

**FREKUENSI KROMOSOM AKROSENTRIK  
ASOSIASI DAN INDEKS MITOSIS PADA LIMFOSIT  
PENDUDUK DUSUN TANDE-TANDE, MAMUJU  
SEBAGAI DAERAH RADIASI ALAM TINGGI DI  
INDONESIA**

**Skripsi**

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Sains**



**Audila Maharani Yunika**




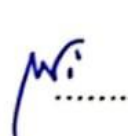



**1308619011**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

### FREKUENSI KROMOSOM AKROSENTRIK ASOSIASI DAN INDEKS MITOSIS PADA LIMFOSIT PENDUDUK DUSUN TANDE-TANDE, MAMUJU SEBAGAI DAERAH RADIASI ALAM TINGGI DI INDONESIA

Nama : Audila Maharani Yunika  
Nomor Registrasi : 1308619011

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
<b>Penanggung Jawab</b>			
Dekan	: <u>Prof. Dr. Muktiningsih N., M.Si.</u> NIP. 196405111989032001		28 / 08 2023
<b>Wakil Penanggung Jawab</b>			
Wakil Dekan I	: <u>Dr. Esmar Budi, S.Si., M.T.</u> NIP. 197207281999031002		25 / 08 2023
Ketua	: <u>Dr. Adisyahputra, M.S.</u> NIP. 196011111987031003		23 / 08 2023
Sekretaris/ Penguji I	: <u>Dr. Rusdi, M.Biomed.</u> NIP.196509171992031001		23 / 08 2023
<b>Anggota</b>			
Pembimbing I	: <u>Dr. Yulia Irmidayanti, M.Si.</u> NIP.196507232001122001		23 / 08 2023
Pembimbing II	: <u>Prof. Dr. Mukh Syaifudin</u> NIP.196506011989011001		22 / 08 2023
Penguji II	: <u>Rizky Priambodo, M.Si.</u> NIP.198912232019031014		22 / 08 2023

Dinyatakan lulus ujian skripsi pada tanggal 04 Agustus 2023

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Negeri Jakarta (UNJ),

Nama : Audila Maharani Yunika  
Nomor Induk Mahasiswa : 1308619011  
Program Studi : S1 Biologi

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“Frekuensi Kromosom Akrosentrik Asosiasi dan Indeks Mitosis pada Limfosit Penduduk Dusun Tande-Tande, Mamuju sebagai Daerah Radiasi Alam Tinggi di Indonesia”** yang disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dari Program Studi Biologi, FMIPA, UNJ adalah:

1. Karya ilmiah saya dengan arahan dari dosen pembimbing,
2. Belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di perguruan tinggi,
3. Bukan merupakan hasil penggandaan skripsi yang pernah dibuat oleh orang lain dan bukan terjemahan karya tulis orang lain.

Sumber informasi yang diperoleh dari penulis lain yang telah dipublikasikan sebelumnya dan dirujuk dalam teks skripsi ini telah dicantumkan dalam daftar pustaka sesuai dengan aturan penulisan ilmiah. Jika dikemudian hari ditemukan sebagian besar skripsi ini bukan hasil karya saya sendiri, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar sarjana saya serta sanksi lainnya berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Jakarta, 27 Juli 2023



Audila Maharani Yunika





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://lib.unj.ac.id)

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Audila Maharani Yunika  
NIM : 1308619011  
Fakultas/Prodi : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Biologi  
Alamat email : [audilamaharani20@gmail.com](mailto:audilamaharani20@gmail.com)

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi     Tesis     Disertasi     Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Frekuensi Kromosom Akrosentrik Asosiasi dan Indeks Mitosis pada Limfosit Penduduk Dusun Tande-Tande, Mamuju sebagai Daerah Radiasi Alam Tinggi di Indonesia

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 22 Agustus 2023

Penulis

(Audila Maharani Yunika)

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

*Alhamdulillah* kepada Allah SWT. Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir atau skripsi yang berjudul “Frekuensi Kromosom Akrosentrik Asosiasi dan Indeks Mitosis pada Limfosit Penduduk Dusun Tandem-Tandem, Mamuju sebagai Daerah Radiasi Alam Tinggi di Indonesia”. Tidak lupa pula shalawat dan salam senantiasa tercurahkan bagi Nabi Muhammad SAW, keluarga, dan sahabatnya yang telah membawa manusia dari zaman kegelapan menuju zaman terang benderang. Dengan tersusunnya skripsi ini, *Alhamdulillah* penulis dapat memenuhi persyaratan dalam mendapatkan gelar sarjana di Program Studi Biologi, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam menyusun skripsi ini, penulis telah mendapatkan berbagai bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, izinkan penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala, atas nikmat kelancaran dan kemudahan yang telah diberikan;
2. Orangtua dan para Kakak, yang telah memberikan dukungan materiil dan moril;
3. Dr. Yulia Iridayanti, M.Si. dan Prof. Dr. Mukh Syaifudin selaku dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2 yang selalu memberikan kritik dan saran kepada penulis dalam proses penyusunan skripsi ini;
4. Dr. Rusdi, M.Biomed. dan Rizky Priambodo, M.Si. selaku dosen penguji 1 dan penguji 2 yang juga banyak memberikan kritik, saran, dan masukan yang sangat membangun pada skripsi ini;
5. Sofiati Purnami, S.ST. dan Dwi Ramadhani, M.Si.Med. sebagai staff peneliti PRTKMMN-BRIN yang telah memberikan arahan dan bantuan teknis selama pengamatan/ pengambilan data skripsi ini; serta
6. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu, namun telah memberikan doa dan dukungan.

Penulis menyadari bahwa skripsi yang telah disusun ini masih memiliki berbagai kekurangan karena keterbatasan ilmu dan kemampuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun senantiasa penulis harapkan demi penyempurnaan skripsi ini agar kelak bermanfaat bagi para pembaca.

Jakarta, 27 Juli 2023



Audila Maharani Yunika



## ABSTRAK

**AUDILA MAHARANI YUNIKA.** Frekuensi Kromosom Akrosentrik Asosiasi dan Indeks Mitosis pada Limfosit Penduduk Dusun Tande-Tande, Mamuju sebagai Daerah Radiasi Alam Tinggi di Indonesia. Skripsi, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Juli 2023.

Seluruh wilayah di bumi memiliki radioaktivitas alami, namun tingkat radioaktivitas alam di setiap wilayah dapat berbeda. Di Indonesia, terdapat salah satu wilayah yang memiliki radiasi alam tinggi atau *high-level natural radiation areas* (HLNRA), yaitu Dusun Tande-Tande, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat. Penduduk Dusun Tande-Tande telah terpapar radiasi alam yang melebihi batas dosis normal. Paparan radiasi alam dapat menimbulkan efek biologis seperti kerusakan kromosom dan perlambatan dalam proses pembelahan sel atau mitosis. Untuk menilai adanya efek biologis dari paparan radiasi alam tersebut, dilakukan penilaian terhadap *biomarker* sitogenetik berupa *acrocentric chromosome associations* (ACA) dan *mitotic index* (MI) yang diamati pada sampel darah perifer dari 30 penduduk Dusun Tande-Tande (kelompok HLNRA) dan 30 penduduk Desa Kabubu, Kecamatan Topoyo (kelompok kontrol). Sampel darah tersebut kemudian dikultur selama 48 jam untuk kemudian dibuat preparat kromosomnya. Preparat tersebut lalu diamati di bawah mikroskop untuk dihitung frekuensi ACA-nya dan akan dinilai MI-nya. Hasil menunjukkan bahwa frekuensi ACA kelompok HLNRA memiliki nilai yang lebih tinggi ( $63,43 \pm 3,06$ ) dibandingkan kelompok kontrol ( $48,87 \pm 2,17$ ) dengan perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ). Kemudian, berdasarkan parameter *automatic* MI dan *manual* MI yang diamati, kedua parameter menunjukkan bahwa MI pada kelompok HLNRA ( $32,86 \pm 1,58$  &  $12,45 \pm 0,53$ ) lebih tinggi secara signifikan ( $p < 0,05$ ) dibandingkan kelompok kontrol ( $23,04 \pm 1,17$  &  $10,42 \pm 0,38$ ). Sehingga, dapat disimpulkan bahwa frekuensi ACA dan MI pada penduduk HLNRA lebih tinggi secara signifikan dibandingkan daerah kontrol.

**Kata kunci:** aberasi kromosom, indeks proliferasi, kromosom satelit, sel metafase, sitogenetik



## ABSTRACT

**AUDILA MAHARANI YUNIKA.** Acrocentric Chromosome Associations and Mitotic Index Frequencies of Inhabitant Lymphocytes in Dusun Tande-Tande, Mamuju as a High-Level Natural Radiation Areas in Indonesia. Mini Thesis, Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Jakarta. July 2023.

All areas of the earth have natural radioactivity, but the level of natural radioactivity in each region can be different. In Indonesia, there is one area that has high-level natural radiation areas (HLNRA), namely Tande-Tande Hamlet, Mamuju Regency, West Sulawesi. Residents of Tande-Tande Hamlet have been exposed to natural radiation that exceeds the normal dose limit. Exposure to natural radiation can cause biological effects such as damage to chromosomes and slowing down the process of cell division or mitosis. To assess the biological effects of exposure to natural radiation, an assessment of cytogenetic biomarkers in the form of acrocentric chromosome associations (ACA) and mitotic index (MI) were observed in peripheral blood samples from 30 residents of Dusun Tande-Tande (HLNRA group) and 30 residents of the Kabubu village, Topoyo District (control group). The blood sample was then cultured for 48 hours to then make chromosomes preparations. The preparations were then observed under a microscope to calculate the ACA and MI frequency. The results showed that the ACA frequency of the HLNRA group had a higher value ( $63.43 \pm 3.06$ ) than the control group ( $48.87 \pm 2.17$ ) with a significant difference ( $p < 0.05$ ). Then, based on the observed automatic MI and manual MI parameters, both parameters showed that the MI in the HLNRA group ( $32.86 \pm 1.58$  &  $12.45 \pm 0.53$ ) was significantly higher ( $p < 0.05$ ) than the control group ( $23.04 \pm 1.17$  &  $10.42 \pm 0.38$ ). Thus, it can be concluded that the frequency of ACA and MI in HLNRA residents is significantly higher than in control areas.

**Keywords:** chromosomal aberrations, cytogenetics, metaphase cell, proliferation index, chromosomes satellite



## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN .....	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Perumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
A. Kromosom pada Manusia.....	5
B. Kromosom Akrosentrik.....	6
C. <i>Acrocentric Chromosome Associations</i> (ACA) .....	8
D. <i>Mitotic Index</i> (MI) .....	9
E. Sel Limfosit Manusia .....	11
F. Radiasi Pengion .....	11
G. Dosis Efektif Radiasi.....	13
H. Dusun Tande-Tande sebagai HLNRA .....	14
I. Efek Radiasi Pengion pada Kromosom Manusia.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	16
A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	16
B. Metode Penelitian.....	16
1. Alat dan Bahan.....	16
2. Prosedur Penelitian .....	17
C. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data .....	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	25
A. Hasil.....	25
1. Perbedaan Frekuensi ACA.....	25
2. Perbedaan Frekuensi MI .....	32
B. Pembahasan .....	33
1. Perbedaan Frekuensi ACA.....	33
2. Perbedaan Frekuensi MI .....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
A. Kesimpulan.....	39
B. Saran .....	39
DAFTAR PUSTAKA .....	40
LAMPIRAN.....	47
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	61



## DAFTAR TABEL

Halaman

1. Pengelompokan kromosom.....	5
2. Frekuensi ACA dalam 100 sel dan frekuensi sel dengan ACA .....	25
3. Frekuensi sel berdasarkan jumlah ACA.....	27
4. Frekuensi ACA berdasarkan jumlah kromosom yang terlibat .....	28



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Ilustrasi struktur kromosom pada tahap metafase .....	6
2. Kariotipe kromosom laki-laki .....	6
3. Ilustrasi letak satelit pada kromosom akrosentrik .....	7
4. Translokasi Robertsonian pada kromosom akrosentrik .....	8
5. Asosiasi antar lengan pendek kromosom akrosentrik .....	9
6. Fase mitosis .....	10
7. Sumber radiasi pengion .....	12
8. Jenis efek biologis dari radiasi pengion .....	12
9. Efek paparan radiasi pengion pada DNA .....	13
10. Letak Dusun Tande-Tande .....	14
11. Bagan alir prosedur penelitian .....	17
12. Lokasi Dusun Tande-Tande (HLNRA) dan Desa Kabubu (area kontrol) .....	18
13. Alat dan bahan kultur sel darah .....	19
14. Sebaran kromosom pada tahap metafase .....	21
15. Kriteria ACA .....	22
16. Rumus perhitungan MI .....	23
17. Tampilan mikroskopik dari <i>slide</i> kultur limfosit .....	23
18. Contoh peralatan sistem optis: Axio Imager 2 .....	24
19. Jumlah ACA dalam satu sel metafase .....	27
20. Jumlah kromosom yang terlibat dalam satu ACA .....	28
21. Frekuensi ACA berdasarkan jenis asosiasinya .....	30
22. Jenis kromosom akrosentrik asosiasi (ACA) .....	31
23. Perbandingan frekuensi <i>manual</i> dan <i>automatic</i> MI .....	32
24. Gambar SIM hubungan rDNA pada ACA .....	35
25. Tampilan mikroskopis <i>slide</i> limfosit dengan pewarnaan Giemsa .....	38



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. <i>Chi-Square Tests</i> : Perbedaan Jenis Kelamin Subjek .....	47
2. <i>Independent-Samples T Test</i> : Umur Subjek.....	47
3. <i>Independent-Samples T Test</i> : Frekuensi Sel yang Memiliki ACA .....	48
4. <i>Independent-Samples T Test</i> : Frekuensi ACA dalam 100 Sel .....	48
5. Uji Kolmogorov-Smirnov: Frekuensi Sel Berdasarkan Jumlah ACA.....	49
6. <i>Independent-Samples T Test</i> : Frekuensi Sel dengan 1 ACA .....	50
7. Uji Kolmogorov-Smirnov: Frekuensi ACA Berdasarkan Jumlah Kromosom .	50
8. <i>Independent-Samples T Test</i> : Frekuensi ACA dengan 2-4 Kromosom .....	51
9. <i>Mean dan Standar Error</i> Frekuensi ACA Berdasarkan Jenisnya .....	52
10. Uji Kolmogorov-Smirnov: Frekuensi ACA Berdasarkan Jenisnya .....	53
11. <i>Independent-Samples T Test</i> : Frekuensi ACA Jenis D-G, 2D-G, dan 2G-D..	54
12. <i>Independent-Samples T Test</i> : Frekuensi <i>Automatic</i> MI .....	54
13. <i>Independent-Samples T Test</i> : Frekuensi <i>Manual</i> MI .....	55
14. <i>Independent-Samples T Test</i> : Frekuensi <i>Automatic</i> dan <i>Manual</i> MI HLNRA	55
15. <i>Independent-Samples T Test</i> : Frekuensi <i>Automatic</i> dan <i>Manual</i> MI NLNRA	55
16. Persetujuan Etik .....	56
17. Surat Izin Penelitian .....	57
18. Foto Kegiatan Penelitian .....	59
19. Pengoperasian <i>Software</i> Metafer4 untuk <i>Automatic</i> MI .....	60