

**PENGARUH PEMBERIAN BORAKS TERHADAP
GAMBARAN HISTOPATOLOGI OVARIUM
TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus*) BETINA GALUR WISTAR**

Karya Tulis Ilmiah

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Untuk mencapai gelar Sarjana Kedokteran



Oleh :

MUHAMMAD SUHARDI
01.204.4844

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2010

Karya Tulis Ilmiah

**PENGARUH PEMBERIAN BORAKS TERHADAP
GAMBARAN HISTOPATOLOGI OVARIUM
TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus*) BETINA GALUR WISTAR**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

**Muhammad Suhardi
01.204.4844**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 19 Agustus 2010
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Pembimbing

Anggota Tim Penguji

1. dr. H.Moch Agus Suprijono, M.Kes

Dr. H. Sumarno, M.Si. Med., Sp. PA

2. Drs. H. Israhanto Isradji, M.Si

Putri Rokhima Ayuningtyas, MHPSY

Semarang, Agustus 2010

Fakultas Kedokteran
Universitas Islam Sultan Agung
Dekan,

Dr. dr. H. Taufiq R. Nasihun, M.Kes, Sp.And.

PRAKATA

Assalamualaikum Wr.Wb.

Syukur Alhamdulillah, dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta sholawat dan salam tidak lupa dihaturkan pada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah (KTI) yang berjudul “PENGARUH PEMBERIAN BORAKS TERHADAP GAMBARAN HISTOPATOLOGI OVARIUM TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus*) BETINA GALUR WISTAR” sebagai persyaratan untuk mencapai gelar Sarjana Kedokteran UNISSULA.

Pada kesempatan ini perkenankanlah penulis menyampaikan ungkapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan dan penyelesaian KTI ini, yaitu:

1. Dr. dr. H. Taufiq R. Nasihun, M.Kes., Sp.And., sebagai dekan Fakultas Kedokteran UNISSULA.
- ② dr. H.Moch Agus Suprijono, M.Kes dan Drs. H. Israhnanto Isradji, M.Si sebagai dosen pembimbing yang telah sabar dan penuh pengertian memberikan bimbingan, pengarahan, saran, dan dorongan sehingga penyusunan KTI ini terselesaikan.
3. Dr. H. Sumarno, M.Si. Med., Sp. PA dan Putri Rokhima Ayuningtyas, MHPSY., selaku Penguji I dan Penguji II, yang telah meluangkan waktunya untuk menguji KTI ini.

4. dr. H. Hadi Sarosa, M. Kes selaku Koordinator Kegiatan Ilmiah dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
5. Bunda dan Ayahanda tercinta, yang telah menjadi motivasi penulis dalam menyelesaikan pendidikan serta senantiasa memberikan doa, semangat dan dukungan baik secara moral, material maupun spiritual dengan penuh kasih sayang dan pengorbanan.
6. Segenap staf Laboratorium Biologi Fakultas MIPA Universitas Negeri Semarang yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian.
7. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan yang ikut memberikan bantuan dalam penyusunan karya tulis ilmiah ini.

Penulis menyadari bahwa KTI ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi tercapainya perbaikan di masa yang akan datang.

Akhir kata penulis berharap semoga KTI ini dapat bermanfaat bagi masyarakat pada umumnya dan civitas akademika FK UNISSULA pada khususnya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Semarang, Agustus 2010

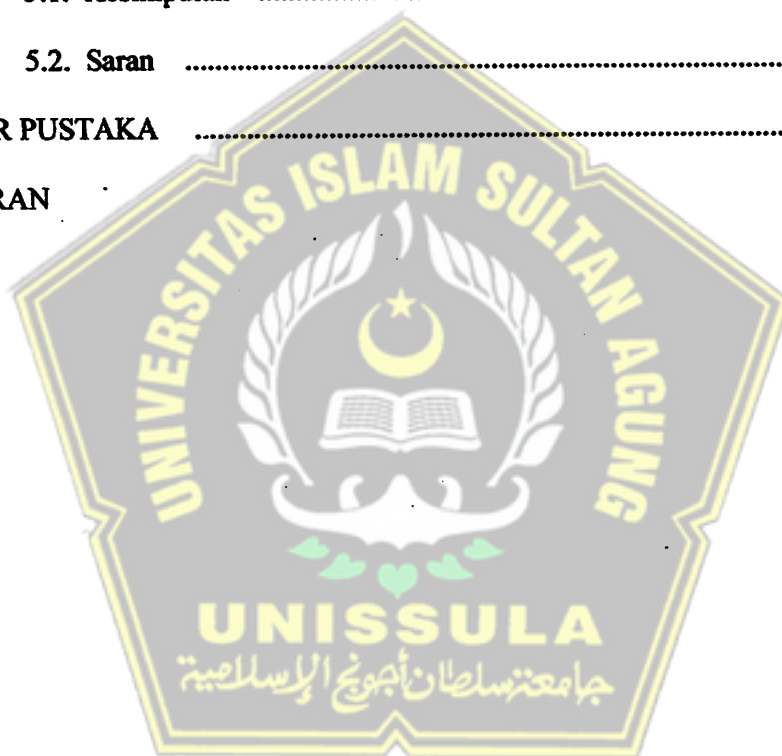
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
INTISARI	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Ovarium	5
2.1.1. Definisi	5
2.1.2. Folikel ovarium	6
2.1.3. Atresia folikel	9
2.1.4. Korpus Luteum	10
2.2. Boraks	11
2.2.1. Pengertian	11

2.2.2. Sifat-sifat kimia	12
2.2.3. Fungsi borak	12
2.2.4. Penyalahgunaan boraks	13
2.2.5. Toksisitas boraks	14
2.3. Pengaruh Pemberian Boraks Terhadap Gambaran Histopatologi Ovarium	15
2.4. Biologi Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>)	16
2.5. Kerangka Teori	18
2.6. Kerangka Konsep	19
2.7. Hipotesis	19
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1. Jenis dan Rancangan Penelitian	20
3.2. Variabel dan Definisi Operasional	20
3.2.1. Variabel	20
3.2.2. Definisi operasional	20
3.3. Populasi dan Sampel	21
3.3.1. Populasi	21
3.3.2. Sampel	21
3.4. Instrumentasi dan Bahan Penelitian	22
3.4.1. Instrumen	22
3.4.2. Bahan	22
3.5. Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.6. Cara Kerja Penelitian	23

3.7. Analisa Data	25
3.8. Alur Kerja Penelitian	26
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Hasil Penelitian	27
4.2. Pembahasan	30
BAB V PENUTUP	34
5.1. Kesimpulan	34
5.2. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	



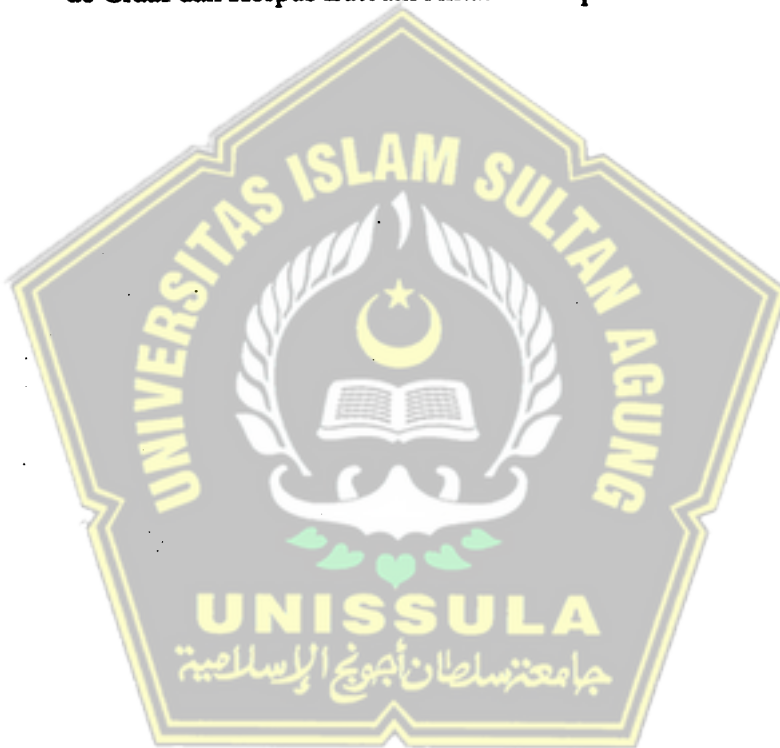
DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Rata-rata Folikel dan Korpus Luteum Masing-masing Kelompok	27
Tabel 4.2. Hasil Uji One Way Anova	29
Tabel 4.3. Hasil Uji Kruskal Wallis	30



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bagan Kerangka Teori	18
Gambar 2.2. Bagan Kerangka Konsep	19
Gambar 3.1. Alur Kerja Penelitian	26
Gambar 4.1. Grafik Rata-rata Folikel Primordial, Primer, Sekunder, de Graaf dan Korpus Luteum Antar Kelompok	28



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Tabel Konversi Dosis Antar Hewan
- Lampiran 2. Pembuatan Preparat Histopatologi Ovarium
- Lampiran 3. Hasil Penelitian
- Lampiran 4. Hasil Uji Statistik Deskriptif
- Lampiran 5. Hasil Uji Normalitas Data
- Lampiran 6. Hasil Uji Homogenitas Varian
- Lampiran 7. Hasil Uji One Way Anova Folikel Primordial
- Lampiran 8. Hasil Uji Kruskal Wallis Folikel Primer, Sekunder, de Graaf dan Korpus Luteum
- Lampiran 9. Gambaran Histologi Folikel Primordial, Primer, Sekunder, dan de Graaf serta Korpus Luteum

INTISARI

Boraks sebagai bahan tambahan pangan telah lama dilarang, namun banyak ditemukan pada olahan makanan. Dari hasil penelitian diketahui bahwa pada tikus betina menimbulkan kematian dan resorpsi fetus, pemberian boraks sebanyak 180 mg/200gBB/hari dapat menimbulkan berbagai malformasi fetus. Pada hewan jantan, boraks dapat menyebabkan penurunan kualitas spermatozoa. Dari kenyataan tersebut, perlu diteliti pengaruh boraks terhadap ovarium, karena ovarium juga dapat terpengaruh oleh zat yang bersifat toksik seperti boraks. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui gambaran histopatologi ovarium tikus putih pada pemberian boraks dengan dosis 90 mg, 180 mg, dan 360 mg.

Penelitian ini berjenis penelitian eksperimental dengan rancangan *post test only randomized control group design* menggunakan 24 ekor tikus putih betina galur wistar yang dibagi menjadi 4 kelompok secara random. Perlakuan selama 14 hari meliputi K sebagai kontrol, KP₁, KP₂, dan KP₃ sebagai kelompok perlakuan yang diberi boraks berbagai dosis. Gambaran histopatologi ovarium berupa jumlah folikel primordial, primer, sekunder dan de Graaf serta korpus luteum diuji dengan menggunakan uji Shapiro Wilk, Levene Test, *One Way Anova* dan Kruskal Wallis.

Hasil uji Oneway Anova untuk folikel primordial menunjukkan tidak terdapat perbedaan jumlah folikel primordial antar kelompok (sig. > 0,05). Begitu pula dengan data yang diuji dengan menggunakan Kruskal Wallis, tidak terdapat perbedaan jumlah folikel primer, sekunder dan de Graaf serta korpus luteum antar kelompok perlakuan (sig. > 0,05).

Berdasarkan hasil analisis tersebut disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh pemberian boraks terhadap histopatologi ovarium tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina.

Kata Kunci : Boraks, gambaran histopatologi ovarium

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Berdasarkan hasil analisis sampel yang dikirimkan oleh beberapa laboratorium Balai Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) antara Februari 2001 hingga Mei 2003, diperoleh hasil bahwa masih ada pangan olahan yang menggunakan bahan kimia berbahaya, seperti boraks (BPOM, 2004). Padahal menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor: 722/MenKes/Per/IX/88 tentang bahan tambahan makanan, boraks termasuk bahan yang berbahaya dan beracun sehingga tidak boleh digunakan sebagai bahan tambahan makanan (Sugiyatmi, 2006).

Boraks sampai saat ini masih banyak digunakan sebagai tambahan makanan, hal ini terlihat dari sekitar 86,49% sampel mi basah yang diambil di Yogyakarta, Semarang, dan Surabaya mengandung asam borat (boraks) dan 76,9% mi basah mengandung boraks juga formalin. Yayasan Lembaga Konsumen Indonesia (YLKI) juga melaporkan kandungan boraks pada berbagai jajanan di Jakarta Selatan. Hasil pemeriksaan laboratorium Badan POM Denpasar terhadap bakso menunjukkan 54,29% bakso yang digunakan sebagai sampel mengandung boraks. Jumlah kandungan boraks yang ditemukan dalam bakso bervariasi antara 0,63 ppm sampai 132,142 ppm (Sugiyatmi, 2006). Dinas Kesehatan (Dinkes) Kabupaten Pasuruan menemukan kandungan boraks sebesar 0,6-1,3 persen pada makanan *cireng*,

pentol dan *batagor* di beberapa sekolah di wilayah Purwosari (Radar Bromo, 2010).

Boraks bersifat teratogenik pada tikus putih galur wistar. Di samping menimbulkan kematian dan resorpsi fetus, pemberian boraks sebanyak 180 mg/200gBB/hari dapat menimbulkan berbagai malformasi fetus seperti pendarahan bawah kulit, memperkecil ukuran berat dan panjang, gangguan pertumbuhan tulang kaki, dada, rusuk dan omfalokel (Sunaryo dan Pangestinarsih, 1995). Pada hewan jantan, boraks dapat menyebabkan penurunan kualitas spermatozoa tikus putih setelah perlakuan dengan boraks. Penurunan kualitas spermatozoa tersebut meliputi konsentrasi, motilitas, kecepatan gerak dan morfologi normal spermatozoa (Kaspul, 2004). Hal ini terjadi karena efek akumulasi boraks pada organ bisa menyebabkan terjadinya ikatan antara boraks dengan sisi ribitil riboflavin dan membentuk kompleks riboflavin-boraks yang merupakan metabolit tidak aktif sehingga energi yang diperlukan sel menjadi berkurang. Kekurangan energi ini terjadi karena riboflavin merupakan komponen koenzim flavin mononukleotida (FMN) dan flavin adenin dinukleotida (FAD) yang merupakan pembawa elektron pada sistem transfer elektron untuk menyediakan energi tinggi. Jika diikat boraks, riboflavin tidak dapat bekerja dan mekanisme transport elektron menjadi terganggu karena tidak ada molekul pembawa elektron yang memungkinkan terjadi reaksi biokimia untuk menghasilkan energi tinggi (Kaspul, 2004).

Berangkat dari kenyataan tersebut, perlu juga diteliti pengaruh boraks terhadap gambaran histopatologi ovarium, karena ovarium juga dapat

terpengaruh oleh zat yang bersifat toksik seperti boraks. Dalam hal ini digunakan hewan percobaan berupa tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina. Apabila ditemukan bahwa preparat boraks dapat mempengaruhi gambaran histopatologi ovarium, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan sumbangan pemikiran agar para pedagang bahan makanan dan masyarakat konsumen tidak menggunakan boraks sebagai bahan tambahan dalam bahan makanan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan masalah yang dapat dirumuskan adalah: “adakah pengaruh pemberian boraks terhadap gambaran histopatologi ovarium tikus putih betina?”

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan umum

Untuk mengetahui pengaruh pemberian boraks terhadap gambaran histopatologi ovarium tikus putih betina.

1.3.2. Tujuan khusus

Untuk mengetahui perbedaan gambaran histopatologi ovarium tikus putih betina pada pemberian boraks dengan dosis 90 mg, 180 mg, dan 360 mg.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh toksisitas boraks terhadap ovarium.

1.4.2. Manfaat praktis

Hasil penelitian ini diharapkan sebagai bahan acuan untuk penelitian lebih lanjut pada manusia yang sifatnya observasional analitik.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ovarium

2.1.1. Definisi

Ovarium adalah organ reproduksi betina berbentuk buah kenari dengan panjang lebih kurang 3 cm, lebar 1,5 cm, dan tebal 1 cm. Terdiri atas bagian medula, mengandung jalinan vaskular luas di dalam jaringan ikat selular longgar; dan bagian korteks, tempat terutama dijumpai folikel ovarium yang mengandung oosit. Stroma dari daerah korteks terdiri atas fibroblas berbentuk kumparan khas yang merespon dengan cara yang berbeda terhadap rangsang hormon bila dibanding fibroblas pada organ lain. Permukaan ovarium ditutupi oleh epitel selapis gepeng atau kuboid, epitel germinal. Di bawah epitel germinal terdapat stroma yang membentuk tunika albuginea, sebuah lapisan jaringan ikat padat tidak berbatas jelas. Tunika albuginea inilah yang menyebabkan ovarium berwarna keputihan (Junqueira dkk, 1997).

Ovarium terdiri dari berbagai jenis sel. Epitel permukaan, yang dikenal sebagai epitel germinativum, ekuivalen dengan mesotel peritoneum. Ovarium sejati terdiri dari sel germinativum, sel genjel seks (*sex cord cells*), dan sel stroma non spesifik. Sel germinativum dan sel genjel seks membentuk folikel. Sebagai respon terhadap hormon hipofisis, *follicel stimulating hormone* (FSH) dan *luteinizing*

hormone (LH), folikel menjadi matang; pada saat ovulasi, paling sedikit sebuah folikel mengalami ruptur dan mengeluarkan ovum untuk fertilisasi. Folikel praovulasi dilapisi oleh sel granulosa dan sel teka. Sel-sel genjel seks ini mensekresikan estrogen. Setelah ovulasi, folikel yang ruptur berubah menjadi korpus luteum yang mensekresikan progesteron. Korpus luteum mengalami involusi dan menjadi korpus albikan fibrotik (Aleqsander, 2004).

2.1.2. Folikel ovarium

Folikel ovarium terbenam dalam stroma korteks. Sebuah folikel terdiri atas sebuah oosit yang dikelilingi oleh satu atau lebih lapisan sel folikel, sel granulosa. Jumlah total folikel dalam kedua ovarium wanita dewasa muda normal diperkirakan sebanyak 400.000, tetapi sebagian besar darinya akan lenyap oleh proses degeneratif yang disebut atresia selama masa reproduktif. Regresi folikel ini dimulai sebelum kelahiran dan berlanjut sepanjang seluruh kehidupan reproduktif. Setelah menopause, hanya sejumlah kecil folikel yang tersisa. Karena pada umumnya hanya satu ovum yang dilepaskan oleh ovarium pada setiap siklus menstruasi dan masa reproduktif seorang wanita berlangsung 30-40 tahun, maka jumlah total ovum yang dapat dilepaskan adalah 450. Semua folikel lain, dengan oositnya, tidak menjadi matang, melainkan berdegenerasi dan menjadi atretik (Junqueira dkk, 1997).

Terdapat empat tahap pertumbuhan folikel yaitu (Junqueira dkk, 1997):

1. Folikel primordial

Folikel primordial paling banyak dijumpai sebelum kelahiran. Masing-masing terdiri atas sebuah oosit primer yang dibungkus oleh selapis sel folikel gepeng.

Oosit dalam folikel primordial adalah sel bulat dengan garis tengah sekitar $35\mu\text{m}$. Intinya besar dan memiliki anak inti yang besar juga. Kromosomnya dalam keadaan terurai dan tidak jelas terpusat. Organel dalam sitoplasma cenderung bergumpal dekat inti. Terdapat banyak mitokondria, beberapa kompleks Golgi, dan sisterna retikulum endoplasma. Sel folikel gepeng saling melekat melalui desmosom. Sebuah lamina basal terdapat di bawah sel folikel dan merupakan batas antara folikel avaskular dan stroma sekitarnya.

2. Folikel primer

Pertumbuhan folikel terutama melibatkan sel-sel folikel tetapi juga oosit primer dan stroma di sekitar folikel. Pertumbuhan oosit paling pesat selama bagian pertama dari pertumbuhan folikel, yang bisa mencapai diameter maksimum $125-150\mu\text{m}$. Intinya membesar disebut vesikel germinal. Mitokondria bertambah banyak dan tersebar merata dalam sitoplasma, retikulum endoplasma mengalami hipertrofi, dan kompleks Golgi

bermigrasi ke bagian tepat di bawah permukaan sel. Sel folikel membentuk satu lapis sel kuboid, dan folikel ini kemudian disebut folikel primer unilaminar. Sel folikel berproliferasi melalui mitosis dan membentuk epitel berlapis folikel atau lapisan granulosa (folikel primer multilaminar) dan taut rekah terdapat di antara sel-sel folikel. Sebuah selubung tebal, zona pelusida, terdiri atas paling sedikit 3 glikoprotein, mengelilingi oosit. Dikatakan bahwa oosit dan sel folikel ikut dalam pembuatan zona pelusida. Filopodia dari sel folikel dan mikrovili dari oosit menerobos zona pelusida dan saling berkontak melalui taut rekah.

Sementara terjadi modifikasi, stroma yang langsung mengelilingi folikel akan berdiferensiasi membentuk teka folikuli berdiferensiasi lagi menjadi teka interna dan teka eksterna.

3. Folikel sekunder

Sewaktu folikel berkembang terutama karena ukuran dan jumlah sel granulosa bertambah, tampak timbunan cairan folikel di antara sel-sel. Rongga-rongga yang berisikan cairan ini menyatu dan akhirnya membentuk hanya satu rongga, antrum. Folikel ini disebut folikel sekunder (vesikular). Cairan folikel mengandung transudat dari plasma dan produk yang disekresi oleh sel folikel. Glikosaminoglikans, beberapa protein (termasuk protein pengikat steroid), dan banyak steroid dengan konsentrasi tinggi (progesteron, androgen dan estrogen). Sel-sel dari lapisan

granulosa lebih banyak berkumpul pada satu bagian dinding folikel, membentuk bukit kecil sel-sel (kumulus ooforus) yang mengandung oosit. Kumulus ooforus ini menonjol ke dalam antrum dan oosit tidak bertumbuh lagi.

4. Folikel matang (de Graaf)

Berdiameter $\pm 2,5$ cm dan tampak sebagai vesikel transparan yang menonjolkan permukaan ovarium. Sebagai akibat penimbunan cairan, rongga folikel makin membesar, dan oosit melekat pada dinding folikel dengan perantaraan juluran yang dibentuk oleh sel-sel granulosa. Karena sel granulosa tidak membelah sesuai proporsi terhadap penimbunan cairan, maka lapisan granulosa makin menipis.

Sel granulosa yang menyusun lapisan pertama sekitar ovum karenanya mereka berkontak langsung dengan zona pelusida akan memanjang dan membentuk korona radiata, yang menyertai ovum bila meninggalkan ovarium. Korona radiata ini tetap ada bila spermatozoa membuahi ovum dan dipertahankan beberapa saat selama ovum melalui tuba.

2.1.3. Atresia folikel

Kebanyakan folikel mengalami atresia folikel, dimana sel-sel folikel dan oosit mati dan dilenyapkan oleh sel-sel fagositik. Proses ini ditandai dengan terhentinya mitosis dalam sel-sel granulosa, terlepasnya sel granulosa dari lamina basal, dan matinya oosit.

Meskipun atresia folikel telah terjadi sejak saat kelahiran hingga beberapa tahun sesudah menopause, namun ada saatnya kejadian ini menghebat. Atresia folikel sangat mencolok segera setelah kelahiran, saat pengaruh hormon ibu terputus, dan selama pubertas dan kehamilan, saat berlangsungnya modifikasi hormonal secara kualitatif dan kuantitatif. Proses atresia dapat terjadi pada sembarang tahap perkembangan folikel (Junqueira dkk, 1997).

2.1.4. Korpus Luteum

Setelah ovulasi, sel granulosa dan sel-sel dari teka interna yang menetap dalam ovarium membentuk kelenjar endokrin sementara yang disebut korpus luteum (badan kuning). Korpus luteum, yang terletak di bagian korteks ovarium, mensekresi progesteron dan estrogen. Progesteron menghalangi pembentukan folikel ovarium baru dan karenanya mencegah ovulasi (Junqueira dkk, 1997).

Pelepasan cairan folikel berakibat kolapsnya dinding folikel sehingga berkerut. Sedikit darah mengalir ke dalam rongga folikel, tempat ia membeku dan kemudian dimasuki jaringan ikat. Jaringan ikat, dengan sisa bekuan darah yang secara berangsur dihilangkan, menetap sebagai bagian paling pusat dari korpus luteum (Junqueira dkk, 1997).

Korpus luteum dibentuk sebagai akibat rangsangan oleh hormon lutein yang dihasilkan oleh pars distal hipofisis di bawah pengendalian hipotalamus. Karena progesteron yang dihasilkan korpus luteum

mempunyai pengaruh menghambat produksi LH, maka korpus luteum akan segera berdegenerasi kecuali kalau ia memperoleh rangsangan dari sumber lain (Junqueira dkk, 1997).

Bila tidak hamil, korpus luteum hanya bertahan 10-14 hari, yaitu ia ada selama pembelahan kedua dari siklus haid (korpus luteum menstruasi). Bila hamil, gonadotropin korionik yang dihasilkan plasenta akan merangsang korpus luteum, yang akan dipertahankan lebih kurang 6 bulan dan kemudian secara berangsur menurun. Namun ia tidak menghilang seluruhnya dan terus menghasilkan progesteron hingga akhir kehamilan (korpus luteum kehamilan) (Junqueira dkk, 1997).

2.2. Boraks

2.2.1. Pengertian

Boraks merupakan senyawa bor yang dikenal juga dengan nama boraks. Boraks umumnya digunakan/ditambahkan ke dalam pangan/bahan pangan sebagai pengental ataupun sebagai pengawet. Komposisi dan bentuk boraks mengandung 99,0% H_3BO_3 . Mempunyai bobot molekul 61,83 dengan B = 17,50%; H = 4,88%; O = 77,62% berbentuk serbuk hablur kristal transparan atau granul putih tak berwarna dan tak berbau serta agak manis (Cahyadi, 2008).

Menurut Kamus Kedokteran Dorland (2000) boraks digunakan sebagai bahan pembasa preparat farmasi. Bahan ini juga digunakan untuk sifatnya sebagai antibakteri lemah dan astringen ringan dalam

losion, obat kumur, dan pembersih mulut. Disebut juga sodium pyroborate, dan sodium tetraborate.

2.2.2. Sifat-sifat kimia

Senyawa boraks ini mempunyai sifat-sifat kimia sebagai berikut: titik lebur sekitar 171°C . Larut dalam 18 bagian air dingin, 4 bagian air mendidih, 5 bagian gliserol 85%, dan tak larut dalam eter. Kelarutan dalam air bertambah dengan penambahan asam klorida, asam sitrat, atau asam tartrat. Mudah menguap dengan pemanasan dan kehilangan satu molekul airnya pada suhu 100°C yang secara perlahan berubah menjadi asam metaborat (HBO_2). Boraks merupakan asam lemah dan garam alkalinya bersifat basa. Satu gram boraks larut sempurna dalam 30 bagian air, menghasilkan larutan yang jernih dan tak berwarna. Boraks tak tercampur dengan alkali karbonat dan hidroksida (Cahyadi, 2008).

2.2.3. Fungsi boraks

Boraks yang disebut juga asam borat, natrium tetra borax atau sodium borat sebenarnya merupakan pembersih, fungisida, herbisida dan insektisida yang bersifat toksik atau meracun untuk manusia. Dalam kondisi toksik yang kronis (karena mengalami kontak dalam jumlah sedikit demi sedikit namun dalam jangka waktu yang panjang) akan mengakibatkan tanda-tanda merah pada kulit, seizure, dan gagal ginjal. Boraks dapat juga mengakibatkan iritasi pada kulit, mata atau

saluran respirasi, mengganggu kesuburan dan janin. Dosis letal (dosis yang mengakibatkan kematian) pada dewasa 20 gram (Yuliarti, 2007). Sedangkan pada anak-anak 5-10 gram dan pada binatang kurang dari 5 gram (BPOM, 2004).

2.2.4. Penyalahgunaan boraks

Boraks merupakan salah satu bahan tambahan pangan yang dilarang penggunaannya oleh pemerintah. Namun banyak produsen makanan yang menggunakan boraks sebagai bahan pengawet, khususnya pada bakso, kerupuk, pempek, pisang molen, pangsit, tahu, dan bakmi. Hal ini bisa terjadi karena minimnya pengetahuan, lemahnya pengawasan dari lembaga pemerintah, dan alasan ekonomi. Tujuan penambahan boraks pada proses pengolahan makanan adalah untuk meningkatkan kekenyalan, kerenyahan, serta memberikan rasa gurih dan kepadatan terutama pada jenis makanan yang mengandung pati (Saparinto dan Hidayati, 2006).

Boraks merupakan racun bagi semua sel. Pengaruhnya terhadap organ tubuh tergantung konsentrasi yang dicapai dalam organ tubuh. Karena kadar tertinggi tercapai pada waktu diekskresi maka ginjal merupakan organ yang paling terpengaruh dibandingkan dengan organ yang lain. Dosis fatal boraks antara 0,1-0,5g/Kg berat badan (Saparinto dan Hidayati, 2006).

2.2.5. Toksisitas boraks

Boraks dan sejenisnya merupakan pestisida turunan elemen boron. Boron jarang sekali digunakan secara tunggal, jenis-jenisnya ditemukan dengan bentuk kombinasi dengan elemen-elemen lain; umumnya dikombinasikan dengan asam borat atau boraks. Tidak seperti beberapa pestisida dengan beberapa komponen sintetik, Boraks dan beberapa pestisida secara alami merupakan campuran (Cox, 2004).

Boraks memiliki beberapa keuntungan sebagai pestisida, memiliki toksisitas yang rendah terhadap manusia daripada pestisida lainnya, dan lebih sedikit serangga yang resisten karenanya. Namun demikian boraks dan zat-zat kimia yang berhubungan dapat menyebabkan keracunan. Boraks dapat membunuh beberapa jenis organisme dengan cara yang berbeda. Serangga terbunuh oleh boraks karena boraks ini berperan sebagai racun perut dan juga sebagai zat abrasiv pada permukaan luar serangga (Cox, 2004).

Boraks juga dapat mengurangi kapabilitas gerak sperma. Studi yang pernah dilakukan oleh *National Institute for Environmental Health Science's National Toxicology Program* pada tahun 2002 memperlihatkan bahwa sperma tikus dan mencit yang diberi pakan boraks memiliki sperma yang berkurang kapabilitas pergerakannya daripada kapabilitas pergerakan sperma dari tikus atau mencit yang tidak diberi pakan boraks (Cox, 2004).

Boraks berpengaruh terhadap menurunnya keberhasilan angka kehamilan. Hasil studi laborat pada mencit, tikus dan kelinci yang dilakukan oleh *National Toxicology Program* pada tahun 1991 dan penelitian-penelitian lain sejenis bekerja sama dengan pabrikasi boraks menunjukkan terjadinya penurunan keberhasilan kehamilan pada binatang-binatang coba tersebut. Pemberian boraks selama masa kehamilan pada ketiga binatang tersebut menyebabkan peningkatan kematian prenatal, peningkatan tersebut terjadi pada pemberian dosis paling tinggi pada tiap kelompok binatang coba. Begitu juga dengan pengaruh boraks terhadap berat lahir. Pada binatang dengan paparan boraks selama masa kehamilan memiliki berat badan (6 sampai 50%) lebih rendah daripada binatang tanpa paparan boraks (Cox, 2004).

2.3. Pengaruh Pemberian Boraks Terhadap Gambaran Histopatologi Ovarium

Bahan kimia dan obat-obatan merupakan penyebab penting adaptasi, jejas dan kematian sel. Agen-agen yang sering diketahui sebagai racun dapat menyebabkan kerusakan hebat pada sel dan kemungkinan kematian organ. Banyak bahan kimia ini dan obat-obatan yang berdampak terjadinya perubahan pada beberapa fungsi vital sel, seperti permeabilitas selaput, homeostatis osmosa atau keutuhan enzim dan kofaktor (Robbins dan Kumar, 1995).

Pengaruh boraks terhadap ovarium dapat terjadi karena efek kumulatif boraks di ovarium, boraks akan berikatan dengan sisi ribitil dari riboflavin

membentuk kompleks riboflavin-boraks yang merupakan metabolit tidak aktif sehingga energi yang diperlukan sel menjadi berkurang. Kekurangan energi ini terjadi karena riboflavin merupakan komponen koenzim flavin mononukleotida (FMN) dan flavin adenin dinukleotida (FAD) yang merupakan pembawa elektron pada sistem transfer elektron untuk menyediakan energi tinggi. Jika diikat boraks, riboflavin tidak dapat bekerja dan mekanisme transport elektron menjadi terganggu karena tidak ada molekul pembawa elektron yang memungkinkan terjadi reaksi biokimia untuk menghasilkan energi tinggi. Hambatan pada proses ini akan menyebabkan cedera bahkan kematian sel karena kurangnya pasokan energi sel untuk menjalankan efektivitasnya. Hal ini menunjukkan bahwa boraks bersifat sitotoksik dengan bekerja sebagai penghambat pembentukan Adenosin Trifosfat (ATP) (Kaspul, 2004).

2.4. Biologi Tikus Putih (*Rattus norvegicus*)

Tikus putih (*Rattus norvegicus*) sering disebut juga sebagai tikus laboratorium, dengan ciri-ciri: lebih cepat dewasa, tidak memperlihatkan perkawinan musiman dan lebih mudah berkembang biak. Bulu tikus berwarna putih dengan abdomen keputih-putihan, mata berwarna hitam dan kulit berpigmen (Kusumawati, 2004).

Klasifikasi *Rattus norvegicus* sebagai berikut (Kusumawati, 2004):

Kingdom : *Animalia*

Filum : *Chordata*

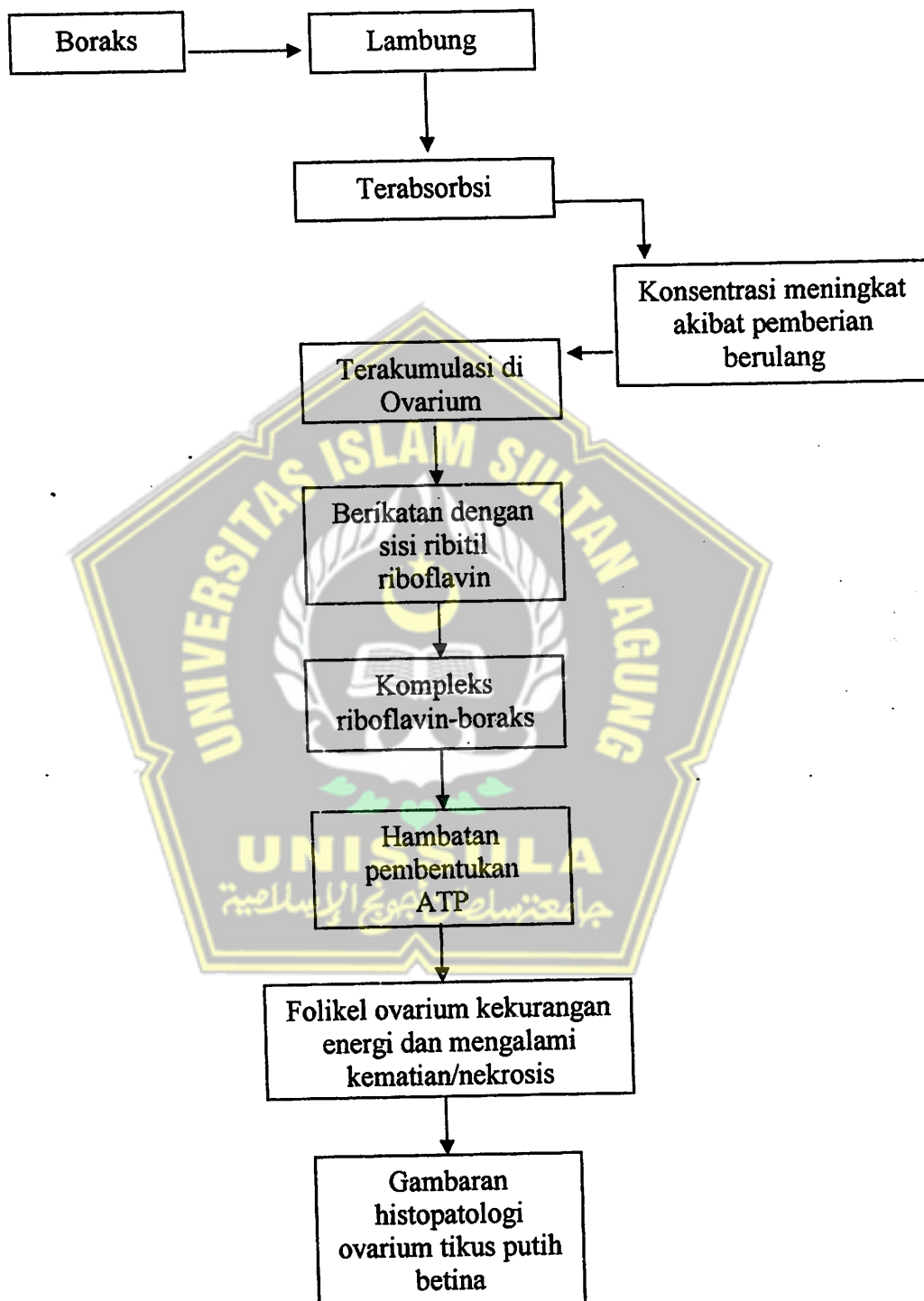
Kelas : *Mammalia*

Ordo : *Rodentia*
 Famili : *Muridae*
 Subfamili : *Murinae*
 Genus : *Rattus*
 Spesies : *Rattus norvegicus*

Data biologis tikus putih sebagai berikut (Kusumawati, 2004):

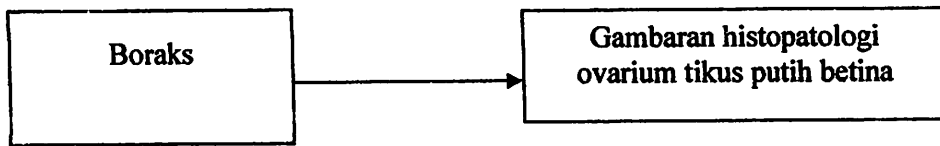
Lama Hidup : 2-3 tahun, dapat sampai 4 tahun
 Lama Bunting : 20-22 hari
 Umur Disapih : 21 hari
 Umur Dewasa : 40-60 hari
 Siklus Kelamin : poliestrus
 Siklus Estrus : 4-5 hari
 Lama Estrus : 9-20 jam
 Berat Dewasa : 300-400 gram jantan; 250-300 gram betina
 Berat Lahir : 5-6 gram
 Jumlah anak : rata-rata 9, dapat 20
 Suhu (rektal) : 36-39°C (rata-rata 37,5°C)
 Perkawinan Kelompok : 3 betina dengan 1 jantan
 Aktivitas : Nokturnal (malam)

2.5. Kerangka Teori



Gambar 2.1. Bagan Kerangka Teori

2.6. Kerangka Konsep



Gambar 2.2. Bagan Kerangka Konsep

2.7. Hipotesis

Ada pengaruh boraks terhadap gambaran histopatologi ovarium tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina galur wistar.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian eksperimental laboratorik dengan rancangan *post test only control group design*.

3.2. Variabel dan Definisi Operasional

3.2.1. Variabel

3.2.1.1. Variabel Bebas

Variabel bebas penelitian ini adalah boraks.

3.2.1.2. Variabel Terikat

Variabel terikat penelitian ini adalah gambaran histopatologi ovarium

3.2.2. Definisi operasional

3.2.2.1. Boraks

Boraks pada penelitian ini yaitu natrium tetraborate ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) berupa larutan boraks yang diperoleh dari pelarutan serbuk boraks dosis 90 mg, 180 mg dan 360 mg dalam 2 ml aquades.

Skala: ordinal.

3.2.2.2. Gambaran histopatologi ovarium

Yang dimaksud dengan gambaran histopatologi ovarium pada penelitian ini adalah jumlah folikel primordial, folikel primer, folikel sekunder, folikel de Graaf dan korpus luteum.

Skala: rasio

3.3. Populasi dan Sampel

3.3.1. Populasi

Populasi penelitian adalah tikus betina galur wistar yang ada di laboratorium FMIPA Universitas Negeri Semarang.

3.3.2. Sampel

Sampel penelitian tikus putih betina galur wistar yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi sebagai berikut:

Kriteria inklusi:

- Tikus putih betina berumur 2-3 bulan
- Berat badan sekitar 200-250 gram
- Tidak hamil

Kriteria eksklusi:

- Tikus dalam keadaan sakit (tidak bergerak aktif)

Jumlah sampel dihitung menurut rumus Frederer yaitu: (Hanafiah, 1997).

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

Keterangan:

t = jumlah perlakuan

n = jumlah tikus putih betina untuk tiap perlakuan

Berdasarkan rumus di atas, maka jumlah sampel yang dibutuhkan adalah :

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

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

$$3n - 3 \geq 15$$

$$n \geq 6$$

sehingga jumlah tikus putih betina untuk tiap perlakuan adalah 6 ekor.

3.4. Instrumentasi dan Bahan Penelitian

3.4.1. Instrumen

- Instrumen untuk membuat larutan uji: timbangan analitik, gelas ukur, pipet ukur, botol, tissue dan kertas label.
- Timbangan Ohaus dan *disposable syringe* ukuran 1,0 mL yang ujungnya diberi kanul untuk pelaksanaan pemberian perlakuan.
- Peralatan bedah terdiri dari bak parafin, gunting, scalpel, pinset, jarum, kapas.
- Mikroskop cahaya serta buku kerja digunakan untuk pengambilan data.

3.4.2. Bahan

- 24 ekor tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina galur wistar
- Boraks dalam bentuk serbuk sebanyak 88,2 gram.
- Makanan hewan percobaan (pellet)

- Air atau aquades sebanyak 2 ml.
- Untuk pembuatan preparat awetan histologi ovarium diperlukan seperangkat bahan pembuatan preparat *section* dan zat warna *Ehrlich Hematoxilin-Eosin*.

3.5. Tempat dan Waktu Penelitian

3.5.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biologi Universitas Negeri Semarang.

3.5.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 14 hari dari tanggal 12 sampai dengan 27 April 2010.

3.6. Cara Kerja Penelitian

3.5.1 Pelaksanaan perlakuan berupa pemberian boraks diberikan selama 14 hari. Adapun ketentuan dosis pemberian boraks ini adalah:

Boraks yang diberikan adalah boraks dalam bentuk serbuk yang dilarutkan dengan 2 ml aquades. Dosis I boraks yang digunakan disesuaikan dengan tabel konversi manusia ke tikus yaitu 0,018 (Donatus, 1994). Dosis II merupakan dua kali lipat dosis I dan dosis III merupakan dua kali lipat dosis II.

Perhitungan dosis:

Dosis konversi manusia (70 kg) ke tikus (200 gr) = 0,018

Dosis letal boraks manusia dewasa = 20 gr

Dosis letal untuk tikus = $0,018 \times 20 \text{ gr} = 0,36 \text{ gr} = 360 \text{ mg}$

3.5.2. Membagi 24 ekor tikus putih betina menjadi empat kelompok, masing-masing kelompok 6 ekor dengan cara *random*, yaitu:

- 1) K sebagai kelompok kontrol terdiri dari 6 ekor tikus putih betina yang masing-masing hanya diberi diet standar (pellet dan air/aquadest).
- 2) KP₁ sebagai kelompok perlakuan I terdiri dari 6 ekor tikus putih betina yang masing-masing diberi diet standar (pellet dan air/aquadest) dan boraks dosis I intragastrik (90 mg/200 kg BB tikus putih betina).
- 3) KP₂ sebagai kelompok perlakuan II terdiri dari 6 ekor tikus putih betina yang masing-masing diberi diet standar (pellet dan air/aquadest) dan boraks dosis II intragastrik (180 mg/200 g BB tikus putih betina).
- 4) KP₃ sebagai kelompok perlakuan III terdiri dari 6 ekor tikus putih betina yang masing-masing diberi diet standar (pellet dan air/aquadest) dan boraks dosis III intragastrik (360 mg/200 g BB tikus putih betina).

3.5.3. Pembuatan preparat histopatologis ovarium

Pada hari ke-15 tikus dibunuh dengan cara mendislokasi pada leher tikus putih untuk kemudian dilakukan pembuatan preparat histopatologis ovarium (lampiran 2).

3.5.4. Parameter yang diamati

Parameter yang diamati dalam penelitian adalah jumlah folikel primordial, folikel primer, folikel sekunder, folikel de Graaf dan korpus luteum. Penghitungan folikel dilakukan dalam satu kali lapang pandang dengan perbesaran 400 kali.

3.7. Analisis Data

Deskripsi data dianalisis dengan uji statistik deskriptif untuk kemudian dianalisis normalitasnya dengan uji *Shapiro Wilk* dan homogenitas variannya dengan *Levene Test*. Perbedaan rata-rata folikel primordial antar kelompok dianalisis dengan uji *One Way Anova* karena data folikel primordial memiliki distribusi data normal dan varian data yang homogen, sedangkan perbedaan rata-rata folikel primer, folikel sekunder, folikel de Graaf dan korpus luteum antar kelompok dianalisis dengan uji *Kruskall Wallis* karena varian data homogen tetapi tidak berdistribusi normal atau jarak atau rentang data dengan nilai rata-ratanya terlalu lebar.

3.8. Alur Kerja Penelitian

Secara umum, alur kerja penelitian ini adalah sebagai berikut:



Keterangan:

Diet standar: Pakan + minum

Gambar 3.1. Alur Kerja Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

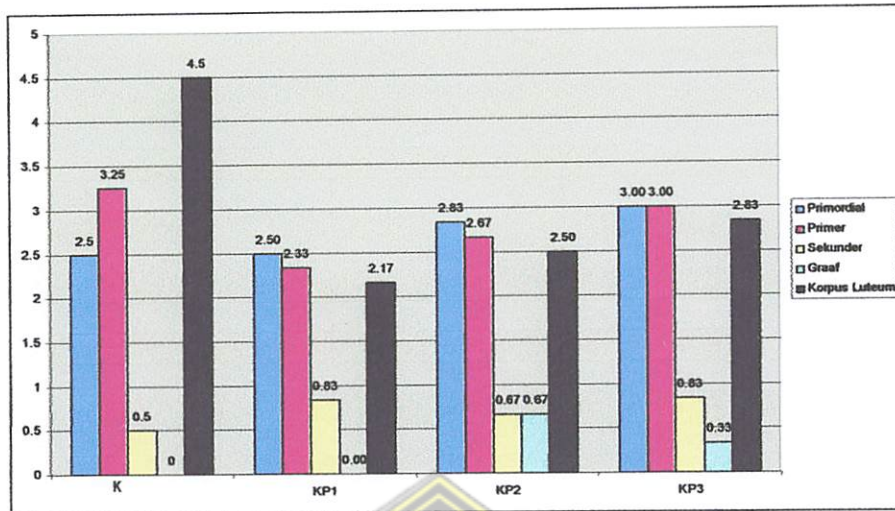
4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Hasil uji statistik deskriptif

Penelitian ini dilakukan pada 24 ekor tikus betina galur wistar yang dibagi menjadi 4 kelompok, masing-masing terdiri dari 6 ekor tikus yang diambil secara random. Pelaksanaan penelitian dimulai tanggal 12 sampai dengan 27 April 2010. Data hasil penelitian ini berupa data rasio yaitu jumlah folikel primordial, folikel primer, folikel sekunder, folikel de Graaf dan korpus luteum dihitung setelah tikus mendapat perlakuan selama 14 hari. Dari 24 sampel, 2 ekor tikus pada kelompok kontrol mati saat penelitian, sehingga diekskusi dari penelitian dan total data yang dapat diolah menjadi 22. Hasil perhitungan rata-rata folikel primordial, folikel primer, folikel sekunder, folikel de Graaf dan korpus luteum tersebut disajikan pada tabel 4.1. dan gambar 4.1.

Tabel 4.1. Rata-rata Folikel dan Korpus Luteum Masing-masing Kelompok

Kelompok	Folikel				Korpus Luteum
	Primordial	Primer	Sekunder	de Graaf	
K	2,50	3,25	0,50	0,00	4,50
KP1	2,50	2,33	0,83	0,00	2,17
KP2	2,83	2,67	0,67	0,67	2,50
KP3	3,00	3,00	0,83	0,33	2,83



Gambar 4.1. Grafik Rata-rata Folikel Primordial, Primer, Sekunder, de Graaf dan Korpus Luteum Antar Kelompok

Berdasarkan gambar 4.1. dapat dilihat bahwa rata-rata folikel primordial KP_3 yaitu kelompok dengan pemberian boraks dosis III (360 mg/200 gBB) adalah yang tertinggi sedangkan rata-rata folikel primordial kelompok kontrol (K) dan kelompok perlakuan I (KP_1) yaitu kelompok dengan pemberian boraks dosis I (90 mg/grBB) adalah yang terendah. Rata-rata folikel primer kelompok kontrol adalah yang tertinggi, sedangkan rata-rata folikel primer kelompok KP_1 adalah yang terendah. Rata-rata folikel sekunder pada KP_1 dan KP_2 adalah yang tertinggi, sedangkan rata-rata folikel sekunder kelompok K adalah yang terendah. Rata-rata folikel de Graaf pada KP_2 adalah yang tertinggi, sedangkan rata-rata folikel de Graaf pada kelompok K dan KP_1 adalah yang terendah. Rata-rata korpus luteum kelompok KP_1 adalah yang tertinggi, sedangkan rata-rata korpus luteum pada KP_2 adalah yang terendah.

4.1.2. Hasil Uji Beda Pengaruh Pemberian Boraks Berbagai Dosis Terhadap Jumlah Folikel dan Korpus Luteum

Perbedaan pengaruh jumlah folikel dan korpus luteum pada kelompok tikus putih betina galur wistar dengan pemberian boraks berbagai dosis diuji dengan uji *Kruskall Wallis*, kecuali untuk kelompok folikel primordial. Hal ini dilakukan karena distribusi data untuk folikel primer, sekunder, de Graaf dan korpus luteum tidak terdistribusi normal (lampiran 5) walaupun homogenitas variannya terpenuhi (lampiran 6) (Dahlan, 2004).

Hasil uji *One Way Anova* untuk folikel primordial dapat dilihat pada tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2. Hasil Uji *One Way Anova*

	HDL (mg/dalam)
F	0,082
Sig.	0,969

Berdasarkan tabel 4.2. diperoleh angka signifikansi dari uji *One Way Anova* sebesar 0,969. Karena nilai signifikansi $> F$ ($0,969 > 0,05$) maka H_0 diterima, sehingga disimpulkan H_a ditolak. Jadi rata-rata folikel primordial antar kelompok tikus betina galur wistar dengan pemberian boraks pada dosis yang berbeda tidak bermakna (Dahlan, 2004).

Adapun hasil uji *Kruskall Wallis* untuk folikel primer, sekunder dan de Graaf serta korpus luteum dapat dilihat dari tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3. Hasil Uji Kruskal Wallis

Nilai Statistik	Folikel			Korpus Luteum
	Primer	Sekunder	de Graaf	
Chi-Square	0,961	1,268	5,719	7,229
df	3	3	3	3
Asymp. Sig.	0,811	0,737	0,126	0,065

a Kruskal Wallis Test

b Grouping Variable: Kelompok

Berdasarkan tabel 4.3. diperoleh angka signifikansi dari uji Kruskal Wallis sebesar 0,811; 0,737; 0,126 dan 0,065 masing-masing untuk folikel primer, sekunder, de Graaf dan korpus luteum. Karena nilai-nilai signifikansi ini $> F (> 0,05)$ maka H_0 diterima, sehingga disimpulkan H_a ditolak. Jadi rata-rata folikel primer, sekunder, de Graaf dan korpus luteum antar kelompok tikus betina galur wistar dengan pemberian boraks pada dosis yang berbeda tidak bermakna (Dahlan, 2004).

4.2. Pembahasan

Berdasarkan hasil-hasil uji statistik yang telah dilakukan dapat dikatakan bahwa penelitian tentang pengaruh pemberian boraks terhadap gambaran histopatologi ovarium tikus putih betina ini tidak terbukti. Hal ini ditunjukkan dari rata-rata jumlah folikel primordial, primer, sekunder, de Graaf dan korpus luteum yang berbeda tapi tidak bermakna.

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata folikel primordial justru cenderung meningkat pada KP_2 dan KP_3 . Namun peningkatan jumlah folikel primordial tersebut tidak bermakna. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata

folikel primordial antar keempat kelompok pada penelitian ini tidak jauh berbeda.

Rata-rata yang berbeda tidak bermakna juga terjadi pada jenis folikel-folikel ovarium yang lain. Rata-rata folikel primer pada KP₃ justru lebih tinggi daripada KP₂ dan KP₁. Padahal KP₃ merupakan kelompok tikus dengan pemberian boraks dosis yang lebih tinggi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa boraks tidak berpengaruh terhadap gambaran histopatologi ovarium yang direpresentasi oleh folikel primer.

Pada folikel sekunder, K merupakan kelompok dengan rata-rata folikel sekunder terendah yang diikuti oleh KP₂, sementara rata-rata folikel sekunder pada KP₁ dan KP₃ adalah yang tertinggi. Hasil uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan rata-rata folikel sekunder yang bermakna maka dapat dikatakan bahwa boraks juga tidak berpengaruh terhadap histopatologi ovarium yang direpresentasi oleh folikel sekunder.

Berkaitan dengan folikel de Graaf, kelompok K dan KP₁ adalah kelompok yang sudah tidak lagi memiliki folikel de Graaf. Sedangkan KP₂ adalah kelompok dengan rata-rata folikel de Graaf paling tinggi. Namun karena hasil statistik yang menguji perbedaan rerata folikel de Graaf antar keempat kelompok perlakuan pada penelitian ini tidak menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna, maka disimpulkan bahwa pemberian boraks juga tidak berpengaruh terhadap histopatologi ovarium yang direpresentasi dengan jumlah folikel de Graaf.

Rata-rata korpus luteum paling tinggi pada penelitian ini terdapat pada kelompok K. Rata-rata korpus luteum pada KP₁ adalah yang terendah dan meningkat seiring dengan penambahan dosis boraks. Namun setelah dibandingkan secara statistik, rata-rata korpus luteum antar keempat kelompok perlakuan juga tidak berbeda bermakna. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian boraks juga tidak berpengaruh terhadap gambaran histopatologi ovarium yang direpresentasi dengan jumlah korpus luteum.

Penelitian ini tidak berhasil menunjukkan pengaruh boraks terhadap histopatologi ovarium. Hal ini berarti bahwa pemberian boraks dengan berbagai dosis selama 14 hari belum dapat menyebabkan terjadinya akumulasi boraks di ovarium, karena menurut Kaspul (2004) pengaruh boraks terhadap organ tubuh dapat terjadi karena efek kumulatif boraks di organ tersebut. Boraks akan berikatan dengan sisi ribitil dari riboflavin membentuk kompleks riboflavin-boraks yang merupakan metabolit tidak aktif sehingga energi yang diperlukan sel menjadi berkurang. Kekurangan energi ini terjadi karena riboflavin merupakan komponen koenzim flavin mononukleotida (FMN) dan flavin adenin dinukleotida (FAD) yang merupakan pembawa elektron pada sistem transfer elektron untuk menyediakan energi tinggi. Jika diikat boraks, riboflavin tidak dapat bekerja dan mekanisme transport elektron menjadi terganggu karena tidak ada molekul pembawa elektron yang memungkinkan terjadi reaksi biokimia untuk menghasilkan energi tinggi. Hambatan pada proses ini akan

menyebabkan cedera bahkan kematian sel karena kurangnya pasokan energi sel untuk menjalankan efektifitasnya (Kaspul, 2004).

Perbedaan hasil penelitian ini dengan penelitian Kaspul (2004) yaitu dengan perlakuan selama 30 hari, boraks terbukti dapat menurunkan kualitas spermatozoa yang meliputi konsentrasi, motilitas, kecepatan gerak dan morfologi normal spermatozoa. Sedangkan pada penelitian ini lama perlakuan hanya 14 hari sehingga dimungkinkan akumulasi boraks pada ovarium belum terjadi.

Selain waktu pemberian perlakuan yang kurang lama, keterbatasan lain dalam penelitian ini adalah pada takaran dosis toksik boraks. Pada penelitian ini, dosis toksik yang digunakan adalah dosis yang setara dengan dosis toksik boraks pada manusia yang kemudian diturunkan hingga 2 kali ke takaran dosis setengahnya. Dosis toksik boraks pada manusia 20 gram yang dikonversi ke tikus dengan berat badan 200 gram yaitu 360 mg/200 grBB yang diturunkan menjadi dosis 180 mg/200 grBB dan 90 mg/200grBB.

BAB V

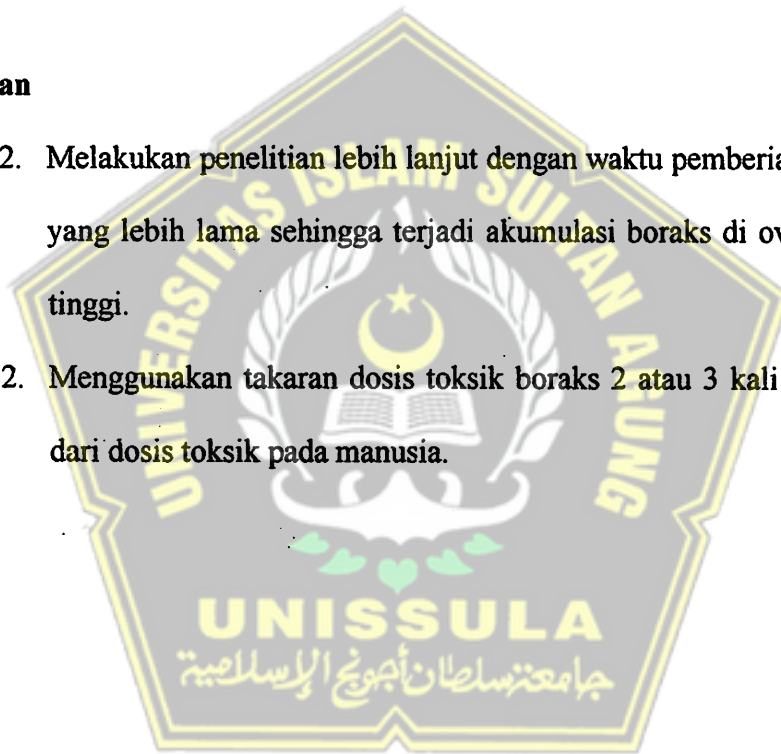
SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Pemberian boraks tidak berpengaruh terhadap gambaran histopatologi ovarium tikus putih betina.

5.2. Saran

- 5.2.2. Melakukan penelitian lebih lanjut dengan waktu pemberian perlakuan yang lebih lama sehingga terjadi akumulasi boraks di ovarium lebih tinggi.
- 5.2.2. Menggunakan takaran dosis toksik boraks 2 atau 3 kali lebih tinggi dari dosis toksik pada manusia.



DAFTAR PUSTAKA

- Aleqsander, 2004, *Atlas Berwarna Patologi Anatomi*, Jilid 2, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta, 2.
- Balai Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM), 2004, *Bahan Tambahan Ilegal - Boraks, Formalin dan Rhodamin B*, Bekerja sama dengan Departemen Pertanian, Balai Besar Industri Agro dan 13 Baristan, Institut Pertanian Bogor, dan WHO, 1-4.
- Cahyadi, W., 2008, *Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*, Edisi Kedua, Bumi Aksara, Jakarta, 253.
- Cox, C., 2004, Pesticide Factsheet, Boric Acid and Borates, *Journal of Pesticide Reform*, Vol. 24, No. 2, 10-15
- Dahlan, S., 2004, *Statistika untuk Kedokteran dan Kesehatan Uji Hipotesis dengan Menggunakan SPSS*, PT. Arkans, Jakarta, 85-107.
- Donatus L A. 1994. *Petunjuk Praktikum Toksikologi. Edisi I*. Yogyakarta: Lab. Farmakologi dan Toksikologi. Fakultas Farmasi Universitas Gajah Mada, 10-22
- Dorland, W.A.N., 2000, *Kamus Kedokteran Dorland*, Edisi 29, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta, 2013.
- Hanafiah, K.A., 1997, *Rancangan Percobaan: Teori dan Aplikasi*, Edisi Ke-2, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta, 238.
- Junqueira, L.C., Carneiro, J., Kelley, R.O., 1997, *Histologi Dasar*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta, 434-441.
- Kaspul, 2004, Kualitas Spermatozoa Tikus Putih (*Rattus norvegicus L*) Setelah Perlakuan dengan Boraks, *Bioscientiae* Volume 1, Nomor 2 Juli 2004, 1-9
- Kusumawati, R., 2004, *Bersahabat dengan Hewan Coba*, Gramedia Pustaka, Jakarta, 73.
- Pangestiningih, T.W., dan Sunaryo, S., 1995, Effects of Riboflavin Supplementation on The Teratogenic Effects of Sodium Borate in White Rats, *Bull. FKH-UGM* Vol XIV No. 2 : Desember 1995, 1-6.

- Radar Bromo, 2010, *Temukan Jajanan Pakai Boraks, Dinkes Saat Sidak ke SDN 1 Purwosari*,
<http://www.jawapos.co.id/radar/index.php?act=detail&rid=170931>,
Jum'at 30 Juli 2010
- Robbins, S.L., dan Kumar, V., 1995, *Buku Ajar Patologi II*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta, 390.
- Saparinto, C., Hidayati, D., 2006, *Bahan Tambahan Pangan*, Kanisius, Yogyakarta, 59-61.
- Sugiyatmi, S., 2006, *Analisis Faktor-faktor Risiko Pencemaran Bahan Toksik Boraks Dan Pewarna pada Makanan Jajanan Tradisional yang Dijual di Pasar-Pasar Kota Semarang Tahun 2006*, Tesis, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang, 3.
- Yuliarti, N., 2007, *Awas! Bahaya di Balik Lezatnya Makanan*, Andi, Yogyakarta, 49-50.

