

TESIS

**PERBANDINGAN GAMBARAN MAKROSKOPIK DAN MIKROSKOPIK BERCAK
SPERMA BERDASARKAN KARAKTERISTIK OBJEK KAIN SESUAI DENGAN
WAKTU PENGAMBILAN**



NAMA : dr. Andi Iqbal Iskandar

NIM : C095201001

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (SP-1)
ILMU KEDOKTERAN FORENSIK DAN MEDIKOLEGAL
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

2024

PROPOSAL TESIS

**PERBANDINGAN GAMBARAN MAKROSKOPIK DAN MIKROSKOPIK BERCAK
SPERMA BERDASARKAN KARAKTERISTIK OBJEK KAIN SESUAI DENGAN
WAKTU PENGAMBILAN**

Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Pendidikan Dokter Spesialis dan Mencapai
Gelar Spesialis

Program Studi

Ilmu Kedokteran Forensik dan Medikolegal

Disusun dan Diajukan Oleh

NAMA : dr. Andi Iqbal Iskandar

NIM : C095201001

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (SP-1)
ILMU KEDOKTERAN FORENSIK DAN MEDIKOLEGAL
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2024

KARYA AKHIR

Perbandingan Gambaran Makroskopik dan Mikroskopik Sperma Berdasarkan Karakteristik Objek Kain yang Memiliki Bercak Sperma

Disusun dan diajukan oleh:

Andi Iqbal Iskandar

Nomor Pokok: C095201001

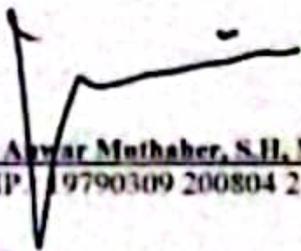
Telah dipertahankan didepan Panitia Ujian Tesis

Pada Tanggal 18 April 2024

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

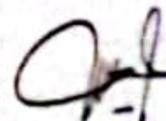
**Menyetujui
Komisi Penasehat**

Pembimbing Utama



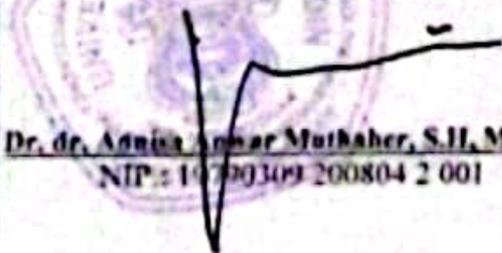
Dr. dr. Annisa Anwar Muthaber, S.H., M.Kes., Sp.FM
NIP. : 19790309 200804 2 001

Pembimbing Anggota



AKBP. Dr. dr. Mauliddin Mansyur, S.H., M.H., M.Kes., Sp.FM
NIP. : 76030929

**Kepala Program Studi
Forensik dan Medikolegal FK. Unhas**



Dr. dr. Annisa Anwar Muthaber, S.H., M.Kes., Sp.FM
NIP. : 19790309 200804 2 001



Paik Dr. dr. M. Anwar Rasyid, M.Kes., Sp.PD-KGH, Sp.GK
NIP. : 199603 2 001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul “Perbandingan Gambaran Markoskopik dan Mikroskopik Sperma Berdasarkan Karakteristik Objek Kain yang Memiliki Bercak Sperma” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Dr. dr Annisa Anwar Muthaher, S. H, M. Kes, Sp. FM sebagai pembimbing utama dan AKBP. Dr. dr. Mauluddin Mansyur, SH, MH, Mkes, SpFM sebagai pembimbing pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi lain. 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. dan tesis ini akan dipublikasikan pada edisi Agustus Volume 6 Nomor 1 dengan nomor terdaftar e-ISSN (*online*): 2549-225x pada Jurnal **Al-Iqra Medical Journal** (Jurnal Berkala Ilmiah Kedokteran).

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

Makassar, 18 April 2024



Andi Iqbal Iskandar
C095201003



KATA PENGANTAR

Puji syukur dan rasa terima kasih sedalam-dalamnya penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karuniaNya, sehingga penyusunan hasil penelitian dengan judul “Perbandingan Gambaran Makroskopik dan Mikroskopik Bercak Sperma Berdasarkan Karakteristik Objek Kain Sesuai Dengan Waktu Pengambilan” dapat terselesaikan.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. dr. Hj. Annisa Anwar Muthaher, S.H., M.Kes., Sp.FM., selaku ketua penasehat dan Dr. dr. Mauluddin Mansyur, S.H., M.H., Sp.FM., selaku anggota penasehat yang senantiasa meluangkan waktu dan pikiran di sela-sela kesibukan dan dengan penuh kesabaran memberi bimbingan, arahan dan motivasi sehingga penulisan hasil penelitian ini dapat terselesaikan.

Rasa hormat dan terima kasih penulis sampaikan pula kepada, Dr. dr. Gatot Susilo Lawrence, M.Sc., Sp.PA(K), Sp.FM., DFM, dr. Djumadi Achmad, Sp.PA(K), Sp.FM, dan Dr. dr. Andi Alfian Zainuddin, M.KM, selaku penguji yang telah memberikan arahan dan bimbingan yang sangat bermanfaat untuk kesempurnaan hasil penelitian ini. Rasa terima kasih penulis sampaikan pulakepada:

1. Kedua orang tua, istri, anak-anak dan saudara-saudaraku yang senantiasa memberikan doa, dukungan dan motivasi selama penulis menempuh pendidikan.
2. Dr. dr. Bertj J Nelwan, M. Kes, SpPA(K), SpFM, DFM selaku Ketua Departemen Forensik dan Medikolegal Universitas Hasanuddin.
3. Dr. dr. Hj. Annisa Anwar Muthaher SH., M.Kes., Sp.FM selaku Ketua Program Studi Pendidikan Profesi Dokter Universitas Hasanuddin Makassar atas bimbingan dan arahan selama penulis menempuh pendidikan.
4. Dr. dr. Gatot Susilo Lawrence, M. Sc., Sp.PA(K), Sp.FM., DFM, selaku guru sekaligus orang tua saya atas bimbingan dan arahan

selama menempuh Pendidikan di bagian Forensik Medikolegal Universitas Hasanuddin Makassar.

5. AKBP Dr. dr. Mauluddin Mansyur, S.Ked., S.Sos., S.H., M.H., M.Kes., Sp.FM, selaku pembimbing dan mentor saya selama menempuh Pendidikan di bagian Forensik dan Medikolegal Universitas Hasanuddin Makassar.
6. Rekan-rekan dan teman sejawat residen forensik dan medikolegal universitas hasanuddin, atas segala bentuk bantuan dan perhatian selama perkuliahan sampai penyelesaian tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini jauh dari sempurna, maka dari itu kritik dan saran demi kesempurnaan tulisan ini sangat penulis harapkan. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat adanya.

Makassar, Juli 2023

dr. Andi Iqbal Iskandar

Pembimbing :

Dr. dr. Hj. Annisa Anwar Muthaher, S.H., M.Kes., Sp.FM

AKBP Dr. dr. Mauluddin Mansyur, S.Sos., S.H., M.H., M.Kes., Sp.FM

Penguji :

Dr. dr. Andi Alfian Zainuddin, M.KM

Dr. dr. Gatot Susilo Lawrence, M.Sc., Sp.PA(K)., Sp.FM., DFM

dr. Djumadi Achmad, Sp.PA(K)., Sp.FM

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
PERNYATAAN KEASLIAN.....	II
PRAKATA	III
URUTAN PEMBIMBING DAN PENGUJI	VI
DAFTAR ISI.....	VII
DAFTAR TABEL.....	IX
DAFTAR GAMBAR.....	X
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Spermatogenesis	8
2.2 Struktur Sperma.....	12
2.3 Semen.....	14
2.4 Analisis Sperma.....	15
2.5 Pengaruh pakaian dalam terhadap parameter sperma.....	22
2.6 Pengaruh pakaian dalam terhadap parameter sperma.....	24
2.7 Hipotesis.....	25
2.8 Kerangka Teori.....	26
2.9 Kerangka Konsep.....	26

III. METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Rancangan Penelitian.....	27
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	27
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian.....	27
3.4 Alat dan Bahan	28
3.5 Alur penelitian	29
3.6 Definisi operasional dan kriteria obyektif	30
3.7 Alur penelitian	32
3.8 Alur penelitian	32
IV. HASIL PENELITIAN.....	33
4.1 Gambaran Penelitian	33
4.2 Analisis Data Univariat dan Bivariat	34
V. PEMBAHASAN.....	53
5.1 Analisis Gambaran Makroskopik	54
5.2 Analisis Gambaran Mikroskopik	57
5.3 Analisis Perbandingan Jenis Kain Terhadap Gambaran Makroskopik....	49
5.4 Analisis Perbandingan Jenis Kain Terhadap Gambaran Mikroskopik....	52
5.5 Analisis Perbandingan Perlakuan Terhadap Gambaran Makroskopik....	53
5.6 Analisis Perbandingan Perlakuan Terhadap Gambaran Mikroskopik....	55
5.7 Analisis Perbandingan Waktu Terhadap Gambaran Makroskopik.....	57
5.8 Analisis Perbandingan Waktu Terhadap Gambaran Mikroskopik.....	59
VI. PENUTUP.....	61
6.1 Kesimpulan	61

6.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Morfologi Sperma Berdasarkan WHO (2021)	20
Tabel 3.1	Tabel Definisi Operasional.....	31
Tabel 4.1	Distribusi Analisis Sperma Berdasarkan Waktu.....	34
Tabel 4.2	Distribusi Analisis Sperma Berdasarkan Perlakuan.....	34
Tabel 4.3	Distribusi Analisis Sperma Berdasarkan Warna.....	35
Tabel 4.4	Distribusi Analisis Sperma Berdasarkan pH.....	35
Tabel 4.5	Distribusi Analisis Sperma Berdasarkan Jenis Kain.....	35
Tabel 4.6	Distribusi Analisis Sperma Berdasarkan Bau.....	36
Tabel 4.7	Distribusi Analisis Sperma Berdasarkan Mikroskopik.....	36
Tabel 4.8	Hubungan Jenis Kain Terhadap Warna Bercak Sperma.....	37
Tabel 4.9	Hubungan Jenis Kain Terhadap pH Bercak Sperma.....	37
Tabel 4.10	Hubungan Jenis Kain Terhadap Bau Bercak Sperma.....	38
Tabel 4.11	Hubungan Jenis Kain Terhadap Gambaran Mikroskopik.....	38
Tabel 4.12	Hubungan Perlakuan Terhadap Warna Bercak Sperma.....	39
Tabel 4.13	Hubungan Perlakuan Terhadap pH Bercak Sperma.....	39
Tabel 4.14	Hubungan Perlakuan Terhadap Bau Bercak Sperma.....	40
Tabel 4.15	Hubungan Perlakuan Terhadap Gambaran Mikroskopik.....	40
Tabel 4.16	Hubungan Waktu Terhadap Warna Bercak Sperma.....	41
Tabel 4.17	Hubungan Waktu Terhadap pH Bercak Sperma.....	41
Tabel 4.18	Hubungan Waktu Terhadap Bau Bercak Sperma.....	42
Tabel 4.19	Hubungan Waktu Terhadap Gambaran Mikroskopik.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Spermatogenesis.....	11
Gambar 2.2	Spermatogenesis dan Spermatozoa.....	14
Gambar 2.3	Skema Beberapa Bentuk Spermatozoa Manusia yang Tidak Normal.....	22
Gambar 2.4	Kerangka Teori.....	26
Gambar 2.5	Kerangka Konsep.....	26
Gambar 3.1	Alur Penelitian.....	29
Gambar 4.1	RS Bhayangkara Makassar.....	33

PERBANDINGAN GAMBARAN MAKROSKOPIK DAN MIKROSKOPIK BERCAK SPERMA BERDASARKAN KARAKTERISTIK OBJEK KAIN SESUAI DENGAN WAKTU PENGAMBILAN

Andi Iqbal Iskandar¹, Annisa Anwar¹, Mauluddin Mansyur¹, Djumadi Achmad¹, Alfian¹, Gatot Lawrence¹

1) Departemen Ilmu Forensik dan Medikolegal, Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, Indonesia
andiiqbal7@yahoo.com

Abstract

Human semen is a protein-rich body fluid produced by the male reproductive organs. According to data collected by the National Commission on Violence Against Women, it was recorded that out of 13,428 cases, 15,466 forms of violence were recorded. The most common was physical violence, which was found in 6,784 cases or almost 44%. For complaints to the National Commission on Violence Against Women, the highest number of sexual violence cases was 2,228 cases out of 5,831 cases based on the form of violence, or 38%. Semen analysis is the first examination step carried out to determine the presence of sperm in sexual crime cases. This study aims to determine the macroscopic and microscopic appearance of sperm spots based on the characteristics of the cloth object according to the time of collection. Sperm analysis can be done through macroscopic and microscopic analysis of human sperm. This research is experimental research using the Fisher Exact test. Examination of sperm analysis on men's semen is a complete analysis which is important to increase knowledge to be able to differentiate the characteristics of sperm on cloth based on time in criminals. This research was conducted at the clinical pathology laboratory at Bhayangkara Hospital, Makassar. The results of this study showed that there were no differences found in the macroscopic (smell, PH and color) and microscopic images of sperm on cloth within 24 hours of collection with the Fisher test results obtaining a P-Value of $1,000 > 0.05$, this research also showed no It was found that there were differences in the macroscopic (smell, pH and color) and microscopic images of sperm on the cloth within 48 hours of collection with the Fisher test results obtained P-Value (Color $1.000 > 0.05$, Odor $0.167 > 0.05$, PH $0.515 > 0.05$), while there was no difference found in the macroscopic (PH and color) and microscopic images of sperm on cloth within 72 hours of collection with the Fisher test results obtained P-Value (Color $1,000 > 0.05$, PH $0.576 > 0,05$), and there was a difference in the macroscopic odor and microscopic images within 72 hours using the Fisher test, obtained P-Value Smell $0.045 < 0.05$. After carrying out a whole series of macroscopic and microscopic studies of sperm spots based on the characteristics of the cloth object according to the time of collection, it can be concluded that there is no significant difference between the 24.48 and 72 hour samples.

Keywords : Sperm, Sperm Macroscopic, Sperm Microscopic, Cloth objects, Collection time.

Abstrak

Air mani manusia adalah cairan tubuh kaya protein yang diproduksi oleh organ reproduksi pria. Sesuai data yang telah dihimpun oleh komnas Perempuan mencatatkan ada bahwa dari 13.428 kasus, tercatat 15.466 bentuk kekerasan. Terbanyak adalah kekerasan fisik, yaitu ditemukan dalam 6,784 kasus atau hampir 44%. Untuk pengaduan ke Komnas Perempuan, terbanyak adalah kasus kekerasan seksual, sebanyak 2.228 kasus dari 5.831 kasus berdasarkan bentuk kekerasan, atau 38%. Analisis semen merupakan satu langkah pemeriksaan pertama yang dilakukan untuk mengetahui keberadaan sperma pada kasus kejahatan seksual. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan gambaran makroskopik dan mikroskopik bercak sperma berdasarkan karakteristik objek kain sesuai dengan waktu pengambilan. Analisis sperma dapat dilakukan melalui analisis secara makroskopis dan mikroskopis terhadap sperma manusia. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan uji fisher exact. Pemeriksaan analisis sperma pada semen pria merupakan suatu analisis lengkap yang penting untuk menambah keilmuan untuk dapat membedakan karakteristik sperma pada kain berdasarkan waktu pada pelaku

kejahatan seksual . Penelitian ini dilakukan di Laboratorium patologi klinik RS Bhayangkara Makassar. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa tidak didapatkan adanya perbedaan pada gambaran Makroskopik (Bau,PH,dan Warna) dan mikroskopik sperma pada kain dalam waktu pengambilan 24 jam dengan hasil uji fisher didapatkan P-Value $1,000 > 0,05$, penelitian ini juga menunjukkan tidak didapatkan adanya perbedaan pada gambaran Makroskopik (Bau,PH,dan Warna) dan mikroskopik sperma pada kain dalam waktu pengambilan 48 jam dengan hasil uji fisher didapatkan P-Value (Warna $1,000 > 0,05$, Bau $0,167 > 0,05$, PH $0,515 > 0,05$), Sedangkan tidak didapatkan adanya perbedaan pada gambaran Makroskopik (PH,dan Warna) dan mikroskopik sperma pada kain dalam waktu pengambilan 72 jam dengan hasil uji fisher didapatkan P-Value (Warna $1,000 > 0,05$, PH $0,576 > 0,05$), dan terdapat perbedaan gambaran Makroskopik bau dan mikroskopik dalam waktu 72 jam dengan uji fisher didapatkan P-Value Bau $0,045 < 0,05$. Setelah melakukan seluruh rangkaian penelitian perbandingan makroskopik dan mikroskopik bercak sperma berdasarkan karakteristik objek kain sesuai dengan waktu pengambilan, maka dapat disimpulkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara sampel 24,48 dan 72 jam.

Kata kunci : Sperma, Makroskopik Sperma, Mikroskopik Sperma, Objek kain, waktu Pengambilan

BAB I

PENDAHULUAN

Sistem reproduksi pada pria memiliki fungsi esensial yang menghasilkan sperma (spermatogenesis) dan menyalurkan sperma ke wanita. Organ reproduksi primer pada pria terdiri dari sepasang testis. Pada kedua jenis kelamin, gonad matur akan menghasilkan gamet (gametogenesis) yaitu spermatozoa pada pria dan ovum pada wanita. Gonad juga akan menghasilkan hormon testosteron pada pria, serta hormon estrogen dan progesteron pada Wanita. (*Sherwood L, 2016*)

Air mani manusia adalah cairan tubuh kaya protein yang diproduksi oleh organ reproduksi pria. Suspensi sel kompleks dalam cairan yang mengandung berbagai zat heterogen yang diproduksi oleh berbagai kelenjar reproduksi pria seperti testis, epididimis, vesikula seminalis, prostat, kelenjar Cowper (bulbourethral) dan kelenjar Littre (kelenjar periurethral). Fungsi utamanya adalah untuk bertindak sebagai penyangga, media kaya nutrisi yang mengangkut sperma melalui saluran reproduksi pria ke saluran reproduksi wanita. (*Gupta S, 20017*)

Ejakulasi, atau air mani, baru diproduksi pada saat ejakulasi. Ejakulasi dimulai setelah emisi, dan proses mengeluarkan semen dari uretra penis. Ini termasuk relaksasi sfingter eksternal dan kontraksi prostat berirama. Otot bulbospongiosus mendorong semen dengan cara antigrade keluar dari meatus uretra eksternal. Sperma yang tidak mengalami ejakulasi lambat laun akan mati dan mengalami sitolisis. Ejakulasi melibatkan sistem saraf simpatis dan parasimpatis. Serabut parasimpatis memulai kontraksi otot bulbospongiosus, yang menyebabkan pengeluaran semen secara paksa dari uretra. Impuls naik

berkontribusi secara bersamaan terhadap sensasi orgasme. (Durairajanayagam *et al.*, 2015)

Sesuai data yang telah dihimpun oleh komnas Perempuan mencatatkan ada bahwa dari 13.428 kasus, tercatat 15.466 bentuk kekerasan. Terbanyak adalah kekerasan fisik, yaitu ditemukan dalam 6,784 kasus atau hampir 44%. Untuk pengaduan ke Komnas Perempuan, terbanyak adalah kasus kekerasan seksual, sebanyak 2.228 kasus dari 5.831 kasus berdasarkan bentuk kekerasan, atau 38%. Jumlah ini meningkat dibandingkan tahun 2021 yang berjumlah 2.204 kasus. Terbanyak kedua adalah kekerasan psikis (2.083 kasus/35,72%). Sedangkan lembaga layanan didominasi oleh kekerasan dalam bentuk fisik (6.001 kasus/38.8%), diikuti dengan kekerasan seksual (4.102 kasus/26.52%). (Komisi Nasional Anti Kekerasan terhadap Perempuan, 2023).

Analisis semen merupakan satu langkah pemeriksaan pertama yang dilakukan untuk mengetahui keberadaan sperma pada kasus kejahatan seksual. Analisis semen mencakup evaluasi dari parameter makroskopis dan mikroskopis. Analisis semen adalah prosedur standar untuk mengukur semen dan parameter berbagai sperma meskipun masih banyak faktor yang berpengaruh diantaranya adalah pH ejakulat, viskositas, warna dan bau. Konsentrasi sperma, motilitas dan morfologi. (Keel BA, 2006)

Sel sperma yang normal secara morfologi memiliki panjang sekitar 45–50 μm dan terdiri dari kepala dan ekor. Sperma terdiri dari kepala, leher, bagian tengah dan ekor. Seluruh tubuh sperma diselubungi oleh membran plasma. Kepala

mengandung nukleus haploid yang memanjang, bagian anterior ditutupi oleh struktur seperti topi yang disebut akrosom. Akrosom ini diisi dengan enzim yang membantu pembuahan sel telur (Blachon *et al.*, 2015). Sperma masih dapat bergerak atau motil dalam waktu 4-5 jam post-coital; sperma juga masih dapat ditemukan tidak bergerak sampai sekitar 24-36 jam postcoital, dan pada wanita mati masih dapat ditemukan sampai 7-8 hari. (*National Centre for Classification in Health*)

Pada penelitian Albizar *et al.* menyatakan bahwa air mani masih terlihat hingga tujuh hari pasca kejadian, sedangkan sperma hanya dapat bertahan tiga hingga empat hari pasca kejadian (Albizar *et al.*, 2014). Joshi *et al.* dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa bercak semen pada kain yang telah direndam dalam air hingga hari keenam menunjukkan masih terdapatnya aktifitas asam fosfatase (FA) pada bercak semen yang telah direndam dalam air yang membuktikan terdapatnya cairan mani pada kain katun tersebut. Dalam penelitiannya juga menjelaskan mengenai gambaran mikroskopik yang terendam selama 72 jam aktifitas FA masih sangat baik (waktu reaksi 30-60 detik) dan spermatozoa yang utuh dalam jumlah lebih dari 12 per lapangan pandang. Terendam selama 120 jam reaksi FA masih baik (waktu reaksi 2-3 menit) dan dalam satu lapangan pandang ditemukan paling sedikit 4 spermatozoa yang utuh dan 4-12 kepala spermatozoa. Terendam selama 144 jam (6 hari) masih terdapat aktifitas FA dan lebih dari 12 kepala spermatozoa dalam satu lapangan pandang. (Khan MS *et al.*, 2005)

Sperma dievaluasi untuk mengetahui kualitasnya dilakukan melalui pemeriksaan makroskopik dan mikroskopik. Pemeriksaan sperma secara makroskopik meliputi warna, PH, bau. Sedangkan pemeriksaan sperma secara mikroskopik meliputi gerakan motilitas dan morfologi sperma. (Sudatri *et al.*, 2015)

Setelah dilakukan evaluasi pada sperma kemudian dilakukan pengenceran sperma, dengan memasukkan sperma kedalam bahan pengencer. Sperma langsung disimpan pada suhu 15°C selama 96 jam. Dilakukan pengamatan terhadap daya motilitas setiap 24,48 dan >72 Jam dan juga dilakukan pengamatan pengaruh lama waktu penyimpanan terhadap motilitas dan morfologi sperma. Pengamatan motilitas dan morfologi sperma dilakukan mulai dari awal penyimpanan sampai 96 jam dengan interval waktu 24 jam. (Sudatri *et al.*, 2015)

Pengamatan terhadap motilitas dilakukan dengan cara menghomogenkan sperma terlebih dahulu lalu ditetaskan 0,05 ml di atas objek glass dan ditutup dengan cover glass, selanjutnya diperiksa dibawah mikroskop, untuk melihat jumlah spermatozoa yang bergerak progresif. Penilaian persentase motilitas didasarkan pada persentase spermatozoa yang bergerak progresif pada beberapa lapang pandang. Ditentukan secara subjektif di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 400 kali. Angka yang diberikan antara 0-100%, sedangkan pengamatan terhadap morfologi dilakukan dengan pengamatan secara mikroskopik dengan cara sperma diambil sebanyak 0,05 ml diletakkan pada object glass kemudian ditetaskan pewarna eosin negrosin sitrat pada sperma dan aduk perlahan sampai homogen, selanjutnya dibuat preparat hapusan dan dianginkan

sampai kering. Preparat diperiksa di bawah mikroskop dengan pembesaran 1.000x untuk menghitung morfologi spermatozoa sebagai tanda spermatozoa masih hidup. (Sudatri *et al.*, 2015)

Dari latar belakang yang sudah dijelaskan di atas peneliti terdorong untuk melakukan penelitian tentang perbandingan makroskopik dan mikroskopik gambaran bercak sperma berdasarkan karakteristik objek kain sesuai dengan waktu pengambilan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah diatas memberikan dasar bagi peneliti untuk merumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana gambaran makroskopik bercak sperma pada objek kain?
2. Bagaimana gambaran mikroskopik bercak sperma pada objek kain?
3. Bagaimana perbandingan jenis kain spandex, katun, sutra, dan nilon terhadap gambaran makroskopik dan mikroskopik bercak sperma ?
4. Bagaimana perbandingan perlakuan kering, basah, dan rendam terhadap gambaran makroskopik dan mikroskopik bercak sperma ?
5. Bagaimana perbandingan waktu 24 jam, 48 jam, dan > 72 jam terhadap gambaran makroskopik dan mikroskopik bercak sperma ?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui perbandingan jenis kain, perlakuan, dan waktu pengambilan terhadap gambaran makroskopik dan mikroskopik bercak sperma.

Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui gambaran makroskopik bercak sperma pada objek kain
2. Untuk mengetahui gambaran mikroskopik bercak sperma pada objek kain
3. Untuk mengetahui perbandingan jenis kain spandex, katun, sutra, dan nilon terhadap gambaran makroskopik dan mikroskopik bercak sperma
4. Untuk mengetahui perbandingan perlakuan kering, basah, dan rendam terhadap gambaran makroskopik dan mikroskopik bercak sperma
5. Untuk mengetahui perbandingan waktu 24 jam, 48 jam, dan > 72 jam terhadap gambaran makroskopik dan mikroskopik bercak sperma

1.4 Manfaat penelitian

1.4.1 Bagi Peneliti

- 1) Penelitian ini dapat memberikan wawasan tentang bagaimana perbandingan jenis kain spandex, katun, sutra, dan nilon

terhadap gambaran makroskopik dan mikroskopik bercak sperma

- 2) Penelitian ini dapat memberikan wawasan tentang bagaimana perbandingan perlakuan kering, basah, dan rendam terhadap gambaran makroskopik dan mikroskopik bercak sperma
- 3) Penelitian ini dapat memberikan wawasan tentang bagaimana perbandingan waktu 24 jam, 48 jam, dan > 72 jam terhadap gambaran makroskopik dan mikroskopik bercak sperma
- 4) Hasil penelitian dapat digunakan sebagai dasar penelitian lebih lanjut oleh peneliti selanjutnya.

1.4.2 **Bagi Institusi**

- 1) Penelitian diharapkan dapat meningkatkan mutu pendidikan dan memberikan masukan kepada kurikulum untuk informasi ilmiah mengenai perbandingan jenis kain, perlakuan, dan waktu pengambilan terhadap gambaran makroskopik dan mikroskopik bercak sperma.
- 2) Dapat digunakan sebagai acuan bagi praktisi hukum dan kedokteran untuk memandu penetapan diagnosis serta kebijakan hukuman pada pelaku kejahatan dugaan kekerasan seksual.
- 3) Dapat digunakan untuk mempermudah proses penyelidikan pada kasus dugaan kekerasan seksual.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Spermatogenesis

Spermatogenesis adalah proses transformasi spermatogonium menjadi spermatozoa yang berlangsung dalam tubulus seminiferus testis. Spermatogonium merupakan sel benih diploid yang kecil, terletak dalam ruang basal tubulus seminiferous. Sel-sel ini terletak di atas lamina basal, dan setelah pubertas, dipengaruhi oleh testosteron untuk memulai siklus sel. Setiap hari ratusan juta spermatozoa dibentuk dalam testis melalui proses ini yang berlangsung melalui 3 tahap (Gartner and Hiatt, 2007; Saladin, 2003; Taufiqurrachman, 2012; Durairajanayagam *et al.*, 2015) :

1. Spermatositogenesis: Diferensiasi spermatogonium menjadi spermatosit primer
2. Meiosis: Pembelahan reduksi spermatosit primer yang diploid dengan mengurangi komplemen kromosom, membentuk spermatid yang haploid.
3. Spermogenesis: Transformasi spermatozoatid menjadi spermatozoa

Setiap spermatogonium menghasilkan 16 spermatosit primer. Setiap spermatosit primer menghasilkan 4 spermatid, dan setiap spermatid akan membentuk 4 spermatozoa. Dalam sehari, sekitar tiga juta spermatogonium menjalani transformasi sehingga menghasilkan sekitar 200 juta spermatozoa. Lebih dari 75%

spermatozoa yang berkembang mati karena apoptosis atau degenerasi, dan lebih dari 12,5% yang tersisa abnormal. Pada akhirnya, potensi spermatogenesis untuk menghasilkan spermatozoa berjumlah sekitar 12% (Durairajanayagam *et al.*, 2015).

Dibutuhkan sekitar 64 hari di testis (dari spermatogonium menjadi spermatid) dengan tambahan 10-14 hari di epididimis untuk pematangan spermatozoa. Dengan demikian, keseluruhan proses memakan waktu sekitar 70 ± 4 hari. Laporan yang lebih baru menunjukkan bahwa seluruh proses dari produksi hingga ejakulasi spermatozoa diselesaikan dalam waktu yang lebih singkat: rata-rata 64 ± 8 hari (dengan kisaran 42-76 hari). Spermatogenesis dimulai saat pubertas dan terjadi terus-menerus sepanjang rentang hidup pria dewasa, berbeda dengan oogenesis yang terbatas pada wanita (Durairajanayagam *et al.*, 2015).

Replikasi spermatogonium ditandai dengan pembelahan mitosis untuk memperbanyak jumlah spermatogonium. Pada fase mitosis, terdapat tiga tipe spermatogonium, yaitu tipe A gelap, tipe A pucat, dan tipe B. Dalam keadaan normal, spermatogonium tipe A gelap tidak mengalami proliferasi dan berfungsi sebagai sel punca. Sel punca tersebut akan mengalami proliferasi jika terjadi kerusakan atau pengurangan jumlah spermatogonium karena berbagai hal. Spermatogonium tipe A pucat berdiferensiasi menjadi spermatogonium tipe B. Spermatogonium tipe B kemudian mengalami proliferasi dan diferensiasi menjadi spermatosit primer pada fase meiosis preleptoten yang secara aktif membentuk DNA. Spermatosit primer yang diploid mengalami pembelahan meiosis dalam fase kedua. Pembelahan meiosis terdiri dari dua pembelahan secara berurutan dari spermatosit primer yang diikuti oleh hanya satu duplikasi kromosom. Akhir dari pembelahan meiosis adalah pembentukan 4 spermatid yang mempunyai kromosom haploid (Gartner and Hiatt, 2007; Saladin, 2003; Taufiqurrachman, 2012; Durairajanayagam *et al.*, 2015).

Spermiogenesis adalah proses transformasi spermatid menjadi spermatozoa dan menjadi fase akhir dari spermatogenesis. Spermatid merupakan sel berbentuk bundar yang akan mengalami pemanjangan menjadi spermatozoa setelah menyelesaikan fase ini. Spermatid mengakumulasi enzim hidrolitik, mengalami kondensasi kromatin, membentuk struktur nukleus sel, membentuk flagela, dan melepaskan sebagian besar sitoplasma. Pada fase ini, 85% histon dari nukleus diganti dengan protamin yang memungkinkan pengemasan DNA secara ketat sehingga tidak mudah diserang oleh oksidan. Penggantian histon oleh protamin membutuhkan pemecahan sementara spermatozoa yang diinduksi oleh enzim topoisomerase II dan akan ditutup kembali oleh enzim yang sama. Kelainan dalam pengemasan DNA akibat defisiensi protamin dapat menyebabkan DNA rentan terhadap serangan oksidatif sehingga DNA dapat mengalami fragmentasi. Secara umum, spermiogenesis dibagi menjadi 4 fase (Gartner and Hiatt, 2007; Taufiqurrachman, 2012; Durairajanayagam *et al.*, 2015):

1. Fase golgi

Fase ini ditandai oleh pembentukan vesikel akrosom yang diikuti oleh pembentukan ukuran kraniokaudal yang simetris

2. Fase tudung (cap)

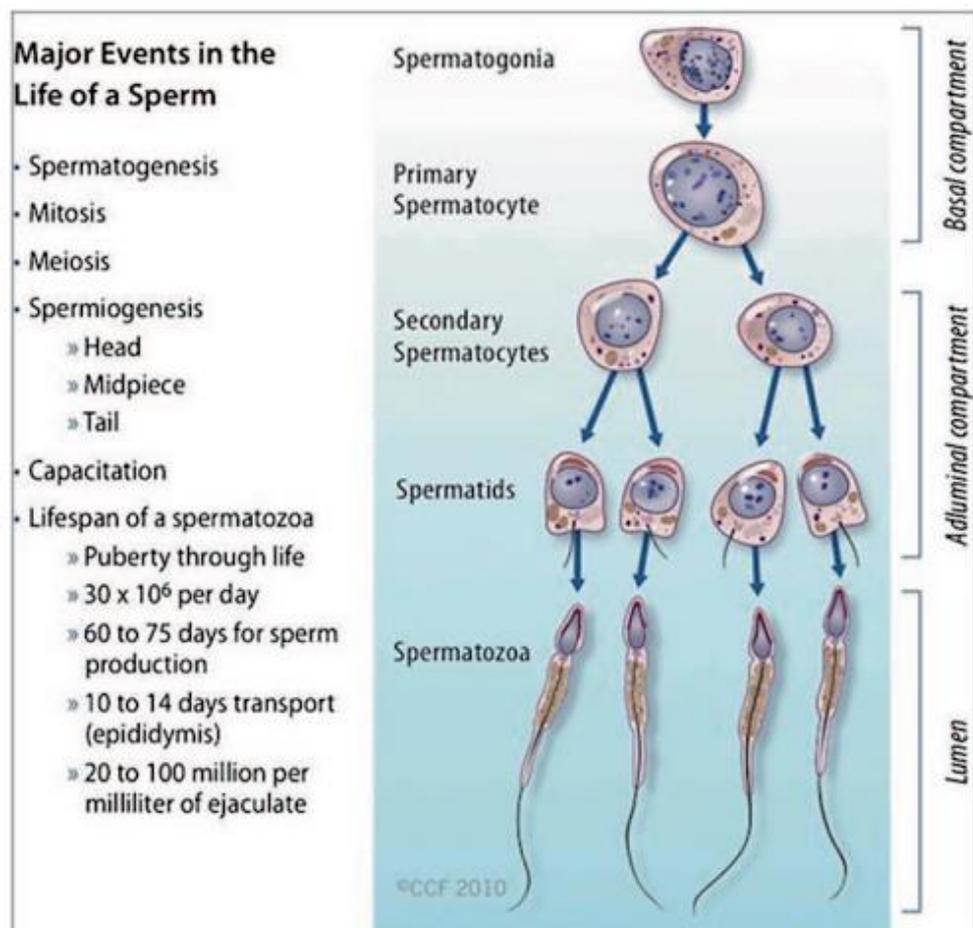
Fase tudung ditandai oleh pemanjangan spermatid dan perkembangan akrosom yang meliputi separuh hingga dua pertiga bagian kranial spermatid.

3. Fase akrosom

Fase akrosom ditandai oleh beberapa perubahan pada bentuk spermatid. Inti menjadi padat, sel memanjang, dan mitokondria berpindah tempat. Kromosom menjadi sangat padat. Volume kromosom mengecil dan volume seluruh inti juga berkurang. Tambahan inti menjadi pipih, dan mencapai bentuk spesifiknya.

4. Fase maturasi

Fase maturasi ditandai oleh pelepasan sitoplasma spermatid. Dengan dilepaskannya kelebihan sitoplasma, sinsisium akan pecah dan setiap spermatozoa akan dilepaskan dari massa selular yang besar tersebut. Sisa-sisa sitoplasma akan difagositosis oleh sel Sertoli, dan spermatozoa yang lepas akan diarahkan ke lumen tubulus seminiferus (spermiasi). Spermatozoa yang baru terbentuk imotil dan tidak dapat membuahi oosit. Spermatozoa baru menjadi motil dalam perjalanan di epididimis. Setelah memasuki sistem reproduksi perempuan, spermatozoa baru mengalami kapasitasi (yaitu mampu untuk membuahi).



Gambar 2.1. Spermatogenesis (Durairajanayagam et al., 2015)

Selama proses spermatogenesis diperlukan interaksi sel Leydig, sel Sertoli, dan sel spermatogonium yang bersinergi dengan hormon FSH dan LH yang berasal dari hipofisis anterior. Pembentukan *Blood-Testis Barrier* (BTB) berlangsung pada saat sel Sertoli berhenti membelah dan spermatosit primer menjalani pembelahan meiosis. Akibat pembentukan BTB, epitelium terbagi menjadi dua, yaitu bagian basal untuk sel germinal muda dan adluminal untuk sel germinal yang lebih tua (spermatosit primer). Selama pubertas terjadi peningkatan kadar FSH yang menyebabkan sel Leydig menjadi peka terhadap rangsangan LH. Sekali spermatogenesis berlangsung dalam testis dewasa maka sel Sertoli menjadi kurang responsif terhadap (Taufiqurrachman, 2012).

2.2 Struktur sperma

Sperma yang diproduksi melalui spermatogenesis, merupakan sel-sel panjang (~65 μm) yang terdiri dari kepala berisi inti dan ekor yang meliputi sebagian besar panjangnya.

a. Kepala

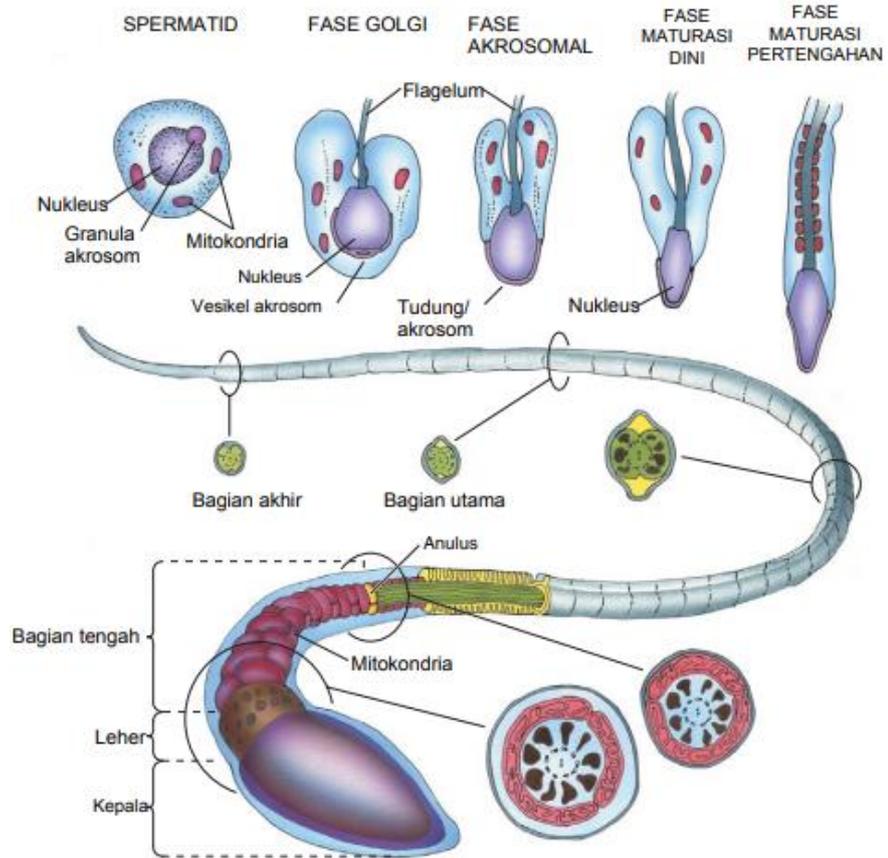
Bagian ini berbentuk pipih, memiliki panjang sekitar 5 μm dan dikelilingi oleh plasmalema. Kepala berisi inti padat dengan elektron yang padat, mengandung hanya 1 anggota dari 23 pasang kromosom (22 autosom + kromosom Y — atau 22 autosom + kromosom X), dan akrosom, yang melingkari sebagian dari aspek anterior inti. Akrosom akan menempel dengan sel membran di bagian depan (anterior). Bagian ini mengandung berbagai enzim, termasuk neuraminidase, hialuronidase, asam fosfatase, aril sulfatase, dan protease mirip tripsin, yang dikenal sebagai akrosin. Pengikatan spermatozoa terhadap molekul ZP3 pada zona pelusida memicu reaksi

akrosomal yang melepaskan enzim akrosomal. Enzim ini akan mencerna dan menyediakan jalur bagi spermatozoa untuk mencapai oosit, sehingga terjadilah proses (Gartner and Hiatt, 2007).

b. Ekor

Terdiri dari 4 bagian, yaitu leher, bagian tengah, bagian utama, dan bagian ujung.

- Leher (panjang $\sim 5 \mu\text{m}$) menghubungkan kepala dengan bagian ekor lainnya.
- Bagian tengah ($\sim 5 \mu\text{m}$) terletak di antara leher dan bagian utama. Ditandai oleh adanya selubung mitokondrial, yang melingkari serat padat luar dan aksonema di tengah-tengah. Bagian tengah berakhir pada anulus, suatu bangunan padat berbentuk cincin tempat plasmalema melekat, mencegah pergeseran selubung mitokondrial ke arah kaudal ke dalam ekor.
- Bagian utama ($\sim 45 \mu\text{m}$) merupakan segmen ekor yang terpanjang dan membentang dari anulus ke bagian ujung. Aksonema bagian utama berlanjut dengan bagian tengah. Di sekeliling aksonema terdapat tujuh serat padat luar yang merupakan lanjutan bagian tengah dan dikelilingi oleh selubung fibrosa. Bagian utama mengecil dekat ujung kaudalnya, tempat serat padat luar dan selubung fibrosa berakhir.
- Bagian akhir ($\sim 5 \mu\text{m}$) terdiri atas aksonema di tengah yang dikelilingi plasmalemma (Gartner and Hiatt, 2007).



Gambar 2.2 Spermiogenesis dan spermatozoa dewasa (Gartner and Hiatt, 2007)

2.3 Semen

Semen adalah cairan heterogeny yang dikeluarkan saat ejakulasi atau disebut juga sebagai air mani. Ejakulasi khasnya mengeluarkan 2 hingga 5 mL semen. Semen terdiri dari fraksi seluler dna non-seluler. Fraksi seluler meliputi spermatozoa matur, leukosit, sel germinal imatur, dan sel epitel (dalam kasus patologis yang jarang bahkan eritrosit). Semen biasanya memiliki jumlah sperma 50 hingga 120 juta sperma/mL. Jumlah sperma yang lebih rendah dari 20 hingga 25 juta sperma/mL biasanya dikaitkan dengan infertilitas (kemandulan), ketidakmampuan untuk membuahi sel telur (Saladin, 2003; Baskaran *et al.*, 2020).

Fraksi non-seluler adalah plasma semen berbasis air yang dibentuk oleh sekresi epididimis, vesikula seminalis, kelenjar bulbouretra, dan prostat. Testis dan epididimis menyumbang sekitar 5% dari total volume plasma semen. Cairan ini kaya

enzim α -glukosidase netral, L-karnitin, microRNAs, gliseril fosforilkolin dan maltase. Vesikula seminalis menyumbang 50-65% (1,5-2,0 mL) dari total volume ejakulat. Sekresi vesika seminalis kaya fruktosa (1,5–6,5 mg/ml) yang terlibat dalam metabolisme dan motilitas energi sperma. Vesika seminalis juga memproduksi prostaglandin yang meningkatkan motilitas sperma dan menghambat respon imun wanita terhadap spermatozoa, laktoferin sebagai antimikroba, dan glikoprotein 1 dan 2. Semenogelin terlibat dalam pencegahan kapasitas sperma premature dan dalam pembentukan koagulan seminal setelah ejakulasi (Baskaran *et al.*, 2020; Saladin, 2003).

Sekresi prostat mencapai 20-30% (0,6-0,9 mL) dari volume total ejakulat. Sekresi prostat kaya asam sitrat yang dapat mengikat Ca^{2+} dan mengatur pencairan semen dan koagulasi bersinergi dengan enzim proteolitik (lisozim, α -amilase, β -glukuronidase) serta antigen spesifik prostat (PSA), sebuah protease mirip tripsin, yang memecah protein semenogelin. Kolesterol dan fosfolipid membantu dalam stabilisasi membrane sperma, sementara kation (seng, kalsium, magnesium) merupakan kofaktor penting enzim mani, pengaturan pH, aktivitas bakterisidal, dan perlindungan kromatin sperma dengan menstabilkan gugus S-S. Kelenjar bulbouretra berkontribusi <5% (<0,15 ml) dari total volume ejakulat, menghasilkan sekresi bening yang kaya muoprotein (Baskaran *et al.*, 2020; Saladin, 2003).

2.4 Analisis sperma

Analisis sperma merupakan pemeriksaan laboratorium yang dilakukan untuk menilai kesuburan pria. Pemeriksaan ini memiliki nilai yang sama penting dengan anamnesis dan pemeriksaan fisik pada semua pasien. Analisis terperinci dari faktor-faktor ini dapat membantu mengidentifikasi alasan infertilitas pada pria. Semen dapat dinilai dengan berbagai kriteria antara lain jumlah total sperma, volume cairan,

konsentrasi spermatozoa, dan sifat sperma (viabilitas, motilitas, dan bentuk) serta komposisi sekresinya. Sampel semen yang diperiksa diambil setelah abstinen selama 2 - 7 hari dengan jarak antar pemeriksaan minimal 7 hari. Pemeriksaan dilakukan satu kali jika hasil pemeriksaan analisis sperma didapatkan normal sesuai dengan kriteria WHO (IAUI, 2015). WHO telah memberikan batas normal referensi untuk analisis sperma. Kriteria yang diterima untuk parameter yang diukur antara lain sebagai berikut (Sunder and Leslie, 2022; Baskaran *et al.*,2020):

- Volume ejakulat : >1.5 ml
- pH : >7.2
- Jumlah total spermatozoa: 39 juta sperma per ejakulat atau lebih
- Morfologi : >4% bentuk normal menggunakan metode Tygerberg
- Vitalitas : >58% sperma hidup
- Motilitas progresif : >32%
- Total (motilitas progresif dan non-progresif): >40%
- Tidak ada aglutinasi
- Viskositas : <2 cm setelah likuefaksi
- Pemeriksaan opsional
 - Tes reaksi senyawa antiglobulin dengan <50% sperma motil dengan partikel terikat
 - Tes immunobead dengan <50% sperma motil dengan *bound beads*
 - Fruktosa seminal : 13 mcmol/ejakulat
 - Zinc : >2.4 mcmol/ejakulat
 - Glukosidase netral seminal : <20 miliunit/ejakulat

Hasil analisis yang abnormal pada sekurang-kurangnya 2 kali pemeriksaan maka perlu dilakukan pemeriksaan andrologi lebih lanjut. Temuan yang abnormal dapat berupa (IAUI, 2015):

- a. Oligozoospermia : < 15 juta spermatozoa/mL
- b. Astenozoospermia : < 32% spermatozoa motil
- c. Teratozoospermia : < 4% bentuk yang normal

Ketiga kelainan ini sering ditemukan bersamaan dan disebut sebagai sindrom Oligo-Asteno-Teratozoospermia (OAT). Sama seperti azoospermia, pada kasus sindrom OAT yang ekstrem (< 1 juta sperma/mL) juga terjadi peningkatan insidens obstruksi saluran genital pria dan kelainan genetic (IAUI, 2015).

2.4.1 Pemeriksaan makroskopik sperma

Pemeriksaan secara makroskopis terdiri dari sejumlah pengamatan penting yang mungkin tidak dapat dinilai secara numerik dengan tepat namun masih menjadi sangat penting secara klinis (WHO, 2021; Sunder and Leslie, 2022).

a. Warna

Warna semen yang normal memiliki tampilan makroskopis yang homogen dan berwarna putih keabuan atau putih mutiara agak keruh. Warna mungkin tampak kurang buram jika konsentrasi sperma sangat rendah. Warna juga dapat berbeda, yaitu sedikit kekuningan setelah waktu abstinen yang lebih lama, merah kecokelatan ketika terdapat sel darah merah (hemospermia), atau kuning yang lebih terang pada pasien dengan penyakit kuning atau mengonsumsi vitamin atau obat tertentu. Jika semen tampak kental, benar-benar jernih dan tidak berwarna, maka cairan hanya dapat berasal dari kelenjar Cowper yang diproduksi dalam jumlah bervariasi selama rangsangan.

b. Bau

Spermatozoa yang baru keluar mempunyai bau khas atau spesifik, untuk mengenal bau sperma, seseorang harus telah mempunyai pengalaman untuk membaui sperma. Sekali seorang telah mempunyai pengalaman, maka ia tidak akan lupa akan bau sperma yang khas tersebut. Sperma yang baru keluar pada botol penampung, dicium baunya, lalu dilaporkan bau khas yang tercium menurut standar WHO (1999, 2010).

c. PH

pH semen bergantung pada kontribusi relative dari sekresi asam prostat dan sekresi basa vesika seminalis. Dalam ejakulasi tidak ada kontrol pH cairan yang efisien. Secara in vitro, akan terjadi kehilangan CO₂ terus-menerus yang menyebabkan peningkatan pH secara bertahap. Kepentingan klinis pH memiliki nilai yang rendah. Jika pH akan dinilai, penilaian dilakukan pada waktu yang seragam, sebaiknya 30 menit setelah pengambilan, tetapi pada kasus apapun, dalam waktu 1 jam setelah ejakulasi. Untuk sampel normal, harus digunakan strip uji pH dalam kisaran 6.0-10.0. dengan Nilai pH normal dari sperma 7,1-8,0 mungkin menunjukkan normalnya sperma sehingga jika kertas lakmus berwarna biru dapat diinterpretasikan bahwa sperma positif. WHO (1999, 2010)

2.4.2 Pemeriksaan mikroskopik sperma

Pemeriksaan mikroskopis sperma meliputi motilitas, aglutinasi, viabilitas, aglutinasi, dan morfologi sperma. Hasil kesimpulan analisis sperma banyak

ditentukan dari pemeriksaan mikroskopis (WHO, 2021; Saunder and Leslie, 2022).

a. Motilitas

Motilitas adalah daya gerak spermatozoa untuk membuahi sel telur (Wahyuningsih dkk., 2013). Daya gerak yang progresif sangat diperlukan spermatozoa saat di saluran kelamin betina untuk mencapai tempat fertilisasi (Sarastina dkk., 2012).

Motilitas merupakan daya gerak individu sperma. Motilitas spermatozoa sapi dibawah 40% menunjukkan nilai semen yang kurang baik (Toelihere ,1985). Nilai motilitas spermatozoa sapi berkisar antara 70% sampai 80% (Garner dan Hafez 2016). Banyak faktor yang mempengaruhi perbedaan nilai motilitas spermatozoa diantaranya umur, bangsa, kematangan spermatozoa, dan kualitas plasma spermatozoa (Bhakat et al., 2014).

Kualitas spermatozoa meliputi berbagai aspek, yaitu motilitas spermatozoa yang dapat dibagi menjadi 2 kriteria (motilitas baik, dan tidak motil).

b. Morfologi sperma

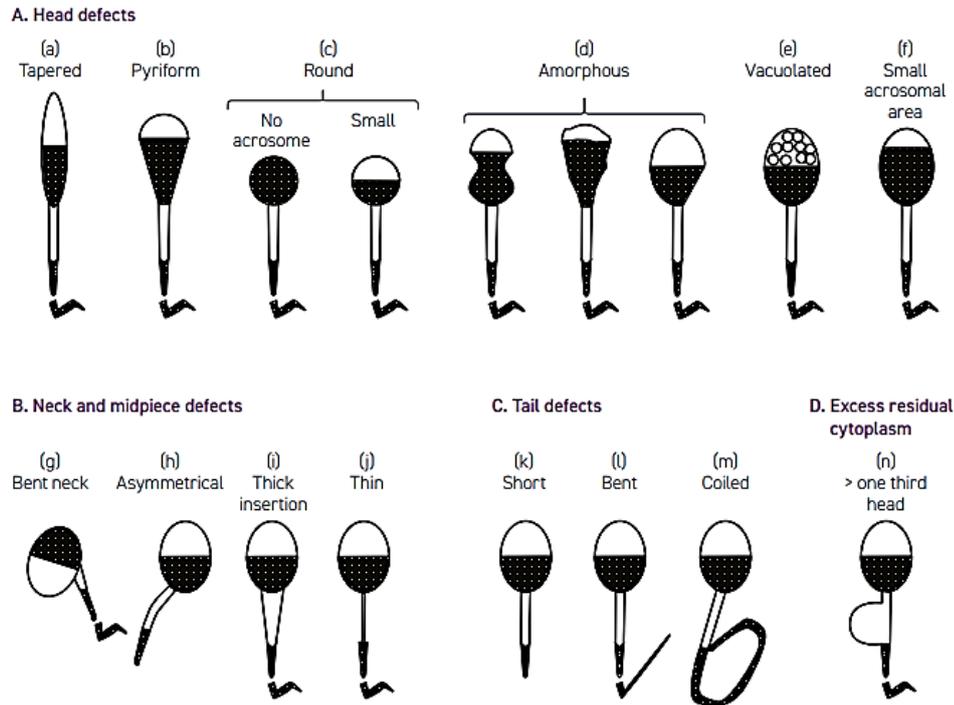
Dalam menilai morfologi sperma, direkomendasikan klasifikasi sperma yang ideal (spermatozoa tipikal yang mampu mencapai tempat pembuahan) atau abnormal, berdasarkan pengenalan kelainan di semua bagian spermatozoa. Kriteria harus diterapkan saat menilai normalitas morfologi sperma. Defek pada spermatogenesis dan beberapa patologi epididimis umumnya berkaitan dengan peningkatan persentase sperma berbentuk abnormal. Cacat morfologi biasanya campuran. Sperma

abnormal umumnya memiliki potensi pembuahan yang lebih rendah, tergantung pada jenis anomalnya, dan mungkin juga memiliki DNA abnormal. Cacat morfologi telah dikaitkan dengan peningkatan fragmentasi DNA, peningkatan kejadian kelainan kromosom struktural, kromatin belum matang dan aneuploidi. Hal ini menyebabkan penekanan diberikan pada bentuk kepala, meskipun ekor sperma (bagian tengah dan bagian utama) juga penting untuk diperhatikan dalam memahami saluran reproduksi pria.

Tabel 2.1 Klasifikasi Morfologi Sperma berdasarkan WHO (2021)

Bagian	Tampilan Normal (Ideal/Khas)	Abnormal
Kepala	Kepala harus halus, kontur teratur dan umumnya berbentuk oval. Harus ada daerah akrosom yang jelas terdiri dari 40-70% dari daerah kepala. Daerah akrosom tidak boleh mengandung vakuola besar, dan tidak lebih dari dua vakuola kecil, yang tidak boleh menempati lebih dari seperlima kepala spermatozoa. Bagian luar akrosom tidak boleh mengandung vakuola.	<ul style="list-style-type: none"> – Akrosom < 40% atau > 70% normal daerah kepala, atau – Rasio <i>length-to-width</i> <1,5 (bulat) atau >2 (memanjang), atau – Bentuk: piriform (bentuk buah pir), amorf, asimetris, atau bentuk non-oval di bagian apikal, atau – Vakuola lebih dari seperlima dari area kepala atau terletak di daerah luar akrosom, atau – Kepala ganda, atau – Kombinasi

Bagian	Bagian tengahnya harus ramping,	– Bentuk ireguler, atau
Tengah	teratur, dan panjangnya kira-kira sama dengan kepala spermatozoa. Sumbu utama bagian tengah harus sejajar dengan sumbu utama kepala spermatozoa.	– Tipis atau tebal, atau – Dari atas asimetris atau membentuk sudut insersi di kepala, atau – Sangat bengkok, atau – Kombinasi
Ekor	Bagian utama harus memiliki kaliber yang seragam sepanjang panjangnya, lebih tipis dari bagian tengah dan panjangnya sekitar 45 μm (sekitar 10 kali panjang kepala). Dapat melingkar sendiri sehingga tidak ada bengkok yang tajam pada ekor yang dapat menyebabkan flagela patah.	– Membentuk sudut tajam, atau – <i>Smooth hairpin bends</i> , atau – Melingkar, atau – Pendek (patah), atau – Lebar ireguler, atau – Multipel, atau – Kombinasi
Sisa	Kurang dari sepertiga ukuran kepala	Lebih dari sepertiga ukuran
Sitoplasma	spermatozoa normal.	kepala spermatozoa normal.



Gambar 2.3 Skema beberapa bentuk spermatozoa manusia yang tidak normal (WHO, 2021)

2.5 Pengaruh pakaian dalam terhadap parameter sperma

Penggunaan pakaian dalam, khususnya yang ketat sangat berpengaruh terhadap peningkatan suhu testis. Skrotum terletak menggantung di luar tubuh, jika dibiarkan bebas dapat memanjang atau memendek sesuai dengan perubahan suhu lingkungan. Pada suhu yang tinggi skrotum memanjang (relaksasi), sementara akan memendek (kontraksi) pada suhu rendah. Perubahan tersebut bertujuan untuk mempertahankan suhu testis tetap stabil $1,5-2,5^{\circ}\text{C}$ di bawah suhu kulit skrotum, dan $3-4^{\circ}\text{C}$ di bawah suhu tubuh. Suhu testis yang rendah juga dikendalikan oleh dua sistem pengaturan panas yang terdiri atas (Taufiqurrachman, 2012):

1. Kulit skrotum yang sangat tipis, memiliki lapisan subkutan yang keras, dan permukaan yang sangat luas memudahkan untuk mentranfer panas ke lingkungan luar.
2. Pleksus pampiniformis, tersusun oleh arteri testicular yang berkelok, dikelilingi oleh beberapa vena bergelung yang mengelilingi arteri beberapa

kali sehingga dapat berperan sebagai pendingin. Darah yang berasal dari tubuh ketika sampai pada pleksus pampiniformis, mengalami pendinginan sebelum masuk ke testis.

Regulasi tersebut perlu dilakukan karena peningkatan suhu testis menyebabkan gangguan spermatogenesis yang berakhir dengan OAT dan infertilitas. Kegagalan spermatogenesis akibat peningkatan suhu testis disebabkan oleh kegagalan transduksi sinyal hormon. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu testis hingga 35°C menyebabkan protein G yang berperan penting dalam transduksi sinyal hormon FSH dan LH tidak aktif. Protein tersebut hanya aktif pada suhu 34°C.

Berbagai bukti penelitian pada hewan uji coba maupun manusia menyebutkan bahwa peningkatan suhu intraskrotum mengakibatkan penurunan konsentrasi, motilitas, dan peningkatan kerusakan DNA pada spermatozoa. Penelitian yang dilakukan oleh Carlsen dkk pada 27 pria sehat, menunjukkan bahwa pria sehat dengan hipertermia, 35% mengalami penurunan konsentrasi spermatozoa, 20% mengalami peningkatan spermatozoa imotil, dan 7% mengalami penurunan morfologi spermatozoa (Taufiqurrachman, 2012). Sampel spermatozoa diperiksa setiap bulan dan dilakukan selama 16 bulan setelah periode panas. Semakin panjang periode panas maka semakin berat pula penurunan kualitas parameter sperma.

Salah satu penyebab peningkatan suhu skrotum adalah penggunaan pakaian dalam yang ketat. Penelitian yang dilakukan oleh Evers dkk (Taufiqurrachman, 2012) terhadap 20 pria sehat dengan pakaian dalam ketat selama 6 bulan dan diikuti penggunaan pakaian dalam yang longgar selama 6 bulan. Hasil menunjukkan bahwa 50% pria mengalami penurunan parameter sperma selama menggunakan pakaian dalam yang ketat. Parameter sperma kembali membaik setelah menggunakan pakaian

dalam yang longgar selama 6 bulan. Sampel sperma diperiksa setiap 2 minggu, dan dilakukan selama satu tahun.

Penelitian yang dilakukan oleh Sapra *et al.* (2016) terhadap 510 pasangan suami istri, menunjukkan hasil terdapat perbedaan *endpoint* kualitas semen tertentu yang diamati pada beberapa pola penggunaan pakaian dalam pria. Perbedaan minimal pada parameter sperma diidentifikasi berdasarkan tipe pakaian dalam di siang hari, sementara perbedaan paling besar terlihat pada tipe pakaian dalam yang digunakan saat waktu tidur. Sebagian besar perbedaan tampak pada morfometri kepala sperma dan morfologi sperma. Peningkatan area akrosom kepala dan persentase ekor melingkar yang rendah menunjukkan peningkatan kualitas semen. Sementara peningkatan bentuk bulat, sisa sitoplasma, dan jumlah yang imatur menunjukkan penurunan kualitas sperma. Peningkatan perimeter dan lebar kepala sperma juga dicatat meskipun memiliki korelasi klinis yang tidak pasti. Dalam penelitian tersebut tidak ditemukan perbedaan relevansi klinis morfologi sperma yang signifikan terhadap waktu kehamilan, keterlambatan konsepsi, atau infertilitas berdasarkan jenis pakaian dalam.

2.6 Pengaruh waktu pengambilan sperma

Air mani masih terlihat hingga tujuh hari pasca kejadian, sedangkan sperma hanya dapat bertahan tiga hingga empat hari pasca kejadian (Albizar *et al.*, 2014). Joshi *et al.* dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa bercak semen pada kain yang telah direndam dalam air hingga hari keenam menunjukkan masih terdapatnya aktifitas asam fosfatase (FA) pada bercak semen yang telah direndam dalam air yang membuktikan terdapatnya cairan mani pada kain katun tersebut. Dalam penelitiannya juga menjelaskan mengenai gambaran mikroskopik yang terendam selama 72 jam aktifitas FA masih sangat baik (waktu reaksi 30-60 detik) dan spermatozoa yang utuh

dalam jumlah lebih dari 12 per lapangan pandang. Terendam selama 120 jam reaksi FA masih baik (waktu reaksi 2-3 menit) dan dalam satu lapangan pandang ditemukan paling sedikit 4 spermatozoa yang utuh dan 4-12 kepala spermatozoa. Terendam selama 144 jam (6 hari) masih terdapat aktifitas FA dan lebih dari 12 kepala spermatozoa dalam satu lapangan pandang (Khan MS *et al.*, 2005).

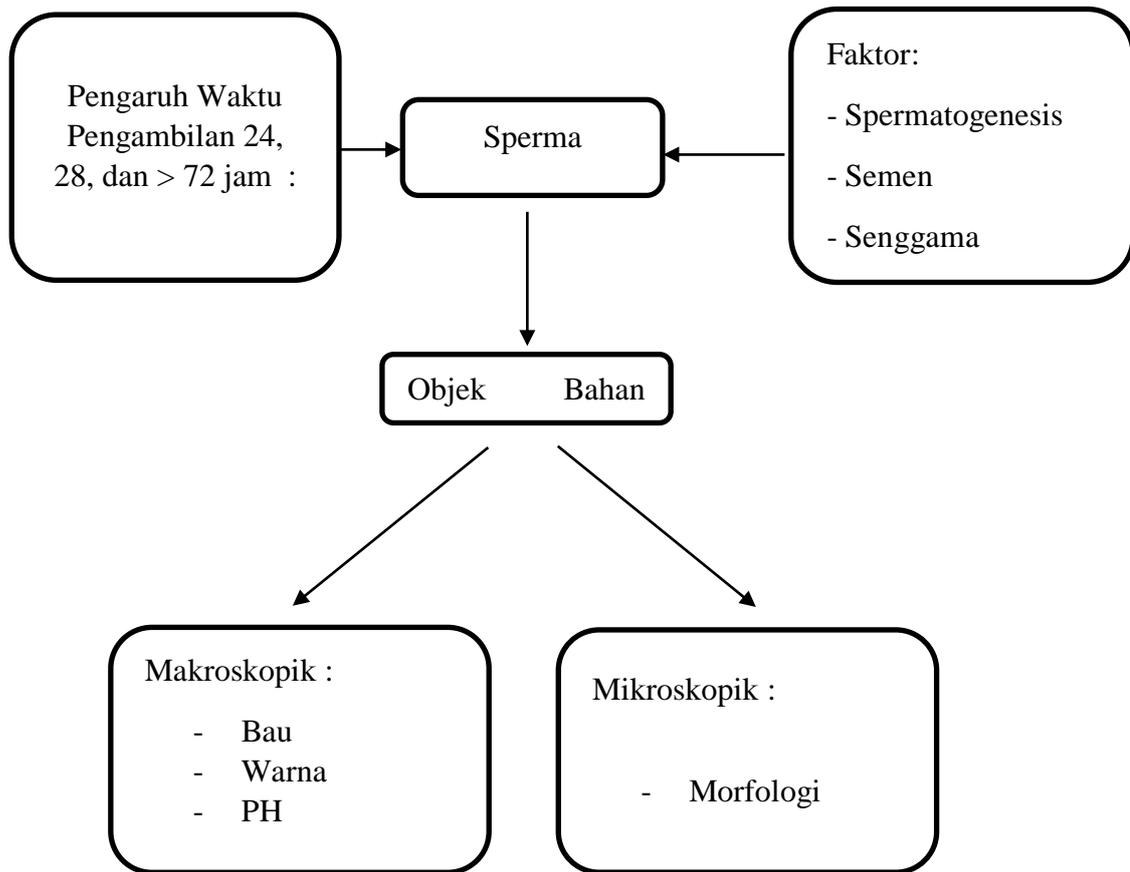
Sperma dievaluasi untuk mengetahui kualitasnya dilakukan melalui pemeriksaan makroskopik dan mikroskopik. Pemeriksaan sperma secara makroskopik meliputi warna, PH, bau. Sedangkan pemeriksaan sperma secara mikroskopik meliputi gerakan motilitas dan morfologi sperma (Gadea, 2003). Setelah dilakukan evaluasi pada sperma kemudian dilakukan pengenceran sperma, dengan memasukkan sperma kedalam bahan pengencer. Sperma langsung disimpan pada suhu 15°C selama 96 jam. Dilakukan pengamatan terhadap daya motilitas setiap 24,48 dan >72 Jam dan juga dilakukan pengamatan pengaruh lama waktu penyimpanan terhadap motilitas dan morfologi sperma. Pengamatan motilitas dan morfologi sperma dilakukan mulai dari awal penyimpanan sampai 96 jam dengan interval waktu 24 jam.(wayan,2015)

2.7 Hipotesis

HA : Hasil Pemeriksaan Makroskopik dan Mikroskopik bercak sperma pada objek kain dapat memiliki kemaknaan.

H0 : Hasil Pemeriksaan Makroskopik dan Mikroskopik bercak sperma pada objek kain tidak memiliki kemaknaan.

2.8 Kerangka teori



Gambar 2.4. Kerangka Teori

2.9 Kerangka konsep

