

**PENGARUH PEMBERIAN EKSTRAK BUAH TOMAT (*Solanum lycopersicum* L)  
TERHADAP KONSENTRASI SPERMATOZOA  
Studi Eksperimental pada Tikus Putih Jantan yang Diberi Paparan Asap Rokok**

**Skripsi**

untuk memenuhi sebagai persyaratan  
mencapai gelar Sarjana Kedokteran



Disusun Oleh :

**Samiranisa Deviki Isdanti**

**30101800160**

**FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG**

**2022**

**SKRIPSI**  
**PENGARUH PEMBERIAN EKSTRAK BUAH TOMAT (*Solanum lycopersicum* L)**  
**TERHADAP KONSENTRASI SPERMATOZOA**

Studi Eksperimental pada Tikus Putih Jantan yang Diberi Paparan Asap Rokok

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

**Samiranisa Deviki Isdanti**

**30101800160**

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal 16 Maret 2022  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Susunan Tim Penguji**

Pembimbing I

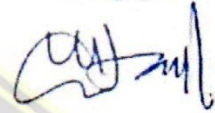


Digitally signed by dr.  
Mohamad Riza, M.Si.  
Date: 2022.03.29  
22:31:28 +07'00

**dr. Mohamad Riza, M.Si**

**NIK. 210113164**

Penguji I



**dr. Conita Yuniarifa, M. Biomed**

**NIK. 210118196**


Pembimbing II



**Dr. Rita Kartika Sari, SKM., M.Kes**

**NIK. 210116192**

Penguji II



**dr. Erna Mirani, M.Si.Med, Sp.A**

**NIK. 210106105**

Semarang, 30 Maret 2022

Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung

Dehan,



**Dr. dr. H. Setyo Trisnadi, S.H., Sp.KF**

**NIK. 210199049**

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Samiranisa Deviki Isdanti

NIM : 30101800160

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi berjudul:

**PENGARUH PEMBERIAN EKSTRAK BUAH TOMAT (*Solanum lycopersicum* L)  
TERHADAP KONSENTRASI SPERMATOZOA (Studi Eksperimental pada Tikus  
Putih Jantan yang Diberi Paparan Asap Rokok)**

Adalah benar hasil karya saya dan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Semarang, 25 Februari 2022  
Yang menyatakan,



**Samiranisa Deviki Isdanti**

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. atas limpahan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Pemberian Ekstrak Buah Tomat (*Solanum lycopersicum* L) Terhadap Konsentrasi Spermatozoa (Studi Eksperimental pada Tikus Putih Jantan yang Diberi Paparan Asap Rokok)”. Skripsi ini dibuat dalam rangka memenuhi persyaratan untuk meraih gelar sarjana kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu dalam menyelesaikan skripsi ini:

1. Dr. dr. H. Setyo Trisnadi, S.H., Sp.KF., selaku dekan Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang
2. dr. Mohamad Riza, M.Si dan Dr. Rita Kartika Sari, SKM.,M.Kes selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan dorongan, dan saran dalam proses penyusunan skripsi penulis
3. dr. Conita Yuniarifa, M.Biomed dan dr. Erna Mirani, M.Si.Med., Sp.A selaku dosen penguji I dan dosen penguji II yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan masukan dalam penyempurnaan skripsi penulis
4. Orang tua penulis Bapak Adhi Isnanto dan Ibu Lilis Juliyanti serta saudara penulis Limpat Akbar Yudanto dan Damai Putra Yudha yang telah memberikan doa, motivasi, dan semangat kepada penulis
5. Wahyu Dwi Kuncoro yang selalu menemani, memberikan semangat dan motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi

6. Teman penelitian penulis Arvin Naufal Wafi yang telah meluangkan tenaga selama proses penelitian
7. Teman-teman penulis (Aulia Syukur Hapsari, Ariel Gunawan, dan Berdelapan) yang telah membantu penulis dengan memberikan dukungan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi
8. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Penulis menyadari bahwa dalam menulis skripsi ini masih terdapat kekurangan, sehingga penulis berharap saran serta masukan untuk membantu meningkatkan kualitas skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak terkait serta dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu kedokteran.

Semarang, 14 Februari 2022  
Penulis

**Samiranisa Deviki Isdanti**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR SINGKATAN .....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
INTISARI.....	xiii
BAB I 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. Manfaat Penelitian.....	5
1.4.1. Manfaat Teoritis.....	5
1.4.2. Manfaat Praktis.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Spermatozoa.....	7
2.1.1. Definisi.....	7
2.1.2. Struktur Spermatozoa.....	7
2.1.3. Spermatogenesis.....	8
2.1.4. Analisis Spermatozoa.....	10
2.2. Konsentrasi Spermatozoa.....	12
2.2.1. Definisi.....	12
2.2.2. Faktor yang mempengaruhi konsentrasi spermatozoa.....	13
2.3. Tikus Galur Wistar.....	16

2.3.1.	Taksonomi Tikus Putih ( <i>Rattus Novergicus</i> ).....	16
2.3.2.	Deskripsi Tikus Putih.....	17
2.4.	Merokok.....	17
2.4.1.	Definisi.....	17
2.4.2.	Kandungan rokok.....	18
2.4.3.	Pengaruh asap rokok terhadap konsentrasi spermatozoa.....	20
2.5.	Infertilitas.....	22
2.5.1.	Definisi.....	22
2.5.2.	Penyebab infertilitas pada pria.....	22
2.6.	Buah Tomat.....	23
2.6.1.	Taksonomi.....	23
2.6.2.	Morfologi dan Habitat.....	25
2.6.3.	Kandungan Buah Tomat yang Berpengaruh terhadap Reproduksi Pria.....	26
2.6.4.	Keunggulan Ekstrak.....	27
2.7.	Hubungan Ekstrak Buah Tomat Terhadap Konsentrasi Spermatozoa yang Diberi Paparan Asap Rokok.....	27
2.8.	Kerangka Teori.....	30
2.9.	Kerangka Konsep.....	31
2.10.	Hipotesis.....	31
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>32</b>
3.1.	Jenis Penelitian dan Rancangan Penelitian.....	32
3.2.	Variabel dan Definisi Operasional.....	32
3.2.1.	Variabel Penelitian.....	32
3.2.2.	Definisi Operasional.....	32
3.3.	Populasi dan Sampel.....	33
3.3.1.	Populasi.....	33
3.3.2.	Sampel.....	34
3.3.3.	Kriteria Inklusi.....	35
3.3.4.	Kriteria Ekslusi.....	35
3.4.	Instrumen dan Bahan Penelitian.....	35

3.4.1.	Instrumen Penelitian.....	35
3.4.2.	Bahan Penelitian.....	36
3.5.	Cara Penelitian .....	37
3.5.1.	Penentuan Jenis Buah Tomat dan Dosis Ekstrak Buah Tomat ....	37
3.5.2.	Pembuatan Ekstrak Buah Tomat.....	37
3.5.3.	Persiapan Hewan Coba .....	38
3.5.4.	Pelaksanaan Penelitian .....	39
3.5.5.	Pembuatan Preparat Sel Sperma .....	40
3.6.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	41
3.6.1.	Tempat Penelitian.....	41
3.6.2.	Waktu Penelitian .....	41
3.7.	Analisis Hasil .....	41
3.8.	Alur Penelitian .....	42
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>43</b>
4.1.	Hasil Penelitian .....	43
4.2.	Pembahasan.....	46
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>51</b>
5.1.	Kesimpulan .....	51
5.2.	Saran .....	52
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>60</b>



## DAFTAR SINGKATAN

- ATP : *Adenosine Triphosphate*  
CO : *Carbon Monoxide*  
DNA : *Deoxyribonucleic Acid*  
FSH : *Follicle Stimulating Hormone*  
GnRH : *Gonadotropin Releasing Hormone*  
LH : *Luteinizing Hormone*  
MDA : *Malondialdehyde*  
PAH : *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon*  
PUFA : *Polyunsaturated Fatty Acid*  
ROS : *Reactive Oxygen Species*  
WHO : *World Health Organization*



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Nilai Normal Analisis Sperma.....	11
Tabel 4.1.	Hasil Analisis Perbedaan Konsentrasi Spermatozoa antar dua kelompok .....	46



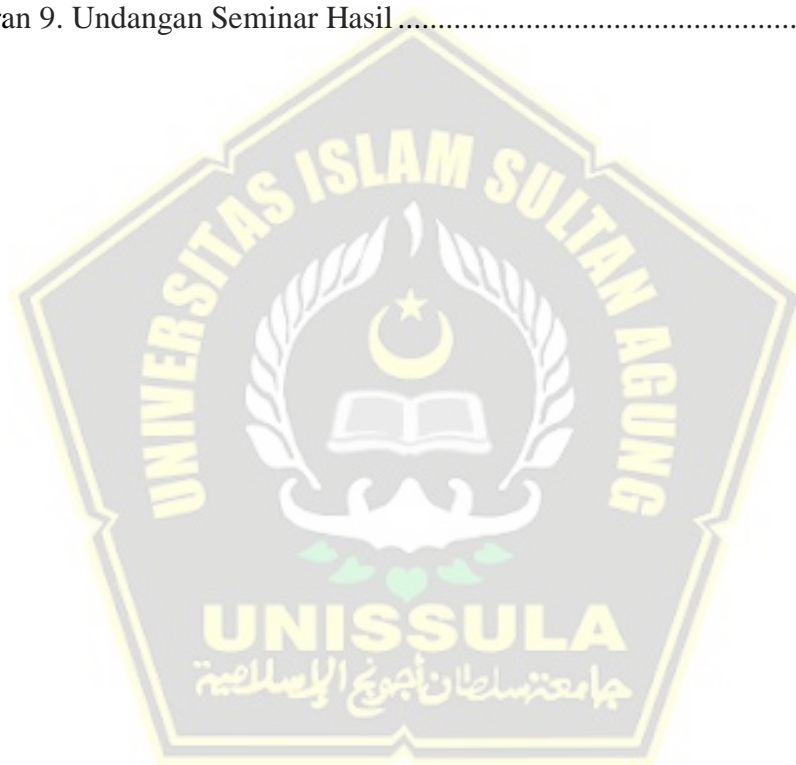
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Struktur Spermatozoa.....	7
Gambar 2.2.	Proses Spermatogenesis .....	10
Gambar 2.3.	Buah Tomat.....	24
Gambar 2.4.	Tanaman Tomat .....	24
Gambar 2.5.	Kerangka Teori.....	30
Gambar 2.6.	Kerangka Konsep .....	31
Gambar 3.1.	Alur Penelitian .....	42
Gambar 4.1.	Konsentrasi Spermatozoa Perbesaran 400x .....	44
Gambar 4.2.	Grafik Rerata Konsentrasi Spermatozoa.....	45



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Konsentrasi Spermatozoa.....	60
Lampiran 3. Hasil Uji Normalitas dan Uji Homogenitas Setelah Transformasi...	62
Lampiran 4. Hasil Uji Kruskal-Wallis .....	63
Lampiran 5. Hasil Uji Mann-Whitney .....	64
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian .....	69
Lampiran 7. Ethical Clearance .....	70
Lampiran 8. Surat Selesai Penelitian .....	71
Lampiran 9. Undangan Seminar Hasil .....	72



## INTISARI

Paparan asap rokok menyebabkan peningkatan kadar radikal bebas ROS (*Reactive Oxygen Species*) dalam tubuh dan mengakibatkan penurunan konsentrasi spermatozoa yang memicu terjadinya infertilitas. Ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) memiliki kandungan antioksidan yang dapat mencegah peningkatan ROS dan memperbaiki konsentrasi spermatozoa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak buah tomat terhadap konsentrasi spermatozoa tikus putih jantan yang diberi paparan asap rokok.

Desain penelitian *true experimental* dengan rancangan *post – test only control group design* terhadap 25 ekor tikus putih jantan yang dibagi menjadi 5 kelompok secara random dan diberi perlakuan selama 14 hari. Kelompok 1 diberi pakan minum standar, kelompok 2 diberi paparan asap rokok, kelompok 3,4, dan 5 diberi paparan asap rokok dan ekstrak buah tomat dengan dosis yang berbeda yaitu 20, 40, dan 60 mg/kgBB/hari. Pada hari ke 15 dilakukan pengoleksian sperma dan diamati pada bilik hitung dengan mikroskop perbesaran 400x. Analisa data menggunakan *Kruskal Wallis* dilanjutkan uji *Mann Whitney*.

Hasil rerata konsentrasi spermatozoa tertinggi adalah kelompok 5 sebesar  $(78,8 \pm 1,46) \times 10^6$  sperma/ml, sedangkan terendah adalah kelompok 2 sebesar  $(18,6 \pm 3,47) \times 10^6$  sperma/ml. Hasil uji *Kruskal Wallis* menunjukkan perbedaan signifikan dengan  $p=0,000$ , selanjutnya dilakukan uji *Mann Whitney* yang menunjukkan terdapat perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ) antara kelompok 2 dengan kelompok 3,4, dan 5.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan terdapat pengaruh pemberian ekstrak buah tomat terhadap konsentrasi spermatozoa tikus putih jantan yang diberi paparan asap rokok.

**Kata kunci:** Ekstrak buah tomat, Konsentrasi spermatozoa, Asap rokok

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Merokok merupakan tindakan atau aktivitas menghisap rokok yang terbakar. Perilaku merokok menurut Handayani (2020) merupakan suatu kegiatan membakar rokok lalu menghisap serta menghembuskan asap bekas bakaran rokok keluar sehingga dapat tehisap oleh orang lain. Menurut data WHO (2015) jumlah perokok di Indonesia berkisar 72.723.300 jiwa dan akan terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Usia perokok di Indonesia sangat beranekaragam, tidak hanya usia tua namun anak usia 5-9 tahun juga sudah menjadi perokok pemula (Budiyati *et al.*, 2021). Merokok memiliki dampak yang tidak baik bagi kesehatan. Gangguan kesehatan akibat rokok antara lain yaitu kanker paru-paru, kanker mulut, kecacatan janin, penyakit jantung, serta penurunan sistem reproduksi pria (Almaidah *et al.*, 2021). Merokok dapat menurunkan kemampuan sistem reproduksi pria yang dapat kita nilai berdasarkan kualitas maupun kuantitas sperma meliputi, konsentrasi sperma, morfologi sperma, serta motilitas sperma (Rusman, 2019). Penelitian membuktikan bahwa seseorang dengan kebiasaan merokok lebih dari 20 batang per hari dapat mengalami penurunan konsentrasi sperma sebesar 19% dari konsentrasi sperma normal (Ihsani *et al.*, 2019).

Penurunan konsentrasi sperma dari kadar normal dapat mengakibatkan terganggunya kesuburan sistem reproduksi pria. Keadaan ini

menyebabkan seorang pria mengalami infertilitas. Infertilitas adalah gangguan sistem reproduksi, ditunjukkan dengan tidak adanya kehamilan setelah berhubungan seksual tanpa menggunakan alat kontrasepsi selama 12 bulan atau lebih (WHO, 2020). Menurut penelitian Panjaitan dan Manurung (2020), kasus infertilitas yang terjadi di Indonesia sebesar 60-80 juta pasangan dan diperkirakan akan terus meningkat sebesar 2 juta kasus infertilitas pada pasangan tiap tahun. Masyarakat banyak beranggapan bahwa wanita adalah penyebab terjadinya infertilitas pada pasangan suami istri. Faktanya, infertilitas dapat terjadi pada pria, tidak hanya terjadi pada wanita. Menurut penelitian, seorang suami berkontribusi sebesar 25-40% pada kejadian infertilitas, istri berkontribusi 40-55%, keduanya 10%, serta idiopatik 10% (Indarwati *et al.*, 2017). Infertilitas pada pria dapat ditandai dengan adanya abnormalitas pada hasil analisis sperma. Kerusakan spermatozoa dapat dipicu oleh beberapa faktor resiko seperti usia, suhu, asap rokok, nutrisi, radiasi, dan olahraga. (Ridhoila *et al.*, 2017).

Asap rokok yang dihasilkan dari sebatang rokok memiliki beragam zat yang berbahaya bagi tubuh, diantaranya berupa radikal bebas, nikotin, tar, karbon monoksida, mutagen atau zat karsinogen, dan zat lainnya (Dewanto *et al.*, 2017). Asap rokok yang terhirup dapat mengakibatkan peningkatan radikal bebas berupa *Reactive Oxygen Species* (ROS) di tubuh, sehingga menyebabkan kondisi yang dikenal sebagai stres oksidatif. Stres oksidatif akan mengganggu fungsi sel Leydig dan sel Sertoli serta dapat menyebabkan kerusakan pada DNA (*Deoxyribonucleic Acid*) spermatozoa (Susmiarsih *et*

*al.*, 2018b). Kerusakan spermatozoa menyebabkan terjadinya apoptosis sel spermatozoa yang mengakibatkan penurunan konsentrasi spermatozoa (Batubara *et al.*, 2013). Penurunan konsentrasi sperma akibat peningkatan radikal bebas asap rokok dapat dicegah dengan antioksidan (Susmiarsih *et al.*, 2018b). Antioksidan alami dapat ditemukan pada buah tomat. Buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) mempunyai kandungan yang bermanfaat, diantaranya yaitu vitamin C, vitamin E, flavonoid, dan likopen yang mengandung senyawa antioksidan tinggi. (Pujiastuti *et al.*, 2019). Vitamin C, vitamin E, flavonoid, dan likopen berfungsi mencegah kerusakan sel spermatozoa yang diakibatkan peningkatan kadar radikal bebas, selain itu likopen juga dapat meningkatkan berat testis, serta meningkatkan diameter tempat pembentukan sperma atau tubulus seminiferus (Fairudillah dan Nugrahalia, 2018). Menurut penelitian Wulandari *et al.*, (2018) pemberian ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) dosis 25, 50 dan 100 mg/kgBB pada tikus putih yang diberi pakan tinggi kolesterol dapat meningkatkan kadar hormon testosteron secara signifikan sehingga kualitas sperma dapat terjaga. Pemberian pasta buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) dengan dosis 0,16 gr, 0,32 gr, dan 0,48 gr terhadap kualitas sperma yang dipapar asap rokok kretek menunjukkan bahwa kandungan antioksidan kuat seperti likopen dapat meningkatkan konsentrasi, motilitas, dan morfologi spermatozoa (Nurlistiowati, 2017). Penelitian lain yang dilakukan oleh Gunawan *et al.*, (2017) menunjukkan hasil berbeda, bahwa pemberian pasta buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) 2,97 ml per hari dan paparan asap



rokok 2 batang per hari selama 48 hari secara bermakna dapat memperbaiki morfologi dan motilitas spermatozoa, namun tidak dapat memperbaiki konsentrasi spermatozoa.

Berdasarkan latar belakang adanya inkonsistensi hasil pada penelitian-penelitian terdahulu serta kurangnya penelitian yang menggunakan ekstrak buah tomat pada kualitas spermatozoa, maka peneliti tertarik melakukan penelitian tentang pengaruh pemberian ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) terhadap konsentrasi spermatozoa tikus jantan yang diberi paparan asap rokok.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Apakah pemberian ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) berpengaruh terhadap konsentrasi spermatozoa tikus jantan yang diberi paparan asap rokok?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

### **1.3.1. Tujuan Umum**

Mengetahui pengaruh pemberian ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) terhadap konsentrasi spermatozoa tikus jantan yang diberi paparan asap rokok.

### **1.3.2. Tujuan Khusus**

1.3.2.1. Mengetahui konsentrasi spermatozoa tikus jantan yang diberi makan dan minum standar.

- 1.3.2.2. Mengetahui konsentrasi spermatozoa tikus jantan yang diberi makan dan minum standar pada kelompok yang diberi paparan asap rokok.
- 1.3.2.3. Mengetahui konsentrasi spermatozoa tikus jantan yang diberi makan minum standar pada kelompok yang diberi paparan asap rokok dan ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) dengan dosis 20 mg/kgbb/hari.
- 1.3.2.4. Mengetahui konsentrasi spermatozoa tikus jantan yang diberi makan minum standar pada kelompok yang diberi paparan asap rokok dan ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) dengan dosis 40 mg/kgbb/hari.
- 1.3.2.5. Mengetahui konsentrasi spermatozoa tikus jantan yang diberi makan minum standar pada kelompok yang diberi paparan asap rokok dan ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) dengan dosis 60 mg/kgbb/hari.
- 1.3.2.6. Mengetahui perbedaan konsentrasi spermatozoa antar kelompok perlakuan.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

### **1.4.1. Manfaat Teoritis**

- 1.4.1.1. Menambah wawasan keilmuan tentang manfaat ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) dalam menangkal radikal bebas dan pengaruhnya terhadap konsentrasi spermatozoa.

1.4.1.2. Sebagai bahan rujukan untuk penelitian lebih lanjut mengenai manfaat ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) terhadap konsentrasi spermatozoa.

#### **1.4.2. Manfaat Praktis**

1.4.2.1. Memberikan informasi mengenai manfaat ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) terhadap konsentrasi spermatozoa.

1.4.2.2. Memberikan informasi mengenai manfaat ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) dalam mencegah penurunan konsentrasi spermatozoa akibat peningkatan radikal bebas.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

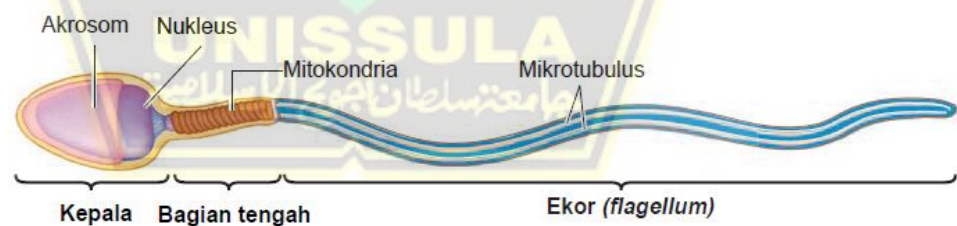
#### 2.1. Spermatozoa

##### 2.1.1. Definisi

Spermatozoa atau sel sperma merupakan sel yang berasal dari organ reproduksi pria yang mengandung materi genetik dan berfungsi untuk membuahi sel oosit wanita pada saat proses reproduksi seksual (Dorland, 2010). Pada saat proses ejakulasi, sel sperma akan dikeluarkan bersama dengan sekret yang dihasilkan oleh kelenjar reproduksi tambahan pria beserta mukus dan membentuk cairan semen (Sherwood, 2013).

##### 2.1.2. Struktur Spermatozoa

Struktur sperma terdiri dari 3 bagian (Gambar 2.1) yaitu kepala, bagian tengah dan ekor (Sherwood, 2013).



**Gambar 2.1.** Struktur Spermatozoa  
(Sherwood, 2013)

##### 2.1.2.1. Kepala

Kepala spermatozoa mengandung nukleus yang berisi informasi genetic, serta pada ujung kepala spermatozoa

dilingkupi oleh akrosom yang merupakan modifikasi dari lisosom (Sherwood, 2013). Akrosom mengandung enzim-enzim hidrolitik meliputi fosfatase asam, neuraminidase, hyaluronidase, dan akrosin yang akan dilepaskan pada saat proses fertilisasi untuk membantu sperma menembus sel ovum (Mescher, 2013).

#### 2.1.2.2. Bagian Tengah

Terdapat banyak mitokondria pada bagian tengah spermatozoa yang memiliki fungsi menghasilkan ATP sebagai energi bagi pergerakan ekor sperma (Campbell dan Reece, 2011)

#### 2.1.2.3. Ekor

Bagian ekor spermatozoa berbentuk panjang seperti cambuk sehingga disebut juga *flagellum* yang berguna sebagai alat gerak spermatozoa (Sherwood, 2013). Ekor spermatozoa disusun oleh *aksonema* yang diselubungi oleh membran sel tipis dan terdiri dari 11 mikrotubulus yang berfungsi mengendalikan motilitas dari spermatozoa (Guyton dan Hall, 2011).

### 2.1.3. Spermatogenesis

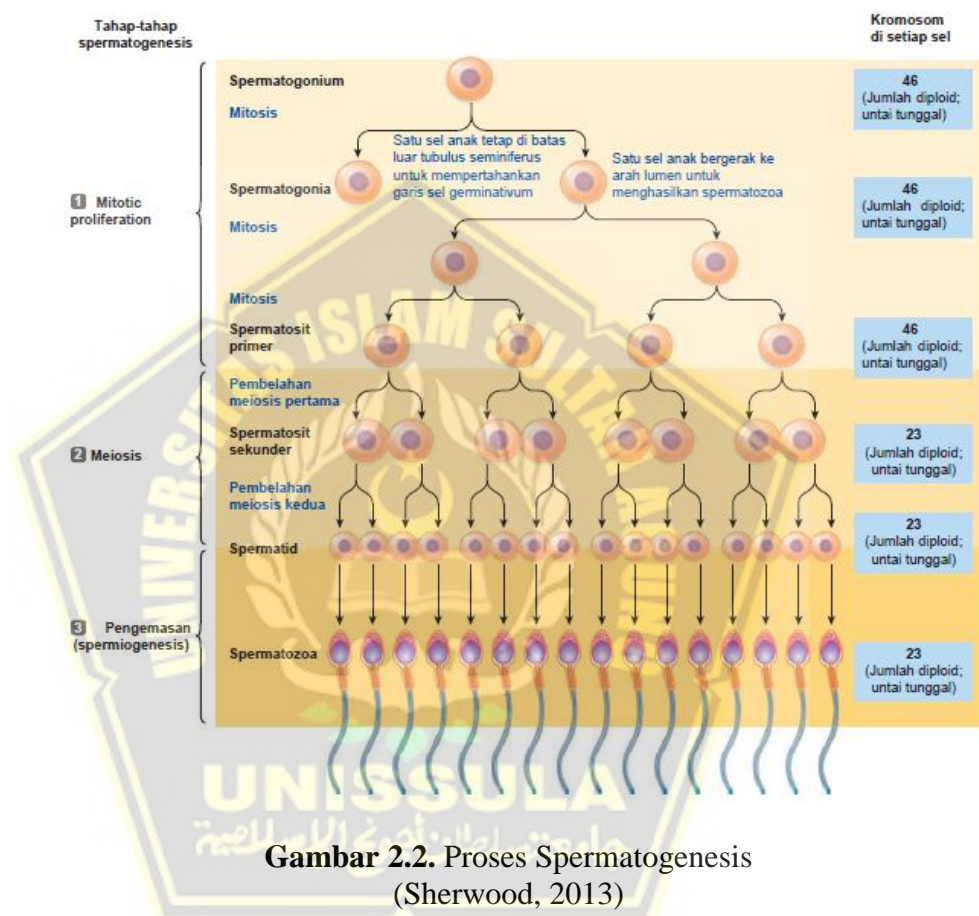
Spermatogenesis merupakan proses pembuatan dan pematangan spermatozoa yang berlangsung pada testis sejak seorang pria memasuki masa pubertasnya dan akan terus berlangsung selama

masa hidupnya. Spermatogenesis terdiri dari dua proses yaitu spermatositogenesis yang merupakan proses pembentukan spermatogonia menjadi spermatid dan spermiogenesis yang merupakan proses pembentukan spermatid menjadi spermatozoa (Dorland, 2010). Proses spermatogenesis berlangsung pada tubulus seminiferus testis dan dirangsang oleh hormon gonadotropin yang disekresi oleh hipofisis anterior (Utami, 2018).

Proses spermatogenesis (Gambar 2.2) dimulai dari sel spermatogonium yang mengalami proliferasi mitotik membentuk dua sel spermatogonia identik, dimana satu sel akan menetap di luar tubulus seminiferous sebagai spermatogonium tak berdeferensiasi sedangkan sel lainnya akan bergerak menuju lumen tubulus seminiferous sekaligus mengalami tahap pembentukan spermatozoa (Sherwood, 2013).

Sel spermatogonia yang berada pada lumen tubulus seminiferous akan berkembang membentuk dua spermatosit primer identik yang masing-masing mengandung diploid 46 kromosom rangkap melalui proses pembelahan mitotik sebanyak dua kali. Sel spermatosit primer kemudian akan mengalami pembelahan meiosis I membentuk dua spermatosit sekunder yang mengandung haploid 23 kromosom rangkap pada masing-masing spermatosit, kemudian akan terjadi meiosis II membentuk empat spermatid yang tiap spermatid mengandung 23 kromosom tunggal (Sherwood, 2013). Spermatid

yang dihasilkan akan terus berkembang dan mengalami modifikasi hingga menjadi spermatozoa (Guyton dan Hall, 2011). Spermatozoa yang dihasilkan dalam setiap proses spermatogenesis yang dilalui oleh sel spermatogonia adalah berjumlah 16 spermatozoa (Sherwood, 2013).



#### 2.1.4. Analisis Spermatozoa

Penilaian kualitas spermatozoa dapat ditentukan dengan melakukan analisis spermatozoa. Analisis spermatozoa merupakan pemeriksaan awal untuk mengetahui kualitas spermatozoa dan kelainan yang terjadi pada spermatozoa seorang pria (Putra dan Manuaba, 2017). Pada pasangan yang mengalami infertilitas,

pemeriksaan analisis sperma adalah pemeriksaan awal yang dilakukan karena pemeriksaan tersebut relatif ekonomis dan mudah untuk dilakukan (Wongsodiharjo, 2017).

Analisis spermatozoa juga dikenal sebagai spermiogram (Dorland, 2010). Analisis sperma yang dilakukan meliputi pemeriksaan makroskopis dan mikroskopis spermatozoa. Pemeriksaan makroskopis dilakukan dengan menilai spermatozoa tanpa menggunakan mikroskop, sedangkan pada pemeriksaan mikroskopis dilakukan dengan menggunakan mikroskop. Menurut WHO (2021) parameter pemeriksaan makroskopis terdiri dari *liquefaction*, viskositas, volume, warna, dan pH semen kemudian untuk pemeriksaan mikroskopis memiliki parameter yaitu motilitas, viabilitas, aglutinasi, sel lain yang terkandung dalam cairan ejakulat, morfologi, dan konsentrasi spermatozoa. Menurut WHO (2021) nilai normal dari hasil analisis spermatozoa sebagai berikut:

**Tabel 2.1. Nilai Normal Analisis Sperma (WHO, 2021)**

Volume semen	$\geq 1.5$ mL
Konsentrasi sperma	$\geq 15 \times 10^6$ /mL
Motilitas sperma	$\geq 40\%$
Viabilitas sperma	$\geq 58\%$
Morfologi sperma	$\geq 4\%$

Penelitian ini lebih berfokus kepada konsentrasi spermatozoa karena dalam penelitian terdahulu lebih banyak menggunakan parameter pemeriksaan motilitas spermatozoa sebagai variable, maka dari itu peneliti tertarik untuk menggunakan konsentrasi spermatozoa pada penelitian ini.



## 2.2. Konsentrasi Spermatozoa

### 2.2.1. Definisi

Konsentrasi spermatozoa menunjukkan jumlah total spermatozoa yang terkandung dalam satu kali ejakulasi. Konsentrasi spermatozoa merupakan volume spermatozoa yang diukur dari jumlah sperma per unit volume semen hasil ejakulasi (Centola, 2018). Penjelasan tersebut sesuai dengan penelitian Indriyani *et al.* (2021) yang menyebutkan bahwa konsentrasi sperma adalah jumlah spermatozoa yang didapatkan dalam satu kali penampungan dan merupakan salah satu parameter mikroskopis kualitas spermatozoa.

Konsentrasi spermatozoa memiliki peranan penting dalam kemampuan membuahi saat proses fertilisasi. Menurut Putra & Manuaba (2017), konsentrasi sperma yang baik yaitu lebih dari atau sama dengan 20 jt/ml, sedangkan WHO (2021) menyatakan bahwa konsentrasi sperma dikatakan baik apabila jumlahnya lebih dari 15 jt/ml. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pria yang memiliki konsentrasi sperma dibawah 15 jt/ml memiliki kemampuan membuahi yang kurang baik.

## 2.2.2. Faktor yang mempengaruhi konsentrasi spermatozoa

Faktor-faktor yang mempengaruhi konsentrasi spermatozoa diantaranya adalah:

### 2.2.2.1. Usia

Usia memiliki peran penting dalam jumlah produksi spermatozoa seorang pria. Usia yang bertambah dapat menyebabkan penurunan jumlah spermatid akibat penurunan jumlah tubulus seminiferous (Ridhoila *et al.*, 2017). Pertambahan usia seorang pria, testis akan mengalami penurunan produksi spermatozoa dan hormon testosteron (Hidayatullah *et al.*, 2018). Pertambahan usia akan mengurangi jumlah tubulus seminiferous sehingga terjadi penurunan spermatid yang berdampak pada turunnya konsentrasi spermatozoa.

### 2.2.2.2. Suhu

Suhu dianggap sebagai faktor yang dapat menurunkan konsentrasi sperma. Menurut (Barrett *et al.*, 2012) spermatogenesis membutuhkan suhu testis yang lebih rendah dibandingkan suhu tubuh yaitu sekitar 32°C. Peningkatan suhu pada testis akan mengganggu proses spermatogenesis. Peningkatan suhu lebih dari 37°C akan mengakibatkan terjadinya denaturasi protein dan enzim yang akan mengganggu proses spermatogenesis serta

menurunkan kualitas spermatozoa (Ermiza, 2012). Jumlah konsentrasi spermatozoa yang dihasilkan bergantung pada proses spermatogenesis yang terjadi, apabila proses spermatogenesis terganggu, dapat mengakibatkan penurunan konsentrasi spermatozoa yang dihasilkan.

#### 2.2.2.3. Alkohol

Alkohol adalah zat adiktif yang dapat mempengaruhi kualitas spermatozoa. Alkohol mengandung etanol yang dapat menyebabkan kerusakan dan penurunan kualitas spermatozoa akibat peningkatan radikal bebas ROS pada tubuh yang memicu terjadinya stres oksidatif (Lohonauman *et al.*, 2020). Kerusakan sel pada spermatozoa mengakibatkan penurunan produksi ATP sehingga menurunkan motilitas spermatozoa, selain itu alkohol juga mengakibatkan jumlah konsentrasi sperma yang diproduksi menurun, encer, dan morfologi spermatozoa menjadi abnormal (Marshalita *et al.*, 2020).

#### 2.2.2.4. Nutrisi

Gizi yang seimbang merupakan salah satu komponen yang menyokong tubuh yang sehat. Komponen gizi yang seimbang meliputi karbohidrat, vitamin, protein, asam folat, dan kalsium. Konsumsi makanan bergizi seimbang dapat memenuhi nutrisi tubuh dan berdampak baik pada kualitas

spermatozoa. Sebagai contoh, kebutuhan vitamin C yang terpenuhi memberikan manfaat dalam peningkatan jumlah dan mobilitas spermatozoa (Dewantari, 2013). Peningkatan jumlah sperma tersebut akan memenuhi standar konsentrasi spermatozoa sebesar 15 jt/ml.

#### 2.2.2.5. Olahraga

Olahraga yang berlebih dapat menyebabkan penurunan kualitas spermatozoa. Olahraga yang berlebihan dapat meningkatkan produksi dan akumulasi *reactive oxygen species* (ROS) yang menyebabkan ketidakseimbangan antara jumlah oksidan dan antioksidan (Laoh *et al.*, 2018). Kadar ROS yang terlalu tinggi akan merusak struktur spermatozoa, sehingga terjadi penurunan konsentrasi, motilitas, dan morfologi spermatozoa (Dewangga *et al.*, 2021).

#### 2.2.2.6. Radiasi

Radiasi telepon seluler memiliki dampak terhadap kualitas spermatozoa. Gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh telepon seluler termasuk kedalam gelombang tipe radiofrekuensi. Paparan gelombang elektromagnetik dari telepon seluler dapat mengakibatkan kerusakan pada sel leydig yang berdampak pada penurunan produksi hormon testosteron dan kualitas spermatozoa

meliputi konsentrasi, motilitas, dan viabilitas spermatozoa (Rahmadiani, 2021).

#### 2.2.2.7. Psikis

Keadaan psikis seseorang memiliki pengaruh terhadap kualitas spermatozoa. Stres psikologis dapat mengganggu regulasi hormonal dan berdampak buruk pada konsentrasi, morfologi, dan motilitas spermatozoa (Haris *et al.*, 2016). Stressor psikologis akan memicu saraf simpatis dan respon adrenal menjadi aktif sehingga terjadi peningkatan epinefrin dan norepinefrin. Peningkatan epinefrin dan norepinefrin secara terus menerus akan menurunkan sekresi FSH dan LH sehingga menurunkan produksi hormon testosteron yang memberi dampak negatif pada proses spermatogenesis (Abdullah dan Anissa, 2019).

### 2.3. Tikus Galur Wistar

#### 2.3.1. Taksonomi Tikus Putih (*Rattus Novergicus*)

Menurut (Rejeki, *et al.*, 2018) tikus putih (*Rattus Novergicus*)

memiliki taksonomi sebagai berikut :

Kingdom : *Animalia*

Filum : *Chordata*

Kelas : *Mamalia*

Ordo : *Rodentia*

Famili : *Murinane*

Genus : *Rattus*

Spesies : *Rattus Norvegicus*

### 2.3.2. Deskripsi Tikus Putih

Tikus adalah hewan yang sering dipakai dalam penelitian. Tikus mempunyai ukuran yang lebih besar dan tingkat kecerdasan yang tinggi jika dibandingkan dengan mencit. Tikus dewasa dapat mencapai berat 450 gram dan masa hidup sampai 3,5 tahun. Pada penelitian tikus yang sering digunakan adalah jenis tikus putih. Tikus putih memiliki sifat lebih tenang dari pada jenis lainnya, selain itu kedatangan manusia tidak mengganggu aktifitasnya sehingga lebih mudah apabila dilakukan intervensi penelitian. Tikus putih mempunyai karakteristik yang sama dengan manusia dalam kecemasan, sistem saraf dan sistem reproduksi nya. Persamaan karakteristik tersebut terjadi karena terdapat kesamaan gen dan organisasi DNA sebesar 98% dengan manusia (Rejeki, *et al.*, 2018)

Berdasarkan persamaan karakteristik dan cukup mudahnya cara perlakuan penelitian, sehingga peneliti menggunakan tikus putih sebagai hewan coba penelitian.

## 2.4. Merokok

### 2.4.1. Definisi

Merokok merupakan tindakan atau aktivitas menghisap rokok yang terbakar. Perilaku merokok menurut Handayani, (2020)

merupakan suatu kegiatan membakar rokok lalu menghisap serta menghembuskan asap bekas bakaran rokok keluar sehingga dapat tehisap oleh orang lain. Perilaku merokok banyak dijumpai di masyarakat dan disebabkan oleh beberapa faktor yaitu, faktor keluarga, pergaulan, dan lingkungan (Rianti dan Hidayah, 2021). Dampak buruk merokok tidak hanya terjadi bagi seseorang yang menghisap asap rokok secara langsung atau dikenal sebagai perokok aktif, maupun bagi seseorang yang menghirup asap rokok secara tidak langsung pada udara bebas atau dikenal sebagai perokok pasif (Devy, 2018).

#### 2.4.2. Kandungan rokok

Banyak zat kimia yang terkandung dalam rokok berbahaya bagi tubuh. Terdapat 3000 senyawa zat kimia yang terkandung dalam daun tembakau rokok serta lebih dari 4000 senyawa zat kimia terkandung dalam asap rokok. Sebatang rokok yang dibakar akan menghasilkan sekitar 92% gas dan 8% partikel padat berupa aerosol cair serta partikel tar padat submikroskopik (Fitria *et al.*, 2013). Sebatang rokok kretek mengandung beberapa senyawa, diantaranya nikotin, CO, nitrogen dioksida, PAH, dan tar. Penjelasan masing-masing senyawa dan dampaknya bagi kesehatan sebagai berikut:

##### a. Nikotin

Nikotin yang terkandung pada asap rokok merupakan senyawa racun yang menyebabkan terganggunya proses

spermatogenesis karena adanya gangguan sintesis hormon testosteron akibat pelepasan katekolamin oleh medulla adrenal yang mengganggu proses umpan balik hipotalamus, pituitari anterior, dan testis (Putra, 2014).

b. Karbon monoksida (CO)

Gas CO merupakan hasil pembakaran rokok yang tidak sempurna dan akan berikatan kuat dengan sel darah merah atau hemoglobin, akibatnya oksigen tidak dapat berikatan dengan hemoglobin dan menyebabkan tubuh kekurangan oksigen (Aji, 2015).

c. Nitrogen dioksida

Nitrogen dioksida pada asap rokok bereaksi dengan  $H_2O_2$  dan mengakibatkan tidak dapat berikatannya oksigen dan hemoglobin. Selain itu, nitrogen dioksida juga menyebabkan peroksidasi lipid sehingga dapat merusak membran sel (Putra, 2014).

d. PAH (*Polynuclear Aromatic Hydrogen*)

Kandungan PAH (*Polynuclear Aromatic Hydrogen*) dalam asap rokok mengganggu kerja GnRH sehingga mengakibatkan atrofi testis. Selain itu, PAH (*Polynuclear Aromatic Hydrogen*) juga menghambat pengeluaran FSH dan LH sehingga terjadi gangguan dalam proses spermatogenesis (Hargono, *et al.*, 2013)



e. Tar

Tar terdiri dari kurang lebih 60 bahan kimia yang memiliki sifat karsinogenik. Tar mengakibatkan iritasi pada saluran pernapasan. Selain itu, tar juga dapat menyebabkan kerusakan pada DNA sel (Putra, 2014).

#### 2.4.3. Pengaruh asap rokok terhadap konsentrasi spermatozoa

Asap rokok merupakan hasil bakaran rokok yang mengandung berbagai macam senyawa kimia berbahaya bagi tubuh, salah satunya bagi kesehatan reproduksi. Asap rokok mengandung senyawa kimia yang akan memicu adanya radikal bebas dalam tubuh seperti tar, karbon monoksida, PAH (*Polynuclear Aromatic Hydrogen*), dan nikotin yang dapat berdampak buruk pada penurunan kualitas spermatozoa (Susmiarsih *et al.*, 2018a).

Senyawa-senyawa yang terkandung dalam asap rokok dapat menyebabkan peningkatan radikal bebas dan penurunan antioksidan dalam tubuh sehingga terjadi stres oksidatif yang berdampak buruk pada sel spermatozoa (Ikhwan *et al.*, 2020). Radikal bebas yang mengalami peningkatan akibat paparan asap rokok adalah ROS. Akumulasi ROS memicu terjadinya stres oksidatif yang mengakibatkan rusaknya lipid, protein, serta DNA (*Deoxyribonucleic Acid*) pada sel spermatozoa. (Laoh *et al.*, 2018). Menurut Ikhwan *et al.*, (2020) kerusakan sel spermatozoa akibat stres oksidatif karena sitoplasma spermatozoa mengandung sedikit

antioksidan sedangkan membran plasma spermatozoa mengandung banyak PUFA (*Polyunsaturated Fatty Acids*) yang memicu peroksidasi lipid pada membran plasma spermatozoa dan menyebabkan sel spermatozoa mengalami kerusakan, selain itu ROS (*Reactive Oxygen Species*) yang tinggi akan mengganggu membran mitokondria dan mengakibatkan pelepasan protein sitokrom-C yang mengaktifkan dan menginduksi apoptosis sel. Kerusakan spermatozoa menyebabkan terjadinya apoptosis sel spermatozoa yang mengakibatkan penurunan konsentrasi spermatozoa. Senyawa kimia pada asap rokok juga dapat mengakibatkan terganggunya proses spermatogenesis dengan menurunkan jumlah spermatid dan spermatosit pakiten yang berakibat pada penurunan konsentrasi jumlah sel spermatozoa yang dihasilkan (Batubara *et al.*, 2013). Penelitian Ihsani *et al.*, (2019) membuktikan bahwa kebiasaan merokok lebih dari 20 batang per hari pada manusia dapat mengakibatkan penurunan konsentrasi sperma sebesar 19% dari konsentrasi sperma normal. Penelitian yang dilakukan pada tikus memberikan hasil bahwa pemaparan 3 batang rokok perhari selama 14 hari dapat menyebabkan stres oksidatif yang ditandai dengan meningkatnya kadar MDA (*Malondialdehyde*) (Ganesha, *et al.*, 2020).

## **2.5. Infertilitas**

### **2.5.1. Definisi**

Infertilitas merupakan salah satu masalah gangguan sistem reproduksi yang sering dijumpai di Indonesia. Infertilitas atau dikenal sebagai kemandulan adalah kegagalan atau ketidakmampuan pasangan maupun salah satu pasangan untuk memiliki keturunan (Marsal, 2018). Menurut WHO (2015) Infertilitas dapat diartikan sebagai gangguan sistem reproduksi, ditandai tidak adanya kehamilan pasca berhubungan seksual tanpa memakai kontrasepsi selama 12 bulan atau lebih. Pasangan suami istri yang belum memiliki anak namun sudah melakukan hubungan seksual 2-3 kali setiap minggu dalam waktu 1 tahun tanpa kontrasepsi, maka disebut infertil (Indarwati *et al.*, 2017).

Infertilitas primer dan infertilitas sekunder merupakan dua jenis infertilitas yang berbeda. Dikatakan infertilitas primer jika pasangan suami istri belum pernah mengalami kehamilan sama sekali, sedangkan infertilitas sekunder ditunjukkan dengan pasangan suami istri tidak mampu hamil setelah hamil atau melahirkan sebelumnya (Aldo dan Riliyanda, 2019).

### **2.5.2. Penyebab infertilitas pada pria**

Faktor penyebab terjadinya infertilitas dapat berasal dari faktor pria, faktor wanita, maupun faktor lainnya. Masalah infertilitas 10-15% disebabkan oleh faktor pasangan, sedangkan sepertiga masalah

infertilitas disebabkan oleh faktor gangguan pada orga reproduksi pria (Ningsih dan Farich, 2016). Menurut Amelia & Rahmanisa (2019) pria bertanggung jawab 20% terhadap kejadian infertilitas pada pasangan dan biasanya ditemukan analisis sperma yang abnormal pada pria infertil.

Faktor penyebab terjadinya infertilitas pria dikelompokkan menjadi faktor umum dan khusus. Faktor umum meliputi usia, lama berusaha, serta frekuensi senggama (Akbar, 2020). Faktor khusus terjadinya infertilitas pada pria dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu adanya kerusakan pada pre testicular, testicular, dan post testicular (Ridhoila *et al.*, 2017). Faktor pre testicular disebabkan adanya gangguan pada produksi spermatozoa akibat gangguan pada hormonal, faktor genetik seperti sindrom *klinefelter*, serta infeksi. Faktor testicular terjadi akibat gangguan fungsi pada spermatozoa, sedangkan faktor post testicular disebabkan oleh adanya sumbatan pada ductus yang mengalirkan spermatozoa, contohnya pada vasektomi maupun sumpatan kongenital pada ductus ejakulatorius atau epididimis (Izharulhaq *et al.*, 2018).

## **2.6. Buah Tomat**

### **2.6.1. Taksonomi**

Menurut Jones Jr (2007) buah tomat (*Solanum Lycopersicum*) dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

*Kingdom* : *Plantae*

*Subkingdom* : *Tracheobionia*  
*Divisi* : *Magnoliophyta*  
*Kelas* : *Magnoliopsida*  
*Subkelas* : *Asteridae*  
*Ordo* : *Solanales*  
*Famili* : *Solaneceae*  
*Genus* : *Solanum*  
*Species* : *Solanum Lycopersicum*



**Gambar 2.3.** Buah Tomat  
(Nasution dan Fadillah, 2019)



**Gambar 2.4.** Tanaman Tomat  
(Nasution dan Fadillah, 2019)

### 2.6.2. Morfologi dan Habitat

Buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) memiliki berbagai manfaat dan banyak dijumpai di berbagai daerah di Indonesia. Buah tomat berasal dari tanaman semusim, berbentuk perdu, berakar tunggang yang tumbuh merambat maupun tumbuh tegak dengan bantuan ajir. Tanaman tomat memiliki batang bulat, berbulu halus, beruas-ruas, dan terdapat penebalan pada ruas-ruasnya. Daun tanaman tomat berwarna hijau, berukuran 15-30 cm, berbentuk oval dengan bagian tepi bergerigi (Fitriani, 2012). Buah tomat berbentuk bulat atau oval, dengan daging buah yang lunak dan mengandung banyak biji. Buah tomat dapat berwarna hijau muda, kuning, hingga merah ketika matang. Warna merah buah tomat disebabkan oleh kandungan likopen yang tinggi (Nukman, 2018).

Tanaman tomat biasanya tumbuh pada daerah dataran tinggi. Tanaman tomat dapat tumbuh optimal pada daerah dingin dan kering dengan suhu udara 18-24°C. Apabila suhu udara terlalu panas atau di atas 38°C akan menghambat pertumbuhan tanaman tomat, sehingga tanaman tomat tidak akan menghasilkan banyak buah tomat (Syakur, 2012). Wilayah Indonesia yang menghasilkan buah tomat salah satunya adalah Kecamatan Bandungan, Kabupaten Semarang. Kecamatan Bandungan terletak pada dataran tinggi lereng Gunung Ungaran dengan karakteristik suhu udara dan lingkungan yang sesuai dengan habitat tanaman tomat, sehingga tanaman tomat tumbuh

dengan optimal serta menghasilkan buah tomat yang segar dan berkualitas (Destyana *et al.*, 2017). Buah tomat yang digunakan pada penelitian berasal dari Kecamatan Bandungan, Kabupaten Semarang karena tomat dihasilkan segar dan berkualitas, serta lokasinya dekat dengan lokasi penelitian.

### **2.6.3. Kandungan Buah Tomat yang Berpengaruh terhadap Reproduksi Pria**

Buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) memiliki berbagai zat yang bermanfaat bagi tubuh, salah satunya bagi sistem reproduksi. Kandungan buah tomat yang bermanfaat bagi sistem reproduksi adalah antioksidan. Antioksidan yang terkandung dalam buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) diantaranya adalah likopen, vitamin C, vitamin E, dan flavonoid. Likopen dan vitamin C merupakan antioksidan yang ditemukan dalam jumlah banyak pada buah tomat, sedangkan vitamin E dan flavonoid ditemukan dalam jumlah lebih sedikit. (Nukman, 2018).

Antioksidan pada buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) dapat mencegah terjadinya stres oksidatif dan menurunkan dampak akibat peningkatan radikal bebas dalam tubuh. Likopen, vitamin C, vitamin E, dan flavonoid akan mencegah sel Leydig testis dari kerusakan, menjaga produksi hormon testosteron, serta mencegah kerusakan DNA (*Deoxyribonucleic Acid*) dan sel spermatozoa dengan cara menghambat aktivitas ROS (*Reactive Oxygen Species*) dan

menghambat peroksidasi lipid serta kerusakan sel interstitial testis (Wulandari *et al.*, 2018).

#### **2.6.4. Keunggulan Ekstrak**

Metode ekstraksi adalah proses untuk mendapatkan senyawa aktif pada bahan simplisia alami memakai pelarut sehingga dihasilkan ekstrak yang akan digunakan pada suatu penelitian. Macam ekstrak ada 3 yaitu ekstrak kental, cair, dan kering (Zulharmitta, *et al.*, 2012). Metode ekstraksi dibagi menjadi beberapa macam diantaranya yaitu metode perkolasi, destilasi uap, sokletasi, infundasi dan maserasi (Mukhriani, 2014). Metode ekstraksi lebih dipilih dalam penelitian karena memiliki kelebihan dibanding metode lain yaitu terjaminnya senyawa aktif yang terdapat dalam ekstrak dan tidak merusak senyawa tersebut (Chairunnisa, *et al.*, 2019).

#### **2.7. Hubungan Ekstrak Buah Tomat Terhadap Konsentrasi Spermatozoa yang Diberi Paparan Asap Rokok**

Asap rokok mengandung banyak senyawa kimia yang dapat mempengaruhi konsentrasi spermatozoa. Paparan asap rokok mengandung senyawa toksik seperti tar, nikotin, karbonmonoksida, PAH (*Poly Aromatic Hydrogen*), karbonil, furan, dan klorindioksin yang dapat menyebabkan peningkatan radikal bebas dalam tubuh (Ikhwan *et al.*, 2020). Radikal bebas memiliki elektron yang tidak berpasangan, sehingga akan menarik



elektron molekul di sekitarnya untuk melengkapi elektron yang dimiliki, akibatnya molekul tersebut akan menjadi radikal baru dan menyebabkan gangguan pada sel (Simanjuntak dan Zulham, 2020). Radikal bebas yang mengalami peningkatan adalah ROS. Peningkatan dan akumulasi ROS menimbulkan terjadinya stres oksidatif yang dapat mengakibatkan kerusakan pada sel spermatozoa (Laoh *et al.*, 2018). Kerusakan sel spermatozoa inilah yang menyebabkan konsentrasi spermatozoa menurun (Batubara *et al.*, 2013).

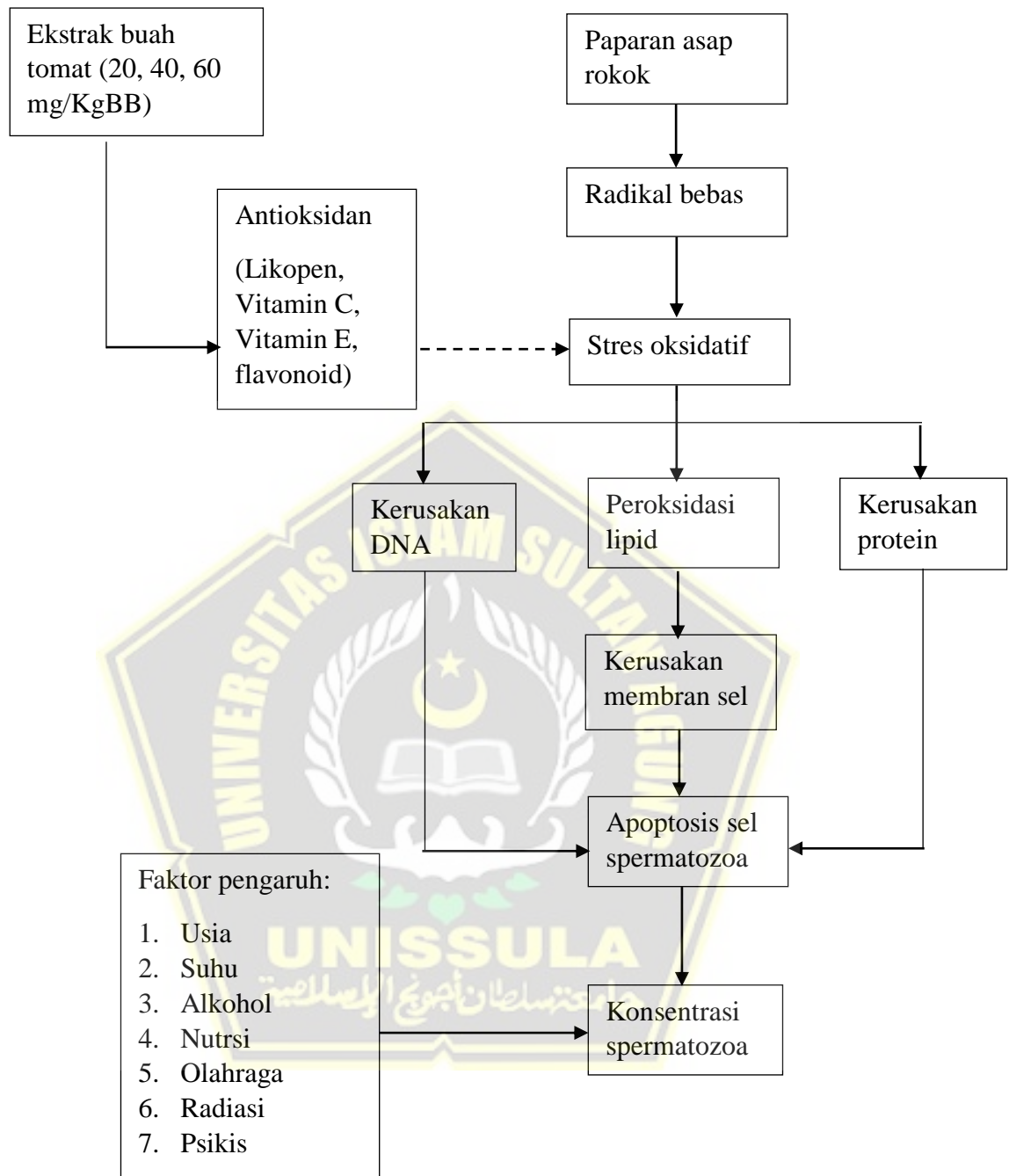
Stres oksidatif dapat terjadi akibat kegagalan antioksidan dalam menetralkan peningkatan radikal bebas dalam tubuh (Ikhwan *et al.*, 2020). Stres oksidatif dapat dicegah dengan cara pemberian antioksidan eksogen seperti katalase, dismutase, vitamin A, D, E, C, glutathione peroksidase, dan superoksida dismutase (Susmiarsih *et al.*, 2018a). Selain itu, menurut Alfa *et al.*, (2019) antioksidan eksogen yang dapat mengurangi radikal bebas dengan cara mengubah radikal bebas menjadi substansi non-radikal adalah likopen. Likopen atau nama lainnya  $\alpha$  - carotene adalah karotenoid berpigmen merah terang yang dapat ditemukan pada buah tomat maupun buah berwarna merah lainnya (Zubaydah dan Fandinata, 2020).

Ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) mengandung vitamin C, E, karotenoin, flavonoid, dan likopen. Vitamin E yang bercampur dengan likopen akan menghasilkan aktivitas antioksidan yang bersifat sinergis. Selain itu,  $\beta$  - carotene yang bercampur dengan likopen juga menghasilkan antioksidan yang bersifat sinergis (Pujiastuti *et al.*, 2019). Kandungan

antioksidan pada ekstrak buah tomat dapat menghambat kerusakan sel leydig dan peroksidasi lipid. Likopen dianggap sebagai antioksidan paling kuat yang terdapat dalam ekstrak buah tomat karena memiliki kemampuan lebih baik dari  $\beta$  - *carotene* dan vitamin E dalam meredam oksigen tunggal pada radikal bebas dengan cara memberikan elekelectronya sehingga radikal bebas menjadi senyawa yang lebih stabil. Likopen juga memiliki kemampuan untuk melindungi DNA spermatozoa dari sters oksidatif dan mencegah terjadinya kematian sel (Wulandari *et al.*, 2018). Pencegahan kematian sel spermatozoa oleh likopen yang terkandung pada ekstrak buah tomat dapat meningkatkan konsentrasi spermatozoa yang mengalami penurunan akibat radikal bebas asap rokok.



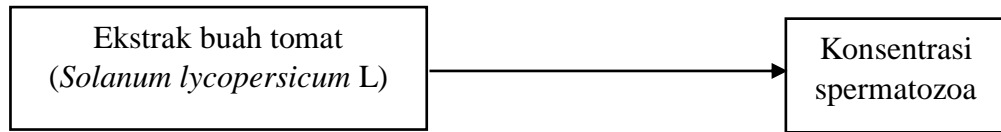
## 2.8. Kerangka Teori



Keterangan : - - - - -> (Menghambat)

**Gambar 2.5.** Kerangka Teori

## 2.9. Kerangka Konsep



**Gambar 2.6.** Kerangka Konsep

## 2.10. Hipotesis

Pemberian ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) dapat meningkatkan konsentrasi spermatozoa tikus jantan yang diberi paparan asap rokok.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Jenis Penelitian dan Rancangan Penelitian**

Jenis penelitian ini *true experimental* dengan rancangan penelitian *post – test only control group design* terhadap tikus jantan yang diberikan paparan asap rokok.

#### **3.2. Variabel dan Definisi Operasional**

##### **3.2.1. Variabel Penelitian**

###### 3.2.1.1. Variabel Bebas

Ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L)

###### 3.2.1.2. Variabel Terikat

Konsentrasi spermatozoa

##### **3.2.2. Definisi Operasional**

###### 3.2.2.1. Ekstrak Buah Tomat (*Solanum lycopersicum* L)

Ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) dibuat di laboratorium kimia Fakultas Kedokteran Universitas

Islam Sultan Agung Semarang menggunakan sampel buah tomat yang besar dan berwarna merah yang diperoleh dari Kecamatan Bandungan, Kabupaten Semarang diekstraksi menggunakan metode maserasi (etanol 96 %). Ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) diberikan secara oral menggunakan sonde lambung pada tikus putih jantan

dengan dosis 20 mg/kgbb/hari, 40 mg/kgbb/hari dan 60mg/kgbb/hari. (Destyana *et al.*, 2017; Ikhwan *et al.*, 2020)

Satuan: mg.

Skala data: rasio.

#### 3.2.2.2. Konsentrasi Spermatozoa

Konsentrasi spermatozoa adalah jumlah spermatozoa per volume semen pada gambaran preparat setelah pemberian ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum L*) dan paparan asap rokok. Preparat sperma pada bilik hitung diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 400x. Spermatozoa dihitung pada 4 bilik leukosit ataupun 5 bilik eritrosit dengan konsentrasi sperma normal yaitu diatas  $15 \times 10^6$  per mL. (WHO, 2021)

Satuan: /ml.

Skala data: rasio.

### 3.3. Populasi dan Sampel

#### 3.3.1. Populasi

##### 3.3.1.1. Populasi Target

Populasi target penelitian yaitu tikus jantan.

### 3.3.1.2. Populasi Terjangkau

Populasi terjangkau penelitian yaitu tikus jantan yang dipelihara di Laboratorium Hewan Universitas Islam Sultan Agung Semarang pada bulan Desember 2021.

### 3.3.2. Sampel

Sampel ditentukan menggunakan metode *simple random sampling*, sedangkan besar sampel dihitung menggunakan rumus Federer (1979) dengan jumlah 5 kelompok uji.

Perhitungan rumus federer sebagai berikut :

$$\text{Rumus Federer} : (n-1) \times (t-1) \geq 15$$

$$\text{Keterangan} : t = \text{Banyak kelompok}$$

$$n = \text{Banyak sampel tiap kelompok}$$

$$\text{Banyak kelompok} : 5 \text{ kelompok}$$

$$: (n-1) \times (t-1) \geq 15$$

$$: (n-1) \times (5-1) \geq 15$$

$$: (n-1) \times 4 \geq 15$$

$$: 4n - 1 \geq 15$$

$$: n \geq 4,75 \text{ (dibulatkan)}$$

$$: n \geq 5$$

Berdasarkan rumus federer, diperoleh hasil 5 ekor tikus jantan tiap kelompok, dan untuk mencegah sakit atau kematian pada hewan uji serta menghindari *drop out*, maka ditambahkan 1 ekor tikus putih

jantan tiap kelompok. Jumlah sampel menjadi 30 ekor tikus putih jantan yang akan dirandomisasi dalam 5 kelompok uji.

### **3.3.3. Kriteria Inklusi**

1. Tikus jantan
2. Berumur 2-3 bulan
3. Massa 200 gram
4. Sehat pada penampilan luar
  - a. Tidak ada luka maupun cacat
  - b. Makan dan minum normal
  - c. Bergerak aktif

### **3.3.4. Kriteria Eksklusi**

Tikus jantan yang mati selama penelitian berlangsung.

## **3.4. Instrumen dan Bahan Penelitian**

### **3.4.1. Instrumen Penelitian**

1. Timbangan tikus
2. Kandang tikus
3. Tissue
4. Blender
5. Pisau buah
6. *Elenmeyer*
7. Kertas saring
8. Kain kasa



9. *Rotary evaporator*
10. Botol
11. Smoking chamber
12. Sonde lambung
13. Cawan petri
14. Sarung tangan
15. Jarum
16. Pisau bedah
17. Gunting anatomis
18. Scalpel
19. Pipet leukosit
20. Bilik hitung
21. Deck glass
22. Mikroskop cahaya dengan lensa okular pembesaran 10x dan lensa obyektif pembesaran 10x, 40x, dan 100x

#### **3.4.2. Bahan Penelitian**

1. Sel sperma tikus jantan
2. Ekstrak buah tomat
3. Rokok kretek
4. Etanol
5. Pakan (pellet) dan air minum standar
6. NaCl fisiologis 0,9 %
7. Larutan pengencer george

### 3.5. Cara Penelitian

#### 3.5.1. Penentuan Jenis Buah Tomat dan Dosis Ekstrak Buah Tomat

Buah tomat yang digunakan untuk bahan pembuatan ekstrak buah tomat adalah buah tomat segar dan berwarna merah yang berasal dari Kecamatan Bandungan, Kabupaten Semarang. Menurut penelitian Dasrul, (2013) dosis ekstrak buah tomat yang paling baik adalah 40-60 mg/kgbb/hari. Pada penelitian ini dosis ekstrak buah tomat yang dipilih yaitu 20 mg/kgbb/hari, 40 mg/kgbb/hari, 60 mg/kgbb/hari.

#### 3.5.2. Pembuatan Ekstrak Buah Tomat

Cara pembuatan ekstrak buah tomat yaitu :

1. Menyiapkan 2 kg buah tomat merah segar
2. Buah tomat dibersihkan dengan air dan dikeringkan memakai *tissue*
3. Buah tomat dipotong kecil – kecil
4. Buah tomat dipanaskan pada suhu 60°C selama 5 menit untuk meningkatkan kadar likopen
5. Haluskan buah tomat yang sudah direbus menggunakan blender
6. Masukkan hasil blender ke erlenmeyer
7. Maserasi buah tomat dengan pelarut etanol 96% selama 72 jam dalam keadaan tertutup rapat sambil diaduk sesekali, kemudian

hasil rendaman disaring dengan kain kasa dilanjutkan kertas saring dan tampung hasil filtratnya

8. Hasil filtrat dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 35 – 40 °C dengan kecepatan 200 rpm
9. Ekstrak buah tomat dengan hasil kental 100% dikemas dalam botol.

### 3.5.3. Persiapan Hewan Coba

1. Siapkan 30 ekor tikus jantan sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi.
2. Hewan uji diadaptasikan selama 1 minggu di dalam kandang.
3. Hewan uji dibagi menjadi 5 kelompok secara acak yang masing – masing terdiri 6 ekor dengan pembagian perlakuan sebagai berikut:
  - a. Kelompok 1 : Kelompok 1 diberi makan dan minum standar
  - b. Kelompok 2 : Kelompok 2 diberi makan minum standar dan asap rokok (3 batang/hari) hari ke 1 – 14
  - c. Kelompok 3 : Kelompok 3 diberi makan minum standar, ekstrak buah tomat dengan dosis 20 mg/kgbb/hari pada hari ke 1 – 14, dan asap rokok (3 batang/hari) hari ke 1 – 14
  - d. Kelompok 4 : Kelompok 4 diberi makan minum standar, ekstrak buah tomat dengan dosis 40

mg/kgbb/hari pada hari ke 1 – 14, dan asap rokok (3 batang/hari) hari ke 1 – 14

- e. Kelompok 5 : Kelompok 5 diberi makan minum standar, ekstrak buah tomat dengan dosis 60 mg/kgbb/hari pada hari ke 1 – 14, dan asap rokok (3 batang/hari) hari ke 1 – 14

#### 3.5.4. Pelaksanaan Penelitian

1. Ekstrak buah tomat diberikan pagi hari selama 14 hari secara oral dengan menggunakan sonde lambung.
2. Asap rokok kretek dipaparkan langsung setelah pemberian ekstrak buah tomat dengan membakar 3 batang rokok selama 14 hari
3. Pemaparan asap rokok dilakukan dalam *smoking chamber* berukuran 50 cm × 40 cm × 40 cm yang mempunyai lubang sirkulasi udara dan pada atap kandang dibuat lubang untuk meletakkan batang rokok yang telah dibakar
4. Pada hari ke 15 tikus dilakukan dislokasi leher untuk mematiakan tikus dan selanjutnya dilakukan pengoleksian sperma tikus.

### 3.5.5. Pembuatan Preparat Sel Sperma

#### 1. Persiapan

- Hewan uji dilakukan eutanasi kemudian kauda epididimis dipisahkan dari testis
- Masukkan ke cawan petri yang berisi NaCl fisiologis 0,9 %
- Bagian kauda epididimis ditusuk sehingga suspensi spermatozoa dapat dikoleksi.

#### 2. Pemeriksaan konsentrasi spermatozoa

- Sperma dihisap dengan pipet leukosit sampai angka 0,5
- Kemudian hisap larutan pengencer george sampai angka 11
- Pegang pipet leukosit dengan kedua ujung terletak diantara ibu jari dan telunjuk
- Kocok isi pipet selama 2 menit agar homogen
- Buang tetesan pertama sampai ketiga, selanjutnya tetesan berikutnya masukkan dalam bilik hitung yang telah ditutup *deck glass*
- Amati di mikroskop dengan perbesaran 400x
- Hitung jumlah spermatozoa pada bidang seluas  $1/5 \text{ mm}^2$ , hasil yang didapat menunjukkan jumlah spermatozoa dalam juta/cc

- Lakukan pengamatan di bilik leukosit, apabila jumlah spermatozoa kurang dari 10 sel maka lakukan perhitungan pada 4 bilik leukosit, namun jika lebih dari 10 sel maka lakukan perhitungan pada bilik eritrosit (perhitungan pada bilik leukosit dilakukan pada 5 kotak).

### **3.6. Tempat dan Waktu Penelitian**

#### **3.6.1. Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia dan Biologi Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

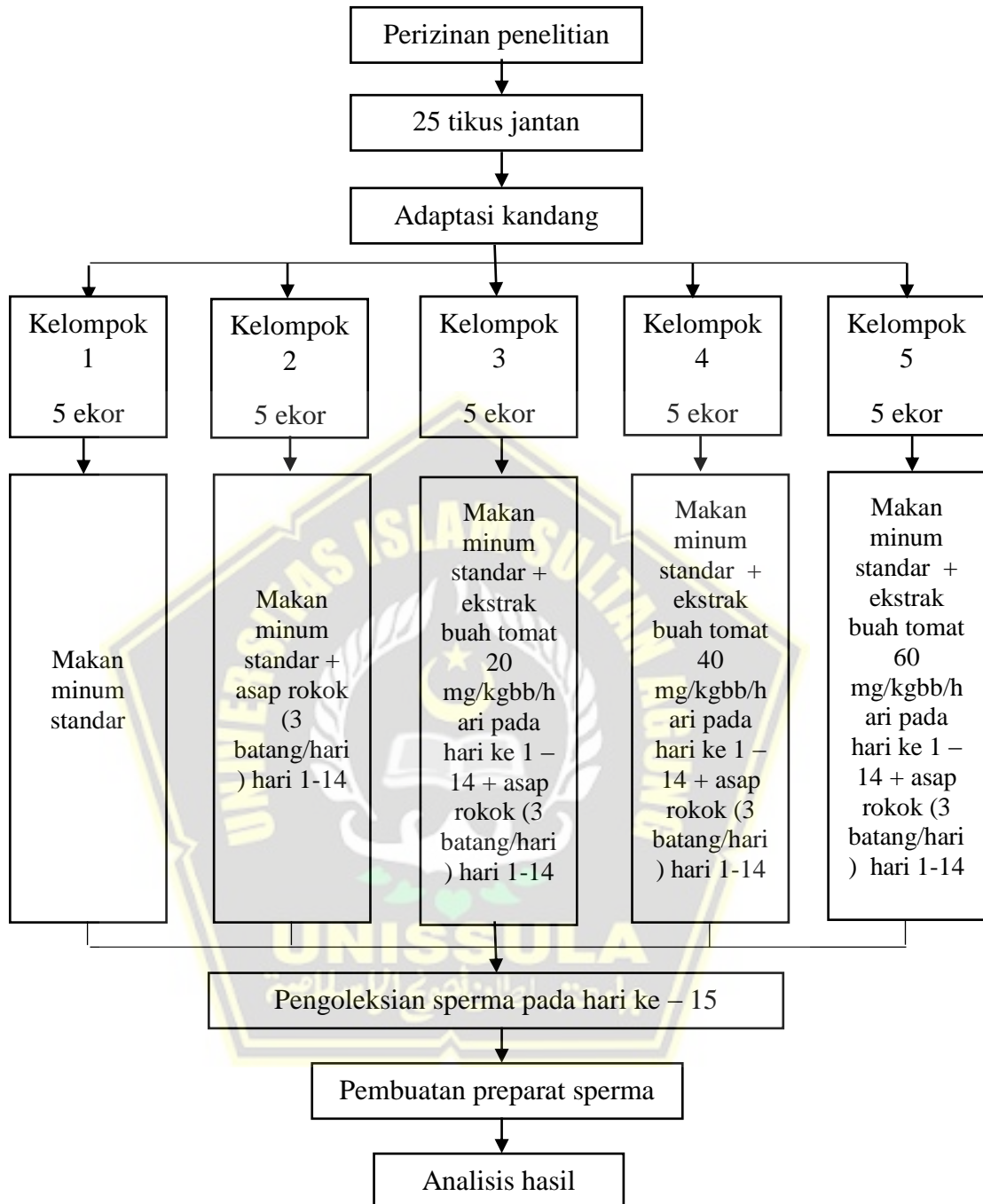
#### **3.6.2. Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2021.

### **3.7. Analisis Hasil**

Data pengamatan konsentrasi spermatozoa menggunakan skala rasio. Data hasil pengamatan dilakukan uji normalitas *Shapiro Wilk* dan homogenitas *Levene test*. Hasil uji *Shapiro Wilk* dan *Levene test* menunjukkan data tidak terdistribusi normal dan tidak homogen, maka dilakukan transformasi data. Hasil transformasi data menunjukkan data tetap tidak terdistribusi normal dan tidak homogen, sehingga syarat uji parametrik *One Way Anova* tidak dipenuhi dan dilakukan uji non parametrik *Kruskal Wallis* dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney*.

### 3.8. Alur Penelitian



**Gambar 3.1.** Alur Penelitian

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

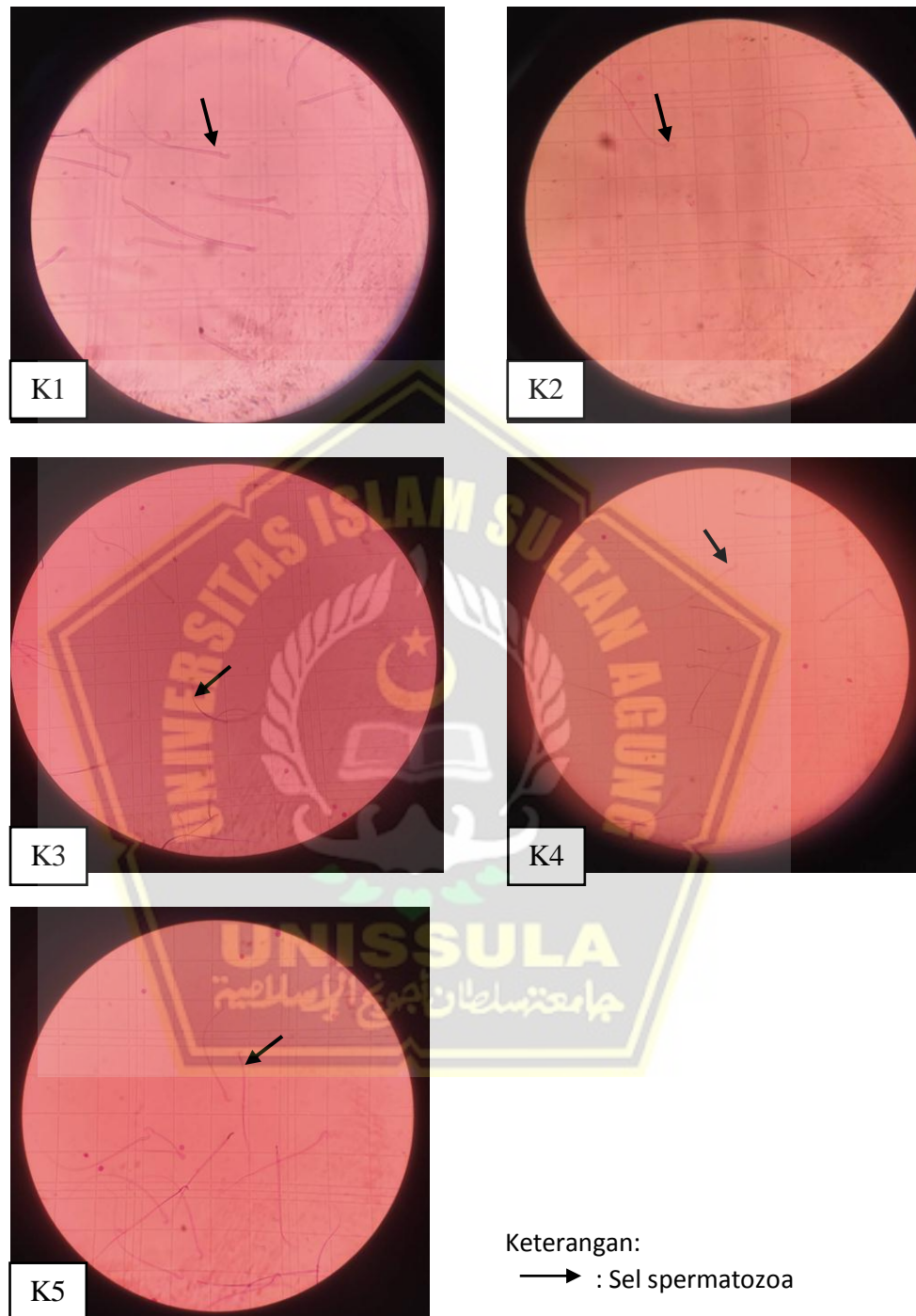
#### 4.1. Hasil Penelitian

Penelitian tentang pengaruh pemberian ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) terhadap konsentrasi spermatozoa tikus putih jantan yang diberi paparan asap rokok diawali dengan pembuatan ekstrak buah tomat pada laboratorium kimia FK Unissula. Penelitian kemudian dilanjutkan pada 25 ekor tikus putih yang dibagi menjadi 5 kelompok dengan setiap kelompok terdiri dari 5 ekor. Setiap kelompok mendapat perlakuan yang berbeda selama 14 hari. K1 sebagai kontrol (diberi makan minum standar), K2 (makan minum standar dan paparan asap rokok), K3 (makan minum standar, ekstrak buah tomat 20 mg/kgBB dan paparan asap rokok 3 batang), K4 (makan minum standar, ekstrak buah tomat 40 mg/kgBB dan paparan asap rokok 3 batang), dan K5 (makan minum standar, ekstrak buah tomat 60 mg/kgBB dan paparan asap rokok 3 batang). Pada hari ke 15 dilakukan dislokasi leher pada tikus untuk pengkoleksian dan penghitungan konsentrasi spermatozoa yang dilakukan di laboratorium biologi FK Unissula. Selama penelitian tidak terdapat tikus yang mati, sehingga pengamatan konsentrasi spermatozoa dilakukan pada 25 ekor tikus putih jantan.

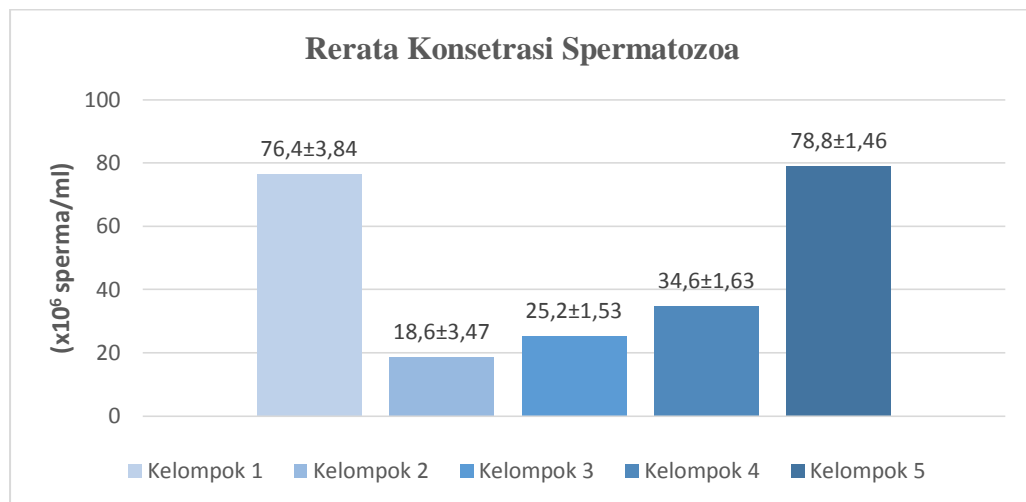
Konsentrasi spermatozoa dihitung pada bilik hitung dengan menggunakan mikroskop perbesaran 400x (Gambar 4.1) dan didapatkan



hasil rerata konsentrasi spermatozoa masing-masing kelompok yang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.1.** Konsentrasi Spermatozoa Perbesaran 400x



**Gambar 4.2.** Grafik Rerata Konsetrasi Spermatozoa

Konsentrasi spermatozoa pada kelima kelompok uji penelitian harus dilakukan uji analisis guna mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok. Hasil uji normalitas dengan *Shapiro wilk* didapatkan K1, K3, K4 dan K5 terdistribusi normal ( $p > 0,05$ ), namun pada K2 data terdistribusi tidak normal ( $p < 0,05$ ). Uji homogenitas *Levene test* menunjukkan bahwa data konsentrasi spermatozoa pada semua tidak homogen ( $p < 0,05$ ). Hasil transformasi dari data juga tetap menunjukkan data tidak terdistribusi normal dan tidak homogen. Atas dasar tersebut, maka dipilih jenis uji non parametrik *Kruskal Wallis* untuk menunjukkan perbedaan konsentrasi spermatozoa antar kelima kelompok dan didapatkan nilai  $p$  yaitu 0,000 ( $p < 0,05$ ) yang artinya terdapat perbedaan signifikan konsentrasi spermatozoa diantara kelima kelompok.

Analisis dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney* untuk membandingkan rerata konsentrasi spermatozoa antar dua kelompok dan didapatkan hasil yang ditampilkan pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.1. Hasil Analisis Perbedaan Konsentrasi Spermatozoa antar dua kelompok**

Kelompok	<i>p</i> -value				
	K1	K2	K3	K4	K5
K1	-	0,009*	0,009*	0,009*	0,602
K2		-	0,110	0,009*	0,009*
K3			-	0,009*	0,009*
K4				-	0,009*
K5					-

\* = perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ )

#### 4.2. Pembahasan

Pemberian ekstrak buah tomat selama 14 hari terbukti berpengaruh dalam meningkatkan konsentrasi spermatozoa tikus putih jantan yang diberi paparan asap rokok 3 batang/hari, dibuktikan dengan peningkatan konsentrasi spermatozoa pada kelompok perlakuan yang diberikan ekstrak buah tomat dosis 20 mg/KgBB/hari, 40 mg/KgBB/hari dan 60 mg/KgBB/hari dibandingkan dengan kelompok yang hanya dipapar asap rokok. Kelompok perlakuan dengan dosis 60 mg/KgBB/hari bahkan memiliki rerata konsentrasi spermatozoa yang lebih tinggi daripada kelompok kontrol yang hanya diberikan makan minum standar.

Hasil penelitian pada K1 yaitu kelompok kontrol yang hanya diberi makan minum standar menunjukkan jumlah konsentrasi spermatozoa yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan K2 yang mendapat paparan asap rokok 3 batang/hari. Perbedaan konsentrasi spermatozoa ini menunjukkan bahwa pemberian paparan asap rokok dapat meningkatkan jumlah radikal bebas yang masuk dan menurunkan kadar antioksidan dalam tubuh sehingga menyebabkan penurunan konsentrasi spermatozoa (Susmiarsih *et al.*,

2018a). Penurunan konsentrasi spermatozoa tersebut diakibatkan karena masuknya zat-zat toksik dari asap rokok seperti nikotin, tar, PAH (*Polynuclear Aromatic Hydrogen*), dan karbonmonoksida pada sistem reproduksi sehingga dapat merusak sel Sertoli dan sel Leydig pada testis. Keadaan tersebut akan menyebabkan terganggunya produksi hormon testosteron, LH, dan FSH, serta megakibatkan gangguan umpan balik hipotalamus-hipofisis anterior dan sistem reproduksi, sehingga proses spermatogenesis mengalami kegagalan yang akhirnya menyebabkan penurunan kosentrasi spermatozoa (Ikhwan *et al.*, 2020)

Hasil penelitian yang menunjukkan adanya efek pemberian asap rokok kretek terhadap penurunan konsentrasi spermatozoa sejalan dengan penelitian Amida *et al.*, (2021) yang menyebutkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada jumlah konsentrasi spermatozoa kelompok yang hanya diberikan paparan asap rokok ( $p < 0,05$ ) dibandingkan dengan kelompok yang tidak diberikan paparan asap rokok atau kelompok kontrol.

Ekstrak buah tomat yang diberikan pada K3, K4 dan K5 dengan dosis masing-masing yaitu 20, 40, dan 60 mg/KgBB/hari selama 14 hari menunjukkan peningkatan jumlah konsentrasi spermatozoa yang ditandai dengan meningkatnya rerata jumlah spermatozoa antar kelompok. Pada K5 dengan ekstrak buah tomat dosis 60 mg/KgBB/hari merupakan dosis paling efektif dalam meningkatkan jumlah konsentrasi spermatozoa tikus putih jantan yang diberikan paparan asap rokok jika dibandingkan dengan dua dosis lainnya (20 mg/KgBB/hari dan 40 mg/KgBB/hari), hal ini dibuktikan

dengan jumlah rerata konsentrasi spermatozoa pada K5 yang melebihi jumlah rerata K1 serta menunjukkan hasil perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ) dengan K2. Efek peningkatan jumlah konsentrasi spermatozoa diduga akibat kandungan antioksidan yang terdapat pada ekstrak buah tomat (Wulandari *et al.*, 2018).

Kandungan ekstrak buah tomat yaitu antioksidan berupa likopen, Vitamin C, Vitamin E, flavonoid mampu mencegah terjadinya stres oksidatif akibat peningkatan radikal bebas dalam tubuh. Antioksidan mencegah kerusakan pada sel Sertoli dan sel Leydig testis yang diakibatkan radikal bebas pada asap rokok, sehingga produksi hormon testosteron, LH dan FSH juga terjaga dan proses spermatogenesis tidak mengalami gangguan. Selain itu, antioksidan juga berperan dalam menghambat peroksidasi lipid dan aktivitas ROS sehingga mencegah kerusakan pada DNA dan sel spermatozoa (Wulandari *et al.*, 2018). Likopen dapat meningkatkan berat testis, serta meningkatkan diameter tubulus seminiferus yang merupakan tempat pembentukan spermatozoa, sehingga proses pembentukan spermatozoa tidak terganggu akibat peningkatan radikal bebas dalam tubuh (Fairudillah dan Nugrahalia, 2018). Vitamin C pada ekstrak buah tomat dapat mencegah terjadinya peroksidasi lipid yang diakibatkan oleh radikal bebas dan memperbaiki fragmentasi DNA spermatozoa (Gunawan *et al.*, 2017). Vitamin E pada ekstrak buah tomat akan menghasilkan aktivitas antioksidan yang bersifat sinergis bersama dengan likopen (Pujiastuti *et al.*, 2019). Menurut Prayoga, (2015) Vitamin E juga

dapat mencegah kerusakan sel spermatozoa akibat ROS dengan cara menurunkan kadar MDA dalam tubuh. Kandungan flavonoid dapat mencegah kerusakan akibat peningkatan radikal bebas dalam tubuh dengan cara memutuskan reaksi antar senyawa radikal bebas (Susmiarsih *et al.*, 2018b).

Hasil penelitian ini menunjukkan terdapat pengaruh ekstrak buah tomat terhadap peningkatan konsentrasi spermatozoa karena kandungan antioksidan buah tomat, hal ini sejalan dengan penelitian Nurlistiowati (2017) mengenai efek pemberian pasta buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) terhadap kualitas spermatozoa yang dipapar asap rokok kretek dengan dosis 0,16 gr, 0,32 gr, dan 0,48 gr menunjukkan bahwa kandungan antioksidan kuat seperti likopen dapat meningkatkan konsentrasi spermatozoa. Penelitian lain menyatakan bahwa kandungan antioksidan pada ekstrak *black garlic* dengan dosis 250 mg, 500 mg dan 1000 mg mampu meningkatkan konsentrasi spermatozoa secara signifikan pada tikus yang diberi paparan asap rokok (Amida *et al.*, 2021). Penelitian Valzon *et al.* (2021) juga menunjukkan hasil yang sama dengan penelitian lainnya yaitu kandungan antioksidan tepung buah pisang raja dengan dosis 125 mg/KgBB, 250 mg/KgBB, 500 mg/KgBB dapat meningkatkan konsentrasi spermatozoa tikus wistar jantan yang diberi paparan nikotin selama 30 hari.

Penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak buah tomat memiliki pengaruh pada konsentrasi spermatozoa tikus putih jantan yang diberi paparan asap rokok. Keterbatasan dalam penelitian ini yaitu belum diketahui

kadar ROS yang ditimbulkan akibat paparan asap rokok pada masing – masing kelompok serta kadar antioksidan pada ekstrak buah tomat yang memiliki pengaruh besar terhadap pencegahan penurunan konsentrasi spermatozoa. Penelitian ini juga tidak dilakukan pemeriksaan morfologi, motilitas dan viabilitas spermatozoa sehingga efek penelitian tidak dapat dibandingkan dengan parameter kualitas spermatozoa lainnya.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

- 5.1.1.** Terdapat pengaruh pemberian ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L) terhadap konsentrasi spermatozoa tikus putih jantan yang diberikan paparan asap rokok.
- 5.1.2.** Rerata konsentrasi spermatozoa tikus putih jantan kelompok perlakuan 1 yang diberi makan minum standar adalah sebesar  $(76,4 \pm 3,84) \times 10^6$  sperma/ml.
- 5.1.3.** Rerata konsentrasi spermatozoa tikus putih jantan kelompok perlakuan 2 yang diberi makan minum standar dan paparan asap rokok adalah sebesar  $(18,6 \pm 3,47) \times 10^6$  sperma/ml.
- 5.1.4.** Rerata konsentrasi spermatozoa tikus putih jantan kelompok perlakuan 3 yang diberi makan minum standar, ekstrak buah tomat 20 mg/KgBB/hari, paparan asap rokok adalah sebesar  $(25,2 \pm 1,53) \times 10^6$  sperma/ml.
- 5.1.5.** Rerata konsentrasi spermatozoa tikus putih jantan kelompok perlakuan 4 yang diberi makan minum standar, ekstrak buah tomat 40 mg/KgBB/hari, paparan asap rokok adalah sebesar  $(34,6 \pm 1,63) \times 10^6$  sperma/ml.
- 5.1.6.** Rerata konsentrasi spermatozoa tikus putih jantan kelompok perlakuan 5 yang diberi makan minum standar, ekstrak buah tomat



60 mg/KgBB/hari, paparan asap rokok adalah sebesar  $(78,8 \pm 1,46) \times 10^6$  sperma/ml.

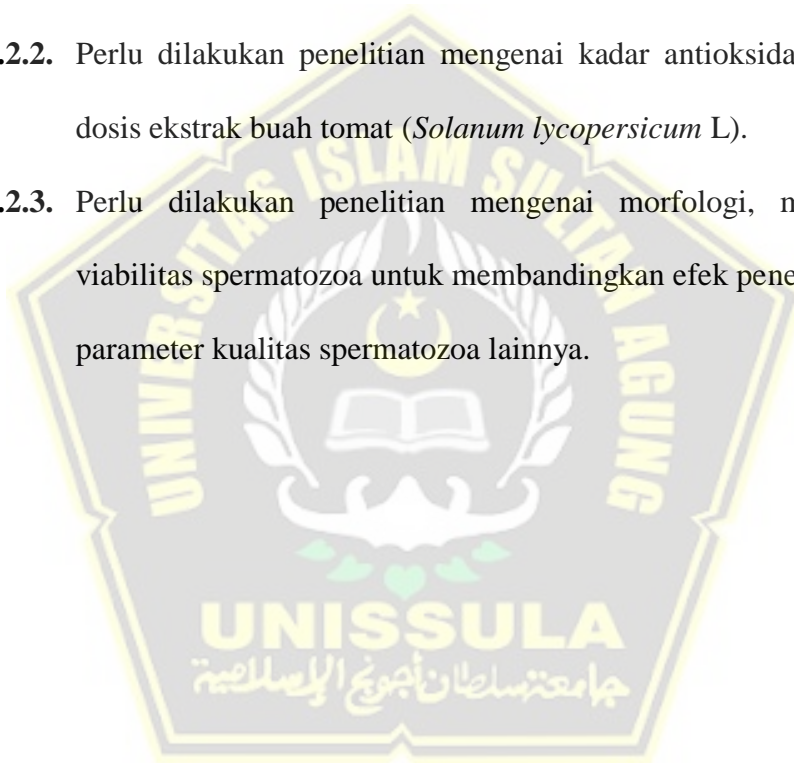
**5.1.7.** Terdapat perbedaan rerata konsentrasi spermatozoa tikus putih jantan yang signifikan antar kelompok.

## **5.2. Saran**

**5.2.1.** Perlu dilakukan penelitian mengenai kadar ROS untuk menilai kerusakan spermatozoa akibat paparan asap rokok.

**5.2.2.** Perlu dilakukan penelitian mengenai kadar antioksidan pada tiap dosis ekstrak buah tomat (*Solanum lycopersicum* L).

**5.2.3.** Perlu dilakukan penelitian mengenai morfologi, motilitas dan viabilitas spermatozoa untuk membandingkan efek penelitian dengan parameter kualitas spermatozoa lainnya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, D. and Anissa, M. (2019) 'Pengaruh Pemberian Epinefrin Berbagai Konsentrasi Terhadap Berat Testis Mencit (*Mus Muscalus*) Strain Jepang', *Jurnal Kesehatan Sainika Meditory*, 2(1), pp. 46–52.
- Aji, A., Maulinda, L. and Amin, S. (2015) 'Isolasi Nikotin dari Puntung Rokok sebagai Intektisida', *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(1), pp. 100–120.
- Akbar, A. (2020) 'Gambaran Faktor Penyebab Infertilitas Pria Di Indonesia', *Jurnal Pandu Husada*, 2(1), pp. 66–74.
- Aldo, D. and Riliyanda, D. (2019) 'Aplikasi Sistem Pakar Dalam Mendiagnosa Penyakit Infertilitas Pada Pria', *Jurnal TEKNOIF*, 7(1), pp. 20–31.
- Alfa, N., Mustofa, S. and Irawati, N. A. V. (2019) 'Likopen, Antioksidan Eksogen yang Bermanfaat bagi Fertilitas Laki-laki', *Majority*, 8(1), pp. 237–241.
- Almaidah, F. *et al.* (2021) 'Survei Faktor Penyebab Perokok Remaja Mempertahankan Perilaku Merokok', *Jurnal Farmasi Komunitas*, 8(1), pp. 20–26.
- Amelia, L. and Rahmanisa, S. (2019) 'Evaluasi Dan Manajemen Infertilitas Pria', *Jimki*, 7(2), pp. 105–114.
- Amida, N. *et al.* (2021) 'Efek Ekstrak Black Garlic Terhadap Kualitas Spermatozoa Tikus Setelah Dipapar Asap Rokok', *Prosiding Semnas Biologi ke-9*, pp. 298–303.
- Barrett, K. E. *et al.* (2012) *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Ganong*. Edisi 24. Jakarta: EGC.
- Batubara, I. V. D., Wantouw, B. and Tendean, L. (2013) 'Pengaruh Paparan Asap Rokok Kretek Terhadap Kualitas Spermatozoa Mencit Jantan (*Mus Musculus*)', *Jurnal e-Biomedik*, 1(1), pp. 330–337.
- Budiyati, G. A., Sari, D. N. A. and Suryati, S. (2021) 'Pengetahuan, Sikap, dan Perilaku Merokok Pada Remaja', *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal*, 11(1), pp. 11–18.
- Campbell, N. A. and Reece, J. B. (2011) *Campbell Biology*. 9th edn. San Francisco: Pearson Education, Inc.
- Centola, G. M. (2018) 'Laboratory Evaluation of Bulk Seminal Parameters', *Encyclopedia of Reproduction*. 2nd edn. Academic Press.

- Chairunnisa, S., Wartini, N. M. and Suhendra, L. (2019) 'Pengaruh Suhu dan Waktu Maserasi terhadap Karakteristik Ekstrak Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) sebagai Sumber Saponin', *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 7(4), pp. 551–560.
- Dasrul (2013) *Pemanfaatan Ekstrak Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) Sebagai Antioksidan dan Antiinfertilitas Serta Potensinya Dalam Pencegahan Infertilitas Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Strain Wistar Hiperkolesterolemik*. Universitas Syiah Kuala.
- Destyana, N. S. G., Ferichani, M. and Riptanti, E. W. (2017) 'Strategi Pengembangan UKM Torakur (Tomat Rasa Kurma) di Kecamatan Bandungan Kabupaten Semarang', *AGRISTA*, 5(1), pp. 214–224.
- Devy, S. (2018) 'Hubungan Kualitas Sperma Pada Perokok Berat dan Bukan Perokok Pada Mahasiswa', *Jurnal Kesmas dan Gizi (JKG)*, 1(1), pp. 35–42.
- Dewangga, M. W., Nasihun, T. and Isradji, I. (2021) 'Dampak Olahraga Berlebihan Terhadap Kualitas Sperma', *Journal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, 12(11), pp. 58–61.
- Dewantari, N. M. (2013) 'Peranan Gizi Dalam Reproduksi', *Jurnal Skala Husada*, 10(2), pp. 219–224.
- Dewanto, H. N., Lisdiana, L. and Isnaeni, W. (2017) 'Pengaruh Ekstrak Kulit Buah Rambutan terhadap Kualitas Sperma Tikus yang Terpapar Asap Rokok', *Life Science*, 6(2), pp. 62–68.
- Dorland, W. A. N. (2010) *Kamus Kedokteran Dorland*. 31st edn. Jakarta: EGC.
- Ermiza, E. (2012) 'Pengaruh Paparan Suhu Terhadap Kualitas Spermatozoa Mencit Jantan (Mus, Musculus) Strain Jepang', *Sainstis*, 1(2), pp. 19–28.
- Fairudillah, G. and Nugrahalia, M. (2018) 'Pengaruh Pemberian Puree Tomat (*Solanum Esculentum* Mill) Terhadap Struktur dan Fungsi Testis Tikus Putih Galur Wistar (*Rattus Norvegicus*) yang Telah Diinduksi MSG', 4(3), pp. 131–137.
- Federer, W. T. (1979) *Experimental Design: Theory and Application*. New York: Macmillan.
- Fitria, F. *et al.* (2013) 'Merokok dan Oksidasi DNA', *Sains Medika*, 5(2), pp. 113–120.
- Fitriani, E. (2012) *Untung Berlipat Budidaya Tomat Di Berbagai Media Tanam*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.

- Ganesha, I. G. H., Linawati, N. M. and Satriyasa, B. K. (2020) 'Pemberian Ekstrak Etanol Kubis Ungu (*Brassica oleraceae* L.) Menurunkan Kadar Malondialdehid dan Jumlah Makrofag Jaringan Paru Tikus yang Terpapar Asap Rokok', *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 6(1), pp. 1–9.
- Gunawan, P. P., Turalaki, G. L. A. and Tendean, L. E. N. (2017) 'Pengaruh Pemberian Pasta Tomat (*Solanum Lycopersicum*) Terhadap Kualitas Spermatozoa Tikus Wistar (*Rattus Norvegicus*) yang Terpapar Asap Rokok', *Jurnal e-Biomedik*, 5(2).
- Guyton, A. C. and Hall, J. E. (2011) *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Edisi 12. Jakarta: ECG.
- Handayani, E. S. (2020) 'Gambaran Perilaku Merokok Pada Usia Remaja Awal (10-14) Dengan Tingkat Motivasi Berprestasi Siswa', *Al – Ulum Ilmu Sosial Dan Humaniora*, 8(1), pp. 1–12.
- Hargono, F. R., Poppy, M. L. and Kairupan, C. F. (2013) 'Gambaran Histopatologik Testis Mencit SWISS (*Mus musculus*) yang Diberi Kedelai (*Glycine max*) dan Paparan Dengan Asap Rokok', *Jurnal e-Biomedik*, 1(2), pp. 824–829.
- Haris, R. A., Tendean, L. and Turalaki, G. (2016) 'Pengaruh Pemberian Kopi Terhadap Kualitas Spermatozoa Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*) yang Terpapar Stres', *Jurnal e-Biomedik*, 4(2), pp. 1–6.
- Hidayatullah, S. *et al.* (2018) 'Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Andropause Pada Pria Usia 30-50 Tahun (Studi di Kecamatan Pedurungan Kota Semarang)', *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 6(1), pp. 317–322.
- Ihsani, N. *et al.* (2019) 'Pengaruh Pemberian Air Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia*) Terhadap Konsentrasi dan Motilitas Spermatozoa Mencit (*Mus Musculus*) Setelah Terpapar Asap Rokok', *Jurnal Kedokteran YARSI*, 27(1), pp. 35–42.
- Ikhwan, A., Hamdan, H. and Rosmaidar, R. (2020) 'Pengaruh Ekstrak Semangka Merah (*Citrullus Vulgaris*) Pada Kualitas Spermatozoa Mencit (*mus musculus* yang dipapar asap rokok)', *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner (JIMVET)*, 4(1), pp. 19–29.
- Indarwati, I., Budihastuti, U. R. and Dewi, Y. L. R. (2017) 'Analysis of Factors Influencing Female Infertility', *Journal of Maternal and Child Health*, 2(2), pp. 150–161.
- Indriyani, I., Busman, H. and Sutyarso, S. (2021) 'Penurunan Kualitas dan Kuantitas Spermatozoa Mencit Setelah Pemberian Ekstrak Rimpang

- Rumput Teki', *Al-Hayat: Journal of Biology and Applied Biology*, 4(1), pp. 75–85.
- Izharulhaq, M. S., Surialaga, S. and Indrasari, E. R. (2018) 'Infertilitas Pasangan Usia Subur di Klinik Rumah Bunda', 4(2), pp. 146–160.
- Jones Jr, J. B. (2007) *Tomato Plant Culture: In the Field, Greenhouse, and Home Garden*. 2nd edn. Boca Raton: CRC Press.
- Laoh, V. E., Tendean, L. E. N. and Turalaki, G. (2018) 'Perbandingan Antara Pengaruh Olahraga Berlebihan dan Paparan Asap Rokok Terhadap Kualitas Spermatozoa Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*)', *Jurnal e-Biomedik*, 6(2), pp. 155–161.
- Lohonauman, C. C., Tendean, L. and Turalaki, G. (2020) 'Pengaruh Pemberian Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Terhadap Kualitas Spermatozoa Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*) yang Diinduksi Dengan Alkohol', *Jurnal e-Biomedik*, 8(1), pp. 90–94.
- Marsal, A. (2018) 'Infertilitas Sebagai Alasan Khulu' Perspektif Ulama', *Yudisia*, 9(1), pp. 138–151.
- Marshalita, N., Juanda, G. R. and Jasmadi, R. N. (2020) 'Pengobatan Nabi: Efek Jintan Hitam (*Nigella Sativa*) Untuk Meningkatkan Kualitas Sperma', *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 9(1), pp. 1–6.
- Mescher, A. L. (2013) *Junqueira's Basic Histology Text and Atlas*. 13th edn. New York: McGraw-Hill Medical.
- Mukhriani (2014) 'Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif', *Jurnal Kesehatan*, VII(2), pp. 361–367.
- Nasution, M. S. and Fadillah, N. (2019) 'Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Buah dengan Menggunakan Metode YCbCr', *InfoTekJar (Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan)*, 3(2), pp. 147–150.
- Ningsih, Y. J. S. and Farich, A. (2016) 'Determinan Kejadian Infertilitas Pria di Kabupaten Tulang Bawang', *Jurnal Kesehatan*, 7(2), pp. 242–249.
- Nukman, M. (2018) *Pengaruh Pemberian Jus Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Terhadap Jumlah Sel Spermatogenik dan Histologis Tubulus Seminiferus Mencit (*Mus musculus* L.) yang Dipapar Asap Rokok*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Nurlistiowati, I. Y. (2017) *Pengaruh Pemberian Berbagai Dosis Pasta Tomat (*Lycopersicon Esculentum*, Mill ) Terhadap Kualitas Spermatozoa Studi Eksperimental Terhadap Mencit Balb/C Jantan yang Dipapar Asap*

*Rokok Kretek. UNISSULA.*

- Panjaitan, R. F. and Manurung, E. (2020) 'Analisis Faktor Resiko Kejadian Infertilitas Pada Perawat di RSUD Sembiring', *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*, 3(2), pp. 244–250.
- Prayoga, P. R. (2015) 'The Effect of Tomato ( *Lycopersicum Esculentum* Mill ) to Amount, Motility, and Morphology of Spermatozoa In Cigarettes-Induced Infertilty Patients', *J Majority*, 4(5), pp. 60–66.
- Pujiastuti, A., Octasari, P. M. and Setyorini, S. (2019) 'Tablet Hisap Sari Buah Tomat (*Licopersicon esculentum* Mill.) Sebagai Penangkal Radikal Bebas', *IJMS – Indonesian Journal On Medical Science*, 6(2), pp. 18–24.
- Putra, C. B. N. and Manuaba, I. B. G. F. (2017) 'Gambaran Analisa Sperma Di Klinik Bayi Tabung Rumah Sakit Pusat Sanglah Tahun 2013', *E-Jurnal Medika*, 6(5), pp. 1–6.
- Putra, Y. (2014) 'Pengaruh Rokok Terhadap Jumlah Sel Spermatozoa Mencit Jantan (*Mus Musculus*, Strain Jepang)', *Jurnal Sainstek*, VI(1), pp. 30–42.
- Rahmadiani, D. (2021) 'Efek Gelombang Elektromagnetik Telepon Seluler Pada Kualitas Sperma', *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 3(1), pp. 71–80.
- Rejeki, S. P., Putri, E. A. C. and Prasetya, R. E. (2018) *Ovariektomi pada Tikus dan Mencit*, Airlangga University Press. Surabaya: Airlangga University Press.
- Rianti, S. and Hidayah, N. (2021) 'Terapi Seft Untuk Perilaku Merokok', *Psycho Idea*, 19(1), pp. 45–56.
- Ridhoila, I., Yusrawati, Y. and Amir, A. (2017) 'Perbandingan Kualitas Spermatozoa Pada Analisis Semen Pria Dari Pasangan Infertil Dengan Riwayat Merokok dan Tidak Merokok', *Jurnal Kesehatan Andalas*, 6(2), pp. 259–264.
- Rusman, K. (2019) 'Pengaruh Aktivitas Merokok Terhadap Hasil Analisa Sperma Pada Kasus Infertilitas Pria di Makassar', *UMI Medical Journal: Jurnal Kedokteran*, 4(2), pp. 50–62.
- Sherwood, L. (2013) *Fisiologi Manusia: Sistem Reproduksi*. Edisi 8. Jakarta: ECG.
- Simanjuntak, E. J. and Zulham, Z. (2020) 'Superoksida Dismutase (SOD) dan Radikal Bebas', *Jurnal Keperawatan Dan Fisioterapi (JKF)*, 2(2), pp. 124–129.

- Susmiarsih, T. P., Kenconoviyati, K. and Kuslestari, K. (2018a) 'Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Teh Hijau Terhadap Konsentrasi dan Kecepatan Spermatozoa Tikus (*Rattus norvegicus*) Setelah Paparan Asap Rokok', *Jurnal Bioeksperimen*, 4(2), pp. 46–51.
- Susmiarsih, T. P., Kenconoviyati, K. and Kuslestari, K. (2018b) 'Potensi Ekstrak Daun Teh Hijau Terhadap Morfologi dan Motilitas Spermatozoa Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Setelah Paparan Asap Rokok', *Majalah Kesehatan Pharmamedika*, 10(1), pp. 1–7.
- Syakur, A. (2012) 'Pendekatan Satuan Panas (Heat Unit) Untuk Penentuan Fase Pertumbuhan Dan Perkembangan Tanaman Tomat Di Dalam Rumah Tanaman (Greenhouse)', *Jurnal Agroland*, 19(2), pp. 96–101.
- Utami, I. P. (2018) *Profil Kualitas Spermatozoa Pada Manusia Secara Makroskopik*. Hasanuddin Makassar.
- Valzon, M., Widyasari, S. and Chandra, E. (2021) 'Pengaruh Tepung Buah Pisang Raja (*Musa paradisiaca* L.) Terhadap Konsentrasi Spermatozoa Tikus Wistar Jantan yang Terpapar Nikotin', *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan: Publikasi Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya Volume*, 8(2), pp. 98–98.
- WHO (2015) *WHO Global Report on Trends in Prevalence of Tobacco Smoking*. Jenewa.
- WHO (2020) *Infertility*, World Health Organization. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/infertility> (Accessed: 18 November 2020).
- WHO (2021) *WHO Laboratory Manual for the Examination and Processing of Human Semen*. 6th edn, World Health Organization. 6th edn. Jenewa: World Health Organization.
- Wongsodiharjo, T. (2017) 'Analisa Karakteristik Cairan Semen Pada Pasien Varikokel di Rumah Sakit Angkatan Laut dr. Ramelan Surabaya Tahun 2015', *Hang Tuah Medical Journal*, 15(1), pp. 84–92.
- Wulandari, F. R. *et al.* (2018) 'Pengaruh Ekstrak Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum* L.) Terhadap Kadar Hormon Testosteron Tikus Putih (*Rattus norvegicus* L.) yang Diberi Pakan Tinggi Kolesterol', *AVERROUS: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Malikussaleh*, 2(2), p. 28.
- Zubaydah, W. O. S. and Fandinata, S. S. (2020) 'Formulasi Sediaan Masker Gel Peel-off Antioksidan dari Ekstrak Sari Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) Beserta Uji Aktivitas Antioksidan', *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 2(2), pp. 73–82.

Zulharmitta, Z., Kasypiah, U. and Rivai, H. (2012) 'Pembuatan Dan Karakterisasi Ekstrak Kering Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.)', *Jurnal Farmasi Higea*, 4(2), pp. 147–157.

