

SKRIPSI

**PENGARUH HIPERTRIGLISERIDEMIA TERHADAP PEMERIKSAAN
*OSMOTIC FRAGILITY TEST***



RABIHA AL HUSNA RAMBE

NIM. P71342325168

**PRODI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENTERIAN KESEHATAN YOGYAKARTA
TAHUN 2026**

SKRIPSI

**PENGARUH HIPERTRIGLISERIDEMIA TERHADAP PEMERIKSAAN
*OSMOTIC FRAGILITY TEST***

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis



RABIHA AL HUSNA RAMBE

NIM. P71342325168

**PRODI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENTERIAN KESEHATAN YOGYAKARTA
TAHUN 2026**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

SKRIPSI

Pengaruh Hipertrigliseridemia terhadap Pemeriksaan *Osmotic Fragility Test*

The Effect of Hypertriglyceridemia on the Osmotic Fragility Test

Disusun Oleh:

RABIHA AL HUSNA RAMBE

NIM. P71342325168



Pembimbing Utama,



Dra. Rita Rena Pudyastuti. M.Kes
NIP. 196805231994032002

Pembimbing Pendamping,



Zulfikar Husni Faruq. S.ST. M. Si
NIP. 198907252019021001

Yogyakarta, 25 Mei 2026

Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis

Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Yogyakarta



Muji Rahayu. S.Si. Apt. M.Sc
NIP. 196606151985112001

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**PENGARUH HIPERTRIGLISERIDEMIA TERHADAP
PEMERIKSAAN *OSMOTIC FRAGILITY TEST***

Disusun Oleh:

RABIHA AL HUSNA RAMBE

NIM. P71342325168

Telah dipertahankan dalam seminar didepan dewan penguji

Pada tanggal: 25 Juni 2026

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Ketua,

Bambang Supriyanta, S.Si, M.Sc

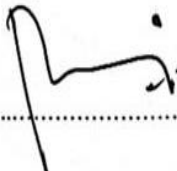
NIP. 196204101984031003

(.....) 

Anggota,

Dra. Rita Rena Pudyastuti. M.Kes

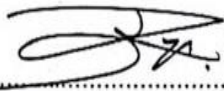
NIP. 196805231994032000

(.....) 

Anggota,

Zulfikar Husni Faruq, S.ST, M. Si

NIP. 198907252019021001

(.....) 

Yogyakarta, 25 Juni 2026

Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis

Politeknik Kesehatan Kementrian Kesehatan Yogyakarta


Muji Rahayu, S.Si, Apt, M.Sc
NIP. 196606151985112001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Rabiha Al Husna Rambe

NIM : P71342325168

Tanda Tangan :



Tanggal : 26 Juni 2026

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rabiha Al Husna Rambe

NIM : P71342325168

Program Studi : Sarjana Terapan

Jurusan : Teknologi Laboratorium Medis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Poltekkes Kemenkes Yogyakarta **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas Skripsi saya yang berjudul :

“Pengaruh Hipertrigliseridemia terhadap Pemeriksaan *Osmotic Fragility Test*”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Poltekkes Kemenkes Yogyakarta berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta

Pada tanggal : 26 Juni 2026.

Yang menyatakan,


Rabiha Al Husna Rambe

ABSTRAK

Latar Belakang : Hipertrigliseridemia merupakan kondisi peningkatan kadar trigliserida dalam darah yang dapat memengaruhi stabilitas membran eritrosit. Perubahan membran eritrosit dapat meningkatkan fragilitas osmotik eritrosit sehingga eritrosit lebih mudah mengalami hemolisis. Pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT) digunakan untuk menilai ketahanan eritrosit terhadap tekanan osmotik.

Tujuan Penelitian : Untuk mengetahui hubungan kadar trigliserida terhadap hasil *Osmotic Fragility Test* (OFT) pada pasien hipertrigliseridemia di Puskesmas Jetis Kota Yogyakarta.

Metode Penelitian : Penelitian ini merupakan penelitian analitik observasional dengan pendekatan *cross sectional*. Sampel penelitian berjumlah 35 responden yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Pemeriksaan kadar trigliserida dilakukan menggunakan metode enzimatis, sedangkan pemeriksaan OFT menggunakan metode Dacie untuk menentukan awal hemolisis dan hemolisis lengkap eritrosit. Analisis data menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk, uji korelasi Pearson, dan regresi linear sederhana.

Hasil Penelitian : Hasil penelitian menunjukkan rata-rata kadar trigliserida sebesar 222,69 mg/dL, nilai awal hemolisis sebesar 0,4600%, dan hemolisis lengkap sebesar 0,2929%. Hasil uji korelasi menunjukkan terdapat hubungan signifikan antara kadar trigliserida dengan awal hemolisis eritrosit ($r = -0,870$; $p < 0,001$) dengan kekuatan hubungan sangat kuat dan arah negatif. Hubungan antara kadar trigliserida dengan hemolisis lengkap eritrosit menunjukkan nilai ($r = -0,441$; $p = 0,008$) dengan kekuatan hubungan sedang dan arah negatif. Hasil regresi linear menunjukkan kadar trigliserida memberikan pengaruh sebesar 75,7% terhadap awal hemolisis dan 19,5% terhadap hemolisis lengkap eritrosit.

Kesimpulan : Kadar trigliserida berhubungan signifikan dengan hasil *Osmotic Fragility Test* (OFT) pada pasien hipertrigliseridemia. Peningkatan kadar trigliserida memengaruhi fragilitas osmotik eritrosit sehingga eritrosit lebih mudah mengalami hemolisis.

Kata Kunci : Hipertrigliseridemia, Trigliserida, *Osmotic Fragility Test*, Eritrosit, Hemolisis

ABSTRACT

Background: Hypertriglyceridemia is a condition characterized by elevated triglyceride levels in the blood which may affect the stability of the erythrocyte membrane. Changes in the erythrocyte membrane can increase erythrocyte osmotic fragility, causing erythrocytes to undergo hemolysis more easily. The Osmotic Fragility Test (OFT) is used to assess erythrocyte resistance to osmotic pressure.

Objective: To determine the relationship between triglyceride levels and the results of the Osmotic Fragility Test (OFT) in patients with hypertriglyceridemia at Jetis Primary Health Center, Yogyakarta City.

Methods: This study was an observational analytic study with a cross-sectional approach. The study sample consisted of 35 respondents selected using purposive sampling technique. Triglyceride levels were examined using the enzymatic method, while the OFT examination was performed using the Dacie method to determine the onset of hemolysis and complete hemolysis of erythrocytes. Data analysis was conducted using the Shapiro-Wilk normality test, Pearson correlation test, and simple linear regression.

Results: The results showed that the mean triglyceride level was 222.69 mg/dL, the mean onset of hemolysis was 0.4600%, and complete hemolysis was 0.2929%. Correlation analysis showed a significant relationship between triglyceride levels and the onset of erythrocyte hemolysis ($r = -0.870$; $p < 0.001$) with a very strong negative correlation. The relationship between triglyceride levels and complete erythrocyte hemolysis showed a moderate negative correlation ($r = -0.441$; $p = 0.008$). Linear regression analysis showed that triglyceride levels contributed 75.7% to the onset of hemolysis and 19.5% to complete hemolysis.

Conclusion: Triglyceride levels were significantly associated with the results of the Osmotic Fragility Test (OFT) in patients with hypertriglyceridemia. Increased triglyceride levels affect erythrocyte osmotic fragility, causing erythrocytes to undergo hemolysis more easily.

Keywords: Hypertriglyceridemia, Triglycerides, Osmotic Fragility Test, Erythrocytes, Hemolysis

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul *“Pengaruh Hipertrigliseriemia terhadap Pemeriksaan Osmotic Fragility Test”*. Skripsi ini terwujud atas bimbingan, pengarahan dan bantuan dari berbagai pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu dan pada kesempatan ini penulis menyatakan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Iswanto, S.Pd., M.Kes. selaku Direktur Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk bisa menyelesaikan pendidikan akhir Program Studi S.Tr Teknologi Laboratorium Medis.
2. Muji Rahayu, S.Si, Apt, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Yogyakarta, yang telah memberikan arahan, dukungan, dan kemudahan dalam proses penyusunan skripsi ini.
3. Sujono, SKM, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Yogyakarta, yang telah memberikan bimbingan, dukungan, serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat disusun dan diajukan sesuai ketentuan yang berlaku.
4. Dra. Rita Rena Pudyastuti, M.Kes., selaku Pembimbing Utama dan yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan bimbingan, arahan,serta masukan selama penyusunan skripsi ini.
5. Zulfikar Husni Faruq, S.ST, M.Si., selaku Pembimbing Pendamping, yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bambang Supriyanta, S.Si, M.Sc., selaku Dewan Penguji, yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini.
7. Kepala dan seluruh staf Puskesmas Jetis, yang telah meberikan izin, bantuan, dukungan, serta kerja sama selama pelaksanaan penelitian sehingga penelitian dan penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan baik.

8. Teristimewa Kepada Kedua Orang Tua Saya, Bapak Normal Rambe dan Ibu Willi Sahana yang menjadi saksi perjuangan perjalanan penulis dalam menyelesaikan pendidikan dan penulisan skripsi ini. Kepada Abang, Kakak, dan Adik-adik Penulis Pikri, Raudho, Rabina, dan Rahmad serta semua keluarga besar yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan.
9. Seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penulisan Skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna, namun diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang Teknologi Laboratorium Medis.

Yogyakarta, Mei 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
F. Keaslian Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Telaah Pustaka	7
B. Kerangka Teori.....	15
C. Hubungan Antar Variabel	16
D. Hipotesis Penelitian.....	17
BAB III METODE PENELITIAN	18
A. Jenis Penelitian dan Desain Penelitian.....	18
B. Alur Penelitian	19
C. Subjek dan Objek Penelitian	19
D. Waktu dan Tempat Penelitian	23
E. Variabel Penelitian	24
F. Definisi Operasional Variabel Penelitian.....	24
G. Jenis dan Teknik Pengumpulan Data	25
H. Instrumen dan Bahan Penelitian.....	26
I. Uji Validasi Instrumen	28
J. Prosedur Penelitian	28
K. Manajemen Data	32
L. Etika Penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
A. Hasil Penelitian.....	34
B. Pembahasan.....	39

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
A.Kesimpulan.....	44
B. Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Membran Eritrosit	12
Gambar 2. Kerangka Teori.....	16
Gambar 3. Hubungan Antar Variabel	17
Gambar 4. Desain Penelitian	18
Gambar 5. Alur Penelitian.....	19

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2. Definisi Operasional	24
Tabel 3. Alat Penelitian.....	26
Tabel 4. Manajemen Data	32
Tabel 5. Karakteristik Responden.....	35
Tabel 6. Rata-rata Nilai Awal Hemolisis dan Akhir Hemolisis Berdasarkan Kelompok Trigliserida.....	36
Tabel 7. Hasil Analisis Statistik Deskriptif dan Uji Normalitas Variabel	37
Tabel 8. Hasil Uji Korelasi dan Regresi.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Ethical Clearence	49
Lampiran 2. Surat Izin Penelitian.....	50
Lampiran 3. Surat Selesai Penelitian	51
Lampiran 4. Hasil Penelitian.....	52
Lampiran 5. Hasil SPSS.....	53
Lampiran 6. Lembar Persetujuan	55
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian.....	56

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ahli Teknologi Laboratorium Medis (ATLM) merupakan tenaga kesehatan yang berperan penting dalam menyediakan data hasil pemeriksaan laboratorium yang akurat untuk menunjang pencegahan penyakit, penegakan diagnosis, pemantauan terapi, serta rehabilitasi pasien. Menurut (Kemenkes 2020), ATLM bertanggung jawab dalam melakukan pemeriksaan laboratorium, mengoperasikan dan memelihara alat, menjamin mutu hasil pemeriksaan, serta melaporkan hasil secara tepat waktu kepada dokter penanggung jawab pelayanan. Berbagai pemeriksaan kimia klinik, hematologi, dan imunologi yang dikerjakan ATLM saat ini banyak menggunakan instrumen berbasis fotometri atau spektrofotometri, sehingga pemahaman terhadap prinsip kerja alat dan kualitas sampel menjadi sangat penting.

Salah satu pemeriksaan kimia klinik yang sering dilakukan oleh ATLM adalah pemeriksaan kadar trigliserida sebagai bagian dari profil lipid. Pemeriksaan ini umumnya menggunakan metode enzimatik dengan pembacaan absorbansi menggunakan alat kimia klinik berbasis spektrofotometri. Trigliserida sendiri merupakan salah satu bentuk utama lemak dalam darah yang berperan sebagai sumber energi dan cadangan lemak tubuh. Oleh karena itu, pemeriksaan trigliserida dilakukan tidak hanya untuk menilai status metabolisme lipid, tetapi juga untuk membantu menilai risiko penyakit kardiovaskular dan sindrom metabolik pada pasien (Jombang 2025).

Hipertrigliseridemia dapat timbul akibat kombinasi faktor genetik dan gaya hidup, seperti pola makan tinggi lemak, obesitas, kurang aktivitas fisik, kebiasaan merokok, serta penyakit penyerta seperti diabetes melitus. Kondisi ini tidak hanya berdampak pada pembuluh darah, tetapi juga memengaruhi karakteristik fisik darah (Rygiel 2018).

Dalam darah utuh (*whole blood*), perubahan yang disebabkan oleh gangguan metabolik lipid tidak selalu menghasilkan perbedaan yang terlihat secara visual. Namun demikian, keadaan hipertrigliseridemia berpotensi memengaruhi lingkungan biokimia plasma serta interaksi lipid dengan membrane eritrosit. Eritrosit memiliki membran yang tersusun dari fosfolipid, kolesterol, dan protein, sehingga perubahan komposisi lipid dalam lingkungan plasma secara teoritis dapat mengubah fleksibilitas dan stabilitas membran eritrosit. Jika membran menjadi lebih kaku atau rapuh, eritrosit akan lebih mudah pecah saat mengalami perubahan tekanan osmotik (Yamaguchi & Ishimatu 2020).

Perubahan pada membran eritrosit tidak hanya dipengaruhi oleh genetik, tetapi juga oleh kondisi biokimia yang memengaruhi komposisi dan integritas lipid membran. Dalam kajian literturnya, (Igbokwe 2018) menjelaskan bahwa fragilitas osmotik eritrosit merupakan hasil interaksi berbagai faktor yang memengaruhi stabilitas membran sel darah merah, termasuk komposisi lipid membran, keseimbangan elektrolit, serta proses peroksidasi lipid. Ketidakseimbangan lipid membran dapat menyebabkan gangguan pada struktur bilayer fosfolipid dan protein membran, sehingga menurunkan kemampuan

eritrosit untuk mempertahankan integritas sel saat terpapar perubahan tekanan osmotik. Kondisi tersebut berkontribusi terhadap meningkatnya kerentanan eritrosit terhadap hemolisis dalam larutan hipotonik, yang tercermin dari peningkatan nilai fragilitas osmotik eritrosit (Igbokwe 2018).

Pada pasien dengan hipertrigliseridemia, kadar lipid yang tinggi dalam plasma berpotensi menyebabkan perubahan viskositas darah serta modifikasi komposisi lipid membran eritrosit, yang pada akhirnya dapat memengaruhi kerentanan eritrosit terhadap hemolisis osmotik (Niesor *et al.* 2022). Oleh karena itu, pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* pada pasien hipertrigliseridemia menjadi menarik untuk dikaji sebagai upaya memahami dampak tidak langsung gangguan metabolik terhadap stabilitas eritrosit, meskipun pemeriksaan ini bukan merupakan uji rutin pada kondisi tersebut.

Berdasarkan pengalaman peneliti selama melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Rumah Sakit, pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* belum dilakukan secara rutin, bahkan jarang tersedia, karena keterbatasan alat, reagen, serta rendahnya permintaan klinis. Pemeriksaan hematologi yang dilakukan umumnya terbatas pada pemeriksaan rutin seperti hitung darah lengkap, LED, dan pemeriksaan kimia klinik dasar. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara teori yang dipelajari di institusi pendidikan dengan praktik di lapangan, khususnya terkait pemeriksaan hematologi lanjutan.

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Hipertrigliseridemia terhadap Pemeriksaan *Osmotic Fragility Test*”.

B. Rumusan Masalah

Apakah kadar trigliserida pada pasien hipertrigliseridemia berpengaruh terhadap hasil pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT) ?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui pengaruh kadar trigliserida pada pasien hipertrigliseridemia terhadap hasil pemeriksaan *Osmotic Fragility Test*.

2. Tujuan Khusus

Untuk mengetahui hubungan antara kadar trigliserida dan hasil pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT) pada pasien hipertrigliseridemia menggunakan analisis regresi linear sederhana.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoritis dalam bidang hematologi dan ilmu laboratorium klinik, khususnya terkait pemahaman mengenai pengaruh gangguan metabolik lipid terhadap stabilitas eritrosit.

2. Manfaat Praktis

Penelitian dapat meningkatkan kewaspadaan analis kesehatan terhadap kemungkinan pengaruh gangguan metabolik lipid terhadap stabilitas eritrosit, sehingga membantu meminimalkan risiko kesalahan interpretasi hasil pemeriksaan dan mendukung peningkatan mutu pelayanan laboratorium.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam bidang hematologi pada Program Studi Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. Subjek penelitian adalah pasien dengan hipertrigliseridemia, yaitu pasien yang memiliki kadar trigliserida di atas nilai rujukan laboratorium dan melakukan pemeriksaan trigliserida di Puskesmas Jetis Kota Yogyakarta pada periode penelitian.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kadar trigliserida serum (mg/dL) pada pasien hipertrigliseridemia, sedangkan variabel terikat adalah hasil pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT) yang dilakukan dengan metode Dacie (pemeriksaan tabung seri NaCl hipotonik dengan penilaian kekeruhan supernatan secara visual). Analisis dilakukan untuk menilai pengaruh variasi kadar trigliserida terhadap hasil OFT pada kelompok pasien hipertrigliseridemia tersebut.

F. Keaslian Penelitian

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

Komponen	Penelitian 1	Penelitian 2
Peneliti (Tahun)	Yilin Song dan Michael D Jensen. (2021)	Jean-Frederic Brun dkk. (2022)
Judul	<i>Red Blood Cell Triglycerides: A Unique Pool That Incorporates Plasma-Free Fatty Acids and Relates to Metabolic Health</i>	<i>Metabolic Influences modulating Erythrocyte Deformability and Eryptosis</i>
Variabel/ Parameter	Trigliserida eritrosit (RBC-TG), Plasma <i>free fatty acids</i> , Profil asam lemak eritrosit	Metabolisme lipid, konsentrasi lipid darah, deformabilitas eritrosit
Persamaan	Sama-sama meneliti mengenai metabolisme lipid/trigliserida	Sama-sama membahas pengaruh metabolisme

Komponen	Penelitian 1	Penelitian 2
	yang berhubungan dengan lipid terhadap kondisi eritrosit dan membran eritrosit. Kedua penelitian juga membahas perubahan membran eritrosit dan fragilitas eritrosit terhadap kondisi dan stabilitas eritrosit.	lipid terhadap kondisi eritrosit, khususnya perubahan membran eritrosit dan fragilitas eritrosit.
Perbedaan/Kebaruan	Perbedaan penelitian ini terletak pada variabel dan parameter pemeriksaan. Penelitian sebelumnya meneliti trigliserida eritrosit (RBC-TG), profil asam lemak eritrosit, dan metabolisme hubungan kadar trigliserida dengan Osmotic Fragility Test (OFT) yang meliputi awal hemolisis dan hemolisis lengkap eritrosit.	Penelitian sebelumnya meneliti pengaruh metabolisme lipid secara umum terhadap deformabilitas eritrosit dan eryptosis, sedangkan penelitian ini secara khusus meneliti hubungan kadar trigliserida dengan Osmotic Fragility Test (OFT) yang meliputi awal hemolisis dan hemolisis lengkap eritrosit.

Berbeda dengan penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini secara khusus menilai pengaruh variasi kadar trigliserida pada pasien hipertrigliseridemia terhadap hasil *Osmotic Fragility Test* (OFT) menggunakan analisis regresi linear sederhana, tanpa membandingkan dengan kelompok normotrigliseridemia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Hipertrigliseridemia

a. Pengertian Trigliserida dan Hipertrigliseridemia

Trigliserida merupakan salah satu jenis lemak (lipid) utama yang terdapat di dalam darah dan jaringan tubuh. Secara kimia, trigliserida tersusun atas satu molekul gliserol yang berikatan dengan tiga asam lemak, sehingga sering disebut juga lemak netral. Luna-castillo *et al.* (2022) menjelaskan bahwa trigliserida termasuk bentuk lemak yang paling banyak disimpan di jaringan adiposa dan berfungsi sebagai cadangan energi utama bagi tubuh.

Dalam konteks klinis, trigliserida merupakan salah satu komponen profil lipid yang biasa diperiksa bersama kolesterol total, HDL, dan LDL. Pemeriksaan trigliserida penting untuk menilai risiko gangguan metabolik dan penyakit kardiovaskular. Wierzbicki *et al.* (2022) menyebutkan bahwa peningkatan kadar trigliserida plasma berkaitan dengan peningkatan partikel lipoprotein kaya trigliserida dan berkontribusi terhadap risiko penyakit kardiovaskular. Secara fisiologis, trigliserida berasal dari dua sumber, yaitu eksogen (makanan berlemak yang diserap di usus dan dikemas dalam kilomikron) dan endogen (hasil sintesis di hati yang dikemas dalam *very low density*

lipoprotein/VLDL). Kelebihan asupan energi, terutama dari karbohidrat dan lemak, akan diubah menjadi trigliserida dan disimpan, sehingga bila produksi dan pemasukan melebihi pemecahan dan pemakaian, kadar trigliserida dalam darah dapat meningkat.

Keadaan ketika kadar trigliserida dalam darah melebihi nilai rujukan disebut hipertrigliseridemia. Menurut pedoman *Endocrine Society* yang disusun oleh Berglund *et al.* (2021), penilaian hipertrigliseridemia didasarkan pada kadar trigliserida puasa, di mana kadar ≥ 150 mg/dL sudah termasuk kategori meningkat, dan selanjutnya diklasifikasikan menjadi ringan, sedang, tinggi, hingga sangat tinggi sesuai rentang kadar trigliserida. Menurut Chris *et al.* (2020) menggambarkan hipertrigliseridemia sebagai suatu bentuk dislipidemia yang ditandai oleh akumulasi lipoprotein kaya trigliserida (misalnya VLDL besar dan kilomikron) dalam sirkulasi, sehingga kadar trigliserida plasma meningkat dan meningkatkan risiko aterosklerosis.

Menurut Wierzbicki *et al.* (2022) menegaskan bahwa hipertrigliseridemia merupakan bagian dari spektrum dislipidemia yang tidak hanya berhubungan dengan penyakit kardiovaskular, tetapi juga dengan risiko pankreatitis pada kadar yang sangat tinggi. Di Indonesia, Siregar *et al.* (2020) mendefinisikan hipertrigliseridemia sebagai kadar trigliserida yang berada di atas nilai rujukan laboratorium dan memasukkannya sebagai salah satu bentuk dislipidemia yang cukup sering ditemukan pada penduduk dewasa. Mereka menekankan bahwa

kadar trigliserida yang abnormal berkaitan dengan pola makan, obesitas, dan faktor metabolik lain yang dapat meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular.

Berdasarkan berbagai pendapat tersebut, dapat dirangkum bahwa trigliserida adalah lemak netral dalam darah yang tersusun dari gliserol dan tiga asam lemak serta berperan sebagai cadangan energi utama, sedangkan hipertrigliseridemia adalah suatu keadaan dislipidemia yang ditandai oleh peningkatan kadar trigliserida darah di atas nilai normal (umumnya ≥ 150 mg/dL), akibat akumulasi lipoprotein kaya trigliserida dalam sirkulasi, dan berhubungan dengan peningkatan risiko penyakit kardiovaskular maupun komplikasi metabolik lainnya.

Kondisi hipertrigliseridemia ini tidak hanya penting dari sisi klinis, tetapi juga berpotensi memengaruhi lingkungan plasma tempat eritrosit berada. Peningkatan partikel lipoprotein kaya trigliserida dapat mengubah profil lipid plasma dan diduga berinteraksi dengan membran eritrosit sehingga memengaruhi komposisi lipid membran (misalnya rasio kolesterol dan fosfolipid), fleksibilitas, serta stabilitas eritrosit. Perubahan tersebut berpotensi memengaruhi ketahanan eritrosit terhadap stres osmotik. Oleh karena itu, pembahasan selanjutnya difokuskan pada eritrosit dan membran eritrosit serta prinsip pemeriksaan Osmotic Fragility Test (OFT) sebagai dasar untuk memahami kemungkinan pengaruh hipertrigliseridemia terhadap hasil OFT.”

2. Etiologi dan Faktor Risiko Hipertrigliseridemia

a. Faktor Primer (Genetik)

Faktor primer berkaitan dengan kelainan bawaan metabolisme lipoprotein yang menyebabkan produksi atau pembersihan trigliserida dari sirkulasi menjadi tidak normal. Pada beberapa kelainan hereditas, enzim atau reseptor yang berperan dalam pemecahan trigliserida mengalami gangguan, sehingga trigliserida menumpuk dalam darah dan menimbulkan hipertrigliseridemia sejak usia muda (Meikawati *et al.* 2023). Kondisi ini sering ditemukan pada hipertrigliseridemia familial dan dislipidemia campuran familial.

b. Faktor Sekunder

Sebagian besar kasus hipertrigliseridemia di layanan kesehatan sehari-hari disebabkan oleh faktor sekunder, antara lain:

1). Pola makan tinggi lemak dan karbohidrat sederhana

Asupan makanan yang berlebihan, terutama kaya lemak jenuh, gula sederhana, dan makanan tinggi kalori, dapat meningkatkan sintesis trigliserida di hati. Kelebihan energi yang tidak digunakan tubuh akan diubah menjadi trigliserida dan disimpan, sehingga kadar trigliserida darah meningkat.

2). Obesitas dan sindrom metabolik

Obesitas, terutama obesitas sentral, berkaitan erat dengan resistensi insulin dan sindrom metabolik. Pada kondisi ini, terjadi

peningkatan produksi VLDL di hati dan penurunan pemecahan trigliserida, sehingga kadar trigliserida dalam darah cenderung tinggi.

3). Diabetes melitus yang tidak terkontrol

Pada diabetes melitus dengan kontrol glikemik yang buruk, resistensi insulin dan peningkatan lipolisis jaringan lemak menyebabkan lebih banyak asam lemak bebas yang masuk ke hati. Hati kemudian mengubahnya menjadi trigliserida dan mengemasnya dalam VLDL, sehingga terjadi hipertrigliseridemia (Azizah *et al.* 2020).

4). Kurang Aktivitas Fisik

Gaya hidup sedenter (kurang bergerak) akan menurunkan penggunaan energi dan mengurangi pemakaian trigliserida sebagai sumber energi. Jika diikuti pola makan berlebih, hal ini akan mendorong peningkatan kadar trigliserida.

5). Konsumsi alkohol

Alkohol dapat meningkatkan sintesis trigliserida di hati dan menghambat oksidasi asam lemak. Konsumsi alkohol berlebihan dalam jangka panjang dapat menimbulkan hipertrigliseridemia, terutama bila disertai asupan makanan tinggi lemak.

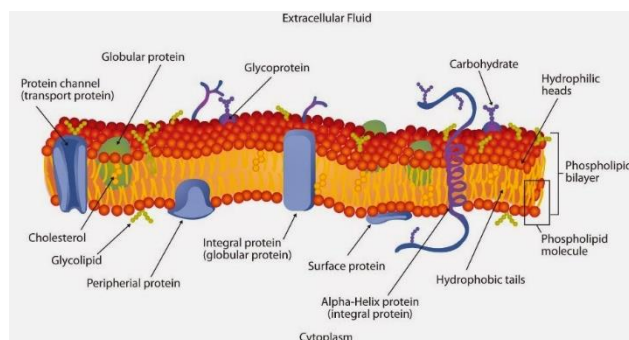
6). Faktor lain

Merokok, stres, dan pola tidur yang tidak teratur juga dapat berkontribusi secara tidak langsung melalui pengaruhnya terhadap

metabolisme dan hormon yang mengatur nafsu makan, berat badan, dan sensitivitas insulin.

3. Eritrosit dan Membran Eritrosit

Eritrosit (sel darah merah) adalah sel darah yang berfungsi utama mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan dan membawa kembali karbondioksida ke paru-paru. (E.Hall, 2019) menjelaskan bahwa bentuk eritrosit yang bikonkaf dan tidak berinti membuat sel ini memiliki luas permukaan besar dan fleksibilitas tinggi, sehingga mampu melewati kapiler yang sempit tanpa mudah pecah.



Gambar 1. Struktur Membran Eritrosit ((Panji Tok 2014)

Membran eritrosit tersusun atas lapisan ganda fosfolipid dan kolesterol yang disertai berbagai protein membran. Menurut (Hoffbrand & Moss 2016), komposisi lipid dan protein membran eritrosit sangat berperan dalam mempertahankan bentuk, fleksibilitas, serta ketahanan eritrosit terhadap tekanan mekanik dan osmotik. Struktur membran ini mengatur keluar-masuknya ion dan air sehingga volume dan bentuk eritrosit tetap stabil. Bila membran masih elastis dan utuh, eritrosit mampu menahan masuknya air saat berada dalam larutan hipotonik hingga batas tertentu. Sebaliknya, bila terjadi gangguan pada komposisi atau struktur

membran, eritrosit menjadi lebih mudah pecah (hemolisis) ketika mengalami perubahan tekanan osmotik.

Beberapa literatur menyebutkan bahwa perubahan profil lipid plasma dapat memengaruhi komposisi lipid membran eritrosit dan berpotensi mengubah fleksibilitas serta ketahanan sel darah merah. Kondisi seperti hipertrigliseridemia diduga dapat mengubah lingkungan lipid di sekitar eritrosit, sehingga berpengaruh terhadap fragilitas osmotik yang kemudian dapat dinilai melalui pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT) yang dibahas pada subbab berikutnya.

4. Osmotic Fragility Test (OFT)

Osmotic Fragility Test (OFT) adalah pemeriksaan laboratorium yang digunakan untuk menilai ketahanan eritrosit terhadap larutan hipotonik. Prinsipnya, eritrosit dimasukkan ke dalam serangkaian larutan NaCl dengan konsentrasi berbeda-beda, kemudian dilihat pada konsentrasi berapa sel mulai pecah (hemolisis) dan kapan hemolisis terjadi secara maksimal.

Menurut (Hoffbrand & Moss 2016), fragilitas osmotik eritrosit mencerminkan kemampuan membran dan isi sel untuk mempertahankan bentuk dan volume ketika berada dalam lingkungan dengan tekanan osmotik yang lebih rendah daripada cairan intraseluler. Eritrosit dengan membran yang lebih rapuh akan lebih cepat mengalami hemolisis dalam larutan hipotonik, sedangkan eritrosit dengan membran yang lebih stabil mampu bertahan pada konsentrasi NaCl yang lebih rendah.

E.Hall (2019) menjelaskan bahwa ketika eritrosit berada dalam larutan hipotonik, air akan masuk ke dalam sel sehingga eritrosit membengkak. Bila membran cukup elastis, sel dapat mengembang sampai batas tertentu. Namun, bila membran tidak kuat atau kaku, sel akan pecah sebelum mencapai volume maksimalnya. Inilah yang diukur dalam pemeriksaan *osmotic fragility*.

Hasil pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT) dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kualitas spesimen, lama penyimpanan sampel, suhu pemeriksaan, ketepatan pembuatan konsentrasi larutan NaCl, serta ketelitian dalam pemipetan dan pencampuran sampel. Selain itu, kondisi klinis pasien seperti hereditary spherocytosis, talasemia, anemia defisiensi besi, dan hiperlipidemia juga dapat memengaruhi fragilitas osmotik eritrosit. Oleh karena itu, prosedur pemeriksaan harus dilakukan sesuai standar untuk memperoleh hasil akurat (Rodak *et al.*, 2020).

Secara praktik, OFT dapat dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu sebagai berikut:

1. Metode tabung seri (*multiple tube test*)

Eritrosit dimasukkan ke beberapa tabung yang berisi larutan NaCl dengan konsentrasi menurun, misalnya dari 0,60% hingga 0,30%. Setelah inkubasi dan sentrifugasi, derajat hemolisis pada tiap tabung dinilai secara visual atau fotometrik.

2. Metode satu tabung (*One Tube Osmotic Fragility Test/OTOF*)

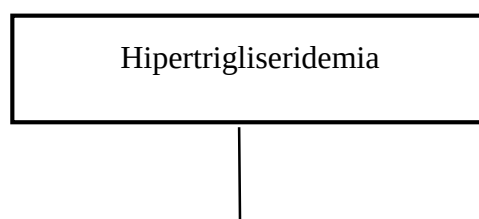
Eritrosit dimasukkan ke dalam larutan NaCl hipotonik dengan konsentrasi tertentu (umumnya sekitar 0,35%-0,45%). Jika membran rapuh, eritrosit akan lebih mudah mengalami hemolisis. Derajat hemolisis yang terjadi kemudian diamati dan dibandingkan dengan nilai rujukan.

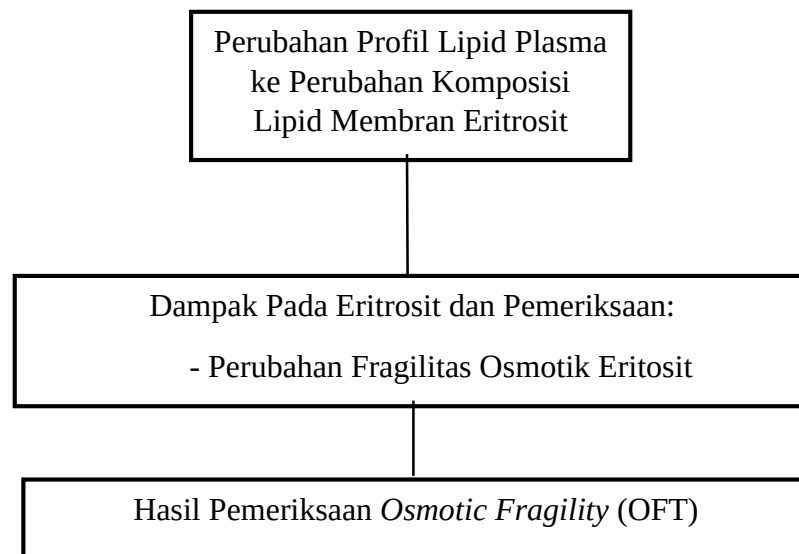
Berdasarkan tingkat hemolisis yang terjadi, hasil OFT dapat dinyatakan sebagai berikut:

- a. Fragilitas osmotik meningkat → eritrosit lebih mudah pecah, hemolisis mulai pada konsentrasi NaCl yang lebih tinggi dari normal.
- b. Fragilitas osmotik menurun → eritrosit lebih tahan, hemolisis baru terjadi pada konsentrasi NaCl yang lebih rendah dari normal.

Dalam penelitian ini, *Osmotic Fragility Test* dilakukan dengan metode tabung seri, yaitu memasukkan suspensi eritrosit ke dalam serangkaian larutan NaCl hipotonik dan menilai derajat hemolisis berdasarkan kejernihan atau kekeruhan supernatan secara visual. Hasil OFT dinyatakan sesuai konsentrasi NaCl tempat hemolisis mulai terjadi atau skor derajat hemolisis, kemudian dianalisis hubungannya dengan kadar trigliserida pada pasien hipertrigliseridemia menggunakan analisis regresi linear untuk menilai pengaruh derajat hipertrigliseridemia terhadap fragilitas osmotik eritrosit

A. Kerangka Teori

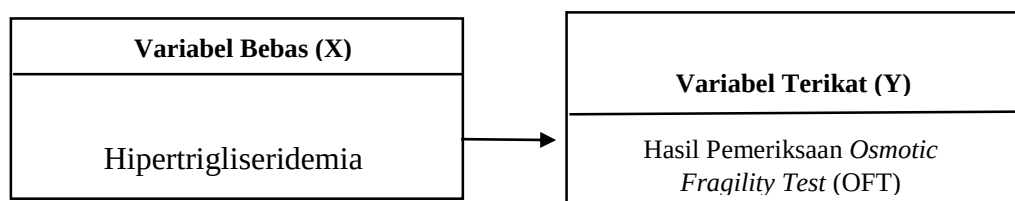




Gambar 2. Kerangka Teori

Keterangan: Kerangka teori ini menggambarkan bahwa hipertrigliseridemia (variabel bebas) berkaitan dengan perubahan profil lipid plasma yang diduga dapat memengaruhi komposisi lipid membran eritrosit. Perubahan tersebut berpotensi menimbulkan perubahan fragilitas osmotik eritrosit yang selanjutnya memengaruhi hasil pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT) sebagai variabel terikat.”

B. Hubungan Antar Variabel



Gambar 3. Hubungan Antar Variabel

C. Hipotesis Penelitian

1. Hipotesis Nol (H_0)

Tidak terdapat pengaruh kadar trigliserida terhadap hasil pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT) dengan metode Dacie pada pasien hipertrigliseridemia (koefisien regresi linear = 0).

2. Hipotesis Alternatif (H_1)

Terdapat pengaruh kadar trigliserida terhadap hasil pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT) dengan metode Dacie pada pasien hipertrigliseridemia (koefisien regresi linear $\neq 0$).

BAB III

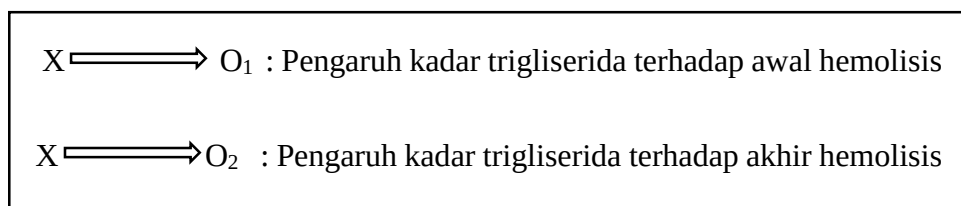
METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian dan Desain Penelitian

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik. Penelitian observasional analitik adalah penelitian yang mengamati dan mengukur variabel sebagaimana adanya tanpa memberikan intervensi atau perlakuan khusus kepada subjek, kemudian menganalisis hubungan atau pengaruh antar variabel menggunakan uji statistik. Pendekatan yang digunakan adalah *cross sectional*, yaitu pengukuran variabel dilakukan sekali pada satu periode waktu tertentu terhadap subjek yang memenuhi kriteria penelitian (Azad and Siddarth 2022)

2. Desain Penelitian

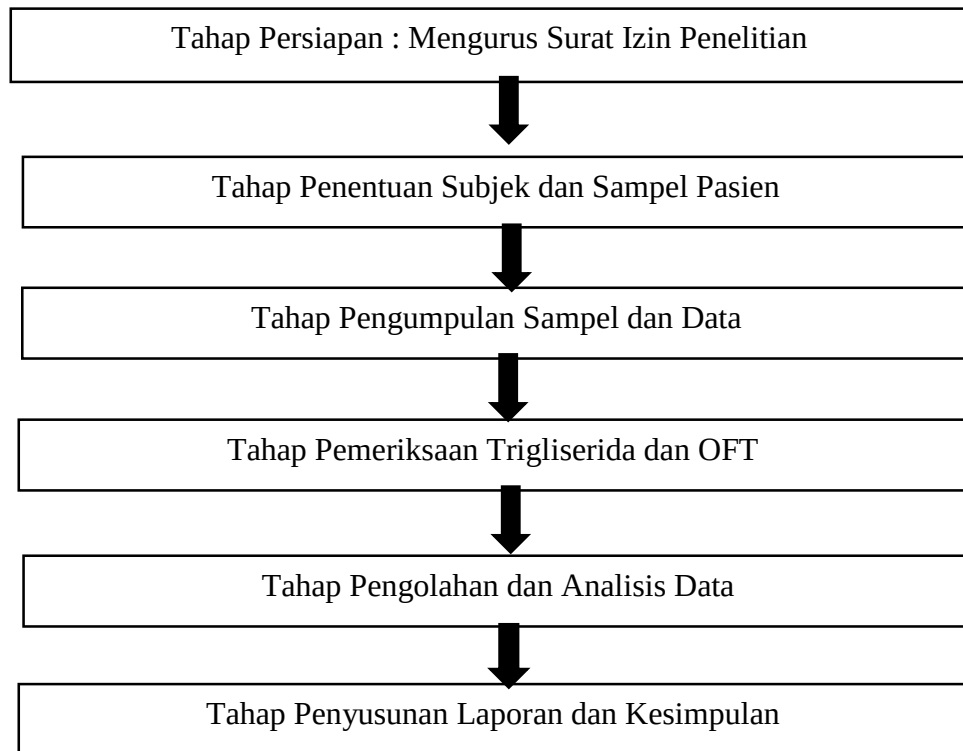


Gambar 4. Desain Penelitian (*cross-sectional*)

Kadar trigliserida (x) berperan sebagai variabel bebas yang diduga memengaruhi hasil Osmotic Fragility Test (OFT), yaitu awal hemolisis (O_1) dan hemolisis lengkap (O_2).

B. Alur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang saling berurutan mulai dari persiapan hingga pelaporan hasil. Tahapan tersebut dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 5. Alur Penelitian

C. Subjek dan Objek Penelitian

1. Subjek Penelitian

Subjek pada penelitian ini adalah pasien yang melakukan pemeriksaan kadar trigliserida di Puskesmas Jetis Kota Yogyakarta dan memenuhi kriteria yang telah ditetapkan peneliti, yaitu pasien dengan kadar trigliserida di atas nilai rujukan laboratorium (hipertrigliseridemia).

a). Kriteria Inklusi

1. Pasien yang melakukan pemeriksaan kadar trigliserida di Puskesmas Jetis Kota Yogyakarta pada periode penelitian.
2. Usia ≥ 18 tahun.
3. Memiliki volume darah vena yang cukup untuk pemeriksaan kadar trigliserida dan *Osmotic Fragility Test*.
4. Bersedia menjadi responden.
5. Memiliki kadar trigliserida di atas nilai rujukan laboratorium (hipertrigliseridemia: >150 mg/dL).

b). Kriteria Eksklusi

1. Sampel darah mengalami hemolisis berat.
2. Pasien dengan riwayat kelainan hematologi yang diketahui dapat memengaruhi fragilitas osmotik eritrosit
3. Sampel yang tidak dapat diproses sesuai waktu dan prosedur yang ditetapkan peneliti.

2. Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah sampel darah vena dan hasil pemeriksaan laboratorium yang berkaitan dengan variabel penelitian, yaitu kadar trigliserida dan hasil *Osmotic Fragility Test* (OFT). Sampel darah vena diambil dari Subjek penelitian, kemudian diproses untuk mendapatkan Serum yang digunakan untuk pemeriksaan kadar trigliserida dan Suspensi eritrosit yang digunakan untuk pemeriksaan *Osmotic Fragility Test*.

Dengan demikian, objek yang dinilai secara langsung dalam penelitian ini adalah kadar trigliserida serta hasil pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* yang menggambarkan fragilitas osmotik eritrosit pada masing-masing kelompok.

3. Penentuan Jumlah Sampel

Sampel adalah sebagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut (Sugiyono 2020). Sampel diambil dengan tujuan agar data yang diperoleh dapat mewakili populasi sehingga kesimpulan yang ditarik dari penelitian dapat digeneralisasikan secara proporsional. Dalam penelitian ini, jumlah sampel ditentukan menggunakan rumus Slovin. (Sugiyono, 2020) menyebut bahwa rumus Slovin banyak digunakan dalam penelitian karena sederhana dan praktis ketika peneliti mengetahui jumlah populasi tetapi keterbatasan informasi lain, sehingga rumus ini dapat membantu memperkirakan ukuran sampel minimum yang dibutuhkan. Penentuan jumlah sampel dapat mengacu pada rumus slovin yaitu:

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

Keterangan:

n = Jumlah sampel

N = Jumlah populasi (pasien yang melakukan pemeriksaan trigliserida di Puskesmas Jetis Kota Yogyakarta pada periode penelitian)

e = Tingkat kesalahan yang masih dapat ditoleransi (misalnya 10% atau 15%)

Pada penelitian ini, peneliti menetapkan batas kesalahan (*error*) sebesar 10% atau 0,1. Nilai tersebut dipandang masih dapat diterima mengingat keterbatasan waktu, tenaga, dan biaya, namun tetap diupayakan agar data yang diperoleh mampu mewakili populasi (55 pasien) secara memadai. Dengan batas kesalahan tersebut, peluang terjadinya kekeliruan dalam pengambilan keputusan masih berada pada taraf yang dianggap wajar dalam penelitian tingkat skripsi, meskipun tingkat kepercayaannya lebih rendah dibandingkan penggunaan batas kesalahan 5%. Penetapan *error* 10% ini setara dengan tingkat kepercayaan sekitar 90%. Berdasarkan ketentuan tersebut, jumlah sampel dalam penelitian ini dihitung menggunakan rumus Slovin sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + N (e)^2}$$

$$n = \frac{55}{1 + 55 (0,10)^2}$$

$$n = \frac{55}{1 + (55 \times 0,01)}$$

$$n = \frac{55}{1 + 0,55}$$

$$n = \frac{55}{1,55}$$

$$n = 35,48 = 35 \text{ Pasien hipertrigliseridemia.}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh nilai $n = 35,48$ yang kemudian dibulatkan menjadi 35. Dengan demikian, jumlah sampel minimal yang digunakan dalam penelitian ini adalah 35 pasien hipertrigliseridemia yang memenuhi kriteria inklusi dan tidak termasuk kriteria eksklusi.

4. Teknik Sampling

Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah purposive sampling, yaitu teknik pengambilan sampel non-probabilitas di mana sampel dipilih secara sengaja berdasarkan kriteria tertentu yang telah ditetapkan peneliti. Dalam penelitian ini, sampel dipilih dari pasien yang melakukan pemeriksaan kadar trigliserida di Puskesmas Jetis Kota Yogyakarta pada periode penelitian, memenuhi kriteria inklusi, tidak termasuk kriteria eksklusi, dan memiliki sampel darah vena yang layak diperiksa, kemudian digunakan untuk pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT).

D. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Maret 2026 -Mei 2026.

2. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Puskesmas Jetis Kota Yogyakarta yang beralamat di Jl. Pangeran Diponegoro Nomor 91, Kelurahan Bumijo, Kecamatan Jetis, Kota Yogyakarta, dengan menggunakan fasilitas dan peralatan laboratorium yang tersedia.

E. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat dua variabel utama, yaitu variabel bebas (independen) dan variabel terikat (dependen).

1. Variabel Bebas (X)

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kadar trigliserida serum pada pasien hipertrigliseridemia, dinyatakan dalam satuan mg/dL sesuai hasil pemeriksaan di Laboratorium Puskesmas Jetis Kota Yogyakarta.

2. Variabel Terikat (Y)

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT), yaitu fragilitas osmotik eritrosit yang dinyatakan sesuai bentuk hasil yang digunakan di laboratorium (misalnya persentase hemolisis atau skor derajat hemolisis pada konsentrasi NaCl tertentu).

F. Definisi Operasional Variabel Penelitian

Tabel 2. Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Satuan	Skala Ukur
1.	Status trigliserida (X)	Kadar trigliserida serum (mg/dL) pada pasien hipertrigliseridemia > 150 mg/dL	mg/dL	Rasio (untuk nilai mg/dL) dan Nominal (untuk kategori)

No	Variabel	Definisi Operasional	Satuan	Skala Ukur
2.	Hasil <i>Osmotic Fragility Test</i> (OFT) (Y)	Nilai fragilitas osmotik eritrosit yang diperoleh dari pemeriksaan <i>Osmotic Fragility Test</i> pada sampel darah vena, dinyatakan sebagai persentase hemolisis atau nilai fragilitas osmotik sesuai prosedur yang digunakan.	% hemolisis atau nilai fragilitas osmotik	Rasio

G. Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

1. Jenis Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumber pertama melalui proses pengukuran atau pemeriksaan yang dilakukan oleh peneliti. Dalam penelitian ini, data primer berupa hasil pemeriksaan kadar trigliserida pasien di Puskesmas Jetis Kota Yogyakarta dan hasil pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT).

2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara pemeriksaan laboratorium dan pencatatan hasil. Pertama, dilakukan pengambilan darah vena pada pasien yang memenuhi kriteria inklusi dan tidak termasuk kriteria eksklusi di Puskesmas Jetis Kota

Yogyakarta. Dari sampel tersebut diperoleh data kadar trigliserida yang digunakan sebagai variabel bebas (X) dalam penelitian dan dicatat pada lembar kerja penelitian. Sampel darah yang sama kemudian digunakan untuk pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT) dengan metode Dacie sesuai prosedur yang telah ditetapkan. Seluruh hasil pemeriksaan laboratorium (kadar trigliserida dan hasil OFT) dicatat dalam lembar kerja penelitian dan selanjutnya dimasukkan ke dalam tabel data untuk dianalisis.

H. Instrumen dan Bahan Penelitian

1. Instrumen Penelitian

Pemeriksaan OFT dilakukan dengan metode Dacie, yaitu penilaian derajat hemolisis berdasarkan kejernihan atau kekeruhan supernatan pada serangkaian larutan NaCl hipotonik, tanpa pembacaan spektrofotometri.

Tabel 3. Alat Penelitian

No	Nama Alat	Kegunaan
1.	Alat pemeriksaan trigliserida (alat kimia klinik/analyzer)	Mengukur kadar trigliserida dalam serum sampel darah pasien di laboratorium Puskesmas Jetis.
2.	Sentrifuge	Memisahkan komponen darah (serum dan eritrosit) dari sampel darah vena.
3.	Tabung vacutainer	Wadah untuk pengambilan dan penampungan darah vena.
4.	Spuut / jarum sekali pakai	Melakukan venipunktur (pengambilan darah vena dari pasien).
5.	Tabung reaksi	Wadah untuk pemeriksaan <i>Osmotic Fragility Test</i> (OFT) dan penempatan larutan NaCl serta suspensi eritrosit.

No	Nama Alat	Kegunaan
6.	Rak tabung reaksi	Menopang dan merapikan tabung reaksi selama proses pemeriksaan.
7.	Pipet volume / mikropipet dan tip	Mengambil dan memindahkan volume tertentu serum, eritrosit, dan larutan NaCl secara tepat.
8.	Beaker glass / gelas ukur	Menyiapkan dan mengukur volume larutan, termasuk larutan NaCl.
9.	Vortex mixer (bila tersedia)	Menghomogenkan suspensi eritrosit dengan larutan NaCl.
10.	Timer / stopwatch	Mengatur dan memantau waktu inkubasi pada setiap tahap pemeriksaan.
11.	Alat tulis & lembar kerja penelitian	Mencatat hasil pemeriksaan laboratorium dan data Subjek penelitian.
12.	Komputer / laptop	Melakukan entri, penyimpanan, dan pengolahan data hasil penelitian.
13.	Alat pelindung diri (APD) (masker, sarung tangan, jas lab)	Melindungi peneliti dan menjaga keamanan serta keselamatan kerja di laboratorium.

2. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah sampel darah vena dari pasien yang melakukan pemeriksaan trigliserida di Puskesmas Jetis Kota Yogyakarta dan memenuhi kriteria penelitian. Selain itu digunakan bahan-bahan laboratorium yang menunjang pemeriksaan, antara lain tabung vacutainer dan antikoagulan (sesuai prosedur yang digunakan), reagen pemeriksaan trigliserida *Proline Triglycerides* FS yang tersedia di laboratorium), larutan NaCl dengan berbagai konsentrasi untuk pemeriksaan *Osmotic Fragility Test*, aquades, kapas, alkohol swab, dan bahan habis pakai lain yang diperlukan selama proses pengambilan sampel dan pemeriksaan laboratorium.

I. Uji Validasi Instrumen

Uji validitas instrumen pada penelitian ini dilakukan melalui pengendalian mutu alat dan metode pemeriksaan yang digunakan. Alat spektrofotometer yang digunakan untuk pemeriksaan trigliserida telah menjalani kalibrasi dan pemantapan mutu internal sesuai prosedur laboratorium. Selain itu, reagen yang digunakan diperiksa masa berlaku dan kualitasnya untuk menjamin keakuratan hasil pemeriksaan. Pada pemeriksaan OFT, validitas hasil dijaga dengan memastikan ketepatan pembuatan konsentrasi larutan NaCl, ketelitian pipet, serta keseragaman prosedur pemeriksaan pada seluruh sampel. Dengan demikian, instrumen yang digunakan diharapkan mampu menghasilkan data yang akurat, valid, dan dapat dipercaya untuk mendukung tujuan penelitian.

J. Prosedur Penelitian

1. Tahap Penelitian

Peneliti menyusun dan merevisi proposal, mengurus izin penelitian ke Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta dan Puskesmas Jetis Kota Yogyakarta, menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan, serta menyusun lembar kerja penelitian untuk pencatatan data.

2. Pemilihan Subjek Penelitian

Peneliti mengidentifikasi pasien yang melakukan pemeriksaan trigliserida di Puskesmas Jetis Kota Yogyakarta pada periode penelitian, kemudian memilih Subjek yang memenuhi kriteria inklusi dan tidak

termasuk kriteria eksklusi, serta meminta persetujuan (*informed consent*) dari Subjek yang bersedia ikut penelitian.

3. Pengambilan Sampel Darah

Pada subjek yang telah terpilih, dilakukan pengambilan darah vena sesuai prosedur standar (venipunktur) menggunakan tabung vacutainer dan alat pelindung diri. Sampel darah kemudian diproses (disentrifugasi bila diperlukan) untuk pemeriksaan kadar trigliserida dan pemeriksaan *Osmotic Fragility Test*.

4. Pemeriksaan Kadar Trigliserida dan Pengelompokan Sampel

Sampel diperiksa kadar trigliseridanya di Laboratorium Puskesmas Jetis sesuai metode yang digunakan. Berdasarkan hasil tersebut, Subjek yang memiliki kadar trigliserida di atas nilai rujukan laboratorium diklasifikasikan sebagai hipertrigliseridemia dan dinyatakan memenuhi syarat sebagai sampel penelitian, kemudian hasil pemeriksaan trigliserida dicatat pada lembar kerja penelitian.

5. Pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT)

Sampel darah dari masing-masing kelompok dilakukan pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* sesuai prosedur yang telah ditetapkan (penyiapan suspensi eritrosit, pencampuran dengan larutan NaCl hipotonik, inkubasi, sentrifugasi, dan penilaian derajat hemolisis), kemudian hasil OFT dicatat untuk tiap sampel.

6. Cara Kerja Pemeriksaan

a. Cara Kerja Pemeriksaan Triglicerida

- 1). Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan, antara lain tabung vacutainer, jarum, kapas alkohol, plester, serta reagen pemeriksaan trigliserida sesuai metode yang digunakan di Laboratorium Puskesmas Jetis Kota Yogyakarta.
- 2). Melakukan pengambilan darah vena pada pasien hipertrigliseridemia sebanyak $\pm 3-5$ mL sesuai prosedur standar pengambilan darah vena.
- 3). Mengumpulkan darah ke dalam tabung kuning (SST) kemudian membiarkan darah membeku.
- 4). Melakukan sentrifugasi untuk memisahkan serum dari sel darah.
- 5). Mengambil serum jernih dan memasukkannya ke dalam cuvet atau wadah sampel alat kimia klinik.
- 6). Menjalankan pemeriksaan trigliserida menggunakan alat kimia klinik.
- 7). Mencatat hasil pemeriksaan trigliserida yang terbaca pada alat dalam satuan mg/dL pada lembar kerja penelitian sebagai data pendukung karakteristik subjek.

b. Cara Kerja Pemeriksaan OFT Metode Tabung Seri

- 1). Menyiapkan serangkaian tabung reaksi bersih yang berisi larutan NaCl dengan konsentrasi menurun (misalnya 0,60%; 0,55%; 0,50%; 0,45%; 0,40%; 0,35%; 0,30%; 0,25%; 0,20%; 0,15%)

serta satu tabung aquades sebagai kontrol hemolisis penuh, kemudian memberi label konsentrasi pada setiap tabung.

- 2). Mengambil darah vena pasien hipertrigliseridemia ke dalam tabung berantikoagulan (EDTA) sesuai SOP.
- 3). Menambahkan volume suspensi eritrosit yang sama sebanyak 0,02 mL ke masing-masing tabung berisi seri larutan NaCl hipotonik, kemudian menghomogenkan dengan cara mengocok perlahan setiap tabung.
- 4). Masing-masing tabung berisi seri larutan NaCl hipotonik, kemudian menghomogenkan dengan cara mengocok perlahan setiap tabung.
- 5). Menginkubasi seluruh tabung pada suhu ruang selama ± 15 menit sehingga proses hemolisis eritrosit dapat berlangsung secara optimal pada berbagai konsentrasi NaCl.
- 6). Menyentrifugasi setiap tabung pada kecepatan 2000 rpm selama 5 menit hingga terbentuk supernatan di bagian atas dan endapan eritrosit di bagian bawah.
- 7). Mengamati supernatan setiap tabung secara visual dengan cara melihat kejernihan atau kekeruhan: supernatan yang jernih menunjukkan hemolisis minimal, sedangkan supernatan yang berwarna merah keruh menunjukkan derajat hemolisis yang lebih besar.

- 8). Menentukan hasil OFT berdasarkan pola kekeruhan supernatan pada berbagai konsentrasi NaCl sesuai kriteria yang digunakan di laboratorium (misalnya konsentrasi NaCl saat hemolisis mulai tampak), kemudian mencatat hasil tersebut sebagai nilai OFT manual untuk masing-masing sampel.

K. Manajemen Data

Tabel 4. Manajemen Data

No	Jenis Data	Variabel	Skala Data	Pengolahan Data	Analisis Statistisk
1	Data Primer	Kadar trigliserida	Rasio	Entry data ke SPSS	Analisis deskriptif (rerata, SD, min-maks)
2	Data Primer	Hasil Osmotic Fragility Test (OFT)	Rasio	Entry data ke SPSS	Analisis deskriptif (rerata, SD, min-maks)
3	Data Primer	Kadar trigliserida	Rasio	Uji prasyarat analisis	Uji normalitas Shapiro-Wilk
4	Data Primer	Kadar trigliserida (X) terhadap hasil OFT (Y)	Rasio	Analisis inferensial	Regresi linear sederhana ($\alpha = 0,05$)

L. Etika Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan memperhatikan prinsip etika penelitian kesehatan, yaitu menghormati hak Subjek, berbuat baik, tidak merugikan, dan keadilan. Sebelum pengambilan sampel darah dilakukan, peneliti terlebih dahulu menjelaskan tujuan, prosedur, manfaat, serta risiko minimal penelitian kepada calon Subjek, kemudian meminta kesediaan

mereka dengan mengisi dan menandatangani lembar persetujuan menjadi responden (*informed consent*). Identitas Subjek dijaga kerahasiaannya dengan cara memberikan kode pada setiap sampel dan lembar data, tanpa mencantumkan nama lengkap pada file analisis.

Penelitian ini hanya akan dilaksanakan setelah mendapatkan izin tertulis dari Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta dan Puskesmas Jetis Kota Yogyakarta, sehingga seluruh rangkaian kegiatan penelitian diupayakan berjalan sesuai ketentuan etika yang berlaku dan tidak merugikan Subjek penelitian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Karakteristik Responden

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 25 Maret 2026 di Puskesmas Jetis Kota Yogyakarta. Setelah mendapatkan persetujuan etik dan izin penelitian dari Komite Etik Penelitian Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. Jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah 35 sampel darah vena pasien dengan tinggi kadar trigliserida. Sampel darah subjek penelitian diambil menggunakan tabung yang mengandung antikoagulan EDTA. Seluruh sampel yang telah diperoleh terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan kadar trigliserida. Berdasarkan hasil pemeriksaan tersebut, sampel dengan kadar trigliserida tinggi selanjutnya digunakan untuk pemeriksaan Osmotic Fragility Test (OFT) tanpa dilakukan pengambilan sampel ulang. Pemeriksaan OFT dilakukan menggunakan sampel darah yang sama yang telah ditampung dalam tabung EDTA. Total keseluruhan subjek penelitian memiliki rentang umur >20 tahun.

Berikut tabel data subjek penelitian berdasarkan jenis kelamin dan usia sebagai berikut :

Tabel 5. Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin dan Usia

Karakteristik Subjek Penelitian	Jumlah	Prosentase (%)
Jenis Kelamin		
Laki-Laki	10	28,6
Perempuan	25	71,4
Total	35	100
Usia		
20-40 Tahun	12	34,3
41-60 Tahun	15	42,9
61-76 Tahun	8	22,8

Berdasarkan tabel 6, diketahui mayoritas responden jenis kelamin perempuan sebanyak 25 orang (71,%), sedangkan laki-laki sebanyak 10 orang (28,6%). Kelompok usia responden paling banyak berada pada rentang usia 1-60 tahun sebanyak 15 orang (42,9%), diikuti kelompok usia 20-40 tahun sebanyak 12 orang (34,3%), dan usia 61-76 tahun sebanyak 8 orang (22,8%).

Sampel darah sebanyak 3 mL diambil dari subjek penelitian dan dimasukkan ke dalam tabung yang mengandung antikoagulan EDTA, kemudian diberi label sesuai kode subjek dan dihomogenkan. Sampel tersebut selanjutnya dilakukan pemeriksaan kadar trigliserida. Berdasarkan hasil pemeriksaan trigliserida tinggi kemudian digunakan untuk pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT) tanpa dilakukan pengambilan sampel ulang. Pemeriksaan OFT dilakukan menggunakan sampel darah yang sama untuk menentukan nilai awal hemolisis dan hemolisis lengkap eritrosit. Data hasil pemeriksaan kadar trigliserida dan OFT yang diperoleh kemudian ditabulasi dalam Microsoft Excel dan selanjutnya dianalisis secara deskriptif dan analitik menggunakan program *SPSS for windows*.

2. Analisis Statistik

Analisis statistik pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui gambaran kadar trigliserida dan hasil pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT) pada subjek penelitian. Analisis meliputi analisis deskriptif untuk melihat nilai rata-rata, standar deviasi, minimum, dan maksimum, serta uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk untuk mengetahui distribusi data sebelum dilakukan analisis parametrik lebih lanjut. Selain itu, dilakukan uji korelasi Pearson dan regresi linear sederhana untuk mengetahui hubungan dan pengaruh kadar trigliserida terhadap hasil OFT. Hasil analisis statistik penelitian disajikan pada Tabel 6 berikut

Tabel 6. Rata-rata Nilai Awal Hemolisis dan Akhir Hemolisis Berdasarkan Kelompok Trigliserida

Kelompok Trigliserida (mg/dL)	n	Rata-rata Awal Hemolisis	Rata-rata Akhir Hemolisis
150-199	14	0,51	0,31
200-499	21	0,45	0,28
Total	35	0,47	0,30

Berdasarkan pengelompokan kadar trigliserida, terdapat 14 responden pada kelompok trigliserida 150-199 mg/dL dan 21 responden pada kelompok trigliserida 200-499 mg/dL. Nilai rata-rata awal hemolisis pada kelompok trigliserida 150-199 mg/dL sebesar 0,51%, sedangkan pada kelompok trigliserida 200-499 mg/dL sebesar 0,28%. Hasil tersebut menunjukkan adanya kecenderungan penurunan nilai awal hemolisis dan akhir hemolisis pada kelompok dengan kadar trigliserida yang lebih tinggi.

Tabel 7. Hasil Analisis Statistik Deskriptif dan Uji Normalitas Variabel Penelitian

Variabel	Mean $\pm$ SD	Min-Max	P Normalitas (Shapiro-Wilk)	Keterangan
Trigliserida	222,69 $\pm$ 34,718	155-312	0,839	Normal
Awal Hemolisis	0,4600 $\pm$ 0,07050	0.35-0,60	0.123	Normal
Hemolisis Lengkap	0,2929 $\pm$ 0,07189	0.15-0,45	0,100	Normal

Berdasarkan Tabel 7, hasil analisis statistik menunjukkan bahwa rata-rata kadar trigliserida pada subjek penelitian sebesar 222,69 mg/dL dengan standar deviasi 34,718 serta rentang nilai 155-312 mg/dL. Nilai awal hemolisis memiliki rata-rata sebesar 0,4600 $\pm$ 0,07050 dengan rentang 0,35-0,60, sedangkan hemolisis lengkap memiliki rata-rata sebesar 0,2929 $\pm$ 0,07189 dengan rentang 0,150-0,45.

Hasil uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk menunjukkan nilai signifikansi kadar trigliserida sebesar 0,839, awal hemolisis sebesar 0,123, dan hemolisis lengkap sebesar 0,100. Seluruh variabel memiliki nilai signifikansi $p > 0,05$ sehingga data dinyatakan berdistribusi normal dan memenuhi syarat untuk dilakukan analisis parametrik.

3. Uji Korelasi dan Regresi Linear

Analisis korelasi Pearson dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kadar trigliserida dengan hasil Osmotic Fragility Test (OFT) yang meliputi awal hemolisis dan hemolisis lengkap eritrosit pada subjek penelitian. Setelah diketahui adanya hubungan antar variabel[, selanjutnya dilakukan analisis regresi linear sederhana untuk mengetahui besarnya pengaruh kadar trigliserida terhadap hasil OFT.

Hasil uji korelasi dan regresi linear sederhana disajikan pada tabel berikut.

Tabel 8. Hasil Uji Korelasi dan Regresi Linear

Variabel	r	p value	R Square	Persamaan Regresi	Keterangan
Trigliserida terhadap Awal Hemolisis	-0,870	<0,001	0,757	$Y = 0,853 - 0,002 X$	Hubungan sangat kuat signifikan
Trigliserida terhadap Hemolisis lengkap	-0,441	0,008	0,195	$Y = 0,496 - 0,001 X$	Hubungan sedang, signifikan

Berdasarkan hasil uji korelasi Pearson dan regresi linear sederhana diketahui bahwa hubungan antara kadar trigliserida dengan awal hemolisis eritrosit memiliki nilai koefisien korelasi (r) sebesar -0,870 dengan nilai signifikansi $p < 0,001$ ($p < 0,05$). Hasil tersebut menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan dengan kekuatan hubungan sangat kuat dan arah negatif antara kadar trigliserida dengan awal hemolisis eritrosit. Nilai koefisien determinasi (R Square) sebesar 0,757 menunjukkan bahwa kadar trigliserida memberikan pengaruh sebesar 75,7% terhadap awal hemolisis eritrosit, sedangkan sisanya sebesar 24,3% dipengaruhi oleh faktor lain di luar penelitian. Persamaan regresi linear yang diperoleh yaitu:

$$Y = 0,853 - 0,002 X$$

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa setiap peningkatan kadar trigliserida sebesar 1 mg/dL akan menurunkan nilai awal hemolisis sebesar 0,002.

Hubungan antara kadar trigliserida dengan hemolisis lengkap eritrosit diperoleh nilai koefisien korelasi (r) sebesar -0,441 dengan nilai signifikansi $p=0,008$ ($p<0,05$). Hasil tersebut menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan dengan kekuatan hubungan sedang dan arah negatif antara kadar trigliserida dengan hemolisis lengkap eritrosit. Nilai koefisien determinasi (R Square) sebesar 0,195 menunjukkan bahwa kadar trigliserida memberikan pengaruh sebesar 19,5% terhadap hemolisis lengkap eritrosit, sedangkan sisanya sebesar 80,5% dipengaruhi oleh faktor lain di luar penelitian. Persamaan regresi linear yang diperoleh yaitu:

$$Y = 0,496 - 0,001 X$$

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa setiap peningkatan kadar trigliserida sebesar 1 mg/dL akan menurunkan nilai hemolisis lengkap sebesar 0,01.

B. Pembahasan

Pada penelitian ini mayoritas responden berjenis kelamin perempuan sebanyak 71,4%. Kondisi tersebut dapat dipengaruhi oleh perubahan hormonal pada perempuan, terutama pada usia dewasa dan lanjut usia. Penurunan hormon estrogen dapat menyebabkan metabolisme lipid terganggu sehingga kadar trigliserida cenderung meningkat. Selain itu, perempuan lebih sering melakukan pemeriksaan kesehatan dibandingkan laki-laki sehingga jumlah responden perempuan lebih banyak ditemukan pada penelitian ini. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Yulianti

(2021) yang menyatakan bahwa perempuan usia menopause memiliki risiko lebih tinggi mengalami dislipidemia akibat perubahan hormonal dan metabolisme tubuh.

Berdasarkan kelompok usia, mayoritas responden berada pada rentang usia 41–60 tahun. Peningkatan usia dapat menyebabkan penurunan metabolisme tubuh, berkurangnya aktivitas fisik, serta meningkatnya resistensi insulin yang menyebabkan kadar trigliserida dalam darah meningkat. Merujuk pada Kuntari (2024) menyebutkan bahwa usia dewasa hingga lanjut usia merupakan kelompok yang lebih berisiko mengalami gangguan metabolisme lipid dan hipertrigliseridemia.

Hasil penelitian menunjukkan hubungan negatif antara kadar trigliserida dengan nilai awal hemolisis dan hemolisis lengkap. Semakin tinggi kadar trigliserida maka nilai hemolisis cenderung semakin menurun, yang menunjukkan eritrosit lebih mudah mengalami hemolisis pada konsentrasi NaCl tertentu. Kondisi tersebut dapat terjadi karena kadar trigliserida yang tinggi memengaruhi komposisi lipid pada membran eritrosit. Membran eritrosit normal memiliki sifat lentur dan fleksibel untuk mempertahankan bentuk sel saat berada pada lingkungan hipotonik. Namun pada kondisi hipertrigliseridemia, terjadi perubahan susunan lipid membran sehingga membran eritrosit menjadi lebih kaku dan kurang stabil U Kultsum, DI Ngestiningsih (2018).

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh rata-rata nilai awal hemolisis eritrosit sebesar 0,4600% dan hemolisis lengkap sebesar 0,2929%. Nilai

tersebut masih berada dalam rentang nilai normal pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT), yaitu awal hemolisis normal terjadi pada konsentrasi NaCl 0,45%–0,50% dan hemolisis lengkap pada konsentrasi NaCl 0,30%–0,33%. Meskipun masih berada dalam rentang normal, hasil penelitian menunjukkan adanya kecenderungan penurunan nilai awal hemolisis dan hemolisis lengkap seiring meningkatnya kadar trigliserida.

Penurunan nilai tersebut menunjukkan bahwa eritrosit cenderung lebih mudah mengalami hemolisis pada konsentrasi NaCl yang lebih tinggi dibandingkan kondisi normal. Hal ini mengindikasikan adanya peningkatan fragilitas osmotik eritrosit akibat perubahan stabilitas membran eritrosit yang dipengaruhi oleh kadar trigliserida tinggi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa hipertrigliseridemia dapat memengaruhi ketahanan eritrosit meskipun nilai OFT masih berada dalam batas normal pemeriksaan (Fauziyah, dkk 2019).

Secara sederhana, eritrosit dapat dianalogikan seperti balon berisi cairan. Pada kondisi normal, eritrosit masih mampu bertahan ketika berada dalam larutan hipotonik. Akan tetapi, ketika kadar trigliserida meningkat, membran eritrosit menjadi lebih rapuh sehingga eritrosit lebih mudah pecah. Kondisi tersebut menyebabkan hemolisis terjadi lebih cepat pada pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT). Hal ini sesuai dengan teori Hoffbrand dan Moss (2016) yang menyatakan bahwa kerusakan atau perubahan struktur membran eritrosit dapat meningkatkan fragilitas osmotik eritrosit.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Song and Jensen (2021) yang menjelaskan bahwa trigliserida eritrosit berkaitan dengan metabolisme lipid dan kondisi metabolik tubuh yang dapat mempengaruhi fungsi serta stabilitas eritrosit. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa perubahan metabolisme lipid dapat mempengaruhi kondisi membran eritrosit.

Penelitian lain yang mendukung hasil ini adalah penelitian oleh Varlet-marie, Myzia, and Mauverger (2022) yang menjelaskan bahwa perubahan metabolisme lipid dapat mempengaruhi deformabilitas eritrosit, fluiditas membran eritrosit, serta meningkatkan fragilitas eritrosit.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh rata-rata nilai awal hemolisis eritrosit sebesar 0,4600% dan hemolisis lengkap sebesar 0,2929%. Nilai tersebut masih berada dalam rentang nilai normal pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT), yaitu awal hemolisis normal terjadi pada konsentrasi NaCl 0,45%–0,50% dan hemolisis lengkap pada konsentrasi NaCl 0,30%–0,33%. Meskipun masih berada dalam rentang normal, hasil penelitian menunjukkan adanya kecenderungan penurunan nilai awal hemolisis dan hemolisis lengkap seiring meningkatnya kadar trigliserida.

Penurunan nilai tersebut menunjukkan bahwa eritrosit cenderung lebih mudah mengalami hemolisis pada konsentrasi NaCl yang lebih tinggi dibandingkan kondisi normal. Hal ini mengindikasikan adanya peningkatan fragilitas osmotik eritrosit akibat perubahan stabilitas membran eritrosit yang dipengaruhi oleh kadar trigliserida tinggi. Kondisi tersebut

menunjukkan bahwa hipertrigliseridemia dapat memengaruhi ketahanan eritrosit meskipun nilai OFT masih berada dalam batas normal pemeriksaan.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan selama proses pelaksanaan penelitian. Keterbatasan pertama yaitu jumlah pasien hipertrigliseridemia yang datang setiap hari di Puskesmas tidak selalu sesuai dengan target pengambilan sampel penelitian. Pada beberapa hari jumlah pasien yang memenuhi kriteria inklusi lebih sedikit dari target yang direncanakan sehingga proses pengumpulan sampel membutuhkan waktu lebih lama dari jadwal penelitian. Keterbatasan lainnya yaitu pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT) dilakukan dengan metode pembacaan visual untuk menentukan awal hemolisis dan hemolisis lengkap. Metode ini memiliki keterbatasan karena hasil pengamatan bergantung pada perubahan warna supernatan yang diamati secara langsung, sehingga tingkat ketelitian pengukuran tidak setinggi metode yang menggunakan instrumen seperti spektrofotometer. Selain itu, penelitian ini belum mengendalikan faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi fragilitas osmotik eritrosit, seperti kadar kolesterol membran eritrosit, status gizi, dan kondisi klinis tertentu yang dapat berperan sebagai faktor perancu.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Kadar trigliserida memberikan pengaruh sebesar 75,7% terhadap awal hemolisis eritrosit dan sebesar 19,5% terhadap hemolisis lengkap eritrosit. Semakin tinggi kadar trigliserida maka eritrosit cenderung lebih mudah mengalami hemolisis sehingga dapat memengaruhi hasil pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT).
2. Adanya hubungan yang signifikan antara kadar trigliserida dengan hasil *Osmotic Fragility Test* (OFT), baik pada awal hemolisis maupun hemolisis lengkap eritrosit. Hubungan antara kadar trigliserida dengan awal hemolisis menunjukkan kekuatan hubungan sangat kuat dengan arah negatif, sedangkan hubungan dengan hemolisis lengkap menunjukkan kekuatan hubungan sedang dengan arah negatif.

B. Saran

1. Saran Teoritis, disarankan bagi peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh gangguan metabolik lipid terhadap stabilitas eritrosit dengan menggunakan jumlah sampel yang lebih besar serta mempertimbangkan faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi fragilitas osmotik eritrosit. Hal ini diharapkan dapat menambah dan memperkuat kajian teoritis dalam bidang hematologi dan ilmu laboratorium klinik.

2. Saran Praktis, disarankan bagi Puskesmas dan tenaga laboratorium untuk meningkatkan perhatian terhadap kadar trigliserida pada pasien dengan gangguan metabolik, terutama diabetes mellitus dan dislipidemia, karena kadar trigliserida yang tinggi dapat mempengaruhi stabilitas eritrosit dan hasil pemeriksaan laboratorium, khususnya *Osmotic Fragility Test* (OFT).

DAFTAR PUSTAKA

- Azad, Medical College Maulana, and Ramji Siddarth. 2022. "Study Design : Observational Studies." 59: 6.
- Azizah, Siti Nur, Erma Sulistyo Rini, and Akademi Farmasi Jember. 2020. Profil kadar trigliserida pasien hipertrigliseridemia setelah penggunaan gemfibrozil 300 mg di Poliklinik Pratama Politeknik Negeri Jember Periode Mei – Juli 2020." : 32–37.
- Berglund, Lars, John D Brunzell, Anne C Goldberg, Ira J Goldberg, Frank Sacks, Mohammad Hassan Murad, and Anton F H Stalenhoef. 2021. "Evaluation and Treatment of Hypertriglyceridemia : An Endocrine Society Clinical Practice Guideline." 97(September): 2969–89. <https://doi.org/10.1210/jc.2011-3213>.
- Chris, J, Chris J Packard, Jan Boren, and Marja-riitta Taskinen. 2020. "Causes and Consequences of Hypertriglyceridemia Causes and Consequences of Hypertriglyceridemia." <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00252>.
- Fauziyah, Zhahrina, Hayati, Eem, Nurhayati, Betty, Marliana, Nina. 2019. Morfologieritrosit dan fragilitas osmotik. 11(1): 277–84.
- Hall, J. E. (2019). Guyton and Hall textbook of medical physiology (13th ed.). Elsevier Saunders.
- Hoffbrand, A.Victor, and Paul A.H. Moss. 2016. *Hoffbrand's Essential Haematology*. 7th ed. Wiley-Blackwell.
- Igbokwe, N A. 2018. "Sokoto Journal of Veterinary Sciences A Review of the Factors That Influence Erythrocyte Osmotic Fragility." 16(4).
- Jombang, Itskes Icme. 2025. "Gambaran Kadar Trigliserida Pada Wanita Menopause."
- Kemenkes. 2020. *Buku Digital Standar Profesi Ahli Teknologi Laboratorium Medik (1)*.
- Kuntari, Titik. 2024. *Sindrom Metabolik Pada Lanjut Usia (Lansia)*.
- Luna-castillo, Karla Paulina, Xochitl Citlalli Olivares-ocha, Iris Monserrat Llamas-covarrubias, Citlalic Rodr, Alejandra Betancourt-n, Barbara Vizmanos, Erika Mart, et al. 2022. "The Effect of Dietary Interventions on Hypertriglyceridemia :." : 1–60.
- Meikawati, Wulandari, Rahayu Astuti, Fakultas Kesehatan, Masyarakat Universitas, and Muhammadiyah Semarang. 2023. Faktor-faktor yang berhubungan dengan kadar trigliserida darah pada penderita diabetes melitus di Rumah Sakit Bhakti Wira Tamtama Semarang. 8(1): 36–46.

- Niesor, Eric J, Elie Nader, Anne Perez, François Lamour, Alan Remaley, Swee Lay Thein, and Philippe Connes. 2022. “Red Blood Cell Membrane Cholesterol May Be a Key Regulator of Sickle Cell Disease Microvascular Complications.”
- Panji Tok. 2014. “Struktur Membran Eritrosit.” : 55. <https://www.edubio.info/2014/12/struktur-dan-fungsi-membran-plasma.html> (June 8, 2026).
- Rygiel, Katarzyna. 2018. “Hypertriglyceridemia - Common Causes , Prevention and Treatment Strategies.” : 67–76. <https://doi.org/10.2174/1573403X14666180123165542>
- Siregar Hanun, Fatmah. 2020. “Jurnal Delima Harapan 2020.” 7(September): 118–27.
- Song, Yilin, and Michael D Jensen. 2021. “Red Blood Cell Triglycerides — a Unique Pool That Incorporates Plasma-Free Fatty Acids and Relates to Metabolic Health.” *Journal of Lipid Research* 62: 100131. <https://doi.org/10.1016/j.jlr.2021.100131>
- Sugiyono. 2020. *Metode Penelitian Kuantitatif*. 3rd ed. Alfabeta.
- Kultsum, U., Ngestiningsih, D. I., & Tjahjono, K. D. K. (2018). Perbedaan fragilitas eritrosit pada perokok ringan, perokok sedang-berat dan bukan perokok, 10–43.
- Varlet-marie, Emmanuelle, Justine Myzia, and Eric Raynaud De Mauverger. 2022. “Metabolic Influences Modulating Erythrocyte Deformability and Eryptosis.”
- Wierzbicki, Anthony S, Eun Ji Kim, Oluwayemisi Esan, and Radha Ramachandran. 2022. “Hypertriglyceridaemia : An Update.” : 798–806. <https://doi.org/10.1136/jclinpath-2021-207719>.
- Yamaguchi, Takeo, and Toshihiro Ishimatu. 2020. “Effects of Cholesterol on Membrane Stability of Human Erythrocytes.” 43(10): 1604–8.
- Yuliati. 2021. “Tesis Perbandingan Kadar Profil Lipid Perimenopause Dan Pascamenopause Berdasarkan Indeks Massa Tubuh.”

LAMPIRAN

Lampiran 1. *Ethical Clearence*



Terakreditasi KEPPKN No. 005/KEPPKN/AKT/IV/2024

Kementerian Kesehatan

Poltekkes Yogyakarta

Komite Etik Penelitian Kesehatan

Jalan Tata Bumi No. 3, Banyuraden, Gamping,
Sleman, D.I. Yogyakarta 55293

(0274) 617601

<https://poltekkesjogja.ac.id>

KETERANGAN LAYAK ETIK DESCRIPTION OF ETHICAL EXEMPTION "ETHICAL EXEMPTION"

No.DP.04.03/e-KEPK.1/587/2026

Protokol penelitian versi 1 yang diusulkan oleh :
The research protocol proposed by

Peneliti utama : Rabiha Al Husna Rambe
Principal In Investigator

Nama Institusi : Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
Name of the Institution

Dengan judul:
Title

"Pengaruh Hipertriglisideremia Terhadap Pemeriksaan Osmotic Fragility Test"

"The Effect of Hytriglyceridemia on Osmotic Fragility Test"

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah, 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Risiko, 5) Bujukan/Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.

Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion/Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicators of each standard.

Pernyataan Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 09 April 2026 sampai dengan tanggal 09 April 2027.

This declaration of ethics applies during the period April 09, 2026 until April 09, 2027.



April 09, 2026
Chairperson,



Dr. drg. Wiworo Haryani, M.Kes.

Anggota Peneliti : Rabiha Al Husna Rambe, Amd.Kes

Lampiran 2. Surat Izin Penelitian

**PEMERINTAH KOTA YOGYAKARTA**
DINAS KESEHATAN


Jl. Kenari No. 56, Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55165
Telepon (0274)515865, 562682; Faksimile (0274) 515869
Laman kesehatan.jogjakota.go.id; Pos-el kesehatan@jogjakota.go.id

10 Maret 2026

Nomor : 000.9/ 2789
Sifat : -
Lampiran : -
Hal : Surat Pengantar Penelitian
Yth. Kepala
Di Yogyakarta

Berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri No.3 Tahun 2018 pasal 5 ayat 2 ;
Surat Edaran dari Gubernur D.I.Yogyakarta Nomor : 070/01218 tertanggal 19 Februari 2019
2025 Perihal Penerbitan Surat Keterangan Penelitian dan surat Kantor Kesatuan Bangsa Kota
Yogyakarta, Nomor 200/101 tertanggal 22 Februari 2019, isi pokok surat regulasi tentang
penelitian dan sesuai surat dari Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Nomor :
LB.02.01/F.XXVII.10/291/2026 tanggal 25 Februari 2026 perihal ijin penelitian, dan hasil
telaahan kami, maka Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta dapat memberikan ijin penelitian
dengan judul proposal : "Pengaruh Hipertrigliseridemia terhadap Pemeriksaan *Osmotic Fragility*
Test" kepada :

Nama : Rabiha Al Husna Rambe
NIM : P71342325168
No Hp : 0895611389066
Pekerjaan : Mahasiswa Prodi Sarjana Terapan Laboratorium Medis Jurusan
Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
Lokasi penelitian : Puskesmas Jetis Kota Yogyakarta
Waktu Penelitian : Bulan Maret s.d Mei 2026

Kepada yang bersangkutan diwajibkan :

1. Menghormati dan menaati peraturan dan tata tertib yang berlaku setempat
2. Surat Pengantar penelitian tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan Pemerintah dan hanya dipergunakan untuk keperluan ilmiah
3. Menyerahkan hasil penelitian kepada Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta

Demikian surat pengantar penelitian ini dibuat, dengan ketentuan memenuhi persyaratan yang berlaku dan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yth. Mb. Shyntia & tim
unt dpt membimbing
f. 12/3 2026


a.n. Kepala
Sekretaris
Indri Winingsih S.K.M.,M.M
Pembina Tingkat I (IV/b)
NIP 197006151993032008


SEGORO AMARTO
SEMANGAT GOTONG ROYONG AGAWE MAJUNE NGAYOGYAKARTA
KEMANDIRIAN – KEDISIPLINAN – KEPEDULIAN – KEBERSAMAAN

Lampiran 3. Surat Selesai Penelitian



PEMERINTAH KOTA YOGYAKARTA
DINAS KESEHATAN
PUSKESMAS JETIS

Yogyakarta

Jalan Pangeran Diponegoro 91, Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55231
Telepon (0274) 554801
Laman jetispusk.jogjakota.go.id; Pos-elpuskjt@jogjakota.go.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : 400.7 / 787

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : dr. Mohammad Izza Naufal Fikri
N I P : 19891107 201903 1 005
Pangkat/Gol : Penata Muda Tingkat I III/b
Jabatan : Plt. Ka. Sub. Bag. TU

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa :

N a m a : Rabiha Al Husna Rambe
N I M : P71342325168
Pekerjaan : Mahasiswa Prodi Sarjana Terapan Laboratorium Medis
Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes
Kemenkes Yogyakarta
Waktu Pelaksanaan : 1 Maret 2026 s/d 30 Mei 2026

Telah melaksanakan Penelitian di Puskesmas Jetis Kota Yogyakarta dengan judul : Pengaruh Hipertriglisieridemia terhadap pemeriksaan Osmotic Fragility Test di Puskesmas Kota Yogyakarta.

Demikian surat keterangan ini diberikan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta,

Ar. Kepala
Plt. Ka. Sub. Bag. TU
dr. Mohammad Izza Naufal Fikri
NIP. 19891107 201903 1 005



SEGORO AMARTO
Semangat Gotong Royong Agawe Majune Ngayogyakarta
Kemandirian – Kedisiplinan – Kepedulian – Kebersamaan

Lampiran 4. Hasil Penelitian



PEMERINTAH KOTA YOGYAKARTA
DINAS KESEHATAN
PUSKESMAS JETIS

ꦑꦸꦏꦼꦱꦺꦴꦩꦠꦱ꧀ꦗꦺꦠꦶꦱ

Jalan Pangeran Diponegoro 91, Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55231
Telepon (0274) 554801

Laman jetispusk.jogjakota.go.id; Pos-elpuskjt@jogjakota.go.id

Kode Subjek	Kadar Triglicerida	Awal Hemolisis	Akhir Hemolisis	Usia	Jenis Kelamin
S1	155	0,60	0,25	45	PR
S2	174	0,55	0,20	52	PR
S3	175	0,55	0,35	38	LK
S4	175	0,55	0,35	49	PR
S5	182	0,55	0,30	56	PR
S6	182	0,55	0,30	61	PR
S7	190	0,50	0,30	35	LK
S8	190	0,50	0,30	43	PR
S9	192	0,50	0,35	58	PR
S10	195	0,50	0,40	29	LK
S11	195	0,50	0,40	47	PR
S12	198	0,40	0,30	64	PR
S13	198	0,50	0,25	41	PR
S14	201	0,50	0,40	33	LK
S15	205	0,50	0,35	55	PR
S16	205	0,50	0,35	67	PR
S17	214	0,50	0,35	50	PR
S18	218	0,60	0,25	40	LK
S19	218	0,45	0,25	44	PR
S20	220	0,45	0,40	59	PR
S21	230	0,50	0,20	62	PR
S22	155	0,45	0,35	27	LK
S23	232	0,45	0,20	53	PR
S24	233	0,45	0,30	46	PR
S25	245	0,40	0,30	65	LK
S26	245	0,40	0,40	71	PR
S27	250	0,45	0,25	57	PR
S28	250	0,45	0,40	42	PR
S29	260	0,40	0,25	50	LK
S30	260	0,40	0,25	55	PR
S31	265	0,40	0,20	48	LK
S32	265	0,40	0,20	57	LK
S33	271	0,40	0,25	52	PR
S34	273	0,40	0,20	60	PR
S35	273	0,40	0,20	56	LK



Deni J.P.

2007 27 2009 02 2008

Lampiran 5. Hasil SPSS

Uji Normalitas

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar TG	.077	35	.200 [*]	.983	35	.839
Awal Hemolisis	.172	35	.010	.951	35	.123
Akhir Hemolisis	.182	35	.005	.948	35	.100

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

a. Lilliefors Significance Correction

Uji Korelasi

Correlations				
		Kadar TG	Awal Hemolisis	Akhir Hemolisis
Kadar TG	Pearson Correlation	1	-.870**	-.441**
	Sig. (2-tailed)		.000	.008
	N	35	35	35
Awal Hemolisis	Pearson Correlation	-.870**	1	.508**
	Sig. (2-tailed)	.000		.002
	N	35	35	35
Akhir Hemolisis	Pearson Correlation	-.441**	.508**	1
	Sig. (2-tailed)	.008	.002	
	N	35	35	35

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.441 ^a	.195	.170	.06549

a. Predictors: (Constant), Kadar TG

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.034	1	.034	7.970	.008 ^b
	Residual	.142	33	.004		
	Total	.176	34			

a. Dependent Variable: Hemolisis Lengkap

b. Predictors: (Constant), Kadar TG

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.496	.073		6.809	.000
	Kadar TG	-.001	.000	-.441	-2.823	.008

a. Dependent Variable: Hemolisis Lengkap

Lampiran 6. Lembar Persetujuan

41

Lampiran 3. Lembar Persetujuan

LEMBAR PERSETUJUAN MENJADI RESPONDEN

INFORMED CONSENT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama

~~.....~~

Umur

: 59 tahun.

Jenis Kelamin

: Laki-laki

Setelah mendapatkan penjelasan secara lengkap mengenai penelitian yang akan dilakukan, dengan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia* menjadi responden dalam penelitian yang berjudul:

"Pengaruh Hipertrigliseridemia terhadap Pemeriksaan *Osmotic Fragility Test* (OFT)"

yang dilakukan oleh mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Yogyakarta.

Yogyakarta, 19 Maret 2026

Responden



~~.....~~

Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian



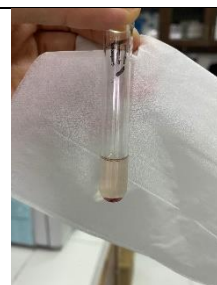
Alat dan Bahan Pemeriksaan TG



Alat dan Bahan Pemeriksaan OFT



Hasil Pemeriksaan



Awal Hemolisis



Hemolisis Lengkap