

## Variasi Genetik Intrapopulasi Rajungan (*Portunus Pelagicus*) dari Kaimana, Papua Barat Indonesia Berdasarkan Sekuen Gen Sitokrom C Oksidase (CO1)

### Intrapopulated Genetic Variation Of The Blue Swimming Crab (*Portunus Pelagicus*) From Kaimana, West Papua Indonesia Based On Cytochrome C Oxidase Subunit I (Co1) Gene Sequence

A. Aliah Hidayani <sup>\*1)</sup>, Yushinta Fujaya<sup>1)</sup>, Dody Dh. Trijuno<sup>1)</sup>, Alimuddin <sup>2)</sup>

<sup>1</sup>Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Kampus UNHAS Tamalanrea, Jl. Perintis kemerdekaan Km. 10, Makassar 90245, Sulawesi Selatan, INDONESIA

<sup>2</sup>Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Jl. Lingkar Akademik, Kampus IPB Bogor 16680, Jawa barat, Indonesia

\*e-mail: aliah@fikip.unhas.ac.id

#### Abstrak

Langkah awal untuk membangun program manajemen induk dan konservasi yang tepat dan untuk menghindari penurunan variabilitas genetik dalam program *selektif breeding* ini adalah pengembangan dari penanda genetik molekuler yang dapat digunakan untuk penentuan evaluasi stok genetik dalam tingkat aliran gen. Namun, secara morfologi agak sulit membedakan antara satu individu dengan yang lain. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis variasi genetic untuk membuktikan perbedaan rajungan intrapopulasi. Sampel rajungan dikoleksi dari kab. Kaimana, Papua Barat. Analisis morfologi dilakukan dengan melihat perbedaan warna serta pola bintik putih antara satu individu dengan individu lain. Isolasi gen penyandi CO1 rajungan dilakukan dengan menganalisis setiap individu setelah dilakukan pengelompokan berdasarkan morfologinya. Hasil analisis morfologi menunjukkan jantan memiliki tujuh pola warna dan pola bintik putih karapaks sementara betina memiliki lima pola warna dan pola bintik putih pada karapaks. Namun, ada sedikit perbedaan antara morfologi dan genetik khususnya pada betina, dimana betina secara genetik hanya terbagi menjadi dua kelompok besar. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat informasi hubungan filogenetik antar individu. Corak bintik putih pada karapaks dipengaruhi oleh genetic sehingga dapat digunakan untuk mengenali spesies atau varietas, sedangkan warna karapaks tidak terbukti dipengaruhi oleh gen CO1.

Kata kunci : Rajungan, *Portunus pelagicus*, CO1, dan Kaimana

#### Abstract

The first step to establishing appropriate broodstock management and conservation programs and to avoid decreasing genetic variability in this selective breeding program is the development of molecular genetic markers that can be used for evaluation of genetic stock determinations in gene flow rates. However, morphologically it is rather difficult to distinguish between one individual and another. The purpose of this study was to analyze genetic variation to prove differences in intrapopulated crabs. Small crab samples were collected from the district. Kaimana, West Papua. Morphological analysis was carried out by looking at differences in the color and pattern of white spots between one individual and another. The isolation of the crab CO1 gene was carried out by analyzing each individual after grouping it based on morphology. The results of the morphological analysis showed that males had seven color patterns and white carapace patterns while females had five color patterns and white spots on the carapace. However, there is little difference between morphology and genetics, especially in females, where the female is genetically divided into only two major groups. This indicates that there is information on phylogenetic relationships between individuals. The white spot on the carapace is genetically influenced so that it can be used to identify species or varieties, while the carapace color has not been shown to be influenced by the CO1 gene.

Keywords: Blue swimming crab, *Portunus pelagicus*, CO1, Kaimana

## Pendahuluan

Langkah awal untuk membangun program manajemen induk dan konservasi yang tepat dan untuk menghindari penurunan variabilitas genetik dalam program *selektif breeding* ini adalah pengembangan dari penanda genetik molekuler yang dapat digunakan untuk penentuan evaluasi stok genetik dalam tingkat aliran gen (Klinbunga *et al.*, 2010). Informasi dasar yang diperoleh dapat diterapkan untuk pembangunan program berbasis peningkatan stok genetik dan untuk menghindari terjadinya inbreeding dalam program pemuliaan *P. pelagicus* (Klinbunga *et al.*, 2007). Hingga saat ini, informasi dasar mengenai manajemen dan pengembangan induk kepiting rajungan merujuk pada satu spesies, yaitu *P. pelagicus*. Bahkan, menurut laporan dari Lai *et al.* (2010) bahwa kepiting rajungan merupakan spesies kompleks yang terdiri dari empat spesies, yaitu: *P. pelagicus*, *P. reticulatus*, *P. segnis*, dan *P. armatus*. Jenis-jenis rajungan ini terdistribusi pada geografi yang berbeda dengan penampakan morfologi yaitu pola corak karapaks dan pola bintik putih serta karakteristik DNA masing-masing baik antara sesama jantan dan betina maupun antara jantan dan betina.

Namun demikian, seringkali sulit membedakan spesies jantan dan betina berdasarkan pola corak dan pola bintik putih karapaks secara morfologi, sehingga penggunaan analisis DNA perlu dilakukan. Perbedaan genetik spesies ini kemungkinan akan mempengaruhi berbagai karakteristik yang dibutuhkan dalam budidaya kepiting seperti tingkat pertumbuhan, tahan terhadap pemeliharaan tekanan lingkungan, tahan terhadap penyakit, rasio konversi pakan yang lebih rendah, dan karakteristik lain yang terkait dengan produksi (Fujaya *et al.*, 2015).

Informasi perbedaan spesies berdasarkan pola corak dan pola bintik putih pada karapaks serta analisis DNA pada rajungan ini sangat penting untuk mengetahui apakah perbedaan spesies tersebut merupakan factor yang menyebabkan kematian larva yang tinggi secara fluktuatif. Analisis DNA *Portunus pelagicus* yang berasal dari Indonesia telah dilakukan oleh beberapa peneliti (Lai *et al.*, 2010, Fujaya *et al.*, 2019, Hidayani *et al.*, 2020). Demikian pula yang ditemukan oleh Hidayani *et al.* (2018) mendapatkan hasil yang serupa pada rajungan yang berasal dari Papua Barat (Sorong, Raja Ampat dan Kaimana) berdasarkan pengamatan morfologi dan morfometrik. Namun, analisis-analisis tersebut dilakukan pada lokasi yang berbeda berdasarkan letak geografis (interpopulasi) tanpa menelaah perbedaan antarindividu *P. pelagicus* dalam satu lokasi (intrapopulasi).

Salah satu penelitian intrapopulasi pada *P. pelagicus* yaitu Fujaya *et al.* (2016) yang menemukan *P. pelagicus* khususnya di Selat Makassar di sekitar Sulawesi Selatan 3 kelompok utama morfologis yang berbeda terutama dalam warna dan pola bintik-bintik putih di karapaksnya serta DNA nya baik pada jantan maupun pada betina, jika dibandingkan dengan *P. pelagicus* yang dilaporkan oleh Lai *et al.* (2010). Berdasarkan informasi yang

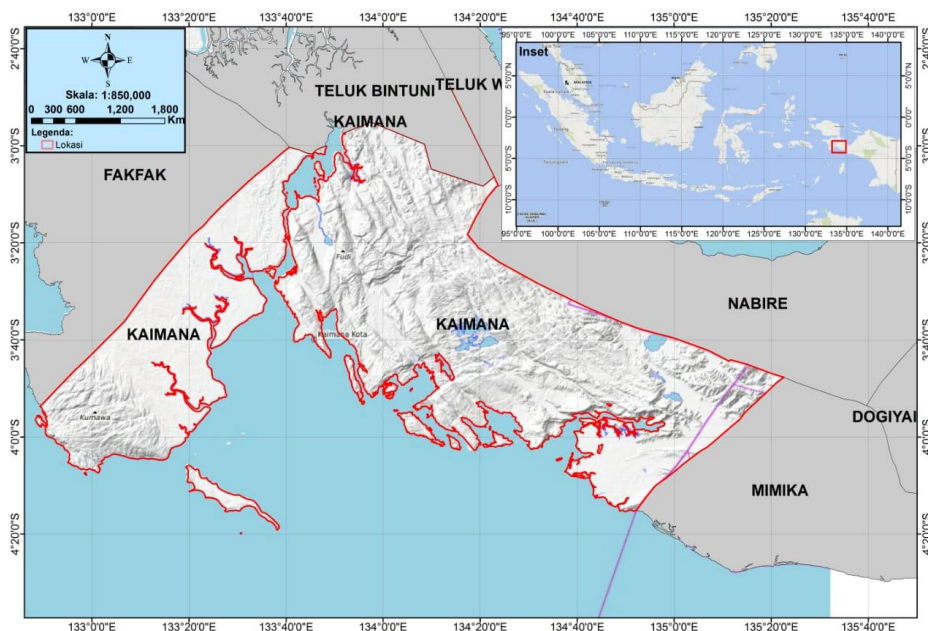
diperoleh dari Hidayani *et al.* (2018) menunjukkan bahwa Kaimana memiliki 7 jenis jantan dan 5 jenis betina (Hidayani, 2020) berdasarkan pengamatan morfologinya. Belum ada informasi yang menunjukkan apakah perbedaan tersebut menunjukkan perbedaan spesies atau keragaman genetik spesies dalam satu populasi.

Untuk itu diperlukan kajian mendalam mengenai informasi perbedaan induk rajungan berdasarkan pola corak dan karapaks rajungan yang berasal dari Kab. Kaimana (intra-populasi) dengan menggunakan penanda genetic DNA mitokondria (mtDNA). mtDNA telah banyak digunakan sebagai penanda molekuler untuk mempelajari struktur populasi, filogeografi dan hubungan filogenetik diberbagai tingkatan taksonomi (Bucklin *et al.*, 2010). Hingga saat ini, salah satu penanda mtDNA yaitu subunit I sitokrom c oksidase (COI) telah efektif digunakan untuk mempelajari hubungan filogenetik pada krustasea dalam satu populasi (Da-li *et al.*, 2010). Filogenetik ini dapat berguna untuk menjelaskan keterkaitan organisme yang mencerminkan sejarah evolusi masing-masing spesies (Gardner, 1997).

## Bahan dan Metode

### Sampel Rajungan.

Sampel rajungan *Portunus pelagicus* jantan dan betina dikoleksi dari perairan sekitar Kabupaten Kaimana, Papua Barat, Indonesia (Gambar 1). Jumlah sampel yang digunakan setiap kelompok adalah 1-3 sampel berdasarkan perbedaan warna dan pola corak pada karapaks. Bagian yang diambil adalah daging merus dan bagian ventral. Selanjutnya sampel dipreservasi menggunakan alkohol 70%. Sampel disimpan dalam suhu ruang sebelum proses ekstraksi DNA.










Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel rajungan

## Identifikasi Morfologi

Analisis morfologi dilakukan dengan membandingkan morfologi rajungan yang berasal dari Kaimana berdasarkan warna karapaks, granulasi pada karapaks (pola bintik putih) pada rajungan dewasa. Variasi morfologi khususnya warna dan pola bintik putih karapaks pada rajungan jantan berdasarkan informasi Hidayani *et al.* (2018), sementara warna dan pola bintik putih karapaks pada rajungan betina mengacu pada hasil penelitian Hidayani (2020). Pengukuran warna dengan menentukan skala warna hewan uji berdasarkan standar warna Toca Color Finder (TCF) berdasarkan Aras *et al.* (2016). Standar warna berdasarkan software TCF dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala warna berdasarkan *Toca Colour Finder* (TCF)

Warna	Nama Warna
	Hijau zaitun (RAL 6003)
	Kuning zaitun (RAL 6014)
	Abu-abu krem (RAL 7006)
	Abu-abu hijau (RAL 7009)
	Abu-abu coklat (RAL 7013)
	Umbra abu-abu (RAL 7022)
	Terra coklat (RAL 8028)

## Ekstraksi DNA, PCR dan Analisis Data

### Ekstraksi DNA Genom.

DNA genom rajungan, *P. pelagicus* diekstraksi dengan mengacu pada metode Phenol-chloroform (Parenrengi, 2010). Selanjutnya DNA dilarutkan dalam 50  $\mu$ L *steril distilled water* (SDW), kemudian disimpan dalam freezer (suhu  $-20^{\circ}\text{C}$ ) hingga akan digunakan untuk proses selanjutnya. Untuk mengetahui keberhasilan ekstraksi, campuran 7,5  $\mu$ L genom DNA dan 2,5  $\mu$ L Loading Dye dielektroforesis dalam 0,8% gel agarose dalam  $1\times$  TBE (Tris-Boric acid-EDTA) pada tegangan 50 volt. Gel distaining dengan 0,5  $\mu\text{g}/\text{mL}$  ethidium bromide.

### Amplifikasi dan penderetan sekuen Gen CO1.

Amplifikasi gen CO1 dengan metode PCR dilakukan mengacu kepada Lai *et al.* (2010), dengan menggunakan primer universal CO1a (5'-AGTATAAGCGTCTGGGTAGTC-3') dan CO1f (5'-CCTGCAGGAGGAGGAGATCC-3'). PCR dilakukan dalam volume akhir 50  $\mu$ l yang mengandung 5  $\mu$ l  $10\times$  *Taq* Polymerase Buffer, 5  $\mu$ l (25 mM)  $\text{MgCl}_2$ , 5  $\mu$ l 0,5 mM dNTP, 1 unit *Taq* polimerase (Perkin Elmer) dan 0,5  $\mu$ l masing-masing 25 pmol / ml Co1a dan Co1f. Denaturasi awal dilakukan pada suhu  $94^{\circ}\text{C}$  selama 2 menit diikuti 30 siklus amplifikasi (denaturasi selama 1 menit pada suhu  $94^{\circ}\text{C}$ , annealing selama 1 menit pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$  dan ekstensi selama 1,5 menit pada suhu

72° C). Produk PCR diseparasi dengan elektroforesis dalam gel agarosa 1% diwarnai dengan ethidium bromide.

Fragmen DNA produk amplifikasi dimurnikan menggunakan QIAquick PCR (Qiagen) mengikuti prosedur dalam manual. Sebanyak 3 µL larutan DNA hasil purifikasi dielektroforesis untuk konfirmasi keberhasilan purifikasi. Hasil elektroforesis diamati di bawah UV transilluminator, kemudian didokumentasikan.

*Sekuensing dilakukan di laboratorium First Base, Singapura menggunakan metode Sanger. Sekuen hasil penderetan dianalisis dengan menggunakan program Genetyx Version 7. Kemiripan (similaritas) sekuen gen COI dianalisis menggunakan program BLAST-N (basic local alignmen search tool-nucleotide). Hasil analisa ditunjukkan dengan pohon filogenetik dengan menggunakan metode UPGMA (Unweighted Pair Group Methode Average) yang ada pada program Genetix Versi 7 (Genetyx Corporation).*

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil

#### Pola warna dan bintik putih pada karapaks

Pada percobaan ini diperoleh data pengelompokan rajungan jantan dan betina berdasarkan perbedaan pola corak dan pola bintik putih dapat dikelompokkan seperti pada Tabel 2 dan perbedaan corak secara morfologi (corak mungkin tidak termasuk parameter morfologi) jantan dapat dilihat pada Gambar 2, sementara pada betina dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 2. Bobot tubuh dan pengelompokan sampel berdasarkan pola corak dan pola bintik putih pada karapaks.

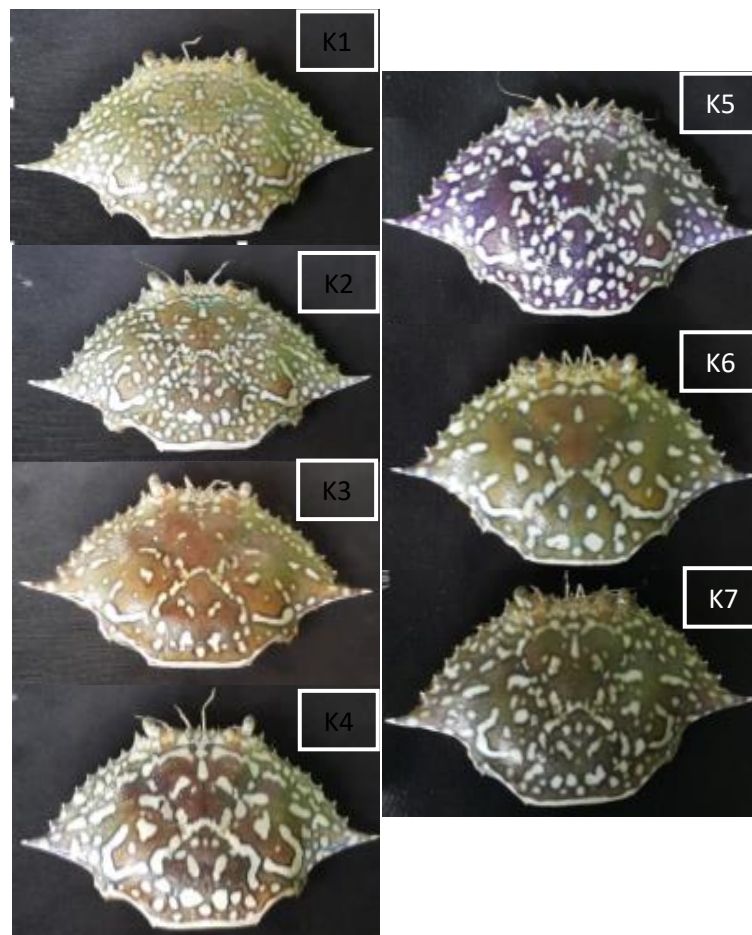
Kelompok*	Kode sampel**	Warna karapaks	Pola bintik putih
1	J35K J37K	Abu-abu krem (RAL 7006)	Bintik kecil padat, tekstur karapaks relatif halus
2	J36K J38K	Abu-abu krem (RAL 7006)	Bintik lebih besar dari corak 1, tekstur karapaks halus
3	J34K J39K	Kuning zaitun (RAL 6014)	Bintik jarang agak memanjang, tekstur karapaks agak halus
4	J20K J40K	Kuning zaitun (RAL 6014)	Bintik besar memanjang, tekstur karapaks halus
5	J3K J9K	Abu-abu hijau (RAL 7009)	Bintik sedang agak memanjang, tekstur karapaks agak kasar.
6	J41K	Abu-abu coklat (RAL 7013)	Bintik besar jarang, tekstur karapaks agak kasar
7	J42K	Abu-abu coklat (RAL 7013)	Bintik agak memanjang dan agak padat, tekstur karapaks kasar

Tabel 2. Lanjutan

Kelompok*	Kode sampel**	Warna karapaks	Pola bintang putih
1	B1K	Hijau zaitun (RAL 6003)	Pola bintang putih jelas hanya pada bagian mesolateral dan posterior, membentuk retikulasi pita, 2 bintang hitam pada kedua sisi daerah anterobranchial
	B6K		
	B8K		
2	B2K	Abu-abu coklat (RAL 7013)	
	B3K		
3	B4K	Kuning zaitun (RAL 6014)	
	B5K		
4	B7K	Hijau zaitun (RAL 6003)	Bintang putih tidak terlalu jelas, tetap memiliki 2 bintang hitam pada kedua sisi daerah anterobranchial
5	B11K	Terra coklat (RAL 8028)	

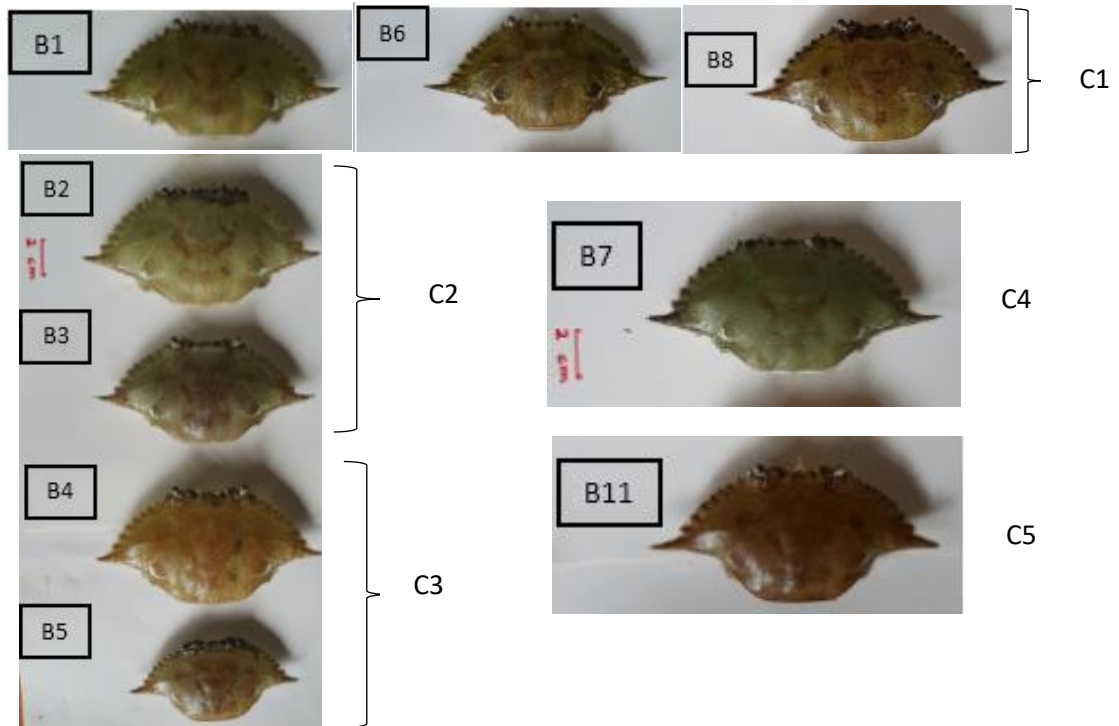
Keterangan: \*Kelompok berdasarkan pola corak dan pola bintang putih pada karapaks. \*\*K menunjukkan lokasi sampling (Kaimana), J dan B menunjukkan jenis kelamin (j=jantan dan B= betina). Nomor menunjukkan individu.

Variasi warna dan pola bintang putih pada karapaks *P. pelagicus* yang berasal dari Kaimana, Papua Barat menunjukkan ada 7 variasi untuk jantan (Gambar 2) dan ada 5 variasi untuk betina (Gambar 3).



Gambar 2. Warna dan Pola corak karapaks *P. pelagicus* jantan yang berasal dari Kab. Kaimana, Papua Barat. K menunjukkan lokasi sampling (Kaimana), 1-7 menunjukkan variasi warna dan pola bintang putih pada karapaks jantan (Hidayani et al., 2018).



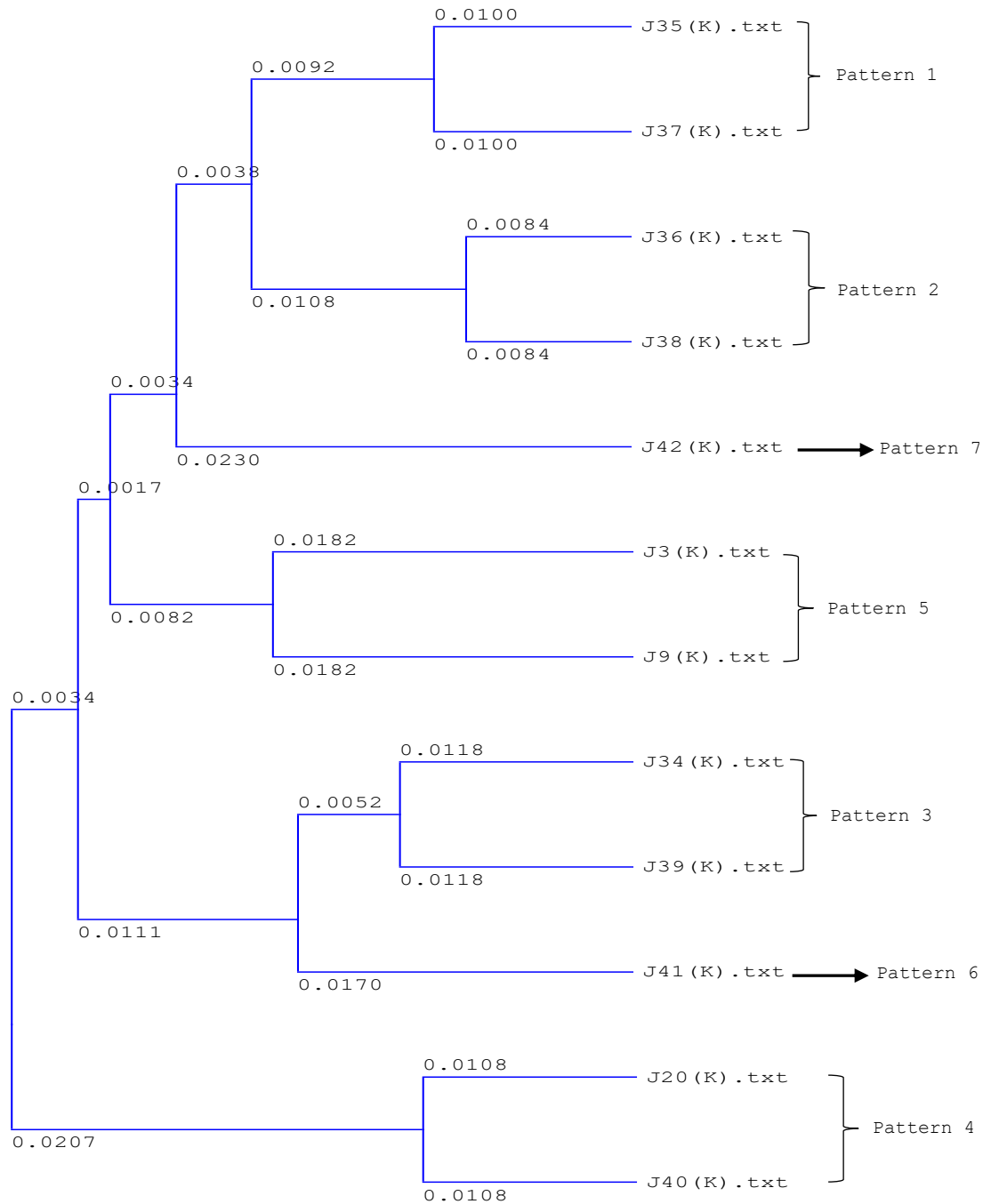


Gambar 3. Warna dan Pola corak karapaks *P. pelagicus* betina yang berasal dari Kab. Kaimana, Papua Barat. K menunjukkan lokasi sampling (Kaimana), B menunjukkan jenis kelamin (Betina), C menunjukkan pengelompokkan berdasarkan corak, 1-5 menunjukkan variasi warna dan pola titik putih pada karapaks.

Analisis Genetik

Rajungan Jantan

Pohon filogenetik metode UPGMA untuk rajungan jantan yang berasal dari Kab. Kaimana dapat dilihat pada Gambar 4.

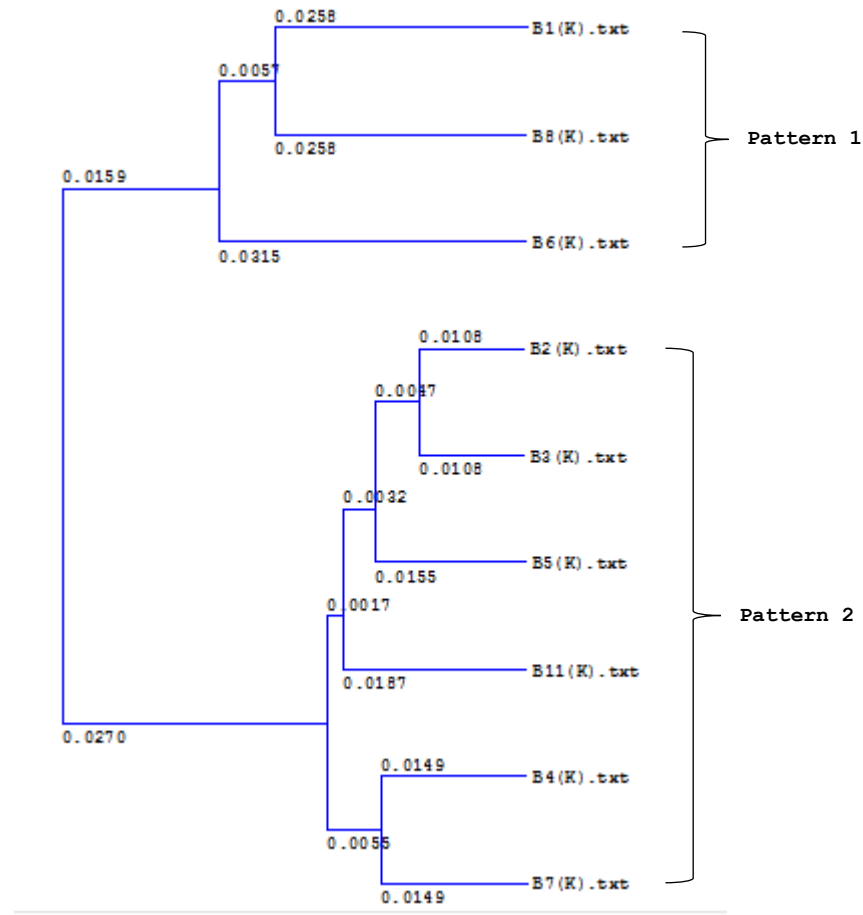


Gambar 4. Pohon filogenetik rajungan jantan dari Kab. Kaimana Papua Barat

Rajungan Betina

Pohon filogenetik metode UPGMA untuk rajungan betina yang berasal dari Kab. Kaimana dapat dilihat pada Gambar 5.





Gambar 5. Pohon filogenetik rajungan betina dari Kab. Kaimana Papua Barat.

## Pembahasan

### Pola warna dan bintik putih pada karapak

Secara morfologi suatu spesies agak sulit dideteksi pengelompokan taxanya (Adah *et al.*, 2014) karena adanya pengaruh variasi genetik, dimorfisme seksual, variasi geografis dan mimikri (Umamaheswari *et al.*, 2016). Dalam beberapa kasus, ada individu yang secara genetic sulit dibedakan misalnya dalam perbedaan warna varietas yang lebih mencerminkan diferensiasi genetic dibandingkan dengan respons fenotipe terhadap factor lingkungan dan direklasifikasi sebagai dua spesies (Tsang *et al.*, 2008). *Portunus pelagicus* merupakan spesies kompleks yang terdiri atas 4 spesies dan terdistribusi pada geografi yang berbeda dengan pola morfologi yang berbeda (Lai *et al.*, 2010). Pola morfologi yang berbeda umumnya disebabkan karena adanya perbedaan geografi (Lawrence and Morrissy, 2000). Umumnya keanekaragaman spesies secara morfologi disebabkan karena spesies tersebut memiliki distribusi yang geografi yang luas (Daniels *et al.*, 2001).

Keempat spesies yang dilaporkan oleh Lai *et al.* (2010) terdistribusi pada geografi yang berbeda dengan penampakan morfologi yaitu pola warna dan pola bintik putih pada karapak yang dilengkapi dengan karakteristik DNA masing-masing spesies baik antara

sesama jantan dan betina maupun antara jantan dan betina. Umumnya warna karapaks *P. pelagicus* yang ditemukan oleh Lai *et al.* (2010) adalah biru kehijauan pada jantan, sedangkan pada betina memiliki karapaks berwarna hijau kecoklatan. Baik pada jantan maupun betina memiliki pola bintik putih pada karapaks dalam bentuk spot putih yang sering berkaitan dengan retikulasi yang kuat. Namun, jika disandingkan dengan morfologi *P. pelagicus* yang ditemukan dalam penelitian ini, menunjukkan adanya perbedaan dengan *P. pelagicus* yang dilaporkan oleh Lai *et al.* (2010).

Berdasarkan hasil yang diperoleh secara morfologi menunjukkan *Portunus pelagicus* jantan yang berasal dari Kab. Kaimana terbagi menjadi 7 kelompok, sedangkan betina terbagi menjadi 5 kelompok. Warna karapaks jantan umumnya berwarna kuning hingga kecoklatan, sementara pada betina juga umumnya berwarna kuning hingga kecoklatan. Umumnya warna digunakan sebagai penciri karakter morfologi pada beberapa spesies (Dhali *et al.*, 2010) terutama dalam identifikasi spesies-spesies decapoda (Martin and Zimmerman, 2007). Warna biasanya digunakan sebagai strategi adaptasi untuk perlindungan diri terhadap predator (Trivedi and Vachhrajani, 2012) dan untuk memperoleh makanan, berperan terhadap perilaku dan fisiologis kepiting (Dhali *et al.*, 2010) atau terkait dengan keberhasilan dalam perkawinan (Silbinger and Munguia, 2008). Banyak penelitian yang mengaitkan pola warna pada kepiting sebagai polimorfisme, namun hanya sedikit yang membahas mengenai variasi pola bintik putih pada karapaks kepiting. Ze-lin *et al.* (2012) telah melakukan pengamatan mengenai pengamatan pola bintik putih karapaks pada beberapa spesies *Portunus* menggunakan sinar fluorescent dan menyatakan bahwa pola bintik putih karapaks pada *P. pelagicus*, *P. segnis*, *P. reticulatus* dan *P. armatus* menunjukkan persamaan pola pigmentasi baik diamati dengan menggunakan sinar UV maupun dalam keadaan normal. Fujaya *et al.* (2016) juga menemukan 3 perbedaan pola bintik putih karapaks pada rajungan jantan dan betina yang berasal dari Selat Makassar. Ini mengindikasikan secara morfologi, *P. pelagicus* memiliki variasi intra spesies yang sangat tinggi.

#### Analisis Genetik CO1

Setiap makhluk hidup memiliki ciri ciri yang menunjukkan persamaan dan perbedaan karena masing-masing spesies mempunyai susunan genetic yang unik dan mencerminkan ciri-ciri makhluk yang hidup dalam suatu lingkungan dan dalam kondisi tertentu. Ciri-ciri ini ditentukan oleh satu atau sekelompok gen, serta gabungan antara gen dengan factor lingkungan. Secara genetic tidak ada dua individu dalam satu spesies yang persis sama. Dua individu meskipun merupakan anggota spesies yang sama, keduanya dapat berbeda karena variasi berbagai factor, diantaranya adalah factor genetic, umur, jenis kelamin, makanan, habitat dan sebagainya (Sofro, 1994). Perbedaan antar individu inilah yang akan menjadi

keragaman genetic dalam populasi dan antarpopulasi yang akan menggambarkan status keberadaan suatu spesies di alam (Elrod and Stansfield, 2007).

Keragaman genetik suatu populasi dapat dianalisis dengan pendekatan DNA Barcoding yang dapat dilakukan dengan memanfaatkan DNA mitokondria sebagai dasar untuk melihat adanya variasi, hubungan kekerabatan dalam spesies maupun studi yang berhubungan dengan genetic (Bucklin *et al.*, 2010). Salah satu DNA mitokondria yang sering digunakan dalam metode analisis keragaman genetic adalah sitokrom oksidase subunit 1 karena memiliki diversitas yang tinggi dan sangat efektif dalam menentukan kekerabatan spesies (Hebert *et al.*, 2003).

Dalam penelitian ini kami juga menggunakan analisis genetic CO1 untuk menentukan kekerabatan spesies intrapopulasi di kab. Kaimana. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya pengelompokan individu berdasarkan pola pola bintik putih karapaks baik pada jantan maupun pada betina. Pengelompokan pada jantan dan betina sesuai dengan pengelompokan karapaks secara morfologi berdasarkan kelompoknya masing-masing. Berdasarkan pohon filogenetik rajungan jantan dan betina masing-masing menunjukkan adanya 2 kelompok rajungan yang terdapat di Kab. Kaimana Papua Barat. Namun dari hasil penelitian ini nampaknya pola pola bintik putih sangat menonjol dibandingkan dengan pola warna. Hal ini terlihat pada kelompok 6 dan 7 rajungan jantan dengan pola warna yang sama. Uniknya berdasarkan morfologi, rajungan betina terbagi menjadi 5 jenis berdasarkan pola warna dan bintik putih namun secara genetik hanya menunjukkan 2 kelompok yang berbeda (Gambar 3). Perbedaan warna umumnya dikaitkan dengan karakteristik habitat mereka (Metri and de Oliveira, 2016) yang sangat berperan dalam strategi untuk bertahan hidup di alam (Trivedi and Vachhrajani, 2012), sehingga identifikasi warna pada karapaks secara efektif dapat digunakan sebagai karakter pelengkap dalam mengidentifikasi sampel rajungan terutama jika berada di lapangan (Ze-lin *et al.*, 2012). Berbeda dengan pola pola bintik putih pada karapaks yang menunjukkan perbedaan baik secara morfologi maupun dengan menggunakan analisis genetic. Oleh karena itu perlu adanya analisis lebih lanjut mengenai karakterisasi dan evaluasi kegunaan karakter ini secara akurat dalam taksonomi spesies *Portunus* (Ze-lin *et al.*, 2012).

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini dapat kami simpulkan bahwa selain pola warna, pola pola bintik putih dapat digunakan untuk mengenali spesies atau varietas karena dipengaruhi oleh genetic. Namun pola warna pada karapaks tidak dipengaruhi oleh gen CO1 dalam penelitian ini.

**Daftar Pustaka**

- Adah, P., L. Onyia and R. Obande. 2014. Fish Hybridization in Some Catfishes: A Review. *Biotechnology*. 13(6): 248-251.
- Bucklin, A., R. R. Hopcroft, K. N. Kosobokova, L. M. Nigro, B. D. Ortman, R. M. Jennings and C. J. Sweetman. 2010. DNA barcoding of Arctic Ocean holozooplankton for species identification and recognition. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. 57(1): 40-48.
- Dha-li, C., B.L. Yan., S.D. Shen and H. Gao. 2010. RAPD analysis between color-different crab individuals of *Portunus trituberculatus*. *Marine Science Bulletin*. 12 (2): 47-54.
- Daniels, S.R., B.A. Stewart., T.M. Ridgway and W. Florence. 2001. Carapace dentition patterns, morphometrics and allozyme differentiation amongst two toothed freshwater crab species (*Potamonautes warreni* and *P. unispinus*) (Decapoda: Brachyura: Potamonautidae) from river systems in South Africa. *Journal of Zoology*. 255(3): 389-404.
- Elrod, S. dan Stansfield, W.. 2007. *Schaum's outlines genetika edisi keempat*. Penerbit Erlangga, Jakarta. 24pp.
- Fujaya, Y., A.I., Asphama, A.A., Hidayani, A. Parenrengi, and A. Tenriulo. 2016. High genetic variation of *Portunus pelagicus* from Makassar straits revealed by RAPD markers and mitochondrial 16S rRNA sequences. *African Journal of Biotechnology*. 15(7): 180-190.
- Fujaya, Y., A. A. Hidayani, A. I. Asphama, D. D. Trijuno, A. Tenriulo and A. Parenrengi. 2015. The Morphometric Character and Mitochondrial 16S rRNA Sequence of *Portunus pelagicus*. *Aquacultura Indonesiana*. 16(1): 1-9.
- Fujaya, Y., D.D. Trijuno, A. Nikhlani, I. Cahyono and H. Hasnidar. 2013. The use of Mulberry (*Morus alba*) extract in the mass production of Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus* L.) larvae to overcome the mortality rate due to molting syndrome. *Aquatic Science and Technology*. 2(1): 1-14.
- Hebert, P. D., S. Ratnasingham and J. R. de Waard. 2003. Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*. 270(Suppl 1): S96-S99.
- Hidayani, A.A. 2020. Variasi genetik dan produktivitas reproduksi rajungan (*Portunus* sp.) dari tiga subwilayah perairan Indonesia sebagai dasar hibridisasi. [Disertasi]. Universitas Hasanuddin. Makassar. 84pp.
- Hidayani A. A., Trijuno D. D., Fujaya Y., Alimuddin, Umar M. T., 2018 The morphology and morphometric characteristics of the male swimming crab (*Portunus pelagicus*) from the East Sahul shelf, Indonesia. *AACL Bioflux*. 11(6): 1724-1736.
- Lai, J. C., P. K. Ng and P. J. Davie. 2010. A revision of the *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) species complex (Crustacea: Brachyura: Portunidae), with the recognition of four species. *The Raffles Bulletin of Zoology*. 58(2): 199-237.
- Lawrence, C.S. and Morrissy, N.M. 2000. Genetic improvement of *Cherax tenuimanus* Smith and yabbies *Cherax* spp. In Western Australia. *Aquaculture Research*. 31 : 69-82.

- Martin, J.W. and T.L. Zimmerman. 2007. Color Variation in the Caribbean Crab *Platypodiella spectabilis* (Herbst, 1794)(Decapoda, Brachyura, Xanthidae). *Gulf and Caribbean Research*. 19(1): 59-63.
- Metri, R., A.R. de Oliveira and C. Baptista-Metri. 2016. Carapace shape of some aeglid crabs: plasticity at different levels. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 44(3): 453-459.
- Silbiger, N. and P. Munguia. 2008. Carapace color change in *Uca pugilator* as a response to temperature. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 355(1): 41-46.
- Sofro, A. S. M. (1994). Keanekaragaman Genetik, Penerbit Andi. 127pp.
- Trivedi, J.N. and K.D. Vachhrajani. 2012. New record of color morphs of brachyuran crab *Charybdis annulata* Fabricius, 1798 (Decapoda: Portunidae). *Arthropods*. 1(4):129-135.
- Tsang, L. M., B. K. Chan, K. Y. Ma and K. H. Chu. 2008. Genetic differentiation, hybridization and adaptive divergence in two subspecies of the acorn barnacle *Tetraclita japonica* in the northwestern Pacific. *Molecular Ecology*. 17(18): 4151-4163.
- Umamaheswari, S., Bhavan, P.S., Udayasuriyan, R., Vadivalagan, C. and Kalpana R. 2016. Discrimination of four marine crabs and one freshwater crab through mt-CO1 gene. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 4(5): 766-782.
- Ze-Lin, W., Ng. Ngan-Kee, S.L.M. Teo and F.J. Parra-Velandia. 2012. Fluorescent patterns in some *Portunus* species (Crustacea: Brachyura: Portunidae). *Contributions to Marine Science*: 135-143.