

**IDENTIFIKASI MUTASI PADA GEN VGSC SEBAGAI
FAKTOR RESISTENSI TERHADAP DELTAMETRIN
PADA NYAMUK *Aedes aegypti* DI KABUPATEN
DAN KOTA BOGOR**

Skripsi

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



**Haliza Fawwaz Ayuningtyas
1308621035**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2025**

ABSTRAK

HALIZA FAWWAZ AYUNINGTYAS. Identifikasi Mutasi pada Gen VGSC sebagai Faktor Resistensi Terhadap Deltametrin pada Nyamuk *Aedes aegypti* di Kabupaten dan Kota Bogor. Skripsi, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Juli 2025.

Aedes aegypti merupakan vektor utama penyebaran penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD), yang masih menjadi salah satu permasalahan kesehatan di Indonesia. Penggunaan insektisida piretroid, seperti deltametrin untuk pengendalian nyamuk beresiko menyebabkan resistensi atau biasa dikenal sebagai *knockdown resistance* (kdr), akibat mutasi pada gen *Voltage-Gated Sodium Channel* (VGSC). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat resistensi *Ae. aegypti* terhadap deltametrin, serta mengidentifikasi mutasi pada gen VGSC sebagai penyebab resistensi pada *Ae. aegypti* di Kabupaten dan Kota Bogor. Penelitian dilakukan secara deskriptif kuantitatif melalui uji *bioassay* berdasarkan protokol WHO untuk menentukan persentase mortalitas, waktu *knockdown* (KDT₅₀ dan KDT₉₅), analisis kelangsungan hidup Kaplan-Meier, serta analisis secara molekuler untuk mengidentifikasi mutasi pada domain II dan III gen VGSC *Ae. aegypti*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nyamuk dari kedua wilayah tersebut menunjukkan tingkat resistensi yang tinggi terhadap deltametrin, dengan persentase mortalitas di Kota Bogor sebesar 10% dan Kabupaten Bogor sebesar 31%. Nilai *knockdown time* (KDT₅₀ dan KDT₉₅) dari *Ae. aegypti* di Kota Bogor juga lebih besar dibandingkan Kabupaten Bogor, yang menunjukkan bahwa tingkat resistensi di Kota Bogor cenderung lebih tinggi. Analisis molekuler juga mengidentifikasi adanya mutasi pada titik S989P dan V1016G, yang diketahui berperan dalam menyebabkan resistensi pada *Ae. aegypti* terhadap deltametrin.

Kata kunci. *Bioassay, Insektisida, Knockdown resistance, Mutasi Genetik*

ABSTRACT

HALIZA FAWWAZ AYUNINGTYAS. Identification of Mutations in the VGSC Gene as a Resistance Factor to Deltamethrin in *Aedes aegypti* Mosquitoes in Bogor. Mini Thesis, Biology, Faculty Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Jakarta. Juli 2025.

Aedes aegypti is the primary vector for the transmission of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF), which remains one of the major public health problems in Indonesia. The widespread use of pyrethroid insecticides, such as deltamethrin, for mosquito control has raised the risk of resistance development, commonly known as knockdown resistance (kdr), which arises from mutations in the Voltage-Gated Sodium Channel (VGSC) gene. This study aimed to assess the resistance level of *Ae. aegypti* to deltamethrin and to identify VGSC gene mutations contributing to resistance in mosquito population from Bogor Regency and Bogor City. This study used descriptive quantitative approach through WHO-standardized bioassays to evaluate mortality rates, knockdown times (KDT₅₀ and KDT₉₅), and survival patterns using Kaplan-Meier analysis. We complemented this study with molecular analysis to detect mutations in domains II and III of the VGSC gene. The results revealed a high levels of resistance in both region, with mortality rates of 10% in Bogor City and 31% in Bogor Regency. The knockdown time values (KDT₅₀ and KDT₉₅) were also higher in Bogor city, indicating a greater degree of resistance. Molecular analysis also detected S989P and V1016G mutations, which were known to contribute to deltamethrin resistance in *Ae. aegypti*.

Keywords. *Bioassay, Genetic mutation, Insecticide, Knockdown resistance*

LEMBAR PENGESAHAN

IDENTIFIKASI MUTASI PADA GEN VGSC SEBAGAI FAKTOR RESISTENSI TERHADAP DELTAMETRIN PADA NYAMUK *Aedes aegypti* DI KABUPATEN DAN KOTA BOGOR

Nama : Haliza Fawwaz Ayuningtyas
Nomor Registrasi : 1308621035

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab			
Dekan	: <u>Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si</u> NIP. 197909162005011004		12/08-25
Wakil Penanggung Jawab			
Wakil Dekan I	: <u>Dr. Meiliasari, S.Pd., M.Sc</u> NIP. 197905042009122002		12/08-25
Ketua	: <u>Prof. Dr. Dalia Sukmawati, M.Si</u> NIP. 197309142006042001		14/08/25
Sekretaris/Penguji II	: <u>Mohamad Isnin Noer, M.Si</u> NIP. 198403312023211008		12/08-25
Anggota			
Pembimbing I	: <u>Vina Rizkawati, M.Sc</u> NIP. 199210222019032020		08/08-25
Pembimbing II	: <u>Ikhsan Guswenrivo, Ph.D</u> NIP. 198108142005021002		11/08-25
Penguji I	: <u>Prof. Dr. Yulia Irnidayanti, M.Si</u> NIP. 196507232001122001		11/08-25

Dinyatakan lulus ujian skripsi pada tanggal 25 Juli 2025

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“Identifikasi Mutasi pada Gen VGSC sebagai Faktor Resistensi terhadap Deltametrin pada Nyamuk *Aedes aegypti* di Kabupaten dan Kota Bogor”** yang disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dari Program Studi Biologi Universitas Negeri Jakarta adalah karya ilmiah saya dengan arahan dari dosen pembimbing.

Sumber informasi yang diperoleh dari penulis lain yang telah dipublikasikan yang disebutkan dalam teks skripsi ini, telah dicantumkan dalam Daftar Pustaka sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Jika dikemudian hari ditemukan sebagian besar skripsi ini bukan hasil karya saya sendiri dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sanding dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Jakarta, Juli 2025



Haliza Fawwaz Ayuningtyas

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: 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 : Haliza Fawwaz Ayuningtyas

NIM : 1308621035

Fakultas/Prodi : FMIPA/Biologi

Alamat email : haliza.ayuningtyas@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 :

Identifikasi Mutasi pada Gen VGSC sebagai Faktor Resistensi terhadap Deltametrin pada Nyamuk *Aedes aegypti* di Kabupaten dan Kota Bogor

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, 21 Agustus 2025

Penulis

(Haliza Fawwaz A.)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan rahmat-Nya, skripsi yang berjudul “Identifikasi Mutasi pada Gen VGSC sebagai Faktor Resistensi terhadap Deltametrin pada Nyamuk *Aedes aegypti* di Kabupaten dan Kota Bogor” dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis ingin menyampaikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Ibu Vina Rizkawati, M.Sc dan Bapak Ikhsan Guswenrivo, Ph.D selaku dosen pembimbing I dan pembimbing II, Ibu Prof. Dr Yulia Irnidayanti, M.Si dan Bapak Mohamad Isnin Noer, M.Si yang telah memberikan masukan, saran, dan dukungan dalam setiap tahap penelitian dan penulisan skripsi ini. Terima kasih pula kepada Ibu Pinta Omas Pasaribu, M.Si selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis secara akademik selama perkuliahan. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Ibu Dr. Tri Handayani Kurniati, M.Si selaku Koordinator Program Studi Biologi, Bapak Dr. Hadi Nasbey, M.Si selaku Dekan FMIPA UNJ, dan para dosen di Program Studi Biologi yang telah membantu selama perkuliahan dan proses penyelesaian studi. Selain itu, terima kasih penulis ucapkan kepada Pusat Riset Zoologi Terapan Badan Riset dan Inovasi Nasional yang telah membantu dalam penyediaan tempat, alat, dan bahan penelitian.

Ungkapan terima kasih penulis sampaikan kepada kedua orang tua dan seluruh keluarga penulis atas segala doa, dukungan moral, dan motivasi yang tidak ternilai mulai dari masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini. Penulis berterima kasih kepada Onessy Regina Rustan yang telah menjadi rekan diskusi, berbagi semangat, dan saling mendukung satu sama lain selama penelitian dan penyusunan skripsi ini berlangsung. Kepada Bang Gilang dan Kak Bunga, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas segala bantuan dan tenaga yang telah diberikan selama penelitian ini berlangsung. Terima kasih pula kepada teman-teman semasa kuliah, Annisa, Annida, Nurhaliza, Viona, Feni, Anggi, Rajwa, dan Shafiyah, yang selalu membersamai, mendukung, dan menjadi tempat berkeluh kesah selama masa

perkuliahan. Kepada teman-teman seperjuangan sejak SMA, Arina dan Rara, yang walaupun jarang bertemu, tapi tak pernah absen memberi dukungan dan semangat sejak tahun pertama SMA hingga saat ini, terima kasih telah menjadi salah satu bagian penting dalam perjalanan ini. Selain itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada teman-teman di *group* Hima, yang walaupun banyak perbedaan pendapat di dalamnya, tapi tetap selalu saling memberi semangat dan mendukung satu sama lain. Terakhir, kepada teman-teman Biologi angkatan 2021, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, penulis berterima kasih atas bantuannya baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan serta menjadi referensi yang bermanfaat bagi penelitian selanjutnya.

Jakarta, Juli 2025



Haliza Fawwaz Ayuningtyas

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
 BAB I PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	4
 BAB II KAJIAN PUSTAKA	 5
A. Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> Sebagai Vektor Dengue	5
1. Deskripsi	5
2. Morfologi dan Siklus Hidup	6
B. Insektisida	10
1. Klasifikasi Insektisida	10
2. Deltametrin	11
C. Resistensi Insektisida	13
1. Mekanisme Resistensi	14
2. Resistensi pada Situs Target: <i>knockdown resistance</i>	15
3. Uji <i>Bioassay</i>	17
4. <i>Polymerase Chain Reaction (PCR)</i>	17
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	 20
A. Tempat dan Waktu	20
B. Metode Penelitian	20
1. Alat dan Bahan	20
2. Prosedur Penelitian	21
C. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data	29
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 31
A. Tingkat Mortalitas <i>Aedes aegypti</i> di Kabupaten dan Kota Bogor	31
B. Identifikasi Mutasi Kdr pada Gen VGSC <i>Aedes aegypti</i> di Kabupaten dan Kota Bogor	37

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
A. Kesimpulan.....	47
B. Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	61
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	73



DAFTAR TABEL

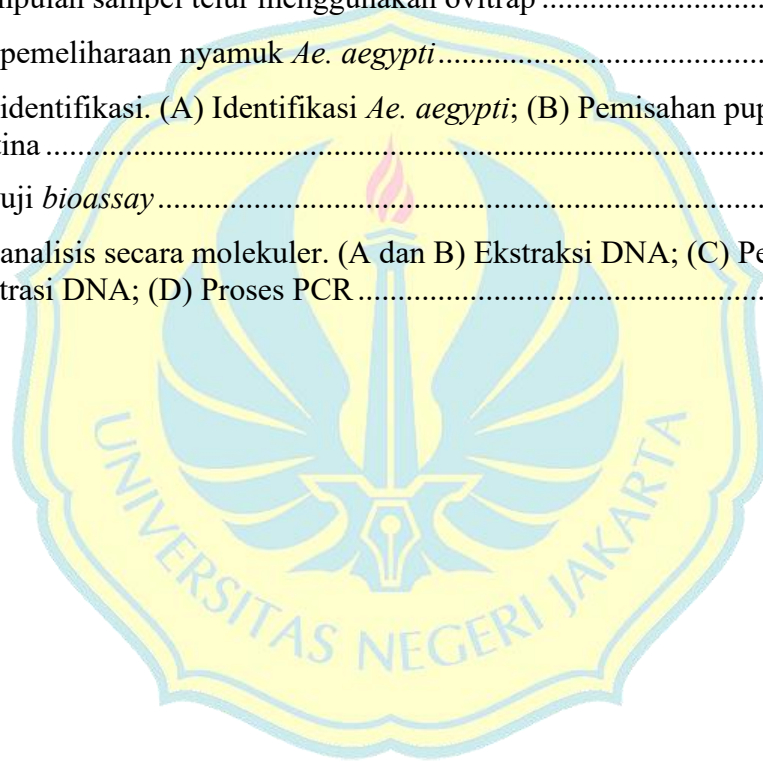
		Halaman
1	Urutan Primer.....	21
2	Waktu <i>knockdown</i> (KDT ₅₀ dan KDT ₉₅) <i>Ae. aegypti</i> terhadap deltametrin 0,03% di Kabupaten dan Kota Bogor.....	31
3	Hasil Uji Mortalitas Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> terhadap Deltametrin 0,03%.....	32
4	Konsentrasi dan Kemurnian DNA Sampel Kabupaten dan Kota Bogor	37
5	Titik Mutasi pada <i>Ae. aegypti</i> Kabupaten dan Kota Bogor	45
6	Hasil Uji <i>Bioassay</i> Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> di Kabupaten Bogor	62
7	Hasil Uji <i>Bioassay</i> Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> di Kota Bogor	62



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1 Mekanisme Penularan Virus Dengue. (1) Transmisi vertikal; (2) Transmisi horizontal	6
2 Telur <i>Ae. aegypti</i> dengan Perbesaran 10×	7
3 Larva <i>Ae. aegypti</i> dengan Perbesaran 20×	7
4 Pupa <i>Ae. aegypti</i> dengan Perbesaran 20×	8
5 Morfologi <i>Ae. aegypti</i> Dewasa. (a) Betina; (b) Jantan.....	9
6 Struktur VGSC (<i>Voltage-gated Sodium Channel</i>) subunit α . (A) Skema VGSC subunit α yang terdiri 4 domain (I-IV) dan 6 segmen transmembran (1-6); (B) Empat keadaan VGSC yang terdiri dari saluran tertutup, saluran aktif, saluran tidak aktif atau mengalami inaktivasi, saluran mengalami deaktivasi.....	12
7 Skema Mutasi Asam Amino pada Saluran VGSC. Lingkaran hitam: mutasi utama, dan lingkaran merah: mutasi yang lebih kritis	16
8 Alur Penelitian	22
9 Peta lokasi pengambilan telur <i>Ae. aegypti</i> di Kabupaten dan Kota Bogor	23
10 Ovitrap menggunakan wadah <i>thinwall</i> hitam yang berisi air dan kertas saring untuk pengumpulan telur <i>Ae. aegypti</i>	23
11 (A) <i>Circulation Water Bath</i> (Labtech Immersion Circulator LCB-11D); (B) Pengaturan Pemberian Makan Darah Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> dengan Metode <i>Glass Plate</i>	25
12 Prosedur Uji <i>Bioassay</i> dengan Standar WHO	26
13 Kurva Kelangsungan Hidup Kaplan-Meier pada <i>Ae. aegypti</i> terhadap Deltametrin 0,03%. Hasil uji <i>log-rank</i> menunjukkan perbedaan signifikan antara perlakuan $\chi^2 = 38,799$, $df = 3$, $p < 0,001$. OPC: Kontrol <i>Olive Oil</i> ; PYC: Kontrol <i>Silicone Oil</i> ; KB: Kabupaten Bogor; B: Bogor.	33
14 Hasil Elektroforesis DNA <i>Ae. aegypti</i> Kabupaten Bogor dengan primer (A) AaSCF1 dan AaSCR4, (B) AaSCF7 dan AaSCR7.....	40
15 Hasil Elektroforesis DNA <i>Ae. aegypti</i> Kota Bogor dengan primer (A) AaSCF1 dan AaSCR4, (B) AaSCF7 dan AaSCR7.....	40
16 Titik Mutasi yang Ditemukan pada Sampel <i>Ae. aegypti</i> di Kabupaten dan Kota Bogor.....	41
17 Sekuens Gen VGSC <i>Ae. aegypti</i> yang menunjukkan mutasi heterozigot <i>wild type</i> dan homozigot mutan pada titik S989P (TCC → CCC). Kodon TCC dan CCC mengkode asam amino dari serin (<i>serine</i>) dan prolin (<i>proline</i>).....	42
18 Sekuens Gen VGSC <i>Ae. aegypti</i> yang menunjukkan mutasi pada titik V1016G (GTA → GGA). Kodon GTA dan GGA mengkode asam amino valin (<i>valine</i>) dan glisin (<i>glycine</i>).....	42

19	Intron Polimorfisme pada <i>Ae. aegypti</i>	44
20	Tabel hasil analisis probit. (A) Kabupaten Bogor; (B) Kota Bogor	61
21	Hasil analisis kelangsungan hidup Kaplan-Meier pada <i>Ae. aegypti</i>	63
22	Titik-titik mutasi yang ditemukan di sampel Kabupaten Bogor	64
23	Intron polimorfisme pada sampel <i>Ae. aegypti</i> di Kabupaten Bogor	65
24	Titik-titik mutasi pada sampel <i>Ae. aegypti</i> di Kota Bogor.....	66
25	Intron polimorfisme pada sampel <i>Ae. aegypti</i> di Kota Bogor.....	67
26	Titik-titik mutasi pada sampel kontrol <i>Ae. aegypti</i>	68
27	Intron polimorfisme pada sampel kontrol	69
28	Pengumpulan sampel telur menggunakan ovitrap	70
29	Proses pemeliharaan nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	70
30	Proses identifikasi. (A) Identifikasi <i>Ae. aegypti</i> ; (B) Pemisahan pupa jantan dan betina	70
31	Proses uji <i>bioassay</i>	71
32	Proses analisis secara molekuler. (A dan B) Ekstraksi DNA; (C) Pengecekan konsentrasi DNA; (D) Proses PCR	71



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1 Hasil analisis probit untuk nilai KDT ₅₀ dan KDT ₉₅	61
2 Data Hasil Uji Bioassay Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	62
3 Hasil analisis kelangsungan hidup Kaplan-Meier.....	63
4 <i>Multiple allignment</i> hasil sekuensing <i>Ae. aegypti</i> di Kabupaten Bogor	64
5 <i>Multiple allignment</i> hasil sekuensing <i>Ae. aegypti</i> di Kota Bogor.....	66
6 <i>Multiple allignment</i> hasil sekuensing sampel kontrol <i>Ae. aegypti</i>	68
7 Dokumentasi Penelitian	70
8 Surat penerimaan izin penelitian tugas akhir di Badan Riset dan Inovasi Nasional	72

