

PERBANDINGAN PENGGUNAAN *SILICONE OIL* DAN *NON SILICONE OIL* TERHADAP PENYEMBUHAN LUKA SKLEROTOMI *SUTURELESS* PADA PASIEN YANG MENJALANI VITREKTOMI PARS PLANA DINILAI DARI ASPEK *ANTERIOR SEGMENT-OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY (AS - OCT)*

THE COMPARISON OF USING SILICONE OIL AND NON-SILICONE OIL FOR THE HEALING OF SUTURELESS SCLEROTOMY WOUNDS IN PATIENTS UNDERGOING PARS PLANA VITRECTOMY, ASSESSED THROUGH THE ANTERIOR SEGMENT-OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY (AS-OCT) ASPECT

NABITA AULIA



**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MATA
PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

PERBANDINGAN PENGGUNAAN *SILICONE OIL* DAN *NON SILICONE OIL* TERHADAP PENYEMBUHAN LUKA SKLEROTOMI *SUTURELESS* PADA PASIEN YANG MENJALANI VITREKTOMI PARS PLANA DINILAI DARI ASPEK *ANTERIOR SEGMENT-OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY (AS - OCT)*

Tesis

sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Spesialis-1 (Sp.1)

Program Studi

Ilmu Kesehatan Mata

Disusun dan diajukan oleh:

NABITA AULIA

C025 191 005

Kepada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (SP.1) PROGRAM
STUDI ILMU KESEHATAN MATA FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**PERBANDINGAN PENGGUNAAN SILIKON OIL DAN NON
SILIKON OIL TERHADAP PENYEMBUHAN LUKA
SKLERATOMI PADA PASIEN YANG MENJALANI
VITREKTOMI PARS PLANA DINILAI DARI ASPEK ANTERIOR
SEGMENT OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY (AS-OCT)**

Disusun dan diajukan oleh

NABITA AULIA

Nomor Pokok : C025 191 005

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian
Studi Program Magister Program Studi Ilmu Penyakit Mata Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin

pada tanggal 4 Agustus 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

dr. Andi Muhammad Ichsan, Ph.D, Sp.M(K)

dr. Junaedi Sirajuddin, Sp.M(K)

NIP. 19700212 200801 1 013

NIP. 19600812 198901 1 001



Dr. dr. Habibah S. Muhiiddin, Sp.M(K)
NIP. 19611215 198803 2 001



Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M.Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK
NIP. 196805301996032001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis yang berjudul “Perbandingan Penggunaan *Silicone Oil* dan *Non Silicone Oil* terhadap Penyembuhan Luka Sklerotomi *Sutureless* pada Pasien yang Menjalani Vitrektomi Pars Plana Dinilai dari Aspek *Anterior Segment-Optical Coherence Tomography (AS-OCT)*” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dr. Andi Muhammad Ichsan, Ph.D, Sp.M(K) sebagai Pembimbing Utama dan dr. Junaedi Sirajuddin, Sp.M(K) sebagai Pembimbing Pendamping. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 4 Agustus 2023



NABITA AULIA
C025 191 005

PRAKATA

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia Nya sehingga karya ini dapat diselesaikan dengan baik. Karya tulis berjudul "**PERBANDINGAN PENGGUNAAN SILICONE OIL DAN NON SILICONE OIL TERHADAP PENYEMBUHAN LUKA SKLEROTOMI SUTURELESS PADA PASIEN YANG MENJALANI VITREKTOMI PARS PLANA DINILAI DARI ASPEK ANTERIOR SEGMENT-OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY (AS - OCT)**", diajukan dan disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Dokter Spesialis dalam bidang Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

Melalui kesempatan ini pula penulis dengan tulus dan rasa hormat menyampaikan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Kedua orang tua tersayang, Ayahanda Drs.Noor Asief dan Ibunda Nuriman Bachmid, atas setiap doa dan sujud, kasih sayang, kesabaran, serta dukungan yang tidak pernah putus kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan pendidikan ini.
2. Saudara-saudara saya, Corry Wigaty dan Aldhi tribudhi yang tidak pernah lelah memberikan dukungannya
3. Rektor Universitas Hasanuddin, Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Ketua Tim Koordinasi Program Pendidikan Dokter Spesialis Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin atas kesediaannya menerima penulis sebagai peserta didik di Program Pendidikan Dokter Spesialis Universitas Hasanuddin.

4. Dr. Andi Muhammad Ichsan, Ph.D, Sp.M(K), Direktur Utama Rumah Sakit Universitas Hasanuddin, Dosen Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, penasehat akademik dan pembimbing karya akhir-tesis saya yang selalu memberi bimbingan, semangat, serta nasehat selama penulis menjalani proses pendidikan.
5. dr. Junaedi Sirajuddin, Sp.M(K), Dosen Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin sebagai guru, orang tua dan sekaligus pembimbing karya akhir yang banyak memberikan bimbingan, dorongan dan dukungan terhadap penulis selama pendidikan ini dan dalam menyelesaikan penelitian.
6. Dr. dr. Andi Alfian Zainuddin, M.KM, selaku pembimbing statistik atas waktu dan segala bimbingan yang dicurahkan disela kesibukannya, sejak awal ide penulisan hingga terselesaikannya penyusunan karya akhir ini.
7. Dr. dr. Habibah S. Muhiddin, Sp.M(K), selaku Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Mata, guru, dan selaku penguji tesis atas bimbingan, masukan, dan kemudahan yang diberikan kepada penulis sejak awal hingga terselesaikannya karya ini dengan baik, serta kepercayaan, dukungan dan nasehat bagi penulis, juga segala bentuk pemikiran dan upaya jerih payah demi memajukan kualitas pendidikan Dokter Spesialis Mata Universitas Hasanuddin.atas segala kepercayaan
8. dr. Hasnah, Sp.M(K), M.Kes, Dosen Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin. Guru, dan selaku penguji tesis atas bimbingan dan masukan, serta kemudahan yang diberikan kepada penulis sejak awal hingga terselesaikannya karya ini.

9. Seluruh Staf Departemen Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin dan juga kepada guru-guru kami, Prof. Dr. dr. Rukiah Syawal, Sp M(K), dr. Rahasiah Taufik, Sp.M(K), Prof. dr. Budu, Ph.D, Sp.M(K), M.Med.Ed, Dr.dr. Halimah Pagarra, Sp.M(K), dr. Suliati P. Amir, Sp.M, M.edEd, Dr. dr. Batari Todja, Sp.M(K), Dr. dr. Purnamanita Syawal, Sp.M, M.Kes, dr. Andi Tenrisanna Devi, Sp.M(K) M.Si, M.Kes, Dr. dr. Noor Syamsu, Sp.M(K), MARS, M.Kes, dr. Muliasnaeny, Sp.M, dr. Andi Senggeng Relle, Sp.M(K), MARS, Dr. dr. Yunita, Sp.M(K), Dr. dr. Marlyanti N. Akib, Sp.M(K), M.Kes, dr. Soraya Taufik, Sp.M, M.Kes, dr. Muhammad Abrar Ismail, Sp.M(K), dr. Ruslinah HTM, Sp.M, dr. Azhar Farid, Sp.M, M.Kes, dr. Ahmad Ashraf, Sp.M(K), MPH, dr. Adelina T. Poli, Sp.M, dr. Ririn Nislawaty, Sp.M, M.Kes., dr. Ratih Natasya, Sp.M, M.Kes, dr. Nursyamsi, Sp.M, M.Kes, dr. Andi Pratiwi, Sp.M, M.Kes, dr. Andi Akhmad Faisal, Sp.M, M.Kes, dr. Rani Yunita Patong, Sp.M, dr. Andi Suryanita Tadjuddin, SpM, dr. Idayani Panggalo, Sp.M, dr. Muh. Irfan Kamaruddin, Sp.M, MARS dan dr. Dyah Ayu Windy, Sp.M atas segala bentuk bimbingan, nasehat, dan setiap kesempatan yang telah diberikan dalam proses pendidikan. Kiranya Allah SWT membalas semua kebaikan guru-guru kami dengan balasan yang terbaik. Semoga ilmu yang diajarkan dapat menjadi ilmu yang bermanfaat bagi semua.
10. Kepada sahabat saya dr. Herin Arini Natalia dan dr. Liem Meysie, dr. Fitri Annur Chikmah Sp.M dan dr. Abdi Dzul Ikram terimakasih telah banyak membantu dan menyertai perjalanan ini, menjadi saudara dalam suka maupun duka sejak awal menjalani Pendidikan dokter spesialis hingga saat ini.
11. Seluruh senior dan sahabat, serta teman sejawat peserta PPDS Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, yang telah

selalu memberikan semangat, segala bentuk dukungan dan kerja samanya selama penulis menjalani pendidikan ini.

12. Terimakasih yang tak terhingga pula penulis sampaikan kepada seluruh Staff Administrasi Departemen Ilmu Kesehatan Mata yang selama ini begitu banyak membantu selama proses pendidikan berjalan serta dalam penyelesaian penelitian dan karya akhir ini, terkhusus kepada ibu Endang Sri wahyuningsih,SE, Nurul Puspita, Murni Tamrin, Sri Wahyuningsih dan Sudirman yang selalu siap membantu.
13. Seluruh paramedis di RS Pendidikan UNHAS, RS Wahidin Sudirohusodo, Klinik mata ORBITA Makassar serta Rumah Sakit jejaring atas kerjasamanya selama penulis menjalani pendidikan.
14. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan karya akhir ini tidak lepas dari kekurangan dan kelemahan akibat keterbatasan kemampuan maupun pengetahuan penulis, Oleh karena itu penulis mengharapkan masukan sebagai perbaikan untuk karya ini. Kiranya Allah SWT dapat memberikan balasan yang terbaik untuk setiap doa, dukungan, dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis selama ini.

Makassar, 4 Agustus 2023

Nabita Aulia

ABSTRAK

NABITA AULIA, Perbandingan Penggunaan *Silicone Oil* dan *Non Silicone Oil* Terhadap Penyembuhan Luka Sklerotomi *Sutureless* Pada Pasien yang Menjalani Vitrektomi Pars Plana Dinilai dari Aspek *Anterior Segment-Optical Coherence Tomography (AS - OCT)*”, (dibimbing oleh Andi Muhammad Ichsan, Junaedi Sirajuddin, Andi Alfian Zainuddin)

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan penyembuhan luka sutureless sklerotomi Pars Plana Vitrectomy (PPV) antara penutupan dengan minyak silikon (SO) dan non-silikon (NSO). Teknik vitrektomi modern dengan menggunakan sayatan minimal invasif pada sklerotomi memungkinkan prosedur tanpa jahitan dengan menggunakan substitusi vitreus termasuk minyak silikon atau minyak non-silikon.

Penelitian ini merupakan studi kohort prospektif pada 30 pasien (15 SO dan 15 NSO) yang menjalani sutureless Pars Plana Vitrectomy dan diikuti selama tiga minggu. Lebar dan kedalaman luka sklerotomi diukur menggunakan Anterior Segment-Optical Coherence Tomography (AS-OCT) pada hari pertama setiap minggu untuk menilai penyembuhan luka. Uji T independen dan uji ANOVA berulang digunakan untuk menganalisis perbedaan dalam penyembuhan luka antara kedua kelompok.

Hasil penelitian ini menunjukkan kedua kelompok memiliki karakteristik yang serupa dalam hal usia, jenis kelamin, dan panjang aksial mata. Pada kelompok SO, lebar dan kedalaman luka sklerotomi mengalami penurunan yang signifikan ($p < 0.001$) dari hari ke-1 ($230.47 \pm 39.79 \mu\text{m}$ dan $152.00 \pm 69.77 \mu\text{m}$) hingga hari ke-21 ($0 \mu\text{m}$). Demikian juga, pada kelompok NSO, lebar dan kedalaman luka sklerotomi mengalami penurunan yang signifikan ($p < 0.001$) dari hari ke-1 ($239.27 \pm 48.31 \mu\text{m}$ dan $137.33 \pm 40.80 \mu\text{m}$) hingga hari ke-21 ($0 \mu\text{m}$). Tidak terdapat perbedaan signifikan dalam lebar dan kedalaman luka serta dalam percepatan penyembuhan luka antara kedua kelompok pada setiap waktu pengamatan ($p > 0.05$). Kesimpulan: Percepatan penyembuhan luka sklerotomi pada sutureless Pars Plana Vitrectomy serupa antara penutupan dengan minyak silikon dan minyak non-silikon, dan penutupan luka dapat dicapai dalam waktu tiga minggu.

Kata kunci: Penutupan luka, sklerotomi, sutureless, vitrektomi, penyembuhan luka

ABSTRACT

NABITA AULIA, Comparison of the Use of Silicone Oil and Non Silicone Oil on Sutureless Sclerotomy Wound Healing in Patients Undergoing Pars Plana Judging Vitrectomy from Anterior Segment-Optical Coherence Tomography (AS - OCT) Aspects", (supervised by Andi Muhammad Ichsan, Junaedi Sirajuddin, Andi Alfian Zainuddin)

This study aims to compare sutureless sclerotomy Pars Plana Vitrectomy (PPV) wound healing between silicone (SO) and non-silicon (NSO) oil closures. Modern vitrectomy techniques using minimally invasive incisions in sclerotomy allow sutureless procedures using vitreous substitutes including silicone oil or non-silicon oil.

This study is a prospective cohort study in 30 patients (15 SO and 15 NSO) who underwent sutureless pars plana vitrectomy and were followed for three weeks. The width and depth of the sclerotomy wound were measured using Anterior Segment-Optical Coherence Tomography (AS-OCT) on the first day of each week to assess wound healing. Independent t test and repeated ANOVA test were used to analyze the differences in wound healing between the two groups.

The results of this study showed that the two groups had similar characteristics in terms of age, sex, and axial length of the eyes. In the SO group, the width and depth of the sclerotomy wound decreased significantly ($p < 0.001$) from day 1 ($230.47 \pm 39.79 \mu\text{m}$ and $152.00 \pm 69.77 \mu\text{m}$) to day 21 ($0 \mu\text{m}$). Likewise, in the NSO group, the width and depth of the sclerotomy wound decreased significantly ($p < 0.001$) from day 1 ($239.27 \pm 48.31 \mu\text{m}$ and $137.33 \pm 40.80 \mu\text{m}$) to day 21 ($0 \mu\text{m}$). There were no significant differences in the width and depth of the wound and in the acceleration of wound healing between the two groups at any time of observation ($p > 0.05$). Conclusion: The acceleration of sclerotomy wound healing in sutureless Pars Plana Vitrectomy was similar between silicone oil and non-silicone oil closures, and wound closure was achieved within three weeks.

Keywords: Wound closure, sclerotomy, sutureless, vitrectomy, wound healing

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR ISTILAH	xivi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Tujuan Umum	4
1.3.2 Tujuan Khusus	4
1.4 Hipotesis Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Sklera	7
2.1.1 Embriologi Sklera	7
2.1.2 Anatomi Sklera	8
2.1.3 Histologi Sklera	9
2.1.4 Vaskularisasi Sklera	11
2.1.5 Inervasi Sklera	12
2.1.6 Fisiologi Sklera	13
2.1.7 Respon Imun pada Sklera	13

2.2	Penyembuhan luka pada sklera	14
2.2.1	Mekanisme penyembuhan luka	14
2.2.2	Mekanisme penyembuhan luka pada hewan percobaan	16
2.2.3	Gambaran OCT luka pada sklera	17
2.3	Jenis-jenis trokar pada vitrektomi pars plana	22
2.4	Penyembuhan luka sklera pada sklerotomi	25
2.4.1	Sklerotomi pasca VPP dengan jahitan	26
2.4.2	Sklerotomi pasca VPP tanpa jahitan	27
2.4.3	Sklerotomi pasca VPP yang menggunakan vitreous substitutes	27
2.5	Komplikasi sklerotomi pada vitrektomi pars plana	29
2.6	Kerangka teori.....	33
2.7	Kerangka konsep	34
BAB III METODE PENELITIAN		35
3.1	Jenis dan Rancangan Penelitian	35
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	35
3.3	Populasi dan Sampel Penelitian	35
3.3.1	Populasi Target	35
3.3.2	Sampel Penelitian	35
3.3.3	Besar Sampel	36
3.3.4	Teknik Pengambilan Sampel	37
3.3.5	Kriteria Inklusi	37
3.3.6	Kriteria Eksklusi	37
3.3.7	Kriteria drop out	38
3.4	Variabel Penelitian dan Definisi Operasional	38
3.4.1	Variabel Penelitian	38
3.4.2	Variabel Operasional	38

3.5	Instrumen Penelitian	41
3.6	Protokol Penelitian	42
3.7	Alur Penelitian	43
3.8	Analisa Statistik	43
3.9	Etik Penelitian	44
BAB IV HASIL PENELITIAN		45
BAB V PEMBAHASAN		53
BAB VI PENUTUP		
VI.1	KESIMPULAN	65
VI.2	SARAN	65
DAFTAR PUSTAKA		66
LAMPIRAN		77

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Timeline waktu penyembuhan luka15

Tabel 2. Fase penyembuhan luka pasca bedah pada mata17

Tabel 3. Perbandingan 20 G, 23 G dan 25 G24

Tabel 4.1 Distribusi data45

Table 4.2 Distribusi frekuensi karakteristik responden46

Tabel 4.3 Perubahan lebar luka dan kedalaman luka pada kelompok *silicone oil*47

Tabel 4.4 Perubahan lebar luka dan kedalaman luka pada kelompok non *silicone oil*.....48

Tabel 4.5 Perbandingan mean lebar luka dan kedalaman luka antara kelompok *silicone oil* dan *non silicone oil*49

Tabel 4.6. Perbandingan pengurangan kecepatan penyembuhan luka baik lebar maupun kedalaman luka antara kelompok *Silicone oil* dan non *silicone oil*50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tahap Perkembangan mata	7
Gambar 2. Gambaran potongan coronal mata normal.....	9
Gambar 3. Lapisan-lapisan sklera	9
Gambar 4. Episklera, stroma sklera dan pembuluh darah	10
Gambar 5. Kolagen	11
Gambar 6. Gambaran potongan transversal bola mata.....	12
Gambar 7. Kaskade penyembuhan luka.....	16
Gambar 8. <i>Ocular coherence tomography</i> (OCT) pada mata normal	18
Gambar 9. Perhitungan panjang insisi menggunakan analisis software	19
Gambar 10. Luka sklerotomi menggunakan 25 G	19
Gambar 11. Panjang dan sudut sayatan diukur menggunakan analisis software pada system visante.....	20
Gambar 12. Gambaran OCT penutupan luka sklerotomi	20
Gambar 13. Gambaran OCT pada skleritis.....	21
Gambar 14. Gambaran OCT potongan longitudinal dan transversal.....	21
Gambar 15. Gambaran OCT pada luka sklerotomi dengan komplikasi	22
Gambar 16. Ukuran trokar.....	23
Gambar 17. Letak tempat masuk trokar	23
Gambar 18. Sayatan zorro dan pollack	25

Gambar 19. Penyembuhan luka sklera pada kelinci dari gambaran <i>ultrasound microscopy</i>	25
Gambar 20. Gambaran <i>ultrasound biomicroscopy</i> pada luka sklerotomi menggunakan 25 G dan 20 G	26
Gambar 21. Luka sklerotomi yang menggunakan 23 G	27
Gambar 22. Gambaran penutupan luka sklerotomi menggunakan <i>optical coherence tomography</i>	29
Gambar 23. <i>Optical coherence tomography</i> pada vitreous inkarserata	30
Gambar 24. <i>Optical coherence tomography</i> pada ciliochoroidal detachment.....	32
Gambar 25. Kerangka teori	33
Gambar 26. Kerangka konsep.....	34
Gambar 27. Rumus fleiss	36
Gambar 28. Tampilan hasil penghitungan sampel	36
Gambar 29. Alur penelitian.....	43
Gambar 4.1 Grafik <i>whisker box plot</i> yang menunjukkan tren penurunan jarak luka antara kelompok <i>silicone oil</i> dan <i>non silicone oil</i>	51
Gambar 4.2 Grafik <i>whisker box plot</i> yang menunjukkan tren penurunan kedalaman luka sklerotomi antara kelompok <i>silicone oil</i> dan <i>non silicone oil</i>	52
Gambar 5.1 Lebar luka sklerotomi paska Vitrektomi pars plana sutureless 23 G menggunakan <i>silicone oil</i> dan <i>non silicone oil</i> pada hari ke 1, hari ke 7, hari ke 14 dan 21 dinilai dari AS-OCT	58
Gambar 5.2 Kedalaman luka sklerotomi paska Vitrektomi pars plana sutureless 23 G menggunakan <i>silicone oil</i> dan <i>non silicone oil</i> pada hari ke 1, hari ke 7, hari ke 14 dan 21 dinilai dari AS-OCT.....	60

DAFTAR ISTILAH

Singkatan	Arti dan Keterangan
SO	Silicone oil
RRD	Rhegmatogenous retinal detachment
PVR	Proliferative vitreoretinopathy
SF6	Sulfur hexafluoride
C3F8	Perfluoropropane
RD	Retinal detachment
OCT	Optical coherence tomography
USG	Ultrasonography
VPP	Vitrectomy pars plana
TIO	Tekanan Intraokular
BRVO	Retinal vein occlusion
AS-OCT	Anterior segment optical coherence tomography
SICS	Small incision cataract surgery
UBM	Ultrasound biomicroscopy
G	Gauge
SF6	Sulfur hexafluoride,
C3F8	Perfluoropropane
BSS	Balanced salt solution

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Vitrektomi pars plana adalah teknik yang umum digunakan dalam operasi pembedahan vitreoretina yang dapat menilai retina hingga ke perifer untuk memperbaiki penglihatan. Vitrektomi pars plana (VPP) dikerjakan antara lain pada *retinal detachments*, endoftalmitis, *macular pucker*, *diabetic retinopathy*, trauma mata, kekeruhan vitreus, *macular holes*, dislokasi lensa intraokuler atau katarak, branch retinal vein occlusion (BRVO) atau sumbatan cabang vena sentralis retina dan perdarahan dibawah macula retina. Vitrektomi terbagi menjadi 2 kata yaitu *vitreous* dan *ectomy* yang berarti pengangkatan vitreus dan instrumen yang dimasukkan ke dalam mata melalui pars plana. (American Academy of Ophthalmology, 2017; Sinaga et al., 2016)

Pertama kali *Chen* (1998) memperkenalkan Vitrektomi *sutureless* dan *Eckardt* memperkenalkan Teknik Vitrektomi menggunakan 23 G. Teknik ini semakin sering digunakan karena waktu operasi yang lebih singkat tanpa jahitan, lebih sedikit trauma pada konjungtiva dan peradangan pasca operasi, serta waktu penyembuhan luka pada sklera dan konjungtiva lebih cepat. (Chen JC, 1996; Milibak et al, 1998; Kwok et al, 1999)

Karena pada vitrectomy pars plana (VPP) akan dilakukan evakuasi cairan vitreus, sehingga diakhir operasi dibutuhkan penggunaan agen tamponade berupa *silicone oil*, gas intraokuler berupa sulfur hexafluoride

(SF6), perfluoropropane (C3F8) dan Balanced salt solution (BSS). Penggunaan agen tamponade digunakan untuk mengembalikan volume intraokuler dan memberikan tegangan permukaan pada seluruh permukaan retina yang terlepas ataupun yang mengalami robekan, dengan tujuan mencegah cairan mengisi ruangan subretina, hingga retinopeksi yang memberikan perlekatan permanen. Agen apapun yang dapat membentuk *interface* dengan air, maka dapat digunakan sebagai tamponade internal. Pada praktek sehari – hari, gas intraokuler dan *silicon oil* adalah tamponade yang paling banyak digunakan. (Kamyar V et al, 2016; Feng X et al 2017; Chignell AH et al, 1998)

Teknik insisi pollack dengan membuat tunnel pada sudut 35 derajat sampai 45 derajat melalui sklera, tidak diperlukan penjahitan pada luka karena luka ditekan dengan tekanan inteokular yang dihasilkan dari sudut yang miring dari insisi tunnel dan jarang menimbulkan astigmatisme dan hanya menyebabkan sedikit reaksi inflamasi pasca operasi. Tampak adanya perlekatan antara katup internal dan eksternal dan *vitreous incarceration* pada sklerotomi dimana mekanisme ini yang mendasari penyembuhan luka sklerotomi (Cibis et al, 1962; Eckardt C, 2005).

Adanya perbedaan yang signifikan terlihat pada hari 1 dan 2 setelah operasi menunjukkan bahwa tamponade intraokular mempengaruhi penutupan luka sklerotomi dan kemungkinan adanya kebocoran subklinis. Kebocoran atau *ciliochoroidal detachment* juga dapat terjadi. Shimada dkk melaporkan bahwa meskipun menggunakan 25 G sutureless penggunaan

cairan, udara atau gas dapat mengurangi insiden hipotoni pascaoperasi. Menurut Yamane dkk tegangan permukaan mungkin akan menahan *corpus ciliaris* yang terlepas pada mata yang terisi gas. Demikian pula, tegangan permukaan pada luka sklerotomi yang menggunakan tamponade *silicone oil* (bahan hidrofobik), bukan menggunakan balanced salt solution dapat mengurangi hipotoni pasca operasi. (Yamane et al, 2011; Shimada et al, 2005)

Penggunaan tamponade silicon oil dapat menghindari hipotoni pascaoperasi dengan mengurangi kebocoran sklerotomi pada awal pascaoperasi. Pada gambaran OCT *vertical and horizontal 3D scans* terlihat jelas dari luka sklerotomi menggunakan 25 G *sutureless* menutup lebih cepat pada mata yang terisi gas daripada yang berisi cairan. Tamponade gas dapat mempercepat penutupan luka. Dimana, tamponade gas mungkin memiliki efek mencegah terjadinya *ciliochoroidal detachment*. Beberapa penelitian dalam beberapa tahun terakhir telah menggunakan *optical coherence tomography* untuk mengevaluasi penyembuhan luka sklerotomi. *Optical coherence tomography* berguna untuk memproyeksikan gambaran sklerotomi yang sebenarnya. (Yamane et al, 2012; Yamane et al, 2011).

Berdasarkan latar belakang diatas maka, peneliti melakukan penelitian untuk mengetahui dampak penggunaan *silicone oil* terhadap penyembuhan luka pada pasien yang menjalani Vitrektomi pars plana

dinilai dari aspek *anterior segment-optical coherence tomography* (AS-OCT).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang masalah diatas, dapat dirumuskan pertanyaan penelitian, sebagai berikut :

1. Bagaimana hubungan penggunaan *silicone oil* terhadap penyembuhan luka sklerotomi *sutureless* paska vitrektomi pars plana melalui pengamatan *anterior segment-optical coherence tomography*?
2. Bagaimana hubungan penggunaan non *silicone oil* terhadap penyembuhan luka sklerotomi *sutureless* paska vitrektomi pars plana melalui pengamatan *anterior segment-optical coherence tomography*?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Menilai dampak penggunaan *silicone oil* terhadap penyembuhan luka pada pasien yang menjalani vitrektomi pars plana dinilai dari aspek *anterior segment optical coherence tomography* (AS-OCT)

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengukur penyembuhan luka sklerotomi *sutureless* paska vitrektomi pars plana yang menggunakan tamponade *silicone oil* (1200,1300)
2. Mengukur penyembuhan luka sklerotomi *sutureless* paska vitrektomi pars plana yang menggunakan tamponade non *silicone oil* (1200,1300)

3. Membandingkan perubahan pengurangan luka sklerotomi *sutureless* paska vitrektomi pars plana yang menggunakan tamponade *silicone oil* dan *non silicone oil*
4. Membandingkan perbedaan penyembuhan luka sklerotomi terhadap waktu penyembuhan luka

1.4 Hipotesis Penelitian

1. Terdapat pengurangan ukuran luka sklerotomi *sutureless* paska vitrektomi pars plana yang menggunakan tamponade *silicone oil* yang diukur dengan *anterior segment-optical coherence tomography* (AS-OCT)
2. Terdapat pengurangan ukuran luka sklerotomi *sutureless* paska vitrektomi pars plana yang menggunakan tamponade *non silicone oil* yang diukur dengan *anterior segment-optical coherence tomography* (AS-OCT)
3. Terdapat perbedaan ukuran luka sklerotomi *sutureless* paska vitrektomi pars plana antara yang menggunakan tamponade *silicone oil* dan *non silicone oil*.
4. Terdapat perbedaan waktu penyembuhan luka sklerotomi *sutureless* paska vitrektomi pars plana antara yang menggunakan tamponade *silicone oil* dan *non silicone oil*.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Ilmiah/Teoritis

- a. Menambah wawasan terkait informasi ilmiah tentang penyembuhan luka sklerotomi *sutureless* setelah vitrektomi pars plana dengan menggunakan *silicone oil* dan non *silicone oil* dari aspek *anterior segment-optical coherence tomography*.
- b. Data penelitian dapat digunakan sebagai informasi untuk penelitian selanjutnya.

2. Manfaat Praktis/Klinis

Memberikan informasi ilmiah kepada oftalmologis mengenai perbedaan ukuran luka sklerotomi *sutureless* paska vitrektomi pars plana yang menggunakan tamponade *silicone oil* dan non *silicone oil* diukur dengan *anterior segment-optical coherence tomography* (AS-OCT).

3. Manfaat Bagi Institusi

Rumah Sakit Universitas Hasanuddin dapat menambah informasi terkait proses penyembuhan luka sklerotomi *sutureless* pada tindakan vitrektomi pars plana sehingga tindakan vitrektomi pars plana yang dilakukan dapat menggunakan ukuran 23 G tanpa harus dijahit luka sklerotominya.

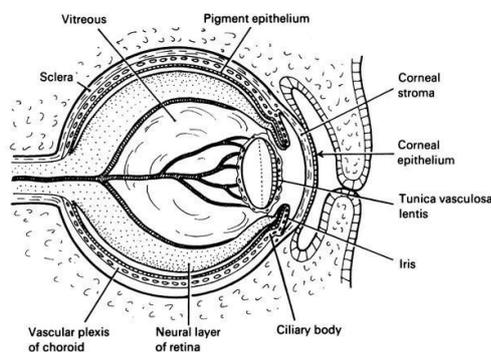
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 SKLERA

2.1.1 Embriologi Sklera

Mata berasal dari tiga lapisan embryonal yaitu, ektoderm superfisial termasuk derivatnya krista neuralis, ektoderm neural dan mesoderm. Mata mulai berkembang pada awal minggu keempat kehamilan sebagai bagian dari diencephalon. Pada minggu kelima kehamilan, ectoderm superfisial kemudian membentuk kornea, epitel konjungtiva, lensa, kelenjar lakrimal, glandula tarsalis dan epidermis kelopak mata. Krista neuralis membentuk koroid, iris, muskulus siliaris, vitreus, stroma kornea, endotel kornea, trabekula meshwork, papil saraf optik dan hampir keseluruhan dari sklera. Sedangkan mesoderm berkontribusi membentuk otot-otot ekstraokuler, endotel vaskuler dan bagian temporal sklera. Pada minggu ke-24 kehamilan, sklera telah memiliki struktur dan karakteristik seperti sklera pada orang dewasa. (Foster CS, 2013)



Gambar 1. Tahap perkembangan mata pada minggu kelima. Neural ektoderm membentuk lapisan pigmen pada retina, serat dan glia pada saraf optik, dan otot polos iris. Vesikel lensa telah terpisah dan menjadi suatu bagian sendiri pada perkembangan bola mata. Arteri hyaloid makin berkembang seiring dengan perkembangan vitreus di bagian posterior lensa. Pleksus koroid berkembang dan

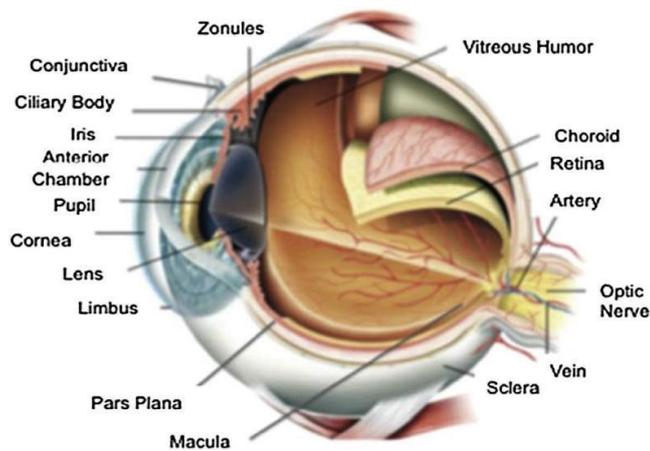
diikuti oleh sklera. Ektoderm superfisial membentuk epitel kornea dan konjungtiva, lensa, kelenjar lakrimal, dan glandula tarsalis dan epidermis pada palpebra. Krista neuralis dan mesektoderm. Membentuk koroid, iris, muskulus siliaris, vitreus, stroma dan endotel kornea, trabekular meshwork, papil saraf optik, dan sklera. Mesoderm berkontribusi membentuk otot-otot ekstraokuler dan endotel vaskuler serta bagian di temporal sklera. (Foster CS, 2013)

2.1.2 Anatomi Sklera

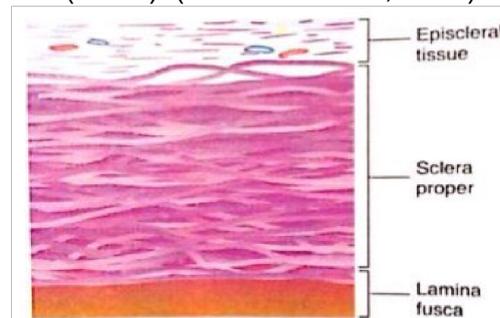
Sklera berperan sebagai lapisan yang kuat untuk organ intraocular yang halus, melindungi dari cedera. Sklera menutupi sekitar 5/6 bagian posterior dari permukaan bola mata, dengan kornea pada bagian anterior dan nervus optikus di bagian posterior. Ketebalan sklera bervariasi mulai dari yang paling tipis yaitu 0,3 mm tepat di belakang sisipan otot rektus, dan yang paling tebal 1,0 mm terdapat pada bagian posterior di sekitar papil saraf optik. Ketebalan sklera pada equator sekitar 0,4-0,5 mm dan 0,6 mm pada bagian anterior tempat insersi otot. Sehingga tempat paling sering terjadinya ruptur sklera adalah pada kuadran superonasal di dekat limbus. (Foster CS, 2013)(American Academy of Ophthalmology, 2017)

Secara mikroskopik, sklera dibagi menjadi: episklera, stroma sklera dan lamina fusca, yang merupakan lapisan tipis jaringan ikat berpigmen pada permukaan bagian dalam serabut mata yang terhubung dengan koroid. (American

Academy of Ophthalmology, 2017)



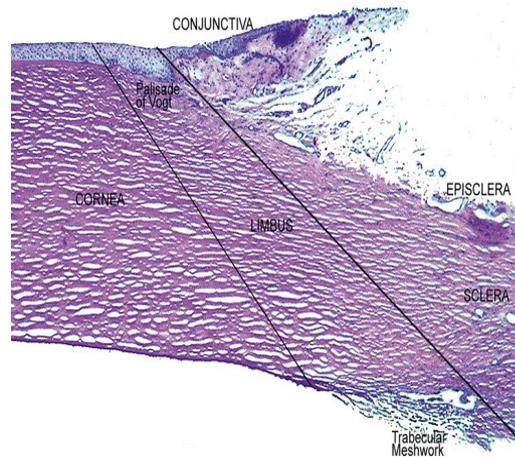
Gambar 2. Gambaran potongan koronal mata normal, tampak lapisan fibrosa (kornea, limbus dan sklera), lapisan vaskuler (iris, badan siliar dan koroid) dan lapisan sensorineural (retina). (De Andrade FA, 2016)



Gambar 3. Lapisan-lapisan sklera (Khurana, 2017)

2.1.3 Histologi Sklera

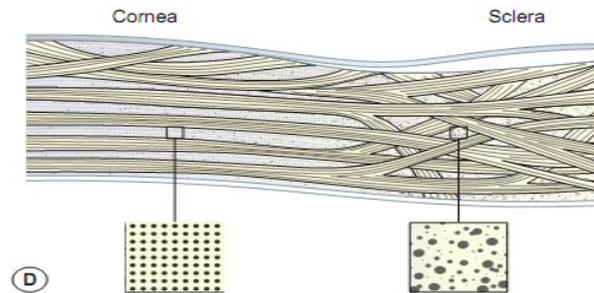
Komposisi sklera terdiri dari kolagen, elastin dan proteoglikan. Matriks ini diproduksi oleh fibrosit sklera. Struktur sklera dipertahankan oleh kumpulan fibril kolagen yang bervariasi diameter longitudinal dan transversal sehingga sklera terlihat opak. Serat kolagen bervariasi ukurannya di tiap kumpulan, ketebalannya 10 – 16 mikrometer dan lebarnya 100-140 mikrometer. Kolagen ini diperkuat oleh serat elastik, utamanya di ekuator dimana sklera paling tipis (0,3 mm) dan di limbus dan saraf optik. (La Maza MS 2003; Watson PG 2004)



Gambar 4. Episklera, Stroma Sklera dan Pembuluh darah (Watson and Young, 2004).

- Kolagen

Kolagen, protein terbanyak di tubuh, membentuk 25% total protein tubuh dan 90% atau lebih protein di kartilago, tendon, ligamen, tulang dan mata. Fibril kolagen berfungsi menjaga integritas jaringan. Kolagen bersama dengan proteoglikan membentuk substansi dasar. Proporsi kolagen di sklera 68%. Kolagen disintesa oleh fibroblast. Kolagen ada beberapa tipe. Tipe I berfungsi untuk tahan terhadap tekanan atau ekspansi. (Watson PG 2004) (Girolamo ND 2001). Kolagen pada sklera paling banyak berupa tipe I. Diameter seratnya bervariasi dari 28 nm sampai 30 nm di lamina fusca dan jaringan sklera dalam. Serat yang di luar lebih besar dengan diameter 62 nm. (La Maza MS. 2003) (Watson PG 2004) (Kaufman PL, 1998)



Gambar 5. Kolagen (Watson and Young, 2004).

- Elastin

Komponen sklera lainnya adalah elastin. Serat elastin disekresikan oleh fibroblast sklera sebagai respon terhadap tekanan. Di sklera, elastin terletak paling banyak di lapisan dalam sklera dan di garis tekanan otot ekstraokuler. Elastin terdiri dari asam amino hidrofobik non polar seperti alanin, valin, isoleusin dan leusin, desmosin dan isodesmosin dan mengandung sedikit hidroksi proline dan tidak mengandung hidroksilisin. (La Maza MS. 2003) (Watson PG 2004)

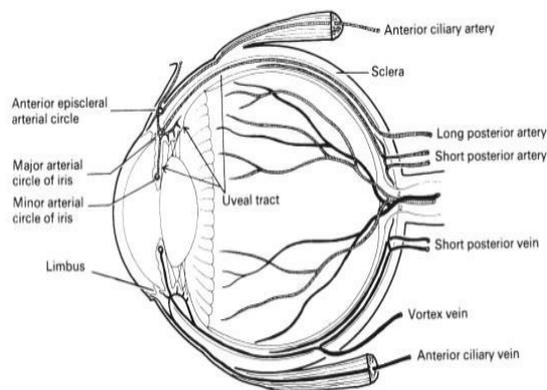
- Proteoglikan

Jaringan penyambung terdiri atas kolagen dan substansi dasar, kebanyakan terdiri dari proteoglikan yang merupakan produk dari fibroblast. Proteoglikan terdiri dari protein inti dimana rantai glikosaminoglikan terikat. Glikosaminoglikan yang terdapat pada jaringan sklera adalah dermatan sulfat, khondroitin sulfat, heparan sulfat dan asam hialuronat. Dermatan sulfat dan khondroitin sulfat adalah glikosaminoglikan yang paling banyak di sklera. (Watson PG 2004)

2.1.4 Vaskularisasi Sklera

Seperti halnya kornea, sklera pada dasarnya adalah struktur yang relatif avaskular, namun banyak dilewati oleh pembuluh-pembuluh darah melalui kanal

emissary. Rendahnya vaskularisasi sklera ini disebabkan oleh kebutuhan metabolik jaringan yang relatif rendah karena laju *turnover* sel dan kolagen yang lambat. Stroma sklera mengandung kapiler-kapiler yang mendapatkan suplainya dari vaskular bed episklera dan jaringan vaskular koroid. Episklera menerima suplai darah terutama dari arteri siliaris anterior. Bagian anterior ekuator menjadi tempat yang paling sering terjadi skleritis, hal ini disebabkan karena pada daerah ini mengandung lebih banyak vaskularisasi. (Foster CS, 2013)(Abbas AK, 2009)



Gambar 6. Gambaran potongan transversal dari penampang bola mata, dimana tampak gambaran arteri siliaris anterior yang menutrisi episklera. Sklera sendiri adalah organ yang relatif avaskular, dengan metabolisme yang relatif inaktif dan mengandung vaskularisasi yang sangat terbatas. (de Andrade FA, 2016)

2.1.5 Innervasi Sklera

Meskipun merupakan struktur yang avaskuler, namun sklera kaya akan saraf di dalamnya. Nervus siliaris posterior memasuki sklera di dekat nervus optikus. Bagian anterior sklera terutama diinnervasi oleh dua nervus siliaris posterior longus, sedangkan bagian posterior dipersarafi oleh nervus siliaris posterior brevis. Sehingga, apabila terjadi peregangan atau kerusakan dari nervus ini maka akan menyebabkan nyeri yang berat, seperti pada skleritis. Selain itu, oleh karena otot-otot ekstraokular memiliki insersi di sklera, sehingga dengan adanya gerakan okular dapat memperberat nyeri. (Watson PG, 1976)

2.1.6 Fisiologi Sklera

Peran utama sklera adalah memberikan perlindungan yang cukup kuat bagi struktur-struktur intraokular, mempertahankan bentuk bola mata serta sebagai penyokong yang stabil terhadap fluktuasi tekanan intraokular dan pergerakan bola mata, dimana dapat mempengaruhi proses visual apabila terganggu. Stabilitas ini sangat penting agar kejernihan media visual tetap terjaga. (Tsai J, 2011)(Watson PG, 2004)

Pada kelompok axial length yang memanjang (panjang aksial 26 mm), ketebalan sklera menurun dari limbus ke ora serrata dan ekuator dan kemudian sedikit menebal dari midpoint antara polus posterior dan ekuator dan sampai ke polus posterior, kemudian menurun ke daerah saraf peri-optik dan sklera peripapiler. Ketebalan sklera secara signifikan lebih rendah pada kelompok yang memanjang secara aksial (panjang aksial 0,26 mm) dibandingkan dengan kelompok axial length yang tidak memanjang. Ketebalan sklera secara statistik tidak tergantung pada usia, jenis kelamin dan adanya glaukoma. (Sujiv *et al*, 2012)

2.1.7 Respon Imun Pada Sklera

Inflamasi yang mempengaruhi sklera berhubungan erat dengan penyakit imun sistemik dan penyakit kolagen pada vaskular. Disregulasi pada penyakit autoimun secara umum merupakan faktor predisposisi dari skleritis. Proses inflamasi bisa disebabkan oleh kompleks imun yang berhubungan dengan kerusakan vaskular (reaksi hipersensitivitas tipe III) dan respon kronik granulomatous (reaksi hipersensitivitas tipe IV). Interaksi tersebut adalah bagian dari sistem imun aktif dimana dapat menyebabkan kerusakan sklera akibat

deposisi kompleks imun pada pembuluh di episklera dan sklera yang menyebabkan perforasi kapiler dan venula post kapiler dan respon imun sel perantara. Inflamasi dari sklera bisa berkembang menjadi iskemia dan nekrosis yang akan menyebabkan penipisan pada sklera dan perforasi dari bola mata. (Foster CS, 2013)(Fong LP, 1991)

2.2 Penyembuhan Luka Pada Sklera

2.2.1 Mekanisme Penyembuhan Luka

Penyembuhan luka dipicu oleh aktivasi sistem imun bawaan dan melibatkan kaskade yang kompleks dan dinamis dari proses yang saling terkait. Proses penyembuhan ini dapat dibagi menjadi beberapa fase yang berbeda yaitu fase koagulatif dan inflamasi, diikuti oleh fase proliferasi, dan berakhir pada fase remodeling jaringan yang terluka. (Van Bergen, 2014; Van de Velde, 2015)

Saat membuat sayatan di konjungtiva dan sklera, jaringan ikat dan pembuluh darah yang rusak menyebabkan ekstravasasi sel darah, trombosit, dan protein plasma (misalnya fibronectin, fibrinogen, dan plasminogen). Pecahnya pembuluh darah menyebabkan agregasi trombosit, yang menstimulasi kaskade koagulasi intrinsik, menghasilkan pembentukan bekuan darah dan hemostasis. Aktivasi trombosit dan kaskade pembekuan darah juga menghasilkan pelepasan berbagai faktor pertumbuhan (misalnya, *vascular endothelial growth factor* (VEGF), *platelet-derived growth factor* (PDGF), dan *fibroblast growth factor* (FGF)) dan sitokin (misalnya, interleukin), yang bersifat kemotaktik terhadap sel-sel inflamasi. (Seibold *et al*, 2012)

Penyembuhan luka pasca bedah pada mata terjadi dalam 4 fase yaitu hemostasis, fase inflamasi, fase proliferaatif, dan fase *remodelling* (Tabel 1). Vaskularisasi yang terinsisi akan mengakibatkan perembesan sel darah, trombosit, dan protein plasma termasuk fibrin, fibronectin, dan plasminogen.

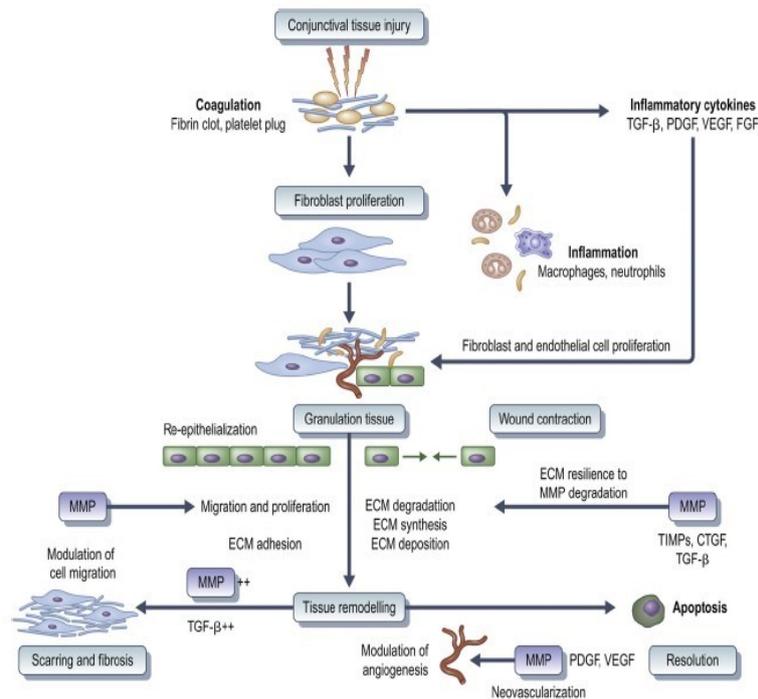
Hormon lokal seperti histamin, serotonin, prostaglandin dan leukotriene juga disekresikan segera setelah terjadinya trauma pembedahan. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi permeabilitas vaskular dan memperkuat respon inflamasi, serta berdampak pada aktivitas fibroblas di fase selanjutnya. (Seibold *et al*, 2012).

Tabel 1. *Timeline* waktu penyembuhan luka (Orsted HL, 2009)

Proses Penyembuhan	Waktu
Fase Hemostasis	5 – 10 Menit
Fase Inflamasi	6 – 8 Jam
Fase Proliferasi	4 – 7 hari, berlangsung sampai 21 hari
Fase Remodelling	21 hari – 2 tahun

Kolagen subendotel dan faktor *von Willebrand* terekspos oleh trombosit dan faktor pembekuan yang bersirkulasi dalam darah segera setelah terjadinya trauma endotel oleh pembedahan. Trombosit akan segera beragregasi pada lokasi trauma melalui reseptor Ia/IIa. Trombosit memiliki peran penting dalam pelepasan beberapa bahan kimia (serotonin, tromboksan A2, trombin, dan faktor aktivasi trombosit) dan faktor pertumbuhan yang berpengaruh terhadap proses penyembuhan luka setelah teraktivasi. (Seibold *et al*, 2012)

Faktor-faktor pembekuan menjadi teraktivasi secara bersamaan dan bertambah banyak melalui kaskade pembekuan yang menghasilkan perubahan fibrinogen menjadi fibrin yang dimediasi oleh trombin. Matriks fibrin selanjutnya menstabilisasi *plug* trombosit agar tercapai hemostasis dengan adanya bekuan yang stabil. Keseluruhan proses ini terangkum pada Gambar 7 (Seibold *et al*, 2012).



Gambar 7. Kaskade penyembuhan pada mata pasca trauma pembedahan. TGF- β , Transforming Growth Factor β ; PDGF, Platelet-derived Growth Factor; VEGF, Vascular Endothelial Growth Factor; FGF, Fibroblast Growth Factor; ECM, Extracellular Matrix; MMP, Matrix Metalloproteinase; TIMPs Tissue Inhibitor of Metalloproteinase; CTGF, Connective Tissue Growth Factor (Seibold *et al*, 2012)

2.2.2 Mekanisme Penyembuhan Luka Pada Hewan Percobaan

Penyembuhan luka pada sklera didemonstrasikan pada mata kelinci yang telah dilakukan *small incision cataract surgery* (SICS). Proses penyembuhan luka diamati pada hari ke-1, 2, 3, 5, dan 7 dengan menggunakan *ultrasound biomicroscopy* (Tabel 2). Luka pasca prosedur tidak dapat terdeteksi lagi pada hari ke-7 karena telah tertutup sepenuhnya oleh jaringan ikat. Hal ini mengindikasikan proses penyembuhan luka belum sepenuhnya terselesaikan sebelum hari ke-7 (Hikichi *et al.*, 1998). Waktu yang diperlukan agar luka pada sklera dapat sembuh sepenuhnya dipengaruhi oleh ukuran luka itu sendiri. Keshavamurthy *et al* menemukan perbedaan waktu yang signifikan untuk penyembuhan luka pada sklera pasca vitrektomi transkonjungtiva tanpa jahitan,

dengan menggunakan instrumen 25 G luka tidak dapat terdeteksi dalam 2 minggu oleh *ultrasound biomicroscopy*, sedangkan sklerotomi konvensional menggunakan instrumen 20 G biasanya membutuhkan waktu 6 - 7 minggu agar luka tidak dapat dideteksi menggunakan *ultrasound biomicroscopy* (keshavamurthy *et al.*, 2006).

Tabel 2. Fase Penyembuhan Luka Pasca Bedah Pada Mata (Seibold *et al*, 2012)

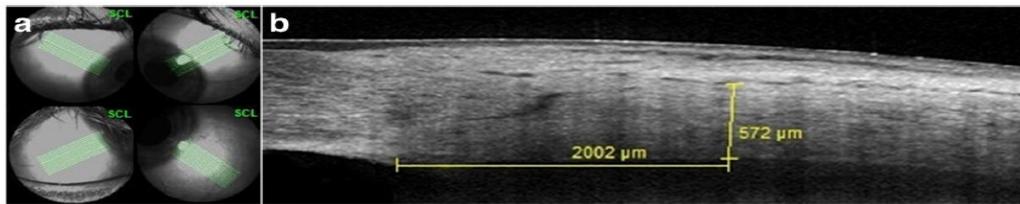
Fase	Waktu Terjadinya	Keterangan
Hemostasis	Segera setelah terjadinya trauma pembedahan	Aktivasi proses koagulasi akibat paparan kolagen subendotel dan faktor von Willebrand terhadap trombosit dan faktor pembekuan yang bersirkulasi dalam darah.
Inflamasi	Beberapa menit beberapa hari terjadinya pembedahan	Ditandai dengan adanya neutrofil dan monosit. Neutrofil dapat ditemukan dalam 48 jam. Limfosit T dapat ditemukan 5 hari pasca trauma.
Proliferatif	Beberapa jam setelah terjadinya pembedahan	Proliferasi epitel dimulai dari sudut luka dalam hitungan jam pasca trauma. Fibroblas dapat ditemukan di lokasi trauma paling cepat 24 jam pasca trauma.
<i>Remodelling</i>	Beberapa hari - minggu terjadinya pembedahan	Ditandai dengan perubahan jaringan granulasi yang kaya akan sel menjadi jaringan padat yang hiposeluler. Bertumpang tindih dengan fase-fase sebelumnya.

2.2.3 Gambaran Optical Coherence Tomography Luka Pada Sklera

Optical coherence tomography (OCT) adalah modalitas pencitraan nonkontak, noninvasif, berkecepatan tinggi, resolusi tinggi telah digunakan untuk mencitrakan retina dan saraf optik. Segmen anterior OCT adalah evolusi dari OCT retina . OCT menggunakan panjang gelombang yang lebih panjang (1310 nm) daripada OCT retina (820 nm). Hal ini memungkinkan penetrasi yang lebih besar

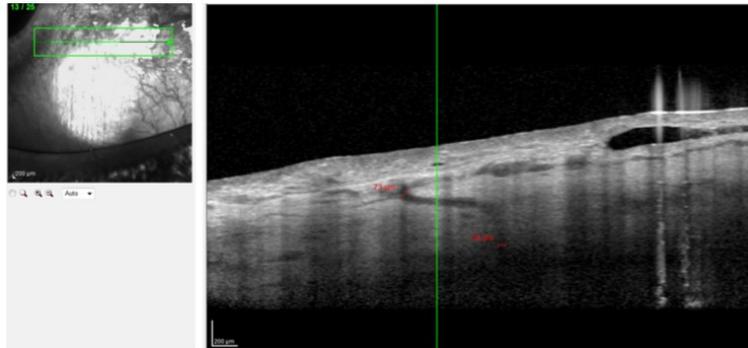
melalui jaringan yang sangat menyebarkan cahaya seperti sklera dan limbus. (Taban M,2009)

Ketebalan sklera anterior dapat diperiksa menggunakan *optical coherence tomography* (OCT). Ebnetter *et al.* menemukan rata-rata ketebalan sklera adalah 571 μm pada kuadran inferonasal, 511 μm pada kuadran inferotemporal, 475 μm pada kuadran superotemporal, dan 463 μm pada kuadran superonasal (Gambar 8a). Ketebalan sklera diukur berdasarkan jarak antara lamina fusca dan plexus episklera profundus (Gambar 8b) (Ebnetter *et al.*, 2015). Bagian paling tebal sklera berada di polus posterior dan limbus, dan bagian paling tipis pada daerah di sekitar ekuator (Lam, *et al.*, 2005; Norman, *et al.*, 2010; Olsen *et al.*, 1998; Pavlin *et al.*, 1992; Taban *et al.*, 2010; Vurgese *et al.*, 2012).



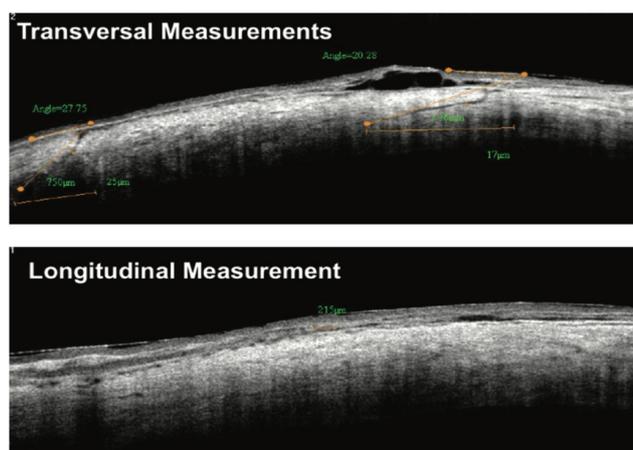
Gambar 8. *Ocular Coherence Tomography* (OCT) pada mata normal. (a) Kuadran sklera yang diperiksa. (b) Pengukuran ketebalan sklera pada salah satu kuadran (Ebnetter *et al.*, 2015)

Gambaran luka sklerotomi dapat dilihat menggunakan Spectralis HRA+OCT (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Jerman) dengan menggunakan inframerah dan lensa untuk penilaian segmen anterior. Gambaran ini diambil pada hari 1, 15, dan 30 setelah operasi dan dievaluasi untuk panjang luka yang masuk secara eksternal dan internal, adanya celah luka, dan komplikasi yang terjadi. Panjang sayatan diukur dengan menggunakan analisis software yang terdapat pada alat Spectralis HRA+ OCT (Gambar 12) (Nagpal *et al.*, 2014).



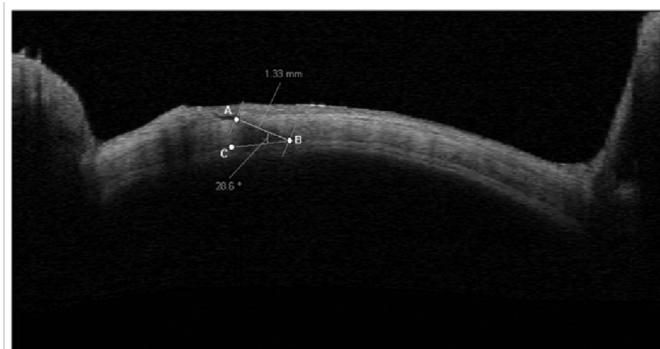
Gambar 9. Perhitungan Panjang insisi menggunakan analisis software dengan menggunakan alat Spectralis HRA+ OCT. (Nagpal *et al*, 2014)

Pengukuran panjang insisi sklerotomi dapat diukur dengan pola garis silang dan memposisikan tanda caliper tegak lurus terhadap limbus untuk mengukur luka sklera. Pengukuran panjang insisi transversal dan longitudinal dan sudut yang terbentuk antara tangen permukaan konjungtiva dan bidang insisi yang menunjukkan panjang insisi, ini dapat dilihat pada (gambar 10) (Teixeira A,2013). Jarak antara dua titik ujung *tunnel* sklera juga menentukan panjang sayatan. Sudut yang terbentuk dari *tunnel* sklera ke garis singgung sklera menentukan sudut sayatan (Hassani A, 2013)



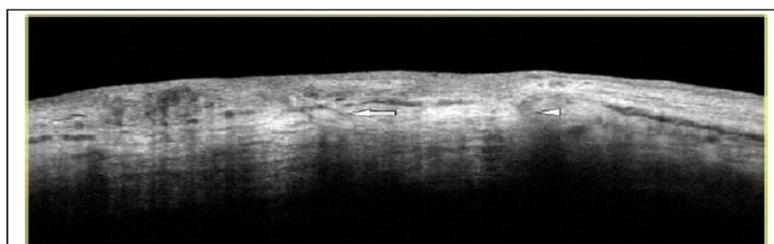
Gambar 10. Sklerotomi menggunakan 25 G pada pasca operasi. Parameter garis melintang dari pengukuran transversal dan longitudinal diilustrasikan dengan diagram. (Teixeira A,2013)

Adapun pengukuran lain yaitu dengan menggunakan analisis software pada sistem Visante dengan menghitung jarak antara kedua titik ujung tunnel sklera untuk menentukan panjang sayatan (garis AB). Garis yang membentuk sudut dari tunnel sklera ke garis singgung sklera menggambarkan sudut sayatan ($\angle ABC$), hal ini dapat terlihat pada (gambar 11). (Chen *et al*, 2010).

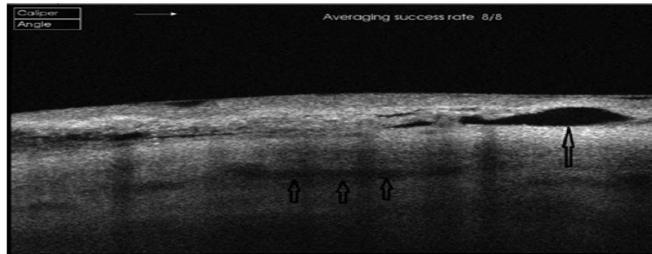


Gambar 11. Panjang dan sudut sayatan diukur menggunakan analisis software pada system Visante. (Chen *et al*, 2010)

Penelitian yang dilakukan oleh Labauri *et al.* menunjukkan bahwa teknik *biplanar closure* tanpa jahitan memberikan hasil yang efektif dan cepat dalam penutupan luka pasca vitrektomi pars plana (Gambar 12) (Labauri *et al.*, 2018). Shoughy *et al.* menemukan adanya penebalan sklera pada skleritis dengan menggunakan OCT (Gambar 13). Pada pasien dengan skleritis memperlihatkan gambaran area hipo-reflektif akibat edema sklera. Ketebalan sklera normal rata-rata 747 μm , sedangkan pada skleritis didapatkan 882 μm (Shoughy *et al.*, 2015).

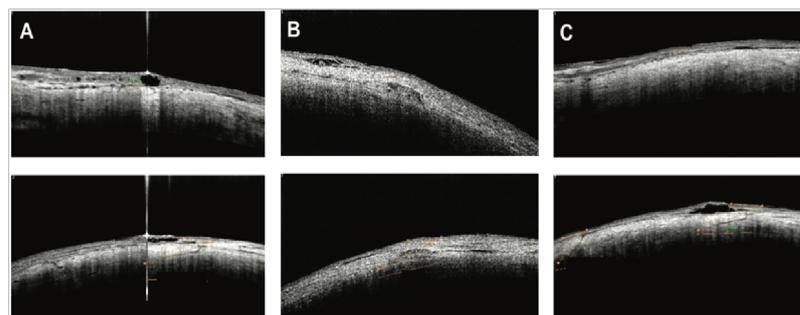


Gambar 12. Penutupan luka pada insisi utama (kepala panah) dan insisi tambahan (panah) (Labauri *et al.*, 2018)

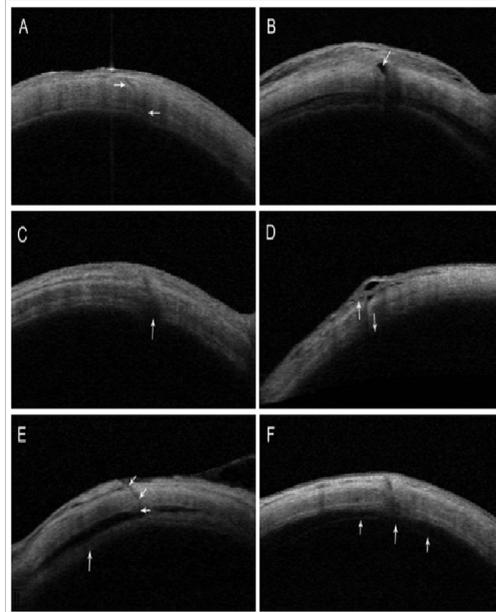


Gambar 13. *Ocular Coherence Tomography* pada skleritis memperlihatkan area hiporeflektif akibat edema sklera (panah pendek) dan akumulasi cairan subkonjungtival (panah panjang) (Ebnetter *et al.*, 2018)

Pengukuran luka sklerotomi 25 G tanpa jahitan dengan menggunakan *optical coherence tomography* (OCT) dapat mengevaluasi penyembuhan luka sklerotomi mulai hari 1 pasca operasi sampai hari ke 30. Pengukuran sayatan sklerotomi ini dapat dilakukan secara longitudinal dan juga transversal (Gambar 14). (Teixeira A,2013) Pengukuran luka sklerotomi juga dapat dilihat dengan menggunakan anterior segment Visante optical coherence tomography (OCT) dimana dapat terlihat aposisi luka yang baik maupun luka yang menganga, adanya kemosis, ciliochoroidal detachment dan vitreous inkarserata juga dapat terlihat (Gambar 15) (Chen *et al*, 2010).



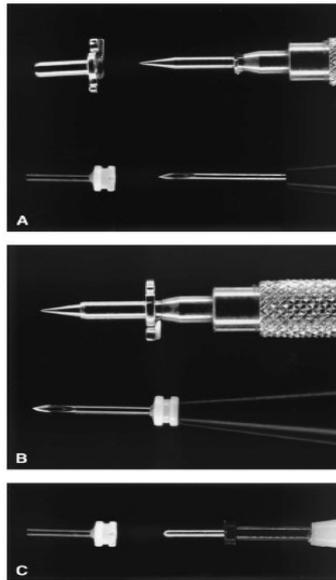
Gambar 14. (A) Pengukuran Panjang longitudinal (atas) dan transversal (bawah) pada hari ke-1 pasca operasi (B) Pengukuran Panjang longitudinal (atas) dan transversal (bawah) pada hari ke-7 pasca operasi (C) Pengukuran Panjang longitudinal (atas) dan transversal (bawah) pada hari ke 30 pasca operasi. (Teixeira A,2013)



Gambar 15. (A) Aposisi luka yang baik dari luar dan dalam (B) Adanya luka luar yang menganga (panah). Tampak adanya kemosis dan ciliochoroidal detachment (C) Adanya luka dalam yang menganga (panah) (D) Adanya ketidaksejajaran pada bagian atas dan dasar sayatan (panah), Terdapat bleb konjungtiva kecil di atasnya (E) Biplanar insisi dengan menggunakan 25 G dengan metode oblique diikuti secara vertikal (panah pendek). Ciliochoroidal detachment (panah panjang) (F) adanya vitreous inkarserata (panah panjang) dan untaian vitreous di sekitarnya (panah pendek) (Chen *et al*, 2010).

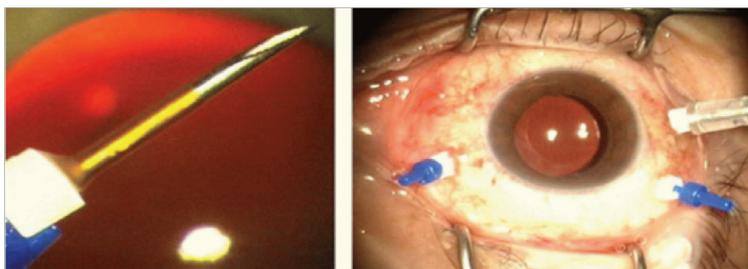
2.3 Jenis – Jenis Trokar Pada Vitrektomi Pars Plana

Pengukuran instrumen vitrektomi pars plana dilihat dengan angka yang lebih tinggi sesuai dengan instrumen yang lebih kecil (diameter 20 G = 0.9 mm, 23 G = 0.6 mm, 25 G = 0.5 mm, 27G = 0.4 mm) (O'Malley *et al.*, 1975). Mikrokanula terdiri dari tabung poliamida yang berdinding tipis yaitu 3,6 mm dengan diameter dalam/luar 0,57/0,62 mm. Tempat masuk mikrokanula berbentuk corong yang dirancang untuk masuknya akses instrumen (gambar 16). (Fujii *et al.*, 2002).



Gambar 16. Sistem tempat masuk trokar. A dan B, perbandingan standar trokar 19 G (atas) dan trokar 25 G (bawah) dengan kanula. Kanula trokar ukuran 25 memiliki diameter luar yang kecil secara signifikan dan miring, dimana memungkinkan untuk insisi transkonjungtiva dan tanpa jahitan. C, Pegangan *plug* dimuat dalam *plug* dan kanula (Fujii *et al.*, 2002).

Instrumen yang paling penting dalam operasi vitrektomi pars plana yaitu trokar, pipa cahaya, dan pemotong vitreous. Trokar yang berukuran kecil dapat meminimalkan kerusakan pada luka dan mencegah kebocoran cairan (Gambar 17) (Ohji *et al.*, 2016).



Gambar 17. Trokar (Ohji *et al.*, 2016).

Vitrektomi menggunakan trokar yang kecil memberikan banyak keuntungan dibandingkan menggunakan trokar yang besar dan anatomi serta fungsional yang lebih baik (Cjazka *et al.*, 2016). Sebuah studi melaporkan bahwa trokar 25 G lebih efektif dibandingkan trokar 20 G untuk menurunkan risiko

komplikasi dari vitrektomi seperti ablasi retina dan perdarahan vitreous (Nagpal *et al.*, 2009). Trokar 25 G menghasilkan proses inflamasi pasca operasi yang lebih sedikit dibandingkan trokar 20 G dan 23 G (Inoue *et al.*, 2009). Luka sklerotomi lebih cepat adanya perbaikan dan menyebabkan lebih sedikit perubahan pada bentuk kornea dengan trokar 25 G dibandingkan dengan trokar 20 G (Avitabile *et al.*, 2010).

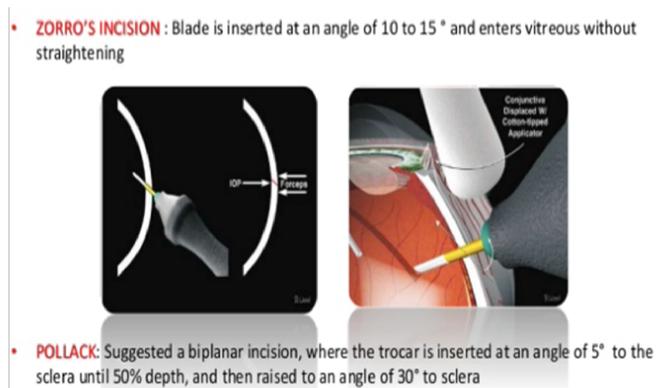
Vitrektomi dengan menggunakan 23 G dan 25 G (insersi transkonjungtiva) dimasukan secara miring 2,5 mm dari limbus. Operasi ini dapat dilakukan tanpa penjahitan sklera. Namun jika menggunakan 20 G perlu dijahit agar tidak terjadi kebocoran (Tabel 3) (Inoue *et al.*, 2009). Selain itu menurut Taban *et al.*, sayatan pollack lebih baik dalam mencegah kebocoran luka, hipotoni, dan resiko endoftalmitis pada vitrektomi tanpa jahitan (Taban *et al.*, 2008)

Tabel 3. Perbandingan 20 G, 23 G dan 25 G (Inoue *et al.*, 2009)

Gauge	Besar Luka	Penjahitan
20 G	1 mm	Perlu penjahitan
23 G	0,7 mm	Tidak perlu penjahitan
25 G	0,5 mm	Tidak perlu penjahitan

Untuk mendapatkan sklerotomi yang kedap, Langkah pertama yaitu dengan mengubah sudut sayatan. Dengan sudut sayatan 45° dapat mencapai *tunnel* 1,154 mm. Dengan mengurangi sudut sayatan sebesar 15° dan menggunakan sudut 30°, panjang *tunnel* meningkat 30% dimana panjang *tunnel* menjadi 1,415 mm yang lebih kedap. Terdapat 2 cara insisi yaitu insisi *pollack* dan *zorro*. Teknik insisi “Zorro” dimana arah sayatan dimasukkan secara miring 3,2 mm dari limbus tegak lurus pada sudut 10° sampai 15°. Sedangkan Teknik insisi *pollack* atau dikenal dengan

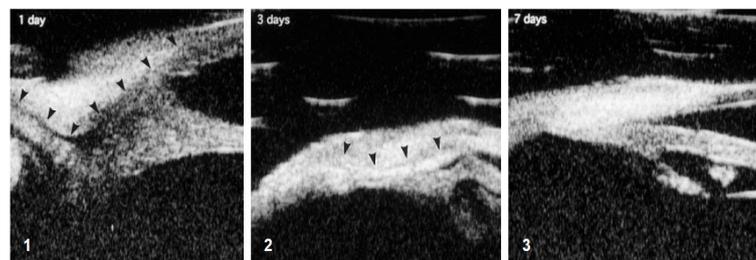
insisi biplanar arah sayatan masuk pada sudut miring 30° ke permukaan sklera selanjutnya diposisikan sejajar dengan kornea masuk ke sklera menuju ke polus posterior. Pada hari ke-1 hasil pemeriksaan *ultrasound biomicroscopy*, sayatan tampaknya tertutup dengan baik. Sayatan *Pollack* ini merupakan sayatan yang lebih kecil, lebih sempit dan lebih kedap (Rizzo *et al.*, 2008).



Gambar 18. Sayatan Zorro dan Pollack. (Narendran V *et al.*, 2014)

2.4 Penyembuhan Luka Sklera Pada Sklerotomi

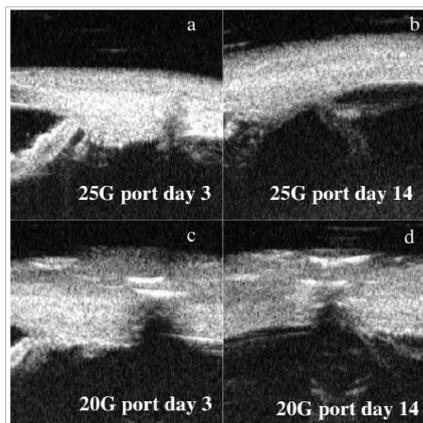
Tunnel pada sklera merupakan tempat sayatan yang dapat tertutup sendiri. Penyembuhan luka sklera pada operasi dengan jahitan dapat dilihat menggunakan *ultrasound biomicroscopy*. Pada hari ke-1 dan hari ke-2 pasca operasi dilakukan pemeriksaan pada luka sklera kelinci dimana lukanya masih dapat terdeteksi, sedangkan pada hari ke-3 dan hari ke-7 pasca operasi, lukanya sudah tidak terdeteksi (Gambar 19) (Hikichi *et al.*, 1998).



Gambar 19. Penyembuhan luka sklera pada kelinci dari gambaran ultrasound microscopy (Hikichi *et al.*, 1998)

2.4.1 Sklerotomi Pasca Vitrektomi Pars Plana dengan Jahitan

Penyembuhan luka sklerotomi pasca vitrektomi pars plana dengan jahitan pada umumnya tercapai pada waktu 6-8 minggu setelah premedikasi. Keshavamurthy *et al.* (2006) melaporkan satu kasus pasien dengan diagnosis *Eales' disease* dan *nonresolving vitreous hemorrhage* yang menggunakan 25 G dan vitrektomi standar 20 G dengan jahitan pada mata yang sama. Setelah dilakukan *follow-up* selama 2 minggu dengan menggunakan *Ultrasound Biomicroscopy* untuk mengukur *gape* pada lokasi sklerotomi, ditemukan bahwa pada hari ke-14 post operasi masih tampak adanya *gape* pada luka sklerotomi dengan jahitan (Gambar 20). (Keshavamurthy *et al.*, 2006)



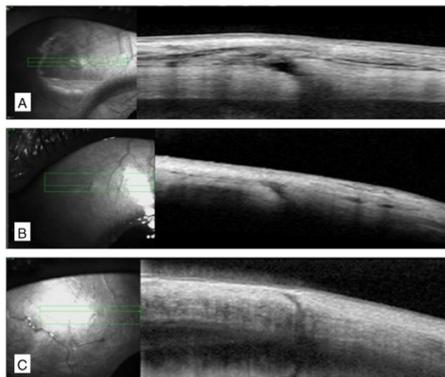
Gambar 20. Pemeriksaan *Ultrasound Biomicroscopy* pada luka sklerotomi antara 25 G dan 20 G vitrektomi standar. Terlihat pada sklerotomi 20 G hari ke-14, masih tampak *gape* yang menunjukkan belum terjadinya penutupan luka (Keshavamurthy *et al.*, 2006).

Penyembuhan luka sklerotomi juga dapat diamati dari adanya gambaran sikatrik pada pemeriksaan *Ultrasound Biomicroscopy*. Dalam studi Avitabile *et al.*, dibandingkan penyembuhan luka sklera dengan menggunakan 20 G dan dengan menggunakan 25 G pada *Ultrasound Biomicroscopy*, Terlihat penyembuhan luka sclera pada 20 G pada 8 minggu paska operasi dimana tampak adanya sikatrik pada *Ultrasound Biomicroscopy*. Hal ini relatif lambat dibanding penyembuhan

luka sklera dengan menggunakan 25 G pada 4 minggu paska operasi. (Avitabile *et al*, 2010)

2.4.2 Sklerotomi Pasca Vitrektomi Pars Plana Tanpa Jahitan

Penyembuhan luka sklerotomi terjadi karena adanya sumbatan fibrin dalam waktu 6 sampai 12 jam, Hal ini penting untuk menilai apakah sayatan telah tertutup sebelum penyembuhan luka terjadi. Menurut Chen *et al* arsitektur luka sklerotomi tanpa jahitan dengan menggunakan 23 G dan 25 G menunjukkan adanya penurunan yang signifikan terlihat dari diameter luka dalam dan luar yang berkurang pada hari ke-15 dan hari ke-30 setelah operasi. (Gambar 21) (Nagpal *et al.*, 2014).



Gambar 21. Luka Sklerotomi yang menggunakan 23 G. Hari ke-1 (A), Hari ke-15(B), Hari ke30 (C). (Nagpal *et al.*, 2014).

2.4.3 Sklerotomi Setelah Vitrektomi Pars Plana yang Menggunakan *Vitreous Substitutes*

- ***Silicone Oil***

Pada operasi vitrektomi pars plana yang menggunakan *Silicone Oil*, umumnya tidak terjadi kebocoran setelah operasi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Oliveira and Reiss (2007) pada 20 pasien dengan *retinal detachment* yang menggunakan 23 G dengan tamponade *Silicone Oil*, tidak ditemukan adanya

hipotoni ataupun kebocoran pada *follow up* selama 3-14 bulan. Pada penelitian oleh Siquierra *et al.* (2007) pada 31 pasien dengan *retinal detachment* yang menggunakan 23 G dengan tamponade *Silicone Oil*, ditemukan 3 pasien (9,67%) yang mengalami kebocoran *Silicone Oil* di subkonjungtiva. Sedangkan pada vitrektomi pars plana yang menggunakan 23 G dengan tamponade gas atau cairan tidak ditemukan adanya kebocoran dan tidak mengalami hipotoni. (Eclardt *et al.*, 2005)

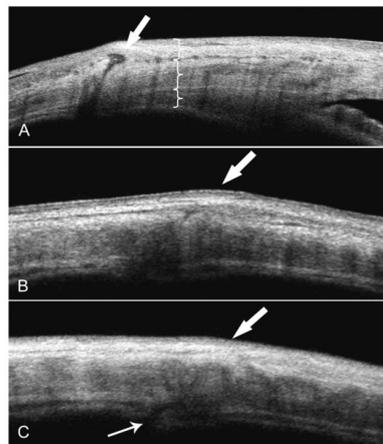
Pada penggunaan *Silicone Oil* meskipun tidak dilakukan penjahitan, tidak ada *Silicone Oil* yang mengalami kebocoran melalui luka sklerotomi dan tidak ditemukan adanya hipotoni paska operasi. Untuk menghindari kebocoran *Silicone Oil*, luka sayatan harus dipastikan kedap dengan cara membuat sayatan dengan sudut maksimum 30° melalui sklera. Hal ini akan menyebabkan tekanan terhadap sklera, sehingga membuat menjadi lebih datar dan tunnel akan menjadi sedikit lebih Panjang dimana penutupan luka menjadi lebih baik. (Lakhanpal *et al.*, 2005) Ketika trokar ditarik diakhir operasi, beberapa mengalami akumulasi *Silicone Oil* dari bawah konjungtiva namun ini tidak berpengaruh terhadap penutupan luka, itu terlihat dari tekanan intraokular yang tidak turun pasca operasi dan penutupan luka baik. (Oliveira *et al.*, 2007)

- ***Non Silicone Oil***

Pada gambaran *optical coherence tomography/OCT* tampak luka vitrektomi tanpa jahitan yang menggunakan 23 G, menutup lebih cepat pada mata yang terisi gas daripada pada mata yang berisi cairan. Dengan demikian, tamponade gas efektif untuk penutupan luka vitrektomi tanpa jahitan (Gambar 22) (Yamane *et al.*, 2011). Shimada dkk melaporkan bahwa luka sklerotomi yang tidak

dijahit menggunakan 25 G, yang berisi cairan-udara atau gas dapat mengurangi tekanan intraokular pascaoperasi.

Pada sklerotomi yang menggunakan 23 G dengan tamponade gas, faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses penyembuhan luka yaitu manipulasi intraokular, adanya vitreous inkarserata dan usia yang signifikan dapat berpengaruh (Takashina, 2014)



Gambar 22. *Optical coherence tomography* luka sklerotomi yang tidak tertutup (A dan B) dan tertutup I. A. Terlihat adanya celah (panah) di sklera terlihat sebagai area hiporeflektif. Konjungtiva (kurung atas), sklera (kurung tengah), dan badan silia (kurung bawah) B. Celah minimal (panah) di sklera terlihat sebagai area hiporeflektif sedang. C. Celah sklera hampir tidak terlihat di tempat sklerotomi (panah tebal), Celah (panah tipis) dicorpus siliaris yang masih terlihat. (Yamane *et al*, 2011)

2.5 Komplikasi Sklerotomi Pada Vitrektomi Pars Plana

Vitreus Inkarserata

Vitreus Inkarserata dapat menyebabkan robekan retina setelah sklerotomi karena kontraksi dari vitreus, serta kemungkinan peningkatan potensi risiko endoftalmitis pasca operasi. Untuk alasan tersebut, setiap manuver yang dapat mengurangi insidensi inkarserata vitreus sangat penting yaitu memotong vitreus di sekitar kanula dan memasang instrumen (probe cahaya) saat melepas kanula. LópezGuajardo *et al* mendapatkan kejadian inkarserata vitreus pada

72% sklerotomi dengan 25 G menggunakan *ultrasound biomicroscopy* (UBM) terlepas dari jenis insisi yang dilakukan baik secara *pollack* maupun *zorro* (Chen et al., 2010).



Gambar 23. (A) Pola 0: rantai vitreus jauh dari luka sklerotomi (panah putih), (B) Pola 1: rantai vitreus sejajar dan bersentuhan dengan tempat sklerotomi, (C) Pola 2: rantai vitreus tampak didalam tempat sklerotomi (Tosi et al., 2020).

Hipotoni

Hipotoni didefinisikan dimana keadaan tekanan intraokular < 8 mmHg dan hipotoni berat didefinisikan tekanan intraokular ≤ 5 mmHg. Kelemahan utama dari luka yang tidak dijahit yaitu tekanan intraocular menurun pada akhir operasi dan terjadi kebocoran pasca operasi sehingga menyebabkan hipotoni (Chen et al., 2010).

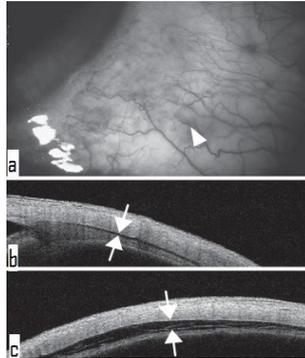
Kejadian hipotoni pasca operasi dengan menggunakan vitreus substitusi seperti cairan, udara, SF6, C3F8 dan *Silicone Oil* semakin meningkat setelah operasi itu terlihat selama *follow-up* dimana tidak ada perbedaan yang signifikan antara air, udara, SF6 atau gas C3F8, dan tamponade *Silicone Oil*. Hipotoni pasca operasi sering juga terjadi pada vitrektomi tanpa jahitan sedangkan pada vitrektomi yang menggunakan 25 G dengan sayatan *zorro* menunjukkan kejadian hipotoni sebesar 26% mata, 2 jam pasca operasi namun menurun menjadi 17% setelah 1 hari (Acar et al., 2008).

Endoftalmitis

Tingkat risiko terjadinya endoftalmitis 12 kali lebih tinggi pada vitrektomi tanpa jahitan yang menggunakan 25 G dibandingkan 20 G seperti yang dilaporkan oleh Kunimoto et al. (2007). Tingkat kejadian terjadinya endoftalmitis lebih rendah pada vitrektomi ukuran 20 G dibandingkan pada vitrektomi ukuran 25 G. Hal ini disebabkan karena konstruksi luka pada kasus yang mengalami endoftalmitis kebanyakan menggunakan sayatan *zorro* (Scott et al., 2008).

Ciliochoroidal Detachment

Ciliochoroidal Detachment adalah komplikasi lainnya dari vitrektomi tanpa jahitan dan dianggap berhubungan dengan kejadian hipotoni pasca operasi. Dimana terdapat kejadian *Ciliochoroidal Detachment* sebesar 11,4% yang terdeteksi oleh OCT dengan rata-rata TIO 6,2 mmHg (kisaran, 3,5–8,8). Ini menunjukkan bahwa *Ciliochoroidal Detachment* tidak jarang terjadi setelah operasi vitrektomi tanpa jahitan (Chen et al., 2010). Yamane *et al.* melaporkan bahwa *Ciliochoroidal Detachment* disebabkan oleh hipotoni yang terjadi pasca operasi yang dapat menyebabkan pengurangan pembentukan humor aqueous (Yamane et al, 2011).



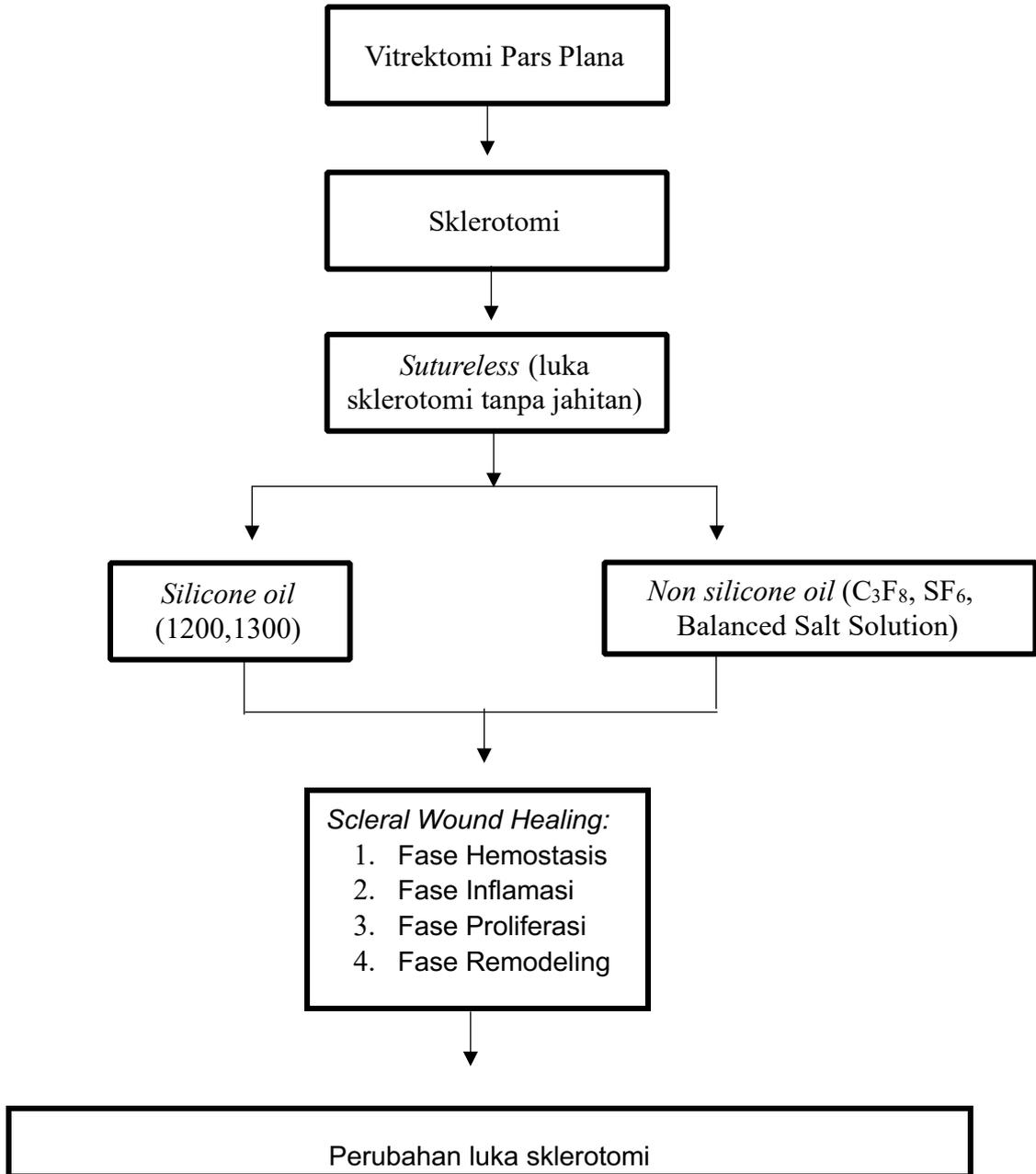
Gambar 24. (a) Pemeriksaan *slit lamp* pada bagian temporal (menggunakan 23 G) (tanda panah) pada hari ke-1 pascaoperasi. (b, c) Pada As-OCT secara radial dan limbal menunjukkan *Ciliochoroidal Detachment* di temporal bawah pada lokasi luka sklerotomi (Guthoff et al., 2010).

Kebocoran pada Sklera

Pada mata yang dilakukan vitrektomi, insisi sklera dan jaringan fibrosa yang terbentuk selama proses penyembuhan mungkin mempengaruhi kekakuan koroid ataupun sklera dan elastisitasnya, sehingga meningkatkan tingkat kebocoran. Karena insisi sklera secara oblik membutuhkan jaringan sklera yang adekuat untuk penyembuhan luka, mata yang sebelumnya menjalani sklerotomi akan memiliki sklera yang tipis di sekitar lokasi sklerotomi dan dengan demikian akan rentan untuk terjadi kebocoran. Mata yang sebelumnya dilakukan vitrektomi juga dapat mengurangi jumlah vitreous yang tersisa, yang akan mengurangi “efek penyumbatan” pada vitreous dan memudahkan kebocoran. Penyebab lainnya adalah meningkatnya torsi di sekitar microcannula untuk mencapai basal vitreus dapat mengganggu luka sklerotomi dan menghasilkan penutupan yang lebih buruk (Woo et al., 2009)

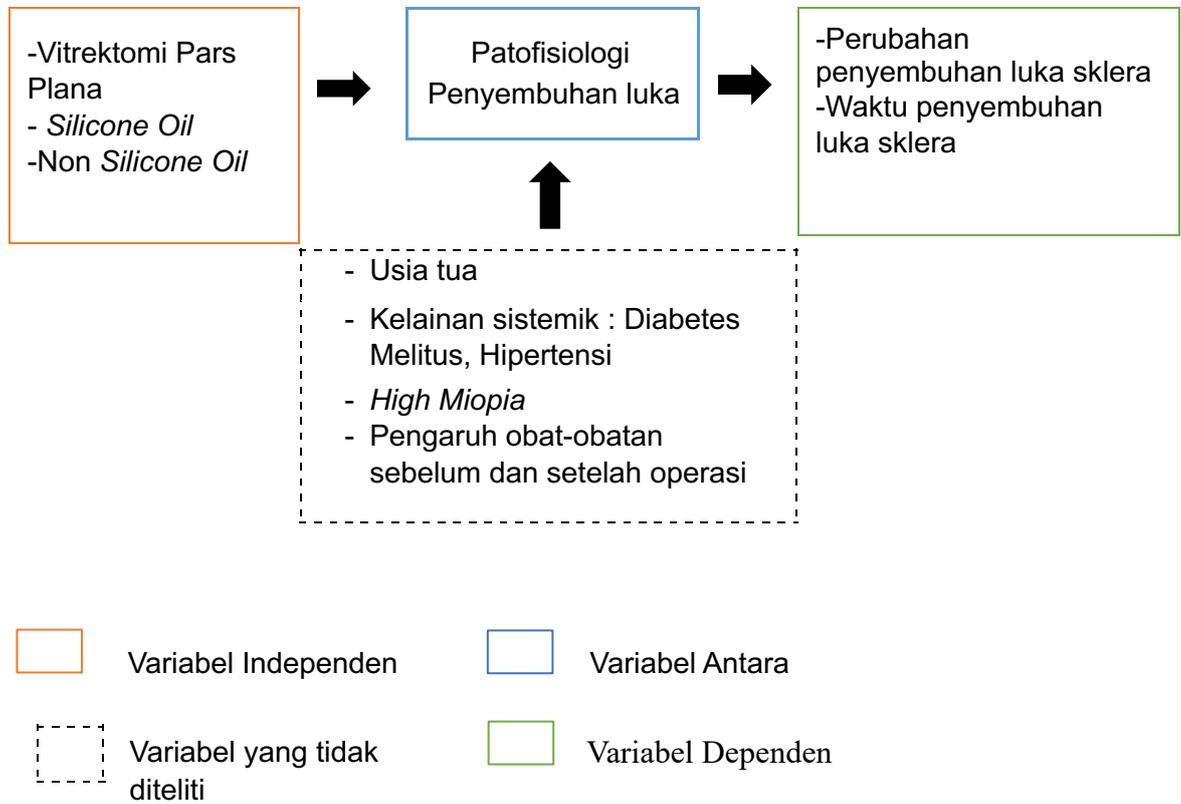
KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

2.6 Kerangka Teori



Gambar 25. Kerangka teori

2.7 Kerangka Konsep



Gambar 26. Kerangka konsep