

**PENGARUH PEMBERIAN JUS KECAMBAH KACANG HIJAU (*Vigna radiata L*) TERHADAP MORFOLOGI SPERMATOZOA PADA TIKUS JANTAN YANG DIPAPARKAN ASAP ROKOK**

**Skripsi**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

mencapai gelar Sarjana Kedokteran



Oleh :

Bela Sisgiantika

**30101900044**

FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

SEMARANG

2023

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**PENGARUH PEMBERIAN JUS KECAMBAH KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L)  
TERHADAP MORFOLOGI SPERMATOZOA TIKUS JANTAN YANG  
DIPAPARKAN ASAP ROKOK  
(Studi Eksperimental Pada Tikus Jantan *Rattus norvegicus* yang Dipapar Asap Rokok)**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Bela Sigiantka

30101900044

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji

Pada tanggal 20 Maret 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Pembimbing I



Dr. Drs. Israhanto Isradji, M. Si

Pembimbing II



Suparni, S.Si, M.Si, PhD (ERT)

Anggota Tim Penguji



dr. Yulice Soraya Nur Intan Sp. OG

dr. Durrotu Djannah Sp.S

Semarang, 20 Maret 2023

Fakultas Kedokteran



Sultan Agung

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

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Bela Sisgiantika

NIM : 30101900044

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

**“PENGARUH PEMBERIAN JUS KECAMBAH (*Vigna radiata L*)  
TERHADAP MORFOLOGI SPERMATOZOA PADA TIKUS JANTAN  
YANG DIPAPARKAN 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 lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Semarang, 31 Maret 2023

Penulis



Bela Sisgiantika



## **Assalamualaikum wr.wb**

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala berkah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini dengan judul “PENGARUH PEMBERIAN JUS KECAMBAH KACANG HIJAU (*Vigna radiata L*) TERHADAP MORFOLOGI SPERMATOZOA PADA TIKUS JANTAN YANG DIPAPARKAN ASAP ROKOK”. Karya tulis ilmiah ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Penulis menyadari akan kekurangan dan keterbatasan, sehingga selama menyelesaikan karya tulis ilmiah ini, penulis mendapat bantuan, bimbingan, dorongan, dan petunjuk dari beberapa pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. dr. H. Setyo Trisnadi, Sp.KF., S.H. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah membantu dalam pemberian izin data.
2. Dr. Drs. Israhanto Isradji, M.Si dan Suparmi, S.Si.M.Si. PhD (ERT) , selaku dosen pembimbing I dan II yang telah sabar meluangkan waktu, tenaga, pikiran, ilmu, dalam memberikan bimbingan, nasihat, dan saran sehingga karya tulis ilmiah ini dapat terselesaikan.
3. dr. Yulice Soraya Nur Intan Sp.OG, dan dr. Durrotul Djannah Sp.S, selaku dosen penguji I dan II yang telah sabar memberikan masukan, ilmu, arahan, dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini hingga akhir.

4. Para staf Laboratorium PAU Universitas Gadjah Mada Yogyakarta yang telah membantu penelitian sampai selesai.
5. Keluarga penulis Papa Wasisto, Mama Krisnawati, Kakak Perempuan Arinta Sistyanika yang selalu menjadi penyemangat, memberi kasih sayang yang tak terhingga, doa, motivasi dan dukungan tanpa mengenal waktu. Skripsi ini ditujukan untuk keluarga terkasih penulis dan semoga penulis dapat menjadi anak dan adek yang dibanggakan.
6. Spesial untuk NIM 18020257 yang telah menjadi sosok rumah serta menemani dan menjadi support system penulis pada hari yang tidak mudah selama proses pengerjaan skripsi. Terima kasih telah mendengarkan keluhan, berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini. Terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan penulis hingga sekarang ini.
7. Sahabat penulis Inayah Wulandari dan Resti Pramesti yang berjuang bersama dan mendukung setiap langkah. Terima kasih nasihat-nasihatnya selama ini dan telah menyempatkan waktu untuk berbagi ilmu.
8. Teman – teman satu bimbingan penulis Pradita Bella Riski Saputri dan Rulla Munaf Agdie Prihartanto yang telah berjuang bersama, saling membantu dan saling mendukung dalam proses pembuatan skripsi hingga selesai.
9. Keluarga besar VORTICOSA 2019 yang saling menyemangati selama masa perkuliahan, terimakasih atas kebersamaan kita selama ini.
10. Kepada orang – orang yang selalu menanyakan kapan skripsi ini selesai

tanpa memberikan bantuan sedikitpun sudah penulis selesaikan skripsi ini

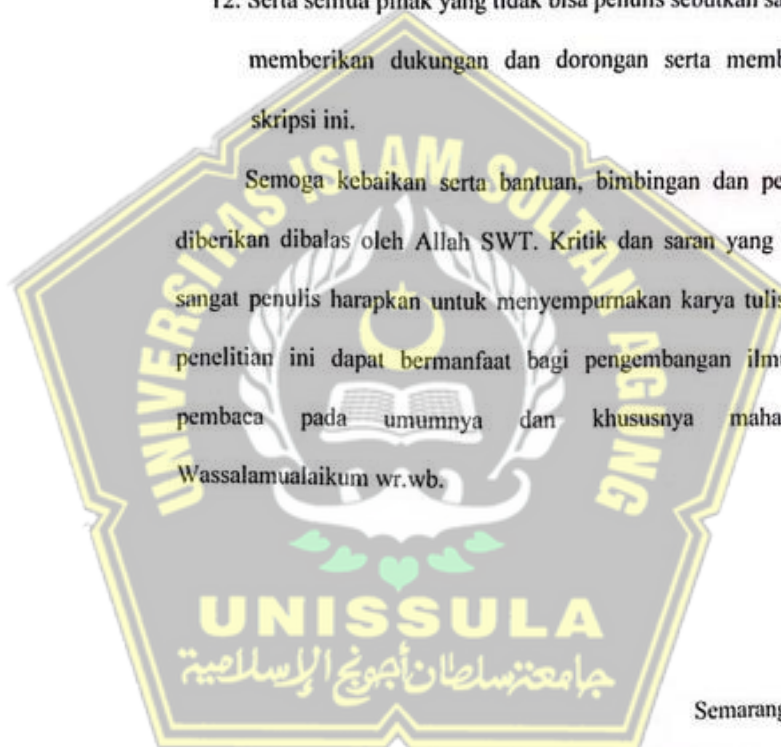
dengan baik.

11. Dan untuk diri sendiri terima kasih sebanyak – banyaknya ku persembahkan. Sudah mau memberikan dan melakukan yang terbaik untuk mencapai gelar sarjana dan menyusun skripsi ini dengan sangat baik.

12. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan dan dorongan serta membantu menyelesaikan skripsi ini.

Semoga kebaikan serta bantuan, bimbingan dan pengajaran yang telah diberikan dibalas oleh Allah SWT. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk menyempurnakan karya tulis ilmiah ini. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan para pembaca pada umumnya dan khususnya mahasiswa kedokteran.

Wassalamualaikum wr.wb.



Semarang, 31 Maret 2023

Penulis



Bela Sisgiantika

## DAFTAR ISI

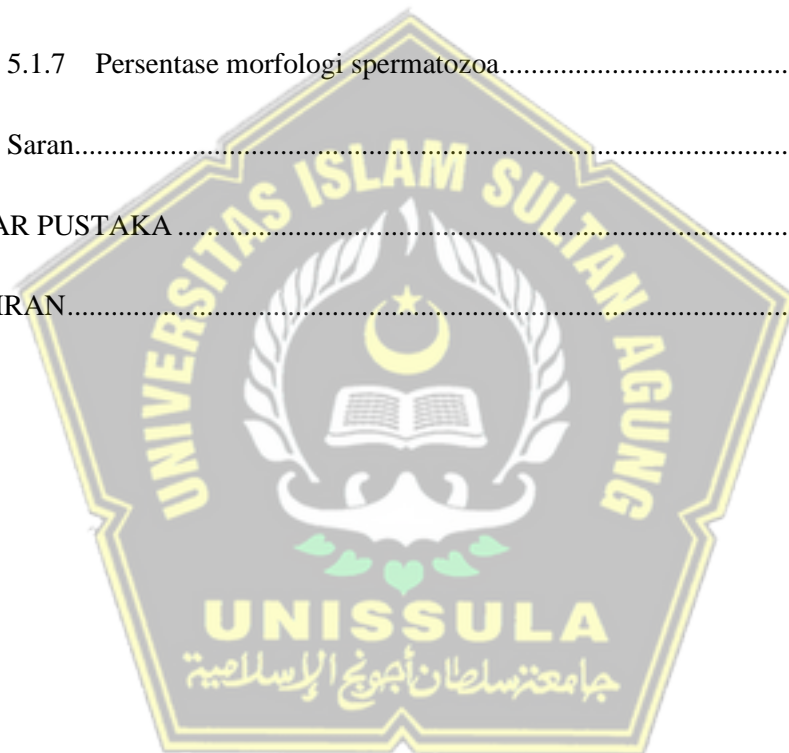
SURAT PERNYATAAN .....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	7
DAFTAR SINGKATAN .....	11
DAFTAR TABEL.....	12
DAFTAR GAMBAR .....	13
BAB I PENDAHULUAN.....	16
1.1 Latar Belakang .....	16
1.2 Rumusan Masalah .....	19
1.3 Tujuan Penelitian.....	19
1.3.1 Tujuan Umum .....	19
1.3.2 Tujuan Khusus.....	19
1.4 Manfaat Penelitian.....	20
1.4.1 Manfaat Teoritis .....	20
1.4.2 Manfaat Praktis.....	20
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	21
2.1 Persentase Morfologi Spermatoza .....	21
2.1.1 Kepala .....	22
2.1.2 Ekor .....	23
2.1.3 Abnormalitas Sperma.....	24

2.2	Jus Kecambah Kacang Hijau .....	27
2.2.1	Kecambah ( <i>Vigna radiata</i> (L.) Wilczek) .....	28
2.3	Spermatogenesis .....	29
2.3.1	Hormon yang Berperan dalam Proses Spermatogenesis .....	33
2.3.2	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Sperma .....	35
2.3.3	Parameter Mutu Sperma.....	36
2.4	Tikus Putih ( <i>Rattus norvegicus</i> ) .....	37
2.4.1	Reproduksi Tikus .....	38
2.5	Hubungan Pemberian Kecambah Terhadap Morfologi Sperma Yang Diinduksi Asap Rokok.....	41
2.6	Kerangka Teori.....	45
2.7	Kerangka Konsep .....	46
2.8	Hipotesis Penelitian.....	46
BAB III METODE PENELITIAN .....		47
3.1	Jenis Penelitian dan Rancangan Penelitian.....	47
3.2	Variabel dan Definisi Operasional .....	47
3.2.1	Variabel Bebas .....	47
3.2.2	Variabel Terikat .....	47
3.2.3	Definisi Operasional.....	47
3.3	Populasi dan Sampel .....	48
3.3.1	Populasi .....	48



3.3.2	Sampel.....	48
3.4	Instrumen dan Bahan Penelitian.....	49
3.4.1	Alat.....	49
3.1.1.	Bahan.....	50
3.5	Cara Penelitian .....	51
3.5.1	Pemeliharaan Hewan Coba.....	51
3.5.2	Pembuatan Jus Kecambah ( <i>Vigna radiata</i> (L.) Wilczek).....	51
3.5.3	Perlakuan hewan coba .....	51
3.5.4	Proses Pembedahan .....	53
3.5.5	Pengambilan Spermatozoa.....	53
3.5.6	Pengamatan Spermatozoa.....	53
3.6	Tempat dan Waktu.....	54
3.6.1	Tempat.....	54
3.6.2	Waktu.....	54
3.7	Analisis Hasil.....	55
3.8	Alur Penelitian.....	56
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>57</b>
4.1	Hasil Penelitian.....	57
4.2	Pembahasan.....	59
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>62</b>
5.1	Kesimpulan.....	62

5.1.1	Terdapat pengaruh .....	62
5.1.2	Persentase morfologi spermatozoa .....	62
5.1.3	Persentase morfologi spermatozoa .....	62
5.1.4	Persentase morfologi spermatozoa .....	62
5.1.5	Persentase morfologi spermatozoa.....	62
5.1.6	Persentase morfologi spermatozoa.....	62
5.1.7	Persentase morfologi spermatozoa.....	63
5.2	Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA .....		64
LAMPIRAN.....		69



## DAFTAR SINGKATAN

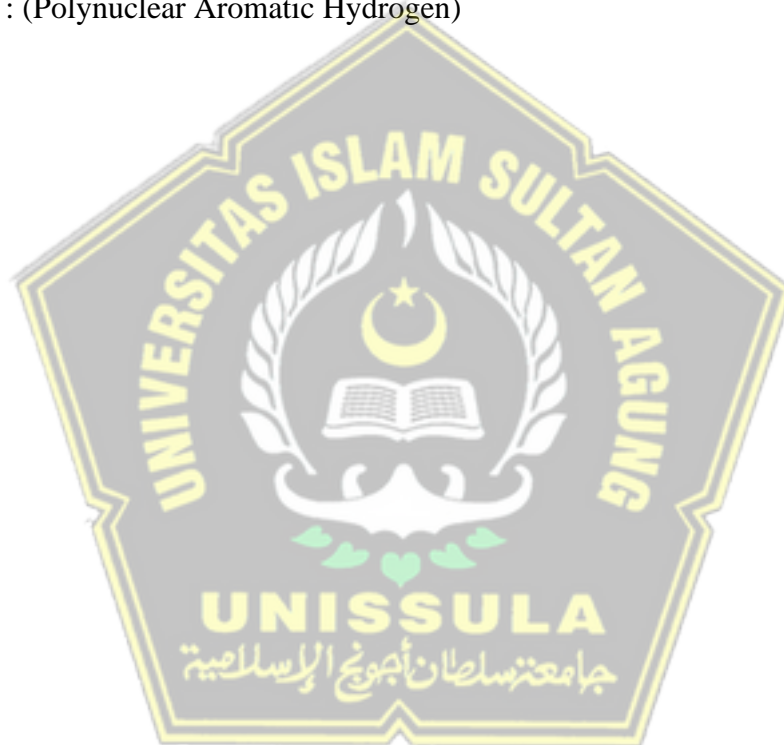
ROS : (Reactive Oxygen Species)

WHO : (World Health Organization)

ATP : (Adenosina Trifosfat)

DNA : (Deoxyribo Nucleic Acid)

PAH : (Polynuclear Aromatic Hydrogen)



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4. 1</b> Rerata persentase morfologi spermatozoa tikus jantan yang dipapar asap rokok .....	57
<b>Tabel 4. 2</b> Menunjukkan Bahwa Pemberian Jus Kecambah Dengan Dosis.....	58



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Sperma Tanpa Kepala.....	24
<b>Gambar 2. 2</b> Sperma Kepala Rata .....	25
<b>Gambar 2. 3</b> Sperma Kepala Peniti .....	25
<b>Gambar 2. 4</b> Sperma Kepala Pipih .....	25
<b>Gambar 2. 5</b> Sperma Leher Bengkok .....	26
<b>Gambar 2. 6</b> Sperma Ekor Bengkok.....	26
<b>Gambar 2. 7</b> Sperma Dengan Kelainan Multipel .....	26
<b>Gambar 2. 8</b> Kecambah.....	29
<b>Gambar 2. 9</b> Tubulus seminiferous penghasil sperma (Sherwood, 2012).....	30
<b>Gambar 2. 10</b> Spermatogenesis (Sherwood, 2012) .....	31
<b>Gambar 2. 11</b> Skematis struktur kelenjar–kelenjar reproduksi pada tikus (Fitria et al., 2015).....	40



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Hasil Pemeriksaan Persentase Morfologi Spermatozoa .....	69
<b>Lampiran 2.</b> Hasil Analisis Normalitas, Homogenitas dan One-Way ANOVA Pada Persentase Morfologi Spermatozoa .....	70
<b>Lampiran 3.</b> Hasil Uji Post Hoc Thamhnes.....	71
<b>Lampiran 4.</b> Ethical Clearance.....	72
<b>Lampiran 5.</b> Surat Izin Penelitian.....	73
<b>Lampiran 6.</b> Surat Izin Pemakaian Laboratorium .....	74
<b>Lampiran 7.</b> Surat Bebas Lab.....	75
<b>Lampiran 8.</b> Dokumentasi Penelitian.....	76



## INTISARI

Merokok ialah kebiasaan yang dapat menyebabkan berbagai macam penyakit seperti faringitis, penyakit paru obstruktif, kanker paru-paru dan penurunan sistem reproduksi pada pria. Kandungan yang terdapat pada rokok dapat meningkatkan kadar *Reactive Oxygen Species* (ROS) didalam tubuh sehingga menimbulkan terjadinya abnormalitas morfologi spermatozoa. Pada masyarakat Indonesia kecambah kacang hijau dipercayai mampu memberikan manfaat yaitu kesuburan pada pria akan meningkat. Penelitian ini untuk mengetahui pemberian jus kecambah (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) berefek terhadap morfologi spermatozoa pada tikus jantan yang dipaparkan asap rokok.

Metode penelitian ini adalah eksperimental dengan rancangan *post test only control group design*, menggunakan subjek uji tikus jantan sebanyak 30 ekor yang terbagi menjadi 6 kelompok yaitu kelompok (N), kelompok (K-), kelompok (K+), kelompok (P1), kelompok (P2), dan kelompok (P3). Subjek uji sebanyak 30 tikus dilakukan adaptasi selama 7 hari, kemudian diberikan perlakuan selama 28 hari, kemudian pada hari ke 29 dilakukan pembedahan dan pemeriksaan persentase morfologi spermatozoa.

Hasil penelitian menunjukkan pada kelompok (N) menghasilkan persentase morfologi spermatozoa sebesar 37,33%, kelompok (K-) 21,10%, kelompok (K+) 35,20, kelompok (P1) 25,36%, kelompok (P2) 29,46% dan kelompok (P3) 36,34%. Data hasil penelitian di uji normalitasnya dengan uji Shapiro-Wilk ( $p > 0,05$ ) menunjukkan hasil yang normal, dan di uji homogenitasnya menggunakan uji Lavene Test ( $p < 0,05$ ) menunjukkan hasil homogen. Selanjutnya dilakukan uji One Way Anova ( $p > 0,00$ ), menunjukkan ada perlakuan yang memiliki nilai yang berbeda bermakna dengan kelompok lain. Kemudian dilakukan uji Post Hoc Tamhanes untuk mengetahui perbedaan.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Merokok ialah kebiasaan yang mampu menimbulkan ancaman kesehatan di seluruh dunia, kebiasaan merokok memiliki banyak dampak negatif bagi perokok aktif maupun pasif. Kandungan rokok dapat menyebabkan berbagai macam penyakit seperti faringitis, penyakit paru obstruktif, kanker paru-paru dan penurunan sistem reproduksi pada pria (Gobel *et al.*, 2020). Paparan asap rokok dapat berdampak pada kualitas reproduksi pria seperti jumlah spermatozoa, motilitas dan morfologi spermatozoa (Rusman, 2019). Morfologi spermatozoa yang abnormal dapat menyebabkan infertilitas atau ketidaksuburan pada pria (Wahyuni, 2016).

Kesuburan dapat dipengaruhi oleh berbagai macam aspek. Aspek yang dapat berpengaruh terhadap kesuburan ialah merokok. Merokok mampu membuat kadar *Reactive Oxygen Species* (ROS) meningkat dalam tubuh, yang menyebabkan timbulnya peningkatan stress oksidatif pada tubuh. Stress oksidatif mampu mencapai kadar yang lebih dari kandungan antioksidan yang ada pada plasma sperma sehingga menyebabkan kerusakan oksidatif dari sperma (Tooy *et al.*, 2016). Kemandulan pada pasangan yang ada di dunia berkisar antara 50 hingga 80 juta. Di Indonesia terdapat 10 hingga 15% jumlah penduduk yang mengalami kemandulan



(Batubara *et al.*, 2013). Sebuah studi tahun 2016 di Surabaya menemukan bahwa lelaki yang menghisap rokok 10 hingga 20 batang sehari 7,2 kali lebih mungkin untuk berdampak terhadap kualitas sperma yang tidak normal apabila dibandingkan dengan seorang lelaki yang tidak merokok. Lelaki yang menghisap asap rokok 21 hingga 40 batang sehari cenderung mempunyai kualitas sperma 27,7 kali lebih abnormal apabila dibandingkan dengan lelaki yang tidak menghisap asap rokok (Sa'adah and Purnomo, 2017).

Gangguan pada sistem reproduksi pria disebabkan oleh peningkatan produksi radikal bebas yang disebabkan oleh bahan kimia dalam rokok, Jika sistem antioksidan tidak segera menetralkan radikal bebas yang dibentuk, maka akan menyebabkan timbulnya stres oksidatif. Ketika stres oksidatif terjadi, hal itu menimbulkan peroksidasi lipid pada membrane plasma sperma, menyebabkan sperma kehilangan motilitas dan viabilitasnya serta merusak morfologi sperma (Sari, 2014). Kandungan nikotin yang terdapat dalam rokok mampu untuk membuat sel Leydig menjadi terhambat dalam melakukan sekresi hormon khususnya testosteron yang akan berdampak terhadap mekanisme dari spermatogenesis yang terhambat, jika mekanisme spermatogenesis mengalami hambatan, maka akan menimbulkan timbulnya kualitas sperma yang tidak baik yaitu morfologi spermatozoa yang tidak normal (Batubara *et al.*, 2013). Pada masyarakat Indonesia kecambah kacang hijau dipercayai mampu

memberikan manfaat yaitu kesuburan pada pria akan meningkat. Kandungan vitamin E (a-tokoferol) kecambah dapat meningkatkan antioksidan pada tubuh, tokoferol sebagai antioksidan mampu untuk membuat reaksi dengan stress oksidatif serta radikal bebas dalam tubuh. Kandungan antioksidan yang terkandung dalam kecambah dapat menetralkan radikal bebas, vitamin E dapat berubah menjadi radikal, akan tetapi radikal yang terdapat pada vitamin E mempunyai komponen yang lebih stabil sehingga radikal bebas dapat berkurang (Maruliyanda *et al.*, 2019). Pada penelitian di Manado tahun 2016, menunjukkan bahwa pemberian dosis 0,5 g/kg ekstrak etanolik kecambah kacang hijau pada mencit yang terkena paparan 2-ME dapat meningkatkan jumlah spermatozoa, sedangkan pemberian pada dosis 1 g/kg ekstrak etanolik kecambah kacang hijau dapat menyebabkan meningkatnya morfologi normal spermatozoa mencit yang terkena 2-ME, sedangkan dengan pemberian ekstrak etanolik kecambah kacang hijau dosis 2 g/kg pada mencit yang terkena paparan 2-ME bisa memulihkan jumlah, dan morfologi normal spermatozoa (Maruliyanda *et al.*, 2019).

Pemberian jus kecambah kacang hijau sebagai antioksidan bisa melindungi spermatozoa dari kerusakan yang diakibatkan oleh radikal bebas. Berdasarkan latar belakang di atas maka peneliti tertarik melakukan penelitian mengenai pengaruh pemberian jus kecambah terhadap morfologi spermatozoa tikus jantan yang dipaparkan asap rokok.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka didapati rumusan masalah apakah pemberian jus kecambah (*Vigna radiata (L.) Wilczek*) berefek terhadap morfologi spermatozoa pada tikus jantan yang dipaparkan asap rokok?

## 1.3 Tujuan Penelitian

### 1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui pengaruh pemberian jus kecambah (*Vigna radiata (L.) Wilczek*) terhadap persentase morfologi spermatozoa tikus jantan yang dipaparkan asap rokok.

### 1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mengetahui persentase morfologi spermatozoa tikus jantan tanpa diberikan jus kecambah dan tanpa dipaparkan asap rokok
- b. Mengetahui persentase morfologi spermatozoa tikus jantan yang dipaparkan asap rokok 2 batang/hari.
- c. Mengetahui persentase morfologi spermatozoa tikus jantan yang diberikan Vit E 1,8 mg serta dipaparkan asap rokok 2 batang/hari
- d. Mengetahui persentase morfologi spermatozoa tikus jantan yang diberikan jus kecambah dosis 12,5% serta dipaparkan asap rokok 2 batang/hari.
- e. Mengetahui persentase morfologi spermatozoa tikus jantan yang diberikan jus kecambah dosis 25% serta dipaparkan asap rokok 2 batang/hari.

- f. mengetahui persentase morfologi spermatozoa tikus jantan yang diberi jus kecambah dosis 50% serta dipaparkan asap rokok 2 batang/hari.

## 1.4 Manfaat Penelitian

### 1.4.1 Manfaat Teoritis

Hasil penelitian dapat memberikan pengetahuan di bidang kedokteran serta dasar penelitian lanjut mengenai pengaruh pemberian jus kecambah (*Vigna radiata (L.) Wilczek*) dapat mempengaruhi persentase morfologi spermatozoa tikus jantan yang dipaparkan asap rokok.

### 1.4.2 Manfaat Praktis

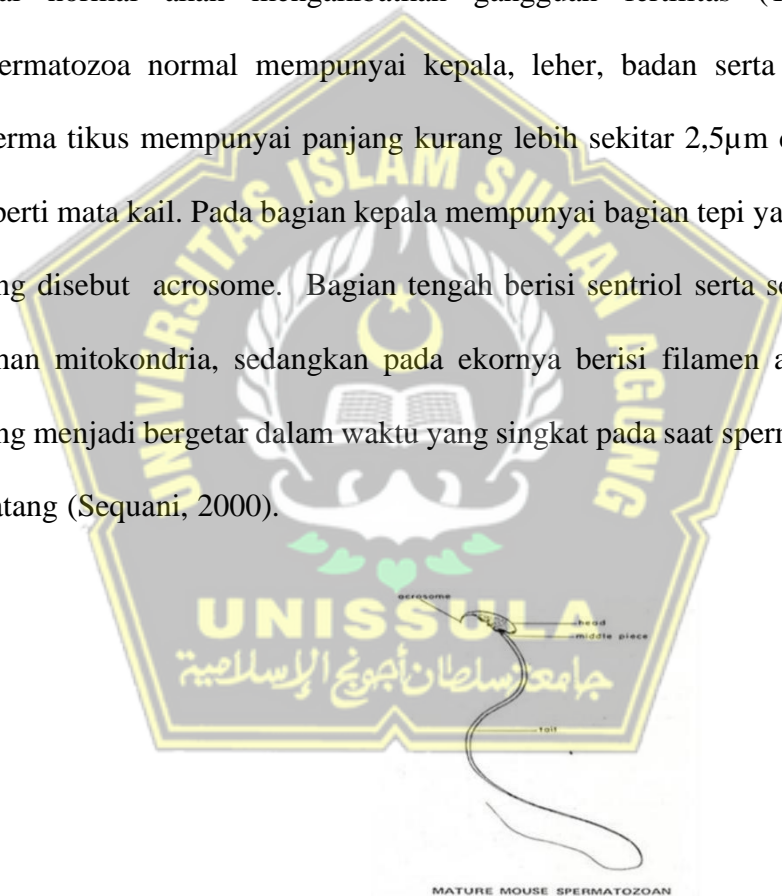
Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai manfaat pemberian jus kecambah (*Vigna radiata (L.) Wilczek*) dapat mencegah terjadinya infertilitas pada pria akibat paparan asap rokok.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Persentase Morfologi Spermatoza

Morfologi spermatozoa berkaitan dengan ukuran dan bentuk sperma. Nilai normal dari morfologi spermatozoa adalah  $\geq 30\%$ , apabila kurang dari nilai normal akan mengakibatkan gangguan fertilitas (Tjipto, 2010). Spermatozoa normal mempunyai kepala, leher, badan serta ekor. Kepala sperma tikus mempunyai panjang kurang lebih sekitar  $2,5\mu\text{m}$  dan berbentuk seperti mata kail. Pada bagian kepala mempunyai bagian tepi yang tidak padat yang disebut acrosome. Bagian tengah berisi sentriol serta selubung spiral bahan mitokondria, sedangkan pada ekornya berisi filamen aksial panjang yang menjadi bergetar dalam waktu yang singkat pada saat spermatozoa sudah matang (Sequani, 2000).



**Gambar 1. 1** Morfologi Spermatozoa

Abnormalitas mampu timbul dibagian kepala, leher, badan, ekor ataupun kombinasi diantaranya. Kepala yang tidak normal dapat berupa kepala yang kembar, pipih, ataupun memiliki bentuk seperti buah “pear” yang bulat, mengkerut, lebih besar, sempit, lebih panjang, serta kepala yang kecil, pada

bagian leher terdiri atas leher yang patah serta bengkok, pada bagian badan berupa badan yang bengkok, patah, pendek membesar, filiforme ganda, serta menyerupai benang, sedangkan pada bagian ekor yakni ekor yang melingkar ganda, patah, menggelung, serta keriting (Nugraheni, 2003).

### 2.1.1 Kepala

Kepala sperma dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu nucleus dan struktur membran. Terdapat kandungan kromosom haploid dan nucleoprotein pada nucleus. Struktur membran sperma meliputi (1) membran plasma, yang menutupi seluruh permukaan kepala sperma ; (2) akrosom, adalah struktur disebelah dalam membran plasma yang menutupi bagian anteriornucleus ; dan (3) postnuclear cap, adalah selubung sitoplasma yang menutupi pada bagian posterior akrosom. Akrosom yang mengandung enzim pada kepala sperma berperan penting dalam proses penetrasi sel telur. Sperma yang diejakulasi harus mengalami proses kapasitasi untuk dapat membuahi oosit. Kapasitasi adalah proses yang menyebabkan perubahan fisiologi pada membran plasma kepala sperma sebelum mengalami reaksi akrosom. dalam proses ini menyingkirkan protein dan glikoprotein plasma semen yang melekat pada permukaan sperma dan kemudian terjadi serangkaian perubahan biokimia dan fisiologi pada sperma (Luthfi and Noor, 2015).

### 2.1.2 Ekor

Flagela atau biasa disebut sebagai ekor adalah bagian yang bertanggung jawab dalam motilitas dan yang mempunyai kemampuan membuahi dari sperma. Flagela terdiri atas empat bagian: bagian leher, tengah, utama serta ujung. Inti dari flagella yaitu struktur mirotubul yang disebut sebagai aksonema yang memanjang dari bagian penghubung sampai dengan bagian akhir flagella. Aksonema dikelilingi oleh Sembilan *Outer Dense fiber* (ODF). ODF yang berfungsi untuk menyediakan struktur sokongan pada ekor sperma yang panjang. Bagian utama dari flagella kira-kira mencakup dua pertiga panjang flagella, diselubungi oleh selubung fiber. Selubung fiber ini dipercayai berperan penting dalam tindakan mekanik motilitas sperma dengan menyediakan sokongan flagella dapat mempengaruhi bentuk dan ayunannya. Protein yang berhubungan dengan selubung fiber telah diidentifikasi dan dikategorikan pada dua kelompok utama cAMP – dependent protein kinase anchoring protein (AKAP), enzim glikolisis. AKAP yang termasuk AKAP4 merupakan komponen utama dari selubung/ fiber berfungsi sebagai kerangka komponen isyarat yang mengatur motilitas sperma. Pada flagella terdapat enzim-enzim yang berperan penting dalam produksi tenaga sperma yang diperlukan untuk motilitas sperma dan pembuahan. Enzim-enzim tersebut adalah enzim yang terlibat pada glikolisis dan fosforilasi oksidatif. Kedua proses tersebut ialah sumber penghasilan tenaga pada sperma. Diantara enzim

yang terlibat pada glikolisis ialah enolase, fosfoglisarat kinase 2, dan laktat dehidrogenase, sedangkan enzim yang terlibat pada oksidasi fosforilatif yaitu ATP sintase, enolase, fosfoglisarat kinase 2, dan laktatdehidrogenase yang terdapat padaselubang fiber, sedangkan ATP sintase terdapat pada mitokondria yang terletak pada selubung mitokondria (Luthfi and Noor, 2015).

### 2.1.3 Abnormalitas Sperma

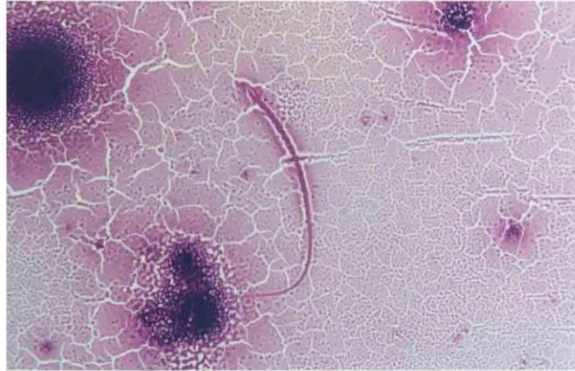
#### a. Sperma Tanpa Kepala



Gambar 2. 1 Sperma Tanpa Kepala



b. Sperma Kepala Rata



**Gambar 2. 2** Sperma Kepala Rata

c. Sperma Kepala Peniti



**Gambar 2. 3** Sperma Kepala Peniti

d. Sperma Kepala Pipih



**Gambar 2. 4** Sperma Kepala Pipih

e. Sperma Leher Bengkok



**Gambar 2. 5** Sperma Leher Bengkok

f. Sperma Ekor Bengkok



**Gambar 2. 6** Sperma Ekor Bengkok

g. Sperma Dengan Kelainan Multipel (Leher dan Ekor Bengkok)



**Gambar 2. 7** Sperma Dengan Kelainan Multipel

## 2.2 Jus Kecambah Kacang Hijau

Taksonomi dan morfologi kacang hijau

Kerajaan : *Plantae*

Divisi : *Magnoliophyta*

Kelas : *Magnoliopsida*

Ordo : *Fabales*

Famili : *Fabaceae*

Genus : *Vigna*

Spesies : *Vigna radiata*

Kacang hijau (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) yaitu satu dari komoditi tanaman kacang yang biasanya ditanam pada lahan yang kering. Susunan pada morfologi kacang hijau meliputi akar, batang, daun, bunga, buah serta biji. Tanaman kacang hijau mempunyai akar yang tunggang, batang memiliki bentuk yang bulat serta berbuku- buku. Batang memiliki ukuran yang kecil, memiliki bulu, memiliki warna hijau kecokelatan ataupun kemerahan. Kacang hijau mempunyai potensi yang tinggi sebagai bahan olahan ataupun makanan serta mempunyai keuntungan kompetitif tersendiri apabila dibandingkan dengan jenis yang lain. Kandungan Biji kacang hijau mempunyai nilai gizi yang besar meliputi vitamin B, mineral, serta serat (Hartiwi *et al.*, 2017).

### 2.2.1 Kecambah (*Vigna radiata* (L.) Wilczek)

Kecambah merupakan jenis tanaman yang tumbuh dari biji kacang yang disemai ataupun melewati mekanisme perkecambahan. Salah satu jenis kecambah yang diolah oleh biji kacang hijau yaitu taube. Jenis-jenis vitamin serta kandungan mineral pada taube ialah vitamin A, C, E (atokoferol), K, thiamin, niasin, riboflavin, asam pantothenik, vitamin B6, folat, cholin, serta  $\beta$ karoten, besi (Fe), kalsium (Ca), magnesium (Mg), fosfor (P), sodium (Na), potasium (K), tembaga (Cu), zink (Zn), mangan (Mn), serta selenium (Se). Jenis-jenis asam amino esensial pada taube, adalah treonin, triptofan, metionin, fenilalanin, lisin, leusin, isoleusin, serta valin. Pada mekanisme perkecambahan ditemukan proses katabolik yang menyediakan zat gizi yang sangat penting. Mekanisme germinasi kecambah juga menghasilkan cerna pada kacang yang meningkat. Disaat proses kecambah berlangsung, akan timbul hidrolisis pada karbohidrat, protein, serta lemak menjadi senyawa sederhana agar dapat dicerna. Pada saat mekanisme ini berjalan, akan ditemukan peningkatan pada vitamin, protein, dan penurunan kandungan lemak (Hairunnisa *et al.*, 2016). Saat perkecambahan berlangsung, karbohidrat akan diubah menjadi dekstrin atau bagian terkecil yaitu gula maltosa, serta kandungan protein lebih besar akan dipecah menjadi asam amino (Martianingsih *et al.*, 2016)

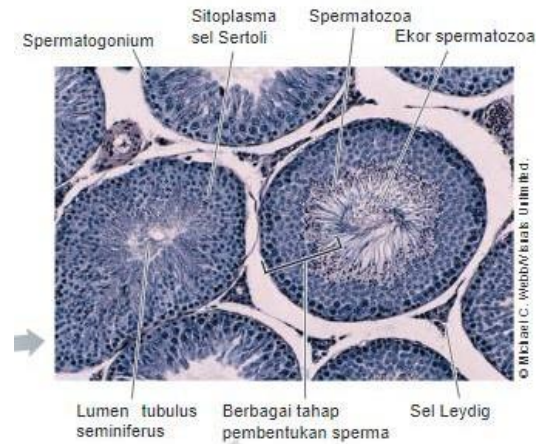


**Gambar 2. 8** Kecambah

### **2.3 Spermatogenesis**

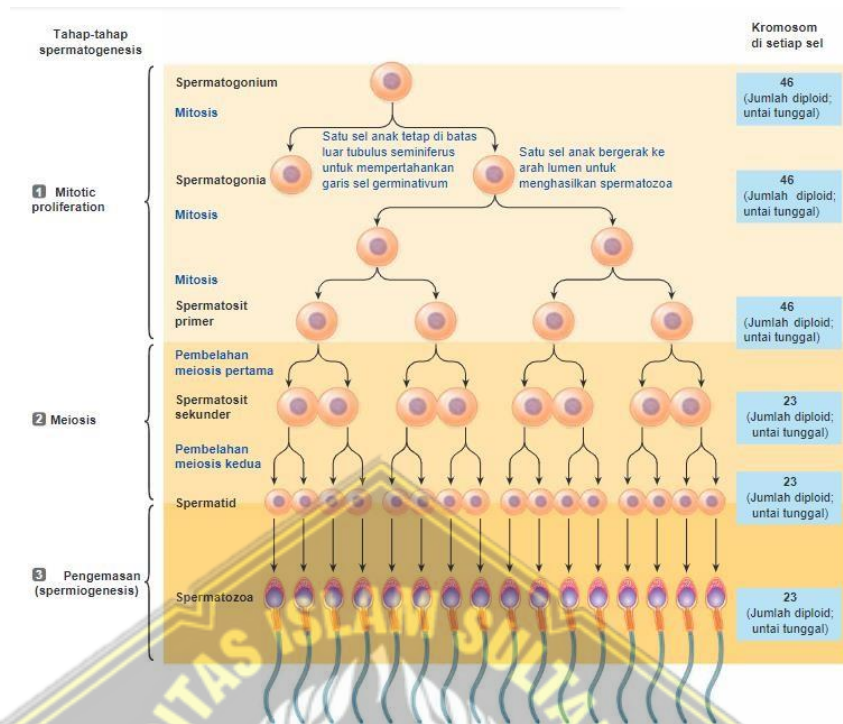
Spermatogenesis yaitu proses menghasilkan sperma dari spermatogonium, melewati proses yang kompleks serta teratur. Spermatogenesis dilakukan di bagian tubulus seminiferus testis. Di dalam bagian tersebut terdiri atas beberapa kelompok sel germinal yang dapat membentuk beberapa lapisan, dimana setiap lapisannya terdiri dari generasi yang berbeda-beda. Pada lapisan lamula basalis hingga ke lumen tubulus seminiferus akan tampak adanya lapisan spermatogonia, spermatosit, lapisan spermatid serta spermatozoa yang dekat ke arah lumen (Susetyarini, 2015).

Testis memiliki kurang lebih 250 m (atau 800 kaki) tubulus seminiferus yang menghasilkan sperma. Pada tubulus, ditemukan adanya dua jenis sel yang secara fungsional sangat penting yaitu sel Germinativum, merupakan jenis sel yang sebagian besar terdapat di berbagai tahap pembentukan sperma, serta *sel Sertoli*, merupakan jenis sel yang penting untuk proses spermatogenesis (Sherwood, 2012).



**Gambar 2. 9** Tubulus seminiferous penghasil sperma (Sherwood, 2012)

Pada proses pembentukan spermatogonia diperlukan waktu sekitar 3 hari lamanya, lalu spermatosit primer sekitar 16 hari lamanya, lalu pada spermatosit II sekitar 26 hari, spermatid sekitar 36 hari serta spermatozoa sekitar 49 hari. (Susetyarini, 2015) Setiap hari menghasilkan ratusan juta sperma yang sudah matang. Pada proses spermatogenesis terdiri atas 3 tahapan utama, yaitu: *proliferasimitotik*, *meiosis*, dan tahap pengemasan (Sherwood, 2012).



**Gambar 2. 10** Spermatogenesis (Sherwood, 2012)

a. Tahap Proliferasi Mitotik

Proses spermatogonia pada lapisan paling luar tubulus seminiferus melakukan mitosis secara terus-menerus, pada sel anaknya terdapat kandungan komplemen sebanyak 46 kromosom yang sama dengan sel induknya. Perkembangbiakan ini dapat terus menerus membentuk jenis baru sel germinativum, setelah terjadi pemisahan mitotik spermatogonium, beberapa sel anak akan berada dibagian terluar tubulus menjadi spermatogonium yang tidak dapat berdiferensiasi, agarturunan sel germinativum tetap terjaga. Pada sel anak lainnya berjalan menuju ke lumen dengan tetap melakukan berbagai tahapan guna pembentukan sperma, pada akhirnya dikeluarkan di dalam lumen. Sel anak yang menghasilkan sperma membelah secara mitotik sebanyak 2 kali agar dapat

menghasilkan 4 spermatosit primer yang identic (Sherwood, 2012).

b. Meiosis

Pada pembelahan meiosis pertama, spermatosit primer (diploid sebanyak 46 kromosom ganda) masing-masing menghasilkan 2 spermatosit sekunder (dengan jumlah haploid 23 kromosom), pada pembelahan meiosis kedua spermatosit sekunder menghasilkan 4 spermatid (jumlah 23 kromosom tunggal masing-masing) (Sherwood, 2012).

Setelah proses spermatogenesis, tidak ada pembelahan sel selanjutnya. Setiap jenis spermatid akan terjadi *remodelling* membentuk spermatozoa. Secara mitotic, masing-masing spermatogonium akan membentuk 4 spermatosit primer dan masing-masing secara meiosis dapat membentuk 4 spermatid. Secara teoritis proses spermatogenic pada manusia akan menciptakan 16 spermatozoa pada prosesnya, tetapi biasanya sebagian sel dapat hilang di beragamtahapan, maka dari itu efisiensi produksi tidak selalu tinggi (Sherwood, 2012).

c. Pengemasan

Pada proses pengemasan secara struktur, terdapat kemiripan spermatid dengan spermatogonia yang tidak berdiferensiasi, kecuali bahwa komplemen kromosom hanya separuh. Pembuatan spermatozoa dari hasil spermatid membutuhkan proses *remodelling*, dan pengemasan ekstensif elemen sel, dimana ini disebut dengan spermiogenesis (Sherwood, 2012).



### 2.3.1 Hormon yang Berperan dalam Proses Spermatogenesis

Pada spermatogenesis dikendalikan oleh 2 hormon ialah sebagai berikut: *luteinizing hormone* (LH) dan *follicle-stimulating hormone* (FSH). Pada LH serta FSH disekresi dari hipofisis anterior dimana dirangsang dengan satu hormone di hipotalamus yaitu *gonadotropin-releasing hormone* (GnRH) (Sherwood, 2012). Jadi gonadotropin ialah hormone paling utama dalam mengatur fungsi dari testis. Hilangnya hormone *gonadotropin* dapat mempengaruhi terhentinya proses daripada spermatogenesis, atrofi testis, serta menjadikan testis lunak (Arief, 2011).

*Follicle Stimulating hormone* (FSH) bekerja di sel *Sertoli* dalam meningkatkan proses spermatogenesis, sementara itu *Luteinizing hormone* (LH) bekerja di sel *Leydig* yang berfungsi dalam mengatur sekresi dari testosteron (Sherwood, 2012). Dalam efek dari LH, sel *Leydig* bertugas menggabungkan testosteron. Testosterone dan FSH bekerjasama agar membuat spermatis primer berubah menjadi spermatis sekunder lalu masuk ke dalam pembelahan meiosis agar menghasilkan spermatid yang diikuti proses spermiogenesis. Setelah itu, proses spermatogenesis dikontrol melalui interaksi antara hormone FSH, LH dan testosteron. Apabila terdapat gangguan saat interaksi antar hormone, akan mencetuskan gangguan proses spermatogenesis. Terjadinya infertilitas disebabkan oleh tergantungnya proses spermatogenesis (Arief, 2011).

Berikut merupakan hormone yang memiliki peran terhadap mekanisme spermatogenesis yaitu:

1. *Hormon Testosteron,*

Hormon testostosterone yang dihasilkan oleh sel *Leydig* terdapat pada bagian intersitium, sangat berguna untuk pertumbuhan serta pembelahan sel germinal pada testis, yang diketahui adalah tahapan awal pembentukan dari sperma.

2. *Luteinizing hormone (LH)*

Hormone luteinisasi ialah hormon yang dihasilkan oleh kelenjar hipofisis anterior, berfungsi dapat membuat terangsangnya sel *Leydig* dalam mensekresi testostosterone.

3. *Folicle Stimulating hormone (FSH),*

Hormon perangsang-folikel dihasilkan dari sel kelenjar hipofisis anterior, juga merangsang sel *Sertoli*, jika rangsangan tidak ada, perubahan spermatid membentuk sperma (proses spermiogenesis) tidak dapat terjadi.

4. *Growth hormon*

Hormon pertumbuhan ini dapat meningkatkan terjadinya awal pembelahan pada spermatogonia; jika hormone ini tidak ada, seperti pada dwarfisme hipofisis, spermatogenesis sangat kurang, bahkan tidak terdapat sama sekali dan penyebab terjadinya infertilitas (Guyton, 2014).

### 2.3.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Sperma

#### 1. Nutrisi

Nutrisi memberikan hasil yang baik bagi tubuh. Pada makanan yang terkandung antioksidan di dalamnya, dapat melawan serta mengurangi radikal-radikal bebas, yaitu seperti vitamin C, E, B2, B6, Selenium, serta Zinc.

#### 2. Polutan

Salah satu hasil polusi terbesar dapat diciptakan dari asap kendaraan yang mencapai sekitar 70%, selain itu, polusi udara dari asap yang dihasilkan rokok serta asap buangan industry pabrik sangat berbahaya untuk kesehatan reproduksi. Di India terdapat penelitian menunjukkan 50 pria pekerja industri mempunyai kualitas sperma yang buruk dari total 95 pria pekerja industri.

#### 3. Aktivitas fisik

Dari berbagai penelitian menginformasikan bahwa aktivitas fisik secara baik dan maksimal, berpengaruh terhadap kualitas sperma. Aktivitas fisik secara baik dan maksimal menimbulkan peningkatan produksi pada oksidan, yang dapat membuat turun jumlah serta motilitas dari spermatozoa sampai 50% daripada sperma yang masih sehat.

#### 4. Faktor lain.

Faktor-faktor lain dapat berpengaruh terhadap motilitas spermatozoa serta proses pada spermatogenesis, seperti faktor psikis, faktor

hormonal, faktor pekerjaan, juga faktor yang lainnya (Dewangga *et al.*, 2021)

### 2.3.3 Parameter Mutu Sperma

Umumnya semen di manusia terdiri atas dua bagian, yakni: plasma semen dan spermatozoa. Pengertian plasma semen adalah sesuatu tambahan sekret kelenjar seks untuk laki-laki yang memiliki volume normal sekiytar 2–6 ml. Pengertian analisis semen manusia yang berakhiran -spermia berkorelasi dengan volume daripada semen tersebut. Sedangkan, yang berakhiran -Zoospermia berhubungan dengan sperma atau spermatozoa. Jika volume semen kurang dari 2 ml disebut sebagai hipospermia; namun, jika volume semen lebih dari 6 ml disebut sebagai hiperspermia; Tidak terdapat sebutan aspermia. Sperma pada manusia memiliki nilai normal:

1. Konsentrasi sperma:  $\geq 20$  juta/ml
2. Motilitas sperma (a+b):  $\geq 50\%$
3. Morfologi sperma normal:  $\geq 30\%$

Jika, konsentrasi dari sperma  $< 20$  juta/ml disebut sebagai oligozoospermia; jika, motilitas sperma  $< 50\%$  disebut sebagai astenozoospermia; jika, morfologi sperma normal  $< 30\%$  disebut sebagai teratozoospermia; dan jika tidak terdapat sperma saat ejakulasi disebut sebagai azoospermia. (Tjipto, 2010).

Pengamatan pada morfologi dilakukan dalam kelainan bentuk dan abnormalitas spermatozoa. Dapat disebut sebagai abnormal jika

bentuk spermatozoa terdapat 1 atau lebih bagian yang abnormal (kepala, kepala kecil, *midpiece*, ekor double, ekor melingkar), hasilnya dinyatakan dalam bentuk persen (Sudatri *et al.*, 2019)

#### 2.4 Tikus Putih (*Rattus norvegicus*)

Penelitian praklinik ialah percobaan dengan menggunakan hewan model untuk penelitian dahulu sebelum diaplikasikan kepada manusia atau primate lainnya. Anggota jenis *rodentia* yaitu tikus putih (*Rattus norvegicus*) dan mencit (*Mus musculus*) dijadikan sebagai hewan uji coba penelitian paling sering karena mempunyai sistem fisiologis yang hamper sama dengan manusia. Tikus Wistar ialah salah satu hewan uji coba yang digunakan sebagai model pada penelitian biomedik (Johnson, 2013). Berikut adalah data biologis tikus:

**Tabel 2. 1** Data Biologis Tikus (Smith dan Mangkoewidjojo, 1998)

Lama hidup	2 hingga 3 tahun, hingga 4 tahun
Waktu produksi	1 tahun
Lama kehamilan	20 hingga 22 hari
Umur dewasa	40 hingga 60 hari
Umur kawin	8 hingga 10 minggu
Siklus kelamin	Polyestrus
Siklus estrus	4 hingga 5 hari
Waktu estrus	9 hingga 20 jam
Perkawinan	Pada saat estrus
Ovulasi	8 hingga 11 jam setelah terdapat estrus, spontan
Pembuahan	7 hingga 10 jam setelah kawin
Implantasi	5 hingga 6 hari setelah pembuahan

Berat badan	300 hingga 400 gram jantan; 250 hingga 300 gram betina
Suhu (rectal)	36 hingga 39°C (rerata 37,5°C)
Pernafasan	65 hingga 115/menit, turun hingga 50 dengan anestesi, naik hingga 150 dalam stress
Denyut jantung	330 hingga 480/menit, turun hingga 250 dengan anestesi, naik hingga 550 dalam stress
Tekanan darah	90 sampai 180 sistole, 60 sampai 145 diastole, turun hingga 80 sistole, 55 diastole dengan anestesi
Konsumsi oxygen	1,29 hingga 2,68 ml/g/jam
Sel darah merah	7,2 hingga 9,6 x 10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup>
Sel darah putih	5,0 hingga 13,0 x 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>
SGPT	17,5 hingga 30,2 IU/liter
SGOT	45,7 hingga 80,8 IU/liter
Aktivitas	Nocturnal (malam)
Konsumsi makan	15 hingga 30 g/hari (dewasa)
Konsumsi minum	20 hingga 45 ml/hari (dewasa)

#### 2.4.1 Reproduksi Tikus

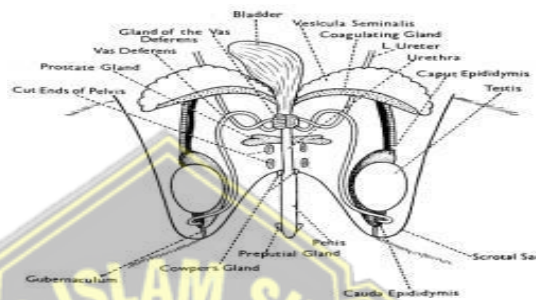
Masa kawin tikus ialah pada saat umur 8-9 minggu dengan jenis siklus estrus poliestrus dan lama siklus 4-6 hari. Periode estrus terjadi selama 9-20 jam dan tikus putih mempunyai lama kebuntingan sekitar 21-23 jam. Perkembangbiakan tikus dalam satu kali melahirkan tikus menghasilkan sampai sekitar 15 ekor, namun biasanya menghasilkan 9 ekor tikus (Sengupta, 2013).

Usia reproduktif tikus ditentukan yaitu dengan mempelajari fase-fase kehidupan tikus serta perilaku tikus. Beberapa dari fase kehidupan

tersebut yaitu: periode hidup tikus antara usia 2–3,5 tahun, mulai dilakukan penyapihan di usia 3 minggu, lalu fase pematangan seksual (fase pubertas) tikus sejak usia 6 minggu (40 hingga 60 hari), fase sebelum dewasa tikus terjadi di usia 63 hingga 70 hari, kemudian fase pematangan sosial tikus terjadi di usia 5 hingga 6 bulan (160 hingga 180 hari), dan terakhir fase penuaan pada di usia 15 hingga 24 bulan. Hasil data secara biologis yang diberikan oleh rumah hewan atau didapatkan dari sumber lainnya, seperti buku teks ataupun berbagai jurnal dari hasil penelitian yang memiliki sifat digunakan sebagai pedoman (guideline). Perbedaan faktor pengelolaan serta faktor lingkungan akan membuat hasil data menjadi beda (Sengupta, 2013).

Pengertian testis adalah kelenjar pada sistem reproduksi jantan berfungsi dalam memproduksi gamet jantan ataupun spermatozoa (spermatogenesis), juga sebagai sintesis hormon dan sebagai androgen (steroidogenesis). Jumlah testis sepasang kanan dan kiri, terdapat dalam bagian inguinal, serta disimpan didalam kantung skrotum. Jenis mamalia, testis akan menurun dan keluar rongga abdomen (peritoneal) ke ekstrakorporeal, kemudian masuk ke skrotum (inguinoskrotal). Mekanisme penurunan testis disebut *descensus testiculorum* dan dikontrol androgen. Posisi seperti ini, membuat suhu dari testis menjadi semakin rendah dibandingkan suhu tubuh (sekitar 2 sampai 4 °C) dan merupakan suhu yang dibutuhkan dalam proses spermatogenesis (Fitria *et al.*, 2015).

Terdapat kelenjar kelamin sebagai tambahan (*accessory sex glands*) selain testis antara lain: vesikula seminalis, kelenjar koagulasi, bulbouretralis (kelenjar *Cowper*), prostat, serta ampula (Fitria *et al.*, 2015).



**Gambar 2. 11** Skematis struktur kelenjar–kelenjar reproduksi pada tikus (Fitria *et al.*, 2015)

Semua kelenjar dapat menghasilkan sekret-sekret dimana berperan dalam transportasi spermatozoa, pasokan dari nutrient, buffer, serta substrat metabolik bagi spermatozoa, khususnya pada motilitas, fertilitas, fungsi lubrikasi, serta dapat menciptakan suatu vaginal *plug*. Pada sekret menghasilkan *accessory sex glands* berbarengan dengan spermatozoa serta sekret epididimis dikenal sebagai semen (Gofur *et al.*, 2014).

Mekanisme spermatogenesis dapat terjadi di dalam tubulus seminiferus testis. Pada spermatogonia, spermatosit, juga spermatid bergabung membuat bentuk sebuah siklus spermatogenik yang beragam antarspesies. Dalam spermatogenesis mencakup dalam berbagai fase, antara lain: fase mitosis, meiosis, spermiogenesis, golgi, capping,



acrosomal, serta yang terakhir fase maturasi. Pada spermatozoa yang merupakan hasil produk dari spermatogenesis bermigrasi dari tubulus seminiferi testis ke dalam epididymis guna sebagai maturasi dan disimpan dalam sementara waktu. Suatu rangsangan dapat menyebabkan sebagian daripada spermatozoa mengalir melewati vas deferens dan menuju ke ampula guna memperbanyak cairan *accessory sex glands* dalam membentuk semen yang nantinya digunakan untuk diejakulasi (Fitria *et al.*, 2015).

Hormon testosteron sebagai hormone androgen paling penting yang dihasilkan oleh sel interstisial *Leydig*, berfungsi dalam meregulasi spermatogenesis, dengan mempercepat diferensiasi serta pertumbuhan pada sel spermatogenik. Diselain itu, hormone testosteron juga berfungsi dalam merangsang pertumbuhan dan pemeliharaan struktur maupun fungsi dari organ reproduksi, menciptakan dan juga mempertahankan dari khas pada kelamin jantan sekunder (Gofur *et al.*, 2014). Gangguan pada hormone berdampak terutama terhadap struktur serta fungsi system kelenjar reproduksi. Normalnya, organ reproduksi memiliki struktur serta fungsi yang beragam (Fitria *et al.*, 2015).

## **2.5 Hubungan Pemberian Kecambah Terhadap Morfologi Sperma Yang Diinduksi Asap Rokok**

Asap yang dikeluarkan dari rokok dan dihirup baik oleh perokok aktif maupun perokok pasif sejatinya memiliki kandungan beberapa senyawa berbahaya, seperti gas, partikel atau karbonmonoksida, karbon dioksida,

oksida yang dihasilkan dari nitrogen, senyawa hidrokarbon, tar, nikotin, cadmium, serta fenol. Jenis senyawa-senyawa yang disebutkan dapat mengakibatkan gangguan pada kesehatan serta radikal bebas yang meningkat. Peningkatan ini dapat melampaui kapasitas dari antioksidan endogen yang murni ada dalam tubuh, sehingga tubuh akan menetralkannya dengan terjadi stress oksidatif. *Reactive Oxygen Spesies* (ROS) ataupun yang sering disebut sebagai radikal bebas merupakan suatu jenis molekul, atom, atau berbagai jenis atom yang mempunyai 1 atau lebih jumlah elektron yang tidak berpasangan di orbit paling luar. Radikal bebas diketahui bersumber baik dari dalam atau disebut sebagai endogen ataupun dari luar yang disebut sebagai eksogen. Dari luar tubuh atau eksogen dapat ditemukan dari makanan, minuman, pestisida, radiasi, serta dari polutan (seperti: asap pabrik, asap kendaraan, maupun asap rokok). ROS adalah salah satu dari beberapa penyebab kerusakan yang terjadi pada spermatozoa. Spermatozoa dapat mengalami kerusakan akibat ROS dikarenakan terdapat banyak sekali asam lemak tak jenuh pada membran sel, namun antioksidan yang terdapat di intraseluler jumlahnya tidak cukup untuk mempertahankan membran sel tersebut. Jumlah kadar dari ROS yang meningkat, tidak hanya dapat membuat kerusakan pada membrane sel dan peroksidase lipid pada spermatozoa, tetapi dapat juga mengakibatkan kerusakan pada DNA dari spermatozoa yaitu integritas DNA yang pada akhirnya menjadi penyebab apoptosis sel (Dwijayanti *et al.*, 2017).

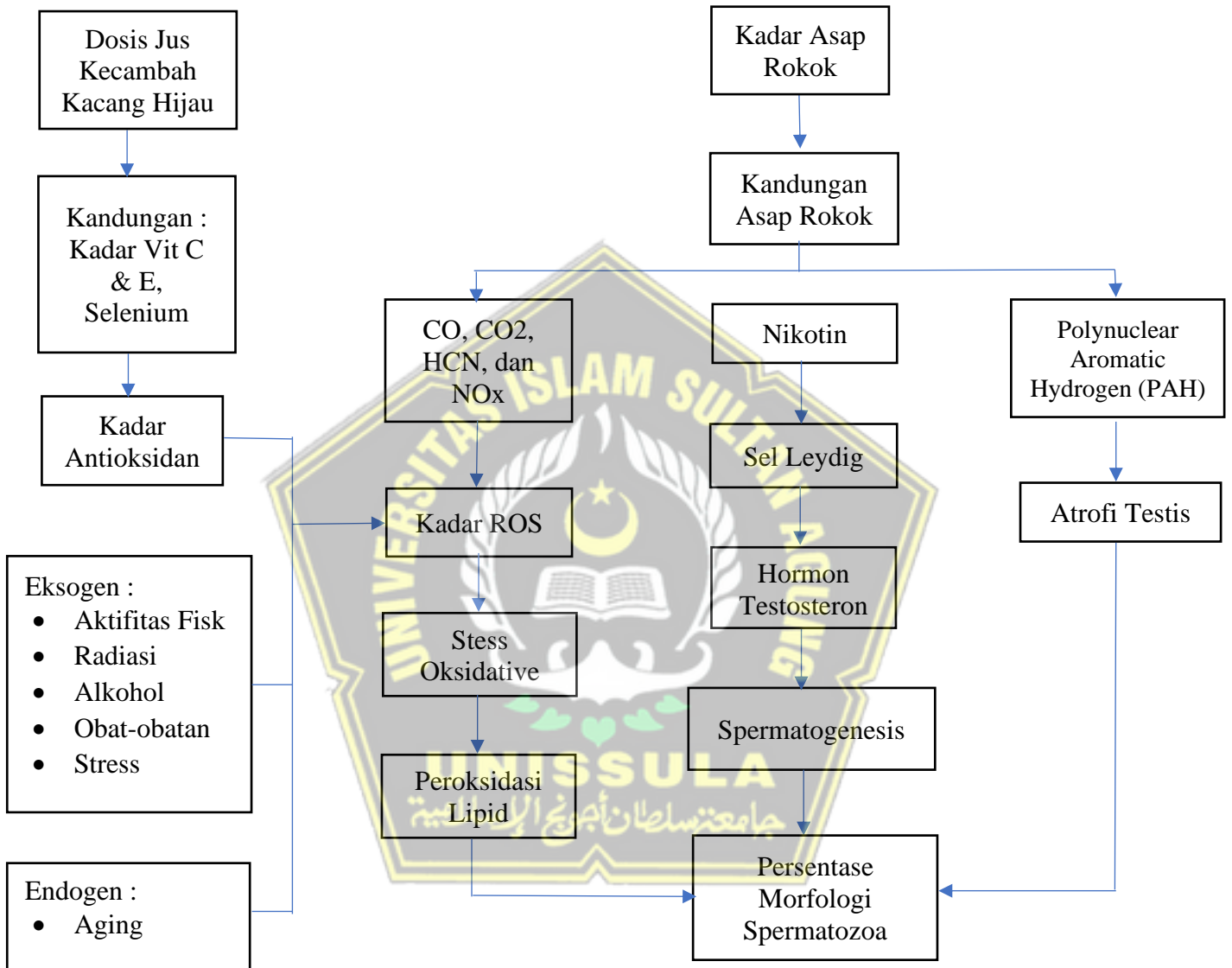
Kecambah atau tauge mempunyai kandungan vitamin C, E serta Selenium yang diketahui merupakan sebagian dari senyawa antioksidan alami dalam tubuh. Kombinasi dari senyawa antioksidan dapat mempertahankan berbagai jumlah sel yang ada pada tubuh dari serangan oksidasi pada radikal bebas, termasuk melindungi sperma. Kandungan vitamin E yang terdapat pada kecambah mampu melawan radikal bebas dengan melawan radikal bebas serta sebagai penghambat dari peroksidasi lipid, akibatnya berbagai hormon yang terlibat dalam pembentukan spermatozoa dapat dijaga guna memaksimalkan pembentukan sel-sel sperma. Vitamin E merupakan antioksidan sebagai pemutus rantai dalam menangkap radikal-radikal bebas dalam membrane serta lipoprotein plasma juga merespons radikal pada peroksida lipid. Vitamin E juga dapat membawa peroksida lipid dengan memberikan hidrogen ke suatu reaksi dimana mampu dalam menggantikan jenis radikal peroksil menjadi radikal tokoferol tidak begitu reaktif, akibatnya menjadi tidak kompeten dalam memutus rantai pada asam lemak, kemudian akan melindungi sel-sel dari kerusakan serta mampu menjadikan kualitas pada spermatozoa menjadi lebih baik (Luhulima *et al*, 2014)

Pada penelitian sebelumnya, memaparkan bahwa pada vitamin E dapat melindungi sel spermatozoa dari kerusakan peroksidatif serta mencegah penurunan motilitas sperma. Vitamin E juga mampu menetralkan peroksida, hidrosil, dan radikal hidrogen peroksida, juga menangkal terjadinya aglutinasi pada sperma. Diduga vitamin E juga dapat menjaga fertilitas pada pria dengan melindungi berbagai sel penyusun tubulus seminiferi pada testis dari kerusakan

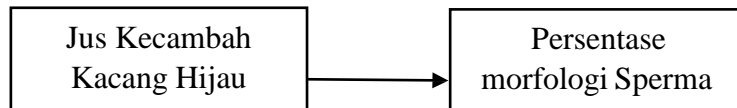
akibat serangan radikal-radikal bebas yang terjadi pada tubuh. Kandungan vitamin E serta protein yang terdapat di kecambah biji kacang hijau, diperkirakan dapat meningkatkan kualitas daripada sperma serta spermatogenesis pada mamalia (Anas *et al.*, 2015)



## 2.6 Kerangka Teori



## 2.7 Kerangka Konsep



## 2.8 Hipotesis Penelitian

Pemberian jus kecambah kacang hijau meningkatkan terhadap persentase morfologi spermatozoa pada tikus jantan yang dipaparkan asap rokok.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

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

Jenis pada penelitian ini ialah jenis penelitian eksperimental memakai polarancangan penelitian *post test only control group design*.

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

##### 3.2.1 Variabel Bebas

Dosis Jus Kecambah (*Vigna radiata (L.) Wilczek*).

##### 3.2.2 Variabel Terikat

Persentase Morfologi Spermatozoa

##### 3.2.3 Definisi Operasional

###### 1. Dosis Jus Kecambah (*Vigna radiata (L.) Wilczek*)

Jus kecambah kacang hijau berupa bubuk dari hasil ekstraksi kecambah yang kemudian diencerkan dengan aquades sehingga berbentuk cairan. Dosis yang diberikan pada jus kecambah dapat di kategorikan menjadi 3 level konsentrasi secara berurutan dalam 3 kelompok : P(1), P(2), P(3). Jus kecambah dapat dibagikan secara oral pada tikus jantan menggunakan sonde. Dosis jus yang digunakan yaitu 12,5%, 25% dan 50%.

Skala : rasio

## 2. Persentase Morfologi Spermatozoa

Morfologi spermatozoa ialah persentase morfologi spermatozoa normal mengenai bentuk (kepala, bagian tengah dan ekor) yang dihitung pada 200 spermatozoa.

Persentase morfologi spermatozoa :

$$\frac{A}{(A + B)} \times 100\%$$

Keterangan :

A : jumlah morfologi normal B : jumlah morfologi abnormal

Satuan : %

Skala : rasio

### 3.3 Populasi dan Sampel

#### 3.3.1 Populasi

Pada penelitian ini populasinya yaitu tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang diberi paparan dengan asap dari rokok, yang didapatkan di Laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada.

#### 3.3.2 Sampel

Sesuai dengan aturan WHO, besar sampel dari penelitian ini menggunakan minimal 5 ekor hewan coba pada setiap kelompok (WHO, 2010). Sementara itu, penelitian ini, menggunakan 5 ekortikus



jantan pada masing-masing kelompok. Sampel pada penelitian ini didapatkan secara acak sampling menggunakan kriteria yaitu:

a) Kriteria Inklusi

Tikus dengan jenis kelamin jantan Berat badan tikus yaitu 200gram Usia tikus yaitu 12 Minggu Sehat dengan Penampilan:

- Tikus bergerak secara aktif
- Tikus makan serta minum secara baik

b) Kriteria Eksklusi

Mempunyai kecacatan anatomi

c) Kriteria Drop Out

Perubahan Perilaku Tikus Mati

### 3.4 Instrumen dan Bahan Penelitian

#### 3.4.1 Alat

- a. Kandang tikus yang lengkap adanya tempat makan dan minum
- b. Timbangan tikus
- c. Alat untuk pengambilan cauda epididymis sampai ampula vas deferen
- d. Gunting kecil
- e. Pinset sirurgis
- f. Pisau silet
- g. Mikroskop cahaya dengan lensa okular pembesaran 10× dan lensa obyektif pembesaran 10×, 40× dan 100

- h. Kamera digital
- i. Gelas objek
- j. Cawan petri
- k. Pipet tetes
- l. Bilik hitung dan deck glass
- m. Smoking chamber disertai spuit 10cc
- n. Sarung tangan
- o. Blender
- p. Rotary evaporator
- q. Sonde lambung *tuberculin* 1 ml

3.1.1. Bahan

- a. Tikus putih dengan jenis kelamin jantan (*Rattus novvergicus*) dengan usia 12 minggu, kisaran berat 200gram sebanyak 30 ekor tikus
- b. Pakan standar Comfeed AD II
- c. Jus kecambah kacang hijau dengan dosis masing-masing 12,5%, 25% dan 50%
- d. Aquades
- e. *NaCl* 0,9%
- f. Larutan *giemsa*
- g. *Metanol*
- h. *Chloroform*
- i. Rokok kretek (nikotin : 2.5 mg, tar : 39 mg)

### **3.5 Cara Penelitian**

#### **3.5.1 Pemeliharaan Hewan Coba**

Tikus jantan dilakukan adaptasi dahulu selama 7 hari di Laboratorium Pusat Studi Pangan serta Gizi Universitas Gajah Mada. Hewan coba akan ditempatkan dan dipelihara pada kandang. Suhu serta kelembaban diruangan dibiarkan dalam kisaran yang alamiah. Tikus akan diberikan pakan setiap hari sesuai standard pada *Comfeed AD II*. Setelah itu, semua tikus dikategorikan menjadi 6 kelompok dipilih secara acak. Setiap kandang akan berisi sekitar 5 ekor tikus yang diberlakukan berbeda di setiap kelompok.

#### **3.5.2 Pembuatan Jus Kecambah (*Vigna radiata* (L.) Wilczek)**

Pembuatan awal jus kecambah yakni pertama kecambah dicuci sampai bersih, lalu kecambah ditiriskan hingga tidak adanya air, kemudia diblender yang sebelumnya ditambahkan aquades. Jus kecambah kacang hijau ini dibuat menjadi 3 stok konsentrasi (12,5 %; 25 %; 50 %). Saat membuat konsentrasi 12 %, sebanyak 12,5 gram kecambah kacang hijau ditambahkan 100 mL aquades lalu diblender, sedangkan pada saat membuat jus kecambah kacang hijau konsentrasi 25 % serta 50 % dibuat dengan sama seperti pembuatan konsentrasi 12,5 %. Jus kecambah kacang hijau yang dihasilkan akan disimpan dan digunakan sebagai uji coba.

#### **3.5.3 Perlakuan hewan coba**

Perlakuan dapat dilaksanakan menggunakan cara

memaparkan asap rokok menggunakan smoking pump ke 5 ekor tikus di tiap kelompoknya yang diletakkan di smoking chamber sebanyak 2 batang dalam sehari selama 28 hari. Paparan ini dilaksanakan dengan membakar 1 buah batang rokok selama 15 menit sekali ke kelompok perlakuan paparan asap rokok. Paparan ini diteruskan sampai 2 buah batang rokok habis. Selanjutnya, tiap kelompok diberikan estrak jus kecambah, lalu diinjeksi secara oral dengan masing-masing dosis 12,5%, 25% dan 50%. Lalu, di hari ke-29, mencit dikorbankan serta dilakukan pembedahan guna mendapatkan semen dari daerah cauda epididimis melalui bagian ujung epididimis yang dijepit kemudian ditekan secara satu arah. Hasil semen didapat nantinya diletakkan ke cawan petri.

Kelompok perlakuan :

- a. Kelompok Kontrol Normal Diberi pakan *Comfeed* AD II, tidak diberikan jus kecambah dan tidak dipaparkan asap rokok
- b. Kelompok Kontrol (-) Diberi pakan *Comfeed* AD II lalu dipaparkan asap rokok kretek 2 batang/hari.
- c. Kelompok Kontrol (+) : Diberi pakan *Comfeed* AD II, kemudian diberikan Vit E sebanyak 1,8 mg serta dipaparkan asap rokok kretek 2 batang/hari.
- d. Kelompok Perlakuan 1 : Diberi pakan *Comfeed* AD II, kemudian ditambahkan jus kecambah dosis 12,5 % serta dipaparkan asap rokok kretek 2 batang/hari.

- e. Kelompok Perlakuan 2 : Diberi pakan *Comfeed* AD II, kemudian ditambahkan jus kecambah dosis 25 % serta dipaparkan asap rokok kretek 2 batang/hari.
- f. Kelompok Perlakuan 3 : Diberi pakan *Comfeed* AD II, kemudian ditambahkan jus kecambah dosis 50 % serta dipaparkan asap rokok kretek 2 batang/hari.

#### **3.5.4 Proses Pembedahan**

Proses pembedahan akan dilakukan setelah tikus mendapatkan perlakuan selama 28 hari, di hari ke 29 semua tikus percobaan akan dibius dengan larutan chloroform, lalu dilakukan pembedahan.

#### **3.5.5 Pengambilan Spermatozoa**

Kemudian setelah dilakukan pembedahan, prosedur selanjutnya yakni: Sekresi yang diambil dari Cauda Epididimis yang diuraikan dengan memotong 1/3 pada cauda epididimis. Lalu, Cauda epididimis ditekan secara sampai cairan epididimis keluar kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri berisi 1 ml NaCL 0,9% agar terpisah dari perlekatannya dengan lemak.

#### **3.5.6 Pengamatan Spermatozoa**

Pada pemeriksaan morfologi dilakukan dengan cara mengambil larutan sperma yang terdapat pada cawan petri dengan pipet, lalu teteskan satu tetes pada objek glass sedikit ke tepi, kemudian ambil kaca spreader untuk meratakan preparat dengan menggeser kearah kanan dengan sudut 45 derajat. Selanjutnya

keringkan preparat kurang lebih 5 menit, fiksasi dengan larutan fiksatif metanol selama 10 menit. Lalu warnai dengan giemsa, dan kemudian mengamati dibawah mikroskop cahaya 400 kali. Pemeriksaan morfologi difokuskan kepada kelainan bentuk atau abnormalitas spermatozoa dengan pengulangan pengamatan sepuluh kali. Hasil dinyatakan dalam persen, abnormalitas morfologi pada spermatozoa akan terjadi kelainan di kepala, leher, juga ekor.

Kriteria kelainan dari morfologi yaitu:

- a. Kepala : kepala mengecil, kepala membesar, mempunyai 2 kepala, tidak memiliki kepala,
- b. Leher : leher patah
- c. Ekor : ekor patah, ekor melingkar, mempunyai 2 ekor
- d. Spermatozoa immatur : spermatozoa yang memiliki kandungan cytoplasmic droplet dan tetap terikat di bagian kepala, ekor, serta leher.

### **3.6 Tempat dan Waktu**

#### **3.6.1 Tempat**

Pemeliharaan serta penelitian pada hewan uji coba dilakukan pada Laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

#### **3.6.2 Waktu**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai dengan

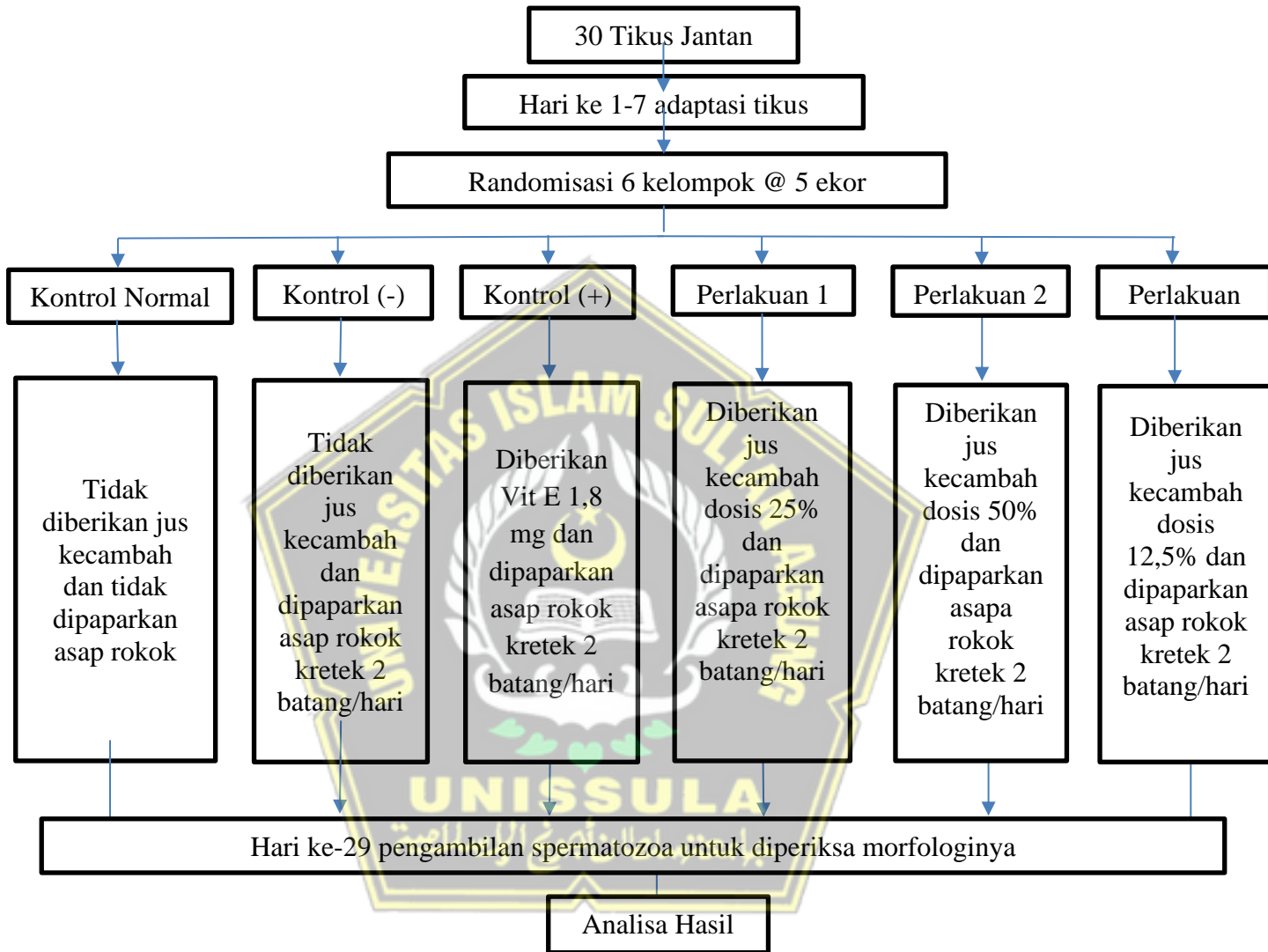
februari 2022

### 3.7 Analisis Hasil

Semua data hasil penelitian telah dilakukan uji normalitas serta homogenitas menggunakan uji Shapiro Wilk serta Levene test. Hasil data yang diperoleh data memiliki distribusi yang normal serta varian data homogen kemudian data dapat dilanjutkan memakai uji parametrik yaitu One Way Anova kemudian data dilakukan uji lanjutan Post Hoc Thmhanes untuk mengetahui perbedaan yang bermakna antar kelompok.



### 3.8 Alur Penelitian





## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan mengetahui pengaruh pemberian jus kecambah (*Vigna radiata (L.) Wilczek*) terhadap persentase morfologi spermatozoa tikus jantan yang dipaparkan asap rokok. Tikus jantan dalam penelitian ini adalah 30 tikus jantan yang dibagi dalam 6 kelompok. Tabel 4.1. menunjukkan rerata persentase morfologi spermatozoa pada 6 kelompok perlakuan.

**Tabel 4. 1** Rerata persentase morfologi spermatozoa tikus jantan yang dipapar asap rokok

Kelompok Perlakuan	Persentase Morfologi Spermatozoa
Normal (N)	37,33%
Kontrol Negatif (K-)	21,10%
Kontrol Positif (K+)	35,20%
Perlakuan 1	25,36%
Perlakuan 2	29,46%
Perlakuan 3	36,34%

Kelompok tikus yang dipapar asap rokok 2 batang perhari menunjukkan persentase morfologi spermatozoa yang paling rendah. Pemberian jus kecambah pada kelompok (P1), (P2) dan (P3) dapat menaikkan persentase morfologi spermatozoa.

Hasil uji normalitas dengan uji shapiro-wilk diketahui data morfologi pada semua kelompok perlakuan terdistribusi normal ( $p>0,05$ ), hasil uji homogenitas diperoleh ( $p<0,05$ ) sehingga sebaran data morfologi memiliki varian data yang homogen, oleh karena itu dilakukan uji one way anova. Hasil uji one way anova ( $p=0,00$ ) menunjukkan bahwa minimal ada suatu kelompok yang memiliki nilai persentase morfologi spermatozoa berbeda bermakna dengan kelompok lainnya.

Uji post hoc Tamhanes dilakukan untuk mengetahui kelompok perlakuan yang memiliki perbedaan nilai persentase morfologi spermatozoa dibandingkan dengan kelompok perlakuan lain. Tabel 4.2 menunjukkan hasil uji post hoc tamhanes

**Tabel 4. 2** Menunjukkan Bahwa Pemberian Jus Kecambah Dengan Dosis

**Tabel 4.2** Hasil Uji Post Hoc Tamhanes

	N	K (-)	K (+)	P1	P2	P3
N		0.000*	0.302	0.000*	0.017*	0.981
K (-)	0.000*		0.000*	0.046*	0.010*	0.000*
K (+)	0.302	0.000*		0.000*	0.120	0.579
P1	0.000*	0.046*	0.000*		0.317	0.000*
P2	0.017*	0.010*	0.120	0.317		0.043*
P3	0.981	0.000*	0.579	0.000*	0.043*	

12,5% (P1), 25% (P2) dan 50%(P3) berbeda bermakna ( $p<0,05$ ) dengan kelompok tikus yang dipapar asap rokok. Pada kelompok jus kecambah dosis 25%(P2) dan 50%(P3) menunjukkan rerata morfologi ( $p>0.05$ ) yang sama dengan kelompok (K+).

## 4.2 Pembahasan

Paparan asap rokok menggunakan 2 batang rokok perhari selama 28 hari menyebabkan morfologi spermatozoa yang abnormal dibandingkan dengan tikus normal yang tidak dipaparkan asap rokok. Hal ini disebabkan karena radikal bebas yang dihasilkan dari paparan asap rokok menyebabkan gangguan proses spermatogenesis pada tikus jantan sehingga terjadi abnormalitas spermatozoa. Hasil ini sesuai dengan penelitian Rusman pada tahun 2019 yang menyebutkan bahwa pemberian asap rokok mampu untuk membuat morfologi spermatozoa tikus menjadi turun (Rusman, 2019). Hal ini dikarenakan paparan asap rokok menimbulkan terjadinya radikal bebas yang meningkat sehingga akan berdampak terhadap terjadinya anatomi testis yang berubah yaitu diameter tubulus seminiferus yang menurun pada testis, jumlah sel Leydig yang menurun, dan sel Sertoli yang dapat berpengaruh terhadap mekanisme spermatogenesis sehingga dapat menimbulkan morfologi sperma menurun (Akbar, 2020).

Pemberian jus kecambah dengan dosis 12,5 % berpengaruh menaikkan morfologi spermatozoa pada tikus yang dipaparkan asap rokok akan tetapi kenaikannya tidak seefektif dibandingkan dengan tikus yang beri vit E 1,08 mg perhari. Hal ini disebabkan karena kandungan antioksidan yang terdapat pada jus kecambah tidak sebanding dengan antioksidan pada vit E sehingga tidak mampu dalam menghambat pembentukan *Reactive Oxygen Species* (ROS) akibat pemberian asap rokok. Hasil ini terjadi karena radikal bebas yang meningkat yaitu dalam radikal anion superoksida yang mampu

menimbulkan timbulnya stress oksidatif. Hasil tersebut searah dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hidayanti et al., (2017) bahwa kandungan antioksidan dengan dosis 12,5% tidak seefektif di bandingkan dengan dosis perlakuan lainnya.

Pemberian jus kecambah dengan dosis 25% dapat berpengaruh terdapat kenaikan morfologi spermatozoa pada tikus jantan yang diberi paparan asap rokok. Hal ini disebabkan karena kandungan yang terdapat pada kecambah seperti vit E, vit C dan selenium dapat mencegah terjadinya stress oksidatif dan radikal bebas sehingga persentase morfologi spermatozoa yang terbentuk mengalami peningkatan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilaksanakan oleh Maruliyanda, Hayati and Pidada, di Manado tahun 2016, yang menyebutkan bahwa pemberian dosis 0,5 g/kg ekstrak etanolik kecambah kacang hijau pada mencit yang terpapar 2-ME dapat meningkatkan jumlah spermatozoa, sedangkan pemberian pada dosis 1 g/kg ekstrak etanolik kecambah kacang hijau dapat meningkatkan morfologi normal spermatozoa mencit yang terpapar 2-ME, sementara dengan pemberian ekstrak etanolik kecambah kacang hijau dosis 2 g/kg pada mencit yang terpapar 2-ME dapat memulihkan jumlah, dan morfologi normal spermatozoa. Hal ini dikarenakan terdapat antioksidan yang terkandung pada kecambah berperan sebagai antioksidan sekunder yang dapat menangkap radikal bebas sehingga radikal bebas mampu berubah menjadi lebih stabil dan inaktif (Ikhwan, 2020).

Hasil persentase morfologi spermatozoa pada tikus jantan yang diberikan jus kecambah dengan dosis 50% dan dipaparkan asap rokok mengalami kenaikan tertinggi, karena kandungan  $\alpha$ -tokoferol yang terkandung dalam jus kecambah dapat membuat stres oksidatif dicegah melalui mekanisme diubahnya radikal bebas kedalam bentuk yang lebih inaktif sehingga radikal bebas dapat lebih stabil serta apoptosis sel yang disebabkan oleh radikal bebas dapat dicegah. Hasil penelitian yang dilaksanakan pada tikus yang diberi paparan asap rokok serta pemberian jus kecambah ini sejalan dengan penelitian (Anas, Chakim and Suharjono (2015) yang menyatakan bahwa kandungan protein serta vitamin E yang terdapat pada kecambah kacang hijau mampu meningkatkan kualitas sperma serta spermatogenesis pada mamalia. Hal tersebut dikuatkan oleh pendapat Luhulima et al., (2014) yang menyebutkan bahwa vit E, C, dan selenium yang terkandung dalam kecambah dapat mencegah dari stress oksidatif dan radikal bebas.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yaitu tidak dilakukannya pemeriksaan kadar antioksidan berupa  $\alpha$ -tokoferol yang dapat meningkatkan morfologi spermatozoa dan tidak dilakukan perhitungan kadar hormon yang dapat mengganggu pada proses spermatogenesis pada tikus yang papar asap rokok.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

##### 5.1.1 Terdapat pengaruh

pemberian jus kecambah (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) terhadap persentase morfologi spermatozoa tikus jantan yang dipaparkan asap rokok.

##### 5.1.2 Persentase morfologi spermatozoa

tikus jantan tanpa diberikan jus kecambah dan tanpa dipaparkan asap rokok adalah  $37,33 \pm 1.37$  %.

##### 5.1.3 Persentase morfologi spermatozoa

tikus jantan yang dipaparkan asap rokok 2 batang/hari adalah  $21,10 \pm 1.69$  %.

##### 5.1.4 Persentase morfologi spermatozoa

tikus jantan yang diberikan Vit E 1,8 mg dan dipaparkan asap rokok 2 batang/hari adalah  $35,20 \pm 0.32$  %.

##### 5.1.5 Persentase morfologi spermatozoa

tikus jantan yang diberikan jus kecambah dosis 12,5% dan dipaparkan asap rokok 2 batang/hari adalah  $25,36 \pm 0.62$  %.

##### 5.1.6 Persentase morfologi spermatozoa

tikus jantan yang diberikan jus kecambah dosis 25% dan

dipaparkan asap rokok 2 batang/hari adalah  $29,46 \pm 2.69 \%$ .

#### 5.1.7 Persentase morfologi spermatozoa

tikus jantan yang diberikan jus kecambah dosis 50% dan dipaparkan asap rokok 2 batang/hari adalah  $36,34 \pm 0.98 \%$ .

### 5.2 Saran

Bagi penelitian selanjutnya agar melakukan pemeriksaan kadar antioksidan berupa  $\alpha$ -tokoferol secara kuantitatif yang dapat meningkatkan morfologi spermatozoa.



## DAFTAR PUSTAKA

- Batubara, I. V. D., Wantouw, B., & Tendean, L. (2013). Pengaruh Paparan Asap Rokok Kretek Terhadap Kualitas Spermatozoa Mencit Jantan (*Mus musculus*). *Jurnal E-Biomedik*, 1(1), 330–337. <https://doi.org/10.35790/ebm.1.1.2013.4367>
- Cholifah, S., Arsyad, & Salni. (2014). Pengaruh Pemberian Ekstrak Pare (*Momordica charantia*, L) Terhadap Struktur Histologi Testis dan Epididimis Tikus Jantan. *Mks*, 46(2), 149–157.
- Guyton, A. (2018). *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran, Jakarta: EGC. 101-5.*
- Hairunnisa, O., Sulistyowati, E., & Suherman, D. (2016). Pemberian Kecambah Kacang Hijau (Tauge) terhadap Kualitas Fisik dan Uji Organoleptik Bakso Ayam. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 11(1), 39–47. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.11.1.39-47>
- Hartiwi, W. Y., Gede, W., & Dwiyani, R. (2017). Pertumbuhan dan Hasil Berbagai Varietas Kacang Hijau (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) pada Kadar Air yang Berbeda. *Agrotrop*, 7(2), 117–129.
- Johnson, M. (2013). Laboratory Mice and Rats. In *Labome*. <https://doi.org/DOI/dx.doi.org/10.13070/mm.en.2.113>
- Maruliyanda, C., Hayati, A., & Pidada, I. R. (2014). Pengaruh Ekstrak Etanolik Kecambah Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus*) Terhadap Jumlah dan Morfologi Spermatozoa Mencit yang Terpapar 2-Methoxyethanol. *Jurnal Ilmiah*, 1(1), 1–10.
- Sengupta, P. (2013). The laboratory rat: Relating its age with human's. *International Journal of Preventive Medicine*, 4(6), 624–630.
- Sherwood, L. I. (2011). *Fisiologi Manusia (EGC)*.
- Anas, Y., Chakim, N. and Suharjono (2015) 'Pengaruh Pemberian Jus Kecambah Kacang Hijau (*Vigna Radiata* (L.) R. Wilczek) Terhadap Kualitas Spermatozoa dan Spermatogenesis Mencit Jantan Galur Swiss', *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik (Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Pharmacy)*, pp.1–10.
- Arief, Y. S. (2011) 'Stres Dapat Mengganggu Proses Spermatogenesis pada Mencit', *Jurnal Ners*, 6(2), pp. 169–174. doi: 10.20473/jn.v6i2.3987.
- 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. doi: 10.35790/ebm.1.1.2013.4367.
- Dewangga, M. W., Nasihun, T. and Isradji, I. (2021) 'Dampak olahraga berlebihan terhadap kualitas sperma', *Journal Penelitian Kesehatan SuaraForikes*, 12(1), pp. 58–61.



- Dwijayanti, F. *et al.* (2017) 'Pemberian Estrak Buah Juwet (*Syzygium cumini* L.) Terhadap Jumlah Dan Morfologi Spermatozoa Tikus Putih (*Rattus sp.*) Jantan Yang Terpapar Asap Rokok', *Simbiosis*, (1), p. 20. doi: 10.24843/jsimbiosis.2017.v05.i01.p05.
- Fitria, L. *et al.* (2015) 'Profil Reproduksi Jantan Tikus (*Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769) Galur Wistar Stadia Muda, Pradewasa, dan Dewasa', *Jurnal Biologi Papua*, 7(1), pp. 29–36. doi: 10.31957/jbp.429.
- Gobel, S. *et al.* (2020) 'Bahaya merokok pada remaja', *Jurnal Abdimas*, 7(1), p.33.
- Hairunnisa, O., Sulistyowati, E. and Suherman, D. (2016) 'Pemberian Kecambah Kacang Hijau (*Tauge*) terhadap Kualitas Fisik dan Uji Organoleptik Bakso Ayam', *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 11(1), pp. 39–47.
- Hartiwi, W. Y., Gede, W. and Dwiyani, R. (2017) 'Pertumbuhan dan Hasil Berbagai Varietas Kacang Hijau (*Vigna radiata* ( L. ) Wilczek ) pada Kadar Air yang Berbeda', *Agrotrop*, 7(2), pp. 117–129.
- Luhulima, F., Tendean, L. and Queljoe, E. De (2014) 'Pengaruh Pemberian Vitamin E Terhadap Kualitas Spermatozoa Mencit Jantan (*Mus musculus*) Yang Diberi Paparan Suhu', *Jurnal e-Biomedik*, 2(2). doi: 10.35790/ebm.2.2.2014.5109.
- Luthfi, M. J. and Noor, M. M. (2015) *Analisis Kualitas Sperma Tikus Percobaan (Jumlah, Motilitas, dan Morfologi)*. UNS PRESS.
- Martianingsih, N., Sudrajat, H. W. and Darlian, L. (2016) 'Analisis Kandungan Protein Kecambah Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.) terhadap Variasi Waktu Perkecambahan', *J. Ampibi*, 1(2), pp. 38–42.
- Maruliyanda, C., Hayati, A. and Pidada, I. B. R. (2019) 'Pengaruh Ekstrak Etanolik Kecambah Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus*) Terhadap Jumlah dan Morfologi Spermatozoa Mencit Yang Terpapar 2-Methoxyethanol'.
- Nugraheni, T. (2003) 'Pengaruh Vitamin C terhadap Perbaikan Spermatogenesis dan Kualitas Spermatozoa Mencit (*Mus musculus* L.) Setelah Pemberian Ekstrak Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.)', p. 7.
- Rusman, K. (2019) 'Pengaruh Aktivitas Merokok Terhadap Hasil Analisa Sperma Pada Kasus Infertilitas Pria di Makassar', *UMI Medical Journal*, 4(2), pp. 50–62. doi: 10.33096/umj.v4i2.70.
- Sa'adah, N. and Purnomo, W. (2017) 'Karakteristik dan Perilaku Berisiko Pasangan Infertil di Klinik Fertilitas dan Bayi Tabung Tiara Cita Rumah SakitPutri Surabaya', *Jurnal Biometrika dan Kependudukan*, 5(1), p. 61. doi: 10.20473/jbk.v5i1.2016.61-69.
- Sari (2014) 'Effect of Cigarette Smoke in Quality and Quantity Spermatozoa', *Jurnal Majority*, 3(7), pp. 102–106. Available at:

juke.kedokteran.unila.ac.id/index.php/majority/article/view/485.

Sequani (2000) 'Rat Sperm Morphological Assessment', (October), pp. 1–15.

Sudatri, N. W., Yulihastiti, D. A. and Suartini, N. M. (2019) 'Penurunan Kualitas Sperma Tikus (*Rattus norvegicus*) yang Diinjeksi Vitamin C Dosis Tinggi dalam Jangka Waktu Lama', *The of Biological Sciences*, 6(1), pp. 7–13.

Susetyarini, R. E. (2015) 'Jumlah Sel Spermiogenesis Tikus Putih yang Diberi Tanin Daun Beluntas (*Pluchea indica*) sebagai Sumber Belajar'.

Tjipto, B. W. (2010) 'Kajian Infertil Pria Di Laboratorium Infertil Andrologi Puslitbang Sistem Dan Kebijakan Surabaya'.

Tooy, M., Tendean, L. and Satiawati, L. (2016) 'Perbandingan kualitas spermatozoa tikus wistar (*rattus norvegicus*) yang diberi paparan asap rokok dengan asap rokok elektronik', *Jurnal e-Biomedik*, 4(2). doi: 10.35790/ebm.4.2.2016.14632.

Wahyuni, R. S. (2016) 'Analisis Spermatozoa pada Pria Infertil di Klinik Dr. Muhammad Yusuf, Spog. Kfer. D.mas Pekanbaru', 4(04), pp. 412–415. Available at: <https://www.neliti.com/publications/286462/analisis-spermatozoa-pada-pria-infertil-di-klinik-dr-muhammad-yusuf-spog-kfer-dm>.

Akbar, A. (2020) 'Gambaran faktor penyebab infertilitas pria di indonesia', 2(1), pp. 66–74.

Anas, Y., Chakim, N. and Suharjono (2015) 'Pengaruh Pemberian Jus Kecambah Kacang Hijau (*Vigna Radiata* (L.) R. Wilczek) Terhadap Kualitas Spermatozoa dan Spermatogenesis Mencit Jantan Galur Swiss', *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik (Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Pharmacy)*, pp.1–10.

Arief, Y. S. (2011) 'Stres Dapat Mengganggu Proses Spermatogenesis pada Mencit', *Jurnal Ners*, 6(2), pp. 169–174. doi: 10.20473/jn.v6i2.3987.

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. doi: 10.35790/ebm.1.1.2013.4367.

Dewangga, M. W., Nasihun, T. and Isradji, I. (2021) 'Dampak olahraga berlebihan terhadap kualitas sperma', *Journal Penelitian Kesehatan SuaraForikes*, 12(1), pp. 58–61.

Dwijayanti, F. *et al.* (2017) 'Pemberian Estrak Buah Juwet (*Syzygium cumini* L.) Terhadap Jumlah Dan Morfologi Spermatozoa Tikus Putih (*Rattus sp.*) Jantan Yang Terpapar Asap Rokok', *Simbiosis*, (1), p. 20. doi: 10.24843/jsimbiosis.2017.v05.i01.p05.

Fitria, L. *et al.* (2015) 'Profil Reproduksi Jantan Tikus (*Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769) Galur Wistar Stadia Muda, Pradewasa, dan Dewasa', *Jurnal Biologi Papua*, 7(1), pp. 29–36. doi: 10.31957/jbp.429.

- Gobel, S. *et al.* (2020) 'Bahaya merokok pada remaja', *Jurnal Abdimas*, 7(1), p.33.
- Hairunnisa, O., Sulistyowati, E. and Suherman, D. (2016) 'Pemberian Kecambah Kacang Hijau (Tauge) terhadap Kualitas Fisik dan Uji Organoleptik Bakso Ayam', *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 11(1), pp. 39–47.
- Hartiwi, W. Y., Gede, W. and Dwiyani, R. (2017) 'Pertumbuhan dan Hasil Berbagai Varietas Kacang Hijau ( *Vigna radiata* ( L .) Wilczek ) pada Kadar Air yang Berbeda', *Agrotrop*, 7(2), pp. 117–129.
- Ikhwan, A., Hamdan and Rosmaidar (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.
- Luhulima, F., Tendean, L. and Queljoe, E. De (2014) 'Pengaruh Pemberian Vitamin E Terhadap Kualitas Spermatozoa Mencit Jantan (*Mus musculus*) Yang Diberi Paparan Suhu', *Jurnal e-Biomedik*, 2(2). doi: 10.35790/ebm.2.2.2014.5109.
- Luthfi, M. J. and Noor, M. M. (2015) *Analisis Kualitas Sperma Tikus Percobaan (Jumlah, Motilitas, dan Morfologi)*. UNS PRESS.
- Martianingsih, N., Sudrajat, H. W. and Darlian, L. (2016) 'Analisis Kandungan Protein Kecambah Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.) terhadap Variasi Waktu Perkecambahan', *J. Ampibi*, 1(2), pp. 38–42.
- Maruliyanda, C., Hayati, A. and Pidada, I. B. R. (2019) 'Pengaruh Ekstrak Etanolik Kecambah Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus*) Terhadap Jumlah dan Morfologi Spermatozoa Mencit Yang Terpapar 2-Methoxyethanol'.
- Nugraheni, T. (2003) 'Pengaruh Vitamin C terhadap Perbaikan Spermatogenesis dan Kualitas Spermatozoa Mencit (*Mus musculus* L.) Setelah Pemberian Ekstrak Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.)', p. 7.
- Rusman, K. (2019) 'Pengaruh Aktivitas Merokok Terhadap Hasil Analisa Sperma Pada Kasus Infertilitas Pria di Makassar', *UMI Medical Journal*, 4(2), pp. 50–62. doi: 10.33096/umj.v4i2.70.
- Sa'adah, N. and Purnomo, W. (2017) 'Karakteristik dan Perilaku Berisiko Pasangan Infertil di Klinik Fertilitas dan Bayi Tabung Tiara Cita Rumah SakitPutri Surabaya', *Jurnal Biometrika dan Kependudukan*, 5(1), p. 61. doi: 10.20473/jbk.v5i1.2016.61-69.
- Sari (2014) 'Effect of Cigarette Smoke in Quality and Quantity Spermatozoa', *Jurnal Majority*, 3(7), pp. 102–106. Available at: [juke.kedokteran.unila.ac.id/index.php/majority/article/view/485](http://juke.kedokteran.unila.ac.id/index.php/majority/article/view/485).
- Sequani (2000) 'Rat Sperm Morphological Assessment', (October), pp. 1–15.
- Sudatri, N. W., Yulihastiti, D. A. and Suartini, N. M. (2019) 'Penurunan Kualitas

Sperma Tikus (*Rattus novergivus*) yang Diinjeksi Vitamin C Dosis Tinggi dalam Jangka Waktu Lama', *The of Biological Sciences*, 6(1), pp. 7–13.

Susetyarini, R. E. (2015) 'Jumlah Sel Spermiogenesis Tikus Putih yang Diberi Tanin Daun Beluntas (*Pluchea indica*) sebagai Sumber Belajar'.

Tjipto, B. W. (2010) 'Kajian Infertil Pria Di Laboratorium Infertil Andrologi Puslitbang Sistem Dan Kebijakan Surabaya'.

Tooy, M., Tendean, L. and Satiawati, L. (2016) 'Perbandingan kualitas spermatozoa tikus wistar (*rattus norvegicus*) yang diberi paparan asap rokok dengan asap rokok elektronik', *Jurnal e-Biomedik*, 4(2). doi: 10.35790/ebm.4.2.2016.14632.

Wahyuni, R. S. (2016) 'Analisis Spermatozoa pada Pria Infertil di Klinik Dr. Muhammad Yusuf, Spog. Kfer. D.mas Pekanbaru', 4(04), pp. 412–415. Available at: <https://www.neliti.com/publications/286462/analisis-spermatozoa-pada-pria-infertil-di-klinik-dr-muhammad-yusuf-spog-kfer-dm>.

