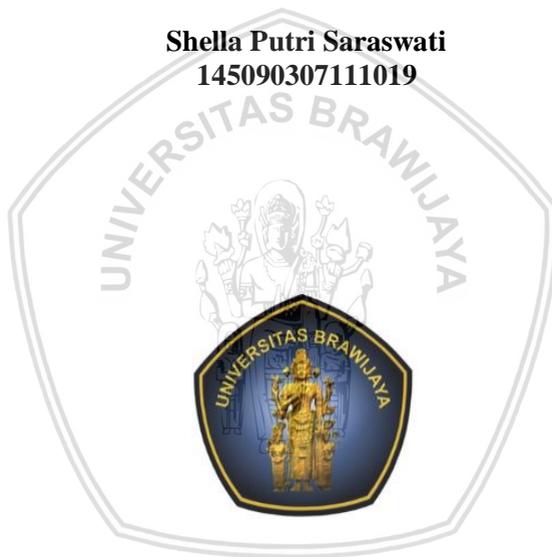


**Identifikasi Radikal Bebas dan Sifat Dielektrik Darah dari
Mencit (*Mus musculus*) yang Terpapar Obat Nyamuk *One
Push Aerosol***

SKRIPSI

Oleh:

**Shella Putri Saraswati
145090307111019**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

repository.ub.ac.id

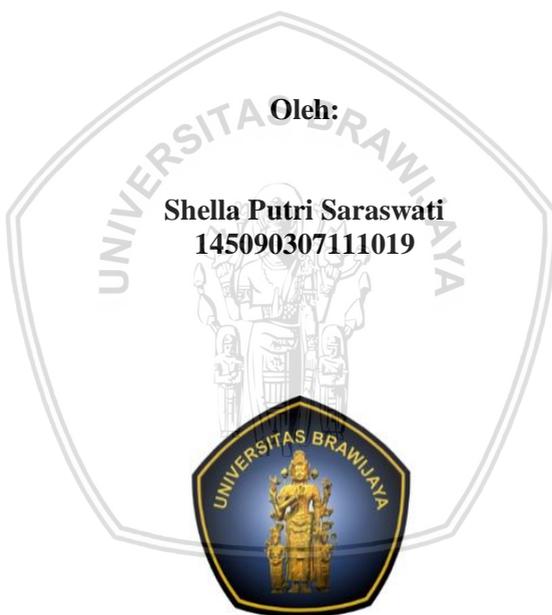
**Identifikasi Radikal Bebas dan Sifat Dielektrik Darah dari
Mencit (*Mus musculus*) yang Terpapar Obat Nyamuk *One
Push Aerosol***

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
dalam bidang fisika

Oleh:

Shella Putri Saraswati
145090307111019



JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Identifikasi Radikal Bebas dan Sifat Dielektrik Darah dari Mencit (*Mus musculus*) yang Terpapar Obat Nyamuk *One Push Aerosol*

Oleh:

Sheila Putri Saraswati
145090307111019

Setelah dipertahankan di depan Majelis
Penguji pada tanggal 04 JUL 2018
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Sains dalam bidang fisika

Pembimbing I

Pembimbing II




(Drs. Unggul P Juswono, M.Sc)
NIP 196501111990021002

(Dr.Eng. Didik Rahadi S, M.Si)
NIP 196906101994021001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika
Fisika FMIPA UB




Prof. Dr. rer. nat. Muhammad Nurhuda
NIP. 19640910 1990021 001



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Shella Putri Saraswati
NIM : 145090307111019
Jurusan : FISIKA
Penulis Skripsi berjudul :

**Identifikasi Radikal Bebas dan Sifat Dielektrik Darah dari
Mencit (*Mus musculus*) yang Terpapar Obat Nyamuk *One
Push Aerosol***

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi dari Skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain. Nama-nama yang termaksud di isi dan tertulis di daftar pustaka digunakan sebagai referensi pendukung dalam skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 07 Juni 2018
Yang menyatakan,

(Shella Putri Saraswati)
NIM. 145090307111019

IDENTIFIKASI RADIKAL BEBAS DAN SIFAT
DIELEKTRIK DARAH DARI MENCIT (*Mus musculus*)
YANG TERPAPAR OBAT NYAMUK *ONE PUSH*
AEROSOL

ABSTRAK

Obat nyamuk jenis aerosol yang banyak beredar di masyarakat mengandung transfluthrin yang berbahaya apabila terhirup dan masuk ke dalam tubuh manusia. Transfluthrin yang masuk ke dalam tubuh manusia akan membentuk radikal bebas yang juga menurunkan kinerja dari organ di dalam tubuh khususnya adalah darah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis radikal bebas dan sifat dielektrik dari darah mencit yang diberikan perlakuan obat nyamuk One Push Aerosol dengan kadar transfluthrin 21,3 % dan 25% selama 23 hari. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi jenis radikal bebas dalam darah pada penelitian ini adalah Electro Spin Resonance. Dilakukan pula pengukuran konstanta dielektrik darah dengan menggunakan 2 plat sejajar untuk mengetahui pengaruh pemberian perlakuan obat nyamuk One Push Aerosol terhadap nilai konstanta dielektrik serta didukung dengan uji pendukung yaitu TNF- α . Didapatkan kesimpulan bahwa jenis radikal bebas yang terdapat di dalam tubuh akibat masuknya transfluthrin dari obat nyamuk adalah O_2^- yang juga merupakan Reactive Oxigent Species dalam jumlah berlebih. Diketahui pula nilai dari konstanta dielektrik darah semakin menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi obat nyamuk One Push Aerosol, dan didukung pula dengan semakin meningkatnya kadar TNF- α di dalam darah.

Kata kunci : *Transfluthrin, radikal bebas, darah*

IDENTIFICATION OF FREE RADICALS AND
DIELECTRIC PROPERTIES BLOOD OF MICE (*Mus
musculus*) EXPOSED REPELLENT *ONE PUSH AEROSOL*

ABSTRACT

Aerosol-type insect repellent, which are widely distributed in the community, contain transfluthrin, which is dangerous to inhale the human body. Transfluthrin, which into the human body, will form free radicals that also decrease the performance of the organs in the body, especially the blood. The aim of this study was to identify the type of free radical and dielectric properties of mouse blood, the one-push aerosol mosquitoes treatment with transfluthrin given 21.3% and 25% for 23 days. The method to identify the type of free radicals in the blood in this study is Electro Spin Resonance. Also, a measurement of the dielectric constant of blood using two parallel plates was performed to determine the effect of *One Push* Aerosol Mosquito Repellent treatment on the value of the dielectric constant and supported by the TNF- α . It is concluded that the type of free radicals present in the body due to intrusion of transfluthrin from the insect repellent is O^{2-} which is also an excessive amount of reactive oxidative species. Also note that the value of the dielectric constant of blood decreases with the increasing concentration of *One Push* Aerosol mosquito repellent and is also supported by the increase of TNF- α in the blood.

Keyword : *Transfluthrin, Free Radical, Blood*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT atas Rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan tepat waktu. Laporan skripsi ini merupakan syarat wajib bagi mahasiswa S-1 di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Brawijaya Malang untuk mendapatkan gelar Sarjana Science (S. Si).

Laporan skripsi ini dengan judul “Identifikasi Radikal Bebas dan Sifat Dielektrik Darah dari Mencit (*Mus musculus*) yang Terpapar Obat Nyamuk *One Push* Aerosol”. Dalam penyusunan laporan ini, penyusun banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof.Dr. Muhammad Nurhuda, Rer.Nat selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Brawijaya
2. Dr. Eng. Masruroh, S. Si, M. Si selaku Ketua Prodi Fisika Universitas Brawijaya
3. Drs. Unggul P Juswono, M.Sc selaku Dosen Pembimbing I dan Dr.Eng. Didik Rahadi S, M.Si M. Si selaku Dosen Pembimbing II
4. I Made Wahyu Santoso, Erna Setyowati, Retno Ayu W, Devita Larasati dan teman-teman seperjuangan satu tim, Dea,Windy, Dedy, Siti serta Muhammad Adib Abdillah Mahbub yang senantiasa memberikan semangat, mendukung, dan mendoakan.

Penyusun menyadari masih banyak kekurangan yang terdapat dalam laporan ini. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penyusun. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan khususnya bagi penyusun.

Penulis

vii

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Obat Nyamuk Aerosol.....	5
2.2 Radikal Bebas.....	5
2.3 Transfluthrin.....	6
2.4 Darah.....	7
2.5 Darah yang Terpapar Transluthrin.....	9
2.6 Mencit (<i>Mus musculus</i>)	11
2.7 Elektron Spin Resonance.....	12
2.8 Efek Zeeman	12
2.9 Teori Kapasitansi dan Impedansi.....	12
2.10 Teori Dielektrik	13
2.11 TNF- α	14
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Alur Penelitian	15
3.3.1 Persiapan Sampel.....	16
3.3.2 Perlakuan uji coba (Penyemprotan Obat Nyamuk <i>One Push</i> Aerosol terhadap mencit)	17
3.3.3 Prosedur Penelitian	18
3.4 Analisa Data	20
3.4.1 Uji ESR	20
3.4.2 Uji Dielektrik.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23



4.1	Kalibrasi Alat ESR.....	23
4.2	Data Hasil Penelitian.....	24
4.2.1	Jumlah Semprot dan Konsentrasi Obat Nyamuk <i>One Push Aerosol</i> dalam chamber	24
4.2.2	Penentuan Jenis Radikal Bebas pada Darah Mencit yang Terpapar Obat Nyamuk <i>One Push Aerosol</i>	26
4.2.4	Pengaruh Paparan Obat Nyamuk <i>One Push Aerosol</i> terhadap tingkat TNF- α dan Konstanta Dielektriknya.....	28
4.3	Pembahasan.....	29
4.3.1	Mekanisme terbentuknya radikal bebas pada darah mencit.....	29
4.3.2	Perubahan sifat dielektrik darah.....	30
4.3.3	Hubungan peningkatan kadar TNF-Alpha dengan penurunan konstanta dielektrik darah.....	31
BAB V PENUTUP.....		33
5.1	Kesimpulan	33
5.2	Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....		35
LAMPIRAN.....		39
Lampiran 1 Data dan Perhitungan Konsentrasi Obat Nyamuk		39
Lampiran 2 Tabel Hasil Perhitungan Faktor-g Darah dari Mencit yang terpapar obat nyamuk <i>One Push Aerosol</i> tipe-H dan Tipe-V		41
Lampiran 3 Hasil Osiloskop dari ESR Darah dari Mencit yang Terpapar Obat Nyamuk <i>One Push</i>		45
Lampiran 3.1 Obat Nyamuk <i>One Push Aerosol</i> Tipe-H 45		
Lampiran 3.2 Obat Nyamuk <i>One Push Aerosol</i> Tipe-V 47		
Lampiran 4 Tabel perhitungan konstanta dielektrik Darah dari Mencit yang Terpapar Obat Nyamuk <i>One Push</i> <i>Aerosol</i> tipe-H dan tipe-V		50
Lampiran 5 Gambar alat dan bahan yang digunakan		58
Lampiran 6 Data Elisa TNF-Alpha.....		61
Lampiran 7 Kode Etik.....		62
Lampiran 8 Sertifikat Bebas Plagiasi.....		63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Struktur Kimia Tranfluthrin (WHO,2002).....	7
Gambar 2. 2	Sel Darah Merah.....	8
Gambar 2. 3	Morfologi mencit (<i>Mus musculus</i>).....	11
Gambar 2. 4	Model Rangkaian Membran	13
Gambar 2. 5	Skema Rangkaian Kapasitor Plat Sejajar.....	13
Gambar 3. 1	Alur penelitian.....	16
Gambar 3. 2	Perlakuan uji coba	17
Gambar 3. 3	Sampel di dalam kumparan	18
Gambar 3. 4	Hasil Pengukuran sampel yang tergambar pada osiloskop	18
Gambar 3. 5	Rangkaian alat uji dielektrik	19
Gambar 4. 1	Kurva Resonansi DPPH.....	23
Gambar 4. 2	Gambar hasil ESR pada kontrol.....	24
Gambar 4. 3	Gambar hasil ESR pada darah	24
Gambar 4. 4	Gambar diagram hubungan antara jumlah semprot dan konsentrasi obat nyamuk	25
Gambar 4. 5	Gambar Grafik Hubungan Konstanta Dielektrik dengan Konsentrasi	27
Gambar 4. 6	Gambar Diagram Pengaruh Paparan Obat Nyamuk terhadap tingkat TNF- α dan Konstanta Dielektriknya	28



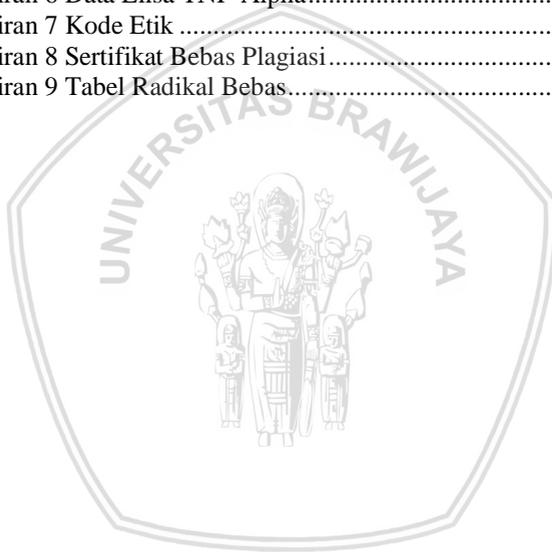
DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perubahan indeks hematologi sel darah menciit yang terpapar transluthrin dan d-alletrin (Idowu, Aimufua and Ejovwoke, 2013).	10
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Kalibrasi DPPH.....	23
Tabel 4. 2 Jenis radikal bebas yang terdeteksi pada obat nyamuk tipe-H.....	26
Tabel 4. 3 Jenis radikal bebas yang terdeteksi pada obat nyamuk tipe-V	26



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data dan Perhitungan Konsentrasi Obat Nyamuk39
 Lampiran 2 Tabel Hasil Perhitungan Faktor-g Darah dari Mencit yang terpapar obat nyamuk *One Push Aerosol* tipe-H dan Tipe-V ..41
 Lampiran 3 Hasil Osiloskop dari ESR Darah dari Mencit yang Terpapar Obat Nyamuk One Push 45
 Lampiran 4 Tabel perhitungan konstanta dielektrik Darah dari Mencit yang Terpapar Obat Nyamuk *One Push Aerosol* tipe-H dan tipe-V50
 Lampiran 5 Gambar alat dan bahan yang digunakan58
 Lampiran 6 Data Elisa TNF-Alpha.....61
 Lampiran 7 Kode Etik62
 Lampiran 8 Sertifikat Bebas Plagiasi.....63
 Lampiran 9 Tabel Radikal Bebas.....64



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia merupakan salah satu negara beriklim tropis yang memiliki suhu, kelembaban udara, dan curah hujan yang tepat bagi pertumbuhan berbagai jenis nyamuk. Jenis nyamuk yang dapat berkembang di Indonesia sangat beragam dan keberadaan nyamuk tersebut dapat membawa wabah penyakit. Salah satu penyakit yang diakibatkan oleh nyamuk adalah demam berdarah, dimana jenis nyamuk pembawa virus tersebut adalah *Aedes aegypti*. Penyebaran virus demam berdarah terjadi kurang lebih 50 juta penduduk terinfeksi di lebih dari 100 negara dalam setiap tahunnya. Penyakit lain adalah malaria yang disebabkan oleh gigitan nyamuk *Anopheles*. Malaria adalah masalah kesehatan masyarakat terutama di negara-negara tropis dimana mayoritas menanggung beban penyakit ini. Penyakit ini adalah satu dari enam penyakit pembunuh di dunia saat ini dan diperkirakan 40% populasi dunia berisiko dan 500 juta orang menderita penyakit ini setiap tahunnya. Sekitar dua juta anak-anak, kebanyakan berusia kurang dari lima tahun, dan wanita hamil meninggal karena penyakit terkait malaria setiap tahun dan sembilan dari sepuluh kasus ditemukan di Afrika Sub-Sahara (Verhoeff et al. 1999). Sehingga diperlukan penanganan dan pengendalian dari serangan gigitan nyamuk sangat diperlukan untuk mengurangi jumlah korban yang semakin bertambah.

Banyak cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi keberadaan nyamuk disekitar area tempat tinggal, salah satunya adalah penggunaan obat nyamuk. Tingkat kemudahan dalam penggunaan serta hasil yang dapat langsung dirasakan dalam penggunaan obat nyamuk, membuat produk ini mudah ditemui ditoko-toko sekitar masyarakat. Salah satu jenis pengaplikasian obat nyamuk adalah dalam bentuk aerosol yang ditempatkan pada sebuah wadah kaleng. Obat nyamuk jenis aerosol banyak dipilih oleh masyarakat karena praktis apabila dibandingkan dengan jenis obat lainnya yang berbentuk *mat* elektrik, bakar, dan *repellent*. Keuntungan lain penggunaan obat nyamuk jenis aerosol adalah dapat menembus celah-celah sempit dan tidak menghasilkan asap saat diaplikasikan (Joharina and Alfiah 2012).

Ukuran partikel aerosol yaitu PM10 dimana tergolong jenis partikel yang baik dapat meninggalkan residu di hidung, mulut, kerongkongan, pangkal tenggorokan, bagian bawah jalur udara pada paru-paru hingga peredaran darah. Sehingga apabila partikel aerosol tertinggal di sistem pernapasan akan berdampak kuat pada kesehatan seperti susah bernafas dan lain-lain (Quraisyiyah et al. 2014). Proses masuknya transfluthrin hingga mengalir dalam peredaran darah dimulai dengan terhirupnya obat nyamuk yang mengandung transfluthrin melalui hidung dan masuk ke paru-paru. Sistem peredaran darah dalam tubuh manusia terdiri dari peredaran darah besar dan peredaran darah kecil. Peredaran darah kecil dimulai dari jantung bagian ventrikel kanan menuju arteri pulmonalis yang kemudian darah akan diteruskan dan memasuki paru-paru kemudian keluar melalui vena pulmonalis dan kembali menuju jantung atrium kiri. Peredaran darah besar dimulai dari mengalirnya darah pada ventrikel kiri jantung dan diteruskan menuju aorta dan arteri, serta memasuki pembuluh darah arteriola, kapiler, vena, vena cava superior dan vena cava inferior, kemudian darah kembali menuju jantung atrium kanan. Obat nyamuk jenis aerosol yang sering digunakan oleh masyarakat banyak mengandung bahan aktif berbahaya yang dapat digolongkan toksisitasnya antara lain sipermetrin, imiprotrin, transfluthrin, pralletrin, metoflurin, DEET dan deltametrin. Jumlah bahan aktif transfluthrin yang terkandung pada obat nyamuk jenis aerosol adalah sebanyak 25% dari jumlah keseluruhan (Raini 2009). Menurut WHO, transfluthrin merupakan golongan bahan kimia berbahaya yang bersifat karsinogen, serta mengganggu sistem syaraf, pernafasan, jantung dan darah.

Transfluthrin adalah salah satu bahan yang digunakan sebagai insektisida bagi nyamuk. Obat nyamuk yang mengandung transfluthrin mampu bertahan dalam ruangan selama 18-24 jam sejak pemakaiannya dihentikan. Bahkan aroma wangi pada obat nyamuk aerosol dapat menjadi indikasi bahwa di ruangan tersebut terdapat residu yang bersifat racun sehingga berbahaya apabila terhirup, kontak dengan kulit, kontak dengan mata, bahkan tertelan. Menurut (Almahdy and Rosa 2014) pemaparan obat anti nyamuk yang mengandung transfluthrin dapat menyebabkan penggumpalan darah. Penggumpalan darah dapat terjadi karena

kurangnya oksigen yang masuk dalam darah sehingga viskositas dalam darah meningkat.

Penggunaan obat nyamuk jenis aerosol yang mengandung transfluthrin dalam jumlah sedikit dapat terhirup dan masuk ke dalam tubuh melalui paru-paru hingga terbawa ke sistem peredaran darah. Terjadinya masalah akibat transfluthrin dalam darah sangat berpengaruh terhadap fungsi, aktivitas serta sifat dielektrik darah. Sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai radikal bebas dan dampak dielektrik organ yang dikenai oleh obat nyamuk aerosol. Pemeriksaan radikal bebas pada organ yang terkena obat nyamuk aerosol serta perubahan sifat dielektrik organ dapat diaplikasikan dengan menggunakan mencit. Mencit adalah makhluk hidup yang memiliki kelengkapan organ yang hampir mirip dengan manusia seperti paru-paru, sistem peredaran darah, hati, limfa dan jantung.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apa saja jenis radikal bebas yang terdapat pada sistem peredaran darah mencit yang terkena paparan obat nyamuk *One Push Aerosol*, serta bagaimana perubahan sifat dielektrik dari darah mencit yang sehat dan darah mencit yang terpapar *One Push Aerosol*?

1.3 Tujuan Masalah

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi radikal bebas yang terkandung pada obat nyamuk *one push aerosol* pada darah mencit beserta pengaruh sifat dielektrik darah mencit dari obat nyamuk tersebut.

1.4 Batasan Masalah Penelitian

Batasan masalah dari penelitian yang akan dilakukan adalah mencit berusia 2-3 bulan, berkelamin jantan dengan berat 18 gram hingga 23 gram. Keadaan psikologis mencit diabaikan akibat pemberian perlakuan, keadaan kandang, ramai dan gaduh, daya regenerasi darah dan imunitas dikarenakan kondisi masing-masing mencit berbeda serta parameter dalam penelitian ini adalah nilai konstanta dielektrik. Ruang penyimpanan mencit dikondisikan bersih dan tertutup rapat antara kandang dan jaring-jaring penutup agar mencit tidak dapat keluar dari tempat tersebut. Ruang penyemprotan menggunakan chamber atau wadah kecil.

Obat nyamuk yang digunakan adalah jenis *one push* aerosol tipe-H dan tipe-V dengan kandungan transflutrin masing-masing 25% dan 21,3%.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi kepada masyarakat mengenai bahaya kandungan radikal bebas yang terdapat pada obat nyamuk *one push* aerosol dan sel darah apabila terhirup oleh manusia, serta menambah pengetahuan bagi peneliti dan pembaca tentang perbedaan nilai konstanta dielektrik pada darah dari mencit yang sehat dan organ ginjal dari mencit yang terpapar.





BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Obat Nyamuk Aerosol

Kondisi lingkungan alam dan sosial turut memiliki peran terhadap perkembangan serangga penular penyakit seperti nyamuk. Serangga-serangga tersebut merupakan bagian lingkungan yang hidup berdampingan dengan manusia dan mampu berkembang biak dengan cepat dan banyak. Pengendalian terhadap serangga pembawa penyakit khususnya nyamuk sangat diperlukan baik secara kimiawi maupun biologis (R.A. Wigati and Lulus Susanti 2012).

Salah satu metode pengusiran serangga adalah dengan menggunakan bahan kimia insektisida dalam bentuk semprot (aerosol). Bahan yang terkandung didalam obat nyamuk semprot adalah cairan pelarut yang berupa alkohol organik, serta gas-gas hidrokarbon cair, dan campuran getah tanaman guna memberi aroma tumbuhan pada obat nyamuk tersebut (Lutfianto 2008).

Salah satu bentuk insektisida adalah aerosol yang memiliki keunggulan dibandingkan jenis insektisida jenis lain karena bekerja lebih cepat. Aerosol sendiri merupakan ukuran partikel yang sangat kecil menyerupai gas sehingga mudah menembus celah-celah kecil. Ukuran partikel yang kecil dari aerosol membuat penggunaan insektisida berjumlah sedikit, sehingga dosisnya sangat aman bagi manusia. Akan tetapi aerosol memiliki kekurangan dalam penentuan ukuran tepat yang didispersikan oleh karena kerjanya sangat bergantung pada volume ruangan serta kerentanan organisme target (Pemba and Kadangwe 2014)

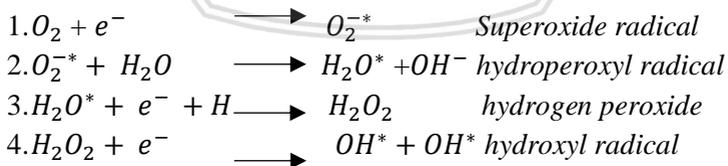
Bahan aktif insektisida terdiri dari organofosfat, kabamat, piretroid, dan DEET (Kusumastuti 2014). Sementara kandungan bahan aktif obat nyamuk yang beredar di masyarakat mengandung 21.3 % - 25 % bahan transfluthrin.

2.2 Radikal Bebas

Radikal bebas merupakan sebuah elektron/produk dari reaksi, yang tidak memiliki pasangan untuk berikatan. Untuk mendapatkan stabilitas kimia, radikal bebas akan berikatan

dengan molekul stabil terdekatnya dan mengambil elektron dari molekul yang berikatan dengan radikal bebas tersebut. Hal ini menyebabkan ketidakseimbangan elektron pada tubuh dan dapat mempengaruhi susunan rantai elektron yang dapat merusak molekul sel yang sehat. Radikal bebas dapat terbentuk melalui absorpsi, contohnya adalah ionisasi, ultraviolet, radiasi cahaya tampak, dan radiasi panas. Radikal bebas juga dapat terbentuk pada reaksi oksidasi atau reaksi akibat suatu elektron (Zheleva-Dimitrova, Nedialkov, and Kitanov 2010)

Radikal bebas dapat terbentuk selama atau setelah latihan otot yang berkontraksi. Selama melakukan latihan fisik maksimal, kadar oksigen dalam tubuh meningkat cepat sekitar 100-200 kali dibandingkansaat istirahat. Proses fosforilasi oksidatif terjadi di dalam miokondria, dimana oksigen direduksi oleh sistem transport elektron mitokondria untuk adenosin trifosfat (ATP) dan air. Selama proses fosforilasi oksidatif ini sekitar 2% molekul oksigen dapat berikatan dengan elektron tunggal yang bocor dari elektron pembawa pada rantai pernafasan sehingga membentuk superoksida (O_2^-). Radikal superoksida yang terbentuk akan melakukan reaksi berantai yang menghasilkan radikal hidrogen peroksida (H_2O_2) serta hidroksil reaktif (OH) dengan cara berinteraksi dengan logam transisi reaktif seperti tembaga dan besi. Secara lengkap proses reduksi oksigen dapat diperlihatkan pada reaksi berikut ini (Winarno, 2004).

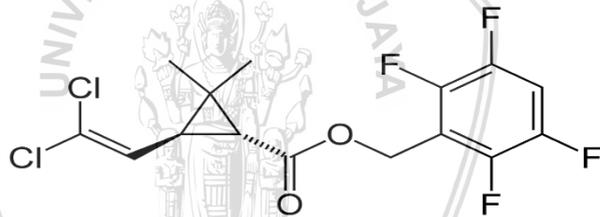


2.3 Transfluthrin

Transfluthrin adalah kombinasi antara piteroid dengan *piperonyl butoxide* yang memiliki fungsi sebagai penghambat enzim mikrosomal oksidase pada serangga sehingga menyebabkan serangga mati. Piretroid jenis transfluthrin ini sering digunakan sebagai insektisida rumah tangga baik dalam bentuk aerosol maupun non aerosol (Raini

2009). Isomer (1R) ester asam trans-permetrik dari 2.3.5.6-etrafluorobenzil alkohol yang bertanggung jawab atas efek knock-down cepat dan aktivitas pembunuhan yang tinggi terhadap serangga terbang seperti nyamuk, lalat dan ngengat. Pada manusia setelah konsumsi oral, tingkat tertinggi transfluthrin dalam jaringan ditemukan di hati dan ginjal. Ekskresi cepat, 74-90% dalam urin dalam 48 jam.

Rumus Molekul	: $C_{15}H_{12}Cl_2F_4O_2$
Berat Molekul	: 370,15 gr
Organoleptis	: Tak Berwarna
Daya Larut	: Mudah larut dalam air dan di dalam bahan pelarut organik
Stabilitas	: Masa penyimpanan lebih dari 2 tahun dalam kondisi normal, bersifat alkali serta dapat diuraikan oleh radiasi sinar ultraviolet.



Gambar 2. 1 Struktur Kimia Tranfluthrin (WHO,2002)

2.4 Darah

Darah adalah bagian terpenting pada kehidupan manusia. Bagian dari sel darah terdiri dari tiga jenis penyusun yaitu eritrosit, leukosit, dan trombosit. Volume darah pada tubuh manusia adalah satu per dua belas berat badan atau kira-kira lima liter yang bersirkulasi secara terus-menerus yang terhubung melalui saraf, dan dikendalikan dengan detak jantung. Sekitar 55% adalah plasma darah, sedang 45% sisanya terdiri atas sel darah (Pearce 2011). Darah bergerak dari paru-paru menuju jantung, melewati arteri besar dan berbelok menuju saraf yang semakin sempit dan memiliki hubungan yang lebih kompleks, yang kemudian menjadi hubungan dengan sel individual pada jaringan. Pada tingkatan ini, fungsi utama dari darah adalah untuk memberikan nutrisi

pada sel, dengan mengirimkan oksigen-yang merupakan element dasar bagi kehidupan manusia yang telah dibawa sejak darah mengalir dari paru-paru.



Gambar 2. 2 Sel Darah Merah

Darah memiliki banyak fungsi yang berkaitan erat dengan komponen dan sistem vaskular. Sementara fungsi pembuluh darah adalah untuk mendistribusikan darah secara keseluruhan (regulasi panas dan distribusi zat), komponen darah yang terbentuk dan tidak terbentuk memiliki beberapa fungsi yang sangat spesifik. Sel darah merah misalnya, bertanggung jawab untuk mengangkut gas darah dari paru ke jaringan dengan membawa oksigen dan dari jaringan kembali ke paru-paru dengan membawa karbon dioksida (Faller, Body, and All 2004).

Eritrosit (sel darah merah) berbentuk bundar, struktur berbentuk cakram dengan diameter rata-rata $7.5\mu\text{m}$. Eritrosit memiliki bentuk cekung pada kedua sisi dan rasio permukaan optimal (Gambar 2.2). Pengambilan dan pelepasan oksigen didukung oleh bentuk yang dimiliki oleh eritrosit (melalui jarak pendek difusi) serta fasilitas deformasi pasif selama perjalanan melalui kapiler yang sempit. Kandungan sel darah merah hampir seluruhnya terdiri dari hemoglobin pigmen yang mengandung zat besi merah yang berfungsi sebagai pengikat oksigen secara reversibel. Morfologi hemoglobin yang kaya oksigen akan terlihat lebih cerah (pembuluh darah kapiler), dan terlihat lebih gelap apabila mengandung karbon dioksida yang (pembuluh darah vena) (Faller, Body, and All 2004).

2.5 Darah yang Terpapar Transluthrin

Pada penelitian sebelumnya diketahui terjadi peningkatan yang signifikan pada RBC dan PCV pada tikus yang terpapar transluthrin pada dua hingga empat minggu dan d-alletrin pada dua sampai 12 minggu, dapat disebabkan oleh sianida yang merupakan produk sampingan nyamuk coil dan diketahui menyebabkan pengurangan muatan oksigen pada darah. Kapasitas RBC menyebabkan berkurangnya aktivitas metabolisme serta pengurangan oksigen merangsang eritroprotein yang memiliki fungsi merangsang sumsum tulang untuk menghasilkan RBC (Idowu, Aimufua, and Ejovwoke 2013).

Darah yang mengandung transluthrin dapat mempengaruhi zat-zat yang dibutuhkan oleh tubuh seperti nutrisi, hormone, lemak, gula dan protein. Mekanisme rusaknya sel darah merah akibat transluthrin dimulai saat transluthrin mengenai membran sel, pada membrane sel terdapat kanal ion yang digunakan sebagai gerbang bagi ion untuk masuk maupun keluar sel. Secara normal, kanal ion akan membuka untuk memberikan rangsangan, dan kanal tertutup berfungsi untuk menghentikan sinyal rangsangan. Apabila piretroid yang berada dalam transluthrin berikatan dengan protein yang berada pada membrane, maka kanal ion akan semakin lama terbuka karena piretroid akan mencegah kanal untuk menutup secara normal sehingga transluthrin dapat masuk ke dalam sel. Peristiwa masuknya transluthrin ke dalam sel dapat memicu mitokondria untuk menghasilkan O_2^- lebih banyak lagi sehingga kadar radikal bebas yang terdapat di dalam sel melebihi batas ambang kemampuan sel untuk menetralsir radikal bebas sehingga sel mengalami disfungsi atau mati. (Arianti et al. 2009)

Tabel 2. 1 Perubahan indeks hematologi sel darah mencit yang terpapar transfluthrin dan d-alletrin (Idowu, Aimufua, and Ejoywoke 2013).

Waktu Paparan	Insektisida							
	Transfluthrin				d-alletrin			
	Parameter							
	WBC	RBC	PCV	PLT	WBC	RBC	PCV	PLT
Kontrol	8.3± 0.1	6.8± 0.15	47.50 ±1.5	300± 50.0	8.55± 0.50	7.6± 0.10	45.15± 1.25	731.5± 1.25
2 minggu	0.10± 1.0	*8.5 ± 0.25	*55.0 ± 0.5	355± 5.0	9.75± 0.05	8.60 ± 0.2	45.15± 1.25	732.± 1.00
4 minggu	12.5± 1.5	*9.06 ± 0.26	*57.5 0± 0.50	451.5 ±6.50	*14.30 ± 1.0	8.25± 0.05	49.25± 0.05	732.0± 0.50
8 minggu	10.75 ± 0.25	*9.15 ±0.0 5	66.50 ± 1.5	425± 25	*14.50 ± 0.1	*8.55 ±0.05	*52.05 ±0.05	729.± 0.50
12 minggu	9.80± 0.30	9.25 ±0.2 5	72± 1.0	175± 25	*11.10 ± 0.10	*10.3 ±0.15	*53.5± 0.1	730.5± 0.50
16 minggu	7.90± 0.4	10.45 ±0.1 5	76.5± 1.5	225± 25	9.90± 0.10	11.10 ±0.10	*54.05 ±0.05	731.5± 0.50

WBC= White Blood Cell, RBC = Red Blood Cell, PCV = Packed Cell Volume, PLT = Platelets. *Significant difference (p<0.05)



2.6 Mencit (*Mus musculus*)

Mus musculus adalah jenis spesies mencit yang paling umum digunakan dalam penelitian khususnya dalam bidang medis, mencit digunakan karena relevansi struktur organ seperti manusia namun dalam ukuran yang lebih kecil. Masing-masing organ mencit dapat digunakan sebagai bahan uji yang dapat diamati perubahannya apabila diberikan suatu kontaminasi, khususnya darah.

Sistem perkembang biakan yang cepat dan biaya pemeliharaan yang mudah menjadi poin utama penggunaan mencit sebagai hewan uji. Mencit yang digunakan dalam penelitian ini berusia 4 minggu dan memiliki berat tubuh 18-23g (Kusumastuti 2014). Berikut adalah morfologi mencit dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2. 3 Morfologi mencit (*Mus musculus*)

Taksonomi mencit menurut adalah

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Mamalia
Ordo	: Rodentia
Subordo	: Sciurognathi
Famili	: Muridae
Genus	: <i>Mus</i>
Spesies	: <i>Mus Musculus</i>

2.7 Elektron Spin Resonance

Elektron Spin Resonance biasa digunakan untuk mengukur dan mengidentifikasi material elektronik. Alat ini juga digunakan untuk mengidentifikasi jenis dan jumlah radikal bebas sehingga dapat diterapkan pada analisis biomedis serta pencitraan. Prinsip dasar *Elektron Spin Resonance* adalah efek Zeeman dari elektron yang tidak berpasangan pada radikal bebas yang dapat diamati dengan penyerapan resonansi dari gelombang medan magnet pada frekuensi tertentu. Frekuensi ESR dari gelombang medan magnet tegak lurus dengan medan magnet DC yang digunakan (Kitagawa 2011).

2.8 Efek Zeeman

Efek Zeeman adalah gejala tambahan garis-garis spektrum jika atom-atom tereksitasi diletakkan dalam medan magnet (terpecahnya garis spektral oleh medan magnetik). Dalam medan magnetik, energi keadaan atomik tertentu bergantung pada harga m_l seperti juga pada n . Keadaan dengan bilangan kuantum total n terpecah menjadi beberapa sub-keadaan jika atom itu berada dalam medan magnetik, dan energinya bisa sedikit lebih besar atau lebih kecil dari keadaan tanpa medan magnetik. Pemecahan spektrum dari spektral tunggal menjadi 3 komponen atau lebih yang terpolarisasi jika atom tereksitasi diletakkan di dalam medan magnet. Efek Zeeman diambil dari nama fisikawan yang mengamati efek ini pada tahun 1896 (Mukti 2011).

2.9 Teori Kapasitansi dan Impedansi

Kemampuan bahan untuk menyimpan muatan listrik dari suatu bahan disebut dengan kapasitansi (Giancoli, 2001). Kapasitansi bergantung pada ukuran dan bentuk konduktor dan akan bertambah bila terdapat dielektrik. Dapat dituliskan dengan persamaan 2.1

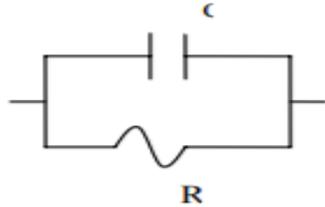
$$C = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

C = nilai kapasitansi dalam F (Farrad)

Q = muatan electron dalam C (Coulomb)

V = besar tegangan dalam V (Volt)



Gambar 2. 4 Model Rangkaian Membran



Gambar 2. 5 Skema Rangkaian Kapasitor Plat Sejajar

2.10 Teori Dielektrik

Setiap bahan akan memiliki kemampuan untuk menyimpan muatan listrik. Karakteristik listrik tersebut dapat diketahui dari pendekatan rangkaian elektronik antara resistor dan kapasitor secara parallel (Prodan, Prodan, and Miller 2008). Pengukuran sifat dielektrik tidak lepas dari pengukuran kapasistansinya. Secara tidak langsung pengukuran kapasitansi mempunyai arti penting pada pengukuran bahan. Rumusan dari kapasitor plat sejajar dapat dirumuskan pada persamaan 2.2

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

ϵ_0 = permitivitas ruang hampa = $8,85 \times 10^{-12}$ F/m

ϵ_r = konstanta dielektrik

A = luas area (m^2)

d = jarak antar plat (m)

C = nilai kapasitansi (F)



Sifat dielektrik menggambarkan kemampuan suatu bahan untuk menyimpan, dan memantulkan energi gelombang elektromagnetik. Setiap bahan memiliki sifat listrik yang khas dan besarnya sangat ditentukan oleh kondisi internal bahan tersebut, seperti momen dipol listrik, komposisi bahan kimia, kandungan air, keasaman dan sifat internalnya (Hermawan 2005).

2.11 TNF- α

Tumor Necrosis Factor alpha atau TNF- α merupakan salah satu bentuk dari sitokin, dimana sitokin sendiri memiliki peran terhadap respon tubuh melawan serangan penyakit dari luar. Sitokin akan mengaktifkan makrofag dan membentuk sitokin proinflamasi seperti TNF- α . Cara kerja dari TNF- α adalah mengatur diferensiasi dan proliferasi sel apabila terserang penyakit inflamasi. TNF- α memiliki sifat pyrogen, dimana pada kadar rendah dan tepat dapat menghambat pertumbuhan stadium darah parasite dengan mengaktifkan sistem imun seluler disertai pelemahan aktifitas dari parasit namun TNF- α yang berlebih dapat menyebabkan kerusakan jaringan yang berat dan fatal. Pada kadar rendah, TNF bekerja terhadap leukosit dan endotel, menginduksi inflamasi akut. Pada kadar sedang, TNF berperan dalam inflamasi sistemik. Pada kadar tinggi, TNF menimbulkan kelainan patologi syok septik.

TNF memiliki efek biologis yaitu pengerahan neutrofil dan monosit ke tempat infeksi serta mengaktifkan sel-sel tersebut untuk menyingkirkan mikroba, memacu ekspresi molekul adhesi sel endotel vaskular terhadap leukosi, merangsang makrofag mensekresi kemokin dan menginduksi kemotaksis dan pengerahan leukosit, merangsang fagosit mononuklear untuk mensekresi IL-1 dengan efek seperti TNF, merangsang hipotalamus yang menginduksi panas dan oleh karena itu disebut pirogen endogen. Panas ditimbulkan atas pengaruh prostaglandin yang diproduksi sel hipotalamus yang dirangsang TNF dan IL-1. Inhibitor sintesis prostaglandin seperti aspirin, menurunkan panas. TNF seperti halnya dengan IL-1 dan IL-6 meningkatkan sintesis protein serum tertentu oleh hepatosit (Ishartadiati 2002)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian yang mengambil judul “Identifikasi Radikal Bebas dan Sifat Dielektrik Darah dari Mencit (*Mus musculus*) yang Terpapar Obat Nyamuk *One Push Aerosol*” ini dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Hewan Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maliki Ibrahim Malang dan Laboratorium Fisika Lanjutan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan Laboratorium Faal Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang pada bulan Januari 2018 hingga bulan April 2018.

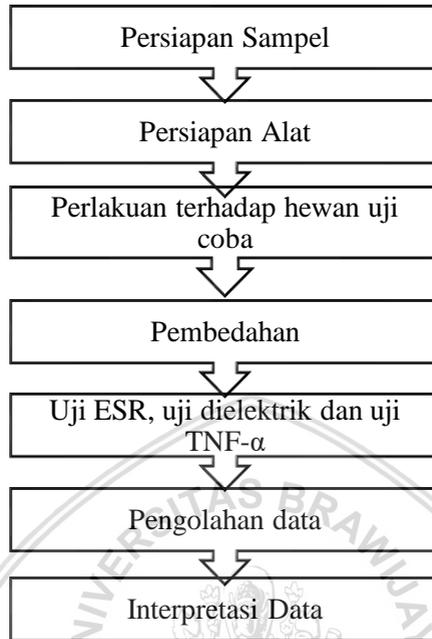
3.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain tabung durham, seperangkat alat bedah, kandang bagi mencit, chamber semprot, satu set alat dielektrik, dan satu set alat ESR Leybond-Heracus dan *microsentrifuge*, timbangan massa, yellow tape, sarung tangan, masker, spuit, termos, alkohol, cairan Pb-S, tissue, plastik dan aquades, sekam,

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 77 ekor mencit jantan berusia 2-3 bulan dengan berat 18 gram hingga 23 gram, 2 jenis obat nyamuk aerosol tipe-V dengan kandungan transfluthrin 21.3% dan tipe-H dengan kandungan transfluthrin sebesar 25 %.

3.3 Alur Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dan disajikan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Alur penelitian

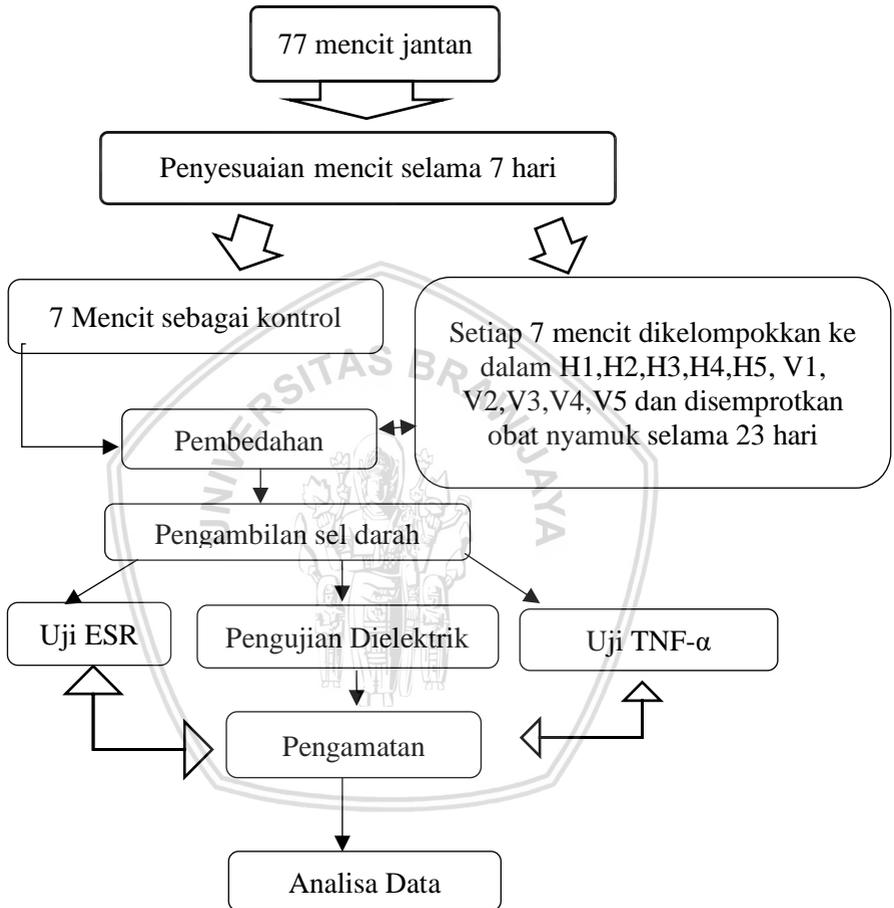
3.3.1 Persiapan Sampel

Sampel yang digunakan adalah obat nyamuk aerosol dengan 2 jenis yang berbeda yaitu *one push* aerosol tipe-V dan tipe-H. Obat nyamuk *one push* aerosol tipe-V mengandung zat aktif transfluthrin 21,3% sedangkan tipe-H mengandung bahan aktif transfluthrin 25%.

Sampel lain yang diperlukan adalah mencit dengan jenis kelamin jantan berusia 2-3 bulan. Setiap perlakuan yang berikan menggunakan 7 ekor mencit. Perlakuan pertama adalah tidak disemprotkan obat nyamuk, perlakuan ini sebaga control. Perlakuan kedua yaitu diberikan semprotan obat nyamuk *one push* aerosol selama 20 menit untuk semua sampel dengan variasi konsentrasi semprotan yaitu 1x semprot, 2x semprot, 3x semprot, 4x semprot dan 5x semprot.

3.3.2 Perlakuan uji coba (Penyemprotan Obat Nyamuk *One Push Aerosol* terhadap mencit)

Perlakuan hewan uji coba disajikan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 4



Gambar 3. 2 Perlakuan uji coba

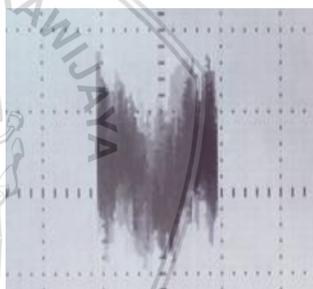
3.3.3 Prosedur Penelitian

3.3.3.1 Uji ESR

Pada penelitian ini sampel darah pada tabung durham diletakkan di bagian tengah kumparan solenoid. Kumparan tersebut akan memancarkan radio frekuensi yang energinya akan diserap oleh sampel yang mengandung radikal bebas, sedangkan koil Helmholtz akan memancarkan medan magnet dari reaksi tersebut. Resonansi yang terjadi antara energi radio frekuensi dengan medan magnet yang dihasilkan akan membentuk Kurva Lissajous. Pembentukan dari Kurva Lissajous juga dipengaruhi oleh aliran arus dan frekuensi yang akan tergambar pada osiloskop sehingga dapat diidentifikasi nilai faktor g dari sampel tersebut.



Gambar 3. 3 Sampel di dalam kumparan



Gambar 3. 4 Hasil Pengukuran sampel yang tergambar pada osiloskop

3.3.3.2 Uji sifat dielektrik

Sampel darah yang telah siap dimasukkan ke dalam plat plastic yang memiliki lubang paling kecil. Plat plastik tersebut dijepit dengan 2 buah plat, plat pertama berbentuk kotak dengan ukuran 2 mm^2 dan plat kedua memiliki lebar $5 \text{ cm} \times 4 \text{ cm}$ yang terbuat dari tembaga dan telah terhubung oleh kabel dari kapasitansimeter. Alat kapasitansimeter yang digunakan adalah merek ALDA AVD890G dengan kemampuan untuk mengukur kapasitansi pada kisaran 2000 pF hingga $20 \mu\text{F}$.



Gambar 3. 5 Rangkaian alat uji dielektrik

3.3.3.3 Uji TNF- α

Bahan yang digunakan adalah serum darah dari mencit yang telah disentrifugasi dengan mikrsenrifuge kemudian sample diberi antigen dengan perbandingan 1:20 dan didiamkan semalam pada suhu 4°C . Kemudian sample dicuci dengan PBS-T 0.2% sebanyak 3x selama 3 menit, lalu sampel di lapisi dengan BSA 1% selama 30 menit dan kembali dicuci dengan PBS-T sebanyak 3x selama 3 menit. Sampel diberi antibody primer dengan perbandingan 1:500 alam PBS dan diinkubasi selama 1 jam kemudian kembali dicuci dengan PBS-T 0.2% sebanyak 3x selam 3 menit. Kemudian sampel diberi antigen TNF- α 1:1000, dan diinkubasi selama 1 jam kemudian kembali

dicuci dengan PBS-T 0.2% sebanyak 3x selama 3 menit kemudian diberikan SA-HRP dengan perbandingan 1:1000 dan diinkubasi selama 1 jam kemudian kembali dicuci dengan PBS-T 0.2% sebanyak 3x selama 3 menit. Sampel ditambahkan sureblue TMB dan diinkubasi selama 30 menit dan reaksi dihentikan dengan HCL 1N dan diinkubasi selama 15 menit kemudian sampel dibaca dengan Elisa Reader dengan panjang gelombang 450 nm.

3.4 Analisa Data

3.4.1 Uji ESR

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, didapatkan data berupa besar arus yang mengalir pada kumparan (I) dan frekuensi (f) pada masing-masing sampel. Frekuensi dan arus tersebut digunakan untuk menghitung besar medan magnet. Setelah diketahui besar medan magnet, maka nilai faktor g dari radikal bebas dapat diidentifikasi dengan membandingkan terhadap literatur.

Besar medan magnet dapat dihitung dengan persamaan 3.1

$$B = \mu_0 * \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} * \frac{n}{r} I \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

- B = medan magnet eksternal
- n = jumlah lilitan pada kumparan HelmHozt (n =320)
- I = arus yang mengalir pada kumparan HelmHozt
- r = jari-jari kumparan HelmHozt
- $\mu_0 = 1.2566*10^{-6}$ T m/a

Jika nilai medan magnet telah diketahui, nilai faktor g dapat dicari dengan menggunakan rumus 3.2

$$g = \frac{h f}{\mu_0 B} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan :



- g = faktor nilai yang digunakan untuk mengkategorikan jenis radikal bebas / factor lande
- h = konstanta Boltzman = $6,55 \times 10^{-34}$ J.s
- f = frekuensi
- $\mu_0 = 1.2566 \times 10^{-6}$ T m/a
- B= Medan Magnet Ekstenal

3.4.2 Uji Dielektrik

Berdasarkan hasil pengukuran kelistrikan darah mencil didapatkan data nilai kapasitansi. Hasil dari lima kali pengukuran kapasitansi dapat dihitung rata-rata dari nilai kapasitansinya. Berdasarkan nilai kapasitansi (C), luas penampang plat kapasitor tembaga (A), jarak antara plat (d), dan besar permitivitas udara yaitu $\epsilon' = 8,85 \times 10^{-12}$ F/M dapat dilakukan perhitungan untuk mencari nilai konstanta dielektrik. Analisa data yang dilakukan bertujuan untuk menggambarkan hubungan antara nilai konstanta dielektrik yang didapat dengan frekuensi pengukuran. Analisa dilakukan dengan metode trenline untuk mengukur kecenderungan hubungan data antara konstanta dielektrik dengan konsentrasi obat nyamuk, yang selanjutnya akan dibandingkan dengan terori dari literatur yang ada. Didapatkan nilai konstanta dengan rumus konstanta dielektrik pada persamaan 3.3

$$\epsilon_r = \frac{C * d}{\epsilon_0 * A} \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan :

- ϵ_r = konstanta dielektrik
- C = kapasitansi rata-rata (F)
- d = Jarak antar plat (m)
- ϵ_0 = permetivitas udara = $8,85 * 10^{-12}$ F/m
- A= luas penampang plat kapasitor (m)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

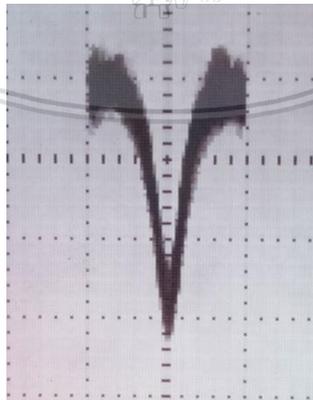
4.1 Kalibrasi Alat ESR

Alat yang digunakan untuk mendeteksi radikal bebas dalam penelitian ini adalah alat ESR (Electro Spin Resonance) type Leybod Heracus. Kalibrasi alat sangatlah perlu dilakukan untuk mengukur keakuratan alat sebelum digunakan sebagai alat uji, kalibrasi alat ESR adalah dengan sampel DPPH (*diphenyl picrylhydrazyl*). Sampel DPPH adalah radikal bebas yang memiliki sifat stabil sehingga dapat digunakan untuk kalibrasikan alat ESR.

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Kalibrasi DPPH

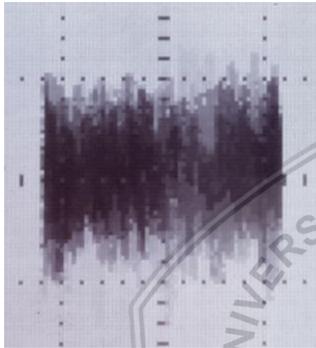
Frek (MHz)	Arus (I)	Medan Magnet (T)	Faktor-g Literatur	Faktor-g eksperimen	Faktor Kalibrasi
23.5	0.96	0.000829	2.0036	2.02321550	0.99030478

Nilai faktor-g DPPH menurut literatur adalah 2,0036. Nilai pengukuran kalibrasi DPPH pada penelitian ini adalah 2,0232 dengan nilai faktor kalibrasi seesar 0.9903. Hasil pengukuran kalibrasi DPPH ditunjukkan pada table 4.1 dengan gambar kurva resonansi sebagai berikut

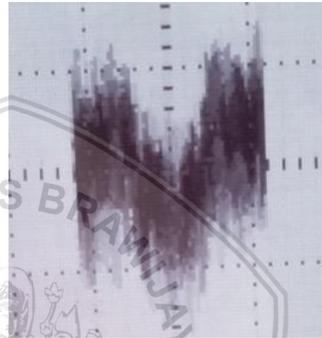


Gambar 4. 1 Kurva Resonansi DPPH

Nilai faktor kalibrasi atau keakuratan yang didapat pada eksperimen penelitian ini adalah 0.9903 dimana angka tersebut mendekati angka 1, maka alat ESR dapat digunakan sebagai alat uji radikal bebas. Nilai dari factor kalibrasi akan dikalikan dengan hasil perhitungan yang didapat untuk mendapatkan nilai factor g sesungguhnya. Gambar kurva resonansi DPPH yang muncul pada layar osiloskop ditunjukkan pada gambar 5 diatas.



Gambar 4. 2 Gambar hasil ESR pada kontrol



Gambar 4. 3 Gambar hasil ESR pada darah

4.2 Data Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan hewan uji mencit dikarenakan mempunyai sifat morfologi organ yang mirip dengan manusia. Gambaran hasil ESR dari sel darah mencit yang diperoleh didapati mengalami beberapa kerusakan. Kerusakan tersebut diidentifikasi dari terbentuknya cekungan seperti yang tergambar pada Gambar 4.2 pada mencit yang diberi perlakuan.

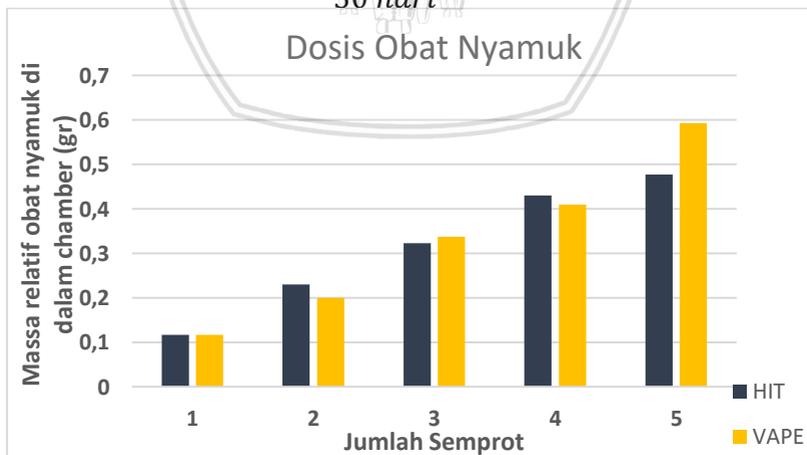
4.2.1 Jumlah Semprot dan Konsentrasi Obat Nyamuk *One Push Aerosol* dalam chamber

Jumlah semprotan yang diberikan kepada mencit telah disesuaikan dengan daya tahan tubuh mencit dalam menerima semprotan obat nyamuk dimana telah dilakukan pengujian terlebih dahulu sebelum dilakukan tahap penelitian. Hasil pengujian menunjukkan jumlah semprot terbaik yang dapat diterima oleh mencit adalah 1 kali, 2 kali, 3 kali, 4 kali, dan 5 kali penyemprotan. Poin penting dalam penyemprotan adalah

selisih obat nyamuk yang akan menunjukkan jumlah konsentrasi yang diserap oleh mencit selama 23 hari di dalam chamber. Pengukuran selisih massa dilakukan sebelum penyemprotan dan sesudah penyemprotan, hal tersebut dilakukan berulang pada tahap 1 kali semprot hingga 5 kali semprot guna memperoleh data yang akurat dan meminimalkan terjadinya kesalahan data.

Konsentrasi obat nyamuk yang masuk di dalam chamber dapat diketahui dengan melakukan perhitungan massa obat nyamuk dan massa udara di dalam volume chamber. Ukuran dari chamber yang digunakan dalam penelitian ini adalah 20,5 cm x 27.5cm x 9,9 cm sehingga memiliki volume sebesar 5581,125 cm³, dengan massa udara yang didapat dari perhitungan ρ udara = 0,001293 gr/cm dibagi dengan volume chamber sehingga massa udara di dalam chamber adalah 7,216394625 gr. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah semprotan yang diberikan oleh obat nyamuk baik tipe-V atau tipe-H, maka konsentrasi dari obat nyamuk yang masuk ke dalam chamber juga semakin banyak yang kemudian konsentrasi dari obat nyamuk tersebut terhirup oleh mencit. Dapat dirumuskan dengan persamaan 4.1

$$m_r = \frac{\text{jumlah } \Delta m \text{ obat nyamuk selama 30 hari}}{30 \text{ hari}} \dots \dots \dots (4.1)$$



Gambar 4. 4 Gambar diagram hubungan antara jumlah semprot dan konsentrasi obat nyamuk

4.2.2 Penentuan Jenis Radikal Bebas pada Darah Mencit yang Terpapar Obat Nyamuk One Push Aerosol

Jenis radikal bebas yang berhasil terdeteksi oleh ESR dari darah mencit yang terpapar obat nyamuk *One Push Aerosol* apabila ditinjau dari tipe obat nyamuk yaitu pada obat nyamuk tipe-H ditemukan radikal bebas jenis O_2^- .

Tabel 4. 2 Jenis radikal bebas yang terdeteksi pada obat nyamuk tipe-H

Frek (Hz)	Arus (A)	g^*	Nilai faktor g literatur	Jenis radikal
19,1 Mhz	0.198	1.6284	1.501-1.75	O_2^-
18.5 Mhz	0.199	1.577302	1.501-1.75	O_2^-
18.3 MHz	0.198	1.544648	1.501-1.75	O_2^-

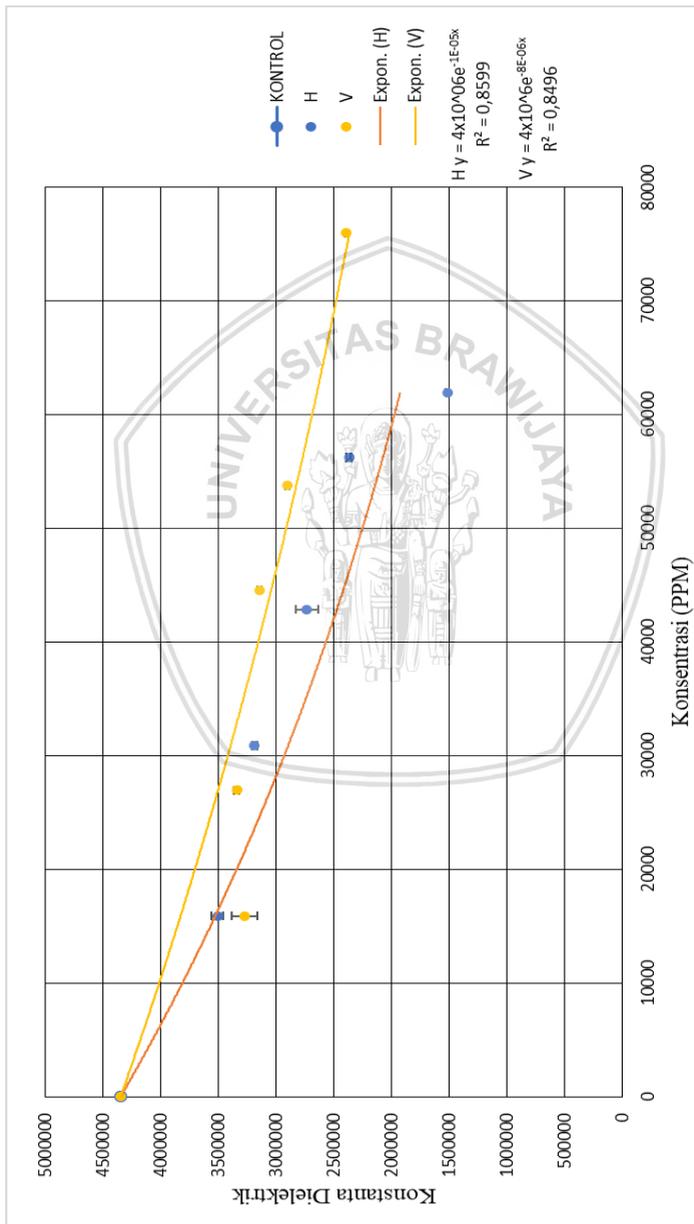
Nilai g^* merupakan faktor lande dari radikal yang terbentuk yang kemudian dibandingkan dengan faktor Lande dari literatur

Tabel 4. 3 Jenis radikal bebas yang terdeteksi pada obat nyamuk tipe-V

Frek (Hz)	Arus (A)	g^*	Nilai faktor g literature	Jenis radikal
17.7 Mhz	0.198	1.5090	1.501-1.75	O_2^-
18.5 Mhz	0.199	1.577302	1.501-1.75	O_2^-
18.3 MHz	0.196	1.56025	1.501-1.75	O_2^-

Nilai g^* merupakan faktor lande dari radikal yang terbentuk yang kemudian dibandingkan dengan faktor Lande dari literature. Jenis radikal bebas yang berhasil terdeteksi oleh ESR dari darah mencit yang terpapar obat nyamuk *One Push Aerosol* apabila ditinjau dari tipe obat nyamuk yaitu pada obat nyamuk tipe-V ditemukan radikal bebas jenis O_2^- .

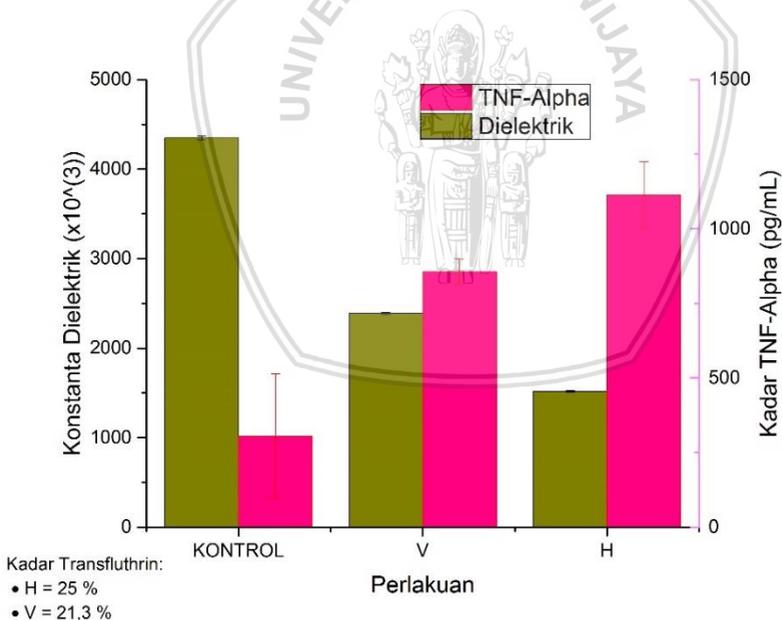
4.2.3 Pengaruh Paparan Obat Nyamuk *One Push Aerosol* terhadap Nilai Konstanta Dielektrik dan Polaritas Jaringan



Gambar 4. 5 Gambar Grafik Hubungan Konstanta Dielektrik dengan Konsentrasi

Grafik yang tercantum pada Gambar 4.5 menjelaskan hubungan antara konstanta dielektrik dengan konsentrasi obat nyamuk dimana pada mencit yang tidak diberi perlakuan obat nyamuk didapat nilai konstanta dielektrik sebesar 4348663,14 sedangkan pada obat nyamuk tipe-H dengan kadar transfluthrin 25%, pada konsentrasi 15909,6811 didapatkan nilai konstanta dielektrik turun menjadi 3508162,702. Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi obat nyamuk yang diberikan maka nilai konstanta dielektrik akan mengalami penurunan didukung dengan bentuk trendline yang semakin menurun.

4.2.4 Pengaruh Paparan Obat Nyamuk *One Push Aerosol* terhadap tingkat TNF- α dan Konstanta Dielektriknya



Gambar 4. 6 Gambar Diagram Pengaruh Paparan Obat Nyamuk terhadap tingkat TNF- α dan Konstanta Dielektriknya

Kadar TNF-alfa semakin meningkat saat mencit diberikan perlakuan obat nyamuk semprot dan berbanding terbalik dengan menurunnya konstanta dielektrik hal tersebut menandakan bahwa kadar TNF-alfa tidaklah normal sehingga dapat menyebabkan kerusakan jaringan yang sangat berat dan fatal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6.

4.3 Pembahasan

4.3.1 Mekanisme terbentuknya radikal bebas pada darah mencit

Hasil pendeteksian jenis radikal bebas oleh ESR baik pada obat nyamuk tipe-V dan tipe-H yaitu anion superoksida (O_2^-), dimana jenis radikal tersebut merupakan hasil reduksi satu electron oksigen dengan kelompok oksigen reaktif (ROS). Mekanisme rusaknya sel darah merah akibat transfluthrin dimulai saat transfluthrin mengenai membran sel, pada membrane sel terdapat kanal ion yang digunakan sebagai gerbang bagi ion untuk masuk maupun keluar sel. Secara normal, kanal ion akan membuka untuk memberikan rangsangan, dan kanal tertutup berfungsi untuk menghentikan sinyal rangsangan. Apabila piretroid yang berada dalam transfluthrin berikatan dengan protein yang berada pada membrane, maka kanal ion akan semakin lama terbuka karena piretroid akan mencegah kanal untuk menutup secara normal sehingga transfluthrin dapat masuk ke dalam sel. Pada dasarnya tubuh memiliki kemampuan untuk menghasilkan radikal bebas jenis O_2^- di dalam mitokondria, proses pembentukan radikal bebas ini terjadi saat proses metabolisme oksidatif dimana terdapat kebocoran elektron sehingga dapat terbentuk O_2^- . Adanya jenis radikal O_2^- hanya dalam jumlah sedikit, ditandai dengan tidak terbentuknya cekungan pada kurva lissajous saat pengujian mencit kontrol. Peristiwa masuknya transfluthrin ke dalam sel dapat memicu mitokondria untuk menghasilkan O_2^- lebih banyak lagi sehingga kadar radikal bebas yang terdapat di dalam sel melebihi batas ambang kemampuan sel untuk menetralkan radikal bebas sehingga sel mengalami disfungsi atau mati ditandai dengan terbentuknya cekungan saat dilakukan pengujian sampel yang diberi paparan obat nyamuk *One Push Aerosol* (Kehrer

and Klotz 2015). Jenis radikal bebas O_2^- terbentuk dari O_2 bebas dengan pemberian satu elektron ke radikal bebas lain, dapat dijinakkan dengan antioksidan alami dalam tubuh manusia yaitu SOD (*Superoxidate dismutase*) (Wetipo 2012). Pada dasarnya tubuh memiliki kemampuan untuk menghasilkan radikal bebas jenis O_2^- di dalam mitokondria, proses pembentukan radikal bebas ini terjadi saat proses metabolisme oksidatif dimana terdapat kebocoran elektron sehingga dapat terbentuk O_2^- .

Hemoglobin merupakan salah satu bagian darah yang memiliki fungsi untuk mengikat oksigen, namun karena adanya transfluthrin yang masuk ke dalam tubuh mencit haemoglobin ini lebih mudah untuk berikatan dengan transfluthrin karena transfluthrin memiliki sifat lebih reaktif apabila dibandingkan dengan oksigen. Hal ini menyebabkan aliran darah yang seharusnya kaya akan oksigen untuk disalurkan ke dalam tubuh menjadi berkurang karena terdapatnya haemoglobin yang berikatan dengan transfluthrin yang berarti sel sehat di dalam darah berkurang dan juga mempengaruhi konstanta dielektrik yang dimiliki oleh darah.

4.3.2 Perubahan sifat dielektrik darah

Penurunan nilai konstanta dielektrik yang disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi obat nyamuk yang mengandung transfluthrin dikarenakan adanya perubahan jumlah momen dipol di dalam darah. Adapun nilai konstanta dielektrik dipengaruhi oleh tiga hal yaitu, jumlah sel sehat, medan listrik luar dan momen dipol. Dalam keadaan normal/sehat, jumlah sel sehat darah merah sangat banyak, sehingga apabila darah dimasukkan ke dalam plat yang bermuatan maka kemampuan darah untuk mengalami polarisasi akan semakin besar. Polarisasi sendiri diartikan sebagai pengkutuban kembali ion yang terdapat di dalam bahan dielektrik karena adanya medan listrik luar pada plat. Polarisasi ini menghasilkan momen dipol. Momen dipol dapat diartikan sebagai sepasang muatan yang memiliki muatan berlawanan dan dipisahkan sejauh jarak a . Momen dipol ini akan menentukan besarnya polarisasi yang terjadi. Darah yang

pada mulanya merupakan molekul polar dan ion didalamnya dalam keadaan acak, akan mengalami efek keseluruhan dari pensejajaran dan induksi yang akan menyebabkan polarisasi muatan berupa penumpukan muatan positif pada salah satu plat dan muatan negatif pada salah satu plat lainnya sehingga memunculkan muatan permukaan yang akan menimbulkan medan induksi E_{ind} yang menentang medan listrik E_0 (Soepriyono, 2002). Momen dipol ini akan mempengaruhi polaritas dimana polaritas didefinisikan sebagai pergerakan ion yang disebabkan oleh adanya medan luar atau perbedaan kutub dalam penelitian ini adalah plat sejajar yang kemudian akan mempengaruhi pula suseptibilitas suatu bahan. Pada Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa nilai konstanta dielektrik semakin menurun, menandakan banyaknya sel yang mengalami kematian ataupun rusak. Dengan kata lain nilai polarisasi yang dimiliki oleh darah yang telah dipapar obat nyamuk adalah kecil atau melemah apabila dimasukkan ke dalam plat yang bermuatan karena jumlah sel sehatnya semakin sedikit dan momen dipol yang terbentuk juga semakin sedikit.

4.3.3 Hubungan peningkatan kadar TNF-Alpha dengan penurunan konstanta dielektrik darah

TNF alfa merupakan sitokin atau mediator yang dihasilkan oleh sel limfosit dalam reaksi radang atau imunologik yang berfungsi sebagai isyarat antara sel-sel untuk membentuk jaringan komunikasi dalam respon imun. Sitokin tersebut mempengaruhi peradangan dan imunitas melalui pengaturan pertumbuhan, mobilitas dan diferensiasi lekosit dan sel-sel jenis lain. Aktivasi dari sel T, sel B, dan makrofag oleh TNF dapat meningkatkan sel T spesifik dan respon antibodi terhadap patogen dan mempercepat penyalpan patogen yang dicerna oleh makrofag. Meskipun setiap sitokin ini dapat melindungi hospes yang terinfeksi, produksi yang berlebihan dapat meningkatkan patologi dan dapat menyebabkan kematian

hospes. Ini terutama ditandai dengan produksi berlebih dari TNF seiring dengan hiperparasitemia. Sehingga respon TNF terhadap parasit mempunyai efek 'pedang bermata dua' dapat dilihat dari analisis respon imun terhadap patogen protozoa (Ishartadiati 2002).



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa radikal bebas yang terbentuk di dalam tubuh khususnya darah akibat penyemprotan obat nyamuk *One Push* Aerosol tipe-V dengan konsentrasi 21,3% dan tipe-H dengan konsentrasi 25% adalah jenis radikal anion superoksida (O_2^-). Konstanta dielektrik darah mencit dalam keadaan normal adalah 4348663,14 dengan kadar TNF-Alpha adalah 304 pg/mL mengalami penurunan akibat penambahan konsentrasi obat nyamuk tipe-H menjadi 1517566,903 ditandai pula dengan meningkatnya kadar TNF- α menjadi 1114 pg/mL sedangkan pada penambahan konsentrasi obat nyamuk tipe-V, konstanta dielektrik menurun menjadi 2389974,45 dan kadar TNF-Alpha meningkat menjadi 856 pg/mL. Penurunan konstanta dielektrik ini disebabkan adanya kenaikan jumlah radikal bebas di dalam tubuh yaitu jenis anion superoksida (O_2^-) yang dapat menimbulkan cedera sel atau bahkan kematian sel. Kadar TNF- α yang semakin meningkat menandakan bahwa transfluthrin yang masuk ke dalam tubuh memicu terbentuknya TNF- α dalam jumlah besar, sehingga TNF- α ini sendiri akan menyerang sistem imun di dalam tubuh yang dapat menyebabkan cedera sel atau bahkan kematian sel.

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan variasi lama waktu penyerapan obat nyamuk oleh mencit yang dipapar obat nyamuk *One Push* Aerosol serta penambahan uji elektrotorasi yang terjadi di dalam darah.

DAFTAR PUSTAKA

- Almahdy, A, and Maryorie Rosa. 2014. "Uji Efek Teratogen Anti Nyamuk Bakar Yang Mengandung Transflutrin Terhadap Fetus Mencit Putih." *SCIENTIA* 4 (2):46–50.
- Arianti, Rista, Virani Rizatania, Minidian Fasitasari, and Hadi Sarosa. 2009. "Perbedaan Efektifitas Bekatul , Tepung Tempe Dan Angkak Dalam Menurunkan Kadar Kolesterol Total Darah Effectiveness Difference between Rice Barn , Tempe Powder , and." *Perbedaan Efektifitas Bekatul, Tepung Tempe Dan Angkak Dalam Menurunkan Kadar Kolestrol Total Darah 1 (Efek Hipokolesterolemia Angkak, Tempe dan Bekatul)*:63–70.
- Biémont, É, P. Palmeri, and P. Quinet. 2010. "Lande G-Factors along the Sixth Row of the Periodic Table." *Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics* 43 (7):2–11. <https://doi.org/10.1088/0953-4075/43/7/074010>.
- Faller, Contents, The Human Body, and Thieme All. 2004. *The Human Body*. Edited by M.D Ethan Taub. Germany: Georg Thieme Verlag.
- Giancoli, Douglas C. 2001. *FISIKA*. Jakarta :Erlangga
- Hermawan, Bandi. 2005. "Monitoring Kadar Air Tanah Melalui Sifat Dielektrik Pada Lahan Jagung" 7 (1):15–22.
- Idowu, Emmanuel Taiwo, Oyenmwun Judith Aimufua, and Yomi-onilude Ejovwoke. 2013. "Toxicological Effects of Prolonged and Intense Use of Mosquito Coil Emission in Rats and Its Implications on Malaria Control" 61 (September):1463–73.
- Ishartadiati, Kartika. 2002. "PERANAN TNF, IL-1, DAN IL-6 PADA RESPON IMUN TERHADAP PROTOZOA," 9.
- Joharina, Arum Sih, and Siti Alfiah. 2012. "Analisis Deskriptif Insektisida Rumah Tangga Yang Beredar Di Masyarakat." *Jurnal Vektora IV* (1):23–32.
- Kehrer, James P, and Lars-oliver Klotz. 2015. *Free Radicals and Reactive Oxygen Species Free Radicals and Related Reactive Species as Mediators of Tissue Injury and Disease : Implications for Health, Critical Reviews in Toxicology*. Jena: Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.3109/10408444.2015.1074159>.
- Kitagawa, Akio. 2011. "Electron Spin Resonance Measurement with Microinductor on Chip." *Journal of Sensors* 2011. <https://doi.org/10.1155/2011/813636>.

- Kusumastuti, Nurul Hidayati. 2014. "Penggunaan Insektisida Rumah Tangga Anti Nyamuk Di Desa Pangandaran, Kabupaten Pangandaran." *Widyariset* 17 (3):417–24.
- Lutfianto, Saufik. 2008. "Sistem Manufaktur Terpadu Proses Obat Nyamuk Semprot," 1–9.
- Mukti, Kusnanto W. 2011. "Percobaan Efek Zeeman." *Percobaan Efek Zeeman*, 1–6.
- Pearce, Evelyn C. 2011. *Anatomi Dan Fisiologi Untu Paramedis*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Pemba, Dylo, and Chifundo Kadangwe. 2014. "Mosquito Control Aerosols Efficacy Based on Pyrethroids Constituents Mosquito Control Aerosols ' Efficacy Based on Pyrethroids Constituents," no. January. <https://doi.org/10.5772/30707>.
- Prodan, Emil, Camelia Prodan, and John H Miller. 2008. "The Dielectric Response of Spherical Live Cells in Suspension : An Analytic Solution" 95 (November):4174–82. <https://doi.org/10.1529/biophysj.108.137042>.
- Quraisyiyah, Sukainah, Firdy Yuana, Chomsin S Widodo, Mahasiswa Jurusan Fisika, Universitas Brawijaya, Dosen Jurusan Fisika, Universitas Brawijaya, Dosen Jurusan Fisika, and Universitas Brawijaya. 2014. "Pengukuran Konsentrasi Partikel Dan Uji Bioefikasi Beberapa Insektisida One Push Aerosol Terhadap Nyamuk Aedes Aegypti Betina." *UniversitaS Brawijaya*, 1–6.
- R.A. Wigati, and Lulus Susanti. 2012. "Hubungan Karakteristik, Pengetahuan, Dan Sikap, Dengan Perilaku Masyarakat Dalam Penggunaan Anti Nyamuk Di Kelurahan Kutowinangun." *Buletin Penelitian Kesehatan* 40 (3):130–41.
- Raini, Mariana. 2009. "Toksikologiinsektisida Rumah Tangga Dan Pencegahan Keracunan" XIX:1–7.
- Verhoeff, F H, B J Brabin, C A Hart, L Chimsuku, P Kazembe, and R L Broadhead. 1999. "Increased Prevalence of Malaria in HIV-Infected Pregnant Women and Its Implications for Malaria Control." *TROPICAL MEDICINE & INTERNATIONAL HEALTH* 4 (1):5–12. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3156.1999.00349.x>.
- Wetipo, Yafeth S. 2012. "Produksi ROS Akibat Akumulasi Ion Logam Berat Dan Mekanisme Penangkal Dengan Antiksidan," 7.
- Zheleva-Dimitrova, Dimitrina, Paraskev Nedialkov, and Gerassim Kitanov. 2010. "Radical Scavenging and Antioxidant Activities

of Methanolic Extracts from Hypericum Species Growing in Bulgaria.” *Pharmacognosy Magazine* 6 (22). Medknow Publications and Media Pvt. Ltd.:74–78.
<https://doi.org/10.4103/0973-1296.62889>.

