



**EFEKTIVITAS PEMBERIAN MINYAK SAWIT DAN
MINYAK LEMURU DALAM MEMPERCEPAT
PUBERTAS TIKUS BETINA**

skripsi

disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sain

Biologi

Oleh

Mirtaati Na'ima

4450406012

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2011

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya yang berjudul “**Efektivitas Pemberian Minyak Sawit dan Minyak Lemuru dalam Mempercepat Pubertas Tikus Betina**” disusun berdasarkan hasil penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing. Sumber informasi atau kutipan yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar dalam program sejenis di perguruan tinggi manapun.

Semarang, September 2011

Mirtaati Na'ima

4450406012

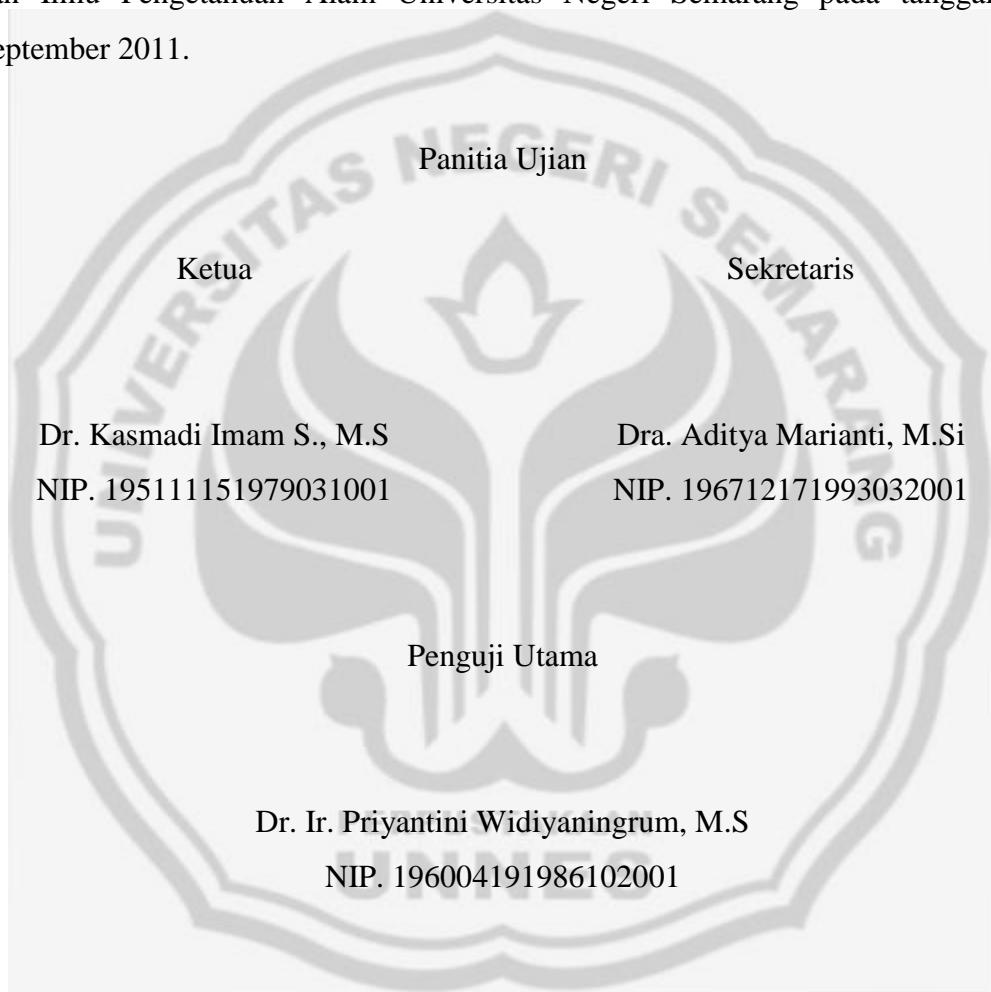


PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

Efektivitas Pemberian Minyak Sawit dan Minyak Lemuru dalam Mempercepat Pubertas Tikus Betina

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang pada tanggal 6 September 2011.



Anggota Penguji/Pembimbing I

Anggota Penguji/Pembimbing II

Dr. drh. R. Susanti, M.P
NIP. 196903231997032001

drh. Wulan Christijanti, M.Si
NIP. 196809111996032001

ABSTRAK

Na'ima, Mirtaati. 2011. Efektivitas Pemberian Minyak Sawit dan Minyak Lemuru dalam Mempercepat Pubertas Tikus Betina. Skripsi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang. Dr. drh. R. Susanti, M.P. dan drh. Wulan Christijanti, M.Si.

Kemajuan dunia penelitian menyebabkan tingginya permintaan akan tikus laboratorium sebagai hewan coba. Oleh karenanya, kegiatan budidaya tikus perlu dikembangkan. Pertumbuhan dan perkembangan tubuh tikus dapat dipacu dengan pemberian asupan lemak. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas pemberian minyak sawit dan minyak lemuru dalam mempercepat pubertas tikus betina khususnya diamati pada parameter peningkatan berat badan, berat ovarium dan perkembangan folikel ovarium.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gadjah Mada dan Laboratorium Fisiologi Hewan Universitas Negeri Semarang. Tikus betina usia 21 hari sebanyak 20 ekor dibagi menjadi 4 kelompok variasi pemberian minyak sawit dan minyak lemuru per oral, yaitu kelompok A (0%+0%), B (3%+3%), C (4%+4%), dan D (5%+5%). Pada akhir penelitian (hari ke-20), dilakukan pengambilan data berupa peningkatan berat badan, berat ovarium, dan perkembangan folikel ovarium dengan pembuatan preparat mikroanatomi ovarium. Data dianalisis secara deskripsi dan statistik dengan anava satu arah. Jika terdapat perbedaan, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil.

Hasil menunjukkan bahwa selisih berat badan kelompok A berbeda signifikan dengan kelompok C dan D, tetapi tidak dengan kelompok B. Berat ovarium kelompok A berbeda signifikan dengan kelompok B dan D, tetapi tidak dengan kelompok C. Perkembangan folikel kelompok A berbeda dari kelompok D, tetapi tidak dengan kelompok B dan C. Dari ketiga parameter, kelompok D menunjukkan pubertas yang pesat, namun kelompok D tidak berbeda dari C.

Simpulan dari penelitian ini adalah minyak sawit dan minyak lemuru dapat mempercepat pubertas tikus betina khususnya dari peningkatan berat badan, berat ovarium, dan perkembangan folikel ovarium. Dosis minyak sawit dan minyak lemuru yang paling efektif untuk mempercepat pubertas adalah 4%+4%.

Kata Kunci : minyak sawit, minyak lemuru, pubertas tikus betina

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas limpahan berkah dan rahmahNya, skripsi dengan judul “Efektivitas Pemberian Minyak Sawit dan Minyak Lemuru dalam Mempercepat Pubertas Tikus Betina” dapat terselesaikan. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sain pada Program Studi Biologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

Penyusunan skripsi ini tak lepas dari bantuan berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya, kepada:

1. Dr. drh. R. Susanti, M.P dan drh. Wulan Christijanti, M.Si yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran,
2. Dr. Ir. Priyantini Widiyaningrum, M.S atas saran dan masukan yang diberikan,
3. Ir. Nana Kariada TM, M.Si yang telah mendorong penulis untuk menyelesaikan skripsi ini,
4. Teknisi Laboratorium Biologi Universitas Negeri Semarang dan Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta atas bantuan yang diberikan demi kelancaran proses penelitian, dan
5. Teman-teman Jurusan Biologi, khususnya Blurs’06 atas dukungan yang diberikan.

Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karenanya, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Mohon maaf apabila ada kata-kata yang kurang berkenan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Semarang, September 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan	3
C. Penegasan Istilah	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS	
A. Tinjauan Pustaka	
1. Tikus sebagai Hewan Coba	5
2. Sistem Reproduksi Mamalia	
a. Ovarium	6
b. Endokrinologi Reproduksi	10
3. Minyak Sawit dan Minyak Lemuru pada Sistem Reproduksi Betina	12
B. Kerangka Berfikir	16
C. Hipotesis	16

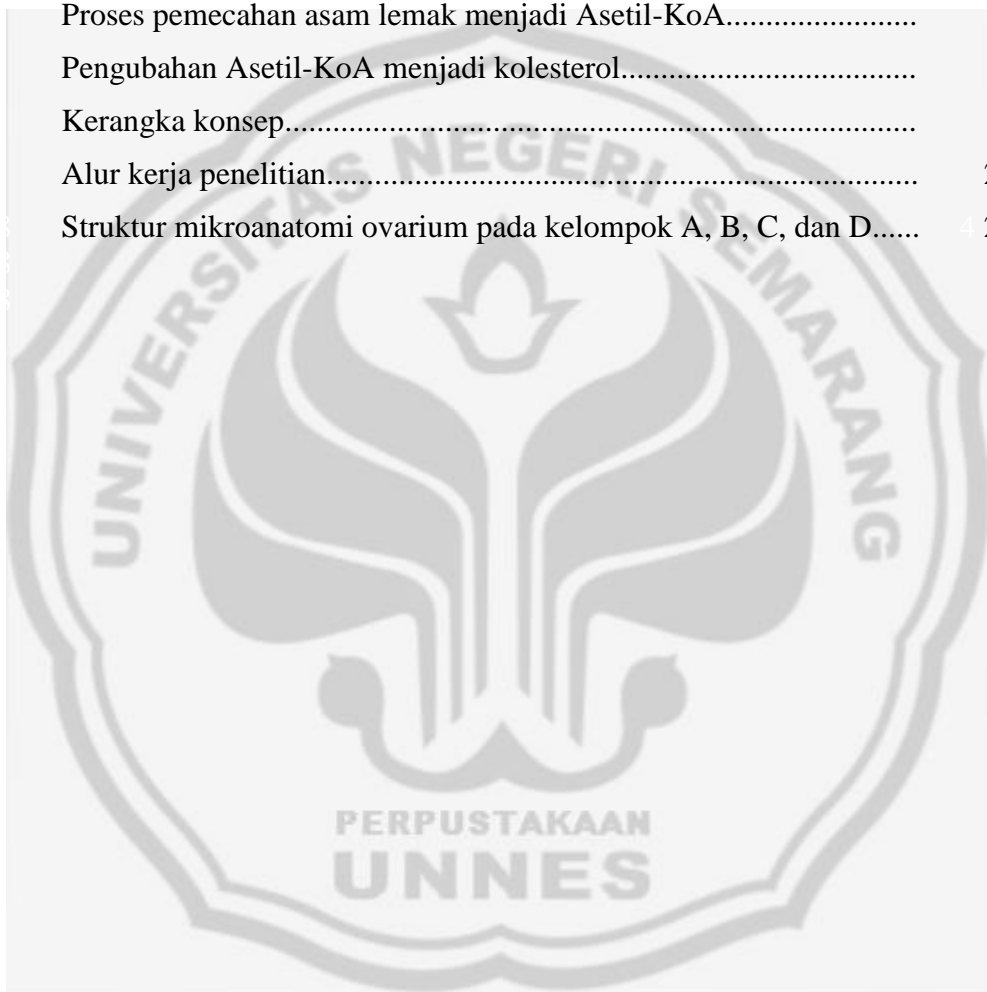
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	17
B. Populasi dan Sampel	17
C. Variabel Penelitian	
1. Variabel bebas	17
2. Variabel tergantung	18
3. Variabel kendali	18
D. Rancangan Penelitian	18
E. Alat dan Bahan Penelitian	19
F. Prosedur Penelitian	
1. Persiapan Penelitian	20
2. Pelaksanaan Penelitian	20
3. Pengambilan data	21
G. Metode Pengambilan Data	22
H. Metode Analisis Data	22
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	
1. Peningkatan Berat Badan	24
2. Berat Ovarium	25
3. Perkembangan Folikel Ovarium	25
4. Kadar Kolesterol Darah	27
B. Pembahasan	28
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	
A. Simpulan	33
B. Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN-LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1	Data biologi tikus laboratorium	7
2	Matriks penelitian.....	18
3	Alat-alat yang diperlukan dalam penelitian ini.....	19
4	Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini	20
5	Anava satu arah.....	22
6	6 Data dan hasil analisis BNT peningkatan berat badan tikus yang diberi minyak sawit dan minyak lemuru.....	22 24
7	7 Data dan hasil BNT berat ovarium tikus yang diberi minyak sawit dan minyak lemuru.....	23 25
8	8 Data dan hasil anava satu arah jumlah folikel Graaf tikus yang diberi minyak sawit dan minyak lemuru.....	23 25
9	9 Data dan hasil BNT jumlah korpus luteum ovarium tikus yang diberi minyak sawit dan minyak lemuru.....	25 25 27
10	10 Data dan hasil anava satu arah kadar kolesterol darah tikus yang diberi minyak sawit dan minyak lemuru.....	25 25 27

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1	Morfologi tikus laboratorium/ <i>Rattus norvegicus</i>	6
2	Ovarium beserta bagian-bagiannya.....	8
3	Biosintesis hormon di korteks adrenal.....	11
4	Proses pemecahan asam lemak menjadi Asetil-KoA.....	14
5	Pengubahan Asetil-KoA menjadi kolesterol.....	15
6	Kerangka konsep.....	16
7	Alur kerja penelitian.....	21
8	Struktur mikroanatomi ovarium pada kelompok A, B, C, dan D.....	26



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
1	Pembuatan Stok Campuran Minyak Sawit dan Minyak Lemuru Per Minggu.....	39
2	Data dan Perhitungan Analisis Data Selisih Berat Badan.....	41
3	Data dan Perhitungan Analisis Data Berat Ovarium.....	44
4	Data dan Perhitungan Analisis Data Jumlah Folikel Graaf.....	47
5	Data dan Perhitungan Analisis Data Jumlah Korpus Luteum.....	49
6	Data dan Perhitungan Analisis Data Kadar Kolesterol Darah.....	52
7	Dokumentasi Kegiatan.....	54
8	Surat Ijin Penelitian di LPPT UGM.....	57
9	Surat Keterangan Selesai Penelitian di LPPT Universitas Gadjah Mada.....	58
10	Surat Ijin Penelitian di Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang.....	59

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dewasa ini, penelitian menggunakan hewan coba semakin berkembang. Penggunaan hewan coba didasarkan pada kenyataan bahwa penyakit yang diderita manusia juga dapat berjangkit pada hewan (OLAW 2002). Penelitian dengan menggunakan hewan coba sebagai obyeknya merupakan tahap praklinis sebelum dilanjutkan pada tahap klinis, yang menggunakan obyek manusia. Dengan alasan tersebut, maka jelas bahwa penelitian tahap praklinis sangat perlu dilakukan sebagai pendahuluan. Jika penelitian praklinis mampu memberikan hasil positif pada hewan coba, maka penelitian dapat dilanjutkan ke tahap klinis (Susilo 2009).

Meskipun demikian, penggunaan hewan coba hanya merupakan salah satu alternatif obyek penelitian. Penelitian menggunakan model matematik, simulasi komputer atau sistem biologi *in vitro* lebih diutamakan. Penggunaan hewan coba harus menghindari terjadinya ketidaknyamanan, stres dan sakit diluar perlakuan. Hewan coba yang digunakan diusahakan seminimal mungkin, namun tetap dapat menghasilkan data yang valid (OLAW 2002).

Hewan coba yang biasa digunakan untuk penelitian praklinis dapat dibagi menjadi beberapa spesies. Untuk mempelajari metabolisme tubuh manusia, dipergunakan hewan coba yang termasuk golongan mamalia, yakni primata, kelinci, mencit dan tikus. Dari hasil observasi di Laboratorium Biologi Universitas Negeri Semarang, diperoleh informasi bahwa hewan coba yang paling banyak digunakan untuk penelitian adalah mencit dan tikus. Tikus lebih disukai karena ukurannya lebih besar daripada mencit sehingga lebih mudah diamati. Penyediaan tikus juga relatif lebih mudah karena usia kebuntingan hanya 20-23 hari. Oleh karenanya, harga tikus relatif lebih murah jika dibandingkan dengan kelinci dan primata. Di samping itu, tikus memiliki

perbedaan dari hewan coba lainnya, yakni tidak pernah memuntahkan materi yang telah ditelannya (Smith dan Mangkoewidjojo 1987; Kusumawati 2004).

Memperhatikan hal tersebut, maka budidaya tikus sebagai hewan coba merupakan hal yang sangat perlu dikembangkan. Apalagi jika diingat bahwa saat ini, kebutuhan tikus untuk memenuhi permintaan dunia penelitian semakin meningkat. Untuk mendapatkan tikus dalam jumlah banyak, sangat dibutuhkan induk betina yang dapat mencapai masa pubertas dengan lebih cepat. Uterus induk mulai mampu menerima embrio setelah mencapai masa pubertas (Nalbandov 1990). Ini berarti bahwa semakin cepat induk betina mencapai masa pubertas, semakin cepat anakan diperoleh.

Upaya percepatan pencapaian masa pubertas induk tikus betina dapat dilakukan dengan cara pemberian suplemen untuk meningkatkan status gizi induk betina tersebut. Gunawan (2004) menjelaskan bahwa asupan makanan yang rendah akan menghambat pubertas pada sapi. Ratnawati *et al.* (2007) menyebutkan bahwa kekurangan nutrisi dapat menyebabkan ovarium sapi tidak berkembang. Salah satu nutrisi yang dibutuhkan oleh tikus dalam meningkatkan kualitas reproduksi adalah lemak. Lemak dalam hal ini berfungsi sebagai bahan baku hormon kelamin yang merupakan hormon steroid. Kebutuhan akan lemak ini antara lain dapat dicukupi dengan mengkonsumsi minyak nabati dan minyak hewani. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian minyak nabati dan hewani dapat meningkatkan performa dan daya tetas telur (Saerang 1997).

Pemberian minyak nabati dan minyak hewani dapat dilakukan dengan memberikan minyak sawit (sumber minyak nabati) dan minyak lemuru (sumber minyak hewani). Minyak sawit merupakan minyak yang biasa digunakan oleh manusia sebagai minyak goreng. Sementara, minyak lemuru merupakan hasil samping usaha pengalengan dan penepungan ikan lemuru. Selama ini minyak lemuru digunakan sebagai komponen dalam pembuatan pupuk dan pakan unggas. Pemberian minyak sawit dan minyak lemuru dapat meningkatkan kadar testosteron plasma sehingga kualitas sistem reproduksi pun meningkat (Isnaeni 2009). Memperhatikan hal tersebut, maka diduga

bahwa pemberian minyak sawit dan minyak lemuru juga dapat mempercepat pubertas tikus betina melalui peningkatan estrogen. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui efektivitas pemberian minyak sawit dan minyak lemuru dalam mempercepat pubertas tikus betina.

B. Permasalahan

Berdasarkan uraian tersebut di atas, permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah, “Apakah pemberian minyak lemuru dan minyak sawit mampu mempercepat pubertas tikus betina khususnya diamati pada parameter peningkatan berat badan, berat ovarium dan perkembangan folikel ovarium?”

C. Penegasan Istilah

Untuk menghindari perbedaan pengertian dalam penelitian ini, perlu diberikan penjelasan tentang beberapa istilah, sebagai berikut :

1. Pubertas

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, pubertas adalah masa akil balig, masa remaja. Dalam penelitian ini, pubertas secara fisiologis berarti ovarium mulai memproduksi estrogen, sehingga sistem reproduksi mulai aktif. Hal ini dapat diukur dari selisih berat badan (Frisch *et al.* 1975), berat ovarium dan perkembangan folikel ovarium (Nalbandov 1990; Susanti dan Christijanti 2008).

2. Minyak sawit

Dalam arti umum, minyak sawit merupakan minyak yang berasal dari proses pengolahan kelapa sawit. Dalam penelitian ini, minyak sawit yang dipergunakan diperoleh dari PT. Inti Boga Sejahtera, Jakarta.

3. Minyak lemuru

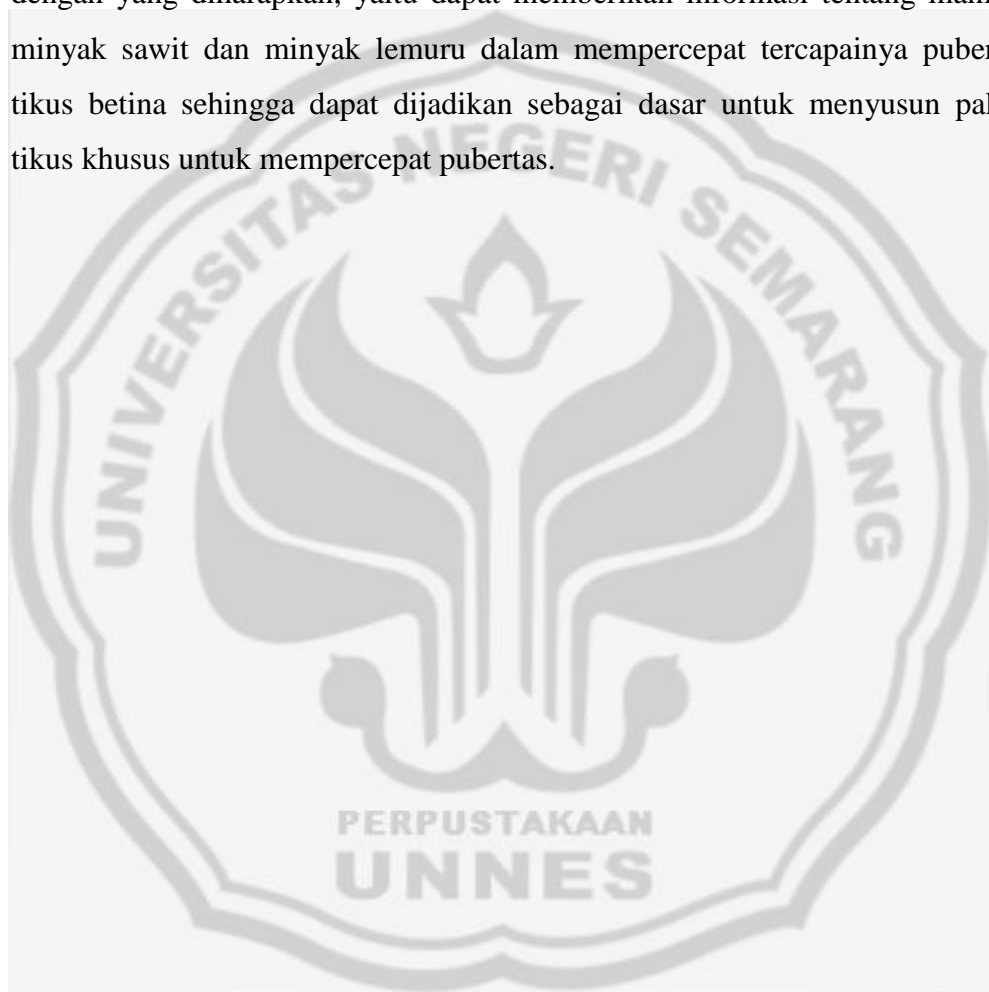
Dalam arti umum, minyak lemuru merupakan minyak yang dihasilkan dari proses pengolahan ikan lemuru. Dalam penelitian ini, minyak lemuru yang dipergunakan diperoleh dari CV. Aneka Nutrisi, Tuban.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji efektivitas pemberian minyak sawit dan minyak lemuru dalam mempercepat pubertas tikus betina khususnya diamati pada parameter peningkatan berat badan, berat ovarium dan perkembangan folikel ovarium.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diperoleh jika hasil yang didapatkan sesuai dengan yang diharapkan, yaitu dapat memberikan informasi tentang manfaat minyak sawit dan minyak lemuru dalam mempercepat tercapainya pubertas tikus betina sehingga dapat dijadikan sebagai dasar untuk menyusun pakan tikus khusus untuk mempercepat pubertas.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

A. Tinjauan Pustaka

1. Tikus sebagai Hewan Coba

Meskipun tikus banyak digunakan sebagai hewan coba, bukan berarti bahwa tikus dapat disiksa dan dianiaya untuk kepentingan penelitian. Hewan coba harus diperlakukan secara etis dengan menyediakan fasilitas yang diperlukan untuk kebutuhan hidup hewan coba, mengamati setiap hari untuk menilai kesehatan dan kesejahteraan, serta menggunakan metode yang tepat dalam pemeriksaan. Peneliti harus meminimalkan jumlah hewan coba yang digunakan, namun tetap memperhitungkan validitas data yang akan diperoleh. Spesies hewan coba yang dipilih harus sesuai dengan jenis penelitian yang akan dilakukan (OLAW 2002).

Beberapa spesies hewan dapat digunakan sebagai hewan coba. Berdasarkan anatomi, fisiologi dan perilakunya, hewan coba dapat dikelompokkan menjadi rodensia dan kelinci, carnivora, primata, ungulata, dan unggas (Kusumawati 2004). Penentuan hewan coba yang akan digunakan disesuaikan dengan jenis penelitian yang akan dilakukan. Sebagai contoh, ayam digunakan untuk mempelajari sistem reproduksi unggas (Kusmanto 2004), mencit digunakan untuk mempelajari demam tifoid (Winarni *et al.* 2004), primata untuk mempelajari HIV AIDS (North *et al.* 2010) dan tikus untuk mempelajari metabolisme nutrisi di dalam tubuh. Strain tikus yang sering digunakan sebagai hewan coba adalah Sprague Dawley dan Wistar. Tikus Sprague Dawley lebih cocok digunakan dalam penelitian dengan perlakuan lipid karena tikus strain ini lebih sensitif (Kawano *et al.* 1987). Akan tetapi, peneliti lebih suka menggunakan tikus strain Wistar karena tubuhnya lebih ringan sehingga lebih mudah di-*handling*. Di samping itu, harga tikus strain Wistar lebih murah daripada strain Sprague Dawley (Sigma-Aldrich 2010).

Tikus (*Rattus norvegicus*) termasuk hewan coba golongan rodensia kecil. Dalam beberapa macam penelitian, tikus lebih disukai daripada mencit karena ukurannya yang besar. Tikus tidak dapat muntah karena struktur anatomi yang tidak lazim di tempat esofagus bermuara ke dalam lambung. Tikus tidak mempunyai kantung empedu. Reaksi uji toksikologi yang terjadi pada tikus serupa dengan reaksi yang terjadi pada mencit, anjing, dan kera (Smith dan Mangkoewidjojo 1987; Kusumawati 2004). Adapun gambar tikus laboratorium dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Morfologi tikus laboratorium/*Rattus norvegicus* (dokumentasi pribadi)

Berat badan tikus laboratorium umumnya lebih ringan dibandingkan tikus liar. Tikus berumur empat minggu beratnya mencapai 35 – 40 g dan pada usia 2 bulan (dewasa), beratnya rata-rata 200-300 g (Smith dan Mangkoewidjojo 1987). Berat tubuh tikus jantan tua dapat mencapai 500 g tetapi tikus betina jarang sekali mencapai berat lebih dari 350 g. Pada usia 40-60 hari, tikus telah mencapai masa pubertas. Data biologi dari tikus laboratorium ditampilkan pada Tabel 1.

2. Sistem Reproduksi Mamalia

a. Ovarium

Ovarium merupakan organ reproduksi utama pada hewan betina. Dalam tiap individu tikus betina terdapat sepasang ovarium. Hal ini merupakan jumlah ovarium pada mamalia secara umum. Kedua ovarium ini terletak di dekat

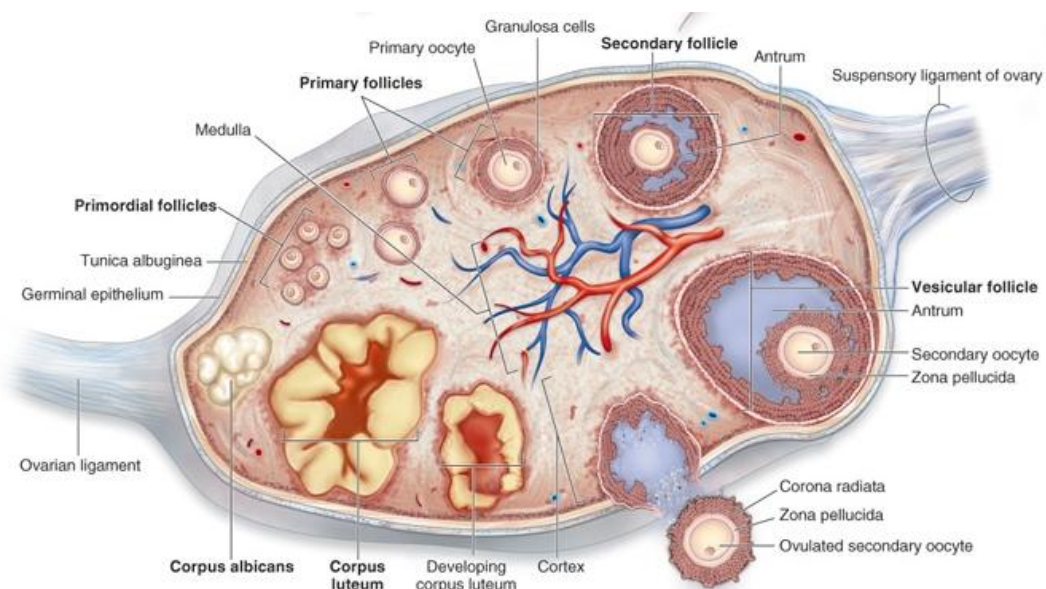
ginjal, yaitu di tempat ovarium pertama kali mengalami diferensiasi. Ovarium terikat pada mesovarium. Bentuk ovarium bergantung dari sifat spesiesnya, apakah individu yang bersangkutan merupakan monotokus atautkah politokus. Organisme politokus seperti tikus laboratorium memiliki ovarium berbentuk buah berry (Nalbandov 1990).

Tabel 1 Data biologi tikus laboratorium (diadaptasikan dari Smith & Mangkoewidjojo 1987 dan Kusumawati 2004)

Data Biologi	
Lama hidup	2-3 tahun, bisa sampai 4 tahun
Lama produksi ekonomis	1 tahun
Mata membuka	10-20 hari
Umur disapih	21 hari
Umur pubertas	40-60 hari
Umur dikawinkan	10 minggu (jantan dan betina)
Siklus kelamin	poliestrus
Siklus estrus	4-5 hari
Lama estrus	9-20 jam
Perkawinan	pada waktu estrus
Ovulasi	8-11 jam setelah timbul estrus, spontan
Fertilisasi	7-10 jam sesudah kawin
Berat dewasa	200-300 g
Berat lahir	5-6 g
Jumlah anak	Rata-rata 9, bisa 20
Puting susu	12 puting, 3 pasang di dada, 3 pasang di perut
Perkawinan kelompok	3 betina dengan 1 jantan
Kebutuhan air	8-11 ml/100 g BB
Kebutuhan makan	20 g/ekor/hari (10% berat badan)

Pada penampang melintang ovarium, dapat dilihat di dalamnya terdapat dua wilayah, yakni *outer cortex* (korteks luar) dan *inner medula* (medula dalam). Wilayah korteks lebih luas daripada wilayah medula. Medula terdiri dari suatu jaringan penyambung longgar yang kaya serat elastis. Di dalam medula terbenam pembuluh darah, saluran limfatik dan urat saraf. Korteks merupakan zona perifer yang lebar, terdiri dari stroma seluler padat yang berbintik karena adanya folikel berisi cairan yang mengandung ovum. Sel-sel penyambung dalam korteks panjang dan berbentuk spul dengan nukleus memanjang, menyerupai nukleus otot polos. Sel-sel stroma terbenam dalam matriks kolagen halus. Matriks ini juga mengandung sel-sel interstisial yang dapat menghasilkan progesteron dan androgen. Ovarium tertutup oleh sel-sel

epitel germinal. Di bawah epitel germinal ini, terdapat tunika albuginea yang mengandung beberapa sel yang terpencah di antara serat-serat kolagen yang berhimpitan erat (Bevelander dan Ramaley 1979). Gambaran ovarium beserta bagian-bagiannya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Ovarium beserta bagian-bagiannya (Herbrandson 2005).

Dari Gambar 2 dapat diperoleh informasi bahwa ovarium merupakan tempat dibentuknya ovum. Proses ini disebut sebagai oogenesis. Dalam proses ini, oogonium diubah menjadi oosit dan kemudian dimatangkan menjadi ovum yang siap dibuahi (Isnaeni 2006). Sesaat sebelum lahir, sekelompok sel muncul dari epitel ovarium. Salah satunya berkembang lebih cepat sehingga menjadi lebih besar dari sel sekelilingnya, menjadi oogonium. Sel-sel yang lain kemudian tersusun selapis mengelilingi oogonium membentuk folikel primer. Oogonium kemudian bermitosis. Pada tahap selanjutnya oogonium berkembang menjadi oosit primer. Oosit primer ini mengalami pembelahan meiosis. Saat dilahirkan, oosit primer berada pada tahap profase I. Oosit akan tetap berada pada tahap ini hingga mencapai masa pubertas (dewasa kelamin). Pada saat dewasa kelamin, oosit primer akan melanjutkan pembelahan meiosisnya. Folikel menjauhi tunika albuginea dan mendekati stroma. Saat itu, oosit membesar, dan sel-sel folikel bermitosis menjadi berlapis. Zona pelusida

muncul di antara oosit primer dan sel-sel folikel. Pada tahap ini, folikel disebut sebagai folikel sekunder. Folikel kemudian diselubungi oleh sel-sel teka interna dan sel-sel teka eksterna. Teka banyak mengandung pembuluh darah yang berperan dalam suplai nutrisi bagi oosit. Selanjutnya muncul rongga-rongga di antara sel-sel granulosa. Rongga-rongga yang terbentuk melebur menjadi antrum yang berisi cairan. Lambat laun antrum semakin membesar dan folikel disebut folikel Graafian (Brook dan Marshal 1996).

Antrum yang semakin membesar akan mendesak folikel hingga folikel pecah dan oosit keluar. Peristiwa ini disebut ovulasi. Folikel yang pecah menjadi berkerut karena tekanan intrafolikel hilang. Pada tahap selanjutnya, terjadi pembentukan korpus luteum dari folikel yang tersisa. Kuatnya penyemprotan cairan folikuler saat ovulasi menyebabkan dinding folikel kolaps dan terjadi pendarahan. Darah kemudian membeku dan diinvasi oleh jaringan penyambung dari stroma ovarium. Jaringan penyambung dengan sisa-sisa bekuan darah lambat laun dibuang. Sel-sel granulosa tidak mengalami pembelahan, tetapi ukurannya meningkat pesat. Sel-sel granulosa terisi tetesan lipid dalam sitoplasmanya dan membentuk populasi sel-sel lutein granulosa dalam korpus luteum, sementara sel-sel teka interna membentuk sel-sel lutein teka. Peningkatan ukuran korpus luteum disebabkan oleh hipertrofi sel-sel lutein granulosa. Jika tidak terjadi implantasi, korpus luteum akan berdegenerasi. Sisa-sisa sel difagosit oleh makrofag. Tempat korpus luteum kemudian diduduki oleh jaringan parut dan jaringan penyambung padat hingga membentuk korpus albikan. Korpus albikan lama-lama menghilang direabsorpsi oleh stroma (Junqueira *et al.* 1995).

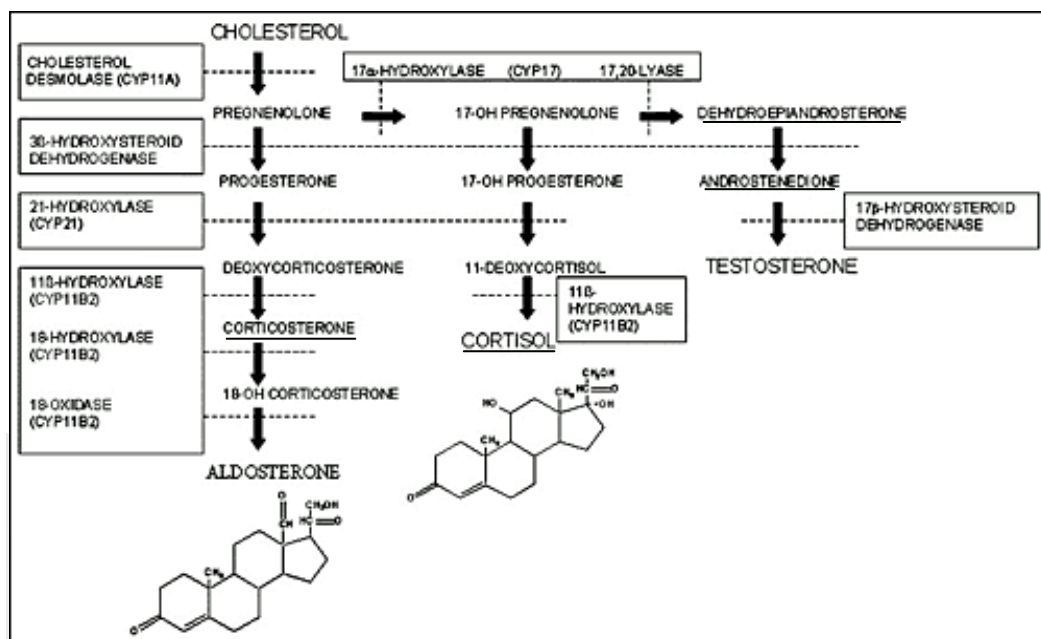
Ukuran ovarium bergantung pada usia dan status reproduksi betina (Nalbandov 1990). Pada masa pubertas mulai dapat ditemukan folikel dan korpus luteum yang sedang berada pada stadium diferensiasi dan destruksi. Di samping itu, pada medula sudah mengandung pembuluh-pembuluh darah yang besar. Pertumbuhan ovarium dan perkembangan komponen-komponen histologisnya dikontrol oleh hormon kelamin (Turner dan Bagnara 1976).

b. Endokrinologi Reproduksi

Sistem reproduksi yang berkualitas harus didukung oleh kerja hormon yang optimal. Hormon yang berperan mendukung sistem reproduksi betina antara lain Gonadotropin Releasing Hormon (GnRH), Luteinizing Hormon (LH), Folicle Stimulating Hormon (FSH), estrogen dan progesteron (Brook dan Marshal 1996).

Gonadotropin-Releasing Hormon (GnRH) diproduksi oleh hipotalamus dan ditujukan ke hipofisis anterior (adenohipofisis) (Mayes *et al.* 1985). Oleh pengaruh GnRH ini, adenohipofisis mengeluarkan LH dan FSH. Setelah mencapai masa puber, FSH akan menyebabkan folikel primordial berkembang ke tahap antral. Tahap antral adalah tahap di mana antrum mulai tampak di dalam folikel. Folikel yang berkembang akan mengkonversi kolesterol menjadi estrogen. Estrogen akan merangsang pembentukan endometrium sehingga siap menerima implantasi embrio jika terjadi fertilisasi (Guyton 1983).

Selain di ovarium, di korteks adrenal juga terjadi proses konversi kolesterol menjadi androstenedion (Brook dan Marshall 1996). Androstenedion yang dihasilkan diubah menjadi estrogen di dalam sirkulasi. Sejumlah kecil proses pengubahan serupa juga terjadi di dalam korteks adrenal (Ganong 1995). Pada saat prapubertas, dalam plasma tetap dapat ditemukan estrogen walaupun ovarium belum mampu memproduksi hormon ini (Kanematsu *et al.* 2008). Hal ini berarti bahwa estrogen dalam plasma tersebut diperoleh dari pengubahan androstenedion dalam sirkulasi dan korteks adrenal. Reaksi pengubahan androstenedion menjadi estrogen dalam sirkulasi dan korteks adrenal sama dengan reaksi yang terjadi dalam ovarium (Ganong 1995). Secara lebih rinci, proses pembentukan hormon dari kolesterol di dalam korteks adrenal dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Biosintesis hormon di korteks adrenal. Produk sekresi utama digarisbawahi. Enzim-enzim yang berperan diperlihatkan di dalam boks. Bila terjadi defisiensi suatu enzim, maka produksi hormon terhambat di titik-titik yang ditandai oleh garis putus-putus (Marshall *et al.* 2006).

Pada tikus betina prapubertas, peningkatan estrogen menyebabkan produksi FSH dari hipofisis meningkat, selanjutnya menyebabkan peningkatan berat ovarium, merangsang pembentukan korpus luteum, dan meningkatkan sensitivitas ovarium terhadap LH dan FSH (Bradbury 1961; Naqvi dan Johnson 1970; Greenspan dan Baxter 1994; Nakada *et al.* 2001). Dengan meningkatnya sensitivitas ovarium terhadap LH dan FSH, perkembangan folikel menjadi lebih pesat. Di temukannya korpus luteum menunjukkan telah terjadinya ovulasi yang berarti pula individu betina telah mencapai masa puber (Nalbandov 1990).

Perkembangan folikel ovarium mempengaruhi berat dan ukuran ovarium (Nalbandov 1990; Murasawa *et al.* 2005). Peningkatan berat organ menyebabkan berat tubuh meningkat. Dengan kata lain, peningkatan berat badan total menandai adanya peningkatan berat organ. Hal ini didukung dengan hasil penelitian Bailey *et al.* (2004) yang menyatakan bahwa

Peningkatan berat badan berhubungan dengan peningkatan organ-organ di dalamnya.

Dalam pubertas, berat badan memiliki pengaruh lebih besar daripada usia (Frisch *et al.* 1975). Pada usia yang sama, individu dengan berat badan yang lebih tinggi akan mencapai masa puber lebih cepat (Suandi 2004; Suryawan 2004). Berat badan dapat ditingkatkan dengan memberikan makanan tinggi lemak. Sumber lemak dapat berupa lemak nabati ataupun lemak hewani. Salah satu sumber minyak nabati adalah minyak sawit, sedangkan contoh sumber minyak hewani adalah minyak lemuru. Isnaeni (2009) menunjukkan bahwa pemberian minyak sawit dan minyak lemuru dapat meningkatkan kolesterol plasma. Kolesterol merupakan bahan baku dalam pembentukan hormon steroid. Akibatnya, tesosteron plasma pun meningkat. Dari informasi tersebut, dapat diduga bahwa pemberian minyak sawit dan minyak lemuru dapat meningkatkan estrogen pada tikus, sehingga pubertas dapat dicapai lebih cepat.

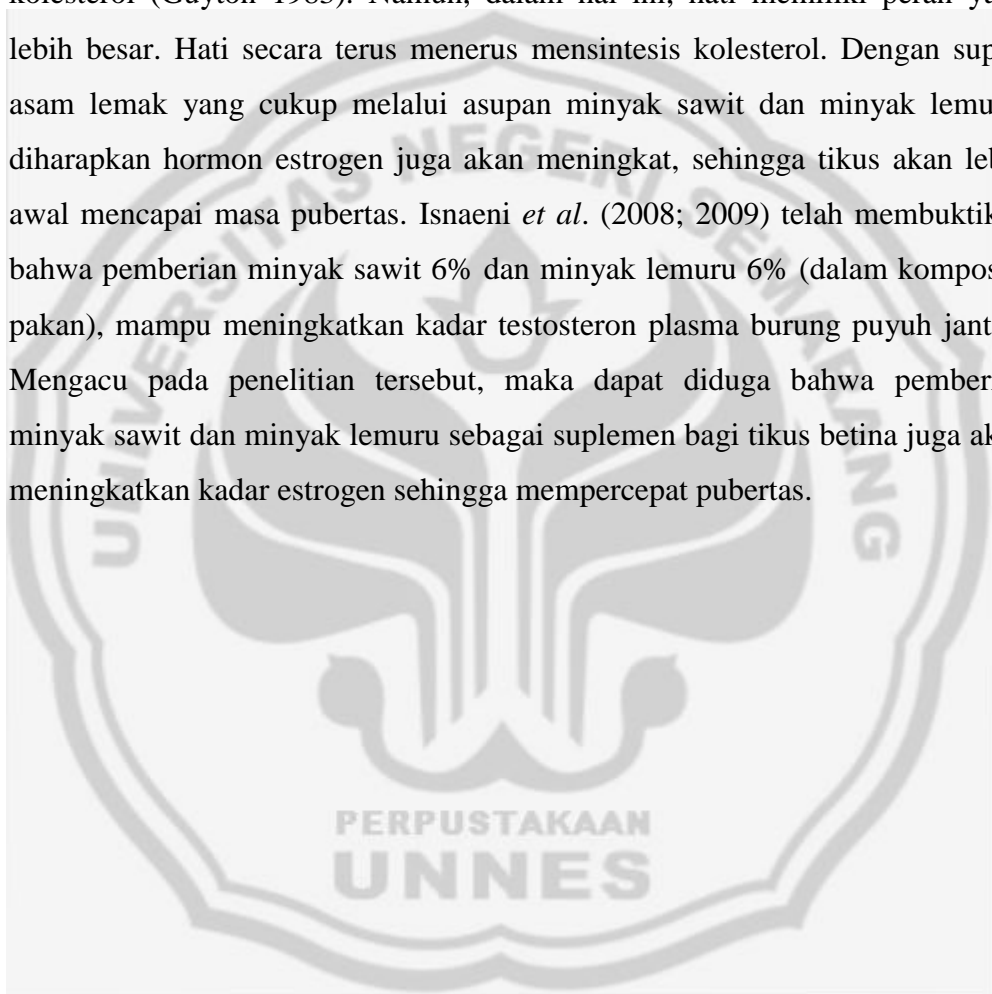
3. Minyak Sawit dan Minyak Lemuru pada Sistem Reproduksi Betina

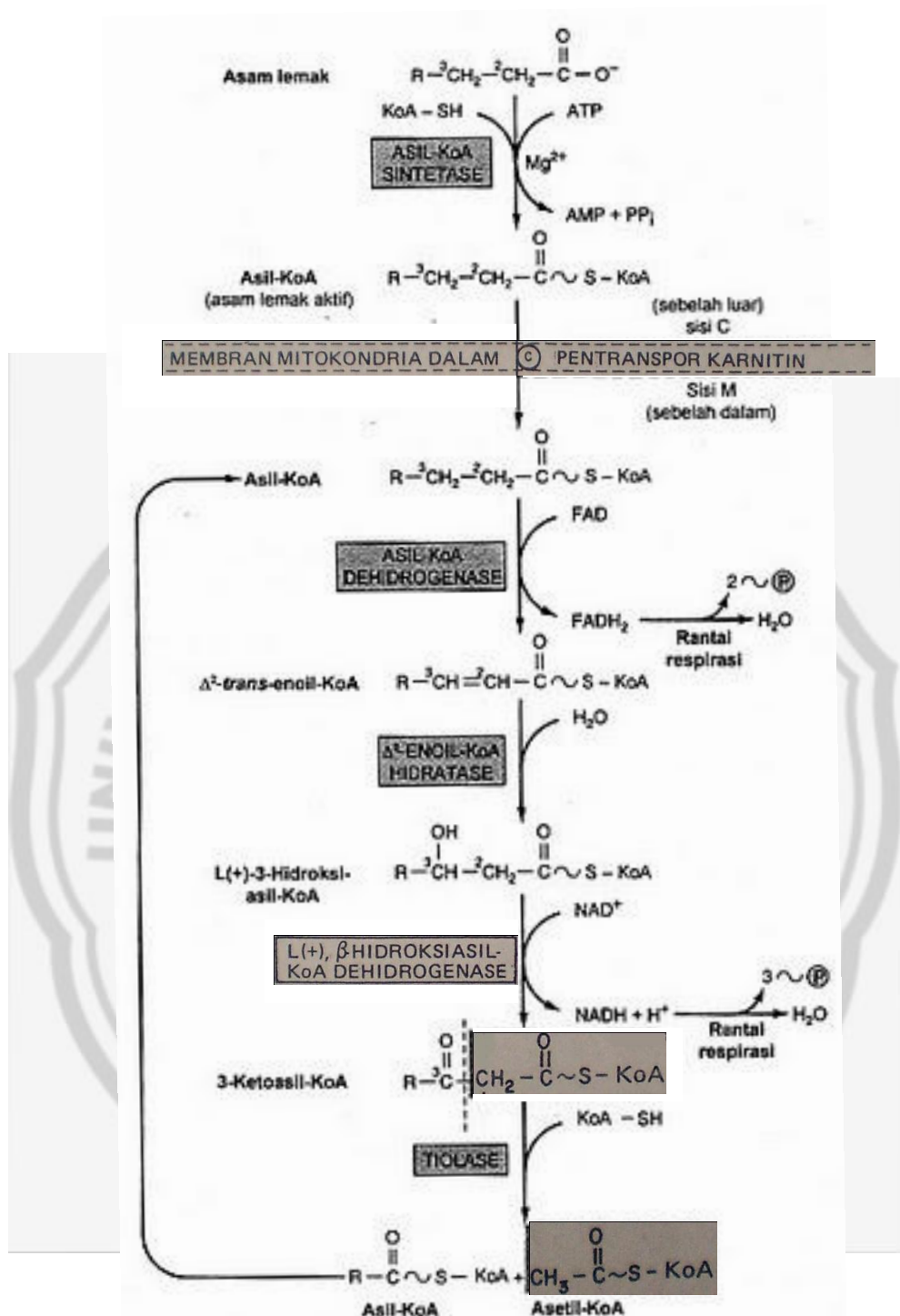
Minyak sawit dan minyak lemuru sangat mudah diperoleh. Hal ini dikarenakan minyak sawit merupakan minyak yang biasa digunakan sebagai minyak goreng, sedangkan minyak lemuru merupakan limbah pabrik pengalengan ikan. Sebagai minyak yang banyak dimanfaatkan manusia, minyak sawit memiliki banyak kandungan asam lemak, di antaranya asam palmitat 44,3 %, asam stearat 4,6 %, asam miristat 1,0 %, asam oleat 38,7 %, dan asam linoleat 10,5 % (Mukherjee dan Mitra 2009). Namun, bukan berarti bahwa minyak lemuru yang merupakan limbah, tidak mengandung nutrisi yang berguna. Minyak lemuru masih banyak mengandung asam lemak yang bermanfaat, yakni asam palmitat 27,8-35,6 %, asam stearat 5,9-9,3 %, asam oleat 15,5-21,8 %, dan DHA 11,9-16,0 % (Khoddami *et al.* 2009).

Asam-asam lemak tersebut di hati akan diubah menjadi kolesterol (Mayes *et al.* 1985). Proses pembentukan kolesterol dari asam lemak melalui pengubahan menjadi Asetil-koA dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

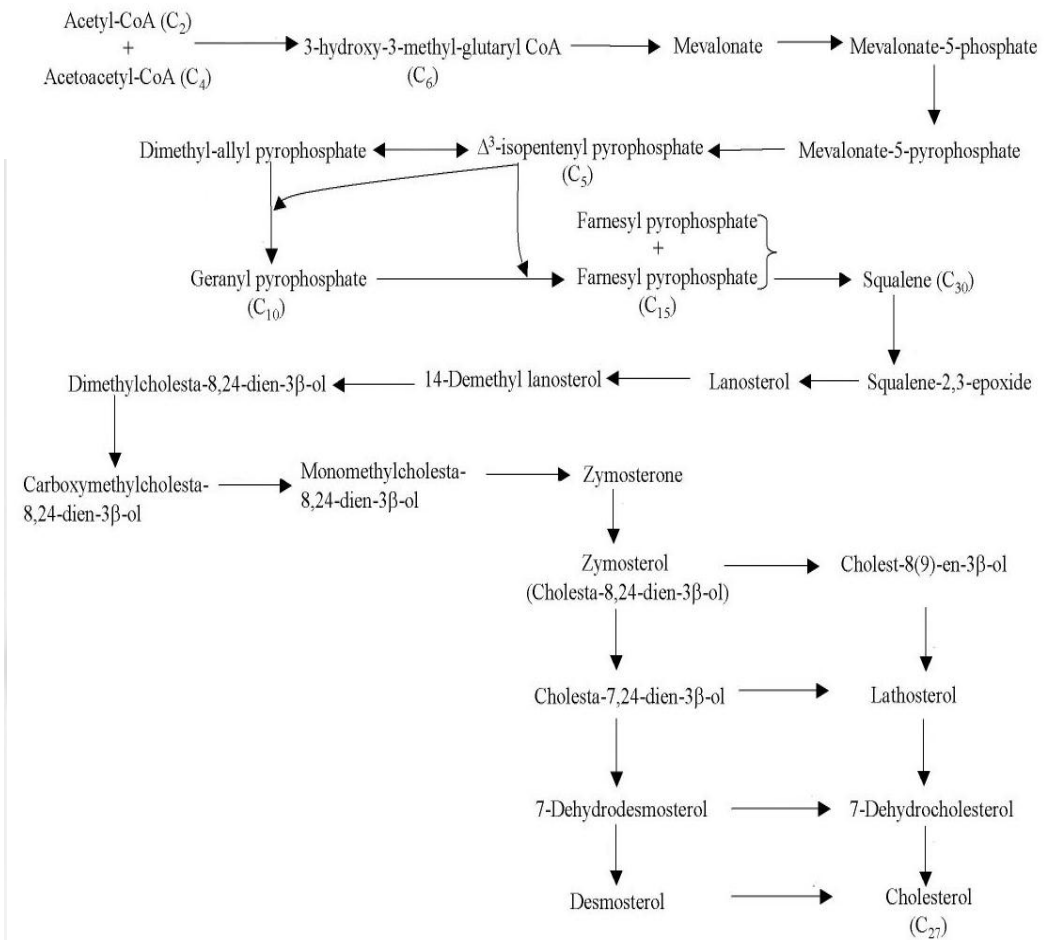
Kolesterol yang telah terbentuk kemudian dibawa ke organ yang membutuhkan untuk digunakan sesuai kebutuhan. Sebagai contoh, inti sterol dari kolesterol pada korteks adrenal akan diubah rantai sampingnya untuk membentuk hormon steroid. Hormon steroid yang dihasilkan dapat berupa estrogen pada individu betina. Banyaknya estrogen yang dibentuk tergantung pada banyaknya kolesterol yang tersedia (Guyton 1983).

Selain sel-sel hati, sel-sel korteks adrenal sendiri mampu mensintesis kolesterol (Guyton 1983). Namun, dalam hal ini, hati memiliki peran yang lebih besar. Hati secara terus menerus mensintesis kolesterol. Dengan suplai asam lemak yang cukup melalui asupan minyak sawit dan minyak lemuru, diharapkan hormon estrogen juga akan meningkat, sehingga tikus akan lebih awal mencapai masa pubertas. Isnaeni *et al.* (2008; 2009) telah membuktikan bahwa pemberian minyak sawit 6% dan minyak lemuru 6% (dalam komposisi pakan), mampu meningkatkan kadar testosteron plasma burung puyuh jantan. Mengacu pada penelitian tersebut, maka dapat diduga bahwa pemberian minyak sawit dan minyak lemuru sebagai suplemen bagi tikus betina juga akan meningkatkan kadar estrogen sehingga mempercepat pubertas.



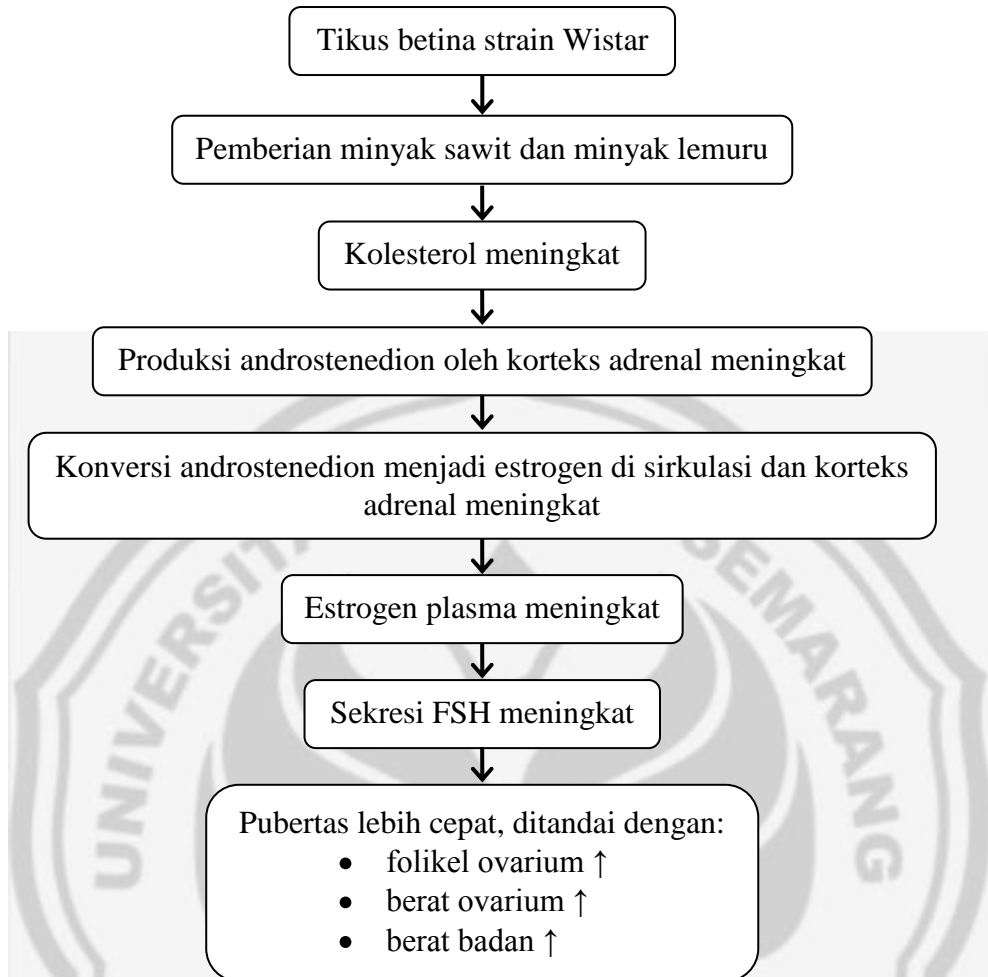


Gambar 4 Proses pemecahan asam lemak menjadi Asetil-KoA (Mayes *et al.* 1985)



Gambar 5 Perubahan Asetil-KoA menjadi kolesterol (Wilcox *et al.* 2007)

B. Kerangka Berfikir



Gambar 6 Kerangka konsep

C. Hipotesis

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat diajukan hipotesis bahwa pemberian minyak sawit dan minyak lemuru dapat mempercepat pubertas tikus betina khususnya diamati pada parameter peningkatan berat badan, berat ovarium dan perkembangan folikel ovarium.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) UGM dan Laboratorium Fisiologi Hewan Jurusan Biologi FMIPA Unnes. Penelitian dilaksanakan selama lima bulan.

B. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini adalah tikus strain Wistar dari LPPT UGM. Sampel yang digunakan yaitu 20 ekor tikus betina strain Wistar berusia 21 hari. Penentuan usia tikus ini dikarenakan tikus baru mampu menerima perlakuan per oral setelah mengalami penyapihan. Usia sapih tikus adalah 21 hari (Smith dan Mangkoewidjojo 1987). Jadi, pemberian perlakuan per oral baru dapat dilaksanakan pada usia tikus 21 hari.

Jumlah sampel ditentukan berdasarkan ketentuan WHO yang menyebutkan bahwa batas minimal hewan coba yang dipergunakan dalam suatu penelitian eksperimental adalah 5 ekor (WHO, 1993). Karena terdapat 4 kelompok hewan coba, yakni 1 kelompok kontrol dan 3 kelompok perlakuan, maka jumlah tikus yang digunakan dalam penelitian eksperimental laboratorik ini sebanyak 20 ekor tikus.

C. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pemberian kombinasi suplemen minyak sawit dan minyak lemuru (0%+0%, 3%+3%, 4%+4%, dan 5%+5% dari pakan). Minyak sawit dan minyak lemuru diberikan sebagai tambahan di samping pakan standar.

2. Variabel tergantung

Variabel tergantung dalam penelitian ini adalah peningkatan berat badan, berat ovarium dan perkembangan folikel ovarium.

3. Variabel kendali

Variabel kendali dalam penelitian ini adalah strain, umur, jenis pakan, jumlah pakan, suhu, kandang dan berat badan awal.

D. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorik. Percobaan dilakukan dengan rancangan acak lengkap. Minyak sawit dan minyak lemuru diberikan sebagai suplemen di samping pakan standar. Penentuan dosis berpedoman pada penelitian Isnaeni *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa dosis optimum penggunaan minyak sawit dan minyak lemuru sebagai prekursor steroid adalah pada level 6%. Namun, penelitian dengan mengkombinasikan kedua minyak ini belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, akan dilakukan penelitian dengan mengkombinasikan minyak sawit 3% dan minyak lemuru 3% sebagai perwujudan level optimum 6% dari penelitian Isnaeni *et al* (2009) dalam pakan burung puyuh. Presentase minyak ditambahkan dari total pakan yang diberikan. Pakan yang dibutuhkan tikus dewasa per hari adalah 20 g, atau dengan kata lain 10% berat badan. Sebagai pembanding, diberikan juga kombinasi minyak sawit dan minyak lemuru dengan dosis yang lebih tinggi, yakni masing-masing 4% dan masing-masing 5%. Dengan demikian, dalam penelitian ini, 20 ekor tikus akan dikelompokkan menjadi 4 kelompok, yaitu 1 kelompok kontrol dan 3 kelompok perlakuan. Matriks penelitian ini disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Matriks penelitian

No.	Kelompok	Perlakuan Minyak Sawit (%) dan Minyak Lemuru (%)
1	A	0+0
2	B	3+3
3	C	4+4
4	D	5+5

Tiap-tiap tikus ditimbang berat awalnya kemudian diberi kombinasi minyak sawit dan minyak lemuru secara per oral sesuai dosis yang telah ditentukan selama 19 hari. Lama waktu pemberian perlakuan ini didasarkan pada informasi bahwa usia puber tikus adalah 40-60 hari (Smith dan Mangkoewidjojo 1987), sementara pemberian perlakuan dimulai pada tikus usia 21 hari. Untuk mengetahui pengaruh minyak sawit dan minyak lemuru dalam mempercepat pendewasaan kelamin, pengambilan data harus dilakukan sebelum tikus mencapai dewasa kelamin. Dengan demikian, penelitian harus diakhiri saat tikus mencapai usia 40 hari. Hal ini berarti bahwa perlakuan dapat diberikan selama 19 hari.

Pada akhir perlakuan, tikus ditimbang berat akhirnya, kemudian dianalisis selisih berat badannya (Frisch *et al.* 1975). Selanjutnya tikus dibedah untuk diambil data berat ovarium. Ovarium yang telah ditimbang, dibuat preparat mikroskopis dan dianalisis secara deskriptif (Susanti dan Christijanti 2008).

E. Alat dan Bahan Penelitian

Tabel 3 Alat-alat yang diperlukan dalam penelitian ini

No.	Nama Alat	Spesifikasi	Fungsi
1	Kandang	Lokal	Tempat pemeliharaan tikus
2	Sonde lambung	Lokal	Memberikan minyak sawit dan minyak lemuru pada tikus secara per oral
3	Neraca ohaus	Model MB-2610 Balance Triple Beam (ketelitian 0,1 g)	Mengukur berat badan tikus
4	Neraca analitis	Acis (ketelitian 0,001g)	Mengukur berat ovarium
5	Seperangkat alat bedah	<i>Factory/local</i>	Mengambil ovarium
6	Mikrotom	<i>Manual Type</i>	Mengiris blok parafin
7	Gelas benda dan gelas penutup	Ground Edges box of 50Pcs, MGC-R400	Tempat preparat mikroskopis ovarium
8	Oven	MEMMERT GE-174	Infiltrasi parafin
9	Mikroskop	NK-103C	Mengamati preparat mikroskopis ovarium

Tabel 4 Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini

No.	Nama Bahan	Spesifikasi	Fungsi
1	Tikus betina strain Wistar	Laboratorium Biologi FMIPA Unnes	Sampel penelitian
2	Pelet AD-II	PT. Japfa Comfeed Indonesia, Tbk.	Pakan tikus
3	Minyak sawit dan minyak lemuru	PT. Inti Boga Sejahtera, CV. Aneka Nutrisi	Pemberian perlakuan
4	Bahan-bahan untuk membuat preparat mikroanatomi ovarium	Merck	Membuat preparat mikroanatomi ovarium

F. Prosedur Penelitian

1. Persiapan Penelitian

Menyiapkan semua alat dan bahan yang diperlukan selama penelitian, meliputi:

- tikus betina sebanyak 20 ekor, usia 21 hari
- kandang tikus lengkap dengan tempat pakan dan minum
- pakan standar
- stok campuran minyak sawit dan minyak lemuru untuk tiap kandang selama satu minggu
- alat untuk pengambilan data seperti neraca ohaus dengan ketelitian 0,1 g, neraca analitis dengan ketelitian 0,001 g, serta mikroskop

2. Pelaksanaan Penelitian

- a. Tikus sebanyak 20 ekor diletakkan secara acak ke dalam kandang sesuai kelompok masing-masing. Tikus dibagi menjadi menjadi 4 kelompok, masing-masing terdiri atas 5 ekor. Semua tikus ditimbang sebagai data berat awal.
- b. Masing-masing kelompok kemudian diberi perlakuan kombinasi minyak sawit dan minyak lemuru sebagai berikut :

Kelompok A : Pemberian minyak sawit 0% dan minyak lemuru 0%

Kelompok B : Pemberian minyak sawit 3% dan minyak lemuru 3%

Kelompok C : Pemberian minyak sawit 4% dan minyak lemuru 4%

Kelompok D : Pemberian minyak sawit 5% dan minyak lemuru 5%

Selama penelitian, tikus diberi pakan dan minum standar secara ad libitum. Pemberian minyak lemuru dan minyak sawit dilakukan sekali sehari setiap pukul 09.00 secara per oral setelah pemberian seperempat bagian dari pakan total per hari. Sisa bagian pakan diberikan kemudian. Kegiatan ini dilakukan selama 19 hari.

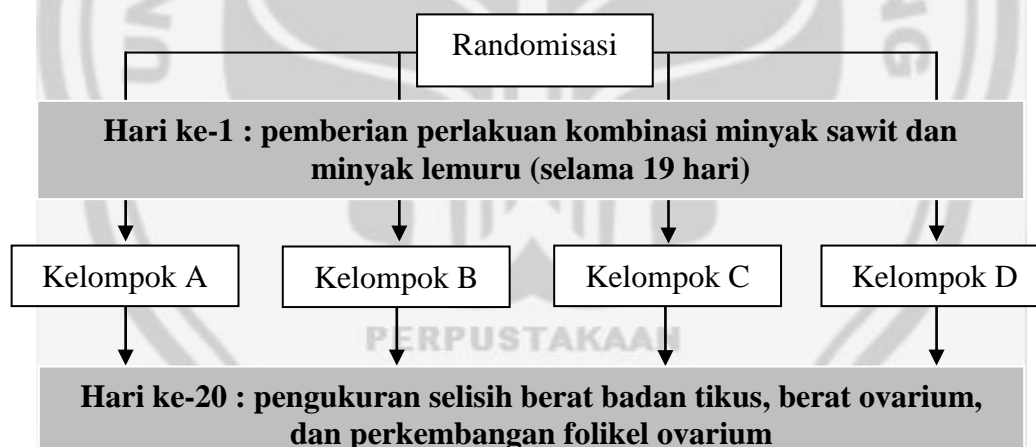
- c. Pada akhir penelitian, dilakukan pengambilan data, berupa selisih berat badan, berat ovarium, dan preparat mikroanatomi ovarium. Untuk lebih jelas, pelaksanaan penelitian disajikan pada Gambar 7.

3. Pengambilan data

Data yang diambil adalah selisih berat badan tikus, berat ovarium, dan perkembangan folikel ovarium.

- a. Selisih berat badan tikus

Selisih berat badan tikus diperoleh dengan mengukur berat badan (g) tikus di akhir penelitian menggunakan neraca Ohaus ketelitian 0,1 g kemudian dikurangi berat badan awal tikus.



Gambar 7 Alur kerja penelitian

- b. Berat ovarium

Tikus dibedah untuk diambil ovariumnya. Ovarium dibersihkan dari jaringan ikat dan darah yang melekat. Ovarium yang telah bersih

kemudian ditimbang menggunakan neraca digital dengan ketelitian 0,001 g.

c. Perkembangan folikel ovarium

Ovarium tikus betina dibuat preparat mikroanatomi dengan metode parafin dan pewarna Hematoxilin-Eosin (HE). Selanjutnya preparat mikroanatomi ovarium dianalisis deskriptif untuk mengetahui perkembangan folikel yang paling cepat. Analisis ini dilakukan dengan menghitung jumlah folikel Graaf, mengamati gambaran struktur mikroanatomi secara keseluruhan, kemudian menghitung jumlah korpus luteum yang ditemukan.

G. Metode Pengambilan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menghitung selisih berat badan tikus (g), menimbang ovarium tikus (mg) dan mengamati perkembangan folikel ovarium dengan mikroskop binokuler pada perbesaran 4x16.

H. Metode Analisis Data

Data hasil pengamatan perkembangan folikel ovarium dianalisis secara deskriptif sedangkan data berupa selisih berat badan dan berat ovarium dianalisis secara kuantitatif. Analisis kuantitatif dilakukan menggunakan teknik statistik anava satu arah dengan taraf uji 95%. Bila terdapat perbedaan, selanjutnya dilakukan uji Beda Nyata Terkecil/BNT (Gomez dan Gomez 1984). Tabel anava satu arah adalah seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 Anava satu arah

SK	Db	JK	KT	Fh	Ft _{0,05}
Perlakuan	$(t - 1)$	Pxx	$\frac{Pxx}{(t - 1)}$		
Galat	$t(r - 1)$	Gxx	$\frac{Gxx}{t(r - 1)}$	$\frac{KTP}{KTG}$	
Total	$(t \cdot r) - 1$	Txx			

Keterangan :

SK = sumber keragaman

Db = Derajat bebas

JK = Jumlah Kuadrat

KT = Kuadrat tengah

KTP = Kuadrat tengah perlakuan

JKP

JKG

KTP

KTG

$$= \frac{(\sum \sum x_i)^2}{r} - FK$$

$$= JKT - JKP$$

$$= JKP / Db \text{ Perlakuan}$$

$$= JKG / Db \text{ Galat}$$

KTG	= Kuadrat tengah galat	Pxx	= Kuadrat tengah perlakuan
t	= Perlakuan	Gxx	= Kuadrat tengah galat
r	= Ulangan	Db Perlakuan	= $(t - 1)$
Fk	= Faktor koreksi	Db Galat	= $t(r - 1) t$
Fk	= $\frac{(\sum \sum x)^2}{n}$	Fh	= F hitung
n	= jumlah seluruh pengamatan	Ft	= F tabel
JKT	= $(\sum \sum x)^2 \cdot ij - FK$	Fh	= $\frac{KTP}{KTG}$

Selanjutnya, untuk menentukan penerimaan hipotesis, perlu dihitung F hitung, lalu dibandingkan dengan nilai F tabel pada taraf uji 95%. Penerimaan hipotesis dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Bila F Hitung > F Tabel, berarti ada beda signifikan
→ Tolak Ho, Terima Ha
2. Bila F Hitung < F Tabel, berarti tidak ada beda signifikan
→ Terima Ho, Tolak Ha

Apabila ditemukan hasil yang menunjukkan beda signifikan, untuk mencari perbedaan signifikannya dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT). Menurut Gomez dan Gomez (1984), rumus uji BNT adalah sebagai berikut:

$$BNT\alpha = t_{\alpha} \sqrt{\frac{2 KTG}{r}}$$

α : Taraf kesalahan

t_{α} : Nilai kritik uji t dengan db = db galat

KTG : Kuadrat tengah galat (kuadrat tengah dalam kelompok)

r : Banyaknya ulangan

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Data diambil dari 4 kelompok penelitian, yaitu kelompok A, B, C, dan D. Data yang diamati dalam penelitian ini adalah peningkatan berat badan tikus, berat ovarium, dan perkembangan folikel ovarium.

1. Peningkatan Berat Badan

Pada awal penelitian, tikus ditimbang berat badan awalnya. Kemudian di akhir penelitian, yakni pada hari ke-20, tikus ditimbang berat badan akhirnya. Data berupa peningkatan berat badan diperoleh dengan mencari selisih antara berat badan awal dan akhir tikus. Data tentang selisih berat badan tikus ini selanjutnya dianalisis dengan anava satu arah dan dilanjutkan dengan BNT. Hasil anava menunjukkan ada pengaruh signifikan (Lampiran 2). Hal ini diketahui dari nilai F hitung ($4,83$) $>$ F tabel ($3,24$). Hasil analisis BNT menunjukkan bahwa selisih berat badan tikus betina kelompok A tidak berbeda dari kelompok B, tetapi berbeda dari kelompok C dan D. Kelompok B tidak berbeda dari C tetapi berbeda dari D. Kelompok C tidak berbeda dari D (Lampiran 2). Data selisih berat badan dan hasil analisis BNT dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Data dan hasil analisis BNT peningkatan berat badan tikus yang diberi minyak sawit dan minyak lemuru.

Kelompok	Rerata peningkatan berat badan (g/ekor)
A	55,48 ^a
B	59,48 ^{ad}
C	67,58 ^{bde}
D	68,46 ^{ce}

Keterangan: superskrip dengan huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada taraf kepercayaan 95%.

2. Berat Ovarium

Pada akhir penelitian, tikus dibedah pada bagian peritoneumnya. Ovariumnya diambil, dibersihkan dari lemak yang menempel, kemudian ditimbang beratnya. Data berat ovarium yang didapat dianalisis dengan anava satu arah dan dilanjutkan dengan BNT. Hasil anava menunjukkan bahwa ada pengaruh signifikan (Lampiran 3). Informasi ini ditandai dengan F hitung (4,01) > F tabel (3,24). Hasil BNT menunjukkan bahwa kelompok A berbeda dengan kelompok B dan D, namun tidak berbeda dari C (Lampiran 3). Data berat ovarium beserta hasil BNT disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7 Data dan hasil BNT berat ovarium tikus yang diberi minyak sawit dan minyak lemuru.

Kelompok	Rerata berat ovarium (mg/ekor)
A	21,57 ^a
B	38,89 ^{bd}
C	36,14 ^{ad}
D	47,19 ^{cd}

Keterangan: superskrip dengan huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada taraf kepercayaan 95%.

3. Perkembangan Folikel Ovarium

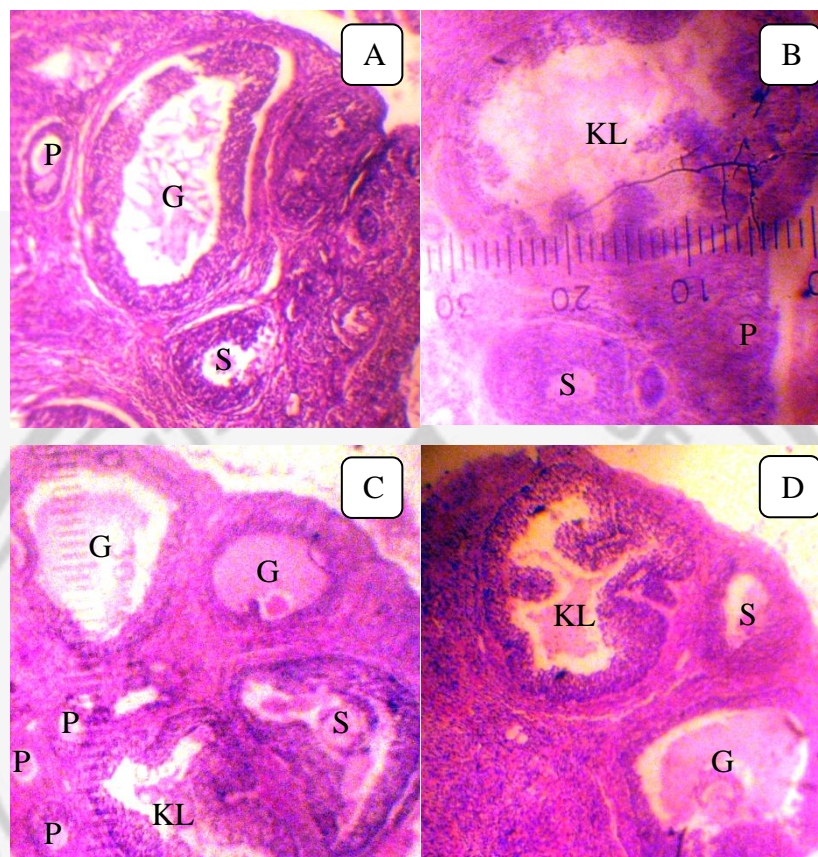
Ovarium direndam dalam formalin 10% kemudian dibuat preparat mikroanatominya. Preparat mikroanatomi ovarium tersebut kemudian diamati di bawah mikroskop pada perbesaran 4x16. Folikel Graaf yang tampak dihitung jumlah dan diameternya. Jumlah folikel Graaf yang terhitung dianalisis dengan anava satu arah. Hasil anava menunjukkan tidak ada pengaruh signifikan karena F hitung (1,89) < F tabel (3,24) (Lampiran 4). Data dan hasil anava jumlah folikel Graaf ditampilkan dalam Tabel 8.

Tabel 8 Data dan hasil anava satu arah jumlah folikel Graaf tikus yang diberi minyak sawit dan minyak lemuru

Kelompok	Rerata jumlah folikel Graaf
A	7,60 ^a
B	4,60 ^a
C	7,20 ^a
D	6,00 ^a

Keterangan: superskrip dengan huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan pada taraf kepercayaan 95%.

Selanjutnya, analisis deskriptif dilakukan terhadap gambaran mikroanatomi ovarium. Gambaran mikroanatomi ovarium dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Struktur mikroanatomi ovarium pada kelompok A, B, C, dan D. P: folikel primer; S: folikel sekunder; G: folikel Graaf; KL: korpus luteum. Pewarnaan HE. Perbesaran 64x.

Dari Gambar 8, tampak bahwa folikel pada semua kelompok sedang berkembang mulai dari folikel primer, sekunder, sampai Graaf. Bahkan pada kelompok B, C, dan D sudah terdapat korpus luteum yang menunjukkan bahwa pada kelompok itu sudah terjadi ovulasi. Korpus luteum yang ditemukan dihitung jumlahnya, dianalisis dengan anava satu arah, kemudian diuji BNT. Hasil anava satu arah terhadap jumlah korpus luteum menunjukkan bahwa F hitung (3,33) $>$ F tabel (3,24), yang berarti bahwa ada pengaruh signifikan (Lampiran 5). Pada hasil BNT, diperoleh informasi bahwa kelompok A tidak

berbeda dari kelompok B dan C, namun berbeda signifikan dengan kelompok D. Kelompok B tidak berbeda dengan kelompok C, namun berbeda signifikan dengan kelompok D. Kelompok C tidak berbeda dari kelompok D (Lampiran 5). Data dan hasil BNT jumlah korpus luteum disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9 Data dan hasil BNT jumlah korpus luteum ovarium tikus yang diberi minyak sawit dan minyak lemuru

Kelompok	Rerata jumlah korpus luteum
A	0,00 ^a
B	0,20 ^a
C	0,40 ^{ac}
D	0,80 ^{bc}

Keterangan: superskrip dengan huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada taraf kepercayaan 95%.

4. Kadar Kolesterol Darah

Sebagai data pendukung, dilakukan pengambilan data kadar kolesterol sebelum tikus dibunuh. Darah tikus diambil dari pleksus retroorbitalis menggunakan tabung mikrohematokrit. Darah yang keluar ditampung dalam mikrotube. Darah kemudian disentrifuge untuk mendapatkan serum. Serum diujikan kadar kolesterol darahnya. Data kadar kolesterol darah selanjutnya dianalisis menggunakan uji anava satu arah. Hasil anava menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan karena $F_{hitung} (0,00) < F_{tabel} (3,24)$ (Lampiran 6). Data kadar kolesterol darah beserta hasil anavanya disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10 Data dan hasil anava satu arah kadar kolesterol darah tikus yang diberi minyak sawit dan minyak lemuru

Kelompok	Rerata kadar kolesterol darah (mg/dl)
A	93,4 ^a
B	94,7 ^a
C	92,1 ^a
D	94,7 ^a

Keterangan: superskrip dengan huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan pada taraf kepercayaan 95%.

B. Pembahasan

Minyak sawit dan minyak lemuru merupakan sumber asam-asam lemak, seperti asam palmitat, asam stearat, asam miristat, asam oleat, asam linoleat dan DHA (Mukherjee dan Mitra 2009; Khoddami *et al.* 2009). Minyak sawit dan minyak lemuru yang sampai ke dalam usus akan diserap ke dalam epitel usus halus. Di dalam sel epitel usus halus, asam-asam lemak mengalami agregasi membentuk trigliserida dan masuk ke dalam pembuluh limfe sebagai kilomikron. Kilomikron membawa trigliserida yang baru dibentuk ke pembuluh darah melalui duktus torasikus. Sesampainya di jaringan adiposa, kilomikron dipecah oleh enzim lipoprotein lipase. Asam lemak yang dibebaskan sebagian masuk ke dalam jaringan adiposa untuk disimpan dan sebagian lagi diambil oleh hati (Guyton 1983; Mayes *et al.* 1985).

Sehubungan dengan kebutuhan perkembangan organ reproduksi, asam lemak diolah menjadi kolesterol di hati. Mula-mula asam lemak digabungkan dengan koenzim A membentuk molekul asil-KoA. Asil-KoA didehidrasi pada karbon alfa dan beta hingga menghasilkan ikatan rangkap di tempat tersebut. Atom hidrogen dari sebuah molekul air berikatan dengan karbon alfa dan gugus hidroksilnya berikatan dengan karbon beta. Dua atom hidrogen dari karbon alfa dan dari gugus hidroksil pada karbon beta dibuang. Senyawa antara karbon alfa dan beta terlepas. Bagian panjang rantai berikatan dengan molekul koenzim A yang baru sementara bagian asetil yang pendek tetap berikatan dengan koenzim A membentuk asetil-KoA (Guyton 1983).

Pada tahap selanjutnya, mevalonat akan dibentuk dari asetil-KoA. Mevalonat yang melepaskan CO₂ akan membentuk unit isoprenoid. Enam unit isoprenoid berkondensasi membentuk zat antara skualen yang selanjutnya membentuk steroid induk lanosterol. Lanosterol selanjutnya akan melewati beberapa proses, termasuk pembuangan 3 gugus metil, membentuk kolesterol (Mayes *et al.* 1985). Dengan meningkatkan sumber asam lemak, pembentukan kolesterol dapat dipacu. Kolesterol yang dibentuk langsung dikirimkan dan digunakan oleh organ yang membutuhkan, dalam hal ini adrenal.

Kolesterol yang dibentuk oleh korteks adrenal akan dipakai untuk membuat androstenedion. Androstenedion yang terbentuk kemudian diubah menjadi estrogen di sirkulasi dan sebagian kecil di korteks adrenal. Selama proses tersebut kolesterol berturut-turut diubah menjadi pregnenolon, 17α -Hidroksipregnenolon, dehidroepiandrosteron, testosteron, estradiol, estron, dan estriol (Mayes *et al.* 1985). Banyaknya estrogen yang dibentuk tergantung pada banyaknya kolesterol yang tersedia (Guyton 1983). Hingga tingkat tertentu, estrogen memberikan umpan balik positif pada sekresi GnRH. Hormon FSH yang dihasilkan oleh pengaruh GnRH akan memacu perkembangan folikel ke tahap antral hingga sampai menjadi folikel Graafian. Perkembangan folikel ke tahap antral merupakan parameter tikus yang mencapai masa pubertas (Nakada *et al.* 2001; Nalbandov 1990).

Pemberian minyak sawit dan minyak lemuru pada tikus prapubertas akan memacu perkembangan folikel yang beristirahat pada bentuk folikel berisi oosit primer tahap profase (paska dilahirkan, sebelum pubertas) ke folikel antral. Oosit primer melanjutkan pembelahan meiosisnya sambil menjauhi tunika albuginea dan mendekati stroma. Oosit semakin besar dan sel-sel folikel bermitosis menjadi berlapis. Zona pelusida muncul di antara oosit primer dan sel-sel folikel. Folikel ini disebut folikel sekunder. Folikel kemudian diselubungi oleh sel-sel teka interna dan sel-sel teka eksterna. Teka banyak mengandung pembuluh darah yang berperan dalam suplai nutrisi bagi oosit. Selanjutnya muncul rongga-rongga di antara sel-sel granulosa. Rongga-rongga yang terbentuk melebur menjadi antrum yang berisi cairan. Lambat laun antrum semakin membesar dan folikel disebut folikel Graafian (Brook dan Marshal 1996).

Saat ovulasi, folikel Graaf pecah dan menjadi berkerut. Selanjutnya, terjadi pembentukan korpus luteum. Sel-sel granulosa dan sel-sel teka membesar, membentuk sel-sel lutein granulosa dan sel-sel lutein teka. Jika tidak terjadi implantasi, korpus luteum akan berdegenerasi. Sisa-sisa sel difagosit oleh makrofag. Korpus luteum digantikan oleh jaringan parut dan

jaringan penyambung padat hingga membentuk korpus albikan. Korpus albikan lama-lama menghilang direabsorpsi oleh stroma (Junqueira *et al.* 1995).

Parameter pubertas yang digunakan dalam penelitian ini adalah peningkatan berat badan yang diamati dengan membandingkan selisih berat badan, berat ovarium dan perkembangan folikel ovarium. Hasil penelitian Frisch *et al.* 1975 menunjukkan bahwa dalam memacu pubertas, berat badan memiliki pengaruh yang lebih besar daripada usia. Pada usia yang sama, tikus dengan berat badan yang lebih tinggi mengalami pubertas lebih awal dibandingkan dengan tikus dengan berat badan lebih rendah. Dari hasil pengamatan pada Suryawan (2004) mengatakan bahwa pada individu dengan pubertas dini terjadi peningkatan kecepatan pertumbuhan. Mendukung pernyataan tersebut, Suandi (2004) menyatakan bahwa individu dengan obesitas, kematangan seksualnya lebih cepat daripada individu dengan berat badan normal. Peningkatan berat badan dapat dipacu dengan pemberian asupan nutrisi, dalam penelitian ini minyak sawit dan minyak lemuru.

Dengan memperhatikan Tabel 6, dapat diperoleh informasi bahwa pemberian minyak sawit dan minyak lemuru per oral mampu memberikan pengaruh yang nyata pada peningkatan berat badan tikus betina. Data pada Tabel 6 menunjukkan bahwa berat badan dari kelompok A hingga D berangsur-angsur mengalami peningkatan. Peningkatan berat badan tertinggi dimiliki oleh kelompok D, sedangkan peningkatan berat badan terendah dimiliki oleh kelompok A. Hasil BNT menunjukkan bahwa peningkatan berat badan kelompok A tidak berbeda dari kelompok B, tetapi berbeda dari kelompok C dan D. Selanjutnya, diketahui bahwa kelompok C tidak berbeda dari kelompok D.

Peningkatan berat badan yang ditunjukkan dalam penelitian ini selaras dengan peningkatan berat ovarium. Data berat ovarium pada Tabel 7, memperlihatkan bahwa berat ovarium kelompok A adalah yang terendah, sementara kelompok dengan berat ovarium tertinggi adalah kelompok D. Rerata berat ovarium kelompok B lebih tinggi daripada kelompok C. Setelah diuji dengan uji BNT, diketahui bahwa antara kelompok B dan C tidak terdapat

perbedaan. Di samping itu, diketahui pula bahwa kelompok D tidak berbeda dari kelompok C meskipun kelompok D memiliki rerata berat ovarium tertinggi.

Pemberian minyak sawit dan minyak lemuru memacu peningkatan berat ovarium dan pembentukan korpus luteum. Pemberian minyak sawit dan minyak lemuru per oral meningkatkan pasokan kolesterol ke korteks adrenal. Di dalam korteks adrenal, kolesterol diubah menjadi androstenedion (Brook dan Marshall 1996). Androstenedion kemudian dikonversi menjadi estrogen. Proses konversi ini sebagian besar terjadi di sirkulasi dan sebagian kecil terjadi di korteks adrenal (Ganong 1995). Estrogen yang meningkat akan memacu sekresi FSH yang berperan memacu pertumbuhan folikel menuju tahap folikel antral (Nakada *et al.* 2001). Pertumbuhan folikel mendukung pertambahan berat ovarium (Murasawa *et al.* 2005).

Pada Tabel 12 dapat dilihat bahwa pada usia 40 hari (akhir penelitian), tikus betina sudah mengalami pubertas (ditandai dengan ditemukannya folikel Graaf). Jumlah folikel yang ditemukan pada struktur mikroanatomi ovarium tiap kelompok sangat bervariasi. Peringkat jumlah folikel tertinggi diduduki oleh kelompok A, disusul oleh kelompok C, D, kemudian B. Kelompok A (tanpa pemberian minyak sawit dan minyak lemuru) menunjukkan perkembangan yang terendah untuk selisih berat badan dan berat ovarium, tetapi memiliki rerata jumlah folikel terbanyak pada struktur mikroanatomi ovariumnya. Jika diperhatikan lebih lanjut pada Gambar 8, dapat diketahui bahwa pada kelompok B, C dan D sudah ditemukan korpus luteum. Korpus luteum berasal dari folikel Graaf yang telah mengalami ovulasi. Hal ini berarti bahwa keberadaan korpus luteum menunjukkan perkembangan ovarium yang lebih lanjut. Individu tikus betina dengan korpus luteum di dalam ovariumnya sudah lebih awal mengalami pubertas. Korpus luteum mampu menghasilkan progesteron. Progesteron akan memberikan umpan balik negatif terhadap produksi FSH sehingga perkembangan folikel lain ke arah Graafian terhambat. Dengan demikian, jumlah folikel Graaf kelompok A paling tinggi ini dimungkinkan karena pada kelompok tersebut tidak ditemukan adanya korpus

luteum (belum puber). Dengan kata lain, pertumbuhan folikel kelompok A adalah yang paling lambat. Dari Tabel 9, dapat dilihat bahwa jumlah korpus luteum kelompok A tidak berbeda dari kelompok B dan C, tetapi berbeda nyata dari kelompok D. Selanjutnya, kelompok D tidak berbeda dari kelompok C.

Pemberian minyak sawit dan minyak lemuru mampu meningkatkan berat badan, berat ovarium, dan mempercepat perkembangan folikel-folikel ovarium, namun tidak menaikkan kolesterol darah tikus (Tabel 10). Kemungkinan, kolesterol yang disintesis segera dikirimkan ke organ-organ yang membutuhkan untuk diolah menjadi bentuk-bentuk lain yang berguna. Dalam hal ini, kolesterol dikirim ke korteks adrenal dan ovarium untuk diubah menjadi androstenedion, kemudian diubah menjadi estrogen.

Dari keseluruhan data peningkatan berat badan, berat ovarium, dan perkembangan folikel ovarium, dapat diperoleh informasi bahwa kelompok tikus dengan pemberian minyak sawit dan minyak lemuru menunjukkan pencapaian pubertas yang lebih cepat dibanding kelompok kontrol. Dengan demikian, hipotesis bahwa pemberian minyak sawit dan minyak lemuru dapat mempercepat pubertas tikus betina khususnya diamati pada parameter peningkatan berat badan, berat ovarium dan perkembangan folikel ovarium dapat diterima. Hasil ini sejalan dengan penelitian Isnaeni (2008; 2009) yang membuktikan bahwa pemberian minyak sawit dan minyak lemuru dalam komposisi pakan mampu meningkatkan kualitas reproduksi puyuh jantan. Gunawan (2004) mengatakan bahwa rendahnya asupan makanan akan menghambat pubertas. Ratnawati *et al.* (2007) juga mengatakan hal serupa, bahwa kekurangan nutrisi akan menghambat perkembangan ovarium.

Dari ketiga parameter dalam penelitian ini, kelompok A berbeda dari kelompok D, tetapi kelompok D tidak berbeda dari kelompok C. Artinya, pemberian 4% minyak sawit dan 4% minyak lemuru sudah cukup mampu mempercepat pubertas tikus betina. Dengan kata lain, dosis pemberian minyak sawit dan minyak lemuru yang paling efektif untuk memacu pubertas adalah 4%+4%.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dan uraian pembahasan, dapat disimpulkan bahwa pemberian minyak sawit dan minyak lemuru dapat mempercepat pubertas tikus betina khususnya diamati pada parameter peningkatan berat badan, berat ovarium dan perkembangan folikel ovarium. Dosis minyak sawit dan minyak lemuru dalam penelitian ini yang paling efektif untuk mempercepat pubertas adalah 4%+4%.

B. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diajukan sebuah saran, yaitu

1. Bagi peternak tikus laboratorium

Dosis 4% minyak sawit dan 4% minyak lemuru dapat digunakan sebagai dasar penyusunan pakan khusus tikus untuk mempercepat pubertas.

2. Bagi peneliti

Dari hasil penelitian ini, dapat dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui efektivitas minyak sawit dan minyak lemuru dalam komposisi pakan guna mempercepat pubertas tikus betina. Selain itu, dapat pula dilakukan penelitian dengan variabel bebas yang sama untuk mengamati waktu pubertas tikus betina dalam hitungan jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Bailey SA, RH Zidell & RW Perry. 2004. Relationship between organ weight and body/brain weight in the rat. *Toxicologic Pathology* 32:448-66.
- Bevelander G & JA Ramaley. 1979. *Dasar-dasar Histologi*. Terjemahan Wisnu Gunarso, 1988. Jakarta: Erlangga.
- Bradbury JT. 1961. Direct action of estrogen on the ovary of the immature rat. *Endocrinology* 68(1):115-20.
- Brook CGD & NJ Marshall. 1996. *Essential Endocrinology*. Edisi Ketiga. United Kingdom: Blackwell Publishing.
- Fitch RH & H Feder. 1992. Neonatal prazosin exposure reduces ovarian weight and estrogen receptor binding in adult female rats. *Int. J. Dev. Neurosci.* 10(5):435-8.
- Frisch RE, DM Hegsted & K Yoshinaga. 1975. Body weight and food intake at early estrus of rats on a high-fat diet. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 72(10):4172-6.
- Ganong WF. 1995. *Review of Medical Physiology*. Edisi Ketujuhbelas. Terjemahan: MD Widjajakusumah, D Irawati, M Siagian, D Moeloek dan BU Pendit, 1998. Jakarta: EGC.
- Gomez KA & AA Gomez. 1984. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Terjemahan Endang Sjamsuddin dan Justika S. Baharsjah, 1995. Jakarta: UI-Press.
- Greenspan FS & Baxter JD. 1994. *Basic and Clinical Endocrinology*. Edisi Keempat. Terjemahan: C Wijaya, RF Maulany dan S Samsudin, 1998. Jakarta: EGC.
- Gunawan S. 2004. Peran Nutrisi pada Reproduksi Ternak. *Online at <http://www.rudyet.com/>* [diakses tanggal 7 Oktober 2010].
- Guyton AC. 1983. *Fisiologi Kedokteran*. Edisi Kelima. Jakarta: EGC.
- Herbrandson C. 2005. Learning The Reproductive System Chapter 28. *Online at <http://academic.kellogg.edu/>* [diakses tanggal 1 Oktober 2010].
- Isnaeni W. 2006. *Fisiologi Hewan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Isnaeni W, A Fitriyah & N Setiyati. 2008. Studi penggunaan prekursor steroid dalam pakan terhadap kualitas reproduksi burung puyuh jantan (*Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun I*). Semarang: Universitas Negeri Semarang.

- _____. 2009. Studi penggunaan prekursor steroid dalam pakan terhadap kualitas reproduksi burung puyuh jantan (*Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun II*). Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Junqueira LC, J Carneiro & RO Kelley. 1995. *Basic Histology*. Edisi Kedelapan. Norwalk: Appleton & Lange.
- Kanematsu N, WZ Jin, G Watanabe & K Taya. 2008. Age-related changes of reproductive hormone in young meishan boars. *Journal of Reproduction dan Development* 52(5):651-6.
- Kawano J, DM Ney, CL Keen & BO Schneeman. 1987. Altered high density lipoprotein composition in manganese-deficient Sprague-Dawley and Wistar rats. *The Journal of Nutrition* 117:902-6.
- Khoddami A, AA Ariffin, J Bakar & HM Ghazali. 2009. Fatty acid profile of the oil extracted from fish waste (head, intestine and liver) (*Sardinella lemuru*). *World Applied Sciences Journal* 7(1):127-31.
- Kusmanto D. 2004. Penggunaan minyak goreng bekas dan minyak sawit dalam pakan ayam petelur terhadap kinerja produksi, asam lemak dan kolesterol telur (*Tesis*). Yogyakarta: Fakultas Pascasarjana UGM.
- Kusumawati D. 2004. *Bersahabat dengan Hewan Coba*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Marshall I, S Nimkarn & MI New. 2006. Chapter 9. Endocrine Hypertension in Childhood. Online at <http://www.endotext.org/> [diakses tanggal 28 September 2011].
- Mayes PA, VW Rodwell, DK Granner & DW Martin. 1985. *Biokimia Harper*. Terjemahan Iyan Darmawan, 1987. Edisi Keduapuluh. Jakarta: EGC.
- Mukherjee S & A Mitra. 2009. Health effects of palm oil. *The Journal of Human Ecology* 26(3):197-203.
- Murasawa M, T Takahashi, H Nishimoto, S Yamamoto, S Hamano & M Tetsuka. 2005. Relationship between Ovarian Weight and Follicular Population in Heifers. *Jurnal of Reproduction and Development* 51(5):689-93.
- Nakada K, M Moriyoshi & T Nakao. 2001. Changes in Peripheral Level of Luteinizing Hormone and Follicle Stimulating Hormone in Prepubertal Heifers after Estradiol Treatment. *Journal of Reproduction and Development* 47(6):341-9.
- Nalbandov AV. 1990. *Fisiologi Reproduksi pada Mamalia dan Unggas*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Naqvi RH & DC Johnson. 1970. Effect of progesterone on androgen or estrogen-induced increases in endogenous fsh in immature female rats. *Endocrinology* 87(2):418-21.

- North TW, J Higgins, JD Deere, TL Hayes & A Villalobos. 2010. Viral sanctuaries during highly active antiretroviral therapy in a nonhuman primate model for AIDS. *Journal of Virology* 84(6):2913-22.
- [OLAW] Office of Laboratory Animal Welfare. 2002. *Public Health Service Policy on Humane Care and Use of Laboratory Animal*. Maryland: National Institutes of Health.
- Ratnawati D, WC Pratiwi & L Affandhy. 2007. *Petunjuk Teknis Penanganan Gangguan Reproduksi pada Sapi Potong*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Saerang JLP. 1997. Pengaruh minyak nabati dan lemak hewani dalam ransum puyuh petelur terhadap performan, daya tetas, kadar kolesterol telur dan plasma darah (*Tesis*). Yogyakarta: Fakultas Pascasarjana UGM.
- Sigma-Aldrich. 2010. Sprague Dawley. Online at <http://www.aceanimals.com/> [diakses tanggal 25 Oktober 2010].
- Smith JB & S Mangkoewidjojo. 1987. *The Care, Breeding and Management of Experimental Animal for Research in The Tropics*. Canberra: International Development Program (IDP) of Australian Universities and Colleges.
- Suandi IKG. Obesitas pada Remaja. Di dalam: Soetjningsih (Eds). 2004. *Tumbuh Kembang Remaja dan Permasalahannya*. Jakarta: Sagung Seto. 78-95.
- Suryawan, WB. Pubertas Prekok. Di dalam: Soetjningsih (Eds). 2004. *Tumbuh Kembang Remaja dan Permasalahannya*. Jakarta: Sagung Seto. 72-77.
- Susanti R & W Christijanti. 2008. Stimuli pematangan dini ovarium burung puyuh dengan interaksi fotoperiode dan gonadotropin releasing hormone. *Jurnal MIPA* 31(1):86-94.
- Susilo A. 2009. Workshop Laboratorium Hewan Coba. On line at <http://news.uui.ac.id/> [diakses tanggal 11 Juli 2010].
- Turner CD & JT Bagnara. 1976. *Endokrinologi Umum*. Terjemahan Harsojo, 1988. Edisi Keenam. Surabaya: Airlangga University Press.
- [WHO] World Health Organization. 1993. *Research Guidelines for Evaluating The Safety and Efficacy of Herbal Medicine*. Manila: WHO.
- Wilcox CB, GO Feddes, JE Willett-Brozick, LC Hsu, JA DeLoia & BE Baysal. 2007. Coordinate up-regulation of TMEM97 and cholesterol biosynthesis genes in normal ovarian surface epithelial cells treated with progesterone: implications for pathogenesis of ovarian cancer. *BMC Cancer* 7:223.
- Winarni TI, HE Wardani & D Nurhayati. 2004. Pengaruh pemberian berbagai dosis seng terhadap kemampuan fagositosis makrofag mencit Balb/c

yang diinokulasi *Salmonella typhimurium* (*Laporan Kegiatan DIK Rutin Undip*). Semarang: Universitas Diponegoro.





LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. PEMBUATAN STOK CAMPURAN MINYAK SAWIT DAN MINYAK LEMURU PER MINGGU

Dalam penelitian ini digunakan 20 ekor tikus betina usia 21 hari. Tikus dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu kelompok A (0% minyak sawit dan 0% minyak lemuru), B (3% minyak sawit dan 3% minyak lemuru), C (4% minyak sawit dan 4% minyak lemuru) dan D (5% minyak sawit dan 5% minyak lemuru). Karena jumlah minyak sawit dan minyak lemuru yang diberikan tiap kelompok memiliki nilai perbandingan sama dengan 1, maka dapat dibuat larutan stok campuran minyak sawit dan minyak lemuru dengan perbandingan 1:1 untuk seluruh tikus. Perbedaan pemberian perlakuan antar kelompok ada pada jumlah stok yang disondekan.

Persentase minyak yang diberikan dihitung dari jumlah pakan standar yang dibutuhkan tikus per ekor per hari. Jumlah pakan yang dibutuhkan tikus per ekor per hari adalah 10% berat badan. Berat badan tikus yang digunakan sebagai patokan dalam perhitungan adalah rerata berat badan kelompok tikus dengan pemberian minyak sawit dan minyak lemuru terendah (0% dan 0%), yaitu kelompok A. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya over dosis.

Sebagai contoh, pada minggu kedua, rerata berat badan tikus kelompok A adalah 47,7 gram. Pakan yang dibutuhkan adalah 10 % dari berat badan, yaitu 4,77 gram. Dosis stok untuk kelompok B adalah 6% (3%+3%) dari 4,77 gram, yaitu 0,29 gram. Dosis kelompok C adalah 8% (4%+4%) dari 4,77 gram, yaitu 0,38 gram. Dosis kelompok D adalah 10% (5%+5%) dari 4,77 gram, yaitu 0,48 gram. Volume 1 gram stok adalah sama dengan 1 ml. Dengan demikian, dosis stok yang diberikan kepada tikus kelompok A, B, C dan D pada minggu kedua berturut-turut adalah 0 ml, 0,29 ml, 0,38 ml dan 0,48 ml. Penghitungan dosis ini diulangi setiap minggu karena kebutuhan pakan tikus meningkat seiring dengan peningkatan berat badan. Penghitungan tidak dilakukan setiap hari karena peningkatan berat badan antara hari satu dan hari berikutnya tidak banyak.

Hasil penghitungan dosis yang diperoleh digunakan sebagai dasar untuk membuat larutan stok pada minggu tersebut. Dari contoh di atas, diperoleh dosis

kelompok A adalah 0 ml, kelompok B 0,29 ml, kelompok C 0,38 ml, dan kelompok D 0,48 ml untuk minggu kedua. Masing-masing kelompok berisi 5 ekor tikus. Dengan demikian, stok yang dibutuhkan dalam minggu kedua adalah:

$$[(0,00ml \times 5) + (0,29ml \times 5) + (0,38ml \times 5) + (0,48ml \times 5)] \times 7 \text{ hari} \\ = 5,75 \text{ ml}$$



**Lampiran 2. DATA DAN PERHITUNGAN ANALISIS DATA SELISIH
BERAT BADAN**

DATA SELISIH BERAT BADAN

Perlakuan	Ulangan					Jumlah Perlakuan (T)	Rataan Perlakuan
	1	2	3	4	5		
0%	56,70	54,20	58,20	50,20	58,10	277,40	55,48
6%	63,80	66,70	65,30	60,00	41,60	297,40	59,48
8%	59,90	65,30	71,40	67,00	74,30	337,90	67,58
10%	74,60	66,20	70,60	65,00	65,90	342,30	68,46
Jumlah Umum (G)						1.255,00	
Rataan Umum							62,75

ANALISIS ANAVA SATU ARAH

Derajat bebas (db)

$$\text{db perlakuan} = t - 1 = 3$$

$$\text{db galat} = t (r - 1) = 16$$

$$\text{db umum} = (t \times r) - 1 = 19$$

Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{G^2}{n} = \frac{1255^2}{20} = 78751,25$$

Jumlah Kuadrat (JK)

$$\begin{aligned} JK \text{ umum} &= \sum_{i=1}^n x_i^2 - FK \\ &= (56,70^2 + 54,20^2 + \dots + 65,00^2 + 65,90^2) - 78751,25 \\ &= 1257,47 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ perlakuan} &= \frac{\sum_{i=1}^t T_i^2}{r} - FK \\ &= \frac{(277,40^2 + 297,40^2 + \dots + 342,30^2)}{5} - 78751,25 \\ &= 597,39 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ galat} &= JK \text{ umum} - JK \text{ perlakuan} \\
 &= 1257,47 - 597,39 \\
 &= 660,08
 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah (KT)

$$\begin{aligned}
 KT \text{ perlakuan} &= \frac{JK \text{ perlakuan}}{t - 1} \\
 &= \frac{597,39}{3} \\
 &= 199,13
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KT \text{ galat} &= \frac{JK \text{ galat}}{t(r - 1)} \\
 &= \frac{660,08}{16} \\
 &= 41,25
 \end{aligned}$$

F hitung

$$\begin{aligned}
 F \text{ hitung} &= \frac{KT \text{ perlakuan}}{KT \text{ galat}} \\
 &= \frac{199,13}{41,25} \\
 &= 4,83
 \end{aligned}$$

Tabel Ringkasan Anava

sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
perlakuan	3,00	597,39	199,13	4,83*	3,24
galat percobaan	16,00	660,08	41,25		
umum	19,00	1.257,47			

F hitung > F tabel, maka hipotesis diterima. Jadi, ada pengaruh dari pemberian minyak sawit dan minyak lemuru terhadap selisih berat badan tikus betina.

UJI LANJUT BNT

$$\begin{aligned}
 BNT\alpha &= t_\alpha \sqrt{\frac{2 \text{KTG}}{r}} \\
 &= 2,12 \sqrt{\frac{2(41,25)}{5}} \\
 &= 8,61
 \end{aligned}$$

Tabel Uji Lanjut BNT

Kelompok	A (55,48)	B (59,48)	C (67,58)	D (68,46)
A (55,48)	-			
B (59,48)	4,00	-		
C (67,58)	12,10*	8,10	-	
D (68,46)	12,98*	8,98*	0,88	-



Lampiran 3. DATA DAN PERHITUNGAN ANALISIS DATA BERAT OVARIUM

DATA BERAT OVARIUM

Perlakuan	Ulangan					Jumlah Perlakuan (T)	Rataan Perlakuan
	1	2	3	4	5		
0%	16,45	23,80	21,80	17,30	28,50	107,85	21,57
6%	37,85	32,75	31,75	50,40	41,70	194,45	38,89
8%	17,30	33,65	40,10	34,75	54,90	180,70	36,14
10%	54,35	28,75	33,65	46,70	72,50	235,95	47,19
Jumlah Umum (G)						718,95	
Rataan Umum							35,95

ANALISIS ANAVA SATU ARAH

Derajat bebas (db)

$$\text{db perlakuan} = t - 1 = 3$$

$$\text{db galat} = t (r - 1) = 16$$

$$\text{db umum} = (t \times r) - 1 = 19$$

Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{G^2}{n} = \frac{718,95^2}{20} = 25844,46$$

Jumlah Kuadrat (JK)

$$JK \text{ umum} = \sum_{i=1}^n x_i^2 - FK$$

$$= (16,45^2 + 23,80^2 + \dots + 72,50^2) - 25844,46$$

$$= 3982,81$$

$$JK \text{ perlakuan} = \frac{\sum_{i=1}^t T_i^2}{r} - FK$$

$$= \frac{(107,85^2 + 194,45^2 + \dots + 235,95^2)}{5} - 25844,46$$

$$= 1709,01$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ galat} &= JK \text{ umum} - JK \text{ perlakuan} \\
 &= 3982,81 - 1709,01 \\
 &= 2273,80
 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah (KT)

$$\begin{aligned}
 KT \text{ perlakuan} &= \frac{JK \text{ perlakuan}}{t - 1} \\
 &= \frac{1709,01}{3} \\
 &= 569,67
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KT \text{ galat} &= \frac{JK \text{ galat}}{t(r - 1)} \\
 &= \frac{2273,80}{16} \\
 &= 142,11
 \end{aligned}$$

F hitung

$$\begin{aligned}
 F \text{ hitung} &= \frac{KT \text{ perlakuan}}{KT \text{ galat}} \\
 &= \frac{569,67}{142,11} \\
 &= 4,01
 \end{aligned}$$

Tabel Ringkasan Anava

sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	3,00	1.709,01	569,67	4,01*	3,24
galat percobaan	16,00	2.273,80	142,11		
Umum	19,00	3.982,81			

F hitung > F tabel, maka hipotesis diterima. Jadi, ada pengaruh dari pemberian minyak sawit dan minyak lemuru terhadap berat ovarium tikus betina.

UJI LANJUT BNT

$$\begin{aligned}
 BNT\alpha &= t_\alpha \sqrt{\frac{2 \text{KTG}}{r}} \\
 &= 2,12 \sqrt{\frac{2(142,11)}{5}} \\
 &= 15,98
 \end{aligned}$$

Tabel Uji Lanjut BNT

Kelompok	A (21,57)	B (38,89)	C (36,14)	D (47,19)
A (21,57)	-			
B (38,89)	17,32*	-		
C (36,14)	14,57	2,75	-	
D (47,19)	25,62*	8,30	11,05	-



Lampiran 4. DATA DAN PERHITUNGAN ANALISIS DATA JUMLAH FOLIKEL GRAAF

DATA JUMLAH FOLIKEL GRAAF

Perlakuan	Ulangan					Jumlah Perlakuan (T)	Rataan Perlakuan
	1	2	3	4	5		
0%	12,00	5,00	6,00	8,00	7,00	38,00	7,60
6%	6,00	4,00	4,00	4,00	5,00	23,00	4,60
8%	10,00	8,00	6,00	4,00	8,00	36,00	7,20
10%	8,00	5,00	9,00	3,00	5,00	30,00	6,00
Jumlah Umum (G)						127,00	
Rataan Umum							3,00

ANALISIS ANAVA SATU ARAH

Derajat bebas (db)

$$\text{db perlakuan} = t - 1 = 3$$

$$\text{db galat} = t (r - 1) = 16$$

$$\text{db umum} = (t \times r) - 1 = 19$$

Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{G^2}{n} = \frac{127,00^2}{20} = 806,45$$

Jumlah Kuadrat (JK)

$$\begin{aligned} JK \text{ umum} &= \sum_{i=1}^n x_i^2 - FK \\ &= (12,00^2 + 5,00^2 + \dots + 5,00^2) - 806,45 \\ &= 104,55 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ perlakuan} &= \frac{\sum_{i=1}^t T_i^2}{r} - FK \\ &= \frac{(38,00^2 + 23,00^2 + \dots + 30,00^2)}{5} - 806,45 \\ &= 27,35 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ galat} &= JK \text{ umum} - JK \text{ perlakuan} \\
 &= 104,55 - 27,35 \\
 &= 77,20
 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah (KT)

$$\begin{aligned}
 KT \text{ perlakuan} &= \frac{JK \text{ perlakuan}}{t - 1} \\
 &= \frac{27,35}{3} \\
 &= 9,12
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KT \text{ galat} &= \frac{JK \text{ galat}}{t(r - 1)} \\
 &= \frac{77,20}{16} \\
 &= 4,83
 \end{aligned}$$

F hitung

$$\begin{aligned}
 F \text{ hitung} &= \frac{KT \text{ perlakuan}}{KT \text{ galat}} \\
 &= \frac{9,12}{4,83} \\
 &= 1,89
 \end{aligned}$$

Tabel Ringkasan Anava

sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
perlakuan	3,00	27,35	9,12	1,89	3,24
galat percobaan	16,00	77,20	4,83		
umum	19,00	104,55			

F hitung < F tabel, maka hipotesis tidak diterima. Jadi, tidak ada pengaruh dari pemberian minyak sawit dan minyak lemuru terhadap jumlah folikel Graaf tikus betina.

**Lampiran 5. DATA DAN PERHITUNGAN ANALISIS DATA JUMLAH
KORPUS LUTEUM**

DATA JUMLAH KORPUS LUTEUM

Perlakuan	Ulangan					Jumlah Perlakuan (T)	Rataan Perlakuan
	1	2	3	4	5		
0%	0	0	0	0	0	0,00	0,00
6%	0	1	0	0	0	1,00	0,20
8%	0	0	1	1	0	2,00	0,40
10%	1	1	1	1	0	4,00	0,80
Jumlah Umum (G)						7,00	
Rataan Umum							3,00

ANALISIS ANAVA SATU ARAH

Derajat bebas (db)

$$\text{db perlakuan} = t - 1 = 3$$

$$\text{db galat} = t (r - 1) = 16$$

$$\text{db umum} = (t \times r) - 1 = 19$$

Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{G^2}{n} = \frac{7,00^2}{20} = 2,45$$

Jumlah Kuadrat (JK)

$$\begin{aligned} JK \text{ umum} &= \sum_{i=1}^n x_i^2 - FK \\ &= (0,00^2 + 0,00^2 + \dots + 1,00^2 + 0,00^2) - 2,45 \\ &= 4,55 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ perlakuan} &= \frac{\sum_{i=1}^t T_i^2}{r} - FK \\ &= \frac{(0,00^2 + 1,00^2 + \dots + 4,00^2)}{5} - 2,45 \\ &= 1,75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ galat} &= JK \text{ umum} - JK \text{ perlakuan} \\
 &= 4,55 - 1,75 \\
 &= 2,80
 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah (KT)

$$\begin{aligned}
 KT \text{ perlakuan} &= \frac{JK \text{ perlakuan}}{t - 1} \\
 &= \frac{1,75}{3} \\
 &= 0,58
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KT \text{ galat} &= \frac{JK \text{ galat}}{t(r - 1)} \\
 &= \frac{2,80}{16} \\
 &= 0,18
 \end{aligned}$$

F hitung

$$\begin{aligned}
 F \text{ hitung} &= \frac{KT \text{ perlakuan}}{KT \text{ galat}} \\
 &= \frac{0,58}{0,18} \\
 &= 3,33
 \end{aligned}$$

Tabel Ringkasan Anava

sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
perlakuan	3,00	1,75	0,58	3,33*	3,24
galat percobaan	16,00	2,80	0,18		
Umum	19,00	4,55			

F hitung > F tabel, maka hipotesis diterima. Jadi, ada pengaruh dari pemberian minyak sawit dan minyak lemuru terhadap jumlah korpus luteum tikus betina.

UJI LANJUT BNT

$$\begin{aligned}
 BNT\alpha &= t_\alpha \sqrt{\frac{2 \text{KTG}}{r}} \\
 &= 2,12 \sqrt{\frac{2(0,18)}{5}} \\
 &= 0,56
 \end{aligned}$$

Tabel Uji Lanjut BNT

Kelompok	A (0,00)	B (0,20)	C (0,40)	D (0,80)
A (0,00)	-			
B (0,20)	0,20	-		
C (0,40)	0,40	0,20	-	
D (0,80)	0,80*	0,60*	0,40	-



**Lampiran 6. DATA DAN PERHITUNGAN ANALISIS DATA KADAR
KOLESTEROL DARAH**

DATA KADAR KOLESTEROL DARAH

Perlakuan	Ulangan			Jumlah Perlakuan (T)	Rataan Perlakuan
	1	2	3		
0%	95,33	96,12	88,66	280,1	93,4
6%	93,34	96,78	93,91	284,0	94,7
8%	79,47	100,39	96,55	276,4	92,1
10%	94,52	96,54	93,16	284,2	94,7
Jumlah Umum (G)				1.124,8	
Rataan Umum					93,7

ANALISIS ANAVA SATU ARAH

Derajat bebas (db)

$$\text{db perlakuan} = t - 1 = 3$$

$$\text{db galat} = t (r - 1) = 16$$

$$\text{db umum} = (t \times r) - 1 = 19$$

Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{G^2}{n} = \frac{1124,8^2}{20} = 63255,4$$

Jumlah Kuadrat (JK)

$$\begin{aligned} JK \text{ umum} &= \sum_{i=1}^n x_i^2 - FK \\ &= (95,33^2 + 96,12^2 + \dots + 93,16^2) - 63255,4 \\ &= 34070,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ perlakuan} &= \frac{\sum_{i=1}^t T_i^2}{r} - FK \\ &= \frac{(280,1^2 + \dots + 284,2^2)}{5} - 63255,4 \\ &= 8,25226 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ galat} &= JK \text{ umum} - JK \text{ perlakuan} \\
 &= 34070,9 - 8,25226 \\
 &= 34062,6
 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah (KT)

$$\begin{aligned}
 KT \text{ perlakuan} &= \frac{JK \text{ perlakuan}}{t - 1} \\
 &= \frac{8,25226}{3} \\
 &= 2,75075
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KT \text{ galat} &= \frac{JK \text{ galat}}{t(r - 1)} \\
 &= \frac{34062,6}{16} \\
 &= 2128,91
 \end{aligned}$$

F hitung

$$\begin{aligned}
 F \text{ hitung} &= \frac{KT \text{ perlakuan}}{KT \text{ galat}} \\
 &= \frac{2,75075}{2128,91} \\
 &= 0,00129
 \end{aligned}$$

Tabel Ringkasan Anava

sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	3,00	8,252255	2,750752	0,001292	3,24
galat percobaan	16,00	34062,63	2128,915		
Umum	19,00	34070,88			

F hitung < F tabel, maka tidak ada pengaruh dari pemberian minyak sawit dan minyak lemuru terhadap kadar kolesterol darah tikus betina.

Lampiran 7. DOKUMENTASI KEGIATAN

Minyak sawit dari PT. Intiboga Sejahtera (kiri) dan minyak lemuru dari CV Aneka Nutrisi (kanan)



Campuran minyak sawit dan minyak lemuru dengan perbandingan 1:1



Sonde tikus dengan spuit ukuran 1 ml



Pelet AD-II (pakan tikus).



Kandang penelitian di LPPT UGM.



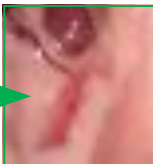
Pengemasan tikus yang akan dibawa ke Laboratorium Biologi Unnes



Kandang penelitian di Laboratorium Biologi Unnes



Pemberian minyak sawit dan minyak lemuru per oral pada tikus penelitian utama



Tikus yang telah dibuka peritoneumnya

Menimbang ovarium

