



Pendekatan *Truss Morphometric* Dalam Menganalisis Kekerabatan Populasi *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) Di Perairan Jawa Barat

(*Truss Morphometric Approach for Population Kinship Analysis of Cherax quadricarinatus (Von Martens, 1868) in West Java Waters*)

Ali Mashar*, Yuyun Sri Wahyuni, Agus Alim Hakim, Yusli Wardiatno

Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

ARTIKEL INFO

Article History

Received: 27 September 2019

Accepted: 29 Oktober 2019

Kata Kunci:

karakterisasi, keragaman, krustasea, morfometrik, situ, waduk.

Keywords:

characterization, crustacean, dam, diversity, lake, morphometric.

Korespondensi Author

Ali Mashar,
Departemen Manajemen
Sumberdaya Perairan, Fakultas
Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Institut Pertanian Bogor.
Email:
alimashar75@gmail.com

ABSTRAK

Lobster air tawar spesies *Cherax quadricarinatus* berasal dari perairan Australia dan Papua Nugini. Pengukuran morfometrik merupakan salah satu teknik dalam membedakan bentuk tubuh dari suatu populasi. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis kekerabatan populasi pada lobster air tawar dari perairan Jawa Barat berdasarkan pendekatan *truss morphometric*. Beberapa karakter morfometrik dilakukan pengukuran dengan jumlah total sampel sebanyak 133 individu yang meliputi 20 individu dari Waduk Darma, 38 individu dari Situ Kemang, dan 75 individu dari Situ Kemuning. Hasil analisis kluster didapatkan bahwa populasi *Cherax quadricarinatus* yang berasal dari Situ Kemuning memiliki kekerabatan lebih dekat dengan Situ Kemang dibandingkan dengan Waduk Darma. Adanya perbedaan karakter morfometrik diduga terjadi karena perbedaan kondisi lingkungan pada ketiga populasi. Analisis diskriminan menunjukkan bahwa *C. quadricarinatus* yang berasal dari Waduk Darma, Situ Kemang, dan Situ Kemuning masing-masing terklasifikasi dengan tepat yaitu sebesar 100%, 63,2%, dan 76%. Sementara itu, terdapat 4 karakter utama yang dapat membedakan populasi dari semua lokasi (C4, B5, D6, dan A6).

ABSTRACT

Freshwater crayfish (*Cherax quadricarinatus*) is originate from Australia and Papua New Guinea waters. Morphometric measurement is one of the technique for differentiating body shape from a population. This study aimed to analyze the population kinship of freshwater crayfish in West Java with *truss morphometric approach*. Several morphometric characters were conducted measurement with a total of 133 individuals including 20 individuals from Darma Dam, 38 individuals from Kemang Lake, and 75 individuals from Kemuning Lake. The result of cluster analysis was obtained that the population of *Cherax quadricarinatus* from Kemuning Lake had closer relation with Kemang Lake than with Darma Reservoir. The differences in morphometric characters were alleged to be caused by differences of environmental conditions in three populations. Discriminant analysis showed that *C. quadricarinatus* from Darma Reservoir, Kemang Lake, and Kemuning Lake appropriately classified as 100%, 63.2%, and 76% respectively. Meanwhile, there were four main characters that differentiated the population from the three locations (C4, B5, D6, and A6).

PENDAHULUAN

Salah satu kelompok krustasea yang hidup di perairan tawar adalah lobster air tawar (LAT). LAT telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat umum sebagai komoditas konsumsi dan hias sehingga sangat berpotensi untuk dikembangkan budidaya (Carman *et al.* 2008). Selama ini, LAT digunakan sebagai komoditas perikanan yang menjadi komoditas pengganti lobster laut. Kandungan kolesterol, lemak, dan garam yang

rendah menjadi salah satu keunggulan dari LAT dibandingkan dengan lobster laut. Selain itu, keunggulan lain dari LAT yaitu memiliki struktur daging yang lunak dan kandungan protein cukup tinggi (Mukti *et al.* 2009).

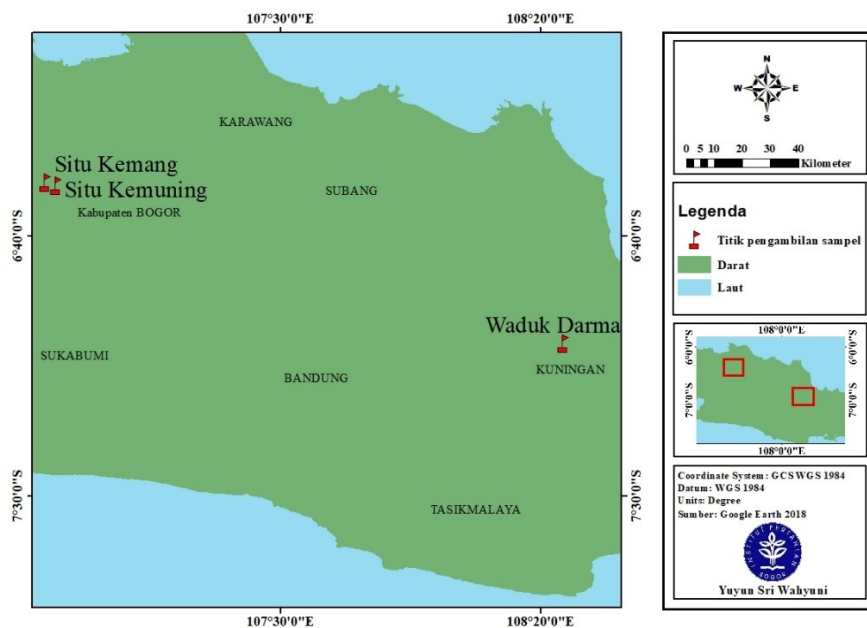
LAT merupakan hewan krustasea dari berasal famili Parastacidae (Kusmini *et al.* 2006). LAT spesies *Cherax quadricarinatus* memiliki daerah asal di Australia dan Papua Nugini dengan persebaran di Australia meliputi Teluk

Carpentaria bagian utara dan barat, Northern Territory bagian utara dan timur, Queensland, sedangkan di Papua Nugini meliputi bagian selatan (Dina *et al.* 2013). *C. quadricarinatus* sudah dikenal oleh masyarakat Indonesia secara luas dan saat ini telah banyak ditemukan di beberapa perairan tawar Jawa Barat, seperti di Situ Kemuning, Situ Kemang, dan Waduk Darma.

Salah satu pendekatan dalam mempelajari populasi *C. quadricarinatus* yaitu studi morfometrik melalui perbandingan ukuran-ukuran tertentu pada satu bagian ke bagian yang lain (Sumiono dan Nuraini 2007). Studi

patokan (titik *truss morphometric*). Titik tersebut saling terhubung secara vertikal, horizontal, dan diagonal oleh jarak *truss morphometric*, sehingga didapatkan bentuk tubuh ikan yang dapat dianalisis secara spesifik dan rinci.

Pengukuran karakter morfometrik berdasarkan pola *truss morphometric* dapat memberikan gambaran bentuk badan biota yang lebih menyeluruh (Ariyanto *et al.* 2011). Strauss dan Bookstein (1982) menyatakan bahwa metode tersebut menghasilkan karakterisasi geometrik dari bentuk badan ikan dengan lebih sistematis dan menunjukkan adanya peningkatan kemampuan dalam melakukan identifikasi



Gambar 1 Lokasi pengambilan contoh LAT *Cherax quadricarinatus* di Jawa Barat

morfometrik dapat digunakan dalam mengidentifikasi suatu spesies dan mengetahui perbedaan fenotip antar spesies ikan (Muhotimah *et al.* 2013). Menurut Takács *et al.* (2016), karakteristik morfologis sangat penting dipelajari dalam disiplin ilmu biologi. Nuryadi *et al.* (2008) menambahkan bahwa metode pengukuran secara morfologis sangat dibutuhkan karena karakter-karakter tersebut dapat dilihat secara langsung, mudah dilakukan tanpa alat bantu yang rumit, dan biaya yang relatif lebih murah jika dibandingkan dengan pengukuran karakteristik genotipnya.

Salah satu metode pada pengukuran karakter morfometrik yaitu dengan pendekatan *truss morphometric*. Menurut Bagherian dan Rahmani (2009), metode *truss morphometric* didasarkan pada pengukuran yang dihitung dari titik-titik yang membentuk pola secara teratur dan terhubung pada seluruh bentuk tubuh. Wijayanti *et al.* (2017) menyatakan bahwa metode tersebut merupakan suatu teknik yang menggambarkan suatu bentuk tubuh ikan dengan menghitung jarak titik-titik pada bagian luar tubuh yang dijadikan

perbedaan bentuk badan ikan. Beberapa kegiatan karakterisasi dengan menggunakan metode ini terbukti telah mampu menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan metode morfometrik baku. Ciri atau karakter morfometrik digunakan sebagai pendekatan dalam mengidentifikasi populasi LAT. Kepastian populasi merupakan salah satu aspek yang penting untuk diketahui sebagai dasar pertimbangan dalam melakukan pengelolaan sumberdaya LAT. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis kekerabatan populasi pada lobster air tawar dari perairan Jawa Barat berdasarkan pendekatan *truss morphometric*.

METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Biota contoh LAT (*C. quadricarinatus*) dikumpulkan pada bulan Juni sampai November 2017. Pengukuran karakter morfometrik LAT dilakukan pada Agustus 2017 sampai Januari 2018 di Laboratorium Biologi Molekuler Akuatik,

Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK-IPB. LAT diperoleh dari beberapa lokasi di Jawa Barat yaitu Situ Kemuning dan Situ Kemang yang terletak di Bogor, serta Waduk Darma yang terletak di Kuningan (Gambar 1).

Pengumpulan Data

Total contoh LAT yang diperoleh sebanyak 133 individu yang meliputi 20 individu dari Waduk Darma, 38 20 individu dari Situ Kemang, dan 75 individu dari Situ kemuning. Keseluruhan contoh dilakukan pengukuran dengan pendekatan *truss morphometric*. Beberapa karakter morfometrik LAT yang diukur, disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 2. Metode *truss morphometric* dibuat dengan titik-titik *truss morphometric* (titik patokan) yang dilakukan pengukuran antar titik-titik tersebut. Pembuatan titik tersebut dilakukan dengan meletakkan contoh di atas *styrofoam* yang dilapisi kertas

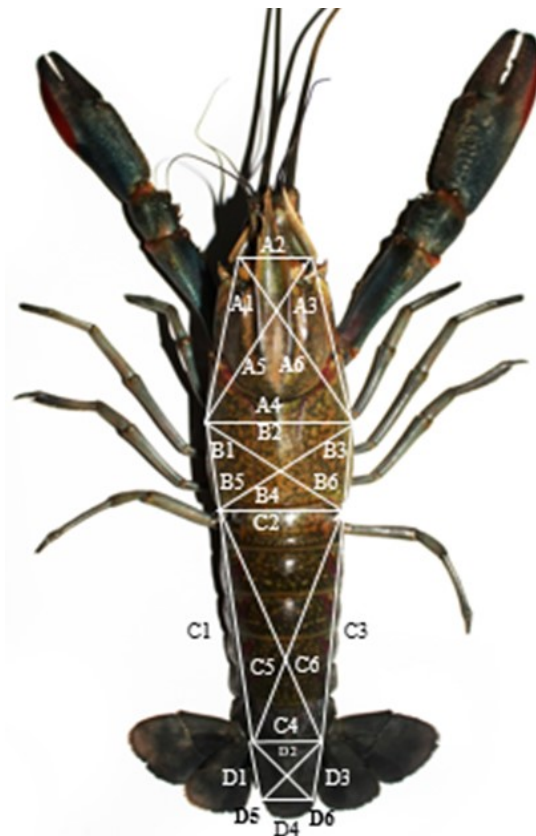
milimeter block untuk skala pengukuran. Masing-masing titik diberi tanda berupa jarum mengikuti pola *truss morphometric*. Sepuluh titik patokan membagi garis bentuk tubuh lobster menjadi empat bidang yang menghasilkan 21 karakter *truss morphometric*. Kemudian, difoto menggunakan kamera digital dan ditentukan jarak antar titik patokan melalui proses digitasi dengan *software tpsDig*.

Analisis Data

Data hasil pengukuran melalui pendekatan *truss morphometric* dihasilkan oleh *Paleontological Statistics (PAST)* yang ditransformasikan berdasarkan rumus Ihsen *et al.* (1981) dan Hurlbut dan Clay (1998) dalam Marini *et al.* (2017). Data kemudian ditransformasikan untuk menghilangkan pengaruh ukuran (Lal *et al.* 2015).

Tabel 1 Karakter morfometrik dengan metode *truss morphometric*

Bagian Badan	Kode	Keterangan
Karapas bagian depan	A1	Jarak antara karapas terlebar titik kiri ke pangkal tangkai mata bagian kiri
	A2	Jarak antara tangkai mata kanan dan mata kiri
	A3	Jarak antara karapas terlebar titik kanan ke pangkal tangkai mata bagian kiri
	A4	Jarak antara titik kanan dan kiri pada karapas terlebar (kepala bagian depan)
	A5	Jarak diagonal antara titik karapas kiri ke mata bagian kanan
	A6	Jarak diagonal antara titik karapas kanan ke mata bagian kiri
Karapas bagian belakang	B1	Jarak antara titik belakang karapas ke titik bagian karapas terlebar bagian kiri
	B2	Jarak antara titik kanan dan kiri pada karapas terlebar (kepala bagian depan)
	B3	Jarak antara titik belakang karapas ke titik bagian karapas terlebar bagian kiri
	B4	Jarak antara kedua titik kiri dan kanan karapas bagian belakang
	B5	Jarak diagonal dari titik karapas belakang kiri ke titik karapas terlebar kanan
	B6	Jarak diagonal dari titik karapas belakang kanan ke titik karapas terlebar kiri
Badan (abdomen)	C1	Jarak antara titik belakang abdomen kiri ke titik abdomen depan kiri
	C2	Jarak antara kedua titik kiri dan kanan karapas bagian belakang
	C3	Jarak antara titik belakang abdomen kanan ke titik abdomen depan kanan
	C4	Jarak antara titik abdomen bagian belakang kanan ke titik sebelah kiri
	C5	Jarak diagonal titik abdomen kiri belakang ke titik abdomen depan kanan
	C6	Jarak diagonal titik abdomen kanan belakang ke titik abdomen depan kiri
Ekor (<i>telson</i>)	D1	Jarak antara titik belakang <i>telson</i> kiri ke titik <i>telson</i> depan kiri
	D2	Jarak antara titik kiri dan kanan abdomen bagian belakang
	D3	Jarak antara titik belakang <i>telson</i> kanan ke titik <i>telson</i> depan bagian kanan
	D4	Jarak antara titik <i>telson</i> bagian belakang kanan ke sebelah kiri
	D5	Jarak diagonal titik <i>telson</i> kiri belakang ke titik <i>telson</i> depan kanan
	D6	Jarak diagonal titik <i>telson</i> kanan belakang ke titik <i>telson</i> depan sebelah kiri



Gambar 2 Sketsa pengukuran LAT berdasarkan metode *truss morphometric*

$$M_{trans} = \log M - \beta (\log PK - \log PK_{mean})$$

Keterangan:

- M_{trans} = Transformasi pengukuran karakter morfometrik
 M = pengukuran karakter morfometrik
 PK = panjang karapas LAT
 PK_{mean} = panjang karapas rata-rata LAT pada setiap populasi

Analisis pengelompokan populasi LAT (*Cherax quadricarinatus*)

Analisis pengelompokan didasarkan pada sejumlah data tertentu yang memiliki kemiripan antar anggotanya, sehingga dapat dimungkinkan terjadi pengelompokan anggota-anggota yang mirip tersebut menjadi satu kluster atau lebih (Santoso 2015). Analisis kluster dibangun dengan menggunakan data hasil pengukuran rata-rata karakter morfometrik LAT dari masing-masing lokasi. Analisis pengelompokan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 15.0. Hasil yang didapatkan berupa pohon dendrogram dengan acuan jarak euclidean (Nielsen 2016). Semakin kecil nilai jarak tersebut, maka semakin tinggi kekerabatan antarpopulasi dan sebaliknya. Pohon dendrogram mengilustrasikan tingkat kemiripan (*similarity*) LAT (*C. quadricarinatus*) dari Situ Kemuning, Situ Kemang, dan Waduk Darma.

Analisis perbedaan karakter morfometrik LAT (*Cherax quadricarinatus*)

Perbedaan karakter morfometrik diduga dengan menggunakan analisis diskriminan. Menurut Soewardi *et al.* (2006), analisis diskriminan dibangun untuk mengetahui ada tidaknya karakter morfometrik yang berperan terhadap perbedaan antarpopulasi. Selain itu, Munasinghe dan Seneviratna (2015) menambahkan bahwa analisis diskriminan digunakan untuk menentukan karakter yang paling dapat diandalkan dan sangat penting untuk membedakan spesies atau populasi. Analisis ini bertujuan untuk menduga adanya perbedaan karakter morfometrik LAT dari ketiga lokasi Situ Kemuning, Situ Kemang, dan Waduk Darma.

Analisis diskriminan dapat dilakukan dengan menggunakan data transformasi karakter morfometrik LAT yang meliputi gabungan data pada tiga lokasi. Nilai *sharing component* antarpopulasi menggambarkan hubungan keeratan antarpopulasi berdasarkan karakter morfometrik. Pendugaan *sharing component* pada karakter morfometrik dapat menjelaskan adanya percampuran antara populasi satu dengan populasi lain atau ada perbedaan satu sama lain (Bungas 2014). Formula persamaan analisis diskriminan berdasarkan Pane *et al.* (2015) dapat ditulis dalam bentuk fungsi diskriminan sebagai berikut:

$$Z = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 \dots + b_nX_n$$

Keterangan:

Z = nilai diskriminan

a = konstanta

B_{1.....n} = koefisien diskriminan

X_{1.....n} = variabel independen (karakter morfometrik yang telah ditransformasikan)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengelompokan populasi *C. quadricarinatus*

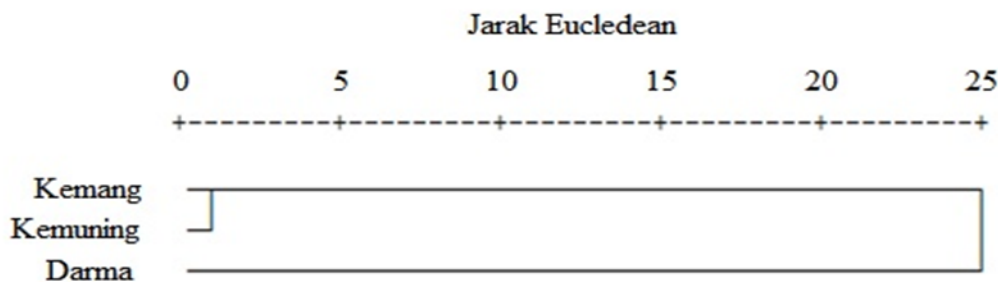
Analisis kluster dibangun berdasarkan jarak genetik karakter morfometrik yang telah diukur antarpopulasi *C. quadricarinatus*. Matriks jarak LAT menunjukkan nilai jarak genetik pada karakter morfometrik antarpopulasi LAT. Hasil analisis kluster yaitu pohon dendrogram yang menunjukkan adanya dua kluster yang mampu dibentuk (Gambar 3). Kluster pertama tersusun dari populasi yang berasal dari Situ Kemuning dan Situ Kemang sedangkan kluster kedua tersusun atas populasi Waduk Darma. Hal ini dapat diindikasikan bahwa populasi Situ Kemuning dan Situ Kemang memiliki kekerabatan yang lebih dekat dibandingkan dengan populasi dari Waduk Darma.

Perbedaan karakter morfometrik *C. quadricarinatus*

Hasil analisis diskriminan dapat diketahui bahwa adanya karakter morfometrik yang dapat membentuk fungsi diskriminan. Terdapat 4 karakter morfometrik dari 21 karakter yang akan digunakan dalam membentuk fungsi diskriminan, yaitu karakter A6, B5, C4, dan D6 (tabel 2). Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa keempat karakter morfometrik tersebut lebih signifikan dalam mengklasifikasikan pada ketiga populasi LAT.

Hasil plot persebaran *C. quadricarinatus* pada metode *truss morphometric* menunjukkan adanya persebaran populasi LAT (*C. quadricarinatus*) yang berasal dari Situ Kemuning, Situ Kemang, dan Waduk Darma (Gambar 4). Berdasarkan hasil tersebut, terdapat singgungan antarpopulasi LAT yang berasal dari Situ Kemuning dan Situ Kemang. Populasi Waduk Darma telah terpisah secara sempurna dari populasi-populasi lainnya.

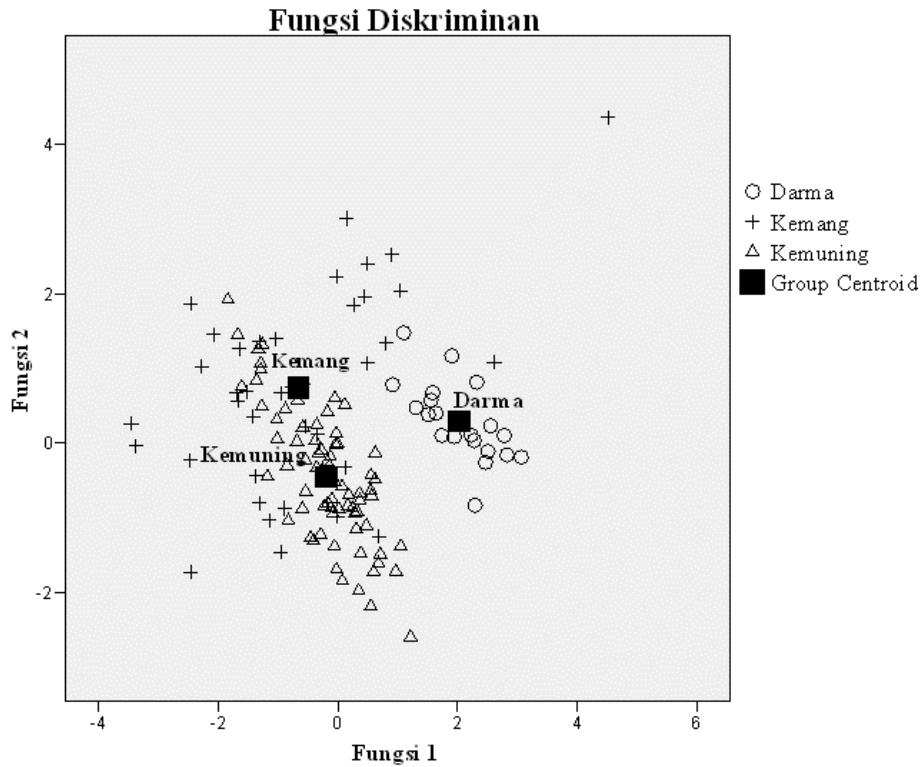
Hasil analisis diskriminan melalui nilai *sharing component* menunjukkan bahwa pada ketiga lokasi tidak berpisah dengan sempurna. Masing-masing kelompok LAT (*C. quadricarinatus*) dari Waduk Darma, Situ Kemuning, dan Situ Kemang terklasifikasikan secara tepat sebesar 100%, 76%, dan 63,2% yang disajikan dalam Tabel 3. Berdasarkan tabel tersebut, diketahui bahwa terdapat *sharing component* antarpopulasi Situ Kemang dan Situ Kemuning, sehingga menunjukkan adanya kemiripan karakter morfometrik antar kedua populasi.



Gambar 3 Dendrogram populasi *Cherax quadricarinatus* berdasarkan analisis kluster pada metode *truss morphometric*

Tabel 2 Karakter morfometrik yang membentuk fungsi diskriminan

No	Karakter morfometrik	Wilks' Lambda	
		Statistic	Uji F Sig.
1	C4	0,62134	3,68E-14
2	B5	0,51023	5,36E-18
3	D6	0,47783	2,46E-18
4	A6	0,43398	1,42E-19



Gambar 4 Distribusi karakter morfometrik *Cherax quadricarinatus* di masing-masing populasi berdasarkan analisis diskriminan pada metode *truss morphometric*

Pembahasan

Populasi LAT yang berasal dari Situ Kemuning dan Situ Kemang memiliki tingkat kemiripan yang tinggi jika dibandingkan dengan lokasi Waduk Darma. Terjadinya pengelompokan antar populasi kemungkinan dikarenakan adanya kedekatan lokasi geografi (Kusrini *et al.* 2009). Fadhil *et al.* (2016) menambahkan bahwa kemiripan morfometrik yang terjadi pada lokasi yang berbeda dapat dikarenakan adanya kondisi lingkungan yang hampir sama pada lokasi-lokasi tersebut. Menurut Abinawanto *et al.* (2018), beberapa populasi dapat dikelompokkan kedalam satu kluster karena letak geografis lokasi-lokasi tersebut lebih dekat sehingga diindikasikan memiliki kondisi perairan (kualitas air) yang serupa.

Berdasarkan analisis diskriminan, terdapat 4 karakter morfometrik yang telah membentuk fungsi diskriminan yaitu A5, B5, C4, dan D6 (Tabel 2). Semua karakter tersebut memberi pengaruh secara signifikan dalam proses klasifikasi pada ketiga populasi LAT. Menurut

Fhusimi and Watanabe (1999) in Indarmawan *et al.* (2013), karakter morfometrik adalah salah satu ukuran/amatan yang dapat digunakan sebagai pembeda antara satu spesies dengan spesies lainnya. Perubahan karakter yang terjadi secara morfologis maupun secara genetik dapat disebabkan adanya perbedaan geografis maupun perbedaan lingkungan (Mayr 1997 in Vitri *et al.* 2012). Menurut Mohaddasi *et al.* (2013), perbedaan morfologi antarpopulasi dari lokasi yang berbeda pada suatu spesies dapat berkaitan dengan adanya perbedaan dalam faktor habitat. Nuryanto (2001) juga menambahkan bahwa perbedaan karakter genetik dapat terjadi dengan adanya perbedaan geografis maupun perbedaan lingkungan yang dapat berdampak pada pola adaptasi. Bentuk adaptasi yang paling umum terlihat salah satunya adalah bentuk tubuh dan ukuran pada beberapa bagian tubuh.

Populasi lobster air tawar jenis *C. quadricarinatus* pada ketiga lokasi dengan pendekatan metode *truss morphometric* menunjukkan populasi spesies tersebut juga tidak

Tabel 3 Hasil klasifikasi *Cherax quadricarinatus* di masing-masing populasi berdasarkan analisis diskriminan pada metode *truss morphometric*

Lokasi	Darma	Kemang	Kemuning
Darma	100%	0%	0%
Kemang	10,5%	63,2%	26,3%
Kemuning	0%	24%	76%

mengalami pemisahan yang sempurna. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 4 yang merupakan grafik persebaran dari karakter morfometrik *C. quadricarinatus* pada masing-masing populasi. Berdasarkan gambar tersebut, dapat diketahui bahwa secara umum LAT yang berasal dari Situ Kemuning mempunyai sebagian kedekatan dengan populasi dari Situ Kemang. Kedekatan kelompok tersebut ditunjukkan dengan adanya singgungan antarpopulasi (Suparyanto *et al.* 1999 in Kusri *et al.* 2009). Populasi yang tidak bersinggungan dmengindikasikan bahwa populasi tersebut telah memiliki hubungan kekerabatan yang relatif jauh. Abinawanto *et al.* (2018) menambahkan bahwa tumpang tindih yang terjadi antara karakter morfometrik dari 2 populasi menunjukkan adanya kesamaan karakter morfologi yang tinggi.

Populasi LAT di Waduk Darma tidak mempunyai nilai *sharing component* terhadap populasi lainnya, akan tetapi pada populasi Situ Kemuning dan Situ Kemang terdapat nilai *sharing component* yang menggambarkan adanya kemiripan beberapa karakter morfometrik antar kedua populasi. Nilai *sharing component* tersebut memberikan penjelasan bahwa ada karakter morfometrik yang dapat dijadikan sebagai sifat yang telah dipertahankan atau dibagikan sewaktu terjadi proses aliran gen (*gene flow*) (Kusri *et al.* 2009).

Kekerabatan *C. quadricarinatus* dari ketiga lokasi tersebut menunjukkan bahwa populasi LAT yang berasal dari Situ Kemuning dan Situ Kemang memiliki kekerabatan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan populasi dari Waduk Darma. *C. quadricarinatus* yang berasal dari perairan Waduk Darma, Situ Kemuning, dan Situ Kemang memiliki karakter morfometrik yang berbeda, oleh sebab itu dibutuhkan kajian mengenai karakteristik habitat LAT pada ketiga lokasi tersebut untuk mengetahui kondisi lingkungan yang diduga dapat mempengaruhi keragaman morfometrik LAT pada perairan-perairan tersebut.

KESIMPULAN

Cherax quadricarinatus yang berasal dari Waduk Darma, Situ Kemuning, dan Situ Kemang memiliki perbedaan karakter morfometrik. Analisis kekerabatan *C. quadricarinatus* pada ketiga lokasi menggambarkan populasi *C. quadricarinatus* yang berasal dari Situ Kemuning dan Situ Kemang memiliki kekerabatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan populasi dari Waduk Darma.

DAFTAR PUSTAKA

Abinawanto, Hamidah H, Bowolaksono A,

- Eprilurahman R. 2018. Short communication: biometric of freshwater crayfish (*Cherax* spp.) from Papua and West Papua, Indonesia. *Biodiversitas*. 19(2):489-495.
- Ariyanto D, Listiyowati N, Imron. 2011. Analisis *truss morphometrics* beberapa varietas ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Riset Akuakultur*. 6(2):187-196.
- Bagherian A, Rahmani H. 2009. Morphological discrimination between two populations of shemaya, *Chalcalburnus chalcoides* (Actinopterygii, Cyprinidae) using a truss network. *Animal Biodiversity and Conservation*. 32(1):1-8.
- Bungas K. 2014. Keragaman fenotip ikan betok (*Anabas testudineus* Bloch) di perairan rawa gambut. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*. 3(1):33-38.
- Carman O, Jamal MY, Alimuddin. 2008. Pemberian 17 α -metiltestosteron melalui pakan meningkatkan persentase kelamin jantan lobster air tawar *Cherax quadricarinatus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 7(1):25-32.
- Dina R, Wowor D, Hamdani A. 2013. Lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*), spesies asing baru di perairan Danau Maninjau, Sumatera Barat. *LIMNOTEK*. 20(2):159-168.
- Fadhil R, Muchlisisn ZA, Sari W. 2016. Hubungan panjang-berat dan morfometrik ikan julung-julung (*Zenarchopterus dispar*) dari perairan pantai utara Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 1(1):146-159.
- Indarmawan, Bhagawati D, Abulias MN, Nuryanto A. 2013. Analisis variasi morfometrik dan meristik *Scylla serrata* Forskal hasil tangkapan dari dua habitat. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*. 13(1):1-9.
- Kusmini I, Hadie W, Sianipar E. 2006. Suhu optimum untuk laju pertumbuhan dan sintasan benih lobster air tawar *Cherax quadricarinatus*. *Jurnal Riset Akuakultur*. 1(1):67-72.
- Kusri E, Hadie W, Alimuddin, Sumantadinata K, Sudrajat A. 2008. Studi morfometrik udang jerbung (*Fenneropenaeus merguensis* de Man) dari beberapa populasi di perairan Indonesia. *Jurnal Riset Akuakultur*. 4(1):15-21.
- Marini M, Suman A, Farajallah A, WArdiatno Y. 2017. Identifying *Penaeus merguensis* de Man, 1888 stocks in Indonesian Fisheries Management Area 573: a truss network analysis approach. *Bioflux*. 10(4):922-935.
- Mohaddasi M, Shabanipour N, Abdolmaleki S. 2013. Morphometric variation among four populations of shemaya (*Alburnus chalcoides*) in the south of Caspian Sea using

- truss network. *The Journal of Basic and Applied Zoology*. 66:87-92.
- Muhotimah, Bambang T, Kuswoyo T. 2013. Analisis morfometrik dan meristik nila (*Oreochromis* sp.) strain larasati F5 dan tetuanya. *Jurnal Perikanan*. 17(1):42–53.
- Mukti AT, Mubarak AS, Ermawan A. 2009. Pengaruh penambahan madu dalam pakan induk jantan lobster air tawar red claw (*Cherax quadricarinatus*) terhadap rasio jenis kelamin larva. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan*. 1(1):37–42.
- Munasinghe DHN, Seneviratna JDM. 2015. Phenotypic plasticity and genetic variation of two wild populations of green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus* - De Haan, 1844). *International Journal of Marine Science*. 5 (5):1-8.
- Nielsen F. 2016. Introduction to HPC with MPI for Data Science. Palaiseau: Undergraduate Topics in Computer Science. Springer.
- Nuryadi H, Arifin OZ, Gustiano R, Mulyasari. 2008. Karakterisasi 17 famili (*Oreochromis niloticus*) generasi ke tiga (G-3) berdasarkan metode *truss morphometrics*. *Berita Biologi*. 9(1):81–89.
- Nuryanto A. 2001. Morfologi, kariotip dan pola protein ikan nilam (*Osteochilus* sp.) dari Sungai Cikawung dan kolam budidaya Kabupaten Cilacap [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Pane RA, Topowijono, Husaini A. 2015. Analisis diskriminan untuk memprediksi kebangkrutan perusahaan (studi pada perusahaan manufaktur yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia tahun 2011-2013). *Jurnal Administrasi Bisnis*. 27(2):1-8.
- Santoso S. 2015. *Menguasai Statistik Multivariat*. Jakarta(ID): PT Elex Media Komputindo.
- Soewardi K, Arifin OZ, Hidayat A. 2006. Keragaman genetik udang jari (*Metapenaeus elegans* De Man 1907) berdasarkan karakter morfometrik di Laguna Segara Anakan, Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. 13(2):125-133.
- Strauss RE, Bond CE. 1990. Taxonomic methods: morphology in: *Methods for Fish Biology* (P. Moyle and C. Schreck, eds.). *American Fisheries Society*. 109–140.
- Strauss RE, Bookstein F. 1982. The truss: body form reconstruction in morphometrics. *Systematic Zoology*. 31(2):113–135.
- Sumiono B, Nuraini S. 2007. Beberapa parameter biologi ikan kuniran (*Upeneus sulphureus*) hasil tangkapan cantrang yang didaratkan di Brondong Jawa Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 7(2):83–88.
- Takács P, Vital Z, Ferincz A, Stazny A. 2016. Repeatability, reproducibility, separative power and subjectivity of different fish morphometric analysis methods. *Plos One*. 11 (6):1-16.
- Vitri DK, Roesma DI, Syaifullah. 2012. Analisis morfologi ikan *Puntius binotatus* Valenciennes 1842 (Pisces: Cyprinidae) dari beberapa lokasi di Sumatera Barat. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. 1(2):139-143.
- Wijayanti T, Suryaningsih S, Sukmaningrum S. 2017. Analisis karakter *truss morphometrics* pada ikan kemprit (*Ilisha megaloptera* Swainson, 1839) Familia Pristigasteridae. *Scripta Biologica*. 4(2):109–112.