

ANALISIS VARIASI GENETIK
Cephalopachus bancanus ssp. bancanus
ASAL SUMATERA SELATAN DAN PULAU BANGKA
BERDASARKAN PENANDA *D-LOOP* DNA MITOKONDRIA

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya

Oleh:

NANDA NURAINI

08041182025011



JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Analisis Variasi Genetik *Cephalopachus bancanus* ssp.
bancanus Asal Sumatera Selatan dan Pulau Bangka
Berdasarkan Penanda *D-Loop* DNA Mitokondria

Nama Mahasiswa : Nanda Nuraini

NIM : 08041182025011

Jurusan : Biologi

Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 16 Mei 2024

Indralaya, 20 Mei 2024

Pembimbing

1. Dra. Muharni, M. Si
NIP. 196306031992032001

(.....)

2. Prof. Dr. rer.nat. Indra Yustian, M.Si
NIP. 197307261997021001

(.....)

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Analisis Variasi Genetik *Cephalopachus bancanus* ssp. *bancanus* Asal Sumatera Selatan dan Pulau Bangka Berdasarkan Penanda *D-Loop* DNA Mitokondria

Nama Mahasiswa : Nanda Nuraini
NIM : 08041182025011
Jurusan : Biologi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 Mei 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan panitia Sidang Ujian Skripsi.

Indralaya, 20 Mei 2024

Pembimbing :

1. Dra. Muharni, M. Si
NIP. 196306031992032001
2. Prof. Dr. rer.nat. Indra Yustian, M.Si
NIP. 197307261997021001

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

Penguji :

1. Dr. Laila Hanum, S.Si., M.Si
NIP. 197308311998022001
2. Prof. Dr. Arum Setiawan, S.Si., M.Si.
NIP. 197211221998031001

(.....)

(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Biologi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya


Prof. Dr. Arum Setiawan, S.Si., M.Si.
NIP. 197211221998031001

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan skripsi ini untuk :

- ♥ *Allah SWT dan Agamaku, Agama Islam*
- ♥ *Diriku sendiri yang sudah sangat kuat dan berani untuk sampai dititik ini*
- ♥ *Ibuku Siti Wasilah tersayang, yang selalu memberi kekuatan, dukungan penuh, dan doa untuk putri tercintanya ini*
- ♥ *Ayahku Muhsidin tercinta, yang selalu menyayangi, menjaga, dan mengusahakan yang terbaik untuk putri kecilnya*
- ♥ *Ketiga adikku terkasih, Lutfi Azzah Labibah, Arina Lintang Aulia, dan Asshafa Fathiatunayya yang selalu menyemangati disetiap langkah ku*
- ♥ *Seluruh keluarga besar Mbah Tamsir dan Mbah Radimun*
- ♥ *Teman Angkatan ku, Biologi 2020*
- ♥ *Almamaterku.*

MOTTO

*“Jangan Mengkhawatirkan Masa Depan, yang Menjadi
Takdirmu Pasti Akan Datang”*

*“Jangan Lupa Berdoa, Berusaha, dan Yakinkan Dalam Hati
Apa Yang Menjadi Tujuanmu dan Bagaimana Hal Itu Dapat
Bermanfaat Bagi Orang Banyak”*

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Judul Skripsi : Analisis Variasi Genetik *Cephalopachus bancanus ssp. bancanus* Asal Sumatera Selatan dan Pulau Bangka Berdasarkan Penanda *D-Loop* DNA Mitokondria
Nama Mahasiswa : Nanda Nuraini
NIM : 08041182025011
Fakultas/Jurusan : FMIPA/Biologi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lainnya.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasi atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Indralaya, 20 Mei 2024

Penulis,



Nanda Nuraini
NIM. 08041182025011

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Nanda Nuraini
NIM : 08041182025011
Fakultas/Jurusan : FMIPA/Biologi
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Hak bebas royalti non-eksklusif (*non exclusively royalty-free right*)” atas karya Ilmiah saya yang berjudul:

“Analisis Variasi Genetik *Cephalopachus bancanus ssp. bancanus* Asal Sumatera Selatan dan Pulau Bangka Berdasarkan Penanda *D-Loop* DNA Mitokondria”

Hak bebas royalti non-eksklusif ini, Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 20 Mei 2024

Yang menyatakan,



Nanda Nuraini
NIM. 08041182025011

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahrabill'alamiinn, dengan rahmat Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Penyayang, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Analisis Variasi Genetik *Cephalopachus bancanus ssp. bancanus* Asal Sumatera Selatan dan Pulau Bangka Berdasarkan Penanda *D-Loop* DNA Mitokondria”** sebagai syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains sekaligus pertanggungjawaban akhir penulis sebagai mahasiswa di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik karena adanya kerja keras, tanggung jawab dan tidak terlepas dari doa, serta dukungan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih kepada kedua dosen pembimbing, yaitu Ibu Dra. Muharni, M.Si dan Prof. Dr. rer.nat Indra Yustian, M.Si atas bimbingan, arahan, saran, nasihat, dan kesabarannya selama pelaksanaan penelitian serta penulisan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

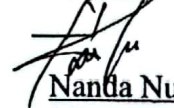
1. Prof. Dr. Taufik Marwa, S.E., M.Si selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
3. Prof. Dr. Arum Setiawan, M.Si selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Dr. Laila Hanum, S.Si., M.Si dan Prof. Dr. Arum Setiawan, M.Si sebagai dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyusunan skripsi.

5. Drs. Endri Junaidi, M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik, dan Seluruh dosen serta staff pengajar Jurusan Biologi, yang telah memberikan banyak ilmu berharga kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Agus Wahyudi, S.Si selaku analis Lab. Genetika dan Bioteknologi Jurusan Biologi yang telah banyak membantu proses penelitian di laboratorium.
7. Winda Indriati, M.Si selaku senior yang telah banyak membantu, membimbing, memberi masukan dalam penelitian dan penyusunan skripsi.
8. Sahabatku Aulia Putri Syafaat, Lala Apriani, Deva Putri Aprillia, Mayang Nurul Setyasa, Dhania Adela Putri, Vani Arianti yang telah banyak membantu dan selalu ada. Rekan seperjuangan 12 Girls (Anita, Bella, Bunga, Chaa, Eti, Nadya, Revina, dan Salwa) yang selalu menghibur apapun yang terjadi. Serta seseorang yang datang pada akhir masa studi ini dengan seluruh kebaikan dan pengorbanannya, berinisial AN.
9. Seluruh rekan Jurusan Biologi 2020, serta seluruh pihak yang telah banyak membantu namun tidak dapat disebutkan satu persatu.

Harapan penulis, semoga skripsi ini dapat menjadi referensi bagi civitas akademik dan Masyarakat umum atau dilakukan penelitian lebih lanjut, sehingga didapatkan data yang lebih lengkap. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat diperlukan untuk kebaikan skripsi ini dimasa mendatang.

Indralaya, Mei 2024

Penulis



Nanda Nuraini

NIM. 08041182025011

**Genetik Variation Analysis of the *Cephalopachus bancanus* ssp. *bancanus*
from South Sumatera and Bangka Island Based On D-Loop Marker**

Mitochondrial DNA

Nanda Nuraini

08041182025011

SUMMARY

Cephalopachus bancanus ssp. *bancanus* of the nocturnal *tarsiidae* family, small body, with large eyes and are known to live in Southern Sumatra, Lampung, and Bangka Island have been declared as protected under Indonesian law No.5/1990 on the conservation of natural resources and their ecosystems, and Government Regulation No.7/1999 on the conservation of plants and animals. Based on data from IUCN redlist (International Union Conservation of Nature), *Cephalopachus bancanus* ssp. *bancanus* has suffered a dramatic decline in its habitat and have a Vulnerable statues, in order to preserve its conservation efforts by analyzing the genetik variations that could represent the *Cephalopachus bancanus* ssp. *bancanus* population of southern Sumatra and Bangka Island. Samples of six individuals from Petaling Bangka, and two individuals from Musi Rawas, South Sumatra of blood, tissue and hair. Genetik analysis is performed in the Genetiks Laboratory And Bioengineering Department Of Biology Faculty of Mathematics And Science At Sriwijaya University, Indralaya. An analysis of genetik variations is based on the d-loop mtDNA marker because it has a high degree of variation so that it can see the difference between individuals. Genetik variations are established by parameters of conserved sites, variable sites, nucleotides variations, and total gap, the haplotype diversity (Hd), the genetik distance and the filogenetik tree. Genetik variation measurement in the haplotype diversity $hd = 1$, with genetik distance $< 2\%$.

Keywords : *Genetik Variation, D-Loop, Cephalopachus bancanus, Bangka, Tarsier.*

Analisis Variasi Genetik *Cephalopachus bancanus* ssp. *bancanus* Asal Sumatera Selatan Dan Pulau Bangka Berdasarkan Penanda *D-LOOP* DNA Mitokondria

Nanda Nuraini
08041182025011
RINGKASAN

Cephalopachus bancanus ssp. *bancanus* dari famili Tarsiidae yang hidup *nocturnal*, bertubuh kecil, bermata besar dan diketahui mendiami wilayah Sumatera Selatan, Lampung dan Pulau Bangka saat ini telah dinyatakan sebagai satwa yang dilindungi berdasarkan Undang-Undang No.5/1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya serta PP No.7/1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan Dan Satwa dengan status *Vulnerable* berdasar data *redlist* IUCN (*International Union for the Conservation of Nature*). *Cephalopachus bancanus* ssp. *bancanus* telah mengalami penurunan yang sangat drastis di habitatnya, untuk menjaga kelestariannya dilakukan upaya konservasi molekuler berupa analisis variasi genetik yang dapat merepresentasikan populasi *Cephalopachus bancanus* ssp. *bancanus* di wilayah Sumatera Selatan dan Pulau Bangka. Sampel yang digunakan sejumlah 6 individu dari Desa Petaling Bangka, dan 2 individu dari Musi Rawas Sumatera Selatan berupa sampel darah, jaringan dan rambut. Analisis genetik dilakukan di Laboratorium Genetika dan Bioteknologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya, Indralaya. Analisis variasi genetik dilakukan berdasarkan marka penanda *D-Loop* mtDNA karena memiliki tingkat variasi tinggi sehingga dapat melihat perbedaan setiap individu. Variasi genetik dinyatakan dengan parameter *Conserved sites*, dan *variable sites*, variasi nukleotida, serta total *gap*, *haplotype diversity* (H_d), jarak genetik dan pohon filogenetik. Pengukuran variasi genetik dalam *haplotype diversity* $H_d = 1$, dengan jarak genetik $< 2\%$.

Kata Kunci : *Variasi Genetik, D-Loop, Cephalopachus bancanus, Bangka, Tarsius.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.
SUMMARY	ix
RINGKASAN	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1. Evolusi <i>Cephalopachus</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2. Morfologi <i>Cephalopachus bancanus</i> ssp. <i>bancanus</i> .	Error! Bookmark not defined.
2.3. Analisis Genetik	Error! Bookmark not defined.
2.4. PCR (<i>Polimerase Chain Reaction</i>).....	Error! Bookmark not defined.
2.5. Penanda Mitokondria DNA	Error! Bookmark not defined.
2.6. Penanda mtDNA D-loop	Error! Bookmark not defined.
2.7. Analisis Variasi Genetik.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1. Waktu dan Tempat	Error! Bookmark not defined.
3.2. Alat dan Bahan	Error! Bookmark not defined.
3.3. Cara Kerja.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1. Hasil Ekstraksi DNA	Error! Bookmark not defined.

4.2. Produk <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR)	Error! Bookmark not defined.
4.3. Urutan Pasang Basa.....	Error! Bookmark not defined.
4.4. Homologi <i>Search</i> BLAST NCBI	Error! Bookmark not defined.
4.5. Hasil Alignment	Error! Bookmark not defined.
4.6. Analisis <i>Haplotype Diversity</i>	Error! Bookmark not defined.
4.7. Jarak Genetik.....	Error! Bookmark not defined.
4.8. Analisis Filogenetik.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	Error! Bookmark not defined.
5.1. Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2. Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Sampel <i>Cephalopachus bancanus</i> ssp. <i>bancanus</i>	19
Tabel 3.2. Primer <i>Forward</i> dan <i>Reverse</i>	23
Tabel 3.3. Protokol Produk PCR (<i>Polymerase Chain Reaction</i>).....	23
Tabel 4.1. Kemurnian dan Konsentrasi Hasil Ekstraksi DNA.....	27
Tabel 4.2. Total Pasang Basa Sampel <i>Cephalopachus bancanus</i> ssp. <i>bancanus</i> ...	31
Tabel 4.4.1. Persentase Homologi <i>Search</i> BLAST NCBI dengan Sampel <i>Cephalopachus bancanus</i> ssp. <i>bancanus</i> individu 2 (C2).....	33
Tabel 4.4.2. Persentase Homologi <i>Search</i> BLAST NCBI dengan Sampel <i>Cephalopachus bancanus</i> ssp. <i>bancanus</i> individu 3 (C3).....	33
Tabel 4.4.3. Persentase Homologi <i>Search</i> BLAST NCBI dengan Sampel <i>Cephalopachus bancanus</i> ssp. <i>bancanus</i> individu 4 (C4).....	34
Tabel 4.4.4. Persentase Homologi <i>Search</i> BLAST NCBI dengan Sampel <i>Cephalopachus bancanus</i> ssp. <i>bancanus</i> individu 5 (C5).....	34
Tabel 4.4.5. Persentase Homologi <i>Search</i> BLAST NCBI dengan Sampel <i>Cephalopachus bancanus</i> ssp. <i>bancanus</i> individu 7 (C7).....	35
Tabel 4.4.6. Persentase Homologi <i>Search</i> BLAST NCBI dengan Sampel <i>Cephalopachus bancanus</i> ssp. <i>bancanus</i> individu 8 (C8).....	35
Tabel 4.5. Variasi Basa Nukleotida dan Total <i>Gap</i>	39
Tabel 4.6. Keragaman <i>Haplotype</i> sekuens <i>Cephalopachus bancanus</i> ssp. <i>bancanus</i>	41
Tabel 4.7. Jarak Genetik Sampel <i>Cephalopachus bancanus</i> ssp. <i>bancanus</i> beserta <i>outgrup</i>	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peta Distribusi Genus dan Spesies Tarsiidae.....	7
Gambar 2.2. <i>Cephalopachus bancanus</i>	8
Gambar 2.3. Peta DNA Mitokondria Tarsius.....	12
Gambar 2.4. Skema Genom Daerah <i>D-loop</i> Mamalia.....	15
Gambar 4.1. Visualisasi produk PCR <i>Cephalopachus bancanus</i> ssp. <i>bancanus</i> ...	29
Gambar 4.2. Mutasi <i>D-Loop</i> mitokondria sampel <i>Cephalopachus bancanus</i> ssp. <i>bancanus</i>	38
Gambar 4.3. Pohon Filogenetik Enam Sampel <i>Cephalopachus bancanus</i> ssp. <i>bancanus</i> dengan <i>outgrup</i>	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Negara Indonesia memiliki kekayaan keanekaragaman hayati yang dipengaruhi oleh topografi meliputi hutan dataran rendah, kawasan pesisir dan laut, rawa-rawa, gua, daerah kering hingga puncak gunung es di Jaya Wijaya (Papua). Keadaan alam, perbedaan iklim, serta isolasi geografis yang ada di Indonesia juga menjadi penyebab banyaknya jenis flora dan fauna. Keanekaragaman hayati yang tinggi memiliki resiko terjadinya kepunahan yang tinggi pula, salah satu jenis primata endemik Indonesia yaitu *Cephalopachus bancanus* di daerah Sumatera Selatan (Shekelle dan Yustian, 2020).

Cephalopachus termasuk kedalam famili Tarsiidae dan tergolong primata berambut dengan ukuran tubuh yang kecil, aktif di malam hari (*nocturnal*), dan termasuk hewan karnivora yang memakan serangga seperti belalang dan/atau hewan kecil lainnya (Neri-Arboleda *et al.*, 2002). Ukuran mata *Cephalopachus* relatif besar jika dibanding ukuran tubuhnya dan tergolong mamalia dengan mata terbesar, hal tersebut berkorelasi dengan perilaku nokturnalnya. *Cephalopachus* dapat ditemukan pada beberapa tipe habitat seperti hutan primer, sekunder, mangrove, dan juga hutan dataran tinggi. *Cephalopachus* yang mendiami rentang geografis berbeda menunjukkan perbedaan warna bulu, ukuran mata, gigi, proporsi tungkai, dan panjang rambut ekor (Groves dan Shekelle, 2010).

Spesies dari famili *Tarsiidae* yang telah teridentifikasi hingga tahun 2019 sebanyak 14 jumlah spesies (Shekelle *et al.*, 2019). Keempat belas spesies dari famili *Tarsiidae* yang ditemukan terbagi kedalam tiga genus, diantaranya *Cephalopachus* di Dataran Sunda, *Tarsius* di kawasan Sulawesi dan sekitarnya, serta genus *Carlito* di Dataran Mindanao (Groves dan Shekelle, 2010). Genus *Cephalopachus* hanya memiliki satu spesies yaitu *Cephalopachus bancanus* dan terbagi menjadi empat subspecies diantaranya *Cephalopachus bancanus* ssp. *saltator* di Pulau Belitung, ssp. *borneanus* yang mendiami Kalimantan, ssp. *natunensis* berada di Kepulauan Natuna, serta ssp. *bancanus* di wilayah Sumatera Selatan, Lampung dan Pulau Bangka (Shekelle dan Yustian, 2020).

Perbedaan karakter baik morfologi maupun tingkat molekular dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor lingkungan (eksternal) seperti kondisi habitat, makanannya dan pewarisan genetik (internal) (Sumarto dan Koneri, 2016). Variasi genetik sangat mempengaruhi kelangsungan hidup makhluk hidup, dan pemberdayaan biologi konservasi yang bertujuan untuk mencegah adanya kepunahan suatu spesies, terutama hewan endemik (Supriatna, 2018). Informasi mengenai variasi genetik juga dapat digunakan sebagai penentu kekerabatan spesies, karena kemiripan morfologi belum bisa memastikan bahwa beberapa individu tergolong kedalam satu spesies (Widayanti dan Solihin, 2007).

Spesies *Cephalopachus bancanus* telah mengalami penurunan populasi dari habitat alaminya, dan telah dinyatakan sebagai satwa yang dilindungi berdasarkan Peraturan Pemerintah No.7 Tahun 1999 serta Undang-Undang No.5 Tahun 1990

dimana statusnya *Vulnerable* berdasar data *redlist* IUCN (*International Union for Conservation Nature and Natural Resources*) (Shekelle dan Yustian, 2020).

Pola dan proses evolusi molekuler secara kritis mempengaruhi kesimpulan dalam filogeni dan filogeografi. Penanda molekuler berfungsi untuk mengkode daerah yang dibutuhkan agar dapat teramplifikasi dan terbaca saat analisis molekuler. Penanda DNA-mitokondria menjadi penanda yang paling sering digunakan, karena penanda DNA-mitokondria dapat memunculkan karakteristik yang diturunkan oleh ibu (maternal) (Yudianto, 2020). Penanda *D-loop* (*Displacement loop*) sangat sering digunakan untuk mengetahui hubungan kekerabatan antar spesies (Pagala, 2020). DNA mitokondria memiliki kelebihan, memiliki kecepatan evolusi yang relatif tinggi karena laju mutasi yang lebih tinggi, dan ukurannya relatif kecil (Baktir *et al.*, 2023).

Molekul mitokondria DNA (mtDNA) terdapat suatu daerah *non-coding* dan memiliki laju mutasi yang tinggi dan dinamakan daerah *D-loop* atau *displacement loop*. *D-loop* mtDNA dapat disebut juga dengan *control region* yang terdiri atas 3 lokasi yaitu lokasi pertama bersifat variatif dan berada disebelah tRNA^{pro}, lokasi kedua (*center*) bersifat kekal atau selalu diturunkan dan lokasi tiga bersifat variatif. Analisis variasi urutan basa nukleotida daerah *D-loop* dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan hubungan kekerabatan antar individu baik hewan, tumbuhan, mikroba, maupun manusia secara maternal (Sbisa *et al.*, 1997).

Informasi terakhir mengenai perbedaan genetik pada tingkat subspecies *Cephalopachus bancanus* belum ada kesimpulan tegas Sumatera Selatan dan Pulau Bangka. Isolasi geografis yang memisahkan Pulau Bangka dengan daratan

besar Sumatera dapat menjadi penyebab utama perbedaan subspecies makhluk hidup, meskipun demikian, saat ini, *Cephalopachus bancanus* yang ditemukan di Pulau Bangka dan Sumatera Selatan diyakini sebagai satu subspecies yaitu *Cephalopachus bancanus ssp. bancanus* (Shekelle dan Yustian, 2021).

Informasi mengenai keragaman genetik infra-spesifik tingkat subspecies menjadi dasar, sehingga penting untuk dilakukan analisis variasi genetik *Cephalopachus bancanus ssp. bancanus*. Oleh sebab itu, dilakukan penelitian terkait genetika molekuler berupa perubahan urutan basa nukleotida, total gap, jarak genetik, pohon filogenetik dan *haplotype diversity* pada *Cephalopachus bancanus ssp. bancanus* Sumatera Selatan dan Pulau Bangka menggunakan penanda *D-loop*.

Penanda *D-loop* dapat digunakan untuk mengetahui variasi genetik dari beberapa individu *Cephalopachus bancanus ssp. bancanus* yang ditemukan di wilayah Sumatera Selatan dan Pulau Bangka dan diharapkan hasil *sequencing* menggunakan penanda *D-loop* akan didapatkan kesimpulan tegas yang terpercaya berupa variasi genetik pada *Cephalopachus bancanus* yang ditemukan di Pulau Bangka dan di daerah sekitar Sumatera Selatan (Kecamatan Padang Bindu, OKU dan Kec. Selangit, Musi Rawas) informasi variasi genetik selanjutnya dapat digunakan untuk strategi konservasi, dan pelestarian *Cephalopachus bancanus* sebagai salah satu primata endemik di Indonesia (Andayani, 2021).

1.2. Rumusan Masalah

Indonesia memiliki salah satu primata endemik yaitu *Cephalopachus bancanus* yang saat ini telah berstatus *Vulnerable*, sehingga sedang diupayakan

upaya konservasi secara molekuler dengan mengetahui variasi genetik *Cephalopachus bancanus* ssp. *bancanus* untuk menjaga kelestariannya. Informasi mengenai keragaman genetik infra-spesifik tingkat subspecies menjadi dasar, sehingga penting untuk dilakukan analisis variasi genetik *Cephalopachus bancanus* ssp. *bancanus*. Metode genetika molekuler yang sering digunakan untuk mengetahui hubungan variasi genetik adalah menggunakan penanda mtDNA *D-loop* dengan *output* berupa perbandingan urutan basa nukleotida, total *gap*, jarak genetik, pohon filogenetik dan *haplotype diversity*. Bagaimana variasi genetik pada *Cephalopachus bancanus* ssp. *bancanus* di wilayah Sumatera Selatan dan *Cephalopachus bancanus* ssp. *bancanus* dari Pulau Bangka berdasarkan gen penanda *D-Loop*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan analisis variasi genetik antara *Cephalopachus bancanus* ssp. *bancanus* Pulau Bangka dan *Cephalopachus bancanus* ssp. *bancanus* Sumatera Selatan berdasarkan gen penanda *D-Loop*.

1.4. Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini berupa didapatkannya informasi terpercaya dan data ilmiah berupa perubahan urutan basa nukleotida, jarak genetik, dan *haplotype diversity* sebagai analisis variasi genetik *Cephalopachus bancanus* ssp. *bancanus* Pulau Bangka dan *Cephalopachus bancanus* ssp. *bancanus* Sumatera Selatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, N. 2021. Strategi Genetika Konservasi dalam Melindungi Keanekaragaman Hayati di Indonesia. Dalam: Jatna Supriatna (ed). 2021. *Metode dan Kajian Konservasi Biodiversitas Indonesia*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia. Jakarta : 329-336.
- Anggreni, L. D., Dewi, N. M. R. K., Dewi, N. P. S. dan Mahardika, I. G. N. K. (2020). Efisiensi Penggunaan Enzim *Taq Polymerase* pada Pengujian *Polymerase Chain Reaction*. *Buletin Veteriner Udayana*. 15(5): 772-779.
- Aprilyanto, V. dan Sembiring, L. (2016). *Filogenetik molekuler*. Yogyakarta: Innosain.
- Baaka, A. dan Widayanti, R. (2013). Kajian Deoxyribonucleic Acid (DNA) Barcode Pada Spesies *Tarsius bancanus*, *Tarsius spectrum*, Dan *Tarsius diana* Dengan Menggunakan Gen *Cytochrome Oxidase Sub-Unit I* (COX1). *Jurnal Kedokteran Hewan-Indonesian Journal of Veterinary Sciences*. 7(2) : 13-24.
- Bagasta, A. R. (2022). *Variasi Genetik dengan Penanda Gen *cyt b* pada Javan Gibbon (*Hylobates Moloch*) di Hutan Dataran Rendah dan Implikasi untuk Konservasi* (Doctoral dissertation Abstract, Teknik Geologi UNS (Sebelas Maret University)).
- Bain, S. A., Barker, D. dan Attwood, T. K. (2020). Bioinformatics: food detective—a practical guide. *F1000 Research*. (9).
- Baktir, A., Puspaningsih, N. N. T., Sumarsih, S., Hadi, S., Rohman, A. dan Khairunnisa, F. (2023). *Buku Ajar Gen, Mekanisme Ekspresi, dan Regulasinya*. Airlangga University Press : Semarang.
- Baxevanis, A. D., Bader, G. D. dan Wishart, D. S. (2020). *Bioinformatics*. John Wiley dan Sons.
- Bergstrom, D. E. (2001). *Haplotype*. In S Brenner dan J. H. Miller (Eds). *Encyclopedia of Genetiks*. (911-912).

- Cephalopachus bancanus* subsp. *bancanus* (Horsfield, 1821) in National Museum of Natural History, Smithsonian Institution (2023). Integrated Taxonomic Information System (ITIS). Checklist dataset <https://doi.org/10.5066/f7kh0kbbk> accessed via GBIF.org on 2023-09-17.
- Chang, J. M., Evan, W. F. and Javier, H. (2021). Incorporating alignment uncertainty into Felsenstein's phylogenetic bootstrap to improve its reliability. *Bioinformatics*. 37(11): 1506-1514.
- Dharmayanti, I. (2011). Filogenetik Molekuler Metode Taksonomi Organisme Berdasarkan Evolusi. *Waetozoa*. 21 (1) : 1-10.
- Fatchiyah, E. L. A., Widyarti, S. dan Rahayu, S. (2011). Biologi molekuler: Prinsip dasar analisis. (No Title). Dalam Pratiwi, P. R. (2023). Variasi Genetik Berdasarkan Marka Penanda RAPD (*Random Amplified Polimorphism DNA*) Pada Tarsius (*Cephalopachus bancanus*) Asal Sumatera Selatan Dan Pulau Bangka. *Repositori UNSRI*.
- Fitria, L., Illiy, L. L. dan Dewi, I. R. (2017). Pengaruh antikoagulan dan waktu penyimpanan terhadap profil hematologis tikus (*Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769) galur wistar. *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*. 33(1): 22-30.
- Green, M. R. dan Sambrook, J. (2019). Polymerase chain reaction. *Cold Spring Harbor Protocols*. 2019(6): pdb-top095109.
- Griffiths, A. J. F., J. H. Miller., R. C. Lewontin. dan W. M. Gelbart. (2000). *An Introduction to Genetik Analysis, 7th Edition*. W. H. Freeman : New York.
- Groves C. (2001). *Primate taxonomy*. London: Smithsonian Inst Pr. Dalam Widayanti, R. dan Solihin, D. D. (2007). Kajian penanda genetik *Tarsius bancanus* dan *Tarsius spectrum* dengan sekuen D-Loop parsial DNA mitokondria. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*. 170-176.
- Groves, C. dan Shekelle, M. (2010). Genera dan Spesies of Tarsiidae. *International Journal of Primatology*. 31 (6) : 1071-1082.
- Hafy, Z., Larasati, V., Puspita, R. S., Novizar, S., Haekal, M., Rafdi, A. dan Sentani, R. (2018). Hubungan Lama Penyimpanan Sampel Arsip Jaringan

dalam Blok Parafin Terfiksasi Formalin dengan Kualitas Hasil Ekstraksi DNA Mitokondria Jaringan. *Sriwijaya Journal of Medicine*. 1(3): 158-163.

Hariani, N. (2022). *Peran Genetika Molekuler dalam Perspektif Konservasi Keanekaragaman Hayati*. Penerbit NEM.

Harrison, I., M. Lavery, dan E. Sterling. (2004). *Genetik Diversity*. Connexions module: m12158.

Hasibuan, F. E. B., Mantiri, F. R. dan Rumende, R. R. (2017). Kajian variasi sekunes intraspesies dan filogenetik monyet hitam sulawesi (*Macaca nigra*) dengan menggunakan gen COI. *Jurnal Ilmiah Sains*. 59-67.

Hoong, L.L. dan K.C. Lex. (2005). Genetik polymorphisms in mitochondrial DNA hypervariable regions I, II dan III of the Malaysian population. *Asia Pacific Journal of Molecular Biology dan Biotechnology*. 13(2): 79-85.

Iborra, F. J., Kimura, H. dan Cook, P. R. (2004). The functional organization of mitochondrial genomes in human cells. *BMC biology*. (2): 1-14.

Indrawan, M., Primack, R. B. dan Supriatna, J. (2007). *Biologi Konservasi: Edisi Revisi*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.

Kapli, P., Yang, Z. dan Telford, M. J. (2020). Phylogenetik Tree Building in the Genomic Age. *Nature Reviews Genetiks*. 21(7) : 428-444.

Karmana, I. W. (2009). Kajian evolusi berbasis urutan nukleotida. *GaneÇ Swara*. 3(3): 75-81.

Kumar, S., Tamura, K., Jakobsen, I.B. and Nei, M. 2001. Molecular evolutionary genetiks analysis version 2.0. Pennsylvania State Univ. Inst of Molecular Evolutionary genetiks.

Merker, S., Thomas, S., Völker, E., Perwitasari-Farajallah, D., Feldmeyer, B., Streit, B. and Pfenninger, M. (2014). Control region length dynamics potentially drives amino acid evolution in tarsier mitochondrial genomes. *Journal of molecular evolution*, 79, 40-51.

- Mubarok, H. dan Sandika, B. (2023). Kajian Sistematika Kelelawar Pemakan Buah (Chiroptera: Pteropodidae) Di Pulau Jawa: Filogenetik Dan Kariotipe. *Zoo Indonesia*. 32(1).
- Mudaningrat, A., Umaya, F., Syahriza, F. A. A., Anggraito, Y. U. and Setiati, N. (2023). Literature Review: Aplikasi Penanda Molekuler untuk Analisis Keanekaragaman Genetik Hewan. *BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan*, 10(1), 11-25.
- Nei, M. (1987). *Molecular Evolutionary Genetiks*. New York: Columbia University Press.
- Neri-Arboleda, I., Stott, P. dan Arboleda, N. P. (2002). Home ranges, spatial movements and habitat associations of the Philippine tarsier (*Tarsius syrichta*) in Corella, Bohol. *Journal of Zoology*. 257(3): 387-402.
- Nestor, B. J., Bayer, P. E., Fernandez, C. G. T., Edwards, D. and Finnegan, P. M. (2023). Approaches to increase the validity of gene *family* identification using manual homology search tools. *Genetika*. 151(6), 325-338.
- Nicholls, T.J. dan Minczuk, M. (2014). In D-loop: 40years of mitochondrial 7S DNA. *Experimental Gerontology*, 56, 175-181.
- Pagala, M. A. (2020). *Teknologi Biomarka Molekuler*. Universitas Halu Oleo Press : Kendari.
- Pearson, W.R. (2014). BLAST and FASTA Similarity Searching for Multiple Sequence Alignment. In: Russell, D. (eds) Multiple Sequence Alignment Methods. *Methods in Molecular Biology*. vol 1079. Humana Press, Totowa, NJ.
- Pratiwi, E. dan Widodo, L. I. (2020). Kuantifikasi Hasil Ekstraksi Gen Sebagai Faktor Kritis Untuk Keberhasilan Pemeriksaan RT PCR. *Indonesian Journal for Health Sciences*. 4(1): 1-9.
- Pratiwi, P. R. (2023). Variasi Genetik Berdasarkan Marka Penanda RAPD (*Random Amplified Polimorphism DNA*) Pada Tarsius (*Cephalopachus bancanus*) Asal Sumatera Selatan Dan Pulau Bangka. *Repositori UNSRI. Biologi. Universitas Sriwijaya*

- Roos, C., Boonratana, R., Supriatna, J., Fellowes, J.R., Groves, C.P., Nash, S.D., Rylands, A.B. and Mittermeier, R.A., (2014). An updated taxonomy and conservation status review of Asian primates. *Asian Primates Journal*.
- Ross, C. (2000). Into the Light: The Origin of Anthroidea. *Annual Review of Anthropology*, 29: 147-194. Accessed 3 June 2023 at www.jstor.org/stable/223419.
- Samal, K. C., Sahoo, J. P., Behera, L. dan Dash, T. (2021). Understanding the BLAST (*Basic Local Alignment Search Tool*) Program and a step-by-step guide for its use in life science research. *Quarterly Research Journal of Plant dan Animal Sciences/Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika*. 36(1).
- Sambrook, J., dan D. W. Russell. (2001). *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. New York, USA: Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Sambrook, J., Fritsch, E.F. dan Maniatis, T. (1989). *Molecular cloning A Laboratory manual*. Cold Spring Harbour Laboratory Pr. New York.
- Sasmito, D. E. K., Kurniawan, R., dan Muhimmah, I. (2014). Karakteristik primer pada Polymerase Chain Reaction (PCR) untuk sekuensing DNA: mini review. In *Seminar Nasional Informatika Medis (SNIMed)* : 93-102).
- Savira, H. (2019). Identifikasi Spesies Tarsius dengan Teknik Analisis Marka Molekuler Mitokondria DNA (MtDNA) Secara Non-invasif. *Skripsi. Institute Pertanian Bogor*
- Sbisà, E., Tanzariello, F., Reyes, A., Pesole, G., dan Saccone, C. (1997). Mammalian mitochondrial D-loop region structural analysis: identification of new conserved sequences and their functional and evolutionary implications. *Gene*: 205(1-2), 125-140.
- Schmitz, J., Noll, A., Raabe, C. A., Churakov, G., Voss, R., Kiefmann, M. dan Warren, W. C. (2016). Genome sequence of the basal haplorrhine primate *Tarsius syrichta* reveals unusual insertions. *Nature Communication*. 7(1):12997.
- Shekelle, M. dan Leksono S.M. (2004). Strategi Konservasi di Pulau Sulawesi dengan Menggunakan Tarsius Sebagai Flagship Species. *Biota*. 9:1-10.

- Shekelle, M. dan Yustian, I. (2020). *Cephalopachus bancanus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2020: e.T21488A17976989. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T21488A17976989.en>. Accessed on 02 June 2023.
- Shekelle, M. dan Yustian, I. (2021). *Cephalopachus bancanus* ssp. *bancanus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021: e.T39762A17992163. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T39762A17992163.en>. Accessed on 03 June 2023.
- Shekelle, M., Groves, C., Maryanto, I., Mittermeier, R., Salim, A. dan Springer, M. (2019). A new tarsier species from the Togean Islands of Central Sulawesi, Indonesia, with reference to Wallacea and Conservation on Sulawesi. *Primate Conservation*. 33: 9-17.
- Shekelle, M., Groves, C., Merker, S. dan Supriatna, J. (2008). *Tarsius tumpara*: a new tarsier species from Siau Island, North Sulawesi. *Primate Conservation*. 23(1): 55-64.
- Sumarto, S. dan Koneri, R. (2016). *Ekologi Hewan*. UNSRAT Word Press: Manado.
- Supriatna, J. (2018). *Konservasi Biodiversitas: Teori dan Praktik di Indonesia*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Tamura K, Peterson D, Peterson N, Stecher G, Nei M, Kumar S. (2011). MEGA5: Molecular Evolutionary Genetiks Analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Mol Biol* 28: 2731-2739.
- Tucker, C. M., Cadotte, M. W., Carvalho, S. B., Davies, T. J., Ferrier, S., Fritz, S. A., & Mazel, F. (2017). A guide to phylogenetic metrics for conservation, community ecology and macroecology. *Biological Reviews*, 92(2), 698-715.
- Ummiah, A. L. (2022). *Analisis Struktur Fosil Vertebrata Dan Kehidupan Purba Di Situs Sangiran Provinsi Jawa Tengah* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).

- Welman, S., A. Tuen. dan B. Lovegrove. (2017). Searching for the Haplorrhine Heterotherm: Field and Laboratory Data of Free-Ranging Tarsiers. *Frontiers in Physiology*. 8(745): 1-13.
- Widayanti, R. dan Solihin, D. D. (2007). Kajian penanda genetik *Tarsius bancanus* dan *Tarsius spectrum* dengan sekuen D-Loop parsial DNA mitokondria. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*. 170-176.
- Widayanti, R. dan Susmiati, T. (2012). Studi keragaman genetik *Tarsius* sp. asal kalimantan, sumatera, dan sulawesi berdasarkan sekuen gen NADH dehidrogenase sub-unit 4L (ND4L). *Jurnal Kedokteran Hewan-Indonesian Journal of Veterinary Sciences*. 6(2).
- Wiesemuller, B. dan R. Hartmut. (1999). New World Monkeys — A Phylogenetic Study. *Zeitschrift Für Morphologie Und Anthropologie*, 82: 115-157. Accessed June 03, 2023 at www.jstor.org/stable/25757548.
- Wirdateti, W. dan Kuswandi, P. C. (2015). *Penanda Genetik Tarsius (Tarsius spp.) Dengan Menggunakan Gen Cytochrome Oxidase I (COI) DNA Mitokondria (mtDNA) Melalui Metode Sekuensing*. Indonesian Institute of Sciences.
- Yudianto, A. (2020). *Cell Free Fethal DNA Metode Non Invasive Dalam Pemeriksaan Identifikasi*. Scopindo Media Pustaka.
- Yuliana, A. dan Fathurohman, M. (2020). *Teori Dasar dan Implementasi Perkembangan Biologi Sel dan Molekuler*. Jakad Media Publishing.
- Zein, M. S. A. dan Prawiradilaga, D. M. (2013). *DNA barcode fauna Indonesia*. Prenada Media.
- Zein, M. S. A. dan Sulandari, S. (2008). Keragaman genetik Ayam Lombok berdasarkan sekuen D-loop DNA mitokondria. *Indo. J. Anim. Vet. Sci*. 13 : 307-314.
- Zhao, H., Pfeiffer, R., dan Gail, M. H. (2003). Haplotype analysis in population genetics and association studies. *Pharmacogenomics*, 4(2), 171-178.
- Zhao, K., Li, X., Zhang, M., Tong, F., Chen, H., Wang, X. dan Wang, Y. (2022). microRNA-181a Promotes Mitochondrial Dysfunction and Inflammatory

Reaction in a Rat Model of Intensive Care Unit-Acquired Weakness by Inhibiting IGFBP5 Expression. *Journal of Neuropathology dan Experimental Neurology*. 81(7): 553-564.