

SKRIPSI

DNA BARCODE DAN ANALISIS FILOGENETIK IKAN GABUS (*Channa striata*) DAN IKAN SERANDANG (*Channa pleurophthalmus*) ASAL SUNGAI KELEKAR BERDASARKAN GEN COI

***DNA BARCODE AND PHYLOGENETIC ANALYSIS OF
STRIPED SNAKEHEAD (*Channa striata*) AND OCELLATED
SNAKEHEAD (*Channa pleurophthalmus*) FROM KELEKAR RIVER
BASED ON COI GENE***



**M. Mahendra
05051181419047**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

SUMMARY

MUHAMMAD MAHENDRA. DNA Barcode and Phylogenetic Analysis of Striped Snakehead (*Channa striata*) and Ocellated Snakehead (*Channa pleurophthalma*) From Kelekar River Based On COI Gene (Supervised by **MOCHAMAD SYAIFUDIN and MARINI WIJAYANTI**).

Striped snakehead (*Channa striata*) and ocellated snakehead (*Channa pleurophthalma*) are the species from the genus *Channa*. The genus *Channa* consisting of 34 species spread throughout Asia. This research aims to identify the sequence of cytochrome c oxidase subunit I gene DNA mitochondria (COI mtDNA) and to construct the phylogenetic trees among snakehead species. The research methods used in barcoding species and sequences variation were : DNA isolation, amplification by PCR (Polymerase Chain Reaction) and fragmen COI mtDNA sequencing from the fish sample that were collected from Kelekar River, Indralaya, Ogan Ilir Regency. The COI gene were sequenced with length of nucleotide was 604 bp for striped snakehead and 587 bp for ocellated snakehead. Optimum annealing temperature was 50⁰C for 15 seconds with 30 cycles. The result of BLAST analysis showed that striped snakehead from Kelekar River had 99% identity of striped snakehead from Lampung and furthest (96%) with striped snakehead from India. Ocellated snakehead from Kelekar River had 100% similarity with ocellated snakehead from Musi Banyuasin and furthest (83%) with *Channa limbata* from Myanmar . Water quality measured in Kelekar River were temperature 31,0-31,6⁰C, pH 4.76-4.96, dissolved oxygen 2,7-3,0 mg/L, ammonia <0,009 mg/L, total alkalinity 20 mg/L, and brightness 62,5-63,0 cm.

Key words : Striped snakehead, ocellated snakehead, COI, PCR

RINGKASAN

MUHAMMAD MAHENDRA. DNA Barcode dan Analisis Filogenetik Ikan Gabus (*Channa striata*) dan Ikan Serandang (*Channa pleurophthalma*) Asal Sungai Kelekar Berdasarkan Gen COI (Dibimbing oleh **MOCHAMAD SYAIFUDIN** dan **MARINI WIJAYANTI**).

Ikan gabus (*Channa striata*) dan ikan serandang (*Channa pleurophthalma*) merupakan spesies yang termasuk dalam genus *Channa*. Genus *Channa* yang terdiri dari 34 spesies tersebar di seluruh Asia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan sekuen gen sitokrom oksidase subunit I DNA mitokondria dan menentukan kontruksi pohon filogenetik antar spesies. Metode yang akan digunakan dalam *barcoding* spesies dan variasi sekuens adalah dengan melakukan isolasi DNA, amplifikasi menggunakan PCR (*Polymerase Chain Reaction*) dan sekuensing daerah gen COI mtDNA dari sampel ikan yang diperoleh dari Sungai Kelekar, Indralaya, Kabupaten Ogan Ilir. Hasil sekuensing gen COI didapatkan panjang nukleotida ikan gabus 604 bp dan ikan serandang 587 bp. Optimasi suhu *annealing* 50°C selama 15 detik selama 30 siklus. Hasil analisis BLAST menunjukkan ikan gabus asal Sungai Kelekar memiliki kesamaan terdekat 99% dengan ikan gabus asal Lampung dan terjauh (96%) dengan ikan gabus asal India. Ikan serandang asal Sungai Kelekar memiliki kesamaan 100% dengan ikan serandang asal Musi Banyuasin dan terjauh (83%) dengan ikan *Channa Limbata* asal Myanmar. Hasil kualitas air yang diukur yaitu suhu 31,0-36°C, pH 4,76-4,96, oksigen terlarut 2,7-3,0 mg/L, amoniak <0,009 mg/L, total alkalinitas 20 mg/L, dan kecerahan 62,5-63,0 cm.

Kata kunci : ikan gabus, ikan serandang, COI, PCR

SKRIPSI

DNA BARCODE DAN ANALISIS FILOGENETIK IKAN GABUS (*Channa striata*) DAN IKAN SERANDANG (*Channa pleurophthalma*) ASAL SUNGAI KELEKAR BERDASARKAN GEN COI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



**M. Mahendra
05051181419047**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

DNA BARCODE DAN ANALISIS FILOGENETIK IKAN
GABUS (*Channa striata*) DAN IKAN SERANDANG (*Channa pleurophthalmus*) ASAL SUNGAI KELEKAR BERDASARKAN
GEN COI

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh

M. Mahendra
05051181419047

Pembimbing I

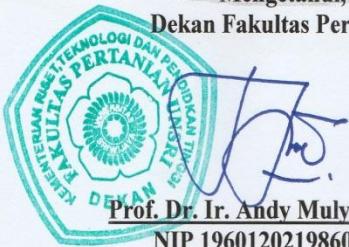

M. Syaifuldin, S.Pi., M.Si., Ph.D.
NIP. 197603032001121001

Indralaya, Mei 2018

Pembimbing II


Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si.
NIP. 197609102001122003

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian


Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.
NIP 196012021986031003

Skripsi dengan Judul “DNA Barcode Ikan Gabus (*Channa striata*) dan Ikan Serandang (*Channa pleurophthalmus*) Asal Sungai Kelekar Berdasarkan Gen COI” oleh M. Mahendra telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 30 April 2018 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

- | | |
|---|-----------------------|
| 1. M. Syaifudin, S.Pi., M.Si., Ph.D.
NIP. 197603032001121001 | Ketua
(.....) |
| 2. Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si.
NIP 198409012012122003 | Sekretaris
(.....) |
| 3. Dr. Mohamad Amin, S.Pi., M.Si.
NIP. 197707212001122001 | Anggota
(.....) |
| 4. Ade Dwi Sasanti, S.Pi., M.Si.
NIP 197612302000122001 | Anggota
(.....) |

Indralaya, Mei 2018
Ketua Program Studi
Budidaya Perairan

Ade Dwi Sasanti, S.Pi., M.Si.
NIP 197612302000122001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Mahendra
NIM : 05051181419047
Judul : DNA Barcode dan Analisis Filogenetik Ikan Gabus (*Channa strata*) dan Ikan Serandang (*Channa pleuroptalma*) Asal Sungai Kelekar Berdasarkan Gen COI.

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil tulisan saya sendiri dibawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indaralaya, Mei 2018



[M. Mahendra]

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 1 Mei 1996 di Mariana, merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Orang tua bernama Misbah dan Rohayati. Pendidikan sekolah dasar diselesaikan pada tahun 2008 di SDN 1 Banyuasin I, sekolah menengah pertama pada tahun 2011 di SMP N 1 Banyuasin I, dan sekolah menengah atas pada tahun 2014 di SMA N 1 Banyuasin I. Sejak agustus 2014 penulis tercatat sebagai mahasiswa di Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Pada tahun 2014-2015 penulis merupakan anggota aktif Himpunan Mahasiswa Akuakultur (HIMAKUA) FP Unsri. Pada tahun 2015-2016 penulis diamanahkan sebagai Sekertaris Umum Himpunan Mahasiswa Akuakultur (HIMAKUA) FP Unsri. Selama masa kuliah penulis juga dipercaya menjadi asisten untuk beberapa matakuliah di Program Studi Budidaya Perairan seperti Dasar-dasar Mikrobiologi Akuatik, Avertebrata Air, dan Dasar Genetika dan Pemuliaan Ikan, dan Dasar-dasar Akuakultur, Budidaya Ikan rawa serta pernah menjadi wakil koordinator asisten Kimia Organik tahun 2016 di Laboratorium Dasar Bersama, Universitas Sriwijaya.

Pada tahun 2017 penulis pernah mengikuti kegiatan magang di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung dengan judul “Teknik Pemberian Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*)” selama 1 bulan. Penulis juga telah menyelesaikan praktik lapangan yang dilakukan di Kelurahan Mariana, Kabupaten Banyuasin dengan judul “Pemijahan Semi Alami Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) di Kelurahan Mariana, Banyuasin” selama 1 bulan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunia-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “DNA Barcode dan Analisis Filogenetik Ikan Gabus (*Channa striata*) dan Ikan Serandang (*Channa pleurophthalmus*) Asal Sungai Kelekar Berdasarkan Gen *COI*” .

Shalawat beriring salam tidak lupa disanjungkan kepada nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua yang tentunya selalu memberikan doa dan selalu membantu baik hal materi maupun dukungan terhadap penulis
2. Bapak Mochamad Syaifudin, S.Pi., M.Si., Ph.D dan Ibu Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik
3. Ibu Ade Dwi Sasanti, S.Pi., M.Si Selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya
4. Bapak Ir. H. Marsi, M.Sc, Ph.D, selaku pembimbing akademik penulis yang telah memberikan saran dan masukan yang sangat berharga.
5. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Budidaya Perairan khususnya angkatan 2014 yang telah bahu-membahu dalam memberikan semangat dan membantu selama penelitian serta adik tingkat 2015,2016 dan kakak tingkat yang sudah banyak membantu penulis pada saat menyelesaikan Skripsi ini.
6. Analis Laboratorium Budidaya Pertanian dan Laboratorium Budidaya Perairan yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian.

Penulis berharap agar skripsi ini dapat dijadikan acuan bagi yang membutuhkannya.

Indralaya, April 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Kerangka Pemikiran.....	2
1.2. Tujuan	3
1.3. Manfaat.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Klasifikasi dan Morfologi Ikan Gabus	4
2.2. Klasifikasi dan Morfologi Ikan Serandang.....	5
2.3. Habitat dan Penyebaran	5
2.4. PCR.....	6
2.5. Filogenetik	7
2.6. Gen Sitokrom C Oksidase Subunit I (COI)	8
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN	10
3.1. Tempat dan Waktu	10
3.2. Bahan dan Metoda	10
3.3. Metodelogi Penelitian	11
3.4. Kualitas Air.....	13
3.5. Analisis Data.....	13
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1. Meristik dan Morfometrik	14
4.2. Amplifikasi DNA.....	16
4.3. Kekerabatan Spesies.....	16
4.4. Filogenetik	19
4.5. Jarak Genetik	20

4.6. Kualias Air.....	24
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	26
5.1. Kesimpulan.....	26
5.2. Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	33

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Alat yang digunakan dalam penelitian	10
Tabel 3.2. Bahan yang digunakan dalam penelitian	11
Tabel 4.1. Morfometrik dan meristik ikan gabus	15
Tabel 4.2. Morfometrik dan meristik ikan serandang.....	15
Tabel 4.3. Persentase identitas nukleotida ikan gabus dari hasil BLAST.....	18
Tabel 4.4. Persentase identitas nukleotida ikan serandang hasil BLAST	18
Tabel 4.5. Analisa jarak genetik ikan gabus menggunakan metode <i>p-distance</i>	19
Tabel 4.6. Analisa jarak genetik ikan serandang menggunakan metode <i>p-distance</i> .	20
Tabel 4.7. Hasil pengukuran kualitas air Sungai Kelekar, Ogan Ilir	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ikan Gabus (<i>Channa striata</i>).....	4
Gambar 2.2. Ikan Serandang (<i>Channa pleurophthalmus</i>).....	5
Gambar 4.1. Visualisasi produk PCR dari gen COI ikan gabus dan serandang.....	17
Gambar 4.2. Pohon filogenetik menggunakan metode <i>Neighbor-Joining</i> (NJ) dengan <i>bootstrap</i> 1000x.....	21

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis morfometrik dan meristik	33
Lampiran 2. Prosedur ekstraksi DNA dengan metode <i>GeneAid</i>	34
Lampiran 3. Hasil sekuensing COI ikan gabus dan ikan serandang	35
Lampiran 4. Dokumentasi selama penelitian	37

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sumatera Selatan terkenal dengan sebutan daerah Batanghari Sembilan, karena mempunyai Sembilan (9) Batanghari (Sungai) besar, sehingga nama daerah kabupaten di Sumatera Selatan diambil dari nama sungai besar yang termasuk dalam wilayahnya seperti Kabupaten Ogan Komering Ilir (Sungai Ogan dan Komering), OI (Sungai Ogan bagian Ilir), OKU (Sungai Ogan dan Komering bagian Ulu), OKUT (Sungai Ogan dan Komering bagian Timur), OKUS (Sungai Ogan dan Komering bagian Selatan), Kabupaten LIOT (Sungai Lematang bagian Ilir Ogan Tengah), Kabupaten MUBA (Sungai Musi dan Banyuasin), Kabupaten Banyuasin (Sungai Banyuasin), Kabupaten MURA (Sungai Musi dan Rawas). Salah satu anak sungai Ogan bagian Ilir adalah Sungai Kelekar, yang berada di Kecamatan Indralaya. Sungai Kelekar merupakan perairan yang dikategorikan sebagai perairan yang agak asam (Fitranie *et al.*, 2011). Sungai Kelekar Indralaya Ogan Ilir Sumatera Selatan, memiliki 4 spesies ikan genus *Channa*, antara lain ikan toman (*Channa micropeltes*), ikan serandang (*Channa pleuroptalma*), ikan gabus (*Channa striata*), dan ikan bujuk (*Channa lucius*) (Muslim, 2013). Famili Channidae memiliki 2 genus yaitu *Channa* dan *Parachanna*. Genus *Channa* adalah ikan asli Asia dan *Parachanna* adalah endemik di Afrika. Ikan dari genus ini biasa dikenal dengan sebutan *snakehead* (Walter *et al.*, 2004). Menurut data yang dilaporkan di *Fish Base* (2017), bahwa ada 37 spesies ikan dari famili Channidae yang sudah ditemukan diseluruh dunia, meliputi 34 spesies dari genus *Channa* (Asia) dan 3 spesies dari genus *Parachanna* (Afrika).

Keragaman jenis ikan dari setiap spesies ditunjukkan oleh perbedaan morfologi dari setiap spesies yang ada. Morfologi ini merupakan hasil penampakan fenotip yang merupakan hasil interaksi antar faktor genetik dan lingkungan habitatnya (Prehadi *et al.*, 2015). Menurut Rafsanjani (2011), Hubungan kekerabatan pada suatu populasi atau spesies biasanya dipelajari melalui pendekatan morfologi. Kelemahan dari pendekatan secara morfologi adalah tingkat subjektifitas yang sangat tinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukan

pendekatan genetik dengan teknik DNA *Barcode*. Teknik DNA *barcode* merupakan sistem yang dirancang untuk melakukan identifikasi secara cepat dan akurat berdasarkan urutan basa nukleotida dari gen penanda pendek yang telah terstandarisasi yaitu gen *Cytochrome Oxidase Subunit I (COI)*. Gen *COI* (*Cytochrome Oxidase Subunit I*) merupakan salah satu gen penyandi dalam genom mtDNA yang dikenal sedikit sekali mengalami delesi dan insersi pada sekuennya sehingga dapat digunakan sebagai DNA *barcode* yaitu penciri setiap spesies (Hebert *et al.* 2003). Segmen dekat ujung 5' dari COI sepanjang sekitar 650 basa merupakan daerah yang banyak digunakan sebagai DNA *Barcode* beberapa diantaranya pada kelompok *catfish* (Wong *et al.*,2011), tilapia (Syaifudin *et al.*,2015), ikan hiu (Peloa *et al.*,2015), ikan baung (Syaifudin *et al.*,2017), ikan patin (Pratama, 2017), dan ikan gabus (Chen *et al.*,2003, Tan *et al.*,2010).

Aplikasi DNA *barcoding* memiliki peranan penting dalam mendapatkan informasi dasar gen-gen yang memiliki keragaman tinggi sehingga berguna untuk proses seleksi dalam pemuliaan ikan (Arifin dan Kurniasih, 2007). Hal ini didukung oleh Dunham (1995), bahwa keberhasilan program seleksi dalam pemuliaan ikan dipengaruhi tingkat keragaman genetik dan potensi keragaman genetik. DNA *barcoding* juga memiliki fungsi sebagai alat bantu taksonomi untuk mengungkapkan secara genetik spesies *snakehead* yang berbeda secara tepat dan akurat, sekuens nukleotida dari suatu spesies dan perbandingannya dengan spesies serta dapat menentukan struktur filogenetik terutama *snakehead* dari Sungai Kelekar.

1.2. Kerangka Pemikiran

Spesies yang berasal dari genus *Channa* merupakan komoditas ikan air tawar khususnya khas perairan rawa dan sungai. Distribusi ikan ini meliputi kawasan Asia dan Afrika. Identifikasi yang dilakukan secara morfologi sulit dilakukan karena beberapa spesies yang memiliki karakter yang hampir serupa. Kondisi geografis dan habitat yang berbeda diduga dapat membuat status genetik suatu spesies berbeda karena terpapar oleh lingkungannya. Menurut Ariyanto dan Utami (2006), hibridisasi dapat merubah status genetik dan memiliki keragaman

yang tinggi, sehingga untuk mengetahui status genetik suatu spesies secara akurat dapat dilakukan identifikasi secara molekular melalui DNA *Barcode*.

Identifikasi spesies ikan gabus dan serandang melalui DNA *Barcode* sangat penting untuk diketahui, ditinjau dari sifat fisik ikan baik morfologi serta asal usul keturunan ikan tersebut dengan maksud agar dapat diketahui tingkat kekerabatan masing-masing spesies. Hingga saat ini informasi tentang status genetik ikan gabus sudah diketahui, beberapa diantaranya berasal dari Malaysia (Tan *et al.*, 2010) dan Francis (Chen *et al.*, 2003), juga status genetika ikan dari serandang sudah diketahui namun informasi yang didapat masih sangat minim. Maka salah satu upaya untuk pengembangan sumberdaya genetik adalah dengan melakukan identifikasi spesies sampai ke tingkat molekular melalui DNA *Barcode*, sehingga hasilnya digunakan untuk dasar proses seleksi ikan unggul yang berguna dalam kegiatan hibridisasi.

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui sekuen gen Cytochrome c Oxidase subunit I DNA Mitokondria pada ikan gabus (*C. striata*) dan ikan serandang (*C. pleurophthalmalma*) di Sungai Kelekar, Ogan Ilir.
2. Menganalisa pohon filogenetik, jarak genetik serta persentase nukleotida antar spesies ikan gabus (*C. striata*) dan ikan serandang (*C. pleurophthalmalma*) dari hasil penelitian dan pusat data *Genbank*.
3. Mengetahui fisika kimia perairan habitat ikan gabus (*C. striata*) dan ikan serandang (*C. pleurophthalmalma*).

1.4. Kegunaan

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sekuen dari spesies ikan gabus (*Channa striata*) dan ikan serandang (*Channa pleurophthalmalma*) dari lokasi penangkapan yang terdapat di Sungai Kelekar, Indralaya di Kabupaten Ogan Ilir secara molekular menggunakan DNA *Barcoding* serta mengetahui kekerabatan ikan gabus dengan spesies ikan lainnya dalam pusat data *GenBank* dan memasukkan sekuen gen COI mtDNA ke pusat data *Barcode of Life*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ageriyanto., 2012. *Studi sumberdaya ikan dan implikasinya bagi pengelolaan perikanan di Situ IPB, kampus IPB Dramaga, Bogor.* Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Arifin, O.Z. dan Kurniasih, T., 2007. Variasi genetik tiga populasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) berdasarkan polimorfismemt-DNA. *Jurnal Riset Akuakultur.* Vol 2(1) : 67-75.
- Ariyanti, Y., 2012. *Aplikasi DNA barcode pada penentuan spesies ikan danau laut tawar, Nanggroe Aceh Darussalam.* Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Ariyanto, D., dan Utami, R., 2006. Evaluasi laju pertumbuhan keragaman genetic dan estimasi heterosis pada persilangan antar spesies ikan patin (*Pangasius* sp). *Jurnal Perikanan.* Vol 8(1) : 81-80.
- Asyari., 2007. Pentingnya labirin bagi ikan rawa. *Jurnal Bawal .*(5) : 191-167.
- Avise, J.C., 1994. *Molecular markers, narutally history and evolution.* Newyork : Chapman and Hall
- Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Mandiangin., 2014. Naslah akademik ikan gabus haruan (*Channa striata* Bloch, 1793) Hasil Domestikasi. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Mandiangin.
- Benziger, A., Phili, S., Raghavan R., Anvar, A.P.H., Sukumaran, M., Tharian, J.C., Dahanukar, N., Baby, F., Peter R., Devi, K.R., Radhakrishnan, K.V., Hanifa, M.A., and Britz R.,2011. Unravelling a 146 years old taxonomic puzzle : validation of Malabar snakehead, species-status and its relevance for channid systematic and evolution. *Plos One.* Vol 6(6) : 1-11.
- Bardach, J.E., Ryther, J.H., and McLarney, W.O., 1972. *Aquaculture : The farming and husbandry of freshwater and marine organism :* Wiley. Interscience. New York.
- Candra, S and Tanun, KB., 2004. Hystopatological analys of the respiratory organ of *Chana striata* subjected to air exposure. *Journal veterinarski arhiv.* 74(1): 37-52.
- Chen, W.J., Bonillo C and Lecointre G., 2003. *Repeatability of clades as a criterion of reliability: a case study for molekular phylogeny of Acanthomorpha (Teleostei) with larger number of taxa . Available at :www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/AH011846.2 [Accessed 11 September 2017].*

- Dunham, R.E., 1995. The contribution of genetically improved aquatic organism to global food security. Intl. Conf. On *Sustainable Contribution of Fisheries to Food Safety*. FAO, Rome.
- Febriana, A., 2011. *Filogeni berdasarkan sekuen DNA mitokondria gen cytochrome oxidase 1 (gen COI) pada beberapa bangsa sapi lokal Indonesia*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Fishbase., 2017. Scientific Name. Available at :<http://www.fishbase.org> [Accesed 23 August 2017].
- Fitrani, M., Muslim dan Dade J., 2011. Ekologi ikan betok (*Anabas testudineus*) di perairan rawa banjiran Indralaya. *Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmu-ilmu Pertanian*. 7 (1), 33-39.
- Fitria., 2015. Kajian genetik ikan julung-julung (*Dermogenys* sp.) berdasarkan *DNA barcode cytochrome- C oxidase sub unit 1* diperairan kabupaten pasuruan dan malang. Skripsi. Universitas Negeri Malang.
- Griffith, A.J.F, Wessler SR, Lewontin RC, Gelbart WM, Suzuki DT, and Miller JH. 2005. An Introduction to Genetik Analysis. W.H. Freeman and Company. Amerika Serikat
- Grand, C.C., Brizt, R., Dahanukar, N., Rajeev R., Pethiyagoda R., Tan H.H., Hdiaty R.K., Norsham S.Y., and Riber L. 2017. Barcoding snakeheads (teleostei, channidae) revisited : discovering greater species diversity and resolving perpetuated taxonomic confusions. *Plos One Journal*. Vol 12(9) : 1-24.
- Handoyono, D. dan Rudiretna, A., 2001. Prinsip umum dan pelaksanaan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) : general principles and implementation of polymerase Chain Reaction. Pusat Studi Bioteknologi. Universitas Surabaya, Surabaya.
- Hebert, P.D.N., Ratnasingham S and Waard D.J.R., 2003. Barcoding animal life : cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. *Proc R Soc* 270:96-99.
- Herdiana, L., Muhammad, M.K., Nurlisa, A.B., dan Affandi R., 2017. Keragaman morfometrik dan genetik gen COI belut sawah (*Monopterus albus*) asal emat populasi di Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. Vol 22(3) : 180-190.
- Hidayat, T., dan Adi, P., 2008. Kajian filogenetik molekuler dan perannya dalam menyediakan informasi dasar untuk meningkatkan kualitas sumber genetik anggrek. *Jurnal Agro Biogen*. Vol 4(1): 35-40.
- Hubert, N., Hanner, R., and Holm, E., 2008. Identifying Canadian fresh water fishes through DNA barcodes. *Plos One*. 3:1-8.

- Indrawan, M., 2007. *Biologi Konservasi*. Jakarta : Yayasan Obor Indonesia.
- Irmawati., 2016. *Genetika Populasi Ikan*. Yogyakarta : CV. Andi Offset.
- Joko, T., Nanda, K dan Sedyo, H., 2011. Optimasi PCR untuk deteksi *Pectobacterium corotovorum*, penyebab penyakit busuk lunak anggrek. *Jurnl Perlindungan Tanaman Indonesia*. Vol 17(2) : 54-59.
- Kenchington, E., and Heino, M. 2002. Maintenance of genetik diversity : challlanges for management of marine resources. *International Council for the Exploration of the Sea*. Y : 13.
- Kocher, T.D, Thomas WK, Meyer A, Edwards SV, Paabo S, Villablanca FX, and Wilson AC. 1989. *Dynamics of mitochondrial DNA evolution in animals: Amplification and sequencing with conserved primers*. Evolution 86: 6196-6200.
- Kottelat, A. A.J, Whitten S.N. Kartikasari and A. Wiryoatmodjo. 1993. Fresh Water Fishes Of Western Indonesia and Sulawesi. *Periplus edition*, Jakarta.
- Lagler, K.F, C.E. Bardach and R.R. Miller. 1962. *Ictiology*. Jhon Willey & Son Inc. New York.
- Laudien, J., Flint N.S., Van, D.B.F.H., and Brey T. 2003. Genetik and morphological variation in four population of the surf clam *donax serra* (Roding) from Southern African Sandy Beach. *Biochemical Systematics and Ecology*. 31(7) : 751-772.
- Li, S., Pearl, D.K., and Doss, H. 1999., Phylogenetic tree construction using markov chain monta carlo. *Fred Hunchinson Cancer Research Center Washington*. Amerika.
- Makmur., 2003. *Biologi ikan gabus (Channa striata Bloch) di daerah rawa banjiran sungai Musi Sumatera Selatan*. Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Mount, D. W., 2001, *Bioinformatics, Sequence and Genome Analysis*, Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York.
- Muslim., 2005. Analisis biologi reproduksi ikan gabus (*Channa striatus*) di rawa banjiran Sungai Kelekar Indralaya. Laporan Hasil Penelitian Lembaga Penelitian Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Muslim., 2017. Budidaya Ikan Gabus (*Channa striata*). Unsri Press, Indralaya.
- Muslim., 2013. Jenis-jenis ikan gabus (genus *channa*) di perairan rawa banjiran sungai Kelekar Indralaya Ogan Ilir Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Untuk Kesejahteraan Manusia dan Lingkungan*.
- Newton, C.R. and A. Graham. 1994. *PCR*. UK: Bios Scientific Publisher

- Peloa, A., Wullur S dan Sinjal CA., 2015. Amplifikasi gen Cytochrome Oxidase Subunit I (COI) dari sampel sirip ikan hiu dengan menggunakan beberapa pasangan primer. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis* (1), 38.
- Pertiwi, N.P.D., Mahardika I.G.N.K dan Watiniyah N.L., 2015. Optimasi amplifikasi DNA menggunakan metode PCR (*Polymerase Chain Reaction*) Pada Ikan Karang Anggota Famili *Pseudochromidae* (*dottyback*) untuk identifikasi spesies secara molekular. *Jurnal Biologi*. 19(2): 1-5.
- Pratama, M.R.N., 2017. *Aplikasi DNA barcode pada ikan patin siam (Pangasius hypophthalmus) dan ikan riu (Pangasius macronema) berdasarkan Gen Sitokrom C Oksidase Subunit I (COI)*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Prehadi., Sembiring A., Kurniasih E.M., Rahmad., Arafat D., Subhan B and Maduppa H.H., 2015. DNA barcoding and phylogenetic reconstruction Of shark landen in muncar fisheries landing site in comparasion with South Java fishing Port. *Journal Biodiversitas*. 16(1), 55-61.
- Rafsanjani, A., 2011. *Analisis Keragaman Genetic Ikan Mas (Cyprinus carpio) Di Waduk Saguling Dengan Menggunakan Metode Rapd-Pcr*. Skripsi. Universitas Padjajaran.
- Ramli, H.R dan M.A. Rifa'i. 2010. Telaah *Food Habits*, parasit dan biolimnologi fase-fase kehidupan ikan gabus (*Channa striata*) di perairan umum Kalimantan Selatan. Skripsi. Universitas Lambung Mangkurat.
- Rasmussen, R., 1992. Optimizing rapid cycle DNA amplification reactions. *The Rapid Cylist Newsletter*. Vol 1(1) : 77-83.
- Restu, M., Mukrimin., dan Gumiaty., 2010. Optimalisasi teknik ekstraksi dan isolasi DNA tanaman suren (*Toona sureni merr*). Untuk analisis keragaman genetik berdasarkan Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD). *Jurnal Natur Indonesia*. Vol 14(2) : 138-142.
- Romimohtarto, K. 2004. Meroplankton Laut : Larva hewan laut yang menjadi plankton. Jakarta : Djambatan.
- Said, A. 2007. Penelitian beberapa aspek biologi serandang (*Channa pleuroptalma*) di DAS Musi, Sumatera Selatan. Balai Riset Perikanan Perairan Umum, Palembang.
- Saputra, A., Muslim dan Fitran M., 2015. Pemijahan ikan gabus (*Channa striata*) dengan rangsangan hormon Gonadotropin sintetik dosis berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. Vol 3 (1) : 1-9.
- Schmitt, T., and Haubrich K., 2008. The genetik structure of the mountain forest butterfly *erebia Euryale* unravels the late pleistocene and postglacial hystori of the mountain coniferous forest biome in Europe. *Molecular ecology*. 17(9) : 2194-2207.

- Slambrook, J and Russel DW.,2001. *Molekular Cloning a Laboratory Manual.* Cold Spring Harbor : New York.
- Solihin, D.D. 1994. Peran DNA mitokondria (mtDNA) dalam studi keragaman genetik dan biologi populasi pada hewan. *Jurnal Hayati.* 1:1-4.
- Suryanto, D., 2003. Melihat keanekaragaman organisme melalui beberapa teknik genetika molekular. Universitas Sumatera Utara : USU Digital Library.
- Syamsuardi., 2011. Efek Isolasi geografis Bukit Barisan terhadap Diversitas jenis dan variasi Genetik *zingiberaceae* (jahe-jahean) di Sumatera Barat. *Seminar dan Rapat Tahunan BKS-PTN Wilayah Barat ke-21.*
- Syafei, D.S., Malik, B.B.A dan Suherman H.A., 1995. Pengenalan jenis ikan-ikan perairan umum. Laporan. Dinas Perairan Provinsi Jambi.
- Syaifudin, M., Penman, D., and McAndrew B., 2015. *Species-specific DNA markers for improving the genetik management of tilapia*, PhD Thesis. Scotland-United Kingdom: University of Stirling.
- Syaifudin, M., Dade, J., Muslim, Ayu, D.,2017. DNA authentication of asian redtail catfish *Hemibragus nemurus* from Musi and Penukal River, South Sumatra Indonesia. *Genetik of Aquatic Organism.* Vol 1 : 43-48.
- Tan, M.P., Jamsari, A.F.J and Siti Azizah M.N., 2010. *Phylogeographical investigation on striped snakehead, Channa striata (Bloch, 1793) inferred from two mtDNA markers* . available at :www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore [Accesed 11 september 2017]
- Talwar, P.K., and Jhingran, A.G.,1992. Inland fishes of India and adjacent countries. *Balkema publishers.* Vol 2 : 543-1158.
- Wahyudi, T.H., 2007. *Pengaruh suhu annealing dan jumlah siklus yang berbeda pada program PCR terhadap keberhasilan lolasi dan amplifikasi mtDNA ikan patin ({Pangasius hypophthalmus})*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Walter, R., Courtenay Jr and Williams J.D., 2004. *Snakeheads (Pisces, Channidae)*. A. Biological Synopsis and Risk Assessment. U.S. Geological Survey Circular 1251.
- Ward, R.D., Zemlak T.S., Ines B.H., Last P.R and Hebert P.D.N., 2005. *DNA Barcoding Australia's Fish Species*. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 360: 1847-1857
- Waugh, J., 2007. DNA barcoding in animal species : progress, potential and pitfalls,. *BioEssays.* 29 : 188-197.
- Widyastuti, Y. 2016. *Validasi spesies dengan marka molekular Cytochrome Oxidase Subunit I (COI) dan potensi protein albumin dari beberapa spesies ikan*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.

Wong, L.L., Peatman E., Lu J., Kucuktas H., He S., Zhou C., Na-nakorn U and Liu Z., 2011. DNA Barcoding Of Catfish: Species Authentication And Phylogenetic Assessment. *PLoS ONE*. 6(3):1-7.