PENGARUH MEDAN LISTRIK TERHADAP MOTILITAS DAN VIABILITAS SPERMATOZOA PADA HEWAN MENCIT (*Mus muculus L.*)

SKRIPSI

oleh:
HANAN BADRI
NIM 18640074

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023

HALAMAN PENGAJUAN

PENGARUH MEDAN LISTRIK TERHADAP MOTILITAS DAN VIABILITAS SPERMATOZOA PADA HEWAN MENCIT (*Mus muculus L.*)

SKRIPSI

Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persayaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

oleh:
Hanan Badri
NIM. 18640074

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH MEDAN LISTRIK TERHADAP MOTILITAS DAN VIABILITAS SPERMATOZOA PADA HEWAN MENCIT (*Mus muculus L.*)

SKRIPSI

oleh:
Hanan Badri
NIM. 18640074

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada tanggal, 22 Desember 2023

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. H. Agus Mulyono, M. Kes	Wiwis Sasmitaninhidayah, M. Si
NIP. 19750808 199903 1 003	NIDT. 19870215 20180201 2 233

Mengetahui,
Ketua Program Studi

Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

I

PENGARUH MEDAN LISTRIK TERHADAP MOTILITAS DAN VIABILITAS SPERMATOZOA PADA HEWAN MENCIT (*Mus muculus L.*)

SKRIPSI

oleh:
Hanan Badri
NIM. 18640074

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Serjana Sains (S.Si)
Pada Tanggal: 22 Desember 2023

Ketua Penguji	Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si NIP. 19641211 199111 1 001	
Anggota Penguji	Arista Romadani, M.Sc NIP. 19900905 201903 1 018	
Dosen Pembimbing I	Dr. H. Agus Mulyono, M. Kes NIP. 19750808 199903 1 003	
Dosen Pembimbing II	Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si NIDT. 19870215 20180201 2 233	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi

Dr. Ahmad Tazi, M. Si
NIP. 19740730 200312 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hanan Badri

Nim : 18640074

Program Studi : Fisika

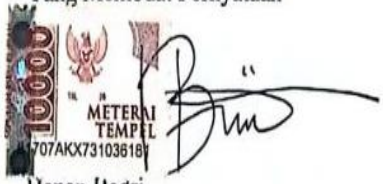
Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Pengaruh Medan Listrik Terhadap Motilitas dan Viabilitas Spermatozoa pada Hewan Mencit (Mus musculus L.)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian ini tidak terdapat unsur penjiplakan karya penelitian yang telah dilakukan oleh orang lain, kecuali yang dikutip dalam naskah ini dan disebabkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur jiplakan maka saya bersedia menerima sanksi.

Malang, 22 Desember 2023

Yang Membuat Pernyataan



Hanan Badri

NIM. 18640074

MOTTO

اِجْهَدْ وَ لاَ تَكْسَلْ وَ لاَ تَكُ غَافِلاً فَنَدَامَةُ العُقْبَيْ لِمَنْ يَتَكَاسَلُ

“Bersungguh-sungguhlah dan jangan bermalas-malasan dan jangan pula lalai, karena penyesalan itu bagi orang yang bermalas-malasan.”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillah

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Umi dan Baba untuk segala dukungan dan doa yang diberikan sehingga saya dapat melawati segala rintangan.
2. Mbakku untuk bantuan doa dan motivasi selama ini.
3. Segenap dosen dan pembimbing untuk segala ilmu dan bimbingan yang telah diberikan.
4. Sahabat dan teman-teman angkatan 2018 Fisika UIN Malang untuk segala bantuan dan dukungan sehingga skripsi ini selesai dengan baik.

Terima kasih atas dukungan dan doa kepada saya, semoga semua kebaikan dan ketulusan mendukung Allah SWT membalas semuanya. Aamiin.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat kepada Allah SWT, karena atas segala nikmat-Nya lah proposal skripsi yang berjudul "**Pengaruh Medan Listrik terhadap Motilitas dan Viabilitas Spermatozoa pada Hewan Mencit (*Mus musculus L.*)**" ini dapat diselesaikan dengan baik sebagai tugas akhir utuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Serjana Sains (S.Si) Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun manusia menuju zaman zakiyyah, yakni Addinul Islam Wal Iman.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal skripsi banyak pihak yang telah berpartisipasi dan membantu. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu, dengan ketulusan dan kerendahan hati penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Dr. Imam Tazi, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Skripsi Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang dengan sabar membimbing dan memberikan arahan sehingga penulisan proposal skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Segenap Dosen, Laboran dan Admin Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan ilmu

pengetahuan, pengarahan dan pengalaman kepada penulis selama proses penyusunan skripsi berlangsung.

4. Baba dan Umi serta keluarga di rumah yang selalu memberi doa dan dukungan.
5. Sahabat dan orang tedekat saya yang selalu menjadi *support system* selama pengerjaan skripsi hingga selesai.
6. Teman-teman mahasiswa Jurusan Fisika 2018 Univeristas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberi semangat dan serta semua pihak yang telah membantu memberikan dukungan demi kesuksesan dalam penyusunan skripsi ini.

Dalam penyusunan proposal skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangaun. Demikian yang dapat penulis sampaikan, penulis berharap proposal skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengatahuan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 25 November 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PENGAJUAN ..... **ii**
HALAMAN PERSETUJUAN ..... **iii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN ..... **v**
MOTTO ..... **vi**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **vii**
KATA PENGANTAR ..... **viii**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
DAFTAR TABEL ..... **xiv**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xv**
ABSTRAK ..... **xvi**
ABSTRACT ..... **xvii**
الملخص ..... **iixvi**

BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 5
1.5 Batasan Penelitian 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1 Radisi Gelombang Elektromagnetik 6
2.2 Spermatozoa 8
2.3 Kualitas Spermatozoa 11
2.4 Viabilitas Spermatozoa 12
2.5 Hubungan Medan Listrik dan Spermatozoa 12
2.6 Mencit (*Mus musculus*) 13
2.6.1 Klasifikasi Mencit (*Mus musculus*) 14
2.6.2 Anatomi dan Fisiologi 14
2.6.3 Sistem Reproduksi Mencit Jantan 15

BAB III METODE PENELITIAN **16**
3.1 Jenis Penelitian 16
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian 16
3.3 Desain Perangkat 16
3.4 Alat dan Bahan Penelitian 17
3.4.1 Alat Penelitian 17
3.4.2 Bahan Penelitian 18
3.5 Prosedur Penelitian 18
3.5.1 Penyiapan Mencit Jantan 18
3.5.2 Penyiapan Medan Listrik 19
3.5.3 Pengamatan Spermatozoa 20
3.5.4 Pengolahan Hasil Video 20

3.6 Diagram Alir 21
3.6.1 Diagram Alir pada Penyiapan Mencit Jantan 21
3.6.2 Diagram Alir pada Penyiapan Medan Listrik dan Pengamatan Sperma 22
3.7 Teknik Pengumpulan dan Analisis Data 23
3.7.1 Metode Pengumpulan Data 23
3.7.2 Analisis Data 25

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 26
4.1 Sperma Mencit (*Mus musculus L.*) 26
4.2 Motilitas Spermatozoa 27
4.2.1 Motilitas Spermatozoa Pada Saat E = 0 V/cm 28
4.2.2 Motilitas Spermatozoa Pada Saat E = 2 V/cm 28
4.2.3 Motilitas Spermatozoa Pada Saat E = 4 V/cm 30
4.2.4 Motilitas Spermatozoa Pada Saat E = 6 V/cm 32
4.3 Viabilitas Spermatozoa 36
4.4 Diameter Tubulus Seminiferus 38
4.5 Pembahasan 41
4.6 Hasil Penelitian Dalam Perspektif Islam 44

BAB V KESIMPULAN 47
5.1 Kesimpulan 47
5.2 Saran 48

DAFTAR PUSTAKA 49
LAMPIRAN 51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Muatan Medan Listrik 6
Gambar 2.2 Kapasitor plat sejajar 7
Gambar 2.3 Struktur pada spermatozoa 9
Gambar 3.1 Desain percobaan pemaparan medan listrik 16
Gambar 3.2 Desain percobaan pengamatan spermatozoa 17
Gambar 4.1 Struktur sperma pada mencit dari hasil video 26
Gambar 4.2 Motilitas Spermatozoa Saat E = 0 V/cm dan t = 0 s..... 28
Gambar 4.3 Motilitas Spermatozoa Saat E = 2 V/cm dengan t = 15 s, t = 30 s, t = 45 s dan t = 60 s 29
Gambar 4.4 Motilitas Spermatozoa Saat E = 4 V/cm dengan t = 15 s, t = 30 s, t = 45 s dan t = 60 s 31
Gambar 4.5 Motilitas Spermatozoa Saat E = 6 V/cm dengan t = 15 s, t = 30 s, t = 45 s dan t = 60 s 33
Gambar 4.6 Hubungan Pemaparan Medan Listrik dan Waktu Pemaparan dengan Banyaknya Spermatozoa 36
Gambar 4.7 Hubungan Pemaparan Medan Listrik dan Waktu Pemaparan dengan Diameter Tubulus Seminiferus..... 39

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Motilitas Spermatozoa 23
Tabel 3.2 Viabilitas Spermatozoa 24
Tabel 3.3 Diameter Tubulus 25
Tabel 4.1 Motilitas spermatozoa 27
Tabel 4.2 Hasil Uji ANOVA Pada Motilitas Spermatozoa 34
Tabel 4.3 Hasil Uji DMRT 5% *xi* Pada Motilitas Spermatozoa 35
Tabel 4.4 Hasil Uji DMRT 5% *yi* Pada Motilitas Spermatozoa 35
Tabel 4.5 Viabilitas Spermatozoa 36
Tabel 4.6 Hasil Uji ANOVA Pada Viabilitas Spermatozoa 37
Tabel 4.7 Hasil Uji DMRT 5% Pada Viabilitas Spermatozoa 38
Tabel 4.8 Diameter Tubulus Seminiferus 39
Tabel 4.9 Hasil Uji ANOVA Pada Diameter Tubulus Seminiferus 40
Tabel 4.10 Hasil Uji DMRT 5% Pada Diameter Tubulus Seminiferus 41

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Data posisi (motilitas) spermatozoa 52
LAMPIRAN 2 Hasil Uji DMRT 5% 56
LAMPIRAN 3 Dokumentasi selama penelitian..... 58

ABSTRAK

Badri, Hanan. 2023. **Pengaruh Medan Listrik terhadap Motilitas dan Viabilitas Spermatozoa pada Hewan Mencit (*Mus musculus L.*)**. Skripsi. Program Studi Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Dosen Pembimbing (I) Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes (II) Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si

Kata Kunci: *Medan Listrik, Motilitas, Viabilitas, Spermatozoa, Mencit*

Medan listrik dapat mempengaruhi kualitas spermatozoa, yaitu dapat meningkatkan motilitas (daya gerak), viabilitas (daya tahan) dan diameter tubulus seminiferus. Spermatozoa merupakan sel hidup, karena spermatozoa memiliki ciri-ciri yaitu mampu bergerak, beradaptasi dengan perubahan lingkungan, peka terhadap rangsang, dan memiliki organel sel. Pada umumnya spermatozoa hanya dapat bertahan selama 20-60 menit saja, di dalam dunia medis, hal ini sangat dibutuhkan untuk melakukan pembuahan di luar rahim, yaitu disaat pembuahan di dalam tabung. Proses untuk melakukan pembuahan cukup memakan waktu, untuk itu spermatozoa yang dibutuhkan harus dapat bertahan lebih lama dibandingkan dengan waktu normal. Mencit (*Mus musculus* L.) dapat digunakan sebagai hewan percobaan dikarenakan sistem reproduksinya hampir sama seperti manusia, maka dari itu spermatozoa pada mencit merupakan salah satu struktur anatomi yang bisa dijadikan sebagai bahan uji penelitian untuk membuktikan kualitas pada spermatozoa. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh medan listrik terhadap motilitas, viabilitas dan diameter tubulus seminiferus spermatozoa pada mencit (*Mus musculus L.*). Terdapat 4 variasi yaitu 0, 2 V/cm, 4 V/cm, dan 6 V/cm, serta 4 variasi waktu yaitu, 15s, 30s, 45s, dan 60s. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa medan listrik dapat berpengaruh pada motilitas, viabilitas, dan diameter tubulus seminiferus spermatozoa. Pada variasi 4 V/cm menunjukkan bahwa spermatozoa memiliki kualitas lebih baik daripada pemaparan yang lain. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa pemaparan medan listrik yang paling efektif yang itu pada variasi 4 V/cm.

ABSTRACT

Badri, Hanan. 2023. The Effect of Unidirectional Electric Fields on the Motility and Viability of Spermatozoa in Mice (Mus musculus L.). Thesis. Study Program of Physics. Faculty of Science and Technology. Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Advisor (I) Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes (II) Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si

Keywords: *Electrics Fields, Motility, Viability, Spermatozoa, Mice*

Electric fields can affect the quality of spermatozoa, namely they can increase motility (power of movement), viability (endurance) and diameter of the seminiferous tubules. Spermatozoa are living cells, because spermatozoa have the characteristics of being able to move, adapting to environmental changes, being sensitive to stimuli, and having cell organelles. In general, spermatozoa can only survive for 20-60 minutes. In the medical world, this is very necessary for fertilization outside the uterus, namely when fertilized in the tube. The process of fertilization takes quite a long time, so the spermatozoa needed must be able to survive longer than normal. Mice (Mus musculus L.) can be used as experimental animals because their reproductive system is almost the same as humans, therefore spermatozoa in mice is one of the anatomical structures that can be used as research test material to prove the quality of spermatozoa. The aim of this research was to determine the effect of electric fields on the motility, viability and diameter of seminiferous tubules of spermatozoa in mice (Mus musculus L.). There are 4 variations, namely 0.2 V/cm, 4 V/cm, and 6 V/cm, as well as 4 time variations, namely, 15s, 30s, 45s, and 60s. The results of the research show that electric fields can influence the motility, viability and diameter of the seminiferous tubules of spermatozoa. The variation of 4 V/cm shows that the spermatozoa have better quality than other exposures. Therefore, it can be concluded that the most effective electric field exposure is at a variation of 4 V/cm.

الملخص

بدرى, حنان. 2023. **تأثير المجالات الكهربائية على حركة وحيوية الحيوانات المنوية في الفئران (Mus musculus L.)**. البحث الجامعى. قسم الفيزياء. كلية العلوم والتكنولوجيا في جامعة الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف دكتور. أجوس موليونو، الماجستير (II) ويويس ساسميتانينغهيدايا، الماجستيرة

الكلمات الرئيسية: المجالات الكهربئية, الحركة, الحيوانات المنوية, الفئران

يمكن أن تؤثر المجالات الكهربائية على جودة الحيوانات المنوية، أي أنها يمكن أن تزيد من القدرة على الحركة (قوة الحركة)، والقدرة على البقاء (التحمل) وقطر الأنابيب المنوية. الحيوانات المنوية هي خلايا حية، لأن الحيوانات المنوية لها خصائص القدرة على الحركة، والتكيف مع التغيرات البيئية، والحساسية للمنبهات، ولها عضيات الخلية. بشكل عام، لا تستطيع الحيوانات المنوية البقاء على قيد الحياة إلا لمدة 20-60 دقيقة، وفي عالم الطب يعد ذلك ضروريًا جدًا للتخصيب خارج الرحم، أي عند التلقيح في الأنبوب. تستغرق عملية الإخصاب وقتا طويلا، لذلك يجب أن تكون الحيوانات المنوية اللازمة قادرة على البقاء لفترة أطول من المعتاد. يمكن استخدام الفئران (Mus musculus L) كحيوانات تجريبية لأن جهازها التناسلي يشبه تقريبًا جهاز الإنسان، وبالتالي فإن الحيوانات المنوية في الفئران هي أحد الهياكل التشريحية التي يمكن استخدامها كمواد اختبار بحثية لإثبات جودة الحيوانات المنوية. الهدف من هذا البحث هو تحديد تأثير المجالات الكهربائية على حركة وحيوية وقطر الأنابيب المنوية للحيوانات المنوية في الفئران (Mus musculus L). هناك 4 اختلافات، وهي 2 فولت/سم، و4 فولت/سم، و6 فولت/سم، بالإضافة إلى 4 اختلافات زمنية، وهي 15 ثانية، و30 ثانية، و45 ثانية، و60 ثانية. تظهر نتائج البحث أن المجالات الكهربائية يمكن أن تؤثر على حركية وحيوية وقطر الأنابيب المنوية للحيوانات المنوية. يُظهر التباين بمقدار 4 فولت/سم أن الحيوانات المنوية تتمتع بجودة أفضل من التعريضات الأخرى. ولذلك، يمكن أن نستنتج أن التعرض للمجال الكهربائي الأكثر فعالية هو عند اختلاف قدره 4 فولت/سم.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Medan listrik dapat mempengaruhi kualitas spermatozoa, yaitu dapat meningkatkan motilitas (daya gerak) dan viabilitas (daya tahan). Spermatozoa merupakan sel hidup, karena spermatozoa memiliki ciri-ciri yaitu mampu bergerak, beradaptasi dengan perubahan lingkungan, peka terhadap rangsang, dan memiliki organel sel (Tang dan Affandi, 2017). Spermatozoa atau sperma sendiri merupakan fungsi mengantarkan DNA dari sel jantan ke sel telur. Spermatozoa diproduksi dari testis yang diproses secara dinamis yang dikenal sebagai spermatogenesis. (Prakash, *et al*., 2013).

Medan listrik jika dipaparkan ke spermatozoa akan mempengaruhi peningkatan viabilitas (daya tahan), motilitas (gerak acak), dan diameter tubulus seminiferus pada spermatozoa.

أَلَمْ يَكُ نُطْفَةً مِّن مَّنِيٍّ يُمْنَىٰ ﴿٣٧﴾

"Bukankah dia dahulu setetes mani yang ditumpahkan (ke dalam rahim)."
(QS. al-Qiyamah: 37)

Asal muasal kata "yumna" yaitu "tumna" yang memiliki pemahaman penciptaan manusia berawal dari "sperma yang memancar" hanya sperma jantanlah yang berhasil bertemu dengan indung telur, sedangkan jika menggunakan "ya" memiliki pemahaman peciptaan manusia bermula dari bagian

kecil yaitu satu spermatozoa dari jutaan spermatozoa yang ada. (Tafsir ‘Ilmi, 2016)

Ayat tersebut menjelaskan bahwa awal mulanya manusia hanya dari setetes mani yang dimasukkan ke dalam rahim, kemudian mani itu bertemu dengan sel telur yang telah siap dibuahi, lalu Allah Yang Maha Kuasa menciptakannya dan menyempurnakan proses pembuahan antara spermatozoa dan sel telur sehingga Beliau menjadikan darinya sepasang laki-laki dan perempuan. Umumnya pembuahan yang sempurna terjadi langsung ketika melakukan pembuahan di dalam rahim, tetapi terdapat beberapa rahim yang tidak bisa menerima atau membuahi dengan sempurna, sehingga adanya proses bayi tabung untuk melakukan pembuahan sementara di luar rahim.

Pada umumnya spermatozoa hanya dapat bertahan selama 20-60 menit saja, didalam dunia medis, hal ini sangat dibutuhkan untuk melakukan pembuahan di luar rahim, yaitu pembuahan di dalam tabung. Proses untuk melakukan pembuahan cukup memakan waktu, untuk itu spermatozoa yang dibutuhkan harus bisa bertahan lebih lama dibandingkan waktu normal (Azza, 2015). Untuk menangani permasalahan tersebut, dilakukan alternatif yang dapat membantu untuk meningkatkan daya tahan pada sepermatozoa yaitu dilakukan pemaparan menggunakan medan listrik pada spermatozoa agar dapat bertahan lebih lama dibandingkan dengan ketahanan normal.

Mencit (*Mus musculus* L.) dapat digunakan sebagai hewan percobaan dikarenakan sistem reproduksinya hampir sama seperti manusia, bukan hanya itu mencit juga mempunyai siklus hidup yang relatif pendek, peranakannya lebih dominan berjumlah banyak, mudah ditangani, struktur anatomi, fisiologi, serta

genetiknya mirip oleh manusia, maka dari itu spermatozoa merupakan salah struktur anatomi pada mencit yang bisa dijadikan sebagai bahan uji penelitian untuk membuktikan kualitas pada spermatozoa.

Kualitas spermatozoa dapat meliputi beberapa hal yaitu jumlah spermatozoa, normalitas atau morfologi, motilitas atau daya gerak, dan viabilitas atau daya tahan (Fauziyah, 2013). Medan listrik dapat mempengaruhi pada viabilitas (daya tahan) dan motilitas (gerak acak) pada spermatozoa.

Menurut penelitian Fauziyah. A tentang pengaruh radiasi sinar-X terhadap motilitas spermatozoa pada mencit (*Mus musculus* L.), yang diperoleh konsentrasi spermatozoa kurang dari 20juta/ml dan motilitas yang diperoleh kurang dari 50%. Menurut penelitian Sudarti N. W, dkk kualitas spermatozoa mencit yang terpapar radiasi sinar-X secara berulang, dari hasil uji *LSD* menunjukkan bahwa paparan radiasi sinar-X sangat berpengaruh terhadap penurunan kualitas spermatozoa mencit dan penggunaan radiasi sinar-X yang dilakukan secara berulang dapat menurukan motilitas spermatozoa.

Menurut Wulan A. J dkk pengaruh paparan gelombang elektromagnetik handphone terhadap jumlah dan motilitas spermatozoa tikus putih jantan (*Rattus norveggicus*) galur *Sprague dawley*, dari hasil penelitian diperoleh yaitu paparan gelombang elektromagnetik handphone selama 21 hari menurunkan motilitas spermatozoa.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Nurmasyitah yang berjudul "Pengaruh Medan Listrik Terhadap Gerak Acak dan Viabilitas Spermatozoa Mencit (*Mus musculus*)" di dalam penelitian ini, hanya dilakukan 2 kali perlakuan yaitu tanpa perlakuan dan untuk perlakuan hanya menggunakan satu variasi saja

yaitu 12,5 V, dalam penelitian yang dilakukan bahwa medan listrik yang dipaparin hanya bisa bertahan selama 30 menit saja. Dari penelitian-penelitian yang telah ada, saya ingin melakukan penelitian lebih lanjut terhadap penelitian pengaruh medan listrik dengan beberapa variasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh paparan medan listrik terhadap motilitas (gerak acak) spermatozoa pada mencit (*Mus musculus* L.)?
2. Bagaimana pengaruh paparan medan listrik terhadap viabilitas (daya tahan) spermatozoa pada mencit (*Mus musculus* L.)?
3. Bagaimana pengaruh paparan medan listrik terhadap diameter tubulus seminiferus pada spermatozoa?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh medan listrik terhadap motilitas, viabilitas, dan diameter tubulus seminiferus spermatozoa pada mencit (*Mus musculus* L.).

Tujuan khusus penelitian ini diantaranya:

1. Untuk mengetahui pengaruh paparan medan listrik terhadap motilitas (gerak acak) spermatozoa pada mencit (*Mus musculus* L.).
2. Untuk mengetahui pengaruh paparan medan listrik terhadap viabilitas (daya tahan) spermatozoa pada mencit (*Mus musculus* L.).

3. Untuk mengetahui pengaruh paparan medan listrik terhadap diameter tubulus seminiferus pada spermatozoa.

1.4 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini dapat diambil manfaatnya, antara lain:

1. Dapat memberikan informasi mengenai pengaruh medan listrik motilitas, viabilitas, diameter tubulus seminiferus spermatozoa pada mencit (*Mus musculus* L.).
2. Dapat memberikan pengetahuan baru bagi mahasiswa tentang hubungan fisika dan biologi serta medis yang dapat diterapkan.

1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian ini batasan masalah yang dapat diambil:

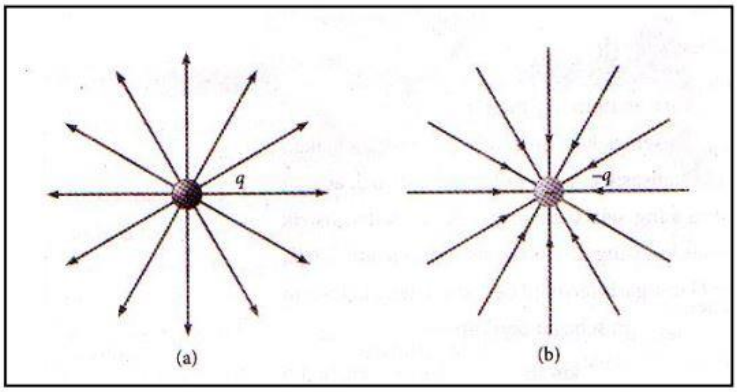
1. Penelitian hanya bertujuan untuk mengetahui pengaruh medan listrik terhadap motilitas, viabilitas, diameter tubulus seminiferus spermatozoa.
2. Perlakuan pada mencit saat pemaparan dengan variasi yang telah ditentukan yaitu 2 V/cm, 4 V/cm, dan 6 V/cm dengan waktu 15s, 30s, 45s, dan 60s.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Medan Listrik

Garis-garis medan listrik seperti pada gambar 2.1 (a) merupakan muatan yang berisfat negatif, dan pada gambar 2.1 (b) merupakan muatan yang bersifat positif. Setiap garis-garis gaya yang terdapat pada muatan merupakan garis-garis radikal yang melalui muatan (Giancoli, Douglass C., 2014).

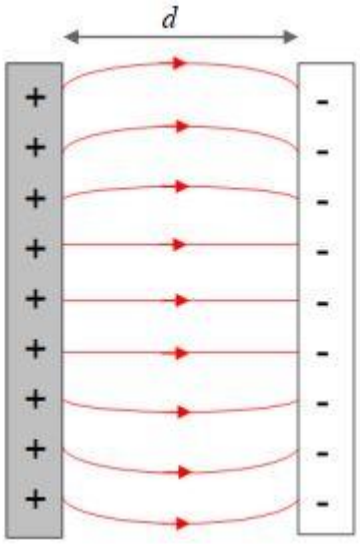


Gambar 2.1. Muatan medan listrik

Besar medan listrik dari sebuah benda yang bermuatan listrik dapat dinamakan kuat medan listrik. Suatu muatan uji *q'* diletakkan di dalam medan listrik dari sebuah benda yang bermuatan, maka kuat medan listrik *E* benda adalah besar gaya *F* yang muncul di antara keduanya dibagi menjadi besar muatan uji. Maka persamaan medan listrik pada benda yang bermuatan yaitu: (Serwey dan Jewet, 2014)

$$E = F/q \qquad (2.1)$$

Kapasitor keping sejajar mempunyai sebuah sistem yang terdiri dari dua plat utama yaitu area plat A dan plat B. Plat dalam keadaan saling sejajar dan dipisah oleh jarak *d* yang lebih kecil dibandingkan dimensi liner. (Giancoli, Douglass C., 2014)



Gambar 2.2 Kapasitor plat sejajar

Perbandingan antara kedua kapasitor akan memberikan permitivitas relatif atau konstanta dielektrik dari material yang ditempatkan di antar dua plat kapasitor. Besar pada plat kapasitor dipengaruhi oleh beberapa faktor: (David Halliday dan Robert Resnick, 2014)

1. Luas keping salah satu penyusun kapasitor (V), jika lempeng semakin luas maka kapasitas pada kapasitor semakin besar.
2. Jarak antar dua keeping (d), jika jarak antara plat A dan plat B berdekatan maka kapasitas pada kapasitor semakin membesar.

3. Permitivitas (E) merupakan dielektrik bahan yang memisahkan kedua penghantar.

Dari penjelasan ini, dapat dihubungkan antara medan (E) dan beda potensial (V) yaitu sebesar:

$$E = V/d \qquad (2.2)$$

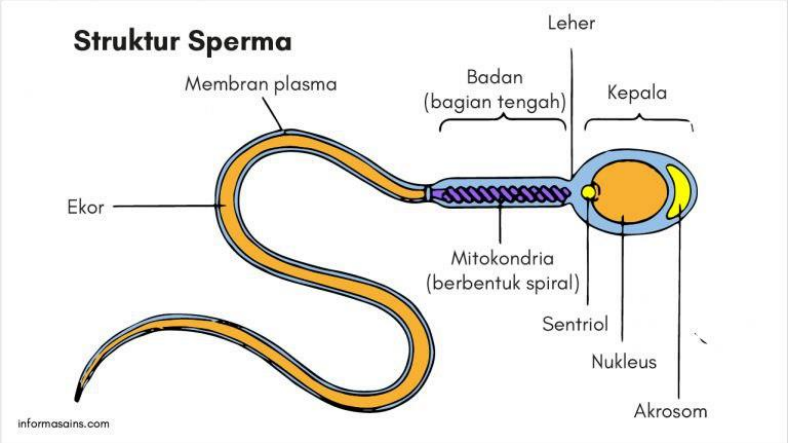
Besar medan listrik untuk di antara dua plat mempunyai muatan listrik tanpa dielektrik atau yang dapat di ukur tegangannya dengan voltmeter adalah:

$$E_0 = \frac{\Delta V_0}{d} \qquad (2.3)$$

2.2 Spermatozoa

Spermatozoa adalah sel yang mempunyai fungsi mengantarkan DNA dari jantan ke sel telur. Spermatozoa diproduksi dari testis yang diproses secara dinamis yang dikenal sebagai "spermatogenesis", proses ini menunjukkan kesamaan besar di antara organisme. Struktur dasar dari spermatozoa yaitu kepala, bagian tengah, dan ekor (Prakash, *et al*., 2013).

Spermatozoa memiliki tiga bagian inti yaitu terdiri dari bagian kepala, bagian tengah dan ekor.



Gambar 2.3 Struktur pada spermatozoa

Bagian kepala spermatozoa terdiri dari nukleus yang didalamnya membawa materi dan informasi genetik yang akan diwariskan. Pada daerah kepala terdapat akrosom yang didalamnya terisi oleh akrosin, hyaluronidase, dan beberapa enzim proteolitik yang berperan dalam proses fertilisasi. (Sherwood, 2014)

Bagian tengah spermatozoa mengandung mitokondria yang dapat menyimpan energi, berupa ATP yang dibutuhkan untuk motilitas spermatozoa. Memiliki fungsi sebagai alat gerak yang dapat bekerjasama dengan ekor dalam pergerakan spermatozoa. (Kumar & Sharma, 2017)

Bagian ekor spermatozoa terdapat tiga komponen utama, yaitu kerangka utama, membran sel yang tipis, dan mitokondria yang berkumpul dan mengelilingi dari aksonema. Gerakan yang dihasilkan yaitu 1-4 mm/menit di dalam medium fluida. (Guyton dan Hall, 2014)

Hal yang telah dijelaskan oleh sains modern tentang spermatozoa telah disebutkan dalan al-Qur’an bahwa cairan yang disebut semen tidak hanya mengandung spermatozoa. Cairan itu mempunyai susunan dari beerbagai macam komponen yg lain yaitu:

إِنَّا خَلَقْنَا ٱلْإِنسَـٰنَ مِن نُّطْفَةٍ أَمْشَاجٍ نَّبْتَلِيهِ فَجَعَلْنَـٰهُ سَمِيعًۢا بَصِيرًا ﴿٢﴾

"*Sungguh, Kamu ciptakan manusia dari setetes mani yang bercampur, lalu Kami beri dia (anugerah) pendengeran dan penglihatan*." (QS, al-Insaan: 2)

Dari segi bahasa kata *nutfah* dalam al-Qur'an masih bersifat umum yaitu bentuk tunggal, dengan demikian *nutfah* dibutuhkan untuk proses kejadian pembentukan manusia, karena makna *nutfah* adalah satu sel sperma (spermatozoa). (Ayu Ida, 2022) Secara sains, kata *nutfah* dapat diartikan sebagai konsentrasi fluida yang mengandung spermatozoa. Hal tersebut telah terbukti secara ilmiah yang menyatakan bahwa air mani mengandung spermatozoa. (Tafsir 'Ilmi, 2016)

ٱلَّذِىٓ أَحْسَنَ كُلَّ شَىْءٍ خَلَقَهُۥ ۖ وَبَدَأَ خَلْقَ ٱلْإِنسَـٰنِ مِن طِينٍ ﴿٧﴾
ثُمَّ جَعَلَ نَسْلَهُۥ مِن سُلَـٰلَةٍ مِّن مَّآءٍ مَّهِينٍ ﴿٨﴾

"*Dialah Yang menciptakan segalanya dengan sebaik-baiknya, Dia mulai menciptakan manusia dari tanah liat. Kemudian Ia menjadikan keturunannya dari sari air yang hina*." (QS, as-Sajadah: 7-8)

Kata *sulalah* yang terdapat pada ayat di atas mempunya arti "saripati tanah" yang mana Nabi Adam diciptakan dari sesutau yang lembut, yakni intisari tanah. Menurut Tantawi jauhar dalam kitabnya *al- Jawahir fi Tafsir al-Qur'an al-kariim* adalah suatu zat yang berasal dari bahan makanan (baik tumbuhan maupun hewan) yang bersumber dari tanah, yang kemudian dicerna menjadu darah, sehingga diproses menjadi sperma. Ketika saripati tanah masuk di dalam tubuh

manusia, maka dapat diproses sebagai awal mula proses metabolisme pembentukan *nutfah* atau spermatozoa di dalam sel reproduksi. (Saudi, 2019)

Istilah kata *ma'in mahiin* yang terdapat pada aya di atas memiliki arti air yang hina, yang mana kata tersebut merujuk pada tempat keluarnya air itu sebagai tempat yang hina. (Tafsir 'Ilmi, 2016)

2.3 Kualitas Spermatozoa

Kualitas spermatozoa meliputi beberapa aspek yaitu jumlah spermatozoa, morfologi, gerak acak (motilitas) dan daya tahan (viabilitas) yang mendukung keberhasilan pembuahan (Fauziyah A, 2013). Motilitas merupakan suatu kemampuan spermatozoa untuk bergerak secara progresif dan dapat dinyatakan dalam presentase spermatozoa yang bergerak maju per ml (Sudarma, 2014). Motilitas spermatozoa merupakan kemampuan gerak maju lurus ke depan dengan baik di dalam lingkungan zat cair. Pergerakan spermatozoa tersebut sangat penting dalam membantu spermatozoa untuk menmbus sel-sel pelindung yang mengelilingi sel ovum. Jenis motilitas spermatozoa tergantung dari gerakan ekor, kemajuan, arahm dan kecepetannya. Menurut beberapa ahli salah satunya WHO (*World Health Organization*) berpendapat bahwa motilitas spermatozoa yang normal apabila di atas 50% bergerak maju dengan lambat (zig-zag) atau 25% bergerak maju dengan cepat (Amalia Shari, 2022). Spermatozoa manusia dianggap normal apabila viabilitas selama 24-48 jam, sedangkan mencit dianggap normal apabila viabilitas selama 6 jam. (Lindeman, 2011)

Spermatozoa mengandung kromosom, terdiri dari kromosom X (betina) dan kromosom Y (jantan). Spermatozoa X dan Y dapat dibedakan dari bentuk dan

ukuran, motilitas, viabilitas, dan pH-nya. Spermatozoa X memiliki kepala lebih besar, ekor lebih pendek, motilitas lebih lambat, viabilitas lebih tinggi serta lebih tahan di keadaan asam. Berbeda dengan sperma Y yang memiliki bentuk kepala kecil, motilitas lebih cepat, viabilitas rendah dan tidak tahan di keadaan asam. (Trinil, Susilawati, 2014)

2.4 Viabilitas Spermatozoa

Daya tahan pada sprematozoa yang baik yaitu dibutuhkan kebersihan fertilisasi, karena jika semakin baik daya tahan pada spermatozoa maka semakin banyak spermatozoa yang mampu mencapai ke sel telur sehingga kemungkinan untuk berhasil fertilisasi semakin besar. Daya tahan pada spermatozoa dapat dinilai dari kelangsungan hidup pada spermatozoa melalui durasi motalitas spermatozoa, jika terdapat banyak spermatozoa yang IM maka dapat dilanjutkan dengan melihat vitalitas spermatozoa (Rizki, Cory Dwi, 2019)

2.5 Hubungan Medan Listrik dan Spermatozoa

Medan listrik adalah daerah sekitar benda yang bermuatan listrik. Jika muatan lainnya berada di sekitar medan listrik maka muatan tersebut akan mengalami gaya listrik berupa gaya tarik atau gaya tolak. (Giancoli, Douglas C., 2014)

Spermatozoa merupakan sel hidup, karena spermatozoa memiliki ciri-ciri yaitu mampu bergerak, beradaptasi dengan perubahan lingkungan, peka terhadap rangsang, dan memiliki organel sel (Tang dan Affandi, 2017). Spermatozoa sendiri merupakan fungsi mengantarkan DNA dari sel jantan ke sel telur.

Spermatozoa diproduksi dari testis yang diproses secara dinamis yang dikenal sebagai spermatogenesis. (Prakash, *et al*., 2013).

Pada umumnya spermatozoa hanya dapat bertahan selama 20-60 menit, dan pada suhu 35°C saja, untuk dapat memperkuat daya tahan spermatozoa agar dapat bertahan dalam waktu yang lebih lama, dilakukanlah pemaparan dengan medan listrik. Ketika spermatozoa diberi paparan medan listrik maka terjadilah fenomena dielektrik yang mana spermatozoa merupakan jenis bahan isolator yang dapat dikutubkan dengan cara meletakkan dielektrik ke dalam medan listrik. Jika spermatozoa tersebut di letakkan ke dalam medan listrik, maka muatan yang terkandung di dalamnya tidak dapat mengalir dengan baik, sehingga tidak dapat menimbulkan aliran seperti bahan konduktor, posisi yang terjadi hanya sedikit yang bergeser dapat menyebabkan terciptanya pengutuban dielektrik. (Azza, 2015)

Oleh karena dilakukan pengujian untuk membuktikan motilitas (gerak acak) dan viabilitas (daya tahan) pada spermatozoa yang dipaparin oleh medan listrik dengan beberapa variasi yaitu 2 V/cm, 4 V/cm dan 6 V/cm untuk menguji ketahanan pada spermatozoa yang hanya bisa bertahan selama 20-60 menit.

2.6 Mencit *(Mus musculus)*

Mencit *(Mus musculus)* termasuk hewan mamalia yang memiliki ciri-ciri berbentuk tubuhnya kecil, berwarna putih, dan memiliki siklus estrus teratur yaitu 4-5 hari. Mencit sering digunakan menjadi hewan percobaan dalam penelitian ilmiah karena siklus hidupnya sangat pendek, per kelahirannya banyak, perawatannya yang mudah, dan sifat anatomis serta fisiknya baik. (Rudy Agung Nugroho, 2018)

Mencit sering dipilih sebagai hewan uji coba dikarenakan memiliki kelebihan yaitu mencit lebih mudah dideteksi, periode berkembang biak dengan cepat serta memiliki jumlah anak yang banyak, memiliki struktur anatomi, fisiologi serta genetik yang mirip dengan manusia. Proses metabolisme pada tubuh mencit dapat berproses dengan cepat sehingga mencit cocok dijadikan objek penelitian. (Fianti, 2017; Herrman *et al*., 2019).

2.6.1 Klasifikasi Mencit *(Mus musculus)*

Klasifikasi pada mencit *(Mus musculus)* adalah sebagai berikut: (Kartika, 2013)

1. Kingdom : Animalia
2. Filum : Chordata
3. Kelas : Mamalia
4. Ordo : Rodentia
5. Famili : Muridae
6. Genus : Mus
7. Spesies : *Mus musculus*

2.6.2 Anatomi dan Fisiologi

Tubuh mencit memiliki luas sekitar 36 cm^2. Mencit jantan dewasa memliki perbedaan dengan mencit betina dewasa. Pada mencit jantan dewasa memiliki berat badan sekitar 20-40 gram, sedangkan pada mencit betina dewasa meiliki berat badan lebih besar yaitu 18-35 gram. (Rudy Agung Nugroho, 2018)

Mencit memiliki susunan gigi yang lengkap seperti incisivus, 3 buah molar di setiap kuadratnya. Perkembangan gigi berawal dari gigi depan ke belakang.

Molar ketiga merupakan gigi terkecil di bagian rahang. Pertumbuhan gigi incivicus berlangsung terus dan luruh ketika pengunyahan. (Rudy Agung Nugroho, 2018)

2.6.3 Sistem Reproduksi Mencit Jantan

Sistem reproduksi pada mencit jantan terdapat beberapa bagian, seperti testis, kelenjar asesoris, dan alat kelamin atau organ kopulatoris. (Abdullah, 2014).

a. Testis

   Testis pada mencit terdapat 2 buah, di dalam kantong luar dapat disebut skrotum. Pada semua jenis mencit, testis berkembang di deket ginjal, yakni di daerh krista genitalis primitif.

b. Kelenjar Asesoris

   Kelenjar asesoris rodentia dan mamalia memiliki epididimis, vas deferens, prostat, sepasang glandula cowper dan sepasang vasikula seminalis. Kelenjar asesoris memiliki fungsi cairan semen yang dapat memungkinkan sperma bergerak aktif dan dapat hidup untuk tertentu.

c. Alat Kelamin atau Organ Kopulatoris

   Organ kopulatoris pada mencit yaitu terdapat penis yang memiliki 2 fungsi yaitu pembuangan urin dan penyaluran semen ke dalam reproduksi pada mencit betina. (Abdullah, 2014).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui motilitisan dan viabilitas spermatozoa pada hewan mencit (*Mus musculus L.*) yang diberi paparan medan listrik. Dalam penelitian ini terdapat 4 variasi yaitu kontrol, 2 V/cm, 4 V/cm, dan 6 V/cm dengan variasi waktu yang berbeda yaitu 15s, 30s, 45s, dan 60s.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

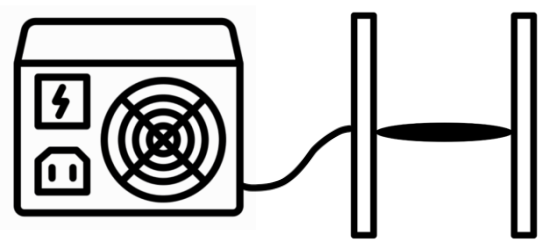
   Waktu yang diperlukan untuk melakukan penelitian ini sekitar satu bulan dilaksanakan pada bulan Juni 2023.

2. Tempat Penelitian

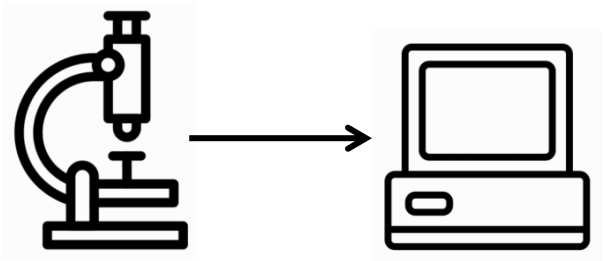
   Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Fisiologi Hewan jurusan Biologi fakultas Sains dan Teknologi, UIN Malang.

3.3 Desain Perangkat

Desain perangkat untuk penelitian ini dapat dilihat dalam gambar berikut:



Gambar 3.1 Desain percobaan pemaparan medan listrik



Gambar 3.2 Desain percobaan pengamatan spermatozoa

Keterangan:

1. Power supply
2. Plat Tembaga (Cu)
3. Mikroskop Fluoresensi
4. Komputer dengan software *NIS Element*

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian kali ini, yaitu:

1. Power Supply
2. Mikroskop Fluoresensi
3. Plat Tembaga (Cu)
4. Kabel Penghubungan
5. *Deck Glass* (2,2 cm x 2,2 cm)
6. Cawan Petri
7. Mikropipet
8. Tabung Mikro 1,5 ml
9. Tubs Kuning
10. Alat Bedah

3.4.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian kali ini, yaitu:

1. Mencit Jantan

   Mencit jantan dengan berat 20 gram dan umur sekitar 2-3 bulan sebanyak 39 ekor. Setiap perlakuan dibutuhkan 3 ekor mencit dengan masing-masing perlakuan yaitu (E = 0), (E = 2 V/cm), (E = 4 V/cm), dan (E = 6 V/cm).

2. Larutan NaCl 0,9%

   Larutan fisiologi yang digunakan pada penelitian ini yaitu Larutan NaCl 0,9%. Fungsi penggunaan lauratan fisiologi pada pengenceran plasma sperma adalah sebagai buffer, mempertahankan pH plasma semen, mengoptimalkan motilitas dalam oksigen dan mendukung motilitas dalam oksigen dan mendukung spermatozoa hidup di luar tubuh. (Nurmasyitah, 2015)

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Penyiapan Mencit Jantan

1. Mencit jantan dijepit pada bagian tengkuk, lalu ditekan menggunakan penjepit besi.

2. Tubuh mencit dibedah pada bagian perut bawah dengan menggunkan gunting bedah.

3. Saluran epididimis pada mencit jantan yang berisi spermatozoa dipotong.

4. Epididimis mencit dimasukkan ke dalam tabung mikro 1,5 ml yang berisi larutan NaCl 0,9%.

5. Epipidimis dihancurkan menggunakan gunting sampai sperma tercampur dengan suspensi.

6. Gunakan pipet untuk suspensi spermatozoa diencerkan dengan larutan NaCl 0,9% ke dalam tabung mikro 1,5 ml.

3.5.2 Penyiapan Medan Listrik

Dua plat tembaga dihubungkan ke powersupply dengan menggunakan kabel penghubung dan masing-masing plat diletakkan di antara *object.*

3.5.3 Pengamatan Sperma

1. Cairan spermatozoa yang telah dicairkan dimasukkan ke dalam deck glass.
2. Deck glass diletakkan di meja object diantara dua plat.

   dengan ketentuan paparin medan listrik:

   - Kedua plat diberikan paparan medan listrik (2 V/cm, 4 V/cm dan 6 V/cm).
   - Deck glass yang berisi cairan spermatozoa diletakkan dalam medan listrik.

3. Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop fluoresensi dengan perbesaran 400 kali.

4. Pergerakan spermatozoa direkan dengan menggunakan software *NIS Elements* selama 60s.

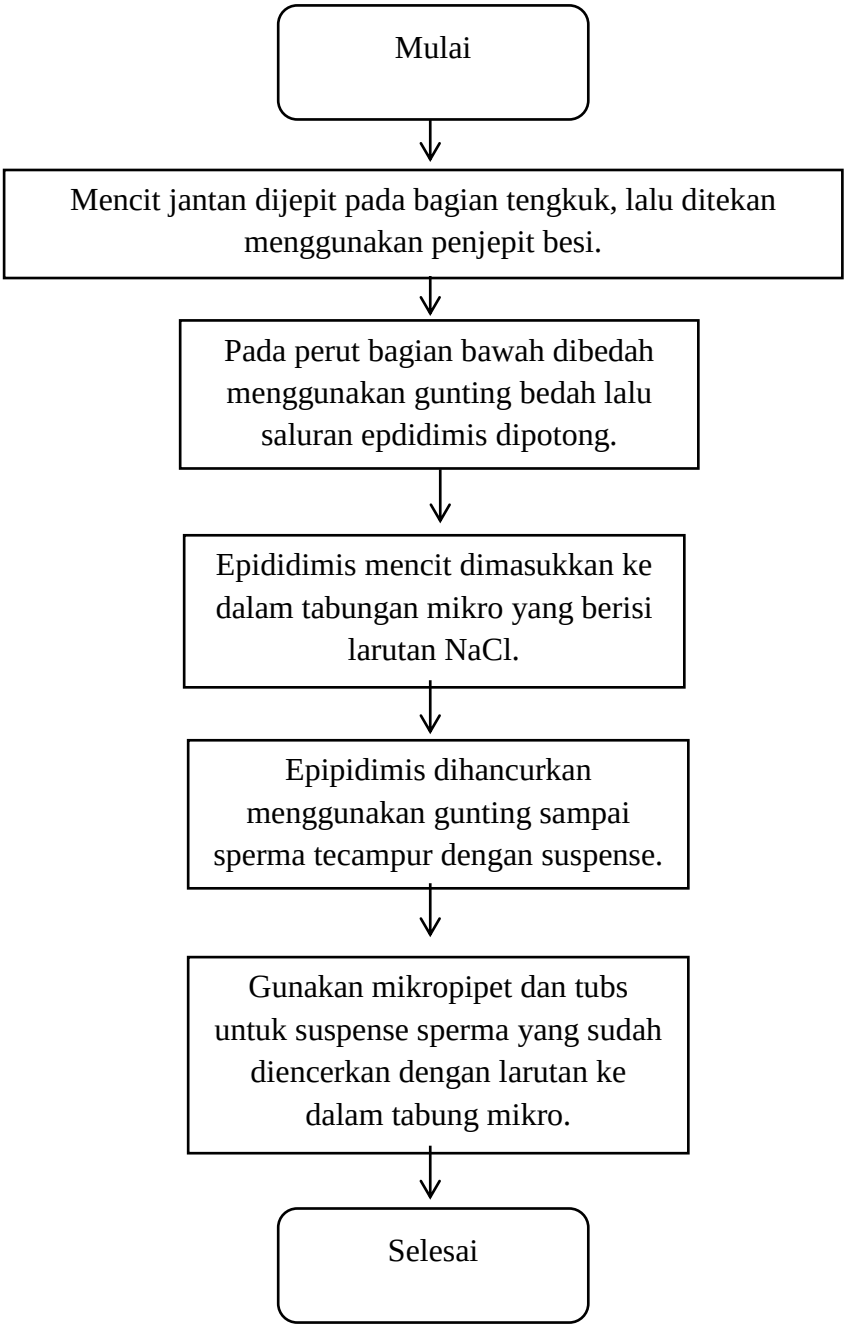
5. Perekaman untuk spermatozoa tanpa pemaparan medan listrik dilakukan pada awal waktu 15s, 30s, 45s, dan 60s.

3.5.4 Pengolahan Hasil Video

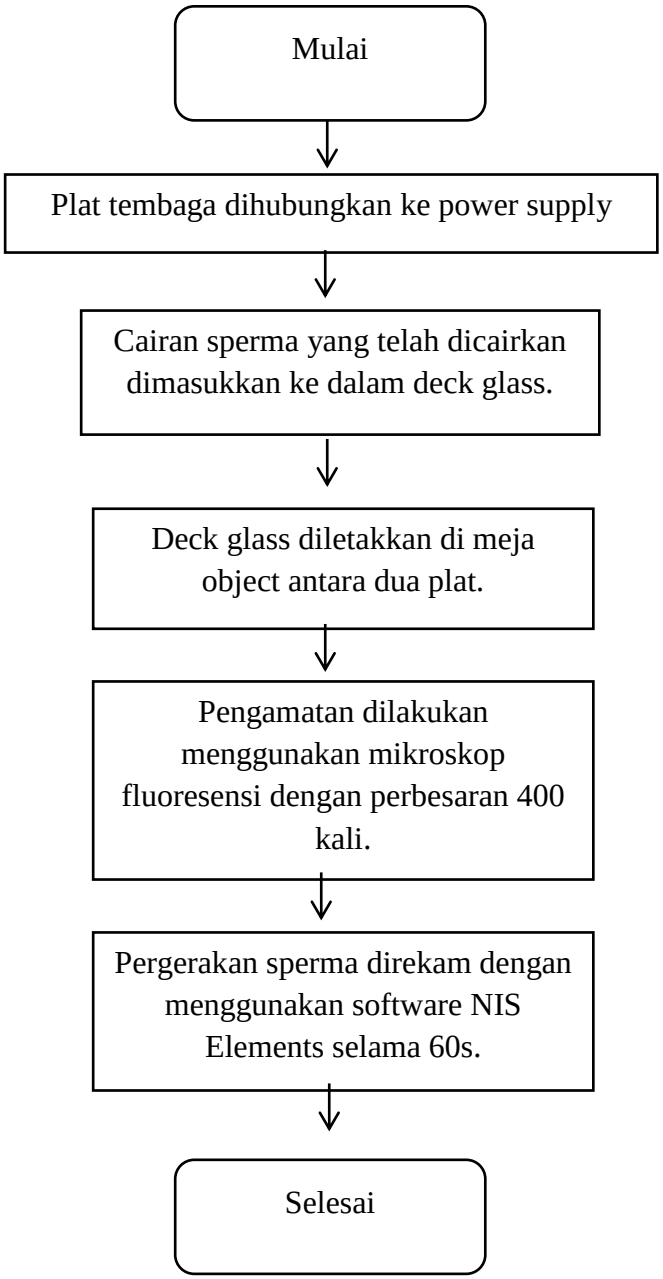
1. Software *NIS Elements* digunakan untuk merekam pergerakan spermatozoa yang diamati dengan mikroskop fluoresensi dalam bentuk video.
2. Video pergerakan spermatozoa tidak bisa langsung diamati dengan menggunakan software pemutar video.
3. Software kinovea digunakan untuk memotong video pegerakan spermatozoa menjadi beberapa bagian.
4. Hasil video dari software kinovea memiliki waktu terkecil yang dapat diamati yaitu 0,25s.
5. Video diputar dan ditempel plastik mika atau kertas di layar komputer, kemudian spermatozoa ditandai dengan menggunakan spidol yang akan diatamti.
6. Diperoleh posisi (x, y) dari spermatozoa yang sudah diamati.

3.6 Bagan Alur Penelitian

3.6.1 Diagram Alir pada Penyiapan Mencit Jantan



3.6.2 Diagram Alir pada Penyiapan Medan Listrik dan Pengamatan Sperma



3.7 Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

3.7.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini menghitung motilitas, viabilitas, dan diameter tubulus seminiferus pada spermatozoa yang telah diberikan perlakuan dan dicatat dalam *Microsoft Excel 2010.*

Tabel 3.1 Motilitas Spermatozoa

No.	**E (V/cm)**	**Waktu (s)**	**Ulangan**		
			1	**2**	**3**
1.	Kontrol				
2.	2	1			
		30			
		45			
		60			
3.	4	1			
		30			
		45			
		60			
4.	6	1			
		30			
		45			
		60			

Tabel 3.2 Viabilitas Spermatozoa

No.	E (V/cm)	Waktu (s)	Ulangan		
			1	**2**	**3**
1.	Kontrol				
2.	2	1			
		30			
		45			
		60			
3.	4	1			
		30			
		45			
		60			
4.	6	1			
		30			
		45			
		60			

Tabel 3.3 Diameter Tubulus

No.	E (V/cm)	Waktu (s)	Ulangan		
			1	**2**	**3**
1.	Kontrol				
2.	2	1			
		30			
		45			
		60			
3.	4	1			
		30			
		45			
		60			
4.	6	1			
		30			
		45			
		60			

3.7.2 Metode Analisis Data

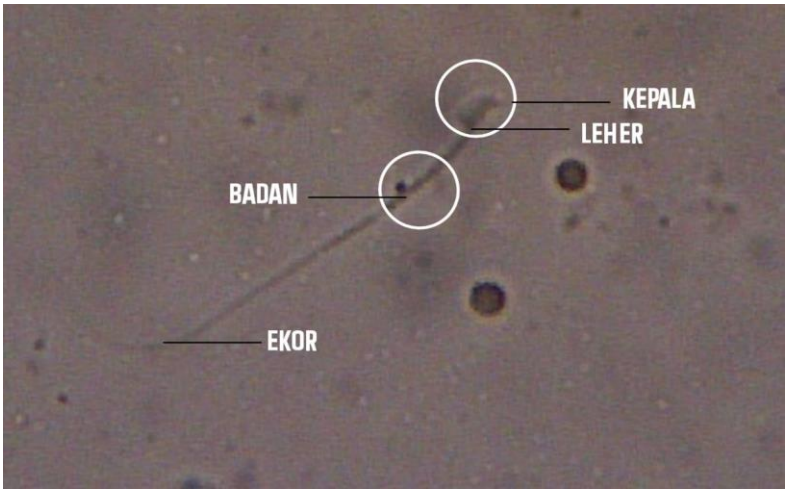
Analisis data untuk penelitian pengaruh medan listrik terhadap motilitas, viabilitas dan diameter tubulus seminiferus spermatozoa pada hewan mencit yaitu menggunakan grafik dari Microsoft Excel 2010, hasil uji *Analysis of Variance* (ANOVA) dan DMRT sehingga dapat diketahui bahwa medan listrik ini dapat berpengaruh terhadap motilitas, viabilitas, diameter tubulus seminifirus spermatozoa pada hewan mencit.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sperma Mencit (*Mus musculus L.*)

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan, dapat diamati struktur dari sperma mencit (*Mus musculus L.*) seperti gambar berikut ini:



Gambar 4.1 Struktur sperma pada mencit dari hasil video.

Dapat diamati struktur sperma mencit terdiri dari kepala, leher, badan, dan ekor seperti pada gambar. Struktur sperma dari hasil video hampir menyerupai dengan gambar referensi seperti pada gambar 2.3, yang membedakan sperma pada mencit dan sperma pada manusia yaitu pada bagian kepala sperma. Kepala sperma pada mencit berbentuk seperti pengait, pada ujung kepala sperma memiliki cekungan dan ujung yang lancip. Berbeda dengan kepala sperma pada manusia yang berbentuk seperti elips. Panjang kepala sperma pada mencit memiliki ukuran 6-9 µm dan lebar kepala sperma berukuran 0,8-2 µm, panjang badan sperma

memiliki ukuran 12-16 µm dan ekor sperma berukuran 38-42 µm. Bagian leher pada sperma mencit berfungsi sebagai penghubung antara kepala dan ekor mencit.

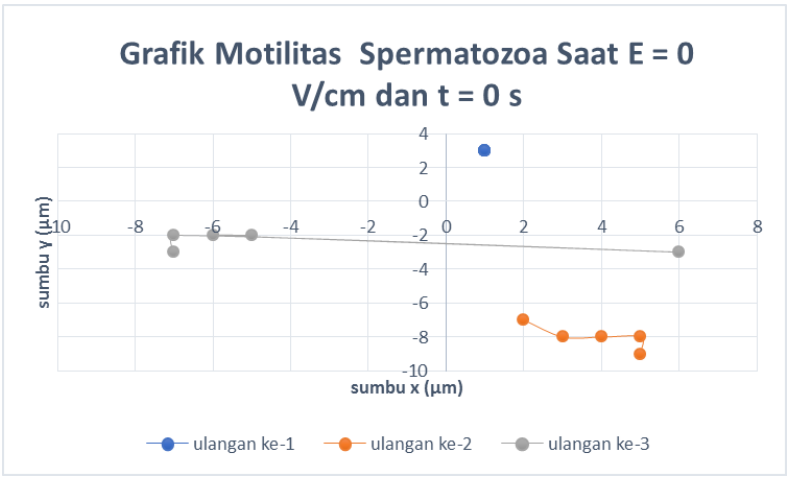
4.2 Motilitas Spermatozoa

Berikut adalah tabel dan grafik dari hasil pemaparan spermatozoa dengan variasi 2 V/cm, 4 V/cm, dan 6 V/cm dengan variasi waktu 15s, 30s, 45s, dan 60s, dengan posisi (x_i , y_i).

Tabel 4.1. Motilitas spermatozoa

No.	E (V/cm)	Waktu pemaparan (s)	waktu ke-	xi (Kepala)			yi (Ekor)		
				1	2	3	1	2	3
1	0	0	1 s - 30 s	1	3	-7	3	-8	-3
2			30 s - 60 s	1	5	-6	3	-9	-2
3	2	15	1 s - 30 s	-1	7	6	5	-7	10
4			30 s - 60 s	1	8	4	5	-8	6
5		30	1 s - 30 s	-5	-2	-6	-1	2	-3
6			30 s - 60 s	-4	-1	-7	-1	4	-4
7		45	1 s - 30 s	-1	1	7	2	5	2
8			30 s - 60 s	-2	3	8	2	5	3
9		60	1 s - 30 s	4	-5	-4	-1	2	-8
10			30 s - 60 s	5	-5	-3	-1	1	-8
11	4	15	1 s - 30 s	-1	5	2	-4	2	3
12			30 s - 60 s	-1	7	3	-4	4	-1
13		30	1 s - 30 s	4	-4	-1	-4	-6	-2.5
14			30 s - 60 s	3.5	-5	-1	-2	-4	-2
15		45	1 s - 30 s	-3	4	1	1	-4	-1
16			30 s - 60 s	2	5	4	1	-4	-1
17		60	1 s - 30 s	1	-2.5	4	-4	-4	-5
18			30 s - 60 s	1	-2.5	4	-5	-5	-5
19	6	15	1 s - 30 s	0	1	0	-3.5	-4	5
20			30 s - 60 s	1	1	1	-3.5	-4	5
21		30	1 s - 30 s	3	2	-6	4	2	5
22			30 s - 60 s	3	2.5	-6	4	2	5
23		45	1 s - 30 s	-2	-6	3	-6	-4	-3
24			30 s - 60 s	-2	-6	3	-6	-4	-3
25		60	1 s - 30 s	-8	-3	-3	-6	-1.5	-3
26			30 s - 60 s	-8	-3	-3.5	-6	-2	-1

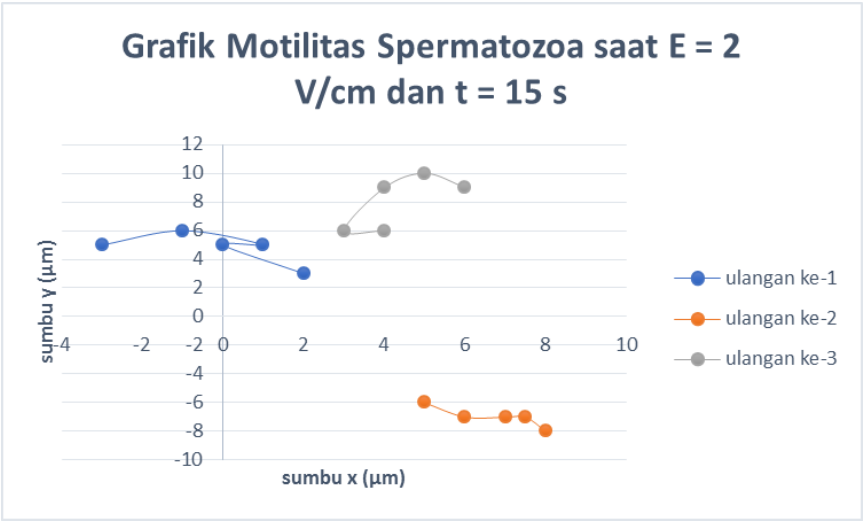
4.2.1 Motilitas Spermatozoa Pada Saat E = 0 V/cm

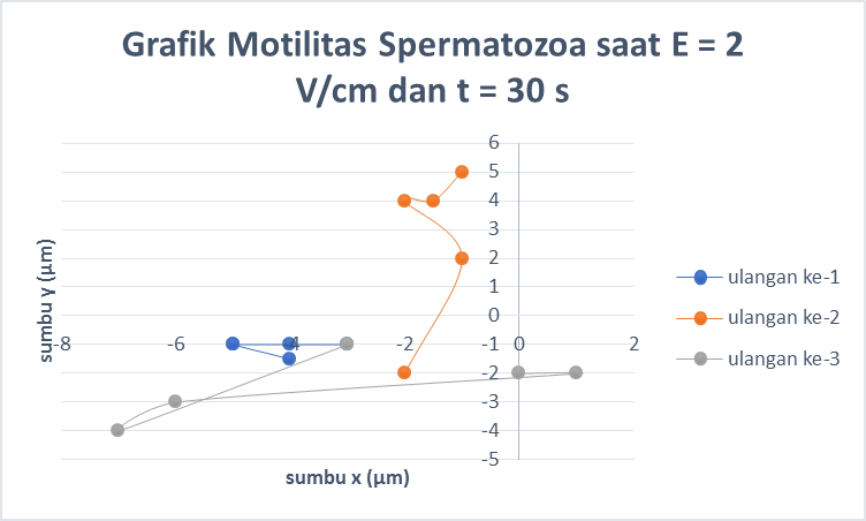


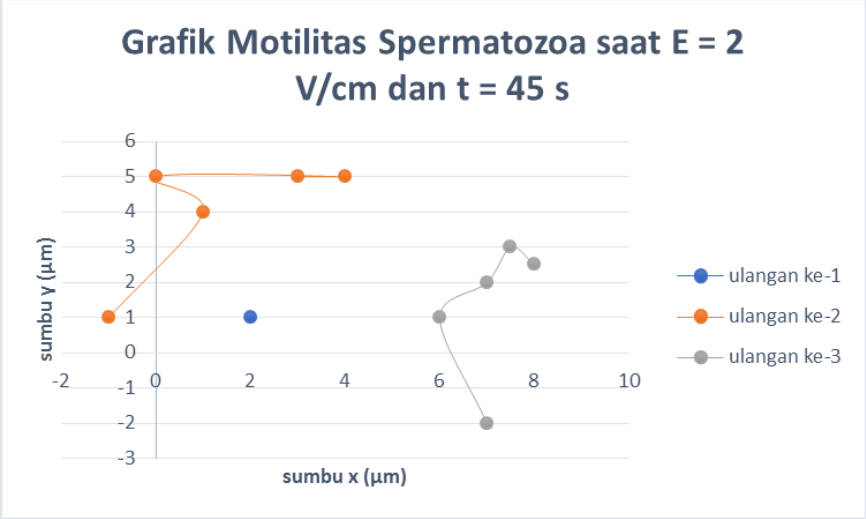
Gambar 4.2 Motilitas Spermatozoa Saat E = 0 V/cm dan t = 0 s

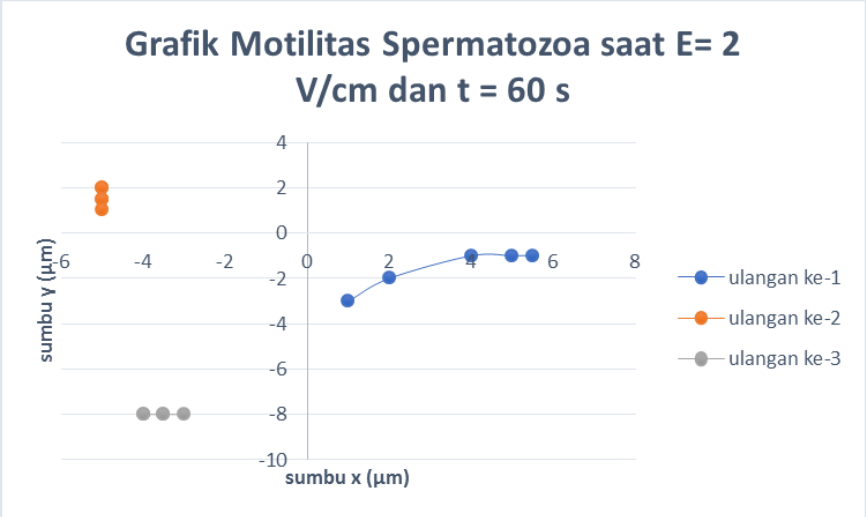
Data yang diperoleh dari video pergerakan spermatozoa pada saat E = 0 V/cm, pergerakan spermatozoa yang diamati adalah selama 1 menit. posisi (x_i , y_i) spermatozoa ke-1 dapat dilihat pada tabel 4.1, posisi spermatozoa dengan selang waktu 15 s. Terdapat 15 posisi (x, y) dari 3 kali pengulangan. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa pergerakan atau motilitas spermatozoa cenderung di kuadran negatif.

4.2.2 Motilitas Spermatozoa Pada Saat E = 2 V/cm





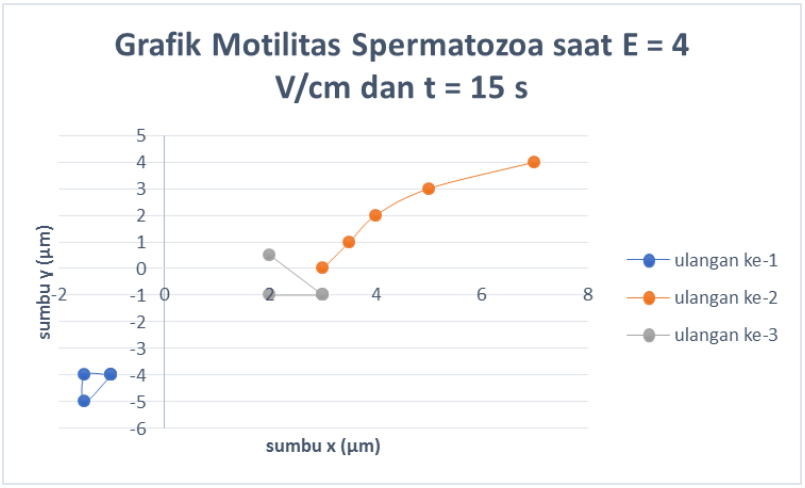


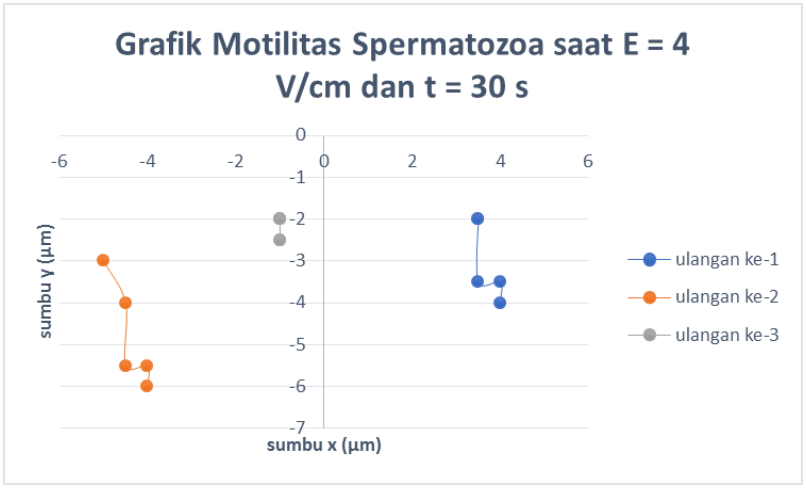


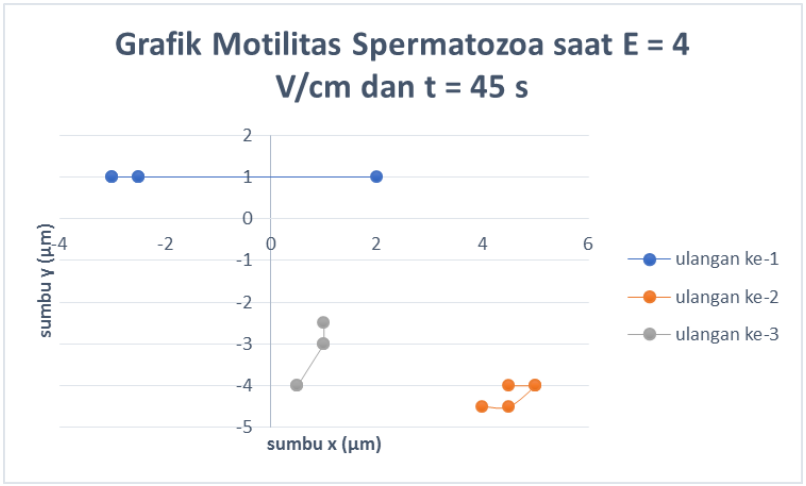
Gambar 4.3 Motilitas Spermatozoa Saat E = 2 V/cm dengan t = 15 s, t = 30 s, t = 45 s dan t = 60 s.

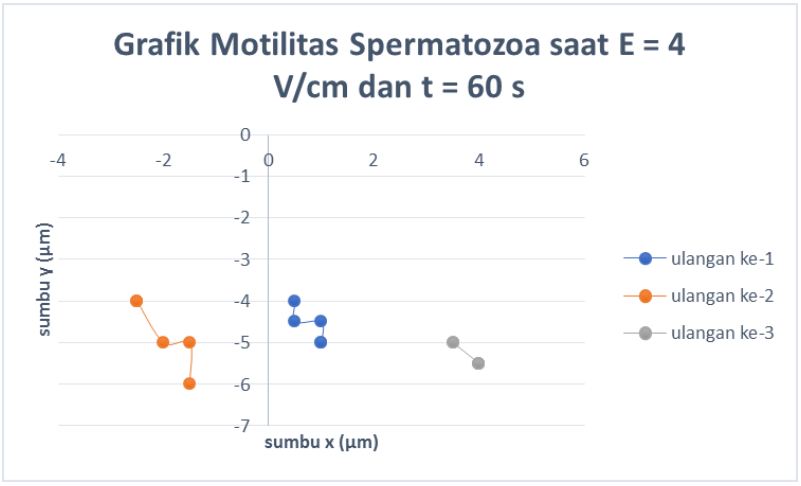
Data yang diperoleh dari video pergerakan spermatozoa pada saat *E = 2 V/cm*, pergerakan spermatozoa yang diamati adalah selama 1 menit. posisi (x_i , y_i) spermatozoa ke-2 dapat dilihat pada tabel 4.1, posisi spermatozoa dengan selang waktu 15 s. Terdapat 15 posisi (x, y) dari tiap waktu pemaparan (15s, 30s, 45s, dan 60s) dan 3 kali pengulangan. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa pergerakan atau motilitas spermatozoa pada grafik pertama dan keempat bervariasi terdapat di kuadran negatif dan positif, pada grafik kedua cenderung di kuadran negatif, grafik ketiga cenderung di kuadran positif.

4.2.3 Motilitas Spermatozoa Pada Saat E = 4 V/cm





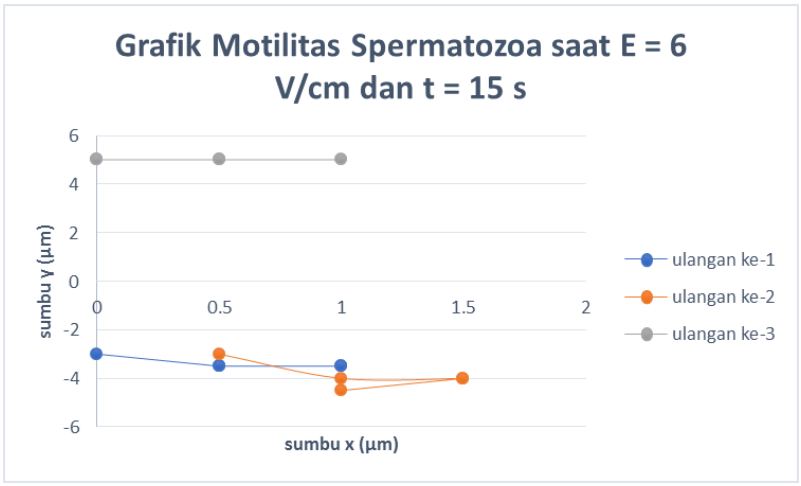


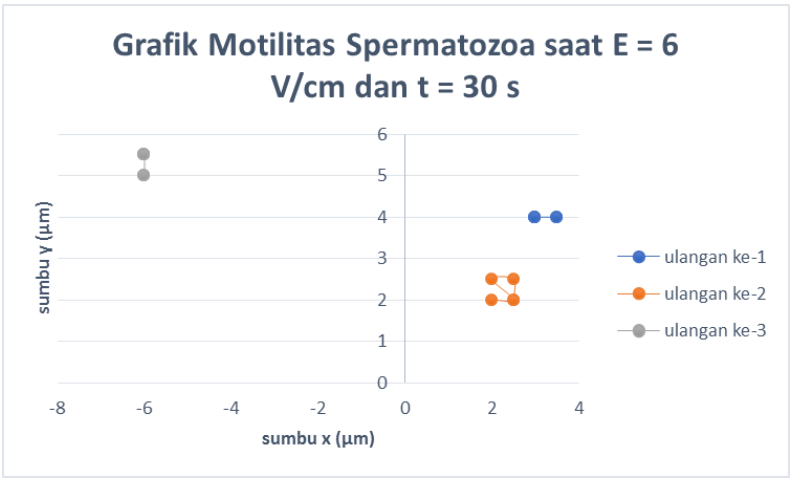


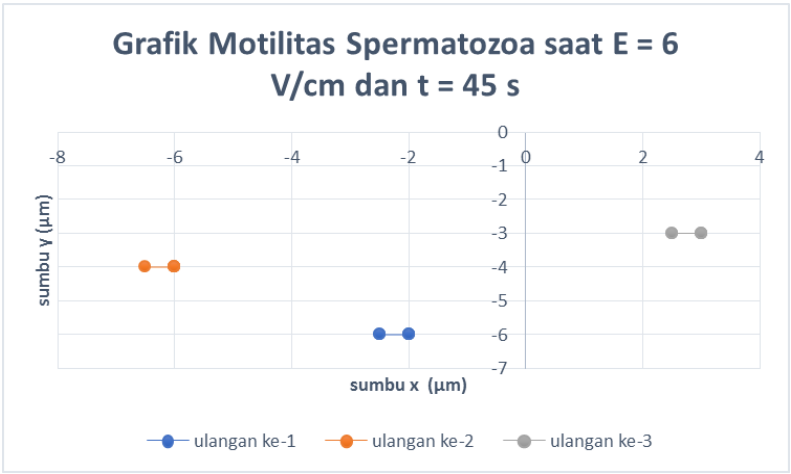
Gambar 4.4 Motilitas Spermatozoa Saat E = 4 V/cm dengan t = 15 s, t = 30 s, t = 45 s dan t = 60 s.

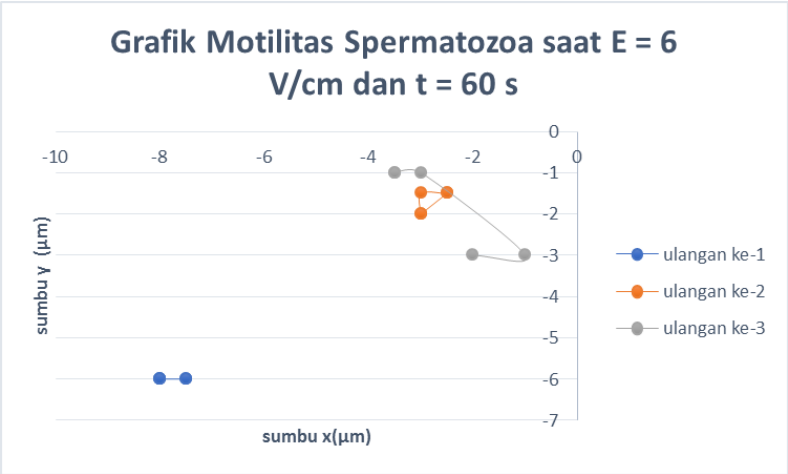
Data yang diperoleh dari video pergerakan spermatozoa pada saat E = 4 V/cm, pergerakan spermatozoa yang diamati adalah selama 1 menit. posisi (x_i , y_i) spermatozoa ke-3 dapat dilihat pada tabel 4.1, posisi spermatozoa dengan selang waktu 15 s. Terdapat 15 posisi (x, y) dari tiap waktu pemaparan (15s, 30s, 45s, dan 60s) dan 3 kali pengulangan. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa pergerakan atau motilitas spermatozoa pada grafik pertama, ketiga, dan keempat cenderung di kuadran positif, sedangkan pada grafik kedua bervariasi terdapat di kuadran negatif dan positif.

4.2.4 Motilitas Spermatozoa Pada Saat E = 6 V/cm









Gambar 4.5 Motilitas Spermatozoa Saat E = 6 V/cm dengan t = 15 s, t = 30 s, t = 45 s dan t = 60 s.

Data yang diperoleh dari video pergerakan spermatozoa pada saat E = 6 V/cm, pergerakan spermatozoa yang diamati adalah selama 1 menit. posisi (x_i , y_i) spermatozoa ke-3 dapat dilihat pada tabel 4.1, posisi spermatozoa dengan selang waktu 15 s. Terdapat 15 posisi (x, y) dari tiap waktu pemaparan (15s, 30s, 45s, dan 60s) dan 3 kali pengulangan. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa pergerakan atau motilitas spermatozoa pada grafik pertama cenderung di kuadran postifi, grafik kedua bervariasi terdapat di kuadran negatif dan positif, sedangkan pada grafik ketiga dan keempat cenderung di kuadran negatif.

Berdasarkan data hasil motilitas spermatozoa dan grafik dari beberapa variasi pemaparan dan waktu dilakukan uji ANOVA untuk mengetahui laju gerak spermatozoa yang pengaruh signifikan dari seluruh kelompok data menghasilkan sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Uji ANOVA Pada Motilitas Spermatozoa

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
xi Antar Kelompok	151.448	3	50.483	3.305	.021
Dalam Kelompok	2917.143	191	15.273		
Total	3068.591	194			
yi Antar Kelompok	314.909	3	104.970	6.817	.000
Dalam Kelompok	2941.163	191	15.399		
Total	3256.072	194			

Sig.

H0: Tidak terdapat pengaruh

H1: Terdapat pengaruh.

Syarat: jika Sig<0.05 maka H0 ditolak

Uji ANOVA dilakukan guna mengetahui hubungan antara pengaruh paparan medan listrik terhadap motilitas spermatozoa.

Pada tabel 4.2 ditunjukkan bahwa *xi* nilai signifikansi 0.021 maka H0 ditolak, bahwa terdapat pengaruh paparan medan listrik terhadap motilitas spermatozoa. Sedangkan untuk *yi* nilai signifikansi 0.000 maka H0 ditolak, bahwa terdapat pengaruh paparan medan listrik terhadap motilitas spermatozoa. Selanjutnya dilakukan uji lanjut DMRT untuk membandingkan rata-rata dari masing-masing kelompok data. Berikut hasil uji DMRT untuk mengetahui data yang berpengaruh signifikan.

Tabel 4.3 Hasil Uji DMRT 5% *xi* Pada Motilitas Spermatozoa

E (V/cm)	N	Notasi Huruf
6	60	A
0	15	Ab
2	60	Ab
4	60	B

Keterangan: Frekuensi yang memiliki huruf yang sama tidak berbeda nyata

Pada tabel 4.3 paparan medan listrik pada sumbu *xi* motilitas spermatozoa menghasilkan notasi paling tinggi yaitu huruf b pada hasil uji DMRT. Semakin besar notasi maka menunjukkan bahwa motilitas spermatozoa semakin besar.

Hasil uji DMRT 5% pada tabel 4.3 menunjukkan pengaruh paparan medan listrik terhadap motilitas spermatozoa. Pada kelompok data yang memberikan perbedaan nyata itu pada paparan medan listrik dengan variasi 4 V/cm terhadap motilitas spermatozoa.

Tabel 4.4 Hasil Uji DMRT 5% *yi* Pada Motilitas Spermatozoa

E (V/cm)	N	Notasi Huruf
4	60	a
0	15	a
6	60	ab
2	60	b

Keterangan: Frekuensi yang memiliki huruf yang sama tidak berbeda nyata

Pada tabel 4.4 paparan medan listrik pada sumbu *yi* motilitas spermatozoa menghasilkan notasi paling tinggi yaitu huruf b pada hasil uji DMRT. Semakin besar notasi maka menunjukkan bahwa motilitas spermatozoa semakin besar.

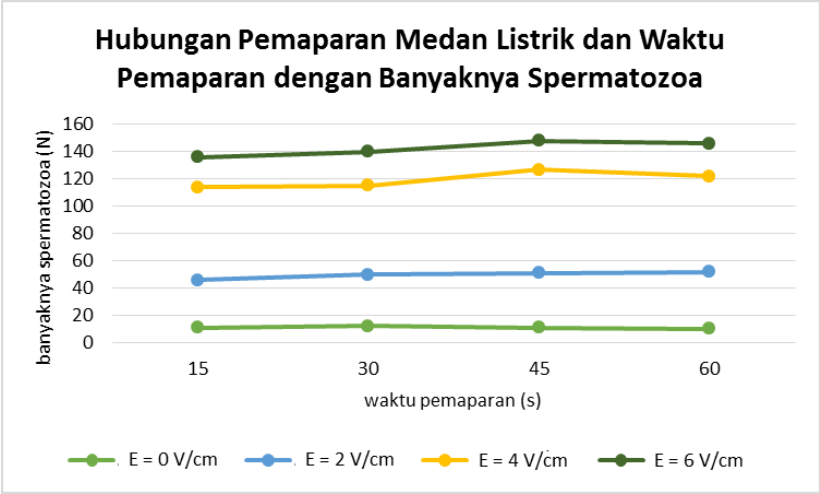
Hasil uji DMRT 5% pada tabel 4.4 menunjukkan pengaruh paparan medan listrik terhadap motilitas spermatozoa. Pada kelompok data yang memberikan perbedaan nyata itu pada paparan medan listrik dengan variasi 2 V/cm terhadap motilitas spermatozoa.

4.3 Viabilitas Spermatozoa

Berikut adalah tabel dan grafik viabilitas spermatozoa terhadap waktu:

Tabel 4.5 Viabilitas Spermatozoa

Waktu pemaparan (s)	N			
	E = 0 V/cm	E = 2 V/cm	E =4 V/cm	E = 6 V/cm
15	12	35	52	30
30	13	45	49	37
45	11	36	56	35
60	10	43	67	32



Gambar 4.6 Hubungan Pemaparan Medan Listrik dan Waktu Pemaparan dengan Banyaknya Spermatozoa

Pada tabel 4.5 menunjukkan bahwa spermatozoa yang tidak diberi paparan medan listrik dengan viabilitas (daya tahan) paling rendah dibandingkan dengan spermatozoa yang diberi paparan medan listrik, akan tetapi spermatozoa yang diberi paparan medan listrik mempunyai perbedaan ditingkat viabilitasnya. Pada E

= 2 V/cm di t = 30s memiliki jumlah spermatozoa paling banyak dibandingkan dengan waktu yang lainnya. Pada E = 4 V/cm di t = 30s jumlah spermatozoa menurun, tetapi di t = 45s dan t = 60s jumlah spermatozoa semakin meninggi. Pada E = 6 V/cm di t = 30s memiliki jumlah spermatozoa paling banyak. Besarnya V yang diberikan medan listrik pada spermatozoa dapat mempengaruhi viabilitas spermatozoa.

Berdasarkan data hasil viabilitas spermatozoa dan grafik di atas perlu dilakukan uji ANOVA untuk mengetahui laju ketahanan spermatozoa yang pengaruh signifikan dari seluruh kelompok data menghasilkan sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hasil Uji ANOVA Pada Viabilitas Spermatozoa

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Antar Kelompok	7760.250	3	2586.750	299.913	.000
Dalam Kelompok	103.500	12	8.625		
Total	7863.750	15			

Sig.

H0: Tidak terdapat pengaruh.

H1: Terdapat pengaruh.

Syarat: jika Sig<0.05 maka H0 ditolak

Uji ANOVA dilakukan guna mengetahui hubungan antara pengaruh paparan medan listrik terhadap motilitas spermatozoa.

Pada tabel 4.6 ditunjukkan bahwa nilai signifikansi 0.000 maka H0 ditolak, bahwa terdapat pengaruh paparan medan listrik terhadap viabilitas spermatozoa. Selanjutnya dilakukan uji lanjut DMRT untuk membandingkan rata-rata dari

masing-masing kelompok data. Berikut hasil uji DMRT untuk mengetahui data yang berpengaruh signifikan.

Tabel 4.7 Hasil Uji DMRT 5% Pada Viabilitas Spermatozoa

E (V/cm)	N	Notasi Huruf
0	4	a
6	4	b
2	4	c
4	4	d

Keterangan: Frekuensi yang memiliki huruf yang sama tidak berbeda nyata

Pada tabel 4.7 paparan medan listrik pada viabilitas spermatozoa perlakuan 4 V/cm menghasilkan viabilitas spermatozoa terbesar (notasi d).

Hasil uji DMRT 5% pada tabel 4.7 menunjukkan pengaruh paparan medan listrik terhadap viabilitas spermatozoa. Pada kelompok data yang memberikan perbedaan nyata itu pada paparan medan listrik dengan variasi 4 V/cm terhadap viabilitas spermatozoa.

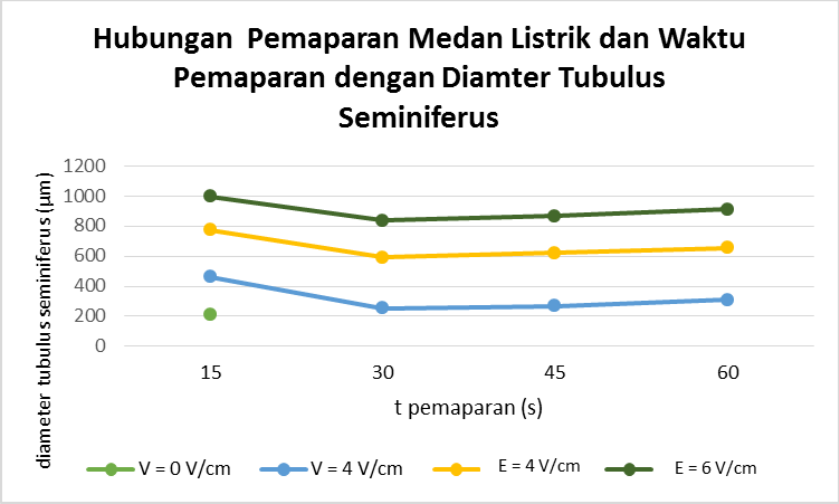
4.4 Diameter Tubulus Seminiferus

Data diameter tubulus seminiferus yang diperoleh dengan cara mengukur diameter tubulus seminiferus di bawah mikroskop dengan perbesaran 100 kali (10x10).

Hasil pengukuran rata-rata diameter tubulus seminiferus mencit baik pada kelompok kontrol maupun kelompok yang diberi paparan medan listrik dapat diliat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Diameter Tubulus Seminiferus

No.	E (V/cm)	Waktu pemaparan (s)	Rerata Diameter ± SD (μm)
1	0	0	207,7 ± 5,6
2	2	15	253 ± 7,5
3		30	253,3 ± 17,6
4		45	266,7 ± 11
5		60	309 ± 35,5
6	4	15	311,7 ± 10,4
7		30	338,7 ± 12,1
8		45	355 ± 30,7
9		60	345 ± 15
10	6	15	223,7 ± 5,5
11		30	246 ± 16,1
12		45	244,3 ± 11,4
13		60	258,3 ± 15,9



Gambar 4.7 Hubungan Pemaparan Medan Listrik dan Waktu Pemaparan dengan Diameter Tubulus Seminiferus

Hasil data pada diameter tubulus seminiferus menunjukan bahwa data rerata diameter tubulus pada E = 4 V/cm di t = 45 s memiliki rerata yang paling tinggi diantara diameter tubulus yang lain. Terdapat perbedaan pada tubulus yang tidak diberi paparan memiliki rerata yang paling kecil diantara yang lain.

Berdasarkan data hasil pada diameter tubulus seminiferus dan grafik di atas perlu dilakukan uji ANOVA untuk mengetahui laju tubulus seminiferus yang pengaruh signifikan dari seluruh kelompok data menghasilkan sebagai berikut:

Tabel 4.9 Hasil Uji ANOVA Pada Diameter Tubulus Seminiferus

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Antar Kelompok	72727.314	3	24242.438	44.525	.000
Dalam Kelompok	19056.583	35	544.474		
Total	91783.897	38			

Sig.

H0: Tidak terdapat pengaruh.

H1: Terdapat pengaruh.

Syarat: jika Sig<0.05 maka H0 ditolak

Uji ANOVA dilakukan guna mengetahui hubungan antara pengaruh paparan medan listrik terhadap motilitas spermatozoa.

Pada tabel 4.9 ditunjukkan bahwa nilai signifikansi 0.000 maka H0 ditolak, bahwa terdapat pengaruh paparan medan listrik terhadap diameter tubulus semifierus. Selanjutnya dilakukan uji lanjut DMRT untuk membandingkan rata-rata dari masing-masing kelompok data. Berikut hasil uji DMRT untuk mengetahui data yang berpengaruh signifikan.

Tabel 4.10 Hasil Uji DMRT 5% Pada Diameter Tubulus Seminiferus

E (V/cm)	N	Notasi Huruf
0	4	a
6	4	b
2	4	c
4	4	d

Keterangan: Frekuensi yang memiliki huruf yang sama tidak berbeda nyata

Pada tabel 4.10 paparan medan listrik pada diameter tubulus seminiferus perlakuan 4 V/cm menghasilkan diameter tubulus seminiferus terbesar (notasi d).

Hasil uji DMRT 5% pada tabel 4.10 menunjukkan pengaruh paparan medan listrik terhadap diameter tubulus seminiferus. Pada kelompok data yang memberikan perbedaan nyata itu pada paparan medan listrik dengan pemaparan 8 V/cm terhadap diameter tubulus seminiferus.

4.5 Pembahasan

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa medan listrik berpengaruh dalam meningkatkan motilitas spermatozoa, viabilitas spermatozoa dan diameter tubulus seminiferus. Pada pemaparan 4 V/cm dapat meningkatkan motilitas di sumbu *xi*, viabilitas bahkan diameter tubulus seminiferus, sedangkan di sumbu *yi* pada variasi 2 V/cm hanya dapat meningkatkan motilitas spermatozoa, dapat dilihat pada peningkatannya bahwa spermatozoa lebih condong bergerak ke arah sumbu kanan dan bertahan lebih lama dari waktu normalnya. Pada penelitian Nurmasyitah (2011) diperoleh hasil motilitas dan viabilitas terbaik pada tanpa pemaparan medan listrik, berdasarkan hasil penelitian ini dan penelitian

sebelumnya bahwa pemberian medan listrik ke spermatozoa mencit tergantung jenis plat yang digunakan untuk mengalirkan medan listrik dan mendapatkan kualitas spermatozoa yang baik.

Spermatozoa yang diberi paparan medan listrik dapat mempengaruhi motilitas dan viabilitas, ketika spermatozoa diberi paparan medan listrik maka dapat meningkatkan motilitas spermatozoa. Hal ini disebabkan oleh stimulasi pada struktur sel tertentu atau perubahan ion dalam sel sperma. Viabilitas spermatozoa juga berpengeruh jika diberi paparan medan listrik dapat meningkatkan daya tahannya. Tetapi jika pemaparan spermatozoa terlalu tinggi maka dapat menyebabkan kerusukan pada struktur spermatozoa dan dapat mengurangi motilitasnya dan viabilitasnya. Dampak medan listrik tergantung pada waktu pemaran dan intensitas medan. Paparan yang terlalu lama atau intensitas yang berlebihan dapat menyebabkan setres dan kerusakan pada kualitas spermatozoa.

Spermatozoa tanpa pengaruh medan listrik bergerak acak ke segela arah pada saat t = 15 s sampai 45 s, dan pada saat t = 60 s spermatozoa tidak lagi bergerak ke segala arah. Semakin bertambah waktu pengamatan, maka jumlah spermatozoa semakin berkurang karena spermatozoa mati dan tersisa hanya 10 spermatozoa selama 60 s pengamatan. Waktu pengamatan sangat mempengaruhi viabilitas spermatozoa. Spermatozoa masih dianggap normal di t = 30 s karena 13 spermatozoa masih bertahan hidup.

Spermatozoa yang diberi paparan medan listrik dengan variasi 2 V/cm, 4 V/cm dan 6 V/cm bergerak tidak ke segela arah pada saat t = 15 s sampai 60 s

Spermatozoa bergerak cenderung ke sumbu positif. Semakin bertambah waktu pengamatan, maka jumlah spermatozoa semakin berkurang karena spermatozoa mati dan tersisa hanya 43 spermatozoa selama 60 s pengamatan di saat pemaparan dengan variasi 2 V/cm, lalu berkuranganya jumlah spermatozoa dikarenakan mati dan tersisa 67 spermatozoa selama 60 s disaat pemaparan dengan variasi 4 V/cm, yang terakhir ketika pemaparan medan listrik dengan variasi 6 V/cm jumlah spermatozoa semakin berkurang dan tersisa hanya 32 spermatozoa selama 60 s selama pengamatan. Waktu pengamatan sangat mempengaruhi viabilitas spermatozoa.

Efek medan listrik terhadap motilitas dan viabilitas spermatozoa menunjukka bahwa medan listrik dapat mempengaruhi spermatozoa karena ketika spermatozoa diberi paparan medan listrik maka terjadilah fenomena dielektrik yang mana spermatozoa merupakan jenis bahan isolator yang dapat dikutubkan dengan cara meletakkan dielektrik ke dalam medan listrik. Jika spermatozoa tersebut di letakkan ke dalam medan listrik, maka muatan yang terkandung di dalamnya tidak dapat mengalir dengan baik, sehingga tidak dapat menimbulkan aliran seperti bahan konduktor, posisi yang terjadi hanya sedikit yang bergeser dapat menyebabkan terciptanya pengutuban dielektrik. (Azza, 2015)

Menurut Wulan A. J dkk (2013) bahan dielektrik dapat menghambat arus listrik, sehingga permukaan bahan dielektrik bisa menangkap muatan listrik berlebih yang terlepas. Hal ini dapat menyimpan muatan listrik cukup lama. Maka spermatozoa yang diberi paparan medan listrik bisa bertahan lebih lama dari waktu normal. Akan tetapi besar variasi pemaparan yang dipaparkan juga berpengaruh apa bila semakin besar variasinya maka dapat merusak sel

spermatozoa, maka dari itu waktu pemaparan dengan variasi 6 V/cm hasil yang didapati tidak sebagus saat pemaparan dengan variasi 2 V/cm dan 4 V/cm.

Diameter tubulus seminiferus merupakan tempat utama terjadinya proses spermatogenesis untuk menghasilkan spermatozoa (Fritz, 2013), karena tubulus seminiferus merupakan bagian utama massa testis, yaitu sekitar 80% (Sherwood, 2015). Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata diameter tubulus seminiferus, grafik menunjukan bahwa terjadi penurunan saat diberi paparan medan listrik pada 6 V/cm. Semakin besar dosis yang diberikan, maka rata-rata diameter tubulus seminiferus akan berkurang. Terbukti dengan adanya hasil uji ANOVA dan DMRT 5% bahwa saat pemaparan medan listrik pada 4 V/cm memiliki perbedaan.

Hasil keseluruhan pada motilitas spermatozoa, viabilitas spermatozoa dan diameter tubulus seminiferus bahwa pemaparan medan listrik terbaik pada variasi pemaparan 4 V/cm. Hal ini ditunjukkan oleh data-data dan diagram yang telah diolah dalam *M S. Excell,* dalam diagram dapat dilihat dari tertinggi hingga terendah yaitu 4 V/cm, 2 V/cm, 0, dan 6 V/cm. Jika dilihat pemaparan yang tidak terlalu tinggi ataupun rendah dapat memberikan pengaruh yang tinggi terhadap yang diuji, namun kenyataan dengan hasil penelitian yang diperoleh bahwa tidak semua variasi yang tinggi dapat menghasilkan dan berpengaruh. Dari hasil uji ANOVA dan DMRT 5% untuk 4 V/cm memiliki nilai lebih tinggi.

4.6 Hasil Penelitian Dalam Perspektif Islam

Embriologi di dalam al-Qur’an pada dasarnya mengkaji proses-proses penciptaan manusi secara bertahap dan rinci. Proses penciptaan telah tertulis di dalam al-Qur’an mulai dari asal-usul diciptakan manusia hingga perkembangan

manusia di dalam rahim yang terdapat 3 proses yaitu *nutfah, organogenesis* (meliputi pembentukan *'alaqah, mudhghah*, dan pembentukan tulang dan otot) serta tahap perkembangan. (Kiptiyah, 2014)

Dalam al-Qur'an Allah SWT menjelaskan bahwasanya manusia berasal dari air yang hina yang dapat disebut dengan *nutfah*. Dalam al-Qur'an surat al-Mu'minun ayat 13 penjelasan tentang manusia yang diciptakan dari setetes air hina yang disebut nutfah. Adapun surat yang menjelaskan tentang nutfah:

ثُمَّ جَعَلْنَٰهُ نُطْفَةً فِى قَرَارٍ مَّكِينٍ ﴿١٣﴾

"Kemudian Kami jadikan saripati itu air mani (yang disimpan) dalam tempat yang kokoh (rahim)." (QS, al-Mu'minuun: 13)

Dari ayat tersebut dapat dimengerti bahwa Allah sudah menjelaskan secara detail mengenai tahapan pembentukan embrio. Isinya relevan dengan embriologi di zaman modern, adapun tahapan-tahapan antara lainnya ialah:

Ketika saripati tanah masuk ke dalam tubuh manusia, maka itu akan dijadikan permulaan untuk material dalam tahap metabolisme yang akan menjadi nutfah. Kata *nutfah* jika diterjemahkan, yaitu air mani, dalam dunia sains lebih dikenal sebagai konsentrasi fluida yang mengandung sperma, dihasilkan oleh sel klamin jantan di testis (Dimsqi, 2016). Penjelasan dari tafsir tesebut menyatakan bahwa spermatozoa yang memiliki kualitas baik maka ia bisa memproses pembuahan spermatozoa di dalam rahim, apabila tempat yang kokoh atau rahim yang dimiliki tidak dapat menampung proses pembuahan tersebut maka dibutuhkan perlakuan

pembuahan di luar tubuh atau disebut bayi tabung untuk penyempurnaan proses pembuahan pada spermatozoa dan sel telur.

وَلَقَدْ خَلَقْنَا ٱلْإِنسَـٰنَ مِن سُلَـٰلَةٍ مِّن طِينٍ ﴿١٢﴾

"dan Sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dari suatu saripati (berasal) dari tanah." (QS, al-Mu'minuun: 12)

Ayat di atas menyatakan bahwa (*sulalah min thin*) mempunyai makna satu zat yang berasal dari tanah yaitu apa yang diproduksi oleh alat pencernaan dari bahan makanan yang kemudian menjadi darah, yang kemudian diproses hingga akhirnya menjadi spermatozoa. Ketika saripati tanah masuk ke dalam tubuh manusia maka akan berproses metabolisme pembentukan *nutfah* di dalam sel reproduksi. (Hasanudin, 2018).

Proses penciptaan spermatozoa di dalam Al-Qur'an dimulai dari tahap sulalah (saripati tanah) yang yang telah ditentukan kadarnya. Secara sains, kata *sulalah* yaitu saripati tanah yang mengandung asam amino, protein dan senyawa organic lainnya yang mengandung nitrogen sebagai bahan utama spermatozoa. (Tafsir 'Ilmi, 2016)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisi dan pembahasan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa pengaruh medan listrik terhadap motilitas dan viabilitas spermatozoa pada mencit ialah sebagai berikut:

1. Pemaparan medan listrik memberikan pengaruh signifikan terhadap motilitas spermatozoa pada mencit. Pada variasi 4 V/cm menunjukkan pengaruh yang paling signifikan terhadap motilitas spermatozoa, dengan peningkatan motilitas yang nyata dibandingkan dengan kelompok kontrol (0 V/cm).
2. Pemaparan medan listrik berpengaruh secara signifikan terhadap viabilitas spermatozoa pada mencit. Hal tersebut dapat terlihat bahwa viabilitas pada spermatozoa dengan variasi 4 V/cm menghasilkan viabilitas spermatozoa yang tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol dan variasi tegangan lainnya.
3. Diameter tubulus seminiferus, tempat utama terjadinya spermatogenesis juga dipengaruhi oleh pemaparan medan listrik. Pada variasi 4 V/cm menunjukkan perbedaan signifkan dalam diameter tubulus seminiferus berpengaruh positif pada struktur reproduksi mencit.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilaksanakan disarankan untuk meningkatkan beberapa hal yaitu sebagai berikut:

1. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi waktu dan variasi pemaparan medan listrik yang lebih tinggi menggunakan jenis plat yang berbeda.
2. Melacak pergerakan spermatozoa pada saat mulai pengamatan sampai mati. Pengamatan dilakukan untuk sejumlah spermatozoa, sehingga dapat diketahui perubahan laju gerak dan viabilias spermatozoa yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

Abulkhair Abdullah. 2014. *Mencit (Mus musculus) Sebagai Hewan Uji Coba*. Makalah Farmasi FIS Universitas Islam Negri Alauddin Makassar

Afandi, R. dan U.M. Tang. 2017. *Fisiologi Hewan Air*. Intimedia Malang.

Amalia Shari. 2022. *Seleksi Spermatozoa Pada Fertilisasi In Vitro (IVF)*. Indonesian Journal of Health Science. Vol. 2, No. 1

Azza Abbas Ward. 2015. *Dielectric Mterials for Advanced Applications*. Egypt

Azhar, Faritz. 2013. *Uji Antifertilitas Ekstrak Metanol Kulit Buah Manggis (Garcinia mangstana L.) pada Tikus Jantan Strain Sprague Dawley Secara In Vivo.* Skripsi. UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.

David Halliday, Robert Resnick. 2014. Fisika Jilid 2, Edisi 10th. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Dimsqi Chaerul Anam. 2016. Kebenaran Tuhan di Dalam Al-Qur'an. Maghza Vol. 1, No. 2.

Fauziyah, A., & Dwijananti, P. 2013. Pengaruh Radiasi Sinar X Terhadap Motilitas Sperma pada Tikus Mencit *(Mus musculus).* Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia 9 (2013) 93-98.

Giancoli, Douglas C. 2014. *Fisika Jilid 2 Edisi 7*. Jakarta : Erlangga.

Guyton, A. C., Hall, J. E., 2014. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Edisi 12. Jakarta : EGC, 1022

Hasanudin, Muhammad. 2018. Konsep Embrio Manusia Prespektif Al-Qur'an dan Sains. Qaf, Vol. III, No. 01.

Herrman K, Pistollato F, Stephens ML. 2019. *Beyond the 3Rs: expending the use of humanrelevant replacement methods in biomedical research*. Altex 36(3): 343-352.

Ida, Ayu., dkk. 2022. *Sperm Terminilogies in Al-Qur'an and Andrology Perspective.* Vol. 1 No. 2, 2022, 10-15.

Kartika, A. A. dkk, 2013. Strategi Pengembangan Usaha Ternak Tikus (*Rattus norvegicus*) Dan Mencit (*Mus musculus*) Di Fakultas Peternakan IPB. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, Vol. 1 No. 3 (Oktober 2013).

Kiptiyah. 2014. *Embriologi Dalam Al-Qur'an*. Edisi 2. Malang: UIN Maliki Press.

Kumar, A., & Sharma, M. (Eds.), 2017. *Basics of Human Andrology: A textbook (1st Edition).* New York: Springer Berlin Heiddelberg.

Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Badan Litbang dan Diklat Kementrian Agama RI. 2016. Penciptaan Manusia dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains. Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an. Jakarta Timur.

Linderman, C. 2011. Mechanisms of Sperm Motility, (Data diperoleh melalui situs internet: https://www.oakland.edu/Dr.Charles Lindermann's Lab Sperm Facts.) Diakses pada tanggal 22 Mei 2016.

Nugroho, Rudy Agung. 2018. Mengenal Mencit Sebagai Hewan Laboratorium. Mulawarman University Press. Samarinda.

Nurmasyitah dan Khotimah, S.N. 2015. Penentuan Konstanta Dielektrik Larutan NaCl, Prosiding SKF.

Prakash, S., et al. 2013. *Morphological diversity of sperm: A mini review*. Iranian Journal of Reproductive Medicine Vol. 12. No. 4., pp. 239.

Rizki, Cory Dwi; Kurniasari, D., dan Maulana, Andi. 2019. *Pengaruh Ekstrak Etanol Daun Kemangi (Ocimum basilicum) Terhadap Kadar Ureum dan Kreatinin Tikus Galur Wistar Jantan (Rattus noervegicus Strain Wistar) yang Diinduksi Monosodium Glutamate (MSG).* Herb-Medicine Journal, 2(1), 12-19.

Saudi, Muhammad. 2019. Penciptaan Manusia dalam Al-Qur'an: Telaah Tafsir Muhammad Quraish Shihab dalam Tafsir Al-Mishbah. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

Serwey dan Jewet. 2014. Physics for Scientists and Engineers 10^{th} Edition, Thomson Brooks.

Sherwood, LZ., 2014. *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem.* Edisi 8. Jakarta: EGC, 595-677

Sudarma, I .M. A., Nalley, W. M., Belli, H. L., & Marawali, A. 2014. Seperasi Spermatozoa X dan Y Menggunakan Level Albumin yang Berbeda Sebagai Media Pemisah Spermatozoa Babi. Jurnal Nukleus Peternakan, 1 (1), 37-43.

Susilawati, Trinil. 2014. Sexing Spermatozoa Hasil Penelitian Laboratorium dan Aplikasi Pada Sapi dan Kambing. Univeristas Brawijaya Press. Malang.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Data posisi (motilitas) spermatozoa

E (V/cm)	Waktu Pemaparan (s)	Ulangan	Waktu ke- (s)	xi (µm)	yi (µm)
0	0	1	1	1	3
			15	1	3
			30	1	3
			45	1	3
			60	1	3
		2	1	2	-7
			15	3	-8
			30	4	-8
			45	5	-8
			60	5	-9
		3	1	-7	-3
			15	-7	-2
			30	6	-3
			45	-6	-2
			60	-5	-2
2	15	1	1	-3	5
			15	-1	6
			30	1	5
			45	0	5
			60	2	3
		2	1	5	-6
			15	6	-7
			30	7	-7
			45	7.5	-7
			60	8	-8
		3	1	6	9
			15	5	10
			30	4	9
			45	3	6
			60	4	6
	30	1	1	-3	-1
			15	-4	-1
			30	-5	-1
			45	-5	-1
			60	-4	-1.5
		2	1	-2	-2
			15	-1	2
			30	-2	4
			45	-1.5	4

			60	-1	5
		3	1	0	-2
			15	1	-2
			30	-6	-3
			45	-7	-4
			60	-3	-1
	45	1	1	-1	2
			15	-1	2
			30	-2	2
			45	-2	2
			60	-1	2
		2	1	-1	1
			15	1	4
			30	0	5
			45	4	5
			60	3	5
		3	1	7	-2
			15	6	1
			30	7	2
			45	7.5	3
			60	8	2.5
	60	1	1	1	-3
			15	2	-2
			30	4	-1
			45	5	-1
			60	5.5	-1
		2	1	-5	2
			15	-5	2
			30	-5	1.5
			45	-5	1.5
			60	-5	1
		3	1	-4	-8
			15	-3.5	-8
			30	-3	-8
			45	-4	-8
			60	-3.5	-8
4	15	1	1	-1	-4
			15	-1.5	-5
			30	-1.5	-4
			45	-1	-4
			60	-1	-4
		2	1	3	0
			15	3.5	1

			30	4	2
			45	5	3
			60	7	4
		3	1	2	0.5
			15	3	-1
			30	3	-1
			45	3	-1
			60	2	-1
	30	1	1	4	-4
			15	4	-3.5
			30	3.5	-3.5
			45	3.5	-2
			60	3.5	-2
		2	1	-4	-6
			15	-4	-5.5
			30	-4.5	-5.5
			45	-4.5	-4
			60	-5	-3
		3	1	-1	-2.5
			15	-1	-2.5
			30	-1	-2
			45	-1	-2
			60	-1	-2
	45	1	1	-3	1
			15	-3	1
			30	-2.5	1
			45	-2.5	1
			60	2	1
		2	1	4	-4.5
			15	4.5	-4.5
			30	5	-4
			45	5	-4
			60	4.5	-4
		3	1	0.5	-4
			15	0.5	-4
			30	1	-3
			45	1	-3
			60	1	-2.5
	60	1	1	0.5	-4
			15	0.5	-4.5
			30	1	-4.5
			45	1	-5
			60	1	-5

		2	1	-2.5	-4
			15	-2.5	-4
			30	-2	-5
			45	-1.5	-5
			60	-1.5	-6
		3	1	3.5	-5
			15	3.5	-5
			30	4	-5.5
			45	4	-5.5
			60	4	-5.5
6	15	1	1	0	-3
			15	0.5	-3.5
			30	0.5	-3.5
			45	1	-3.5
			60	1	-3.5
		2	1	0.5	-3
			15	1	-4
			30	1.5	-4
			45	1.5	-4
			60	1	-4.5
		3	1	0	5
			15	0.5	5
			30	0	5
			45	0.5	5
			60	1	5
	30	1	1	3	4
			15	3.5	4
			30	3	4
			45	3.5	4
			60	3	4
		2	1	2	2
			15	2.5	2
			30	2	2.5
			45	2.5	2.5
			60	2.5	2
		3	1	-6	5
			15	-6	5.5
			30	-6	5
			45	-6	5.5
			60	-6	5.5
	45	1	1	-2	-6
			15	-2.5	-6
			30	-2	-6

			45	-2.5	-6
			60	-2	-6
		2	1	-6	-4
			15	-6	-4
			30	-6.5	-4
			45	-6	-4
			60	-6	-4
		3	1	3	-3
			15	2.5	-3
			30	3	-3
			45	2.5	-3
			60	3	-3
	60	1	1	-8	-6
			15	-7.5	-6
			30	-8	-6
			45	-8	-6
			60	-7.5	-6
		2	1	-2.5	-1.5
			15	-3	-1.5
			30	-3	-2
			45	-3	-2
			60	-2.5	-1.5
		3	1	-2	-3
			15	-1	-3
			30	-3	-1
			45	-3.5	-1
			60	-3.5	-1

LAMPIRAN 2. Hasil Uji DMRT 5%

1. Motilitas Spermatozoa xi (kepala spermatozoa)

		Subset for alpha = 0.05	
E (V/cm)	N	1	2
12	60	-1.050	
0	15	.333	.333
4	60	.350	.350
8	60		1.168
Sig.		.164	.409

2. Motilitas Spermatozoa yi (ekor spermatozoa)

E (V/cm)	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
8	60	-2.767	
0	15	-2.467	
12	60	-1.108	-1.108
4	60		.350
Sig.		.100	.126

3. Viabilitas Spermatozoa

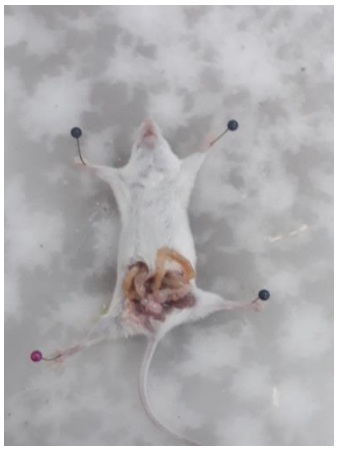
E (V/cm)	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0	4	11.00			
12	4		23.00		
4	4			38.75	
8	4				69.75
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

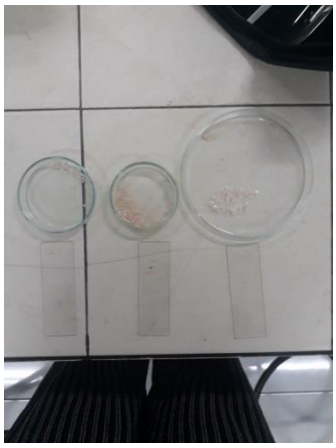
4. Diameter Tubulus Seminiferus

E (V/cm)	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0	3	207.67			
12	12		243.25		
4	12			270.50	
8	12				337.67
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

LAMPIRAN 3. Dokumentasi Selama Penlitian

1. Pembedahan Mencit Jantan dan Sampel





2. Pemaparan Medan Listrik terhadap Spermatozoa



3. Pengamatan Spematozoa dengan Mikroskop



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341)551354, Fax. (0341) 572533
Website: http://www.uin-malang.ac.id Email: info@uin-malang.ac.id

JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM	:	18640074
Nama	:	HANAN BADRI
Fakultas	:	SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan	:	FISIKA
Dosen Pembimbing 1	:	Dr. H. AGUS MULYONO, S.Pd., M.Kes
Dosen Pembimbing 2	:	WIWIS SASMITANINGHIDAYAH,M.Si
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	:	PENGARUH MEDAN LISTRIK SEARAH TERHADAP MOTILITAS DAN VIABILITAS SPERMATOZOA PADA HEWAN MENCIT (Mus muculus L.)

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	17 Februari 2022	Dr. H. AGUS MULYONO, S.Pd., M.Kes	pengajuan judul skripsi dan penyusunan proposal	Genap 2021/2022	Sudah Dikoreksi
2	08 September 2022	Dr. H. AGUS MULYONO, S.Pd., M.Kes	Konsultasi bab 1, 2, dan 3	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
3	10 November 2022	Dr. H. AGUS MULYONO, S.Pd., M.Kes	Konsultasi bab 1, 2, dan 3	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
4	15 November 2022	Dr. H. AGUS MULYONO, S.Pd., M.Kes	Konsultasi bab 1, 2, dan 3	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
5	23 November 2022	Dr. H. AGUS MULYONO, S.Pd., M.Kes	Konsultasi bab 1, 2, dan 3	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
6	08 Desember 2022	Dr. H. AGUS MULYONO, S.Pd., M.Kes	Konsultasi power point untuk seminar proposal	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
7	05 April 2023	Dr. H. AGUS MULYONO, S.Pd., M.Kes	Konsultasi bab 3 untuk melakukan proses penelitian	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi
8	09 Juni 2023	Dr. H. AGUS MULYONO, S.Pd., M.Kes	Meminta tanda tangan untuk peminjaman alat	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi
9	01 November 2023	WIWIS SASMITANINGHIDAYAH,M.Si	Konsultasi integrasi di bab 1 dan 2	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
10	22 November 2023	Dr. H. AGUS MULYONO, S.Pd., M.Kes	Konsultasi bab 4 dan bab 5	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
11	30 November 2023	WIWIS SASMITANINGHIDAYAH,M.Si	Konsultasi terkait integrasi di bab 4	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
12	01 Desember 2023	Dr. H. AGUS MULYONO, S.Pd., M.Kes	Konsultasi bab 4 dan bab 5 serta meminta tanda tangan	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
13	07 Maret 2033	Dr. H. AGUS MULYONO, S.Pd., M.Kes	Konsultasi setelah sempro dan membahas tentang penambahan rumusan masalah + tujuan	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Malang, 28 Desember 2023

Dosen Pembimbing 2

WIWIS SASMITANINGHIDAYAH,M.Si

Dosen Pembimbing 1

Dr. H. AGUS MULYONO, S.Pd., M.Kes

Ketua Prodi,

KEMENTERIAN AGAMA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MALANG
JURUSAN FISIKA
REPUBLIK INDONESIA