguji Ibu Prof. Dr. Ir. Rika Eafiudin, M.Si, Bapak Dr. Indra Bayu Vimono, S.Si., M.App.Sc. dan Ibu Dr. Esti Utarti, S.P.,M.Si yang telah berkenan menjadi komisi penguji
4. Ketua program studi Biosains Hewan Prof. Dr. Tri Atmowidi, M.Si, seluruh Dosen yang telah membagikan ilmu dan pengalamannya selama penulis menuntut ilmu di IPB University. Sekretaris Program Studi Dr. Puji Rianti, S.Si.,M.Si yang telah memfasilitasi kegiatan akademik
5. Kepala laboratorium Fungsi dan Perilaku hewan Departemen Biologi IPB Prof. Dr. Rika Rafiudin, M,Si dan segenap teknisi atas bantuan dan layanan selama penggunaan sarana laboratorium
6. Rekan-rekan Biosains Hewan, baik adik-adik magister yang tergabung dalam satu bimbingan dan juga teman-teman mahasiswa Doktoral
7. Dr. Achmad Alvian, M.Si dan Dr. Lora Purnamasari, S.Pd.,M.Si selaku partner dan sekaligus mentor
8. Keluarga besar Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember yang telah memberikan kesempatan dan suport selama studi
9. Keluarga Besar Jurusan Biologi Universitas Jember yang telah memberikan kesempatan dan suport selama studi
10. Kedua orang tua, istri dan kedua anak serta keluarga yang telah dengan sepenuhnya memberikan motivasi dan doa untuk tercapainya gelar Doktor
11. Almarhumah Ibunda Tuminem, S.Pd yang telah memberikan doa sepanjang hayat untuk mencapai cita-cita.

Bogor, 03 April 2026

Vendi Eko Susilo



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Rumusan Masalah	2
1.2 Tujuan	3
1.3 Manfaat	3
1.4 Kebaruan (<i>novelty</i>)	3
1.5 Kerangka berfikir	4
II Tinjauan Pustaka	5
2.1 Biologi dan Ekologi Dasar Kepiting Pasir (<i>Hippa adactyla</i>)	5
2.2 Faktor-faktor Penentu Distribusi <i>Hippa</i>	7
2.3 Adaptasi Populasi terhadap Lingkungan yang Beragam	7
2.4 Konektivitas dan Struktur Populasi Organisme Laut	8
III Catatan Distribusi Baru, Analisis Kamuflase Warna dan Preferensi Substrat dari <i>Hippa adactyla</i> (Hippidae)	10
3.1 Abstrak	10
3.2 Pendahuluan	10
3.3 Metode	11
3.4 Hasil dan Pembahasan	13
2.5. Kesimpulan	23
IV Distribusi baru <i>Hippa adactyla</i> Fabricius, 1787 dan <i>Hippa ovalis</i> Milne Edwards, 1862 (Crustacea, Anomura, Hippidae) dengan konfirmasi molekuler dari Pantai Bali, Indonesia	24
4.1 Abstrak	24
4.2 Pendahuluan	24
4.3 Metode	25
4.4 Hasil dan Pembahasan	27
4.5 Kesimpulan	32
V. Diferensiasi Genetik <i>Hippa adactyla</i> di Sundaland Berdasarkan Analisis Sekuen Gen COI	33
5.1 Abstrak	33
5.2 Pendahuluan	33
5.3 Metode	34
5.4 Hasil dan Pembahasan	36
5.5 Kesimpulan	41
VI. Struktur dan Konektivitas Populasi Kepiting Pasir <i>Hippa adactyla</i> (Hippidae) di Perairan Indonesia	42
6.1 Abstrak	42
6.2 Pendahuluan	42
6.3 Metode	44
6.4 Hasil dan Pembahasan	46
6.5 Kesimpulan	59



VII. PEMBAHASAN UMUM	60
VIII. KESIMPULAN DAN SARAN	62
8.5 Kesimpulan	62
8.6 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	74
RIWAYAT HIDUP	76

DAFTAR TABEL

1	Distribusi dan Jumlah sampel dari kelompok Hippoidea di Selat Bali	13
2	Distribusi dan jumlah Hippoidea di selat Bali dan Indonesia	13
3	Distribusi dan jumlah Hippoidea di selat Bali dan Indonesia (lanjutan)	14
4	Hasil analisis non parametrik Kruskal–Wallis antara warna kepiting dan substrat pasir. Keterangan: tanda * menunjukkan perbedaan signifikan pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$)	19
5	Jarak genetik <i>Hippa adactyla</i> Fabricius, 1787 dan Hippa ovalis Milne Edwards, 1862 dan yang dibangun berdasarkan model Tamura 3-parameter dengan 1000 replikasi bootstrap dengan panjang (599 nuklutida). Nilai menunjukkan jarak genetik antar spesies	29
6	Hasil pencocokan <i>Hippa adactyla</i> Fabricius, 1787 dan Hippa ovalis Milne Edwards, 1862 dengan data refrensi di GenBank	30
7	Jarak genetik antar populasi pada <i>Hippa adactyla</i> berdasarkan model Tamura 3-parameter dengan 1000 replikasi bootstrap dengan panjang (639 nuklutida). Nilai di bawah diagonal menunjukkan jarak genetik, sedangkan nilai di atas diagonal menunjukkan galat baku	38
8	Komposisi haplotipe dari lima lokasi utama <i>Hippa adactyla</i>	39
9	Analisis jarak genetik dari populasi <i>Hippa adactyla</i> menggunakan sekuens gen COI menggunakan model Tamura 3-parameter; dengan 1000 replikasi bootstrap dengan panjang (654 nuklutida). Nilai di bawah diagonal menunjukkan jarak genetik, sedangkan nilai di atas diagonal menunjukkan galat baku	47
10	Komposisi Haplotipe dari populasi <i>Hippa adactyla</i> di Indonesia	49
11	<i>Haplotype diversity</i> dari populasi <i>Hippa adactyla</i> di Indonesia	53
12	Analisis Molecular of Variance (AMOVA) dari seluruh populasi <i>Hippa adactyla</i> di Indonesia	55

DAFTAR GAMBAR

13	Kerangka penelitian	4
14	Morfologi dari Hippa dan Albunea	6
15	Peta Sebaran Pengambilan Sampel <i>Hippa adactyla</i> dan <i>Albunea symmysta</i> di Selat Bali.	11
16	<i>Hippa adactyla</i> . Sebelah kiri dorsal dan kanan ventral	15
17	<i>Albunea symmysta</i> . Sebelah kiri dorsal dan kanan ventral	15
18	Distribusi komponen warna CIELAB pada kepiting pasir dan substrat pasir. Distribusi nilai komponen warna CIELAB, yaitu L* (kecerahan), a* (gradasi hijau–merah), dan b* (gradasi biru–kuning), pada kepiting dan substrat pasir di empat lokasi pengamatan (Situbondo, Banyuwangi, Jember, dan Lumajang). Simbol yang berbeda menunjukkan objek yang diukur (kepiting dan pasir). Visualisasi ini menggambarkan variasi spasial komponen warna serta tingkat tumpang tindih nilai warna kepiting dan substrat pada masing-masing lokasi.	16
19	Visualisasi ruang warna CIELAB antara <i>Hippa adactyla</i> dengan substr	17



20	Variasi perbedaan warna total (ΔE) antara kepiting pasir dan substrat pasir antar lokasi.	18
21	Komposisi ukuran butir sedimen pada setiap lokasi pengambilan sampel dari <i>Hippa adactyla</i> di selat Bali	20
22	Hubungan antara ukuran butir substrat dan kelimpahan <i>Hippa adactyla</i> antar lokasi	21
23	Peta distribusi koleksi sampel <i>Hippa adactyla</i> dan <i>Hippa ovalis</i> di Pantai Bali	25
24	Karapas dari <i>Hippa adactyla</i> dengan pengukuran lebar karapas (CW) dan panjang karapas (CL) (Osawa <i>et al.</i> 2010)	26
25	<i>Hippa adactyla</i> dari Bali. A. Dorsal. B. Ventral. Scale bars: A = 1 cm; B = 1 cm.	27
26	<i>Hippa ovalis</i> dari Bali. A. Dorsal. B. Ventral. Scale bars: A = 0.7 cm; B = 0.7 cm.	28
27	Rekonstruksi pohon phylogeni berdasarkan model Maximum Likelihood dari <i>Hippa adactyla</i> Fabricius, 1787 dan <i>Hippa ovalis</i> Milne Edwards, 1862 disusun berdasarkan metode model substitution dan 1000 x bootstrap	30
28	Lokasi sampling <i>Hippa adactyla</i> di wilayah Sundaland	35
29	Rekonstruksi pohon phylogeni dari populasi <i>Hippa adactyla</i> di enam lokasi menggunakan gen COI berdasarkan 639 bp dengan model Tamura 3-parameter	37
30	Jaringan Haplotipe <i>Hippa adactyla</i> dari enam lokasi menggunakan gen COI berdasarkan 639 bp	40
31	Lokasi sampling dari <i>Hippa adactyla</i> di Indonesia	44
32	Pohon phylogeni <i>Hippa adactyla</i> berdasarkan analisis sekuens gen COI dari 29 lokasi sampling. Rekonstruksi pohon menggunakan metode maximum likelihood dan model Tamura 3-parameter di perangkat lunak Mega 12 dengan 1000 bootstrap pengulangan	48
33	<i>Haplotype Network</i> dari <i>Hippa adactyla</i> berdasarkan sekuens gen COI	56

DAFTAR LAMPIRAN

1.	Pohon phylogeni dari Ordo Dekapoda berdasarkan data molekular	74
2.	Pohon Phylogenetik dari Infraordo Anomura 52 spesies menggunakan metode BI and ML	75