

**PENGARUH ARUS LISTRIK RADIO-FREKUENSI TERHADAP KADAR
KOLESTEROL, ASAM URAT, GLUKOSA DARAH, DAN VISKOSITAS
DARAH MENCIT DIABETES**

SKRIPSI

**OLEH:
ZIDNY EMERALDA SALSABILA
NIM. 200604110045**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

HALAMAN PENGANTAR

**PENGARUH ARUS LISTRIK RADIO-FREKUENSI TERHADAP KADAR
KOLESTEROL, ASAM URAT, GLUKOSA DARAH, DAN VISKOSITAS
DARAH MENCIT DIABETES**

SKRIPSI

Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar Sarjana Sains
(S.Si)

Oleh:
ZIDNY EMERALDA SALSABILA
NIM. 200604110045

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH ARUS LISTRIK RADIO-FREKUENSI TERHADAP KADAR
KOLESTEROL, ASAM URAT, GLUKOSA DARAH, DAN VISKOSITAS
DARAH MENCIT DIABETES

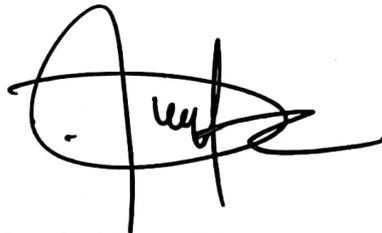
SKRIPSI

Oleh:

ZIDNY EMERALDA SALSABILA
NIM. 200604110045

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada Tanggal, 25 Juni 2024

Dosen Pembimbing I



Dr. Drs. Mokhammad Tirono, M.Si
NIP. 19641211 199111 1 001

Dosen Pembimbing II



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

Mengetahui,
Ketua Program Studi



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

HALAMAN PENGESAHAN

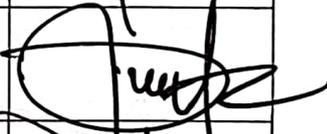
PENGARUH ARUS LISTRIK RADIO-FREKUENSI TERHADAP KADAR KOLESTEROL, ASAM URAT, GLUKOSA DARAH, DAN VISKOSITAS DARAH MENCIT DIABETES

SKRIPSI

Oleh:

ZIDNY EMERALDA SALSABILA
NIM. 200604110045

Telah Dipertahankan di Depan dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Tanggal, 25 Juni 2024

Penguji Utama	: <u>Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes</u> NIP. 19750808 199903 1 003	
Ketua Penguji	: <u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Sekretaris Penguji	: <u>Dr. Drs. Mokhamad Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Anggota Penguji	: <u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Fisika


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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zidny Emeraldalda Salsabila
NIM : 200604110045
Jurusan : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengaruh Arus Listrik Radio-Frekuensi Terhadap Kadar Kolesterol, Asam Urat, Glukosa Darah, dan Viskositas Darah Mencit diabetes

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar Pustaka.

Apabila hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 25 Juni 2024
Yang membuat pernyataan



Zidny Emeraldalda Salsabila
NIM. 200604110045

MOTTO

Sabar Tak Bertepi, Ikhlas Tak Berbatas

(Zidny Emeraldalda Salsabila)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, rampung sudah studi dan tugas akhir ini atas ridho dan pertolongan-Nya. Saya persembahkan banyak cinta dan terima kasih kepada:

1. Orang tua saya, karena beliau berdua telah menjaga dan mendukung saya dengan doa-doa terbaik. Terima kasih dan maaf tentu saja tidak cukup sehingga saya berharap Allah memberikan dan menetapkan segala hal yang terbaik untuk segala sisi kehidupan kedua orang tua saya, baik kehidupan di dunia maupun di akhirat.
2. Eyang putri, karena doa beliau pula sehingga saya bisa bertahan hingga detik ini.
3. Tante Zunks serta dua adikku, Fina Excellencia Qonita Adnina dan Nashrul Kamil Mutawakkillah yang senantiasa mendukung dan menghiburku.
4. Para kucingku yang selalu membuatku rindu.
5. Dr. H. M. Tirono M.Si. selaku pembimbing skripsi saya. Terimakasih sudah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan arahan, pengetahuan serta bimbingan mulai awal pengerjaan hingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Sahabatku, Akhmed David Nugroho yang selalu berada pada garda terdepan untuk mensupportku selama 8 tahun ini.
7. Sahabatku yang juga tak kalah hebatnya, Almira Salma Rosyada yang selalu merecoki skripsiku dan membuli mencitku.
8. My purple, une belle âme.
9. Teman-teman KKN, khususnya Ferrin, Ningrum, dan Karin yang mendukungku dengan cara mereka masing-masing.

10. Teman-teman Fisika angkatan 2020, khususnya Biofisika yang telah kebersamai selama 4 tahun ini.
11. Teman- teman saya dan semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung membantu saya dalam mengerjakan skripsi ini. Terimakasih atas semangat dan bantuannya.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil Alamiin, Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Arus Listrik Radio-Frekuensi terhadap Kadar Kolesterol, Asam Urat, Glukosa Darah, dan Viskositas Darah Mencit Diabetes” dengan lancar. Sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun manusia dari jaman jahiliyah menuju jaman yang terang benderang. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu terselesainya skripsi ini, ucapan terimakasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Imam Tazi, M.Si selaku Ketua Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. H. M. Tirono, M.Si selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah bersedia meluangkan banyak waktunya dan memberi kritik serta sarannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Abdul Basid, M.Si selaku Dosen Pembimbing Integrasi yang telah bersedia meluangkan waktu waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan bidang integrasi Sains dan Al-Qur'an.

6. Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes dan Farid Samsu Hananto, M.T selaku Dosen Penguji skripsi yang telah bersedia meluangkan waktunya dan memberi kritik serta sarannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Segenap Dosen, Laboran dan Admin Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah bersedia mengamalkan ilmunya, membimbing dan memberikan pengarahan serta membantu selama proses skripsi.

Penulis berharap semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak yang membaca laporan ini dalam menambah wawasan ilmiah dan memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan demi kebaikan bersama.

Malang, 25 Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
مستخلص البحث	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Manfaat Penelitian	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
2.1 Radio-Frekuensi	9
2.1.1 Hukum Ohm	13
2.1.2 Hukum Joule	13
2.2 Diabetes	15
2.3 Kolesterol	17
2.4 Asam Urat	18
2.6 Viskositas Darah	23
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Jenis Penelitian	27
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.3 Alat dan Bahan	27

3.4 Variabel Penelitian.....	29
3.5 Prosedur Penelitian.....	29
3.6 Diagram Alir.....	30
3.6.1 Persiapan Hewan Coba	31
3.6.2 Induksi Diabetes pada Mencit.....	31
3.6.3 Perlakuan Radio-Frekuensi pada Hewan Coba.....	31
3.6.4 Pengukuran Kadar Kolesterol, Kadar Asam Urat, Kadar Glukosa Darah, dan Viskositas Darah Mencit Diabetes	32
3.6.5 Teknik Pengolahan Data	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Data Hasil Penelitian	36
4.1.1 Pengaruh Arus Radio-Frekuensi terhadap Kadar Kolesetrol	37
4.1.2 Pengaruh Arus Radio-Frekuensi terhadap Kadar Asam Urat.....	41
4.1.3 Pengaruh Arus Radio-Frekuensi terhadap Kadar Glukosa Darah.....	46
4.1.4 Pengaruh Arus Radio-Frekuensi terhadap Viskositas Darah	51
4.2 Pembahasan	55
4.2.1 Pengaruh Arus Radio-Frekuensi terhadap Kadar Kolesterol	55
4.2.2 Pengaruh Arus Radio-Frekuensi terhadap Kadar Asam Urat.....	59
4.2.3 Pengaruh Arus Radio-Frekuensi terhadap Kadar Glukosa Darah.....	63
4.2.4 Pengaruh Arus Listrik Radio-Frekuensi terhadap Viskositas Darah.....	67
4.3 Kajian Integrasi Penelitian dalam Perspektif Islam	70
BAB V PENUTUP.....	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA.....	75
LAMPIRAN.....	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Grafik pengaruh tegangan aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap kadar kolesterol mencit diabetes	38
Gambar 4. 2 Grafik pengaruh waktu pemaparan aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap kadar kolesterol mencit diabetes.....	39
Gambar 4. 3 Grafik pengaruh tegangan aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap kadar asam urat mencit diabetes.....	43
Gambar 4. 4 Grafik pengaruh lama pemaparan aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap kadar asam urat mencit diabetes	43
Gambar 4. 5 Grafik pengaruh tegangan aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap kadar glukosa darah mencit diabetes.....	48
Gambar 4. 6 Grafik pengaruh waktu pemaparan aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap kadar glukosa darah mencit diabetes	48
Gambar 4. 7 Grafik pengaruh tegangan aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap viskositas darah mencit diabetes	52
Gambar 4. 8 Grafik pengaruh waktu pemaparan aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap viskositas darah mencit diabetes.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Hasil Kadar Kolesterol Mencit Diabetes	28
Tabel 3.2 Data Hasil Kadar Asam Urat Mencit Diabetes.....	28
Tabel 3.3 Data Hasil Kadar Glukosa Darah Mencit Diabetes.....	29
Tabel 3.4 Data Hasil Viskositas Darah Mencit Diabetes	29
Tabel 4.1 Data Hasil Kadar Kolesterol Mencit Diabetes	32
Tabel 4.2 Hasil Analisis Two Way ANOVA Kadar Kolesterol	34
Tabel 4.3 Hasil Uji DMRT Tegangan dan Waktu Perlakuan terhadap Kadar Kolesterol	35
Tabel 4.4 Data Hasil Kadar Asam Urat Mencit Diabetes.....	36
Tabel 4.5 Hasil Analisis Two Way ANOVA Kadar Asam Urat	38
Tabel 4.6 Hasil Uji DMRT Tegangan dan Waktu Perlakuan terhadap Kadar Asam Urat.....	39
Tabel 4.7 Data Hasil Kadar Glukosa Darah Mencit Diabetes.....	40
Tabel 4.8 Hasil Analisis Two Way ANOVA Kadar Glukosa Darah	43
Tabel 4.9 Hasil Uji DMRT Tegangan terhadap Kadar Glukosa Darah	43
Tabel 4.10 Data Hasil Viskositas Darah.....	44
Tabel 4.11 Hasil Analisis Two Way ANOVA Viskositas Darah.....	46
Tabel 4.12 Hasil Uji DMRT Tegangan terhadap Viskositas Darah.....	47

ABSTRAK

Salsabila, Zidny Emeraldal. 2024. **Pengaruh Arus Listrik Radio-Frekuensi terhadap Kadar Kolesterol, Asam Urat, Glukosa Darah, dan Viskositas Darah Mencit Diabetes**. Skripsi. Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. Drs. Mokhammad Tirono, M.Si. (II) Abdul Basid, M.Si.

Kata Kunci: Radio-Frekuensi, Kadar Kolesterol, Kadar Asam Urat, Kadar Glukosa Darah, Viskositas Darah, Diabetes

Studi eksperimental ini dilakukan sejalan dengan keprihatinan akan meningkatnya angka kejadian penyakit diabetes melitus di Indonesia. Diabetes mellitus dapat menyebabkan komplikasi seperti hiperglikemia, peningkatan asam urat, penyakit jantung, hipertensi, dan stroke. Oleh karena itu, dibutuhkan terapi yang efektif untuk mengurangi risiko tingkat keparahan dari penyakit-penyakit tersebut. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis pengaruh aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap kadar kolesterol, kadar asam urat, kadar glukosa darah, dan viskositas darah mencit diabetes. Mencit diaklimatisasi selama tujuh hari kemudian diinduksi diabetes dengan aloksan. Setelah positif diabetes, mencit dikelompokkan menjadi tujuh kelompok, satu kelompok sebagai kontrol dan enam kelompok lainnya dipapari aliran arus listrik radio-frekuensi selama lima hari berturut-turut dengan variasi tegangan 1 V, 1,5 V, 2 V dan variasi waktu tiga menit dan lima menit. Pada hari terakhir perlakuan dilakukan pengambilan data kadar kolesterol, asam urat, glukosa darah menggunakan metode strip test; sedangkan viskositas darah diperoleh melalui metode sentrifugasi sehingga diperoleh nilai hematokrit yang kemudian dihitung untuk memperoleh nilai viskositas darah. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan uji Two Way ANOVA dan uji DMRT. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian aliran arus listrik radio-frekuensi dapat memberikan pengaruh pada peredaran darah, yaitu tegangan 2 V selama 5 menit mampu menurunkan kadar kolesterol dan asam urat, perlakuan 2 V mampu menurunkan kadar glukosa darah, dan perlakuan dengan tegangan 1,5 V mampu menurunkan viskositas darah pada mencit diabetes.

ABSTRACT

Salsabila, Zidny Emeraldal. 2024. **The impact of Radio-Frequency Electricity Current on Cholesterol, Uric Acid, Blood Glucose and Blood Viscosity Levels in Diabetic Mice.** A thesis of Physics Department, Faculty of Science and Technology, State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisors: (I) Dr. Drs. Mokhammad Tirono, M.Si. (II) Abdul Basid, M.Si.

Keywords: Radio-Frequency, Cholesterol Levels, Uric Acid Levels, Blood Glucose Levels, Blood Viscosity, Diabetes

This experimental study was conducted in line with the concern on the increasing number of occurrences of Diabetic Mellitus in Indonesia. Diabetes mellitus can cause complications such as hyperglycemia, increased uric acid, heart disease, hypertension and stroke. Therefore, effective therapy is needed to reduce the risk of severity of these diseases. The aim of this research is to analyze the effect of radio-frequency electric current on cholesterol levels, uric acid levels, blood glucose levels and blood viscosity in diabetic mice. Mice were acclimatized for seven days and then induced diabetes with alloxan. After testing positive for diabetes, the mice were grouped into seven groups in which one group as control and six other groups were exposed to radio-frequency electric current for five consecutive days with voltage variations of 1 V, 1.5 V, 2 V and a time variation of three minutes and five minutes. On the last day of treatment, the data of cholesterol, uric acid, blood glucose were taken using the strip test method; while blood viscosity data was collected using the centrifugation method to obtain hematocrit values which were then calculated to know blood viscosity values. The data obtained was then analyzed using the Two-Way ANOVA test and the DMRT test. The results of this study show that administering a radio-frequency electric current has an impact on blood circulation, namely, giving a voltage of 2 V for 5 minutes can reduce cholesterol and uric acid levels, a 2 V treatment can reduce blood glucose levels, and a treatment with a voltage of 1, 5 V is able to reduce blood viscosity in mice.

مستخلص البحث

سلسابيل، زيدني إمبرالدا. 2024. تأثير التيار الكهربائي للترددات الراديوية على الكوليسترول وحمض اليوريك وجلوكوز الدم ولزوجة الدم للفئران المصابة بالسكري. اطروحة. برنامج دراسة الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (I) د. محمد تيرونو، ماجستير (II) د. عبد الباسط، ماجستير

ترددات الراديو ، مستويات الكوليسترول ، مستويات حمض اليوريك ، مستويات الجلوكوز في الدم ، لزوجة الدم يستمر داء السكري

تم إجراء هذه الدراسة التجريبية تماشيًا مع القلق بشأن ارتفاع معدل حدوث مرض السكري في إندونيسيا. يمكن أن يسبب داء السكري مضاعفات مثل ارتفاع السكر في الدم، وزيادة حمض اليوريك، وأمراض القلب، وارتفاع ضغط الدم، والسكتة الدماغية. لذلك، هناك حاجة إلى علاج فعال لتقليل مخاطر شدة هذه الأمراض. تهدف هذه الدراسة إلى تحليل تأثير تيار الترددات الراديوية على مستويات الكوليسترول، وحمض اليوريك، وجلوكوز الدم، ولزوجة الدم في الفئران المصابة بالسكري. تم تكييف الفئران لمدة سبعة أيام ثم تم تحفيز السكري بواسطة الألوكسان. بعد التأكد من إصابة الفئران بالسكري، تم تقسيمها إلى سبع مجموعات، مجموعة واحدة كمجموعة تحكم والمجموعات الست الأخرى تعرضت لتيار الترددات الراديوية لمدة خمسة أيام متتالية بتنوع في الجهد 1 فولت، 1.5 فولت، 2 فولت وتنوع في الوقت ثلاث دقائق وخمس دقائق. في اليوم الأخير من المعالجة، تم جمع بيانات مستويات الكوليسترول، وحمض اليوريك، وجلوكوز الدم باستخدام طريقة الاختبار الشريطي؛ في حين تم الحصول على لزوجة الدم عبر طريقة الطرد المركزي للحصول على قيمة الهيماتوكريت التي يتم حسابها للحصول على قيمة لزوجة الدم. تم تحليل البيانات التي تم جمعها باستخدام اختبار ANOVA ثنائي الاتجاه واختبار DMRT. أظهرت نتائج هذه الدراسة أن تيار الترددات الراديوية يمكن أن يؤثر على الدورة الدموية، حيث أن الجهد 2 فولت لمدة 5 دقائق قادر على خفض مستويات الكوليسترول وحمض اليوريك، وكان العلاج بـ 2 فولت قادرًا على خفض مستوى جلوكوز الدم، وكان العلاج بجهد 1.5 فولت قادرًا على خفض لزوجة الدم في الفئران.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manusia diciptakan dalam keadaan tubuh yang sempurna dan susunan tubuh yang seimbang diantaranya memiliki kolesterol total <200mg/dL (Dana & Maharani, 2022), menurut standar WHO, kadar asam urat yang normal untuk pria berkisar antara 3,5 hingga 7 mg/dL, sementara untuk wanita, rentang normalnya adalah antara 2,6 hingga 6 mg/dL (Madyaningrum, dkk, 2020), kadar glukosa darah tidak melebihi 110 mg/dL (Fahmi, Firdaus, & Putri, 2020), dan viskositas darah yang stabil yaitu 4-5 mPa.s (Irawati, 2015).

Keseimbangan tubuh seseorang bisa dipengaruhi oleh berbagai factor, seperti pola makan yang berlebihan tanpa disertai aktivitas fisik yang memadai sehingga menyebabkan penimbunan lemak. Bukan hanya dari sudut pandang sains tetapi dalam ajaran agama juga menganggap makanan sebagai salah satu faktor paling penting untuk menjaga kesehatan.

Perihal makanan, kita perlu mengatur pola makan, di mana tidak berlebihan. Dalam quran surat al-A'raf ayat 31 Allah telah memperingatkan kita agar tidak berlebihan dalam melakukan sesuatu, termasuk perihal makan dan minum.

يٰۤاَيُّهَا اٰدَمُ خُذْ زِينَتَكَ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلْ وَاشْرَبْ وَلَا تُسْرِفْ ۗ اِنَّهٗ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِيْنَ ﴿٣١﴾

“Wahai anak cucu Adam, pakailah pakaianmu yang indah pada setiap (memasuki) masjid dan makan serta minumlah, tetapi janganlah berlebihan.

Sesungguhnya Dia tidak menyukai orang-orang yang berlebihan” (Q.S. Al-A’raf: 31).

Selain itu kita harus memperhatikan apa yang kita konsumsi, seperti ditegaskan dalam surat Abasa ayat 24.

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ ﴿٢٤﴾

“Maka, hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya” (Q.S. Abasa: 24).

Sayyid Qutb dalam tafsirnya "Fi Zhilalil Quran" menjelaskan bahwa manusia selalu memiliki hubungan erat dengan makanan. Oleh karena itu, sangat penting bagi manusia untuk memperhatikan apa yang mereka konsumsi (Quthub, 2001).

Allah memerintahkan manusia untuk makan dan minum secukupnya tanpa berlebih-lebihan. Perintah makan dan minum, lagi tidak berlebih-lebihan, yakni tidak melampaui batas, hal ini harus disesuaikan dengan kondisi setiap orang karena kadar tertentu yang dinilai cukup untuk seseorang, boleh jadi telah dinilai melampaui batas atau belum cukup untuk orang lain. Oleh karena itu, ayat tersebut mengajarkan pentingnya bersikap proporsional dalam makan dan minum (Shihab, 2002). Mengonsumsi makanan secara berlebihan (terutama yang kandungan gizinya tidak sesuai kebutuhan tubuh) dapat memicu berbagai penyakit seperti diabetes, hiperkolesterol, hiperurisemia, hiperglikemia, stroke, hingga penyakit jantung koroner.

Kadar kolesterol total abnormal penduduk usia >15 tahun pada 2013 tercatat mencapai 35,9% menurut data Riskesdas. Angka tersebut menurun menjadi 15,8% pada 2018 (Hastono, 2020). Namun berdasarkan Profil Kesehatan Indonesia 2019 data penderita kolesterol tinggi mengalami peningkatan yaitu mencapai 42% (Sari

& Fadji, 2021). Adapun berdasarkan laporan Riset Kesehatan Dasar, penyakit diabetes melitus di Indonesia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada 2013 lalu tercatat diabetes melitus mencapai angka 6,9% dan mencapai 8,5% pada 2018. Peningkatan ini diprediksi akan terus terjadi hingga 578 juta jiwa pada 2030 dan pada 2045 akan mencapai angka 700 juta jiwa (Jais, Teuku, & Susanti, 2021).

Pada tahun 2015 WHO memperkirakan sebanyak 17,7 juta orang meregang nyawa lantaran menderita penyakit kardiovaskular. Kematian akibat penyakit kardiovaskular mewakili 31% kematian di dunia dengan jumlah kematian hingga 7,4 juta sedangkan stroke mencapai angka 6,7 juta (Tajudin, Faradiba, & Nugroho, 2019). Adapun prevalensi penyakit jantung koroner sebagai penyebab kematian tertinggi di Indonesia, berada pada prevalensi 12,9% pada tahun 2018, hal ini berdasarkan data *Survey Sample Registration System* (Alifia, 2021). Penyakit hiperurisemia di dunia mengalami kenaikan dengan jumlah sebanyak 1370 (33,3%) (Ndede, 2019). Menurut Riskesdas tahun 2018, tingkat penyakit hiperusemia di Indonesia dari penelitian yang dilakukan oleh tim medis di Indonesia sebanyak 11,9% (Arif & Habib, 2023).

Diabetes Mellitus (DM) merupakan penyakit yang sangat berbahaya karena dapat menyebabkan komplikasi seperti neuropati dan gagal ginjal (Laxmi et al., 2017), kerusakan mata, penyakit jantung, hipertensi, dan stroke (Yusnita et al., 2021). Kadar glukosa yang tinggi dalam darah akibat DM menyebabkan ginjal menyaring terlalu banyak darah (ADA, 2013). Kondisi hiperglikemik dan resistensi insulin pada penderita DM meningkatkan aktivitas sitokin proinflamasi, yang selanjutnya meningkatkan apoptosis sel, nekrosis jaringan, serta aktivitas enzim xanthine oxidase, yang menyebabkan peningkatan kadar asam urat dalam serum

(Pertiwi et al., 2014). Asam urat adalah metabolit yang diproduksi oleh tubuh, dan produksi asam urat yang berlebihan dapat menimbulkan gangguan kesehatan (Sholihah & Qomariyah, 2021).

Penyakit DM dapat menyebabkan gangguan metabolisme yang mengakibatkan penderita mengalami hiperglikemia (Wells et al., 2015). Hiperglikemia terjadi karena proses auto-oksidasi glukosa yang menghasilkan radikal bebas pada endotel pembuluh darah, sehingga menyebabkan gangguan fungsi makrovaskuler dan mikrovaskuler (Prawitasari, 2019). Komplikasi mikrovaskuler ini dapat mengakibatkan nefropati diabetik (penyakit ginjal) (American Diabetes Association, 2015), yang sering disertai dengan anemia akibat penurunan produksi eritropoietin (Amudi dan Palar, 2021), di mana eritropoietin berperan dalam pembentukan hemoglobin (Utami dan Fuad, 2018).

Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) pada tahun 2007 menunjukkan bahwa prevalensi penyakit diabetes sekitar 5,7% dan cenderung meningkat seiring waktu (Depkes RI, 2008). Diperkirakan pada tahun 2030, Indonesia akan memiliki 21,3 juta penderita DM, menjadikannya peringkat keempat tertinggi setelah Amerika Serikat, Cina, dan India (Siregar, Harahap, & Mardianto, 2017). Data Sampel Registration Survey (2014), menunjukkan bahwa DM dengan komplikasi merupakan penyebab kematian tertinggi ketiga di Indonesia.

Gryka et al. (2014) melakukan penelitian dengan menerapkan terapi mandi sauna pada pria muda yang sehat. Pada terapi ini dihasilkan penurunan kadar kolesterol total dan LDL kolesterol selama sesi. Terapi panas lain yang dilakukan Hayuningtyas, Herawati dan Asnar (2012) menempatkan mencit yang sudah diberi

makan tinggi glukosa ke dalam kotak pemanas. Hasilnya, kelompok perlakuan yang dipanaskan pada suhu disesuaikan dengan suhu normal tubuh mencit memberikan penurunan yang signifikan terhadap glukosa darah. Melalui percobaan aspirasi mikropipet pada sel darah merah tunggal (RBC) dan spektroskopi dikroisme sirkuler pada larutan hemoglobin, Stadler et al. (2008) menunjukkan suhu transisi berkorelasi langsung dengan suhu tubuh berbagai spesies. Hee Kyung Jin et al. (2017) telah melakukan penelitian tentang pengaruh modalitas pemanas dalam pada kecepatan aliran darah dan ukuran pembuluh darah. Dihasilkan perubahan kecepatan aliran darah dan ukuran pembuluh darah yang signifikan berbeda pada saat segera dan 30 menit setelah stimulasi.

Pengobatan DM secara konvensional biasanya dilakukan dengan mengonsumsi obat-obatan berbahan kimia. Namun, penggunaan obat-obatan kimia ini seringkali menimbulkan banyak efek samping dan dapat memperburuk gejala DM. Beberapa peneliti berpendapat bahwa bahan alami yang berasal dari tanaman bisa dijadikan alternatif pengobatan untuk DM (Wijayanti & Qomariyah, 2023).

Namun, seiring dengan kecanggihan teknologi terdapat terapi medis yang memanfaatkan energi yang berasal dari lingkungan seperti energi frekuensi radio (RF). Radio-Frekuensi (RF) adalah sebuah prosedur yang memanfaatkan arus AC berfrekuensi tinggi untuk menghambat jalur *nociceptive* pada berbagai lokasi (Munir, Mardi Santoso, Afif, & Nandar Kurniawan, 2020). Saat ini, frekuensi radio memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan sebagai terapi termal dalam bidang kesehatan. Berdasarkan sifat reaksi patologis jaringan terhadap kalor yang diberikan, RF dapat menghancurkan molekul-molekul dalam tubuh dengan pemanasan yang efektif.

Mekanisme yang dapat terjadi ketika aliran arus Radio-Frekuensi berinteraksi dengan organisme adalah munculnya perubahan konsentrasi radikal bebas di dalam jaringan biologis yang dipengaruhi. Adapun radikal bebas berada dalam tubuh secara alami, reaktif, mentransduksi kekuatan fisik, dan bermutagenik karena adanya arus listrik frekuensi tinggi sehingga molekul-molekul dalam tubuh aktif bekerja (Crumpton, 2005).

Radio-Frekuensi kontinu memapari jaringan target dengan stimulasi listrik secara terus menerus dan mengikis struktur dengan meningkatkan suhu di sekitar daerah yang diberi perlakuan. Sedangkan Radio-Frekuensi pulsa dikenal lebih aman dan efektif karena ia mengalirkan medan listrik dan panas yang dihasilkan ke jaringan target tidak menunjukkan kerusakan yang signifikan. Salah satu efek utama yang dilaporkan setelah pengobatan PRF adalah peningkatan konsentrasi kalsium bebas sitosol, suatu pembawa pesan penting yang terlibat dalam proses seluler jangka pendek dan jangka panjang. Mekanisme ini dapat menghubungkan efek PRF dengan konsekuensi langsung pada medan listrik (Jorge et al., 2022).

Dilaporkan bahwa PRF memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar interleukin-1 (IL-1), metalloproteinase-3 (MMP-3), dan nekrosis tumor (TNF- α) pada cairan sinovial pasien osteoarthritis berat (OA). Hal ini ditunjukkan oleh pengamatan klinis perbaikan, menghasilkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan betametason. Efeknya terhadap respon imun dapat dijelaskan oleh penghambatan sel imun dan sitokin proinflamasi. Oleh karena itu, ketika sitokin inflamasi diatur, PRF merangsang tingkat yang lebih besar dari amplifikasi penghentian reaksi kaskade dari reaksi inflamasi dan menghindari fenomena

peradangan yang umum terjadi. Hal ini mungkin menjelaskan mekanisme mitigasi nyeri jangka panjang setelah menggunakan PRF (Jorge, dkk, 2022).

Terapi frekuensi radio (*Radiofrequency Therapy*) belum menjadi terapi utama untuk pengobatan diabetes. Namun, terapi frekuensi radio umumnya digunakan untuk pengobatan berbagai kondisi medis, terutama dalam bidang intervensi radiologi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai keefektifan terapi frekuensi radio (RF) untuk menangani kadar kolesterol, asam urat, glukosa darah, dan viskositas darah pada penderita diabetes.

Berdasarkan pada permasalahan kesehatan seperti diabetes, hiperkolesterol, hiperglikemia, hiperurisemia, anemia, stroke, hingga jantung koroner yang terus mengalami peningkatan setiap tahun, maka peneliti melakukan penelitian terkait pengaruh aliran arus listrik Radio-Frekuensi terhadap komposisi dan sistem peredaran darah diantaranya kadar kolesterol, kadar asam urat, kadar gula, dan viskositas darah penderita diabetes untuk memperoleh peningkatan pada kesehatan tubuh.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh aliran arus listrik Radio-Frekuensi terhadap kadar kolesterol mencit diabetes?
2. Bagaimana pengaruh aliran arus listrik Radio-Frekuensi terhadap kadar asam urat mencit diabetes?

3. Bagaimana pengaruh aliran arus listrik Radio-Frekuensi terhadap kadar gula mencit diabetes?
4. Bagaimana pengaruh aliran arus listrik Radio-Frekuensi terhadap viskositas darah mencit diabetes?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan yang ingin dicapai adalah:

1. Menganalisis pengaruh aliran arus listrik Radio-Frekuensi terhadap kadar kolesterol mencit diabetes.
2. Menganalisis pengaruh aliran arus listrik Radio-Frekuensi terhadap kadar asam urat mencit diabetes.
3. Menganalisis pengaruh aliran arus listrik Radio-Frekuensi terhadap kadar gula mencit diabetes.
4. Menganalisis pengaruh aliran arus listrik Radio-Frekuensi terhadap viskositas darah mencit diabetes.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat:

1. Radio-Frekuensi untuk terapi diabetes, kolesterol, asam urat, kadar gula yang berlebih, dan viskositas darah.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Radio-Frekuensi

Radiofrequency (RF) adalah bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik dengan rentang frekuensi antara 3 Hz hingga 300 GHz. Teknologi ini menggunakan arus frekuensi tinggi yang dihasilkan oleh generator, yang mengalir dari elektroda melalui jaringan tubuh menuju ground pad. Ketika gelombang elektromagnetik mencapai ujung elektroda, terjadi gesekan antara molekul-molekul, menghasilkan gesekan yang mengubah energi menjadi panas di dalam jaringan (Mangara, Siahaan, & Dwiputra, 2018).

Arus frekuensi radio (RF) menggunakan energi arus listrik dari generator AC (arus bolak-balik) yang berada dalam rentang frekuensi sesuai dengan spektrum gelombang radio. Arus listrik ini mengacu pada jumlah muatan listrik yang melintasi suatu penampang dalam satuan waktu tertentu. Rapat arus listrik untuk arus yang terdistribusi secara kontinyu, seperti gerakan ion-ion yang tersebar di udara, didefinisikan sebagai muatan yang melewati penampang unit luas per satuan waktu (Soedjo, 1999).

Radio frekuensi terbagi menjadi dua jenis, yaitu heat RF dan cooled RF. Heat RF, juga dikenal sebagai RF konvensional, memiliki suhu paling tinggi di sepanjang permukaan elektroda yang perlahan menurun seiring meningkatnya jarak dari elektroda, dengan suhu target mencapai 80°C. Di sisi lain, cooled RF memiliki suhu target sekitar 60°C dan suhu tertinggi terkonsentrasi di ujung elektroda, sekitar 1-

2mm dari elektroda, tergantung pada intensitas sinyal RF dan efektivitas pendinginan air yang digunakan (Mangara, Siahaan, & Dwiputra, 2018).

Salah satu energi yang berasal dari lingkungan ialah energi frekuensi radio (RF). Saat ini, frekuensi radio memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan sebagai terapi termal dalam bidang kesehatan. Berdasarkan sifat reaksi patologis jaringan terhadap kalor yang diberikan, RF dapat menghancurkan molekul-molekul dalam tubuh dengan pemanasan yang efektif.

Jika efek biologis sebagian besar disebabkan oleh pemanasan maka disebut efek termal, dan apabila efek biologis tidak dapat dikaitkan dengan pemanasan disebut efek non-termal. Efek termal bertalian dengan penyinaran yang lebih besar daripada 10mW per cm^2 , sedangkan efek non-termal pada umumnya untuk penyinaran kurang dari 10 mW per cm^2 (Riyadina, 1997).

Radio-Frekuensi (RF) adalah metode aplikasi termal intralesional yang beroperasi dalam rentang frekuensi 30-300 Hz hingga 3-30 MHz. Teknik ini sering direkomendasikan untuk pengobatan dan terapi. RF mengirimkan energi panas melalui konduksi ke dalam lapisan kulit melalui elektroda (probe), merangsang pergerakan molekul di bawah permukaan kulit. Ini dapat merangsang produksi kolagen yang menurun dengan bertambahnya usia dan mengurangi lemak subkutan dengan minimal kerusakan pada jaringan sehat sekitarnya (Husneni, 2009).

Tujuan dari terapi RF adalah untuk merangsang molekul-molekul di bawah lapisan epidermis secara komprehensif dengan minimalisasi kerusakan pada jaringan adiposa. Teknik ini menggunakan frekuensi radio (RF) yang menghasilkan

arus listrik dengan variasi yang cepat, khususnya pada frekuensi tinggi arus listrik (Herlina, 2014).

Radio frekuensi (RF) menggunakan generator AC yang mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik arus bolak-balik. Proses perubahan ini terjadi karena interaksi antara kutub positif dan negatif dalam generator. Jumlah kutub pada generator arus bolak-balik bergantung pada kecepatan rotor dan frekuensi dari gelombang getar listrik (GGL) yang dihasilkan. Saat RF digunakan pada tubuh, arus listrik bolak-balik mengalir melalui transduser yang berkontak dengan kulit. Interaksi antara elektron dari energi listrik dan radikal bebas menyebabkan gesekan, yang mengubah energi menjadi panas di dalam tubuh.

Radio-Frekuensi diperkenalkan sebagai salah satu manajemen nyeri dimana ia menggunakan arus frekuensi tinggi berkisar 50 kHz-500 kHz (Vanneste, Van Lantschoot, Van Boxem, & Van Zundert, 2017). Radio-Frekuensi kontinu bekerja dengan memaparkan jaringan target pada stimulasi listrik yang konstan sehingga meningkatkan suhu di sekitar area yang ditargetkan dan mengikis struktur di sekitarnya. Di sisi lain, Radio-Frekuensi pulsa dianggap lebih aman dan efektif karena medan listrik dan panas yang dihasilkan dialirkan ke jaringan target tanpa menyebabkan kerusakan yang signifikan. Tegangan pulsa menggunakan lebar pulsa yang sempit dengan durasi yang panjang untuk meminimalkan efek samping, khususnya pemanasan Joule (Tirono, Hananto, & Abtokhi, 2021). Radio Frekuensi pulsa menerapkan stimulasi listrik singkat diiringi fase istirahat yang panjang sehingga panas yang dihasilkan tidak cukup untuk menyebabkan kerusakan struktural pada jaringan (Yang & Chang, 2020). Dalam mengurangi dan

meningkatkan aliran darah lokal, stimulasi listrik menjadi perlakuan aman dan mudah yang dapat digunakan (Tirono et al., 2021).

Mekanisme yang dapat terjadi ketika aliran arus Radio-Frekuensi berinteraksi dengan organisme adalah munculnya perubahan konsentrasi radikal bebas di dalam jaringan biologis yang dipengaruhi. Adapun radikal bebas berada dalam tubuh secara alami, reaktif, mentransduksi kekuatan fisik, dan bermutagenik karena adanya arus listrik frekuensi tinggi sehingga molekul-molekul dalam tubuh aktif bekerja (Crumpton, 2005).

Radikal bebas merupakan salah satu faktor utama yang dipengaruhi oleh frekuensi radio (RF) terhadap metabolisme jaringan, karena kemampuannya menghasilkan gaya fisik dalam tubuh. Radikal bebas bersifat sangat reaktif dan dapat menyebabkan mutasi karena pengaruh arus listrik frekuensi tinggi yang meningkatkan aktivitas molekuler dalam tubuh (Droge, 2002). Mekanisme pasangan radikal adalah konsep di mana variasi medan magnet lemah dapat mempengaruhi reaktivitas kimia, yang memungkinkan pasangan radikal untuk berperan sebagai sensor kimia atau biologis (Jorge et al., 2022).

PRF tidak terbatas pada penargetan saraf aferen, seperti yang diamati setelah penggunaan PRF intra-artikular, dan sebagai hasilnya, telah diverifikasi bahwa PRF meningkatkan efek analgesik. Oleh karena itu, diperkirakan bahwa PRF dapat memberikan efek anti-inflamasi lokal karena efeknya pada sistem kekebalan tubuh, yang pada akhirnya dapat berdampak pada proses nosiseptif (Jorge, dkk, 2022).

2.1.1 Hukum Ohm

Hukum Ohm menyatakan bahwa arus yang mengalir melalui sebuah kawat logam proporsional dengan beda potensial (V) yang diterapkan pada ujung penghantar dan berbanding terbalik dengan hambatan (R) pada kawat tersebut. Semakin besar hambatan kawat, arus yang mengalir untuk suatu tegangan V akan semakin kecil. Hukum Ohm berlaku ketika hambatan penghantar tetap dan tidak berubah, serta tidak dipengaruhi oleh besarnya beda potensial yang diberikan pada penghantar (Sutrisno, 1979).

$$I = \frac{v}{R} \quad (2.1)$$

Nilai I merupakan arus puncak. Arus dapat bernilai positif ketika aliran ke satu arah dan bernilai negatif jika arus mengalir ke arah yang berlawanan. Dengan demikian, arus rata-rata bernilai nol. Elektron-elektron bergerak bolak-balik dan menghasilkan kalor (C., Douglas Giancoli, 2014).

2.1.2 Hukum Joule

Hukum Joule berbunyi, “Pembentukan panas per satuan waktu berbanding langsung dengan kuadrat arus”. Hukum joule menyebutkan bagaimana tenaga diubah ke dalam tenaga termal, yang di dalam suatu penghantar merupakan suatu proses yang hanya berlangsung satu arah dan tidak dapat dibalik (Alonso, 1994). Menurut Joule, elektron yang bergerak dalam sebuah penghantar diibaratkan seperti serangkaian percepatan, saling bertumbukan dengan suatu partikel konstan pada penghantar tersebut hingga menghasilkan panas yang kemudian akan dihantarkan ke daerah sekelilingnya.

Menurut hukum termodinamika I, jika kalor diubah menjadi bentuk energi lain atau sebaliknya, maka energi sebelumnya selalu konstan. Karena kalor adalah suatu bentuk energi, maka usaha selalu dapat diubah menjadi panas atau sebaliknya (Sutrisno, 1979).

Hukum Joule adalah contoh dari adanya prinsip hukum kekekalan energi, yang menyatakan bahwa energi listrik yang mengalir pada kawat berarus listrik dapat dikonversi menjadi kalor. Maka berdasarkan pernyataan tersebut dapat diketahui (Kunlestiowati, 2018).

$$W=Q \quad (2.2)$$

$$V.I.t = Q \quad (2.3)$$

$$m. c. \Delta T=Q \quad (2.4)$$

$$m. c. \Delta T = V.I.t \quad (2.5)$$

Pemanasan Joule, yang juga dikenal sebagai pemanasan ohmik, terjadi ketika arus listrik bolak-balik (AC) mengalir melalui sebuah bahan. Pada kedua ujung elektroda, tegangan AC diterapkan, yang menyebabkan peningkatan konduktivitas listrik seiring dengan meningkatnya suhu. Prinsip pemanasan Joule didasarkan pada hukum Ohm, yang menjelaskan hubungan antara tegangan (V), arus listrik (I), dan tahanan (R) dalam suatu rangkaian listrik. Hubungan ketiga besaran tersebut dapat dituliskan melalui persamaan (Lukma dan Budairi, 2018):

$$V=I.R \quad (2.6)$$

Laju pemanasan Joule dimasukkan ke dalam persamaan 2.6

$$Q_j = IV = I^2 R \quad (2.7)$$

Daya yang hilang atau daya disipasi pada konduktor dengan resistansi R bila dialiri arus I (Sutrisno, 1979). Kalor disipasi dalam waktu dt adalah

$$dQ = I^2 R dt \quad (2.8)$$

kalor ini disebut kalor Joule (Sutrisno, 1979).

2.2 Diabetes

Diabetes Melitus (DM) merupakan gangguan sekresi insulin di mana kerja insulin terganggu akibat ketidakpekaan (insensitivitas) jaringan sasaran (target) terhadap insulin dan kerusakan sel beta pankreas. Hormon insulin berperan dalam meregulasi enzim lipase seperti *Lipo protein lipase* (LPL) dan *Lipase sensitive hormone* (LSH). Aktivitas enzim tersebut akan meningkat ketika terjadi defisiensi atau penurunan resistensi insulin sehingga pada kondisi DM terjadi gangguan metabolisme lipid yang ditandai oleh peningkatan kadar kolesterol (Fransiska, dkk, 2020).

Diabetes mellitus (DM) adalah kondisi penyakit yang ditandai dengan tingginya kadar glukosa darah karena kurangnya sekresi insulin, baik secara absolut maupun relatif, yang juga disertai dengan gangguan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein. Kondisi ini umum terjadi pada penderita diabetes dan dapat menyebabkan kerusakan serius pada berbagai sistem tubuh (Siregar, dkk, 2017).

Diabetes merupakan penyakit di mana tubuh penderita sudah tidak mampu mengendalikan kadar gula dalam darah. Karena tubuh penderita tidak dapat melepaskan atau menggunakan insulin secara normal sehingga mengalami

gangguan metabolisme pada proses penyerapan gula oleh tubuh. Insulin adalah hormon yang dilepaskan oleh pankreas, merupakan zat utama yang bertanggung jawab dalam mempertahankan kadar gula darah (Chairunnisa, 2012; Cheng, dkk., 2001).

Penurunan hormon insulin menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah karena seluruh glukosa yang dikonsumsi tubuh tidak dapat diserap dengan baik. Kerusakan pada pankreas yang mengurangi produksi insulin juga berkontribusi pada peningkatan kadar glukosa darah. Kerusakan ini bisa disebabkan oleh senyawa radikal bebas yang merusak sel-sel pankreas sehingga fungsi mereka terganggu (Studiawan dan Santosa, 2005; Purboyo, 2009; Chairunnisa, 2012).

Diabetes melitus adalah kondisi penyakit yang disebabkan oleh gangguan metabolisme karbohidrat, yang salah satu gejalanya adalah hiperglikemia. Hiperglikemia kronis dapat menyebabkan kerusakan pada berbagai organ dalam tubuh. Pada penderita diabetes, proses penyembuhan luka sering kali terjadi dengan lambat, yang dapat mengakibatkan terbentuknya luka ulkus, terutama pada bagian ekstremitas, yang dikenal sebagai kaki diabetik (Winarsih, dkk, 2012). Kadar glukosa darah yang tinggi di dalam darah menyebabkan penderita Diabetes Melitus mengalami penyembuhan luka yang lebih lama dibandingkan dengan keadaan normal. Luka pada kondisi DM termasuk dalam luka kronis akibat perpanjangan fase penyembuhan luka yaitu haemostatis, inflamasi, proliferasi, dan remodelling (Sihotang, Agung, dkk, 2019).

2.3 Kolesterol

Kolesterol merupakan komponen struktural esensial pada membran sel dan lapisan luar lipoprotein plasma yang dibentuk oleh suatu lipid amfipatik. Kolesterol terbentuk di hati dan lemak jenuh pada makanan. Senyawa lipid non polar dan protein bergabung dengan kolesterol di dalam plasma darah untuk membentuk lipoprotein sehingga dapat diangkut ke berbagai jaringan dan organ tubuh untuk digunakan dan disimpan. Empat kelompok utama lipoprotein yaitu Trigleserida (TG), *Very Low-Density Lipoprotein* (VLDL), *Low-Density Lipoprotein* (LDL), *High Density Lipoprotein* (HDL) (Fransiska, dkk, 2020).

Lemak tubuh atau lipid adalah senyawa organik yang tidak larut dalam air dan memiliki berbagai fungsi penting seperti sebagai sumber energi, ko-faktor enzim, hormon, dan komponen penghantaran intraseluler (Karam dkk., 2017). Lipid dalam tubuh meliputi kolesterol, fosfolipid, dan trigliserida, yang dapat diperoleh dari produk hewani maupun diproduksi oleh tubuh (Jim, 2013).

Lemak tersusun atas berbagai jenis komponen yaitu trigeliserida, fosfolipid, asam lemak bebas, dan kolesterol. Kolesterol berperan dalam pembangunan membran sel, produksi hormon seks, vitamin D, hingga menjalankan fungsi saraf dan otak. Tubuh dapat menghasilkan 80% kolesterol secara alami. Beberapa orang bahkan dapat memproduksi kolesterol lebih banyak karena adanya faktor keturunan (Mulyani, Al Rahmad, & Jannah, 2018).

Kolesterol memiliki peran sebagai komponen dari membran sel, prekursor steroid, pembentuk asam empedu, dan molekul sinyal dalam tubuh. Secara fisiologis, kolesterol lipid memiliki pentingnya tersendiri, tetapi jika kadar

kolesterol berlebihan, dapat secara aktif berkontribusi terhadap perkembangan penyakit.

Berdasarkan data *National Cholesterol Education Program* (NCEP), kadar kolesterol total normal adalah <200 mg/dL, kadar kolesterol total meningkat adalah 200-239 mg/dL, dan kadar kolesterol total tinggi adalah ≥ 240 mg/dL (NCEP, 2002). Dikuatkan oleh *American Heart Association* (AHA), kadar kolesterol total yang ideal adalah <200 mg/dL, kadar kolesterol total meningkat dan harus dikendalikan adalah 200-239 mg/dL, dan kadar kolesterol total tinggi adalah ≥ 240 mg/dL (AHA, 2017). Pengukuran kadar kolesterol dan lipid dapat menjadi tolak ukur untuk pencegahan primer dan pencegahan sekunder dalam berbagai penyakit kardiovaskular (Utama, Herawati, & Wandu, 2021).

2.4 Asam Urat

Asam urat adalah senyawa asam lemah yang tersebar di dalam cairan ekstraseluler dalam bentuk sodium urat. Konsentrasi asam urat dalam darah dipengaruhi oleh asupan purin, proses biosintesis asam urat di dalam tubuh, dan tingkat ekskresi asam urat (Kumalasari, dkk., 2009). Asam urat terbentuk sebagai produk akhir dari metabolisme purin, yang merupakan komponen asam nukleat yang ada di inti sel tubuh. Peningkatan kadar asam urat dapat mengakibatkan gangguan kesehatan seperti nyeri sendi dan gejala nyeri berat pada penderita (Lusiana, dkk., 2019). Penelitian terkini menunjukkan bahwa asam urat juga merupakan faktor risiko potensial untuk diabetes, hipertensi, stroke, dan penyakit kardiovaskular lainnya.

Asam urat termasuk metabolit yang dihasilkan oleh tubuh dan produksi asam urat yang berlebih dapat menimbulkan gangguan kesehatan (Sholihah & Qomariyah, 2021). Hiperurisemia pada pasien DM tipe 2 disebabkan oleh reabsorpsi asam urat di tubulus proksimat ginjal meningkat karena kondisi hyperinsulinemia (insulin terlalu banyak dalam tubuh). Asam urat dan peroksida dihasilkan oleh perubahan xantin pada fase reoksidasi yang dipicu oleh resistensi insulin, hipoksia, dan kematian sel. Produksi asam urat yang berlebih atau penurunan ekskresi asam urat oleh ginjal dapat menyebabkan kadar asam urat meningkat. Asupan zat gizi merupakan salah satu faktor yang memengaruhi produksi asam urat. Makanan dan senyawa dengan kadar purin tinggi dapat mempengaruhi kadar asam urat dalam tubuh. Asupan tinggi purin dan fruktosa akan meningkatkan sintesis asam urat oleh tubuh sedangkan asupan antioksidan akan mengurangi hiperurisemia dan gout (Mardiana et al., 2022).

Keterkaitan antara asam urat dan diabetes mellitus tipe 2 adalah bahwa resistensi insulin pada penderita diabetes menyebabkan peningkatan reabsorpsi sodium di tubulus ginjal, yang pada gilirannya meningkatkan ekskresi sodium dan asam urat oleh ginjal. Selain itu, interaksi antara glukosa serum dan metabolisme purin selama masa hiperglikemia dan glukosuria pada penderita diabetes mellitus juga dapat meningkatkan ekskresi asam urat. Pada individu dengan penyakit metabolik, peningkatan beban kerja ginjal dalam jangka panjang dapat menyebabkan penurunan fungsi ginjal dan berkurangnya ekskresi asam urat, yang kemudian berkontribusi pada peningkatan kadar asam urat dalam tubuh (Sholihah & Qomariyah, 2021).

Awal mula resistensi insulin maupun perkembangan nefropati pada penderita DM tipe 2 ditandai dengan peningkatan kadar asam urat. Hiperinsulinemia pada kondisi prediabetes menghasilkan penurunan produksi asam urat dan garam, yang dapat memicu hiperurisemia dan berbagai penyakit kardiovaskular lainnya. Karena itu, kontrol terhadap kadar glukosa darah serta faktor metabolik seperti hipertensi, dislipidemia, dan hiperurisemia sangat penting bagi individu dengan diabetes mellitus tipe 2 untuk memperlambat kemunduran fungsi ginjal. Ginjal berperan sebagai organ utama dalam ekskresi cairan tubuh yang tidak lagi dibutuhkan, termasuk asam urat (Sholihah & Qomariyah, 2021).

2.5 Glukosa Darah

Diabetes mellitus, yang umumnya dikenal sebagai penyakit kencing manis, adalah kondisi di mana tubuh tidak mampu menghasilkan atau mengatur hormon insulin secara memadai, menyebabkan peningkatan kadar gula darah yang melebihi batas normal dan mengganggu metabolisme (Pratiwi, dkk., 2020). Kekurangan insulin yang cukup untuk menjaga kadar gula darah dalam batas normal, atau ketidakmampuan sel tubuh untuk merespons insulin dengan baik, dapat menyebabkan gejala khas diabetes mellitus seperti poliuria, polidipsi, polifagia, penurunan berat badan, kelemahan, kesemutan, pandangan kabur, disfungsi ereksi pada pria, dan pruritus vulvae pada wanita (Bulu, Wahyuni, & Sutriningsih, 2019).

Diabetes Melitus merupakan penyakit gangguan metabolisme kronis yang ditandai peningkatan glukosa darah (Hiperqlikemi), disebabkan karena ketidakseimbangan antara suplai dan kebutuhan untuk memfasilitasi masuknya glukosa dalam sel agar dapat digunakan untuk metabolisme dan pertumbuhan sel.

Gula yang menumpuk dalam darah mengakibatkan gagal masuk ke dalam sel. Kegagalan tersebut terjadi akibat hormon insulin jumlahnya kurang atau cacat fungsi (Lathifah, 2017). Berkurang atau tidak adanya insulin menjadikan glukosa tertahan di dalam darah dan menimbulkan peningkatan gula darah, sementara sel menjadi kekurangan glukosa yang sangat dibutuhkan dalam kelangsungan dan fungsi sel. Hormon insulin merupakan hormon yang membantu masuknya gula darah (Adam & Tomayahu, 2019).

Penyakit kronis seperti diabetes mellitus (DM) rentan terhadap gangguan fungsi yang dapat menyebabkan kerusakan organ seperti mata, ginjal, saraf, jantung, dan pembuluh darah. Gangguan fungsi ini disebabkan oleh gangguan sekresi insulin, gangguan kerja insulin, atau keduanya (Lathifah, 2017).

Pada penderita DM, mengkonsumsi makanan tertentu dapat menyebabkan kadar gula darah meningkat drastis karena kecenderungan makanan yang dikonsumsi memiliki kandungan gula yang tidak terkontrol (Tandra, 2009). Penyakit DM terkenal sebagai penyakit yang erat kaitannya dengan asupan makanan seperti karbohidrat/gula, lemak, protein, dan energi yang berlebihan (Linder, 2008).

Islam menekankan agar senantiasa menjaga dan memperhatikan makanannya. Sebagaimana firman Allah:

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَىٰ طَعَامِهِ (٢٤)

Artinya: “Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya” (Q.S.

‘Abasa/80:24)

Ayat di atas menunjukkan betapa pentingnya menjaga asupan kita, baik itu komposisi gizi maupun pola makan. Apabila salah satu komposisi gizi dikonsumsi secara berlebih, misal karbohidrat, dapat mengakibatkan mengganggu keseimbangan dalam tubuh dan mengundang berbagai penyakit.

Karbohidrat akan dicerna dan diserap dalam bentuk monosakarida, terutama gula. Penyerapan gula menyebabkan peningkatan kadar gula darah dan mendorong peningkatan sekresi hormon insulin untuk mengontrol kadar gula darah (Linder, 2008). Meningkatnya gula darah pada pasien DM berperan sebagai penyebab dari ketidakseimbangan jumlah insulin (Soegondo, 2015).

Glukosa merupakan jenis karbohidrat yang digunakan oleh tubuh sebagai sumber energi pokok. Pada umumnya 2 jam setelah makan dan minum, kadar glukosa dalam darah berkisar 120-140 mg/dL dengan kadar glukosa sewaktu normal senilai 80-180 mg/dL. Kadar glukosa dibedakan menjadi hipoglikemia dimana kadar glukosa darah di bawah normal dan hiperglikemia dimana kadar glukosa darah lebih tinggi dari batas normal. Kekurangan glukosa dapat menyebabkan tubuh kesulitan mentransport energi dari gula ke otak sehingga tubuh jadi gemetar, lelah, bahkan dapat mengganggu konsentrasi belajar (Suryanto & Puspita, 2020).

Kadar gula darah adalah konsentrasi glukosa, yang merupakan jenis gula monosakarida yang penting sebagai sumber energi utama dalam makhluk hidup. Regulasi konsentrasi gula darah (glukosa serum) di dalam tubuh sangat ketat karena pentingnya glukosa sebagai prekursor untuk sintesis karbohidrat lain seperti glikogen, ribosa, deoksiribosa, glikolipid, glikoprotein, dan lainnya (Fahmi et al.,

2020). Glukosa dalam darah disimpan dalam bentuk glikogen di hati dan otot rangka. Kadar gula darah dipengaruhi oleh jumlah makanan yang dikonsumsi, tingkat stres, penambahan berat badan, usia, dan aktivitas olahraga (Jiwintarum, Fauzi, Diarti, & Santika, 2019).

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kadar glukosa dalam darah terbagi atas faktor endogen seperti glukagon, insulin, dan kortisol yang berguna dalam sistem reseptor sel hati dan otot. Faktor berikutnya yaitu faktor eksogen berupa jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi setiap hari (Rosares & Boy, 2022). Adapun pada penelitian lain disebutkan bahwa kadar gula darah berhubungan erat dengan karakteristik individu, melakukan diet, kurangnya beraktivitas fisik, hipertensi, status gizi, dan pengetahuan gizi (Werdani & Triyanti, 2014).

2.6 Viskositas Darah

Darah adalah cairan yang terdiri dari plasma (cairan bening) serta sel-sel darah seperti eritrosit, leukosit, dan trombosit. Kekentalan atau viskositas darah timbul dari gesekan internal antara lapisan-lapisan yang berdekatan dari sel-sel darah (Irawati, 2015). Darah adalah cairan tubuh manusia yang mengalir melalui jantung, arteri, kapiler, dan vena. Sirkulasi darah dipengaruhi oleh kecepatan aliran darah, luas penampang pembuluh darah, tekanan darah, serta aktivitas otot pada jantung dan pembuluh darah. Terdapat banyak bukti yang menunjukkan bahwa dinamika aliran darah dalam pembuluh memainkan peran penting dalam perkembangan dan progresi penyakit arteri (Jonuarti, 2013).

Gaya gesekan internal antara molekul-molekul dan partikel-partikel yang menyusun suatu fluida dalam pembuluh darah yang berbentuk silinder dapat

disebut sebagai Viskositas atau kekentalan (η). Fisika menyatakan kekentalan darah sebagai tahanan aliran fluida yang merupakan gesekan antara molekul-molekul cairan satu sama lain (Agawemu, Rumampuk, & Moningka, 2016).

Viskositas memainkan peran krusial dalam aliran darah, dipengaruhi oleh hematokrit, suhu tubuh, kadar protein plasma, kecepatan aliran darah, dan diameter pembuluh darah (Irawati, 2015). Faktor utama yang menentukan viskositas darah meliputi hematokrit, deformabilitas eritrosit, dan komponen plasma seperti fibrinogen, immunoglobulin, lipoprotein (kilomikron, LDL, VLDL), dan sitokin pro-inflamasi. Karbohidrat, lemak, leukosit, dan trombosit juga berperan dalam menentukan viskositas darah. Normalnya, hematokrit berkisar antara 40-48% pada laki-laki dan 37-43% pada perempuan. Peningkatan hematokrit sebesar 10% dapat meningkatkan viskositas darah hingga 20% (Purnamasari, 2018).

Jika presentase sel darah merah meningkat artinya hematokrit juga semakin besar. Gesekan antar berbagai lapisan darah semakin banyak hingga menentukan viskositas, oleh karena itu dengan meningkatnya hematokrit maka viskositas juga akan meningkat (Guyton dan Hall, 1997).

Viskositas darah bergantung pada gesekan antar berbagai lapisan darah. Semakin tinggi hematokrit, semakin besar gesekan antar lapisan darah tersebut. Oleh karena itu, viskositas darah meningkat secara signifikan dengan peningkatan hematokrit (Irawati, Julizar, & Irahmah, 2011). Peningkatan viskositas darah dapat mengakibatkan vasokonstriksi karena penebalan membran pembuluh darah yang dapat mengganggu aliran darah (Kekenusa, Pandelaki, & Haroen, 2016).

Menurut *Handbook of Dialysis* (2007), anemia pada penderita diabetes dapat mengurangi viskositas darah dan resistensi pembuluh darah perifer, yang mengakibatkan hipotensi selama prosedur hemodialisis. Angina pektoris dan penurunan hematokrit pada pasien diabetes bisa dipicu oleh anemia, yang dapat memperburuk kondisi angina. Hipotensi terjadi karena vasodilatasi refleks pada pembuluh darah kulit pada akhir sesi hemodialisis, yang dipicu oleh vasokonstriksi kulit sebagai respons terhadap hipovolemia pada awal sesi hemodialisis karena suhu tinggi (Fathonah & Amatiria, 2014).

J. L Poiseuille, seorang ilmuwan Prancis meneliti sifat fisika peredaran darah pada manusia dan menemukan variabel-variabel yang dapat mempengaruhinya. Hasil penemuannya ini disebut persamaan Poiseuille.

$$Q = \frac{\pi R^4 (P_1 - P_2)}{8 \eta l} \quad (2.9)$$

Dimana: η = koefisien viskositas

R = jari-jari sisi dalam tabung (m)

Q = kecepatan aliran volume (m^3/s)

l = panjang pipa/tabung (m)

$P_1 - P_2$ = selisih tekanan kedua ujung tabung (N/m^2)

Persamaan 2.9 memperlihatkan hubungan yang berbanding terbalik antara kecepatan aliran Q dengan viskositas η , akan tetapi berbanding lurus terhadap gradien tekanan $(P_1 - P_2)/l$. Kecepatan aliran bergantung pula dengan nilai pangkat empat jari-jari pipa atau dalam hal ini yaitu pembuluh darah (Firdaus, 2019).

Pada dasarnya manusia terbentuk dari segumpal darah hingga terbentuk menjadi tubuh yang sempurna dengan sistem saraf, sistem pernapasan, hingga 17 sistem peredaran darah. Oleh karena itu, tingkat viskositas darah menunjukkan pentingnya kondisi sistem peredaran darah bagi manusia.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode eksperimental, yaitu metode yang dilakukan untuk menganalisis pengaruh aliran arus listrik Radio-Frekuensi terhadap kadar kolesterol, asam urat, kadar glukosa darah, dan viskositas darah mencit diabetes. Mencit putih yang telah diinduksi aloksan sejumlah 21 ekor akan dibagi ke dalam kelompok tanpa perlakuan dan 6 kelompok diberi perlakuan aliran arus listrik dari Radio-Frekuensi dengan 3 variasi tegangan, yaitu 1 V, 1,5 V, dan 2 V. Masing-masing perlakuan akan diterapkan dalam variasi waktu 3 menit dan 5 menit.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2024 di Laboratorium Fisiologi Hewan, Laboratorium Kandang Hewan Coba, dan Laboratorium Optik Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini ialah:

1. Radio-Frekuensi
2. Aloksan monohidrat
3. Larutan NaCl
4. Mencit Jantan

5. Osiloskop
6. Multimeter digital
7. Kabel penghubung
8. Spidol permanen
9. Kertas label
10. Apendorf 1,5 ml
11. Pakan mencit (BR 1)
12. Nipel (tempat minum hewan coba)
13. Minuman mencit (air putih)
14. Kandang hewan coba
15. Sekam
16. Masker
17. Pencukur Veet
18. Gunting
19. Sarung tangan latex
20. Alkohol swabs
21. Strip kolesterol
22. Strip asam urat
23. Strip glukotest

24. *Easy touch* GCU meter device

25. Sentrifugator

26. Suntik 1ml/cc

27. Timbangan digital

28. Gelas ukur

29. Labu Erlenmeyer tutup asah

30. Spatula

3.4 Variabel Penelitian

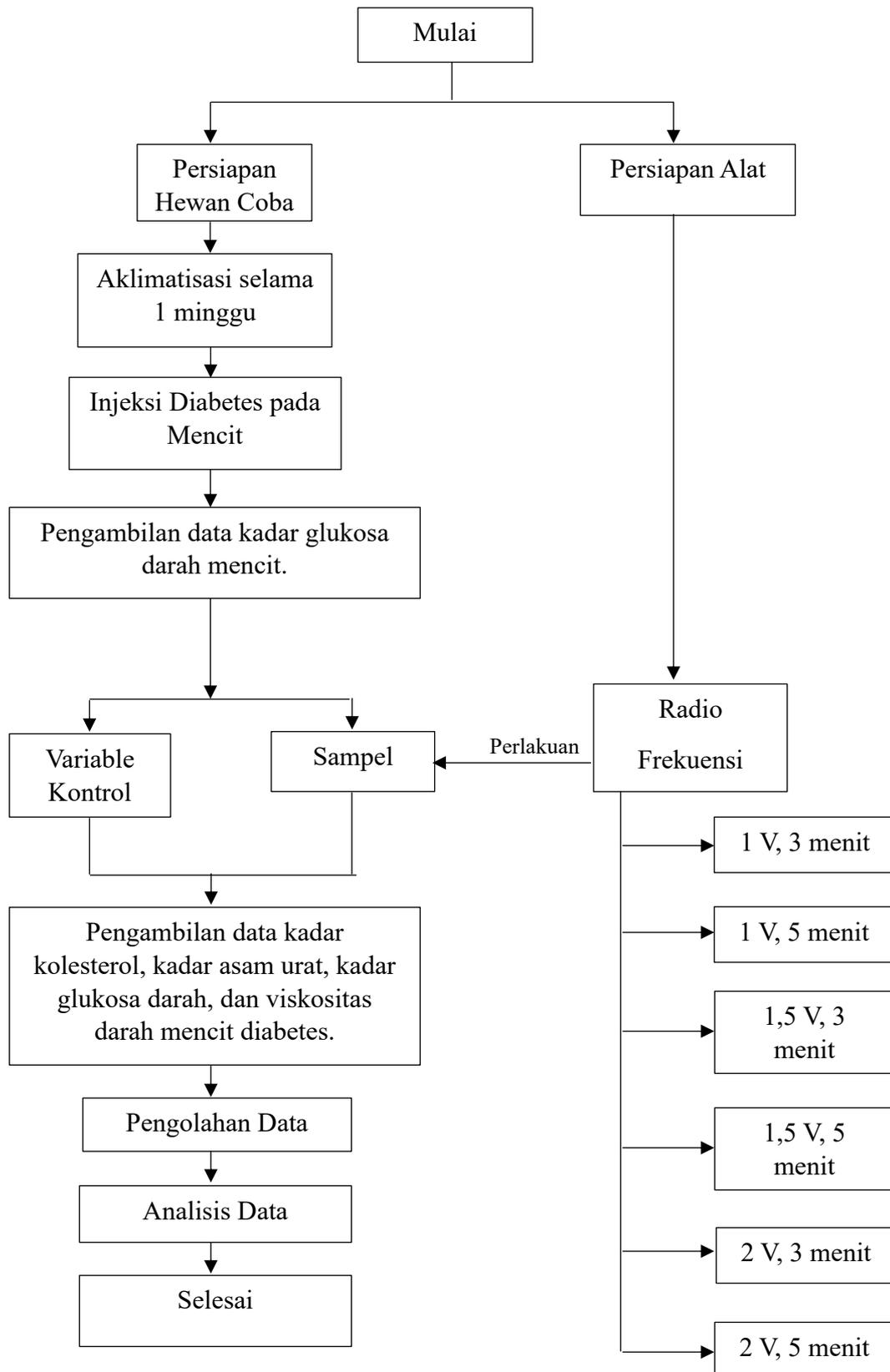
Variabel bebas: Tegangan aliran arus listrik Radio-Frekuensi dan waktu perlakuan.

Variabel terikat : Kadar kolesterol, kadar asam urat, kadar glukosa darah, dan viskositas darah mencit diabetes.

3.5 Prosedur Penelitian

Mencit putih (*Mus musculus*) jantan sejumlah 21 ekor dengan umur 8 minggu dengan berat rata-rata 25-30gram digunakan dalam penelitian ini. Mencit kemudian disuntik aloksan monohidrat dengan dosis 8,4 mg/kg BB secara intraperitoneal kemudian diberi aliran arus listrik Radio-Frekuensi dengan variasi tegangan sebesar 1 V, 1,5 V, 2 V dan untuk masing-masing tegangan diberi perlakuan selama 3 menit dan 5 menit setiap hari selama 5 hari.

3.6 Diagram Alir



3.6.1 Persiapan Hewan Coba

Hewan uji yang dipersiapkan yaitu 21 ekor mencit putih (*Mus musculus*) jantan dengan umur rata-rata 8 minggu. Hewan coba diaklimatisasi sebelum diberi perlakuan, dengan masa aklimatisasi 7 hari ditempatkan pada kandang di mana setiap kandang diisi satu kelompok perlakuan, yaitu 3 ekor mencit. Sekam pada bagian alas kandang, diganti setiap hari. Mencit diberi makan BR 1 sekali sehari, jumlah yang sama untuk setiap mencit dan diberi 100 ml air dalam botol atau nipel mencit.

3.6.2 Induksi Diabetes pada Mencit

Induksi diabetes menggunakan aloksan monohidrat secara intraperitoneal dari perut dengan dosis tunggal yaitu 8,4 mg/kg BB. Setelah 72 jam, mencit diperiksa kadar glukosa darahnya. Pengukuran kadar glukosa darah dilakukan dengan cara mengambil darah mencit melalui ekor yang dibersihkan dengan alkohol terlebih dahulu. Kemudian darah diteteskan pada strip glukotest dan dimasukkan ke glukometer untuk dibaca kadar glukosanya. Mencit yang kadar glukosa darahnya mencapai 200 mg/dl atau lebih dinyatakan sudah menderita diabetes mellitus. Mencit yang menderita diabetes mellitus selanjutnya dibagi menjadi 7 kelompok. Pembuatan larutan aloksan monohidrat dilakukan sesaat sebelum injeksi, yaitu dengan melarutkan 176,4 mg aloksan dalam 21 ml NaCl fisiologis sampai homogen. Kemudian masing-masing mencit diinjeksi sebanyak 1 ml aloksan secara intraperitoneal.

3.6.3 Perlakuan Radio-Frekuensi pada Hewan Coba

Kelompok pertama merupakan kelompok kontrol yang tidak diberikan aliran arus listrik Radio-Frekuensi. Sedangkan 6 kelompok lainnya ditempatkan dalam kandang berbeda yang telah diberi label setiap perlakuan dan setiap mencit ditandai menggunakan spidol permanen untuk membedakan setiap pengulangan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Abdul Munir et al (2020), maka mencit dialiri arus satu persatu dengan durasi 3 menit dan 5 menit untuk masing-masing variasi tegangan setiap hari selama 5 hari. Radio-Frekuensi digunakan untuk mengalirkan arus listrik dalam enam kelompok hewan percobaan. Bagian perut yang akan menjadi objek terlebih dahulu dicukur menggunakan krim cukur veet hingga terlihat kulit saja. Selama perlakuan dilakukan, mencit akan dipegang dengan diberi sedikit tarikan pada kulit bagian kepala dan punggung untuk memudahkan proses pemberian perlakuan.

3.6.4 Pengukuran Kadar Kolesterol, Kadar Asam Urat, Kadar Glukosa Darah, dan Viskositas Darah Mencit Diabetes

Pengukuran kadar kolesterol, asam urat, dan glukosa darah menggunakan tes setrip. Ekor mencit akan terlebih dahulu disterilkan menggunakan alkohol dan dilukai dengan digunting bagian ujungnya. Darah yang keluar akan diteteskan pada setrip sesuai uji yang diinginkan yang telah terpasang pada alat baca, sedangkan mencit kembali disterilkan dengan alkohol. Nilai uji pada darah akan muncul pada alat, kemudian dicatat. Kadar kolesterol, asam urat, dan glukosa darah diuji menggunakan strip yang berbeda-beda.

Pada pengukuran viskositas darah, dilakukan pengambilan darah mencit putih melalui sinus retro orbital menggunakan pipet mikro hematokrit. Darah akan ditampung pada appendorf atau tabung sentrifugasi mikro tanpa anti koagulan. Tabung-tabung lalu dimasukkan dalam sentrifugator dengan posisi saling berlawanan sebagai penyeimbang dan diputar dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Pengukuran dilakukan dengan mengukur nilai hematokrit yaitu membagi tinggi endapan eritrosit dengan tinggi keseluruhan darah dan dikali 100%.

$$\% \eta_{\text{hematokrit}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} 100\% \quad 3.1$$

Nilai hematokrit yang diperoleh kemudian akan dimasukkan ke dalam rumus yang telah didapat dari grafik pengaruh hematokrit terhadap viskositas darah, yaitu:

$$y = 1,5 + 0,0708x - 0,0019x^2 + (4 \times 10^{-5}) x^3$$

3.6.5 Teknik Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh dari uji setrip dan sentrifugasi kemudian dimasukkan pada tabel.

3.1 Data Hasil Pengukuran Kadar Kolesterol, Asam Urat, Glukosa, dan Viskositas Darah Mencit Setelah diberi Perlakuan

Tabel 3.1.1 Data Hasil Kadar Kolesterol Mencit Diabetes

Tegangan (V)	Waktu (menit)	Kadar Kolesterol (mg/dL)				SD
		1	2	3	Rata-rata	
Kontrol	3					

Tegangan (V)	Waktu (menit)	Kadar Kolesterol (mg/dL)				SD
		1	2	3	Rata-rata	
1	3					
	5					
1,5	3					
	5					
2	3					
	5					

Tabel 3.1.2 Data Hasil Kadar Asam Urat Mencit Diabetes

Tegangan (V)	Waktu (menit)	Kadar Asam Urat (mg/dL)				SD
		1	2	3	Rata-rata	
Kontrol	3					
	5					
1	3					
	5					
1,5	3					
	5					
2	3					
	5					

Tabel 3.1.3 Data Hasil Kadar Glukosa Mencit Diabetes

Tegangan (V)	Waktu (menit)	Kadar Glukosa Darah (mg/dL)				SD
		1	2	3	Rata-rata	
Kontrol	3					
	5					
1	3					
	5					
1,5	3					

Tegangan (V)	Waktu (menit)	Kadar Glukosa Darah (mg/dL)				SD
		1	2	3	Rata-rata	
2	3					
	5					

Tabel 3.2.4 Data Hasil Viskositas Mencit Diabetes

Tegangan (V)	Waktu (menit)	Viskositas Darah (mPa.s)				SD
		1	2	3	Rata-rata	
0 V	3					
	5					
1 V	3					
	5					
1,5 V	3					
	5					
2 V	3					
	5					

3.6.6 Teknik Analisis Data

Seluruh data yang dicatat akan dianalisis secara grafis menggunakan Origin 2018, selanjutnya analisis statistik menggunakan IBM SPSS 26 untuk melihat pengaruh yang diberikan masing-masing variabel bebas dilakukan menggunakan *Two Way ANOVA* dan analisis *Post Hoc* menggunakan uji DMRT dengan signifikansi statistik ditetapkan sebesar $p < 0,005$ untuk melihat perlakuan paling efektif.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Penelitian ini berjudul “Pengaruh Arus Radio-Frekuensi terhadap Kadar Kolesterol, Asam Urat, Glukosa Darah, dan Viskositas Darah Mencit Diabetes” yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap kadar kolesterol, kadar asam urat, kadar glukosa darah, dan viskositas darah mencit diabetes. Jenis penelitian ini yaitu penelitian eksperimental menggunakan hewan coba mencit diabetes (*Mus musculus*) sebanyak 21 ekor yang dilaksanakan di Laboratorium Optik Fisika, Laboratorium Fisiologi Hewan, dan Laboratorium Kandang Hewan Coba Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penelitian ini dilaksanakan melalui empat tahap. Tahap pertama yaitu mencit diaklimatisasi selama 7 hari di Laboratorium Kandang Hewan Coba. Tahap kedua yaitu mencit diinduksi diabetes menggunakan alloxan dosis 168/kg BB, setelah 3 hari dicek kadar glukosa darahnya menggunakan tes strip, apabila telah melebihi 200 mg/dL maka dianggap diabetes. Tahap ketiga yaitu mencit yang sudah diabetes dibagi menjadi 7 kelompok (kontrol, 1 V 3 menit, 1 V 5 menit, 1,5 V 3 menit, 1,5 V 5 menit, 2 V 3 menit, dan 2 V 5 menit) kemudian dipapari arus listrik radio-frekuensi selama 5 hari sesuai dengan pengelompokannya. Tahap keempat yaitu pengecekan kadar kolesterol, asam urat, dan glukosa darah dengan tes strip, sedangkan untuk mengecek viskositas darah menggunakan sentrifugator yang diputar dengan kecepatan 300 rpm selama 15 menit. Empat tahap tersebut kemudian menghasilkan data untuk diolah lalu dianalisis.

4.1.1 Pengaruh Arus Radio-Frekuensi terhadap Kadar Kolesterol

Data hasil kadar kolesterol menciit diabetes dapat dilihat pada tabel 4.1.

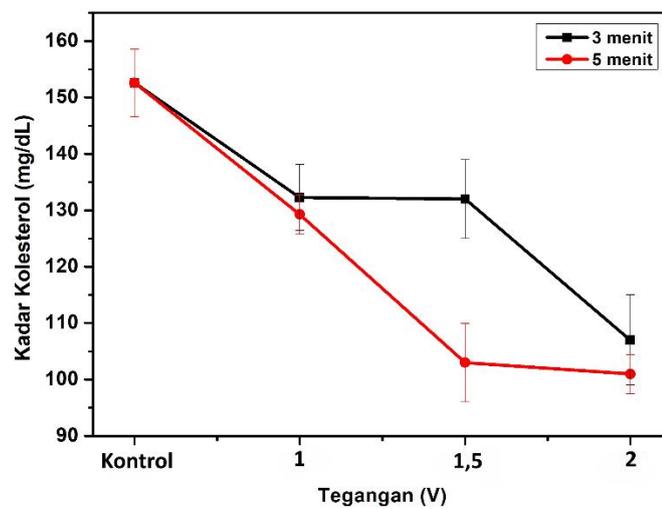
Tabel 4.1 Data Hasil Kadar Kolesterol Menciit Diabetes

Tegangan (V)	Waktu (menit)	Kadar Kolesterol (mg/dL)				SD
		1	2	3	Rata-rata	
Kontrol	3	159	147	152	152,6	6,028
	5	159	147	152	152,6	6,028
1	3	130	128	139	132,3	5,859
	5	126	133	129	129,3	3,512
1,5	3	124	137	135	132	7,000
	5	111	99	99	103	6,928
2	3	99	115	107	107	8,000
	5	99	99	105	101	3,464

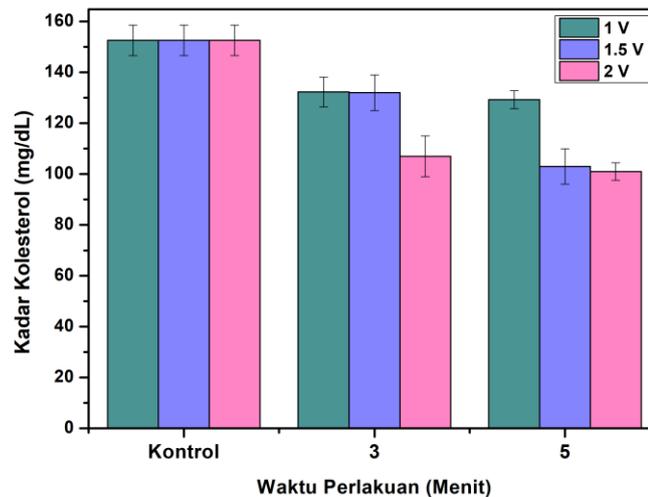
Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa aliran arus radio-frekuensi memberikan pengaruh terhadap kadar kolesterol menciit diabetes. Kadar kolesterol pada kelompok kontrol menghasilkan rata-rata sebesar 152,6 mg/dL. Kelompok perlakuan 1 V 3 menit menghasilkan rata-rata 132,3 mg/dL. Kemudian kelompok perlakuan 1 V 5 menit menghasilkan rata-rata sebesar 129,3 mg/dL. Kelompok perlakuan 1,5 V 3 menit menghasilkan rata-rata 132 mg/dL. Kelompok perlakuan 1,5 V 5 menit menghasilkan rata-rata 103 mg/dL. Kelompok perlakuan 2 V 3 menit menghasilkan rata-rata sebesar 107 mg/dL. Dan kelompok perlakuan 2 V 5 menit menghasilkan rata-rata paling kecil di antara kelompok perlakuan yang lain yaitu sebesar 101 mg/dL. Aliran arus listrik radio-frekuensi dengan tegangan yang lebih tinggi, yaitu 2 V, mampu menurunkan kolesterol lebih efektif. Pada perlakuan 3 menit kadar kolesterol rata-rata menjadi 131 mg/dL, sedangkan pada

waktu perlakuan 5 menit kadar kolesterol mengalami penurunan sehingga menghasilkan rata-rata 121,50 mg/dL.

Rata-rata yang telah didapat akan dianalisis menggunakan grafik. Analisis kadar kolesterol menciit diabetes pada tabel 4.1 ditunjukkan dalam grafik pada gambar 4.1 dan gambar 4.2.



Gambar 4. 1 Grafik pengaruh tegangan aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap kadar kolesterol menciit diabetes



Gambar 4. 2 Grafik pengaruh waktu pemaparan aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap kadar kolesterol mencit diabetes

Pada grafik gambar 4.1 menunjukkan penurunan pada kadar kolesterol seiring dengan meningkatnya tegangan yang diberikan. Pada grafik tersebut menunjukkan tegangan 2 V menghasilkan nilai rata-rata kadar kolesterol paling rendah di antara tegangan yang lain baik dengan lama pemaparan 3 menit maupun 5 menit. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan kadar kolesterol yang lebih efektif ialah bila diberi tegangan 2 V. Pada grafik gambar 4.2 menunjukkan bahwa waktu pemaparan 5 menit memiliki nilai rata-rata kadar kolesterol yang lebih kecil dibanding dengan waktu pemaparan 3 menit sehingga di antara waktu pemaparan 3 menit dan 5 menit, penurunan kadar kolesterol yang lebih efektif terjadi pada waktu 5 menit.

Setelah pengambilan data, dilakukan pengolahan data menggunakan SPSS untuk mengetahui pengaruh radio-frekuensi terhadap kadar kolesterol mencit diabetes. Pengolahan data menggunakan SPSS diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Analisis Two Way Anova Kadar Kolesterol

	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-Rata	F	Sig.
Tegangan	7742.833	3	2580.944	70.630	.000
Waktu Perlakuan	541.500	1	541.500	14.819	.001
Tegangan*Waktu Perlakuan	787.500	3	262.500	7.184	.003
Total	392194.000	24			

Uji *Analysis of Variance* (ANOVA) dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata antara pengaruh variasi tegangan dan lama paparan radio-frekuensi terhadap penurunan kadar kolesterol pada mencit diabetes. Untuk mengetahui pengaruh yang diberikan oleh aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap mencit diabetes maka nilai signifikansi pada tabel diperhatikan. Syarat agar H_1 diterima (terdapat pengaruh) ialah nilai signifikansi kurang dari 0,05. Jika nilai signifikansi yang diperoleh 0,05 atau lebih maka tidak terdapat pengaruh (H_0 diterima).

Hasil analisis statistik pada tabel 4.2 menunjukkan adanya nilai $p < 0,005$ pada tegangan dan waktu yang menunjukkan adanya perbedaan antara masing-masing kelompok, maka dilanjutkan dengan Uji DMRT untuk mengetahui mana kelompok yang berbeda secara bermakna berdasarkan tegangan dan waktu. Hasil uji DMRT dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Uji DMRT Tegangan dan Waktu Perlakuan terhadap Kadar Kolesterol Mencit Diabetes

Tegangan*Waktu	Nilai Subset	Notasi Huruf
2V 5 menit	101	a
1.5V 5 menit	103	a
2V 3 menit	107	a
1V 5 menit	129.33	b

Tegangan*Waktu	Nilai Subset	Notasi Huruf
1.5V 3 menit	132	b
1V 3 menit	132.33	b
0V 3 menit	152.67	c
0V 5 menit	152.67	c

Uji lanjutan DMRT menghasilkan 3 subset, yaitu a, b, dan c. Terlihat bahwa perlakuan 2 V selama 5 menit, 1.5 V 5 menit, dan 2 V 3 menit memiliki notasi 'a' di mana mereka memberi pengaruh yang paling signifikan terhadap penurunan kadar kolesterol pada mencit diabetes. Perlakuan 1 V selama 5 menit, 1,5 V selama 3 menit, dan 1 V selama 3 menit memiliki notasi 'b' yang menunjukkan bahwa ketiga perlakuan tersebut berbeda signifikan dengan perlakuan yang memiliki notasi a. Adapun perlakuan kontrol memiliki notasi 'c'. Tegangan dan waktu perlakuan aliran arus listrik radio-frekuensi digunakan untuk menurunkan kadar kolesterol sehingga perlakuan paling efektif diperoleh dengan perlakuan yang memiliki notasi a, yaitu 2 V 5 menit. Meningkatnya suhu akibat tingginya tegangan dan lamanya waktu pemaparan arus listrik radio-frekuensi menyebabkan pembongkaran glukosa dan lemak yang lebih banyak untuk dijadikan energi. Katabolisme lipoprotein ini dapat berpengaruh pada penurunan kadar insulin plasma yang berakibat terhadap penurunan trigliserida dan *verylow density lipoprotein* (V-LDL) yang akhirnya menyebabkan peningkatan pada HDL (Lanipi, 2022).

4.1.2 Pengaruh Arus Radio-Frekuensi terhadap Kadar Asam Urat

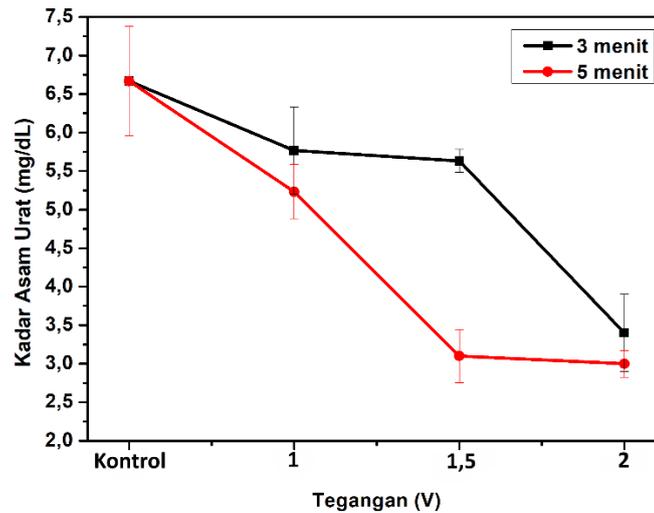
Data hasil kadar asam urat mencit diabetes dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Hasil Kadar Asam Urat Mencit Diabetes

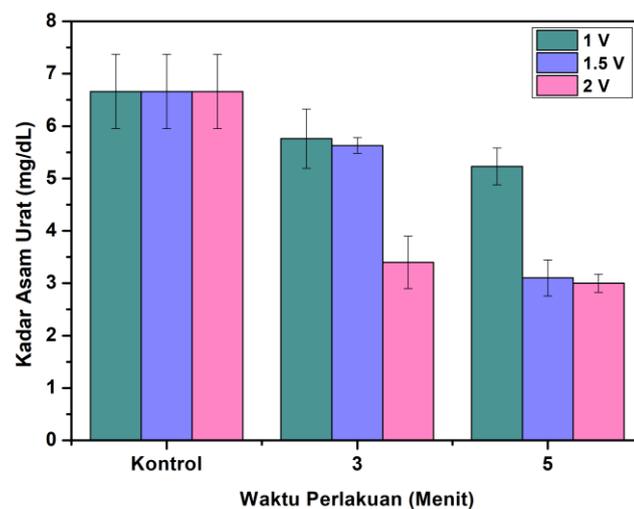
Tegangan (V)	Waktu (menit)	Kadar Asam Urat (mg/dL)				SD
		1	2	3	Rata-rata	
Kontrol	3	5,9	6,8	7,3	6,66	0,709
	5	5,9	6,8	7,3	6,66	0,709
1	3	5,3	5,6	6,4	5,76	0,568
	5	5,6	4,9	5,2	5,23	0,351
1,5	3	5,5	5,6	5,8	5,63	0,152
	5	2,9	2,9	3,5	3,10	0,346
2	3	3,4	3,9	2,9	3,40	0,500
	5	2,9	2,9	3,2	3,00	0,173

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa aliran arus radio-frekuensi memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar asam urat dalam darah mencit diabetes. Kadar asam urat pada kelompok kontrol menghasilkan rata-rata sebesar 6,66 mg/dL. Kelompok perlakuan 1 V 3 menit menghasilkan rata-rata 5,76 mg/dL. Kemudian kelompok perlakuan 1 V 5 menit menghasilkan rata-rata sebesar 5,23 mg/dL. Kelompok perlakuan 1,5 V 3 menit menghasilkan rata-rata 5,63 mg/dL. Kelompok perlakuan 1,5 V 5 menit menghasilkan rata-rata sebesar 3,10 mg/dL. Kelompok perlakuan 2 V 3 menit menghasilkan rata-rata sebesar 3,40 mg/dL, sedangkan kelompok perlakuan 2 V 5 menit mengalami penurunan sehingga menghasilkan rata-rata 3,00 mg/dL. Pada perlakuan 3 menit kadar asam urat menghasilkan rata-rata sebesar 5,367 mg/dL, sedangkan pada waktu perlakuan 5 menit kadar asam urat mengalami penurunan sehingga menghasilkan rata-rata 4,500 mg/dL.

Rata-rata yang telah didapat akan dianalisis menggunakan grafik. Analisis kadar asam urat mencit diabetes pada tabel 4.4 ditunjukkan dalam grafik pada gambar 4.3 dan gambar 4.4.



Gambar 4. 3 Grafik pengaruh tegangan aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap kadar asam urat mencit diabetes



Gambar 4. 4 Grafik pengaruh lama pemaparan aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap kadar asam urat mencit diabetes

Pada grafik gambar 4.3 menunjukkan penurunan pada kadar asam urat seiring dengan meningkatnya tegangan yang diberikan. Pada grafik tersebut menunjukkan bahwa pemaparan arus listrik radio-frekuensi dengan tegangan 2 V menghasilkan nilai rata-rata kadar asam urat paling rendah di antara tegangan yang lain baik dengan lama pemaparan 3 menit maupun 5 menit. Hal ini

menunjukkan bahwa penurunan kadar asam urat yang lebih efektif ialah bila diberi tegangan 2 V. Pada grafik gambar 4.4 menunjukkan bahwa waktu pemaparan 5 menit memiliki nilai rata-rata kadar asam urat yang lebih kecil dibanding dengan waktu pemaparan 3 menit sehingga di antara waktu pemaparan 3 menit dan 5 menit, penurunan kadar asam urat yang lebih efektif terjadi pada waktu 5 menit.

Setelah pengambilan data, dilakukan pengolahan data menggunakan SPSS untuk mengetahui pengaruh radio-frekuensi terhadap kadar asam urat mencit diabetes. Pengolahan data menggunakan SPSS diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.5 Hasil Analisis Two Way Anova Kadar Asam Urat Mencit Diabetes

	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-Rata	F	Sig.
Tegangan	39.907	3	13.302	56.706	.000
Waktu Perlakuan	4.507	1	4.507	19.211	.000
Tegangan*Waktu Perlakuan	5.787	3	1.929	8.223	.002
Total	638.060	24			

Uji *Analysis of Variance* (ANOVA) dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata antara pengaruh variasi tegangan dan lama paparan radio-frekuensi terhadap penurunan kadar asam urat pada mencit diabetes.

Untuk mengetahui pengaruh yang diberikan oleh aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap mencit diabetes maka nilai signifikansi pada tabel diperhatikan. Syarat agar H_1 diterima (terdapat pengaruh) ialah nilai signifikansi kurang dari 0,005. Jika nilai signifikansi yang diperoleh 0,005 atau lebih maka tidak terdapat pengaruh (H_0 diterima).

Hasil analisis statistik pada tabel 4.5 memenuhi syarat diterimanya H_1 karena menunjukkan adanya nilai $p < 0,005$ pada tegangan dan waktu perlakuan. Hal ini berarti bahwa terdapat perbedaan antara masing-masing kelompok. Oleh karena itu, perlu dilakukan uji lanjutan dengan Uji DMRT untuk mengetahui mana kelompok yang berbeda secara bermakna berdasarkan tegangan dan waktu. Hasil uji DMRT dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji DMRT Tegangan dan Waktu terhadap Kadar Asam Urat Mencit Diabetes

Tegangan*Waktu	Nilai Subset	Notasi Huruf
2V 5menit	3.000	a
1.5V 5menit	3.100	a
2V 3menit	3.400	a
1V 5menit	5.233	b
1.5V 3 menit	5.633	b
1V 3 menit	5.767	b
0V 3 menit	6.667	c
0V 5 menit	6.667	c

Uji lanjutan DMRT menghasilkan 3 subset, yaitu a, b, dan c. Terlihat bahwa perlakuan 2 V selama 5 menit, 1.5 V 5 menit, dan 2 V 3 menit memiliki notasi 'a' di mana mereka memberi pengaruh yang paling signifikan terhadap penurunan kadar asam urat pada mencit diabetes. Perlakuan 1 V selama 5 menit, 1,5 V selama 3 menit, dan 1 V selama 3 menit memiliki notasi 'b' yang menunjukkan bahwa ketiga perlakuan tersebut berbeda signifikan dengan perlakuan yang memiliki notasi a. Adapun perlakuan kontrol (0 V selama 3 menit dan 0 V selama 5 menit) memiliki notasi 'c'. Tegangan dan waktu perlakuan aliran arus listrik radio-frekuensi digunakan untuk menurunkan kadar asam urat sehingga perlakuan

paling efektif diperoleh dengan perlakuan yang memiliki notasi a, yaitu 2 V 5 menit. Secara fisik respon tubuh terhadap panas atau hangat yaitu menyebabkan pelebaran pembuluh darah, menurunkan ketegangan otot, dan meningkatkan metabolisme jaringan. Respon dari hangat inilah yang dipergunakan untuk keperluan terapi pada berbagai kondisi dan keadaan dalam tubuh (Potter & Perry, 2006). Peningkatan aliran darah akibat pelebaran pembuluh darah dapat membantu dalam pembuangan produk metabolisme dan racun dari jaringan tubuh.

Efek enzimatis *xantin oksidase* adalah produksi spesies oksigen reaktif (*reactive oxygen species*, ROS) dan asam urat. ROS dapat mengakibatkan stress oksidatif sehingga menyebabkan resistensi insulin. Jika resistensi insulin meningkat maka akan terjadi penurunan kemampuan ginjal untuk membuang asam urat dari darah melalui urin (Restusari & Arifin, 2014). Radio-frekuensi dapat menghambat *xantin oksidase* karena radikal bebas merupakan faktor terbesar yang dipengaruhi oleh radio-frekuensi (Droge, 2002).

4.1.3 Pengaruh Arus Radio-Frekuensi terhadap Kadar Glukosa Darah

Data hasil kadar glukosa darah mencit diabetes dapat dilihat pada tabel 4.7.

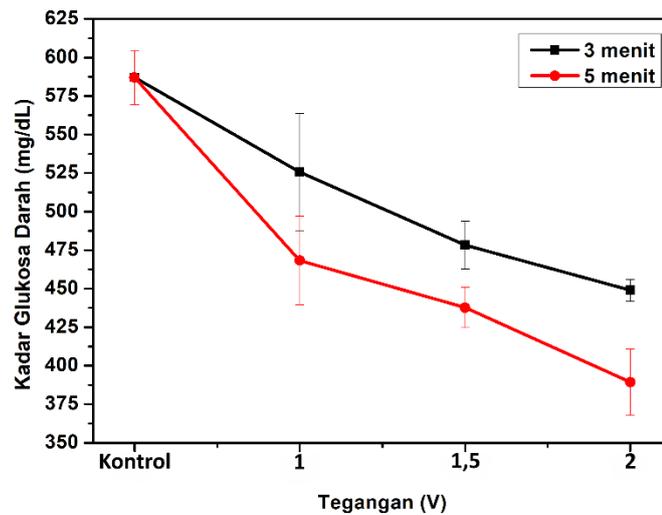
Tabel 4.7 Data Hasil Kadar Glukosa Darah Mencit Diabetes

Tegangan (V)	Waktu (menit)	Kadar Glukosa Darah (mg/dL)				SD
		1	2	3	Rata-rata	
Kontrol	3	600	567	594	587	17,578
	5	600	567	594	587	17,578
1	3	490	566	521	525,6	38,214
	5	500	461	444	468,3	28,711
1,5	3	483	491	461	478,3	15,535
	5	424	439	450	437,6	13,051
2	3	449	442	456	449	7,000

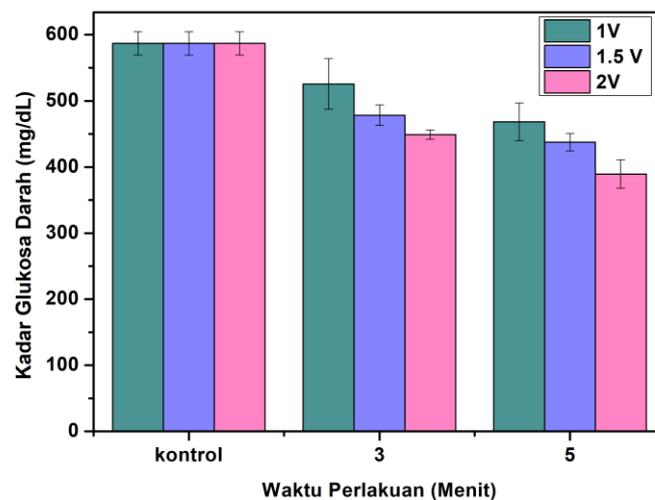
Tegangan (V)	Waktu (menit)	Kadar Glukosa Darah (mg/dL)				SD
		1	2	3	Rata-rata	
	5	389	368	411	389,3	21,502

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa aliran arus radio-frekuensi memberikan pengaruh terhadap kadar glukosa dalam darah mencit diabetes. Kadar glukosa darah pada kelompok kontrol menghasilkan rata-rata sebesar 587 mg/dL. Kelompok perlakuan 1 V 3 menit menghasilkan rata-rata 525,6 mg/dL, sedangkan kelompok perlakuan 1 V 5 menit mengalami penurunan sehingga menghasilkan rata-rata sebesar 468,3 mg/dL. Kelompok perlakuan 1,5 V 3 menit menghasilkan rata-rata 478,3 mg/dL, sedangkan kelompok perlakuan 1,5 V 5 menit mengalami penurunan sehingga menghasilkan rata-rata sebesar 437,6 mg/dL. Kelompok perlakuan 2 V 3 menit menghasilkan rata-rata sebesar 449 mg/dL, sedangkan kelompok perlakuan 2 V 5 menit mengalami penurunan sehingga menghasilkan rata-rata 389,3 mg/dL. Pada perlakuan 3 menit kadar glukosa darah menghasilkan rata-rata sebesar 510,00 mg/dL, sedangkan pada waktu perlakuan 5 menit kadar glukosa darah mengalami penurunan sehingga menghasilkan rata-rata 470,58 mg/dL.

Rata-rata yang telah didapat akan dianalisis menggunakan grafik. Analisis kadar asam urat mencit diabetes pada tabel 4.7 ditunjukkan dalam grafik pada gambar 4.5 dan gambar 4.6.



Gambar 4. 5 Grafik pengaruh tegangan aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap kadar glukosa darah mencit diabetes



Gambar 4. 6 Grafik pengaruh waktu pemaparan aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap kadar glukosa darah mencit diabetes

Grafik pada gambar 4.5 dan 4.6 menunjukkan analisis kadar glukosa darah pada mencit diabetes. Pada grafik gambar 4.5 menunjukkan pemaparan arus listrik radio-frekuensi dengan tegangan 2 V menghasilkan nilai rata-rata kadar glukosa darah paling rendah di antara tegangan yang lain baik dengan lama pemaparan 3 menit maupun 5 menit. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan kadar glukosa

darah yang lebih efektif ialah bila diberi tegangan 2 V. Pada grafik gambar 4.6 menunjukkan bahwa waktu pemaparan 5 menit memiliki nilai rata-rata kadar glukosa darah yang lebih kecil dibanding dengan waktu pemaparan 3 menit sehingga di antara waktu pemaparan 3 menit dan 5 menit, penurunan kadar glukosa darah yang lebih efektif terjadi pada waktu 5 menit.

Setelah pengambilan data, dilakukan pengolahan data menggunakan SPSS untuk mengetahui pengaruh radio-frekuensi terhadap kadar glukosa darah mencit diabetes. Pengolahan data menggunakan SPSS diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.8 Hasil Analisis Two Way Anova Kadar Glukosa Darah Mencit Diabetes

	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-Rata	F	Sig.
Tegangan	92994.125	3	30998.042	64.821	.000
Waktu Perlakuan	9322.042	1	9322.042	19.494	.000
Tegangan*Waktu Perlakuan	3429.458	3	1143.153	2.390	.107
Total	5882659.000	24			

Uji Analisis Varians (ANOVA) digunakan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan rata-rata pengaruh variasi tegangan dan durasi paparan radio-frekuensi terhadap penurunan kadar glukosa darah pada mencit diabetes. Untuk menilai pengaruh aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap mencit diabetes, diperhatikan nilai signifikansi dalam tabel. Hipotesis alternatif (H1) diterima jika nilai signifikansi kurang dari 0,005 yang menunjukkan adanya pengaruh. Jika nilai signifikansi sama dengan atau lebih besar dari 0,005 maka tidak ada pengaruh yang signifikan (hipotesis nol, H0 diterima).

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa variasi tegangan dari aliran arus listrik radio-frekuensi memiliki pengaruh signifikan terhadap kadar glukosa darah mencit diabetes, dengan nilai signifikansi sebesar 0,000. Untuk menentukan perlakuan yang paling efektif di antara variasi tegangan yang diuji, dilakukan uji DMRT sebagai pengujian lanjutan. Hasil dari uji DMRT ini ditampilkan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Uji DMRT terhadap Kadar Glukosa Darah

Tegangan	Nilai Subset	Notasi Huruf
2V	419.17	a
1.5V	458.00	b
1V	497.00	c
0V	587.00	d

Hasil uji DMRT menunjukkan 4 subset, yaitu a, b, c, dan d. Pengaruh variasi tegangan radio-frekuensi terhadap kadar glukosa darah mencit diabetes memiliki perbedaan notasi setiap perlakuannya. Terlihat bahwa perlakuan 2 V memiliki notasi 'a', variasi tegangan 1.5 V memiliki notasi 'b', variasi tegangan 1 V memiliki notasi 'c', dan variasi tegangan 0 V atau kontrol memiliki notasi 'd'. Hal ini menunjukkan bahwa tiap variasi tegangan memiliki perbedaan yang signifikan. Efek panas atau hangat dari paparan arus listrik radio-frekuensi yang diterima oleh tubuh dapat menyebabkan dilatasi pembuluh darah atau pelebaran pembuluh darah sehingga resistansi pada aliran darah berkurang. Dengan berkurangnya resistansi pembuluh darah maka darah dapat mengalir lebih mudah dan cepat (Destia, 2014). Meningkatnya suhu akibat tingginya tegangan dan lamanya waktu pemaparan arus listrik radio-frekuensi menyebabkan pembongkaran glukosa dan lemak yang lebih banyak untuk dijadikan energi. Oleh

karena itu, hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan yang paling efektif menurunkan kadar glukosa darah yaitu perlakuan dengan tegangan 2 V.

4.1.4 Pengaruh Arus Radio-Frekuensi terhadap Viskositas Darah

Data hasil viskositas darah mencit diabetes dapat dilihat pada tabel 4.10.

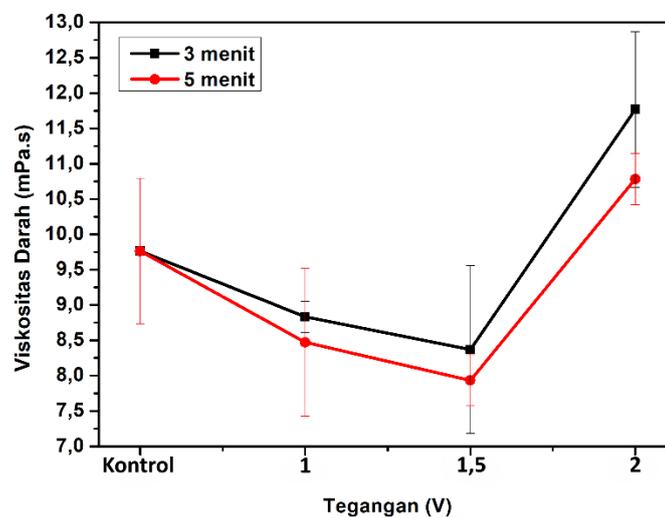
Tabel 4.10 Data Hasil Viskositas Darah

Tegangan (V)	Waktu (menit)	Viskositas Darah (mPa.s)				SD
		1	2	3	Rata-rata	
Kontrol	3	10,866	8,827	9,604	9,765	1,029
	5	10,866	8,827	9,604	9,765	1,029
1	3	8,827	8,617	9,059	8,834	0,221
	5	9,604	7,548	8,268	8,473	1,043
1,5	3	9,604	8,268	7,233	8,368	1,188
	5	7,548	7,983	8,268	7,933	0,362
2	3	10,866	11,441	12,997	11,768	1,102
	5	10,385	11,100	10,866	10,783	0,364

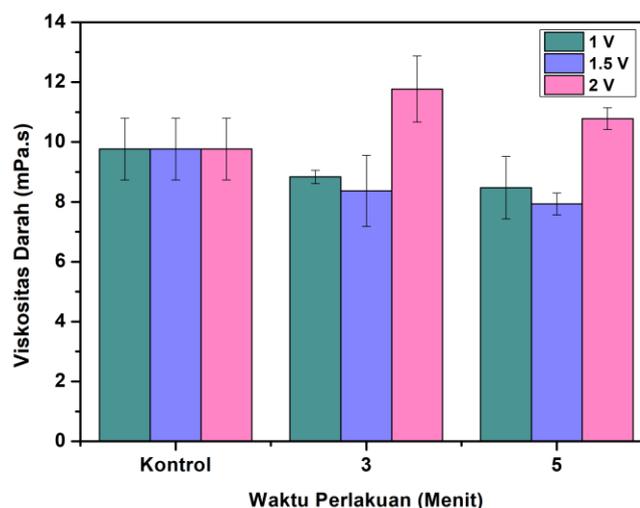
Tabel 4.10 menunjukkan bahwa aliran arus radio-frekuensi memberikan pengaruh terhadap viskositas darah mencit diabetes. Pada kelompok kontrol baik 3 menit maupun 5 menit menghasilkan nilai rata-rata viskositas darah sebesar 9,765 mPa.s. Kelompok perlakuan 1 V 3 menit menghasilkan nilai rata-rata viskositas darah sebesar 8,834 mPa.s, sedangkan kelompok perlakuan 1 V 5 menit mengalami penurunan sehingga menghasilkan rata-rata sebesar 8,473 mPa.s. Kelompok perlakuan 1,5 V 3 menit menghasilkan nilai rata-rata 8,368 mPa.s, sedangkan kelompok perlakuan 1,5 V 5 menit mengalami penurunan sehingga menghasilkan rata-rata sebesar 7,933 mPa.s. Kelompok perlakuan 2 V 3 menit menghasilkan rata-rata sebesar 11,768 mPa.s, sedangkan kelompok perlakuan 2 V

5 menit mengalami penurunan sehingga menghasilkan rata-rata 10,783 mPa.s. Pada perlakuan 3 menit viskositas darah menghasilkan rata-rata sebesar 9,684 mPa.s, sedangkan pada waktu perlakuan 5 menit viskositas darah mengalami penurunan sehingga menghasilkan rata-rata 9,238 mPa.s.

Nilai rata-rata yang telah didapat akan dianalisis menggunakan origin dalam bentuk grafik. Analisis viskositas darah mencit diabetes pada tabel 4.10 ditunjukkan dalam grafik pada gambar 4.7 dan gambar 4.8.



Gambar 4. 7 Grafik pengaruh tegangan aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap viskositas darah mencit diabetes



Gambar 4. 8 Grafik pengaruh waktu pemaparan aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap viskositas darah mencit diabetes

Pada grafik gambar 4.7 menunjukkan bahwa pemaparan dengan tegangan 1,5 V menghasilkan penurunan paling signifikan baik dengan waktu pemaparan 3 menit maupun 5 menit. Sedangkan nilai rata-rata terbesar dihasilkan oleh tegangan 2 V. Pada grafik 4.8 terlihat bahwa waktu pemaparan 5 menit mengalami penurunan yang signifikan dibanding dengan waktu pemaparan 3 menit.

Setelah pengambilan data, dilakukan pengolahan data menggunakan SPSS untuk mengetahui pengaruh radio-frekuensi terhadap viskositas darah mencit diabetes. Pengolahan data menggunakan SPSS diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.11 Hasil Analisis Two Way Anova Viskositas Darah

	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	F	Sig.
Tegangan	34.530	3	11.510	14.977	.000
Waktu Perlakuan	1.189	1	1.189	1.547	.231
Tegangan*Waktu Perlakuan	.744	3	.248	.323	.809
Total	2197.238	24			

Uji *Analysis of Variance* (ANOVA) dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata antara pengaruh variasi tegangan dan lama paparan radio-frekuensi terhadap penurunan viskositas darah pada mencit diabetes. Untuk mengetahui pengaruh yang diberikan oleh aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap mencit diabetes maka nilai signifikansi pada tabel diperhatikan. Syarat agar H_1 diterima (terdapat pengaruh) ialah nilai signifikansi kurang dari 0,05. Jika nilai signifikansi yang diperoleh 0,05 atau lebih maka tidak terdapat pengaruh (H_0 diterima).

Hasil analisis statistik pada tabel 4.11 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh variasi tegangan dari aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap viskositas darah mencit diabetes dengan nilai signifikansi 0,000. Untuk melihat perlakuan yang paling efektif berdasarkan variasi tegangan, maka dilakukan uji DMRT untuk pengujian lebih lanjut. Hasil uji DMRT dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Uji DMRT Tegangan terhadap Viskositas Darah

Tegangan	Nilai Subset	Notasi Huruf
1.5V	8.150	a
1V	8.653	a
0V	9.765	b
2V	11.275	c

Hasil uji DMRT pada tabel 4.9 menunjukkan 3 subset, yaitu a, b, dan c. Terlihat bahwa perlakuan 1.5 V dan 1 V memiliki notasi 'a' di mana mereka memberi pengaruh yang paling signifikan terhadap penurunan viskositas darah pada mencit diabetes. Perlakuan 0 V memiliki notasi 'b'. Adapun perlakuan 2 V memiliki notasi 'c'. Dari hasil uji Duncan yang telah dilakukan, diketahui bahwa

perlakuan dengan tegangan 1,5 V dan 1 V berada pada subset yang sama atau dapat dikatakan memiliki efektivitas yang sama tinggi untuk menurunkan viskositas darah. Sedangkan untuk perlakuan dengan tegangan 2 V, dinilai mampu meningkatkan viskositas darah.

4.2 Pembahasan

Penelitian ini menggunakan hewan coba mencit (*Mus musculus*) yang diaklimatisasi selama 7 hari kemudian diinduksi diabetes menggunakan aloksan. Setelah terindikasi diabetes, mencit dibagi menjadi 7 kelompok yaitu kelompok kontrol, 1 V 3 menit, 1 V 5 menit, 1.5 V 3 menit, 1.5 V 5 menit, 2 V 3 menit, dan 2 V 5 menit. Mencit yang telah dikelompokkan kemudian dipapari dengan aliran arus listrik radio-frekuensi selama 5 hari sesuai dengan kelompok yang telah ditentukan. Setelah itu, mencit dicek kadar kolesterol, asam urat, dan glukosa darah dengan tes strip, sedangkan untuk mengecek viskositas darah menggunakan sentrifugator yang diputar dengan kecepatan 300 rpm selama 15 menit.

4.2.1 Pengaruh Arus Radio-Frekuensi terhadap Kadar Kolesterol

Pengambilan kadar kolesterol pada mencit diabetes dilakukan menggunakan tes strip dengan alat baca bermerk *Easy Touch*. Ekor mencit yang akan diukur kadar kolesterolnya terlebih dahulu disterilkan menggunakan *alcohol swab* kemudian dipotong menggunakan gunting tajam pada bagian ujung ekor. Setelah itu, ekor mencit diurut ke ujung yang dipotong supaya darahnya keluar. Darah yang keluar diteteskan pada strip glukosa yang telah terpasang di alat baca. Setelah menunggu beberapa saat, hasil kadar kolesterol akan muncul pada layar alat baca.

Trigliserida dan kolesterol lipid memiliki peran penting dalam fisiologi tubuh, namun kelebihan kadar kedua zat ini dapat berkontribusi secara signifikan terhadap perkembangan penyakit kardiovaskular (Badimon dan Chiva-Blanch, 2019). Dislipidemia adalah kondisi yang ditandai dengan peningkatan kadar kolesterol plasma, trigliserida, LDL, dan penurunan kadar HDL. Tingginya kadar kolesterol merupakan salah satu faktor risiko untuk penyakit diabetes mellitus. Menurut American Diabetes Association, kadar gula darah berbanding lurus dengan kadar kolesterol sehingga kadar gula darah yang tinggi cenderung diikuti oleh kadar kolesterol yang tinggi. Jika dislipidemia pada pasien diabetes mellitus tidak ditangani, dapat menyebabkan komplikasi kardiovaskular seperti aterosklerosis (Price, 2006). Pada kondisi resistensi insulin, aktivitas enzim lipase meningkat yang menyebabkan gangguan metabolisme lipid pada diabetes mellitus, ditandai dengan peningkatan kadar kolesterol.

Kadar kolesterol normal pada mencit yakni sekitar 128 mg/dL (Nadiroh, 2021). Kadar kolesterol normal pada mencit jantan berkisar 40-130 mg/dL (Rumtal, Ngitung, & Mu'nisa, 2019). Berdasarkan kadar kolesterol normal tersebut, pada penelitian terlihat bahwa paparan arus listrik radio-frekuensi pada tiap kelompok perlakuan berpengaruh dalam menurunkan kadar kolesterol mencit diabetes meskipun tidak semua kelompok perlakuan berhasil mencapai kadar normal kolesterol. Hal ini terlihat pada kelompok tanpa perlakuan (0 V 3 menit dan 0 V 5 menit) menghasilkan rata-rata sebesar 152,6 mg/dL. Sedangkan pada kelompok 1 V 3 menit menghasilkan rata-rata sebesar 132,3 mg/dL, kelompok 1 V 5 menit menghasilkan rata-rata sebesar 129,3 mg/dL, kelompok 1.5 V 3 menit menghasilkan rata-rata sebesar 132 mg/dL, kelompok 1.5 V 5 menit menghasilkan

rata-rata sebesar 103 mg/dL, kelompok 2 V 3 menit menghasilkan rata-rata sebesar 107 mg/dL, dan kelompok 2 V 5 menit menghasilkan rata-rata sebesar 101 mg/dL.

Pada kelompok perlakuan 3 menit menggunakan variasi 2 V memiliki nilai paling rendah yaitu 107 mg/dL bila dibandingkan dengan kelompok perlakuan 1.5 V 3 menit yang menghasilkan rata-rata sebesar 132 mg/dL. Namun, nilai 1.5 V 3 menit masih lebih kecil jika dibandingkan dengan kelompok perlakuan 1 V 3 menit yang menghasilkan nilai rata-rata sebesar 132,3 mg/dL. Sedangkan pada kelompok perlakuan yang dipapari arus listrik radio-frekuensi selama 5 menit menghasilkan nilai rata-rata yang lebih rendah bila dibandingkan dengan kelompok perlakuan yang dipapari arus listrik radio-frekuensi selama 3 menit. Hal ini terlihat dari nilai rata-rata pada kelompok perlakuan 2 V 5 menit yang menghasilkan rata-rata sebesar 101 mg/dL. Kemudian pada perlakuan 1,5 V 5 menit menghasilkan nilai rata-rata sebesar 103 mg/dL. Meskipun menghasilkan nilai rata-rata yang tidak lebih kecil dibanding kelompok 2 V 5 menit, namun nilainya masih lebih kecil jika dibandingkan dengan kelompok perlakuan 1.5 V 3 menit. Begitu pula dengan kelompok perlakuan 1 V 5 menit yang menghasilkan nilai rata-rata yang tidak lebih kecil dibanding kelompok 1.5 V 5 menit dan 2 V 5 menit, namun nilainya masih lebih kecil jika dibandingkan dengan kelompok perlakuan 1 V 3 menit yaitu sebesar 129,3 mg/dL.

Hal ini dapat diartikan bahwa meningkatnya suhu akibat tingginya tegangan dan lamanya waktu pemaparan arus listrik radio-frekuensi menyebabkan proses pembongkaran glukosa dan lemak yang lebih banyak untuk dijadikan energi. Katabolisme lipoprotein ini dapat berpengaruh pada penurunan kadar insulin

plasma yang berakibat terhadap penurunan trigliserida dan *verylow density lipoprotein* (V-LDL) yang akhirnya menyebabkan peningkatan pada HDL (Lanipi, 2022).

Energi listrik yang melewati tubuh diubah menjadi energi panas. Giancoli (2001) menjelaskan bahwa jaringan sel memiliki hambatan rendah karena fluida sel mengandung ion-ion yang dapat menghantarkan listrik dengan baik. Ketika arus listrik radio-frekuensi diberikan, muatan ion akan bergerak maksimal. Arus listrik yang melewati hambatan tersebut mengubah energi listrik menjadi energi panas, yang meningkatkan suhu bahan penghantar. Panas ini dapat meningkatkan permeabilitas membran sel, termasuk sel-sel adiposa dalam jaringan lemak (Nielsen et al., 2014). Lemak tubuh memiliki kemampuan menyerap energi lebih tinggi dibandingkan jaringan lain dan memiliki ikatan yang lemah sehingga jaringan lemak mudah hancur dan mengalami peluruhan di pembuluh darah (Moravvej, 2015).

Penelitian ini mengindikasikan bahwa paparan arus radio-frekuensi dapat menurunkan kadar trigliserida darah. Hasil ini konsisten dengan beberapa penelitian sebelumnya yang juga menunjukkan penurunan kadar trigliserida akibat paparan arus radio-frekuensi pada kelinci, dengan variasi intensitas dan durasi paparan yang bertujuan untuk mengurangi lingkar perut.

Panas dapat merangsang lipolisis menghasilkan peningkatan besar pada asam lemak bebas pada jaringan adiposa (Nielsen et al., 2014). Lipolisis pada lapisan dermis menghasilkan lebih banyak asam lemak. Peningkatan jumlah asam lemak ini merangsang respon hormon albumin lebih cepat untuk penggunaan

lipoprotein trigliserida sehingga kadar trigliserida dalam darah menurun (Jason, 2011).

4.2.2 Pengaruh Arus Radio-Frekuensi terhadap Kadar Asam Urat

Pengambilan kadar asam urat pada mencit diabetes dilakukan menggunakan tes strip dengan alat baca bermerk *Easy Touch*. Ekor mencit yang akan diukur kadar asam uratnya terlebih dahulu disterilkan menggunakan *alcohol swab* kemudian dipotong menggunakan gunting tajam pada bagian ujung ekor. Setelah itu, ekor mencit diurut ke ujung yang dipotong supaya darahnya keluar. Darah yang keluar diteteskan pada strip asam urat yang telah terpasang di alat baca. Setelah menunggu beberapa saat, hasil kadar asam urat akan muncul pada layar alat baca.

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi asam urat dalam darah berkaitan dengan peningkatan risiko penyakit kardiovaskuler (penyakit jantung dan pembuluh darah) pada berbagai kelompok orang, termasuk populasi umum, pasien dengan hipertensi, pasien diabetes melitus tipe 2, serta pasien dengan penyakit jantung dan pembuluh darah. Penelitian epidemiologis dan bukti eksperimental juga mengindikasikan bahwa asam urat serum adalah faktor risiko kardiovaskuler yang relevan dan independen, terutama pada pasien dengan hipertensi, gagal jantung, atau diabetes (Restusari, 2014).

Kadar asam urat normal pada mencit berkisar antara 0,91–1,70 mg/dL (Widyastuti et al., 2017). Pada manusia, kadar asam urat normal adalah 3,5-7 mg/dL untuk pria dan 2,6-6 mg/dL untuk wanita (Yuan, 2019). Berdasarkan kadar

asam urat normal tersebut, pada penelitian terlihat bahwa paparan arus listrik radio-frekuensi pada tiap kelompok perlakuan berpengaruh dalam menurunkan kadar asam urat mencit diabetes meskipun tidak berhasil mencapai kadar normal asam urat. Hal ini terlihat pada kelompok tanpa perlakuan (0 V 3 menit dan 0 V 5 menit) yang memiliki rata-rata sebesar 6,66 mg/dL. Sedangkan pada kelompok 1 V 3 menit menghasilkan rata-rata sebesar 5,76 mg/dL, kelompok 1 V 5 menit menghasilkan rata-rata sebesar 5,23 mg/dL, kelompok 1.5 V 3 menit menghasilkan rata-rata sebesar 5,63 mg/dL, kelompok 1.5 V 5 menit menghasilkan rata-rata sebesar 3,10 mg/dL, kelompok 2 V 3 menit menghasilkan rata-rata sebesar 3,40 mg/dL, dan kelompok 2 V 5 menit menghasilkan rata-rata sebesar 3,00 mg/dL.

Pada kelompok perlakuan 3 menit menggunakan variasi 2 V memiliki nilai paling rendah yaitu 3,40 mg/dL bila dibandingkan dengan kelompok perlakuan 1.5 V 3 menit yang menghasilkan rata-rata sebesar 5,63 mg/dL. Namun, nilai 1.5 V 3 menit masih lebih kecil jika dibandingkan dengan kelompok perlakuan 1 V 3 menit yang menghasilkan nilai rata-rata sebesar 5,76 mg/dL. Sedangkan pada kelompok perlakuan yang dipapari arus listrik radio-frekuensi selama 5 menit menghasilkan nilai rata-rata yang lebih rendah bila dibandingkan dengan kelompok perlakuan yang dipapari arus listrik radio-frekuensi selama 3 menit. Hal ini terlihat dari nilai rata-rata pada kelompok perlakuan 2 V 5 menit yang menghasilkan rata-rata sebesar 3,00 mg/dL. Kemudian pada perlakuan 1,5 V 5 menit menghasilkan nilai rata-rata sebesar 3,10 mg/dL. Meskipun menghasilkan nilai rata-rata yang tidak lebih kecil dibanding kelompok 2 V 5 menit, namun nilainya masih lebih kecil jika dibandingkan dengan kelompok perlakuan 1.5 V 3

menit. Begitu pula dengan kelompok perlakuan 1 V 5 menit yang menghasilkan nilai rata-rata yang tidak lebih kecil dibanding kelompok 1.5 V 5 menit dan 2 V 5 menit, namun nilainya masih lebih kecil jika dibandingkan dengan kelompok perlakuan 1 V 3 menit yaitu sebesar 5,23 mg/dL.

Penggunaan teknologi radio-frekuensi (RF) untuk mengirimkan sinyal listrik ke jaringan saraf dengan bantuan generator lesi frekuensi-radio dan elektroda RF yang dimasukkan ke dalam jaringan tubuh digunakan untuk mengobati rasa sakit, gangguan pergerakan, dan gangguan mood. Tujuan utamanya adalah untuk memanaskan jaringan target hingga suhu di atas 45–50°C dengan cukup daya radio-frekuensi sehingga sel-sel dalam jaringan tersebut dapat hancur akibat panas jika terpapar selama 20 detik atau lebih (Cosman, 2005).

Paparan radio-frekuensi dapat menghasilkan efek termal atau panas. Interaksi antara elektron dari energi listrik dengan radikal bebas menyebabkan gesekan, yang mengubah energi menjadi panas dalam tubuh. Selama proses paparan, juga terjadi proses elektrolisis. Proses ini terjadi ketika aliran listrik melalui konduktor radio-frekuensi memindahkan elektron dari potensial negatif tinggi ke potensial yang lebih rendah (Riyanto dan Agustiningih W.A., 2018). Elektron yang dilepaskan dari konduktor radio-frekuensi sebagai anoda menyebabkan reaksi oksidasi, sedangkan menceit yang menerima elektron sebagai katoda mengalami reaksi reduksi (Mulyati, 2003).

Secara fisik, respons tubuh terhadap panas atau hangat meliputi pelebaran pembuluh darah, penurunan ketegangan otot, dan peningkatan metabolisme jaringan. Respons terhadap panas inilah yang dimanfaatkan untuk terapi dalam

berbagai kondisi dan keadaan tubuh (Potter & Perry, 2006). Peningkatan aliran darah akibat pelebaran pembuluh darah dapat membantu dalam pembuangan produk metabolisme dan racun dari jaringan tubuh.

Dalam kadar normal, asam urat dapat menangkap radikal bebas dalam tubuh. Namun, dalam jumlah berlebihan, asam urat memberikan efek negatif dan berubah menjadi radikal bebas. Produksi asam urat yang tinggi melepaskan radikal superoksida dan hidrogen peroksida melalui aktivasi enzim xantin oksidase (Widyastuti et al., 2017).

Xantin oxidase adalah enzim untuk metabolisme purin, mengubah hipoksantin menjadi xantin, kemudian xantin menjadi asam urat (Mardiana, 2022). Proses ini menghasilkan 2 produk penting, yaitu asam urat dan oksigen reaktif atau ROS di mana ia dapat mengakibatkan stress oksidatif sehingga menyebabkan resistensi insulin dan meningkatkan aktivitas protein kinase C. Resistansi insulin ialah kondisi di mana sel-sel tubuh menjadi kurang responsif terhadap insulin. Jika resistensi insulin meningkat maka akan terjadi penurunan kemampuan ginjal untuk membuang asam urat dari darah melalui urin (Restusari, 2014). Mekanisme yang dapat terjadi ketika aliran arus Radio-Frekuensi berinteraksi dengan organisme adalah munculnya perubahan konsentrasi radikal bebas di dalam jaringan biologis yang dipengaruhi.

Radikal bebas merupakan faktor utama yang dipengaruhi oleh radio-frekuensi terhadap sistem metabolik jaringan karena radikal bebas dapat mentransduksi kekuatan fisik dalam tubuh. Selain itu, radikal bebas sangat reaktif dan mutagenik akibat arus listrik berfrekuensi tinggi, yang meningkatkan aktivitas

molekul dalam tubuh (Droge, 2002). Untuk mengurangi stres oksidatif yang disebabkan oleh ketidakseimbangan antara radikal bebas dan antioksidan, perlu dioptimalkan aktivitas antioksidan dalam tubuh, karena ketidakseimbangan ini dapat menyebabkan kerusakan sel hingga organ (Sholihah, 2021). Hal ini memperkuat bahwa semakin besar tegangan dan semakin lama waktu perlakuan, maka kadar asam urat dapat menurun.

4.2.3 Pengaruh Arus Radio-Frekuensi terhadap Kadar Glukosa Darah

Pengambilan kadar glukosa darah pada mencit diabetes dilakukan menggunakan tes strip dengan alat baca bermerk *Easy Touch*. Ekor mencit yang akan diukur kadar glukosa darahnya terlebih dahulu disterilkan menggunakan *alcohol swab* kemudian dipotong menggunakan gunting tajam pada bagian ujung ekor. Setelah itu, ekor mencit diurut ke ujung yang dipotong supaya darahnya keluar. Darah yang keluar diteteskan pada strip glukosa yang telah terpasang di alat baca. Setelah menunggu beberapa saat, hasil kadar glukosa darah akan muncul pada layar alat baca.

Glukosa sebagai sumber energi dihasilkan dari metabolisme asam lemak yang tidak ideal karena dapat menghasilkan metabolit asam yang berpotensi berbahaya jika terakumulasi dalam tubuh. Mekanisme homeostasis mengatur kadar gula dalam darah sehingga dalam keadaan sehat, tubuh dapat menjaga kadar glukosa puasa antara 70-110 mg/dL (Lusiana dkk., 2019).

Kadar glukosa normal ialah <110 mg/dL, sedangkan kadar glukosa tinggi ialah >110 mg/dL (Jalal et al., 2019). Berdasarkan kadar glukosa darah normal tersebut, pada penelitian terlihat bahwa paparan arus listrik radio-frekuensi pada

tiap kelompok perlakuan berpengaruh dalam menurunkan kadar glukosa darah mencit diabetes meskipun tidak berhasil mencapai kadar normal glukosa darah.

Hal ini terlihat pada kelompok tanpa perlakuan (0 V 3 menit dan 0 V 5 menit) yang memiliki rata-rata sebesar 587 mg/dL. Sedangkan pada kelompok 1 V 3 menit menghasilkan rata-rata sebesar 525,6 mg/dL, kelompok 1 V 5 menit menghasilkan rata-rata sebesar 468,3 mg/dL, kelompok 1.5 V 3 menit menghasilkan rata-rata sebesar 478,3 mg/dL, kelompok 1.5 V 5 menit menghasilkan rata-rata sebesar 437,6 mg/dL, kelompok 2 V 3 menit menghasilkan rata-rata sebesar 449 mg/dL, dan kelompok 2 V 5 menit menghasilkan rata-rata sebesar 389,3 mg/dL.

Pada kelompok perlakuan 3 menit menggunakan variasi 2 V memiliki nilai paling rendah yaitu 449 mg/dL bila dibandingkan dengan kelompok perlakuan 1.5 V 3 menit yang menghasilkan rata-rata sebesar 478,3 mg/dL. Namun, nilai 1.5 V 3 menit masih lebih kecil jika dibandingkan dengan kelompok perlakuan 1 V 3 menit yang menghasilkan nilai rata-rata sebesar 525,6 mg/dL. Sedangkan pada kelompok perlakuan yang dipapari arus listrik radio-frekuensi selama 5 menit menghasilkan nilai rata-rata yang lebih rendah bila dibandingkan dengan kelompok perlakuan yang dipapari arus listrik radio-frekuensi selama 3 menit. Hal ini terlihat dari nilai rata-rata pada kelompok perlakuan 2 V 5 menit yang menghasilkan rata-rata sebesar 389,3 mg/dL. Kemudian pada perlakuan 1,5 V 5 menit menghasilkan nilai rata-rata sebesar 437,6 mg/dL. Meskipun menghasilkan nilai rata-rata yang tidak lebih kecil dibanding kelompok 2 V 5 menit, namun nilainya masih lebih kecil jika dibandingkan dengan kelompok perlakuan 1.5 V 3

menit. Begitu pula dengan kelompok perlakuan 1 V 5 menit yang menghasilkan nilai rata-rata yang tidak lebih kecil dibanding kelompok 1.5 V 5 menit dan 2 V 5 menit, namun nilainya masih lebih kecil jika dibandingkan dengan kelompok perlakuan 1 V 3 menit yaitu sebesar 468,3 mg/dL.

Kadar glukosa darah pada mencit diabetes akibat diinduksi aloksan tidak bisa mencapai batas kadar normal meskipun telah dipapari oleh arus listrik radio-frekuensi disebabkan oleh cara kerja aloksan. Aloksan bertindak dengan merusak permeabilitas membran sel, yang mengakibatkan kerusakan pada sel beta pankreas yang bertugas menghasilkan insulin. Aloksan bereaksi dengan merusak substansi penting di dalam sel beta pankreas, yang menyebabkan penurunan jumlah granula pembawa insulin di dalam sel beta pankreas (Nugroho dan Purwaningsih, 2006).

Energi listrik yang mengalir melalui tubuh akan dikonversi menjadi energi panas. Giancoli (2001) menjelaskan bahwa jaringan sel memiliki hambatan yang rendah karena fluida sel mengandung ion-ion yang dapat menghantarkan listrik dengan efisien. Ketika terpapar frekuensi radio, muatan ion akan mencapai gerakan maksimum. Aliran arus listrik melalui hambatan ini menyebabkan transformasi energi listrik menjadi energi termal, yang meningkatkan suhu bahan penghantar.

Efek hangat adalah fenomena fisik berupa peningkatan suhu yang dapat menyebabkan benda cair, padat, dan gas mengalami ekspansi ke segala arah serta meningkatkan reaksi kimia. Dalam jaringan tubuh, hal ini dapat mempercepat metabolisme dan pertukaran zat kimia dengan cairan tubuh. Efek biologis dari

panas atau hangat ini dapat mengakibatkan dilatasi pembuluh darah, yang meningkatkan aliran darah. Secara fisiologis, respons tubuh terhadap panas meliputi pelebaran pembuluh darah, penurunan viskositas darah, relaksasi otot, peningkatan metabolisme jaringan, dan peningkatan permeabilitas kapiler. Respons hangat ini dimanfaatkan dalam terapi untuk berbagai kondisi dalam tubuh (Destia, Umi, & Priyanto, 2014).

Meningkatnya suhu akibat tingginya tegangan dan lamanya waktu pemaparan arus listrik radio-frekuensi menyebabkan pembongkaran glukosa dan lemak yang lebih banyak untuk dijadikan energi (Lanipi, dkk, 2022). Aliran tegangan bolak-balik menghasilkan efek panas atau termal yang masuk ke dalam tubuh, mirip dengan perlakuan sauna yang bertujuan untuk mempertahankan suhu inti tubuh, meskipun mekanisme kerjanya berbeda.

Tubuh manusia 70% terdiri dari air. Air dalam tubuh manusia memainkan peran vital tidak hanya dalam menjaga keseimbangan cairan dan fungsi fisiologis, tetapi juga dalam kemampuannya menyerap beberapa frekuensi tertentu dari spektrum elektromagnetik sehingga dapat menyebabkan pemanasan lokal pada area tertentu. Peran vital yang dimaksud yaitu pengaturan suhu, transmisi sinyal saraf, dan penyerapan nutrisi (Bagci, 1998). Molekul air dalam jaringan, misalnya, memiliki kemampuan untuk menyerap energi radio-frekuensi yang kemudian menghasilkan pemanasan. Pemanasan ini dapat memicu respon biologis, seperti peningkatan suhu lokal di area terpapar. Proses ini disebut pemanasan dielektrik, di mana molekul-molekul dalam jaringan bergetar dan meningkatkan suhu lokal sehingga terjadi peningkatan metabolisme tubuh (Sutrisno, 1979). Peningkatan metabolisme tubuh mengubah glukosa dalam darah menjadi energi sehingga

mengakibatkan penurunan kadar glukosa dalam darah. Ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tegangan dan semakin lama durasi perlakuan, semakin besar kemungkinan menurunkan kadar glukosa darah.

4.2.4 Pengaruh Arus Listrik Radio-Frekuensi terhadap Viskositas Darah

Viskositas darah pada mencit diukur menggunakan metode sentrifugasi. Darah diambil dari pembuluh darah sinus retro orbitalis di mata kanan dengan pipet mikro hematokrit. Darah yang keluar melalui spuit tersebut dimasukkan ke dalam tabung apendorf 1,5 ml. Setelah semua darah diambil, tabung apendorf ditempatkan secara seimbang di sekitar pusat sentrifugator. Proses sentrifugasi dilakukan selama 15 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Setelah itu, darah akan terpisah menjadi dua lapisan, dengan lapisan eritrosit di bagian bawah. Tinggi lapisan eritrosit ini diukur dan dibandingkan dengan tinggi seluruh endapan.

Pada viskositas darah, perlakuan yang paling efektif dapat diidentifikasi dari nilai subset terkecil. Melalui uji DMRT, diketahui bahwa perlakuan dengan tegangan 1,5 V dan 1 V berada pada subset yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa keduanya memiliki efektivitas yang sama dalam menurunkan viskositas darah. Sementara itu, perlakuan dengan tegangan 2 V dinilai mampu meningkatkan viskositas darah.

Arus radio-frekuensi merupakan energi rendah dengan arus AC frekuensi tinggi (50-500 kHz) yang diaplikasikan pada jaringan biologis menyebabkan molekul jaringan berosilasi sehingga menyebabkan gesekan antar molekul dan panas. Jika arus diterapkan untuk waktu yang cukup, panas yang cukup akan dihasilkan untuk menyebabkan koagulasi, atau lesi termal, sesuai target jaringan

(Munir, dkk, 2020). Efek panas menginduksi kulit sehingga derajat panasnya meresap pada jaringan yang menimbulkan pemecahan pada suatu molekul yang dilaluinya.

Efek panas atau hangat yang diterima oleh tubuh dapat menyebabkan dilatasi pembuluh darah atau pelebaran pembuluh darah sehingga resistansi pada aliran darah berkurang. Dengan berkurangnya resistansi pembuluh darah maka darah dapat mengalir lebih mudah dan cepat. Secara fisiologis respon tubuh terhadap panas yaitu menyebabkan pelebaran pembuluh darah, menurunkan kekentalan darah, menurunkan ketegangan otot, meningkatkan metabolisme jaringan dan meningkatkan permeabilitas kapiler (Destia, 2014).

Namun ketika tegangan dinaikkan mencapai 2 V, presentase viskositas darah pada mencit meningkat melebihi viskositas normal mencit, dengan peningkatan paling besar pada waktu perlakuan 3 menit. Meningkatnya suhu akibat tingginya tegangan dan lamanya waktu pemaparan arus listrik radio-frekuensi menyebabkan pembongkaran glukosa dan lemak yang lebih banyak untuk dijadikan energi. Ketika suhu tubuh meningkat, metabolisme tubuh juga meningkat. Proses metabolisme yang tinggi membutuhkan lebih banyak oksigen sehingga tubuh akan mengonsumsi lebih banyak oksigen dari darah karena di dalam darah terdapat hemoglobin. Di sisi lain, kebutuhan darah yang mengandung oksigen (O_2) meningkat dikarenakan terjadinya penumpukan karbon dioksida (CO_2). Oksigen menjadi sangat penting ketika suhu tubuh meningkat karena setiap kenaikan suhu tubuh sebesar 1 derajat memerlukan peningkatan metabolisme basal sebesar 10-15% dan kebutuhan oksigen sebesar 20%. Ini terjadi karena oksigen diubah menjadi energi (Christopher & Dinata, 2022).

Saat tubuh memperoleh rangsangan panas, kebutuhan oksigen dalam darah juga meningkat. Hal ini membuat jantung merespon dengan meningkatkan aliran darah dan pembuluh darah melebar untuk mengurangi tekanan darah. Proses ini menyebabkan darah mengental sehingga menghambat sirkulasi nutrisi dan oksigen (Hermawan dkk, 2012).

Faktor-faktor yang memengaruhi viskositas darah ialah hematokrit, suhu tubuh, kadar protein plasma, kecepatan aliran darah, dan diameter pembuluh darah (Irawati, 2015). Rangsangan listrik dapat mempengaruhi pengendalian aliran darah. Interaksi antara pembuluh darah dan darah ditentukan oleh keadaan pembuluh darah dan karakteristik aliran darah. Aliran darah adalah sebanding dengan kecepatan aliran dan berbanding terbalik ke area penampang, yang dipengaruhi oleh kontraksi pembuluh darah (Jin et al., 2017).

Pada penelitian yang dilakukan Jin, Hwang, dan Cho (2017) menyebutkan bahwa frekuensi tinggi dan intensitas tinggi dapat mengakibatkan kontraksi pembuluh darah dan mengurangi kecepatan aliran darah.

Suhu dan viskositas memiliki hubungan yang terbalik. Viskositas darah meningkat secara signifikan dengan penurunan kecepatan aliran karena kecepatan aliran darah di pembuluh darah kecil, sering kali sangat lambat yakni kurang dari 1 mm/detik, viskositas darah bisa meningkat hingga 10 kali lipat dari nilai biasanya (Irawati, 2015). Semakin tinggi persentase sel dalam darah, yang tercermin dalam hematokrit yang lebih tinggi, semakin banyak gesekan yang terjadi antara berbagai lapisan darah. Gesekan ini adalah faktor penentu utama

viskositas darah. Oleh karena itu, viskositas darah meningkat secara dramatis seiring dengan meningkatnya hematokrit (Irawati, Julizar, & Irahmah, 2011).

4.3 Kajian Integrasi Penelitian dalam Perspektif Islam

Kesehatan adalah kondisi di mana kita menjaga diri agar tetap terhindar dari penyakit. Menjaga kesehatan dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan menjaga pola makan. Pola makan merupakan faktor utama yang menentukan kesehatan kita. Namun, banyak dari kita yang masih belum sepenuhnya memahami konsep pola makan yang diajarkan dalam Al-Qur'an.

Dalam Al-Qur'an, menjaga pola makan yang sehat dianjurkan dengan tidak berlebihan, memenuhi kebutuhan gizi tubuh, dan mengonsumsi makanan halal sesuai syariat Islam untuk mencapai kehidupan yang sehat dan berkualitas. Al-Qur'an menegaskan bahwa setiap makanan yang dikonsumsi haruslah halal dan tayyiban, yang berarti halal dan baik. Makanan halal adalah yang diizinkan untuk dikonsumsi oleh umat Muslim sesuai dengan ketentuan dalam Al-Qur'an dan Hadis. Sedangkan makanan tayyiban adalah makanan yang mengandung kebaikan, baik dari segi cara memperolehnya, kandungan gizinya, dan aspek lainnya (Departemen Agama RI, 2009).

Memang benar bahwa hidup bukan hanya tentang makanan, namun makanan adalah faktor utama yang mendukung kehidupan yang sejahtera. Salah satu cara untuk mempertahankan kesehatan adalah dengan menghindari faktor-faktor yang dapat menyebabkan penyakit. Oleh karena itu, menjaga kesehatan menjadi prioritas yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia.

Manusia diciptakan dalam keadaan tubuh yang sempurna dan susunan tubuh yang seimbang. Allah menegaskan bahwa Dia telah menciptakan manusia dengan kondisi fisik dan psikis terbaik. Secara fisik, bentuk manusia adalah yang paling sempurna di antara semua makhluk-Nya, dan hanya manusia yang diberi akal untuk berpikir dan menghasilkan ilmu, serta tangannya untuk merealisasikan ilmu tersebut menjadi teknologi. Secara psikis, hanya manusia yang memiliki pikiran dan perasaan yang sempurna serta kemampuan untuk beragama. Oleh karena itu, kita harus menjaga kondisi fisik dan psikis kita dengan memberikan gizi yang cukup, menjaga kesehatan, dan memberikan pendidikan agama yang baik (Shihab, 2002).

Penciptaan manusia dalam bentuk fisik dan psikis yang terbaik dimaksudkan agar manusia dapat menjalankan perannya sebagai hamba Allah dan khalifah di bumi dengan optimal. Makhluk lain juga diciptakan dengan sebaik-baiknya sesuai dengan fungsi mereka masing-masing (Shihab, 2002).

Segala sesuatu di alam semesta ini terjadi tidaklah tanpa perhitungan. Sebagai umat muslim, kita meyakini bahwa Allah telah menetapkan segala sesuatu dengan penuh kebijaksanaan dan keadilan. Pada penelitian ini, didapat hasil bahwa tegangan 2 V mampu menurunkan kadar kolesterol, asam urat, dan glukosa darah pada mencit diabetes. Sedangkan tegangan 1,5 V mampu menurunkan viskositas darah mencit diabetes. Penetapan ini bukanlah tanpa tujuan, tetapi merupakan bagian dari rencana ilahi yang sempurna. Berikut adalah ayat al-qur'an yang menegaskan bahwa segala sesuatu telah ditetapkan oleh Allah sesuai dengan ukurannya.

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

”*Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu sesuai dengan ukuran*”

(Q.S. al-Qamar: 49).

Shihab (2003) menafsirkan bahwa kata *qadar* pada ayat di atas diperselisihkan oleh para ulama. Dari segi bahasa kata tersebut dapat berarti kadar tertentu yang tidak bertambah atau berkurang, atau berarti kuasa. Tetapi karena ayat tersebut berbicara tentang segala sesuatu yang berada dalam kuasa Allah, maka lebih tepat bila dipahami dalam arti *ketentuan* dan *sistem yang telah ditetapkan terhadap segala sesuatu*. Manusia misalnya, telah ada kadar yang ditetapkan Allah baginya. Manusia dianugerahi Allah dengan akal, demikian seterusnya yang kesemuanya termasuk dalam sistem yang sangat tepat, teliti, dan akurat yang telah ditetapkan Allah.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian dan analisis pengaruh aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap kadar kolesterol, kadar asam urat, kadar glukosa darah, dan viskositas darah mencit (*Mus musculus*) diabetes dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat pengaruh paparan arus listrik radio-frekuensi terhadap penurunan kadar kolesterol mencit (*Mus musculus*) diabetes pada variasi tegangan, waktu pemaparan, dan interaksi tegangan dan waktu. Hal ini dibuktikan dengan nilai signifikansi $p < 0,005$. Perlakuan terbaik untuk menurunkan kadar kolesterol mencit diabetes menurut hasil uji DMRT ialah tegangan 2V dengan waktu pemaparan selama 5 menit.
2. Kadar asam urat pada mencit diabetes (*Mus musculus*) mengalami penurunan seiring bertambahnya tegangan dan waktu pemaparan arus listrik radio-frekuensi. Pada variasi tegangan, waktu pemaparan, dan interaksi antara tegangan dengan waktu menunjukkan nilai signifikansi $p < 0,005$. Perlakuan terbaik untuk menurunkan kadar asam urat mencit diabetes menurut hasil uji DMRT ialah tegangan 2V dengan waktu pemaparan selama 5 menit.
3. Variasi tegangan yang diterapkan pada aliran arus listrik radio-frekuensi menunjukkan adanya pengaruh terhadap penurunan kadar glukosa darah mencit (*Mus musculus*) diabetes dengan nilai signifikansi $p < 0,005$. Perlakuan terbaik terhadap penurunan kadar glukosa darah mencit diabetes ialah tegangan 2V.

4. Terdapat pengaruh paparan arus listrik radio-frekuensi terhadap viskositas darah mencit (*Mus musculus*) diabetes pada variasi tegangan. Hal ini dibuktikan dengan nilai signifikansi $p < 0,005$. Perlakuan terbaik untuk mencapai nilai normal viskositas darah menurut hasil uji DMRT ialah tegangan 1,5 V.

5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian pengaruh aliran arus listrik radio-frekuensi terhadap kadar kolesterol, kadar asam urat, kadar glukosa darah, dan viskositas darah mencit (*Mus musculus*) diabetes, disarankan agar penelitian selanjutnya menambahkan variasi dalam durasi paparan arus listrik radio-frekuensi agar berhasil mencapai nilai normal kadar kolesterol, asam urat, glukosa darah, dan viskositas darah, terutama pada penderita diabetes.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, L., & Tomayahu, M. B. (2019). Tingkat Stres Dengan Kadar Gula Darah Pada Pasien Diabetes Melitus. *Jambura Health and Sport Journal*, 1(1), 1–5. <https://doi.org/10.37311/jhsj.v1i1.2047>
- Agawemu, C. S., & Rumampuk, J. (2016). *Hubungan antara viskositas darah dengan hematokrit pada penderita anemia dan orang normal*. 4.
- Ak, A., Fathonah, S., & Amatiria, G. (2014). 322-832-1-Sm. X (1), 81–89.
- Alifia, M. (2021). Faktor Laju Kekambuhan Penderita Penyakit Jantung Koroner Di RS Kalisat. 7, 6.
- Alonso, M. (1994). *Fundamental Physics of University*. Jakarta: Airlangga.
- American Heart Association (AHA). 2017. HeartDisease and Stroke Statistics 2017 update. *Clinical Statement*. Vol. 135: 191-203.
- Azwar, A., 2004, Tubuh Ideal Dari Segi Kesehatan, Seminar kesehatan Obesitas, Senat Mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat UI.
- Badimon, L. dan G. Chiva-Blanch. 2019. *Lipid Metabolism in Dyslipidemia and Familial Hypercholesterolemia*. Dalam *The Molecular Nutrition of Fats*. Barcelona: Elsevier Inc
- Bagchi, B. (2011). Water in biological and chemical processes: From structure and dynamics to function. *Water in Biological and Chemical Processes: From Structure and Dynamics to Function*, 1–364. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139583947>
- Bagchi, K., & Puri, S. (1998). Radikal Bebas dan Antioksidan dalam Kesehatan dan Penyakit. *Kesehatan Mediterania Jurnal Timur*, 4, 350–360.
- Bulu, A., Wahyuni, T. D., & Sutriningsih, A. (2019). Hubungan Antara Tingkat Kepatuhan Minum Obat Dengan Kadar Gula Darah Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe II. *Ilmiah Keperawatan*, 4(1), 181–189.
- Brunt, V. E., Howard, M. J., Francisco, M. A., Ely, B. R., & Minson, C. T. (2016). Passive heat therapy improves endothelial function, arterial stiffness and blood pressure in sedentary humans. *Journal of Physiology*, 594(18), 5329–5342. <https://doi.org/10.1113/JP272453>
- Care, D., & Suppl, S. S. (2022). 9. Pharmacologic Approaches to Glycemic Treatment: Standards of Medical Care in Diabetes—2022. *Diabetes Care*, 45(January), S125–S143. <https://doi.org/10.2337/dc22-S009>

- Chairunnisa, R. (2012). Pengaruh jumlah pasta tomat terhadap penurunan kadar gula darah pada mencit diabetes. *Jurnal teknologi Industri Pertanian*, 1-12.
- Chandra S., Kurriaman B. P., M. S. (2018). Bahan Ajar Percobaan Fisika Materi Listrik Magnet. In News.Ge.
- Christopher, A., & Dinata, Y. M. (2022). Rancang Bangun Sistem Pemantauan Jarak Jauh Denyut Nadi, Saturasi Oksigen, dan Suhu Tubuh pada Orang Sakit di Rumah. *Jurnal Informatika Dan Sistem Informasi*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.37715/juisi.v8i1.2619>
- Cinar, Y., Şenyol, A. M., & Duman, K. (2001). Blood viscosity and blood pressure: Role of temperature and hyperglycemia. *American Journal of Hypertension*, 14(5 I), 433–438. [https://doi.org/10.1016/S0895-7061\(00\)01260-7](https://doi.org/10.1016/S0895-7061(00)01260-7)
- Crumpton, M. J. (2005). The Bernal Lecture 2004: Are low-frequency electromagnetic fields a health hazard? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1458), 1223–1230. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1663>
- Destia, D., Umi, A., Priyanto. (2014). Perbedaan Tekanan Darah Sebelum Dan Sesudah Dilakukan Hidroterapi Rendam Hangat Pada Penderita Hipertensi di Desa Kebondalem Kecamatan Jambu Kabupaten Semarang. *Jurnal STIKES Ngudi Waluyo Ungaran* 2014. 4-9.
- Djohari, M., Paramitha, R., Tinggi, S., Riau, I. F., Kamboja, J., Baru, S., Kesehatan, A. A., & Fajar, Y. (2015). Efektivitas rebusan daun salam (*Syzygium polyanthum*) terhadap penurunan kadar asam urat dalam darah mencit putih jantan. *Pharmacy*, 12(02), 176–185.
- Droge, W. 2002. *Free Radicals in the Physiological Control of Cell Function*. *Physiol. Rev.* 82:47-95.
- Firdaus, N. (2019). Buku Ajar. Retrieved from https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=jurnal+artikel+ilmiah&btnG=
- Fransiska, I., Erma Indahyani, D., Tri Wanodyo Handayani, A., Kedokteran Gigi Universitas Jember, F., Biomedik, B., Kedokteran Gigi, F., Jember, U., Ikgm, B., Jember Jln Kalimantan No, U., & Tegalboto, K. (2020). Kadar Kolesterol pada Mencit (*Mus-Musculus*) Diabetes Setelah Konsumsi Ekstrak Rumput Laut Coklat (*Phaeophyta*) (Cholesterol Levels in Diabetic Mice (*Mus musculus*) After Consumption of Brown Seaweed (*Phaeophyta*) Extract). *Kadar Kolesterol Mencit (Mus Musculus) Diabetes Setelah Konsumsi Ekstrak.... e-Journal Pustaka Kesehatan*, 8(1), 2020.
- Gabriel, J.F. 1996. *Fisika Kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika Edisi V Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

- Gryka, D., Pilch, W., Szarek, M., Szygula, Z., & Tota, Ł. (2014). The effect of sauna bathing on lipid profile in young, physically active, male subjects. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 27(4), 608–618. <https://doi.org/10.2478/s13382-014-0281-9>
- Guyton A. C., Hall J.E. 1997. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Edisi 9. Jakarta: EGC. P. 208-212, 219-223, 277-282, 285-287.
- Harahap, N. R. (2018). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Anemia pada Remaja Putri. 12(2), 78–90.
- Hastono, S. P. (2020). Indeks Masa Tubuh, Usia, dan Peningkatan Kolesterol Total. 13(1), 44–50.
- Hayuningtyas, D. P., Herawati, L., & Asnar, E. (2012). Heating Therapy Lowers Blood Glucose Level in Mice (*Mus musculus*). *Folia Medica Indonesiana*, 48(2), 84–89.
- Hendra. 2009. *Efek Stimulasi Gelombang Elektromagnetik Frekuensi Ekstrim Rendah terhadap Kadar Trigliserida Tikus Putih (Rattus norvegicus)*. Skripsi. Surakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Herlina, Lina. 2014. *Radio Frekuensi (RF)*. <http://herlina.wordpress.com/2014/11/28/radifrekuensi/>. Tanggal akses 10 Oktober 2023.
- Hermawan, L., Setyo, H., & Rahayu, S. (2012). Pengaruh Pemberian Asupan Cairan (Air) Terhadap Profil Denyut Jantung Pada Aktivitas Aerobik. *JSSF (Journal of Sport Science and Fitness)*, 1(2), 14–20.
- Husneni, M., Suprijanto. 2009. *Simulasi Terapi Termal Menggunakan Radio Frequency Ablation pada Tumor Hati berdasarkan Solusi Numerik Persamaan Kalor-bio*. Prosiding seminar nasional penelitian, Pendidikan dan penerapan MIPA. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Irawati, L. (2015). Viskositas Darah Dan Aspek Medisnya. *Majalah Kedokteran Andalas*, 34(2), 102. <https://doi.org/10.22338/mka.v34.i2.p102-111.2010>
- Irawati, L., Julizar, J., & Irahmah, M. (2011). Hubungan Jumlah Dan Lamanya Merokok Dengan Viskositas Darah. *Majalah Kedokteran Andalas*, 35(2), 137. <https://doi.org/10.22338/mka.v35.i2.p137-146.2011>
- Jais, M., Teuku, T., & Susanti, S. S. (2021). Dukungan Keluarga dan Kualitas Hidup Pasien Diabetes Mellitus yang Berobat di Puskesmas. *Jurnal Keperawatan Silampari*, 5, 82–88.
- Jalal, F., Liputo, N. I., Susanti, N., & Oenzil, F. (2019). Lingkar Pinggang, Kadar Glukosa Darah, Trigliserida dan Tekanan Darah pada Etnis Minang di Kabupaten Padang Pariaman, Sumatera Barat. *Media Medika Indonesiana*, 43(3), 129–136.
- Jim, E. L. 2013. Metabolisme Lipoprotein. *Jurnal Biomedik*. 5(3):149-156.

- Jin, H. K., Hwang, T. Y., & Cho, S. H. (2017). Effect of electrical stimulation on blood flow velocity and vessel size. *Open Medicine (Poland)*, 12(1), 5–11. <https://doi.org/10.1515/med-2017-0002>
- Jiwintarum, Y., Fauzi, I., Diarti, M. W., & Santika, I. N. (2019). Penurunan Kadar Gula Darah Antara Yang Melakukan Senam Jantung Sehat Dan Jalan Kaki. *Jurnal Kesehatan Prima*, 13(1), 1. <https://doi.org/10.32807/jkp.v13i1.192>
- Jorge, D. de M. F., Huber, S. C., Rodrigues, B. L., Da Fonseca, L. F., Azzini, G. O. M., Parada, C. A., Paulus-Romero, C., & Lana, J. F. S. D. (2022). The Mechanism of Action between Pulsed Radiofrequency and Orthobiologics: Is There a Synergistic Effect? *International Journal of Molecular Sciences*, 23(19). <https://doi.org/10.3390/ijms231911726>
- Karam, L., Y. J. Yang, dan J. Y. Li. 2017. Hyperlipidemia Background and Progress. *SM Atherosclerosis Journal*. 1(1):1-8.
- Kekenusa, G. C., Pandelaki, K., & Haroen, H. (2016). Gambaran hematologi rutin dan hubungannya dengan rerata gula darah pada pasien diabetes melitus tipe 2 di Poliklinik Endokrin RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado. *E-Clinic*, 4(2), 0–5. <https://doi.org/10.35790/ecl.4.2.2016.14769>
- Kumalasari, T., Saryono, & Purnawan, I. (2009). Hubungan Indeks Massa Tubuh Dengan Kadar Asam Urat Darah Pada Penduduk Desa Banjaranyar Kecamatan Sokaraja Kabupaten Banyumas. *Soedirman Journal of Nursing*, 4(2), 55–60.
- Kunlestiowati, H. (2018). Analisis penyimpangan konversi energi listrik menjadi kalor pada perangkat eksperimen Hukum Joule. 5(1), 34–39.
- Kusuma, Wijaya. 2013. *Analisa Rangkaian Arus Bolak-balik Diktat Elektronika 1*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Lanipi, R. P., Hardia, L., Astuti, R. A., & Budianto, A. B. (2022). Uji Fitokimia Ekstrak Daun Katuk (*Sauropus adrogynus* (L) Merr). *Jurnal Etnofarmasi*, 1(1), 1–6.
- Lathifah, N. L. (2017). The Relationship Between Duration Disease and Glucose Blood Related to Subjective Compliance in Diabetes Mellitus. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 5(2), 218. <https://doi.org/10.20473/jbe.v5i22017.218-230>
- Lukma dan Budairi. (2018). Perancangan Pemanas Air Ohmik Sederhana. *Jurnal Qua Teknika*. Vol. 8: 22- 31.
- Lusiana, N., Widayanti, L. P., Mustika, I., & Andiarna, F. (2019). Korelasi Usia dengan Indeks Massa Tubuh, Tekanan darah Sistol-Diastol, Kadar Glukosa, Kolesterol, dan Asam Urat. *Journal of Health Science and Prevention*, 3(2), 101–108. <https://doi.org/10.29080/jhsp.v3i2.242>

- Ma, L., Luo, J., Nobuhiro, K., Hiramoto, T., Onumata, Y., Manabe, Y., Takaba, H., Corporation, E., Energy, A., Flory, P. J., Æ, Ì., Sato, T., Geometry, R., Analysis, G., Muraki, M., Nakamura, K., Geometry, R., & Analysis, G. (2019). Covariance structure analysis of health-related indicators for elderly people living at home, focusing on subjective sense of health. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology*, 224(11), 122–130.
- Madyaningrum, E., Kusumaningrum, F., Wardani, R. K., Susilaningrum, A. R., & Ramdhani, A. (2020). Buku Saku Kader: Pengontrolan Asam Urat di Masyarakat. In *Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada*. https://hpu.ugm.ac.id/wp-content/uploads/sites/1261/2021/02/HDSS-Sleman-_Buku-Saku-Kader-Pengontrolan-Asam-Urat-di-Masyarakat-_cetakan-II.pdf
- Malakar, D., Malik, H. N., Kumar, D., Saini, S., Sharma, V., Fatima, S., Bajwa, K. K., & Kumar, S. (2020). Stem cells. *Advances in Animal Genomics*, 4(2), 33–48. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820595-2.00003-5>
- Malik, V. S., Popkin, B. M., Bray, G. A., Després, J. P., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2010). Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: A meta-analysis. *Diabetes Care*, 33(11), 2477–2483. <https://doi.org/10.2337/dc10-1079>
- Mardiana, Z. A., Ardiaria, M., Ayustaningwarno, F., & Rahadiyanti, A. (2022). PENGARUH PEMBERIAN SARI EDAMAME (*Glycine max* (L.) Merrill) TERHADAP KADAR ASAM URAT TIKUS WISTAR JANTAN DIABETES. *Journal of Nutrition College*, 11(1), 51–61. <https://doi.org/10.14710/jnc.v11i1.31603>
- McBean, J. C., & Katz, B. E. (2011). Laser lipolysis: An update. *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, 4(7), 25–34.
- Mizisin, A. P., Kalichman, M. W., Myers, R. R., & Powell, H. C. (1990). Role of the blood-nerve barrier in experimental nerve edema. *Toxicologic Pathology*, 18(1 II), 170–185. <https://doi.org/10.1177/019262339001800123>
- Mulyani, N. S., Al Rahmad, A. H., & Jannah, R. (2018). Faktor resiko kadar kolesterol darah pada pasien rawat jalan penderita jantung koroner di RSUD Meuraxa. *Action: Aceh Nutrition Journal*, 3(2), 132. <https://doi.org/10.30867/action.v3i2.113>
- Munir, B., Mardi Santoso, W., Afif, Z., & Nandar Kurniawan, S. (2020). Radiofrequency As Pain Interventional Therapy in Neurology. *JPHV (Journal of Pain, Vertigo and Headache)*, 1(2), 31–36. <https://doi.org/10.21776/ub.jphv.2020.001.02.3>
- Moravvej, H., Akbari, Z., Mohammadian, S., & Razzaghi, Z. (2015). Focused ultrasound lipolysis in the treatment of abdominal cellulite: An open-label

study. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 6(3), 102–105.
<https://doi.org/10.15171/jlms.2015.02>

Mulyati, Sri dan Hendrawan. 2003. Kimia Fisika II. IMSTEP JICA.

Nadiroh, A., & Hariani, D. (2021). Efek Ekstrak Daun Pepaya Jepang terhadap Kadar Kolesterol, Morfometri, dan Histologi Hepar Mencit Hiperkolesterolemia. *Lentera Bio: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(1), 101–112.
<https://doi.org/10.26740/lenterabio.v11n1.p101-112>

National Cholesterol Education Program (NCEP). 2002. *Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III)*. National Institutes of Health No. 02-5215.

Nielsen, T. S., Jessen, N., Jørgensen, J. O. L., Møller, N., & Lund, S. (2014). Dissecting adipose tissue lipolysis: Molecular regulation and implications for metabolic disease. *Journal of Molecular Endocrinology*, 52(3).
<https://doi.org/10.1530/JME-13-0277>

Nilai, U. (2018). National Conference on the Sciences and Social Sciences 2018. In *National Conference on the Sciences and Social Sciences 2018 (NACOSS 18)* (Vol. 18, Issue November).

Nugroho BA, Purwaningsih E. Pengaruh diet ekstrak rumput laut (*Eucheuma sp*) dan insulin dalam menurunkan kadar glukosa darah tikus putih (*Rattus norvegicus*) hiperglikemik. *Media Medika Indonesia* Vol. 41 No. 1, 2006: 23-30.

Pratiwi, P., Amatiria, G., & Yamin, M. (2020). Pengaruh Stress Terhadap Kadar Gula Darah Sewaktu Pada Pasien Diabetes Melitus Yang Menjalani Hemodialisa. *Jurnal Kesehatan*, v (1), 11–16.

Price, S.A., dan Wilson, L. M. 2006. Patofisiologi: Konsep Klinis Proses-proses Penyakit, E/6, Vol. 2. Jakarta: EGC.

Purnamasari, E. (2018). Pengaruh Merokok terhadap Viskositas Darah. *Majalah Kesehatan Pharmamedika*, 10(1), 047.
<https://doi.org/10.33476/mkp.v10i1.687>

Pustaka, T., Mangara, Y., Siahaan, T., & Dwiputra Wiradarma, H. (2018). *the Role of Radiofrequency Ablation as Minimal Intervention in Managing Chronic Pain*. 35(4), 310.

Quthub, Sayyid. 2001. Tafsir Fi Zhilalil Quran Jilid 1 Terj. Edited by As'ad Yasin and Abdul Aziz Salim. Jakarta: Gema Insani.

Rakhmadi, D. (2021). Performa Mencit Jantan (Mus Musculus) Umur 28-63 Hari Pada Alas Kandang Sekam, Pasir Dan Zeolit Dengan Dan Tanpa Sekat Alas. *Jurnal Zeolit Indonesia*, 8(2), 53–65.

- Restusari, L., Arifin, H., & ... (2014). Pengaruh Fraksi Air Ekstrak Etanol Daun Salam (*Syzygium polyanthum* Wight.) Terhadap kadar asam urat darah pada tikus putih jantan hiperurisemia *Terkini Sains Farmasi ...*, January. <https://doi.org/10.13140/2.1.4596.1282>
- Riyadina, W. (1997). *157972-ID-efek-biologis-dari-paparan-radiasi-elekt.pdf*. <https://www.neliti.com/publications/157972/efek-biologis-dari-paparan-radiasi-elektromagnetik>
- Riyanto dan Agustiningsih. 2018. Electrochemical disinfection of coliform and *Escherichia coli* for drinking water treatment by electrolysis method using carbon as an electrode.
- Rosares, V. E., & Boy, E. (2022). Pemeriksaan Kadar Gula Darah untuk Screening Hiperglikemia dan Hipoglikemia. *Jurnal Implementa Husada*, 3(2), 65–71. <https://doi.org/10.30596/jih.v3i2.11906>
- Rumtal, H., Ngitung, R., & Mu'nisa, A. (2019). Pengaruh Pemberian Tepung Tempe terhadap Kadar Kolesterol Total Darah Mencit (*Mus musculus*) Hiperkolesterol BIONATURE. *Jurnal Biomature*, 20(2), 116–122.
- Sari, I., & Fadjri, T. K. (2021). Hubungan Pola Makan dengan Kadar Kolesterol pada Orang Dewasa di Puskesmas Batoh Kecamatan Lueng Bata Kota Banda Aceh Tahun 202. *Majalah Kesehatan Masyarakat Aceh (MaKMA)*, 4(April), 106–110.
- Sholihah, D., & Qomariyah, N. (2021). Pengaruh Ekstrak Daun Jambu Mete Terhadap Kadar Asam Urat dan Histopatologi Ginjal Mencit Diabetes. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 10(3), 356–365. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v10n3.p356-365>
- Sihotang, T. F., Agung, A., Jayawardhita, G., & Ketut Berata, I. (2019). Efektivitas Pemberian Gel Ekstrak Daun Binahong Terhadap Kepadatan Kolagen pada Penyembuhan Luka Insisi Mencit Diabetes (THE EFFECT OF EXTRACT BINAHONG LEAVES GEL ON COLLAGEN'S DENSITY IN WOUND HEALING INCISION OF DIABETES MENCIT). *Indonesia Medicus Veterinus Juli*, 8(4), 2477–6637. <https://doi.org/10.19087/imv.2019.8.4.456>
- Siregar, A. A., Harahap, U., & Mardianto, M. (2017). EKSTRAK ETANOL DAUN SIRIH MERAH (*Piper crocatum*) MENURUNKAN KADAR GULA DARAH MENCIT DIABETES. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 1(1), 42. <https://doi.org/10.51352/jim.v1i1.10>
- Soedoyo, Peter. 1999. Fisika Dasar. Yogyakarta: PT Ganeca Exact.
- Soegondo. 2015. *Penatalaksanaan Diabetes Mellitus Terpadu*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI.
- Stadler, A. M., Digel, I., Artmann, G. M., Embs, J. P., Zaccari, G., & Büldt, G. (2008). Hemoglobin dynamics in red blood cells: Correlation to body

- temperature. *Biophysical Journal*, 95(11), 5449–5461. <https://doi.org/10.1529/biophysj.108.138040>
- Studiawan, H., & Santosa, M. H. (2005). Uji aktivitas penurunan kadar glukosa darah ekstrak daun eugenia polyantha pada mencit yang di induksi aloksan. *Jurnal Media Kedokteran Hewan*, 21(2), 62-65.
- Suryanto, I., & Puspita, I. D. (2020). Hubungan Asupan Karbohidrat dan Lemak dengan Gejala Hipoglikemia Pada Remaja Di SMA Sejahtera 1 Depok. *Ghidza: Jurnal Gizi Dan Kesehatan*, 4(2), 197–205. <https://doi.org/10.22487/ghidza.v5i2.130>
- Susanti, Meila. 2013. *Perbandingan Terapi Radiofrekuensi disertai Steroid Topikal dan Steroid Topikal Saja pada Rinitis Alergi Pasien*. Jakarta: Medical Research Unit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Sutrisno. 1979. *Fisika Dasar Gelombang dan Optik*. Bandung: ITB.
- Swamardika, I. B. A. (2009). PENGARUH RADIASI GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK TERHADAP KESEHATAN MANUSIA (Suatu Kajian Pustaka). *Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Terhadap Kesehatan Manusia*, 8(1), 1–4.
- Tajudin, T., Faradiba, V., & Nugroho, I. D. W. (2019). Analisis Kombinasi Penggunaan Obat pada Pasien Jantung Koroner dengan Penyakit Penyerta di Rumah Sakit X Cilacap tahun 2019. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 6–13. Retrieved from <http://ejournal.stikesalirsyadclp.ac.id/index.php/jp%0AAnalisis>
- Tandra. 2009. *Segala Sesuatu yang Harus Anda Ketahui tentang Diabetes*. Jakarta: Kompas Gramedia.
- Taufik, Imam, dkk. 2014. *Energi Listrik dan Penghematannya*. Ebook of Gramedia Widiasarana. <https://books.google.co.id/books/id>. Tanggal akses 10 Oktober 2023.
- Tirono, M., Hananto, F. S., & Abtokhi, A. (2021). Pulse Voltage Electrical Stimulation for Bacterial Inactivation and Wound Healing in Mice with Diabetes. *Avicenna Journal of Medical Biotechnology*, 14(1), 95–101. <https://doi.org/10.18502/ajmb.v14i1.8175>
- Utama, F. W., Herawati, S., & Wandu, I. N. (2021). Gambaran rasio profil lipid pada pasien penyakit jantung koroner di rsup sanglah periode januari-juni 2018. *Jurnal Medika Udayana*, 10(4), 23–28.
- Vanneste, T., Van Lantschoot, A., Van Boxem, K., & Van Zundert, J. (2017). Pulsed radiofrequency in chronic pain. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 30(5), 577–582. <https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000502>
- Walczyńska, A., & Sobczyk, Ł. (2017). The underestimated role of temperature–oxygen relationship in large-scale studies on size-to-temperature response. *Ecology and Evolution*, 7(18), 7434–7441. <https://doi.org/10.1002/ece3.3263>

- Werdani, A. R., & Triyanti. (2014). Asupan Karbohidrat sebagai Faktor Dominan yang Berhubungan dengan Kadar Gula Darah Puasa (Carbohydrate Intake as a Dominant Factor Related to Fasting Blood Glucose Level). *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(1), 71–77.
- Wijayanti, A. R., & Qomariyah, N. (2023). Pengaruh Ekstrak Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) terhadap Kadar Hemoglobin dan Histopatologi Hepar Mencit Diabetes. *LenteraBio*, 12(1), 14–24. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index14>
- Winarsih, W., Wientarsih, I., & Sutardi, L. N. (2012). Aktivitas salep ekstrak rimpang kunyit dalam proses persembuhan luka pada mencit yang diinduksi diabetes. *Jurnal Veteriner*, 13(3), 242–250.
- Yang, S., & Chang, M. C. (2020). Effect of bipolar pulsed radiofrequency on chronic cervical radicular pain refractory to monopolar pulsed radiofrequency. *Annals of Cardiothoracic Surgery*, 9(2), 169–174. <https://doi.org/10.21037/apm.2020.02.19>
- Yuan, R. A. (2019). EFEKTIVITAS BUNGA WIJAYA KUSUMA (*Epiphyllum oxypetalum*) TERHADAP PENURUNAN KADAR ASAM URAT TIKUS WISTAR. *The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, 2(2), 37. <https://doi.org/10.30651/jmlt.v2i2.2584>

LAMPIRAN

LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Penelitian



Alat Radio-Frekuensi



Penimbangan BB mencit



Induksi aloksan



Pencukuran bulu mencit



Pemaparan aliran arus listrik radio-frekuensi pada hewan coba



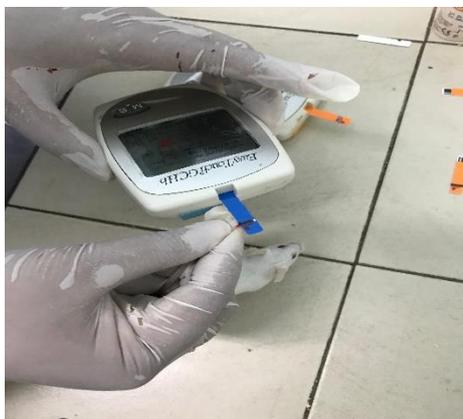
Pembuatan larutan aloksan



Penimbangan bubuk aloksan



Hewan coba



Pengecekan kadar kolesterol



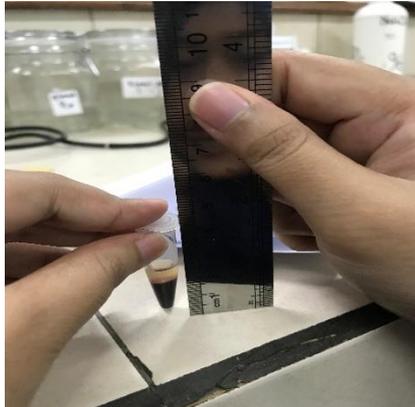
Pengecekan kadar asam urat



Pengecekan kadar glukosa darah



Pengambilan darah melalui sinus orbital



Pengukuran hematokrit



Viskositas darah mencit setelah disentrifuse

Lampiran 2. Perhitungan Dosis Aloksan

$$1 \text{ gr} = 1000\text{mg}$$

$$168 \text{ mg/Kg BB}$$

$$168 \text{ mg}/1000 \times 25 \text{ gr} = 4,2 \text{ mg}/25 \text{ gr}$$

$$4,2 \times 2 \text{ kali dosis} = 8,4 \text{ mg}/25\text{gr}$$

$$8,4 \times 21 \text{ mencit} = 176,4 \text{ mg}$$

$$\text{NaCl } 1\text{ml}/\text{mencit}$$

Lampiran 3. Perhitungan Persentase Viskositas Darah

$$\text{Rumus: } \% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100$$

$$y = 1,5 + 0,0708x - 0,0019x^2 + (4 \times 10^{-5}) x^3$$

1. Perhitungan kelompok 0V selama 3 menit

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{1,4}{2} \times 100 = 70\%$

$$y = 1,5 + 0,0708(70) - 0,0019(70)^2 + (4 \cdot 10^{-5})(70)^3 = 10,866 \text{ mPa.s}$$

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{0,9}{1,4} \times 100 = 64,29\%$

$$y = 1,5 + 0,0708(64,29) - 0,0019(64,29)^2 + (4 \cdot 10^{-5})(64,29)^3 = 8,827 \text{ mPa.s}$$

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{1}{1,5} \times 100 = 66,6\%$

$$y = 1,5 + 0,0708(66,6) - 0,0019(66,6)^2 + (4 \cdot 10^{-5})(66,6)^3 = 9,604 \text{ mPa.s}$$

2. Perhitungan kelompok 0V selama 5 menit

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{1,4}{2} \times 100 = 70\%$

$$y = 1,5 + 0,0708(70) - 0,0019(70)^2 + (4 \cdot 10^{-5})(70)^3 = 10,866 \text{ mPa.s}$$

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{0,9}{1,4} \times 100 = 64,29\%$

$$y = 1,5 + 0,0708(64,29) - 0,0019(64,29)^2 + (4 \cdot 10^{-5})(64,29)^3 = 8,827 \text{ mPa.s}$$

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{1}{1,5} \times 100 = 66,6\%$

$$y = 1,5 + 0,0708(66,6) - 0,0019(66,6)^2 + (4 \cdot 10^{-5})(66,6)^3 = 9,604 \text{ mPa.s}$$

3. Perhitungan kelompok 1V selama 3 menit

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{1}{1,5} \times 100 = 66,6\%$

$$y = 1,5 + 0,0708 (66,6) - 0,0019 (66,6)^2 + (4 \cdot 10^{-5}) (66,6)^3 = 9,604 \text{ mPa.s}$$

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{0,9}{1,5} \times 100 = 60\%$

$$y = 1,5 + 0,0708 (60) - 0,0019 (60)^2 + (4 \cdot 10^{-5}) (60)^3 = 7,548 \text{ mPa.s}$$

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{1}{1,6} \times 100 = 62,5\%$

$$y = 1,5 + 0,0708 (62,5) - 0,0019 (62,5)^2 + (4 \cdot 10^{-5}) (62,5)^3 = 8,268 \text{ mPa.s}$$

4. Perhitungan kelompok 1V selama 5 menit

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{0,9}{1,4} \times 100 = 64,28\%$

$$y = 1,5 + 0,0708 (64,28) - 0,0019 (64,28)^2 + (4 \cdot 10^{-5}) (64,28)^3 = 8,827 \text{ mPa.s}$$

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{1,4}{2,2} \times 100 = 63,63\%$

$$y = 1,5 + 0,0708 (63,63) - 0,0019 (63,63)^2 + (4 \cdot 10^{-5}) (63,63)^3 = 8,617 \text{ mPa.s}$$

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{1,3}{2} \times 100 = 65\%$

$$y = 1,5 + 0,0708 (65) - 0,0019 (65)^2 + (4 \cdot 10^{-5}) (65)^3 = 9,059 \text{ mPa.s}$$

5. Perhitungan kelompok 1,5V selama 3 menit

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{1}{1,5} \times 100 = 66,6\%$

$$y = 1,5 + 0,0708 (66,6) - 0,0019 (66,6)^2 + (4 \cdot 10^{-5}) (66,6)^3 = 9,604 \text{ mPa.s}$$

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{1}{1,6} \times 100 = 62,5\%$

$$y = 1,5 + 0,0708 (62,5) - 0,0019 (62,5)^2 + (4 \cdot 10^{-5}) (62,5)^3 = 8,268 \text{ mPa.s}$$

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{1}{1,7} \times 100 = 58,83\%$

$$y = 1,5 + 0,0708 (58,83) - 0,0019 (58,83)^2 + (4 \cdot 10^{-5}) (58,83)^3 = 7,233 \text{ mPa.s}$$

6. Perhitungan kelompok 1,5V selama 5 menit

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{1}{1,6} \times 100 = 62,5\%$

$$y = 1,5 + 0,0708 (62,5) - 0,0019 (62,5)^2 + (4 \cdot 10^{-5}) (62,5)^3 = 8,268 \text{ mPa.s}$$

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{0,9}{1,5} \times 100 = 60\%$

$$y = 1,5 + 0,0708 (60) - 0,0019 (60)^2 + (4 \cdot 10^{-5}) (60)^3 = 7,548 \text{ mPa.s}$$

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{0,8}{1,3} \times 100 = 61,54\%$

$$y = 1,5 + 0,0708 (61,54) - 0,0019 (61,54)^2 + (4 \cdot 10^{-5}) (61,54)^3 = 7,983 \text{ mPa.s}$$

7. Perhitungan kelompok 2V selama 3 menit

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{1,4}{2} \times 100 = 70\%$

$$y = 1,5 + 0,0708 (70) - 0,0019 (70)^2 + (4 \cdot 10^{-5}) (70)^3 = 10,866 \text{ mPa.s}$$

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{1}{1,4} \times 100 = 71,43\%$

$$y = 1,5 + 0,0708 (71,43) - 0,0019 (71,43)^2 + (4 \cdot 10^{-5}) (71,43)^3 = 11,441 \text{ mPa.s}$$

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{1,2}{1,6} \times 100 = 75\%$

$$y = 1,5 + 0,0708 (75) - 0,0019 (75)^2 + (4 \cdot 10^{-5}) (75)^3 = 12,997 \text{ mPa.s}$$

8. Perhitungan kelompok 2V selama 5 menit

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{1,1}{1,6} \times 100 = 68,75\%$

$$y = 1,5 + 0,0708 (68,75) - 0,0019 (68,75)^2 + (4 \cdot 10^{-5}) (68,75)^3 = 10,385 \text{ mPa.s}$$

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{1,2}{1,7} \times 100 = 70,59\%$

$$y = 1,5 + 0,0708 (70,59) - 0,0019 (70,59)^2 + (4 \cdot 10^{-5}) (70,59)^3 = 11,100 \text{ mPa.s}$$

- $\% \eta_{\text{darah}} = \frac{h_{\text{eritrosit}}}{h_{\text{darah}}} \times 100 = \frac{1,4}{2} \times 100 = 70\%$

$$y = 1,5 + 0,0708 (70) - 0,0019 (70)^2 + (4 \cdot 10^{-5}) (70)^3 = 10,866 \text{ mPa.s}$$

Lampiran 4. Data Hasil Penelitian

1. Data Hasil Pengukuran Kadar Kolesterol

Tegangan (V)	Waktu (menit)	Kadar Kolesterol (mg/dL)				SD
		1	2	3	Rata-rata	
0 V	3 menit	159	147	152	152,6	6,028
	5 menit					
1 V	3 menit	130	128	139	132,3	5,859
	5 menit	126	133	129	129,3	3,512
1,5 V	3 menit	124	137	135	132	7,000
	5 menit	111	99	99	103	6,928
2 V	3 menit	99	115	107	107	8,000
	5 menit	99	99	105	101	3,464

2. Data Hasil Pengukuran Kadar Asam Urat

Tegangan (V)	Waktu (menit)	Kadar Asam Urat (mg/dL)				SD
		1	2	3	Rata-rata	
0 V	3 menit	5,9	6,8	7,3	6,66	0,709
	5 menit					
1 V	3 menit	5,3	5,6	6,4	5,76	0,568
	5 menit	5,6	4,9	5,2	5,23	0,351
1,5 V	3 menit	5,5	5,6	5,8	5,63	0,152
	5 menit	2,9	2,9	3,5	3,10	0,346
2 V	3 menit	3,4	3,9	2,9	3,40	0,500
	5 menit	2,9	2,9	3,2	3,00	0,173

3. Data Hasil Pengukuran Kadar Glukosa Darah

Tegangan (V)	Waktu (menit)	Kadar Glukosa Darah (mg/dL)				SD
		1	2	3	Rata-rata	
0 V	3 menit	600	567	594	587	17,578
	5 menit					
1 V	3 menit	490	566	521	525,6	38,214
	5 menit	500	461	444	468,3	28,711
1,5 V	3 menit	483	491	461	478,3	15,535
	5 menit	424	439	450	437,6	13,051
2 V	3 menit	449	442	456	449	7,000
	5 menit	389	368	411	389,3	21,502

4. Data Hasil Pengukuran Viskositas Darah

Tegangan (V)	Waktu (menit)	Viskositas Darah (mPa.s)				SD
		1	2	3	Rata-rata	
0 V	3 menit	10,866	8,827	9,604	9,765	1,029
	5 menit	10,866	8,827	9,604	9,765	1,029
1 V	3 menit	8,827	8,617	9,059	8,834	0,221

Tegangan (V)	Waktu (menit)	Viskositas Darah (mPa.s)				SD
		1	2	3	Rata-rata	
	5 menit	9,604	7,548	8,268	8,473	1,043
	3 menit	9,604	8,268	7,233	8,368	1,188
1,5 V	5 menit	7,548	7,983	8,268	7,933	0,362
2 V	3 menit	10,866	11,441	12,997	11,768	1,102
	5 menit	10,385	11,100	10,866	10,783	0,364

Lampiran 5. Hasil Analisis Data Penelitian

1. Analisis Hasil Pengukuran Kadar Kolesterol Mencit Diabetes

Descriptive Statistics				
Dependent Variable: Kadar Kolesterol				
tegangan	waktu perlakuan	Mean	Std. Deviation	N
0	3 menit	152.67	6.028	3
	5 menit	152.67	6.028	3
	Total	152.67	5.391	6
1v	3 menit	132.33	5.859	3
	5 menit	129.33	3.512	3
	Total	130.83	4.622	6
1.5v	3 menit	132.00	7.000	3
	5 menit	103.00	6.928	3
	Total	117.50	17.062	6
2v	3 menit	107.00	8.000	3
	5 menit	101.00	3.464	3
	Total	104.00	6.419	6
Total	3 menit	131.00	17.868	12
	5 menit	121.50	22.569	12
	Total	126.25	20.490	24

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: kadar kolesterol					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9071.833 ^a	7	1295.976	35.466	.000
Intercept	382537.500	1	382537.500	10468.529	.000
tegangan	7742.833	3	2580.944	70.630	.000
waktu	541.500	1	541.500	14.819	.001
tegangan * waktu	787.500	3	262.500	7.184	.003
Error	584.667	16	36.542		
Total	392194.000	24			
Corrected Total	9656.500	23			

a. R Squared = ,939 (Adjusted R Squared = ,913)

kolesterol				
Duncan ^a				
tegangan waktu	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2v 5	3	101.00		
1.5v 5	3	103.00		
2v 3	3	107.00		
1v 5	3		129.33	
1.5v 3	3		132.00	
1v 3	3		132.33	
0v 3	3			152.67
0v 5	3			152.67
Sig.		.266	.573	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.				

2. Analisis Hasil Pengukuran Kadar Asam Urat Mencit Diabetes

Descriptive Statistics				
Dependent Variable: asam urat				
tegangan	waktu perlakuan	Mean	Std. Deviation	N
0	3menit	6.667	.7095	3
	5menit	6.667	.7095	3
	Total	6.667	.6346	6
1v	3menit	5.767	.5686	3
	5menit	5.233	.3512	3
	Total	5.500	.5138	6
1.5v	3menit	5.633	.1528	3
	5menit	3.100	.3464	3
	Total	4.367	1.4081	6
2v	3menit	3.400	.5000	3
	5menit	3.000	.1732	3
	Total	3.200	.4000	6
Total	3menit	5.367	1.3337	12
	5menit	4.500	1.6481	12
	Total	4.933	1.5316	24

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual for nilai	.102	24	.200*	.960	24	.439

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: asam urat					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	50.200 ^a	7	7.171	30.571	.000
Intercept	584.107	1	584.107	2489.975	.000
tegangan	39.907	3	13.302	56.706	.000
waktu	4.507	1	4.507	19.211	.000
tegangan * waktu	5.787	3	1.929	8.223	.002
Error	3.753	16	.235		
Total	638.060	24			
Corrected Total	53.953	23			

a. R Squared = ,930 (Adjusted R Squared = ,900)

Asam urat				
Duncan ^a				
tegangan waktu	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2v 5	3	3.000		
1.5v 5	3	3.100		
2v 3	3	3.400		
1v 5	3		5.233	
1.5v 3	3		5.633	
1v 3	3		5.767	
0v 3	3			6.667
0v 5	3			6.667
Sig.		.352	.219	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

3. Analisis Hasil Pengukuran Kadar Glukosa Darah Mencit Diabetes

Descriptive Statistics				
Dependent Variable: kadar glukosa				
tegangan	waktu	Mean	Std. Deviation	N
0v	3mnt	587.00	17.578	3
	5mnt	587.00	17.578	3
	Total	587.00	15.723	6
1v	3mnt	525.67	38.214	3
	5mnt	468.33	28.711	3
	Total	497.00	43.589	6
1.5v	3mnt	478.33	15.535	3
	5mnt	437.67	13.051	3
	Total	458.00	25.706	6
2v	3mnt	449.00	7.000	3
	5mnt	389.33	21.502	3
	Total	419.17	35.673	6
Total	3mnt	510.00	57.851	12
	5mnt	470.58	78.196	12
	Total	490.29	70.216	24

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: kadar glukosa					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	105745.625 ^a	7	15106.518	31.590	.000
Intercept	5769262.042	1	5769262.042	12064.328	.000
tegangan	92994.125	3	30998.042	64.821	.000
waktu	9322.042	1	9322.042	19.494	.000
tegangan * waktu	3429.458	3	1143.153	2.390	.107
Error	7651.333	16	478.208		
Total	5882659.000	24			
Corrected Total	113396.958	23			

a. R Squared = ,933 (Adjusted R Squared = ,903)

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual for nilai	.113	24	.200*	.980	24	.903

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

ANOVA					
Glukosa darah					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	92994.125	3	30998.042	30.386	.000
Within Groups	20402.833	20	1020.142		
Total	113396.958	23			

Glukosa Darah					
Duncan ^a					
tegangan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
2v	6	419.17			
1.5v	6		458.00		
1v	6			497.00	
0v	6				587.00
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6,000.



**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

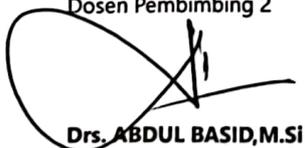
NIM : 200604110045
 Nama : ZIDNY EMERALDA SALSABILA
 Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
 Jurusan : FISIKA
 Dosen Pembimbing 1 : Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si
 Dosen Pembimbing 2 : Drs. ABDUL BASID,M.Si
 Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : PENGARUH ARUS RADIO-FREKUENSI TERHADAP KADAR KOLESTEROL, ASAM URAT, GLUKOSA, DAN VISKOSITAS DARAH MENCIT DIABETES

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	18 September 2023	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi mengenai judul skripsi.	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
2	25 Oktober 2023	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi terkait Bab I, II, dan III.	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
3	29 Oktober 2023	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi mengenai Bab I (revisi).	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
4	02 November 2023	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi terkait bab I (revisi).	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
5	05 Desember 2023	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi mengenai induktan diabetes yang akan dipakai.	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
6	23 Januari 2024	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Pematangan materi sebelum memulai penelitian.	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
7	28 Maret 2024	Drs. ABDUL BASID,M.Si	Konsultasi mengenai integrasi al-qur'an terkait penelitian yang dilakukan.	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
8	21 Mei 2024	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi mengenai bab IV.	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
9	23 Mei 2024	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi mengenai grafik pada bab IV.	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
10	25 Mei 2024	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi mengenai grafik pada bab IV.	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
11	27 Mei 2024	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	Konsultasi mengenai grafik pada bab IV.	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
12	28 Mei 2024	Drs. ABDUL BASID,M.Si	Konsultasi mengenai integrasi al-qur'an dengan penelitian yang dilakukan.	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2


Drs. ABDUL BASID,M.Si

Malang, _____
Dosen Pembimbing 1


Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si

