

**PERAN ILMU ANATOMI HEWAN DALAM
MENGUNGKAP VARIASI DISTRIBUSI SIGNALING
MOLEKUL PADA HEWAN DAN MENDASARI
PENGEMBANGAN TERAPI PENYAKIT
DEGENERATIF**



UNIVERSITAS GADJAH MADA

**Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar
dalam Bidang Anatomi
pada Fakultas Kedokteran Hewan
Universitas Gadjah Mada**

**Disampaikan pada Pengukuhan Guru Besar
Universitas Gadjah Mada
pada Tanggal 4 Juli 2023**

**Oleh:
Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**

PERAN ILMU ANATOMI HEWAN DALAM MENGUNGKAP VARIASI DISTRIBUSI SIGNALING MOLEKUL PADA HEWAN DAN MENDASARI PENGEMBANGAN TERAPI PENYAKIT DEGENERATIF

Assalaamu'alaikum wa rahmatullaahi wa barakaatuh
Salam sejahtera, Shalom, Om Swastiastu, Namu Buddhaya, Salam
Kebajikan.

Yang saya hormati,
Ketua, Sekretaris, dan anggota Majelis Wali Amanat;
Rektor dan Para Wakil Rektor;
Ketua, Sekretaris, dan anggota Senat Akademik;
Ketua, Sekretaris, dan anggota Dewan Guru Besar;
Para Dekan, Ketua Pusat Studi dan Lembaga di lingkungan UGM;
Segenap *civitas academica* Universitas Gadjah Mada;
Para hadirin, tamu undangan yang berbahagia.

Perkenalkan saya memulai pidato ini dengan mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah Swt., Tuhan Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, yang telah melimpahkan karunia-Nya sehingga kita semua bisa hadir, baik secara tatap muka di Balai Senat Universitas Gadjah Mada maupun hadir dalam ruang virtual. Dalam acara pengukuhan sebagai Guru Besar Anatomi pada Fakultas Kedokteran Hewan UGM, saya menyampaikan pidato dengan judul: **“Peran Ilmu Anatomi Hewan dalam Mengungkap Variasi Distribusi Signaling Molekul pada Hewan dan Mendasari Pengembangan Terapi Penyakit Degeneratif”**.

Tema ini menjadi pilihan mengingat pendokumentasian keberadaan, distribusi, dan ekspresi berbagai signaling molekul di tingkat seluler dalam tubuh beragam spesies hewan belum menjadi fokus perhatian para ahli anatomi hewan di Indonesia. Pemahaman terkait hal tersebut sangat diperlukan untuk mendasari pengetahuan bagaimana spesies hewan beradaptasi dengan lingkungannya dan berevolusi sehingga akan mendukung upaya melindungi spesies hewan dari kepunahan dan memelihara biodiversitas. Dengan

mengetahui keberadaan signaling molekul yang terlibat dalam pengaturan fungsi jaringan/organ di tingkat seluler, akan membantu mempercepat pemahaman teoretis terhadap proses terjadinya penyakit sebagai dasar penemuan substansi biologis yang dapat menyembuhkan penyakit degeneratif tersebut.

Hadirin yang saya muliakan,

Signaling molecule atau signaling molekul adalah molekul pensinyalan yang digunakan oleh sel untuk berkomunikasi dengan sel lain atau lingkungannya. Signaling molekul dapat berasal dari dalam sel (seperti hormon dan neurotransmitter) atau dari luar sel (seperti faktor pertumbuhan dan sitokin). Molekul ini mengirim pesan ke sel lain yang kemudian merespons dengan mengubah perilaku, fungsi, atau metabolisme mereka (Cooper, 2000). Peran paling penting dari signaling molekul adalah mengoordinasikan aktivitas sel dan mempertahankan homeostasis di dalam tubuh organisme. Proses pensinyalan kompleks ini melibatkan berbagai mekanisme di dalam sel, seperti pengikatan molekul sinyal ke reseptor, transduksi sinyal, dan perubahan ekspresi gen untuk menghasilkan respons yang tepat di dalam sel (Hotamisligil *et al.*, 2016).

Signaling molekul dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori berdasarkan struktur, fungsi, dan cara kerjanya. Berikut adalah beberapa klasifikasi umum dari signaling molekul. 1) Hormon merupakan molekul pemberi sinyal yang diproduksi oleh kelenjar dan diangkut melalui aliran darah ke sel target. Contohnya, hormon insulin, estrogen, dan testosteron (Starka dan Duskova, 2020). 2) Neurotransmitter merupakan signaling molekul yang dilepaskan oleh neuron dan bekerja pada sel yang berdekatan. Contohnya, serotonin, dopamin, dan asetilkolin (Gasmi *et al.*, 2023). 3) Sitokin adalah signaling molekul yang diproduksi oleh sel imun dan bekerja pada sel lain untuk mengatur respons imun. Contohnya, interleukin, interferon, dan *tumor necrosis factor* (Liu *et al.*, 2021). 4) Faktor pertumbuhan yang merupakan molekul pemberi sinyal yang merangsang pertumbuhan, proliferasi, dan diferensiasi sel. Contohnya, faktor pertumbuhan epidermal, faktor pertumbuhan turunan trombosit, dan faktor pertumbuhan fibroblast (Nataraj, 2021). Di samping itu,

golongan lipid, seperti prostaglandin dan leukotrien, juga bertindak sebagai signaling molekul dan mengatur berbagai proses fisiologis, seperti peradangan, pembekuan darah, dan persepsi nyeri (Funk, 2001); Nitrat oksida yang diproduksi oleh berbagai jenis sel dan memiliki fungsi fisiologis yang beragam, termasuk vasodilatasi, transmisi saraf, dan pengaturan kekebalan (Cooper, 2000); Selanjutnya, pembawa pesan kedua, adalah siganling molekul yang diproduksi di dalam sel sebagai respons terhadap sinyal ekstraseluler dan mengirimkan sinyal tersebut ke efektor hilir. Contohnya termasuk cAMP, inositol trifosfat, dan diasilgliserol (Newton *et al.*, 2016). Terakhir adalah hormon peptida. Hormon-hormon peptida merupakan signaling molekul yang tersusun oleh rantai pendek asam amino. Contohnya, oksitosin, vasopresin, dan somatostatin (Cooper, 2000).

Signaling molekul yang telah saya jabarkan di atas berperan penting dalam mempertahankan homeostasis di dalam tubuh dan mengoordinasikan berbagai proses biologis. Berikut adalah beberapa fungsi penting yang dilakukan oleh signaling molekul. 1) Fungsi yang pertama adalah melakukan regulasi pertumbuhan dan diferensiasi sel. Signaling molekul seperti faktor pertumbuhan dan hormon memainkan peran kunci dalam mengatur proliferasi sel dan diferensiasi sel di dalam tubuh (Kraemer *et al.*, 2020). Koordinasi respons stres dari sistem hormon stres seperti kortisol dan adrenalin merespons situasi stres dan mengoordinasikan berbagai respon fisiologis, seperti peningkatan denyut jantung dan peningkatan tekanan darah (Hotamisligil *et al.*, 2016). Selanjutnya, pemeliharaan keseimbangan elektrolit dan cairan, hormon seperti aldosteron memainkan peran penting dalam mengatur keseimbangan elektrolit dan cairan dalam tubuh (Atlas, 2007). Pengaturan reproduksi dengan hormon seperti estrogen, progesteron, dan testosteron mengatur fungsi reproduksi pada pria dan wanita (Coss, 2018). Terdapat juga pemeliharaan keseimbangan asam-basa, seperti bikarbonat dan asam karbonat yang membantu memelihara keseimbangan asam-basa dalam tubuh (Hopkins *et al.*, 2022), dan yang terakhir pengaturan sirkadian. Hormon melatonin memainkan peran penting dalam mengatur ritme sirkadian tubuh yang memengaruhi siklus tidur dan bangun kita (Yu *et al.*, 2018). 2) Fungsi yang kedua adalah pengaturan metabolisme.

Beberapa signaling molekul seperti insulin dan glukagon memainkan peran penting dalam mengatur metabolisme glukosa dan lemak dalam tubuh (Hotamisligil *et al.*, 2016). 3) Selanjutnya, mengatur respons imun. Sel-sel sistem kekebalan tubuh bergantung pada signaling molekul, seperti setokin, untuk mengatur respons imun dan melindungi tubuh dari infeksi dan penyakit (Nicholson, 2016). Secara keseluruhan, signaling molekul memainkan peran penting dalam menjaga fungsi normal tubuh dan memastikan berbagai sistem organ dalam tubuh bekerja bersama dengan efektif dan efisien.

Cara kerja signaling molekul dalam proses komunikasi seluler dan merespons lingkungan eksternal dapat dibagi menjadi tiga tahap utama (Muller and Schier, 2011). Pertama adalah pengiriman sinyal. Signaling molekul dihasilkan oleh sel sumber dan dilepaskan ke lingkungan sekitarnya. Signaling molekul dapat dilepaskan melalui proses eksositosis, di mana mereka dibawa keluar dari sel melalui vesikel membran. Kedua berupa persepsi sinyal. Setelah signaling molekul terlepas dari sel sumber, mereka menyebar ke lingkungan sekitarnya dan berikatan dengan reseptor spesifik pada sel target. Reseptor ini dapat berada di permukaan sel atau di dalam sel, tergantung pada jenis signaling molekul. Ketiga adalah respons sel. Setelah signaling molekul berikatan dengan reseptor, mereka memicu serangkaian respons biologis dalam sel target. Respons ini dapat meliputi perubahan dalam tingkat ekspresi gen, produksi protein, dan aktivasi jalur pensinyalan yang kompleks. Proses signaling molekul sangat penting untuk menjaga kesehatan dan fungsi tubuh yang normal. Jika ada gangguan dalam proses ini, dapat menyebabkan berbagai kondisi medis dan penyakit.

Teknik yang umum digunakan dalam ilmu anatomi hewan untuk memvisualisasikan keberadaan signaling molekul tertentu dalam sel, jaringan, atau organ hewan adalah imunohistokimia dan *in situ* hibridisasi. Imunohistokimia (IHC) adalah teknik untuk memvisualisasi keberadaan signaling molekul tertentu dalam sampel jaringan/organ berdasarkan ikatan antigen dan antibodi. Reaksi antigen-antibodi spesifik diikatkan dengan zat pewarna untuk memvisualisasikan lokasi signaling molekul dalam sel menggunakan sampel jaringan/organ. Antibodi ini biasanya diberikan melalui

inkubasi dan kemudian dikonjugasikan dengan peroksidase atau enzim lain untuk menghasilkan sinyal pewarna yang dapat dilihat melalui mikroskop (Kim *et al.*, 2016). Sementara itu, teknik *in situ* hibridisasi (ISH) adalah teknik yang digunakan untuk mengekspresikan DNA/RNA/Oligonukleotida tertentu dalam sampel sel tau jaringan. Teknik ini melibatkan penggunaan probe DNA/RNA/Oligonukleotida yang spesifik untuk sekuens DNA/RNA/Oligonukleotida yang ingin diidentifikasi. Probe tersebut digunakan untuk mengikat DNA/RNA/Oligonukleotida dalam sampel jaringan atau sel. Setelah itu, sinyal pewarna yang dihasilkan akan memberikan informasi tentang lokasi DNA/RNA/Oligonukleotida dalam sampel (Debnath *et al.*, 2010). Kedua teknik ini sangat penting dalam penelitian anatomi hewan karena dapat mengidentifikasi lokasi dan distribusi berbagai jenis signaling molekul dalam sel dan jaringan. Dengan IHC, keberadaan signaling molekul fungsional dalam suatu jenis sel dapat teridentifikasi, sedangkan ISH dapat mengekspresikan produksi suatu jenis signaling molekul tertentu dalam suatu jenis sel dalam jaringan/organ. Meskipun demikian, keduanya memerlukan pengolahan spesimen yang sangat spesifik dan sensitif untuk dapat menghasilkan hasil yang akurat.

Hadirin yang saya hormati,

Bidang ilmu yang saya tekuni adalah ilmu anatomi hewan. Ilmu anatomi hewan mencakup studi tentang sel, jaringan, dan organ serta sistem organ dan fungsi mereka dalam tubuh hewan. Ilmu anatomi hewan merupakan salah satu cabang penting dalam bidang kedokteran hewan karena membantu memahami cara kerja organ dan sistem organ dalam tubuh hewan serta memberikan dasar untuk studi lain, seperti fisiologi, patologi, farmakologi, bedah radiologi, dan diagnosis klinik hewan. Cabang ilmu anatomi hewan, antara lain, meliputi: anatomi makroskopis yang mempelajari struktur tubuh hewan; anatomi mikroskopis yang mempelajari struktur tubuh hewan pada tingkat sel dan jaringan; neuroanatomi yang mempelajari struktur dan fungsi sistem saraf hewan; anatomis komparatif yang membandingkan struktur tubuh hewan dari berbagai spesies untuk memahami evolusi dan perbedaan spesies; dan embriologi yang mempelajari

perkembangan awal embrio dan perkembangan organ dan sistem dalam tubuh hewan.

Ilmu anatomi hewan sangat penting untuk mendasari pemahaman biodiversitas fauna di suatu wilayah dan juga dalam mendukung pengembangan obat-obatan. Dalam studi biodiversitas fauna, ilmu anatomi hewan diperlukan untuk mengidentifikasi perbedaan dan persamaan antara spesies hewan berdasarkan karakteristik struktur morfologinya, baik secara makroskopik maupun mikroskopik. Gambaran variasi struktur jaringan dan organ antar-spesies hewan juga dapat dilakukan berdasarkan lokasi dan distribusi serta ekspresi signaling molekul tertentu di dalam jaringan atau organ hewan pada level seluler. Pemahaman terkait variasi dalam struktur tubuh dan berbagai sistem organ antar-spesies hewan akan membantu untuk memahami bagaimana spesies hewan beradaptasi dengan lingkungannya dan berevolusi dari waktu ke waktu. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang keanekaragaman struktur dan distribusi berbagai signaling molekul di dalam jaringan atau organ hewan sangatlah penting dalam memelihara biodiversitas dan melindungi spesies hewan dari kepunahan. Ilmu anatomi hewan juga memainkan peran penting dalam pengembangan obat-obatan untuk penyakit degeneratif. Dengan memahami struktur dan fungsi jaringan/organ serta dengan mengetahui lokasi keberadaan signaling molekul yang terlibat dalam pengaturan fungsi jaringan/organ di tingkat seluler, peneliti dapat mengidentifikasi target terapeutik potensial, kemudian mengembangkan obat-obatan yang efektif untuk mengatasi kondisi pada penyakit degeneratif tersebut. Dengan demikian, hal ini akan membantu mempercepat pemahaman teoretis terhadap proses terjadinya penyakit sebagai dasar penemuan substansi biologis yang dapat menyembuhkan penyakit degeneratif tersebut.

Hadirin yang berbahagia,

VARIASI DISTRIBUSI SIGNALING MOLEKUL DALAM JARINGAN ATAU ORGAN BERBAGAI SPESIES HEWAN

Para ahli bidang ilmu anatomi hewan di seluruh dunia terlibat dalam proses identifikasi terhadap lokasi, distribusi, ekspresi berbagai

macam signaling molekul, dan klarifikasi terhadap fungsinya, terutama berbagai macam peptide, hormon, neurotransmitter, faktor pertumbuhan, dan sitokin di dalam sistem-sistem tubuh hewan pada berbagai macam kelas hewan, terutama mamalia. Identifikasi lokasi, distribusi, dan ekspresi terkait sangat erat dengan fungsi dan peranan yang dimainkan oleh signaling molekul tertentu. Dengan demikian, penemuan baru terhadap lokasi, distribusi, dan ekspresi signaling molekul tertentu akan berimplikasi terhadap teori fungsi yang sudah dikenal sebelumnya.

Di bawah ini, akan saya uraikan hasil dari serangkaian penelitian di mana saya terlibat dalam mengidentifikasi keberadaan berbagai jenis signaling molekul pada level seluler, pada berbagai spesies hewan. Karena selama ini sebagian besar ensiklopedia fauna Indonesia hanya berfokus pada identifikasi morfologi eksternal dan tingkah lakunya, hasil-hasil penelitian yang saya lakukan merupakan upaya pendokumentasian struktur anatomi dan distribusi berbagai jenis signaling molekul secara mikroskopik di tingkat seluler pada berbagai spesies hewan, termasuk di dalamnya pendokumentasian kekayaan hayati dan keunikan beberapa spesies hewan endemik Indonesia.

Sapi Friesian Holstein (*Bos taurus*)

Mula-mula, *Gastrin-releasing peptide* (GRP) dikenal sebagai signaling molekul berupa protein yang mengatur beberapa fungsi pada sistem pencernaan, seperti pelepasan hormon pada saluran pencernaan, stimulasi sekresi hormon dari pankreas, dan kontraksi otot polos. Namun, kemudian dapat saya buktikan bahwa protein ini ternyata juga memiliki fungsi penting pada saluran reproduksi betina, seperti mengatur keluar-masuknya ion pada epitel endometrium, peningkatan kontraksi uterus, proliferasi serta diferensiasi sel pada endometrium, dan berperan pada sirkulasi hormon saat perkembangan fetus dan uterus. Keberadaan GRP terdeteksi pada saluran reproduksi sapi tidak bunting, khususnya di epitelium kelenjar uterina, sedangkan pada sapi bunting GRP dapat ditemukan pada sel epitelium plasenta maupun sel-sel *trophoblast* kotiledon (Budipitojo *et al.*, 2001; Budipitojo *et al.*, 2003). Penelitian untuk lebih

memahami peranan GRP di saluran reproduksi betina kemudian diperdalam dan diketahui bahwa GRP terdeteksi dan terekspresi pada epitel kelenjar uterina kornu dan korpus uteri pada semua fase siklus estrus dengan dinamika intensitas imunoreaktivitas yang terus meningkat selama proestrus sampai diestrus (Budipitojo *et al.*, 2003).

Penelitian selanjutnya menunjukkan bahwa keberadaan GRP juga terdeteksi pada serviks saluran reproduksi betina (Budipitojo *et al.*, 2004). Rangkaian penelitian tersebut membuktikan bahwa GRP yang pada awalnya hanya diketahui berperan penting pada sistem pencernaan ternyata memiliki fungsi yang penting dan signifikan sebagai suatu signaling molekul di sistem reproduksi betina. Temuan ini menunjukkan adanya suatu kerja sama yang utuh pada sistem tubuh hewan di mana suatu signaling molekul, yaitu GRP pada sapi betina, tidak hanya memiliki peran di saluran pencernaan, tetapi juga mampu mendukung pengaturan lingkungan uterus pada sapi betina di sepanjang siklus estrus dan mendukung proses implantasi hingga perkembangan awal embrio. Pada jaringan plasenta periode kebuntingan umur tujuh bulan, fungsi GRP berperan secara autokrin dan parakrin dalam mengatur mitosis sel-sel trofoblas dan sel raksasa trofoblastik (Budipitojo, *et al.*, 2016a).

Musang (*Paradoxurus hermaphroditus*)

Pada data yang belum saya publikasikan, keberadaan signaling molekul berupa peptida gastrointestinal, yaitu glucagon, chromogranin, somatostatin, gastrin, dan serotonin teridentifikasi pada sel-sel penyusun pankreas dan duodenum musang (*Paradoxurus hermaphroditus*). Glucagon dan chromogranin teridentifikasi dalam sel-sel penyusun insula langerhans pankreas dan duktus pankreatikus dalam jumlah yang cukup banyak, sedangkan chromogranin juga teridentifikasi dalam sel-sel kelenjar mukosa duodenum dalam jumlah yang melimpah. Seperti chromogranin, somatostatin teridentifikasi pada sel-sel penyusun insula langerhans, duktus pankreatikus, dan kelenjar mukosa duodenum, namun jumlahnya sedikit. Gastrin dan serotonin hanya dijumpai pada sel-sel penyusun kelenjar mukosa duodenum dalam jumlah sedang dan melimpah secara berurutan.

Lokalisasi enzim steroidogenik dan reseptor steroid pada testis dan kelenjar perineal musang (*Paradoxurus hermaphroditus*) telah kami teliti untuk mengetahui regulasi sistem testikular oleh hormon steroid. Hormon steroidogenik P450scc terdeteksi di sitoplasma sel-sel Leydig testis hewan dewasa dan belum dewasa kelamin. Reseptor steroid AR, selain terdistribusi di sel-sel Leydig, juga ditemukan di sel-sel Sertoli dan sel-sel myoid. Reseptor ER α terlokalisasi hanya di sel Leydig dan ER β hanya di sel-sel germinal. Berdasarkan gambaran histologik tersebut, dapat diduga bahwa sintesis testosteron pada satwa musang (*Paradoxurus hermaphroditus*) terjadi di sel Leydig dan regulasi hormon tersebut terjadi di sel-sel Leydig, Sertoli, dan myoid via reseptor AR. Dapat juga diasumsikan bahwa reseptor ER α dan ER β berperan dalam pematangan sperma musang (Sasaki *et al.*, 2007).

Landak jawa (*Hystrix javanica*)

Hystrix javanica atau landak jawa merupakan salah satu spesies landak endemik indonesia yang keberadaannya makin langka. Meskipun dilindungi, pemanfaatan daging landak ini sebagai salah satu ikon kuliner ekstrem masih terus berlangsung di beberapa wilayah. Oleh karena itu, pendokumentasian struktur anatomi organ-organ dalam dan signaling molekulnya perlu segera dilakukan untuk menahan laju kepunahan yang mungkin terjadi. Penguasaan terhadap struktur gastrointestinal dan signaling molekulnya akan menopang keberhasilan upaya-upaya penangkaran, didukung oleh pemahaman terhadap struktur organ reproduksi dan signaling molekul yang berperan untuk mendukung upaya penambahan populasi.

Eksplorasi pada lambung landak jawa mengidentifikasi struktur yang sangat unik karena permukaan mukosanya dilapisi oleh lapisan tebal menyerupai phytobezoar (Budipitojo, *et al.*, 2016b) sehingga mampu menghasilkan batu lambung landak atau geliga yang dipercaya memiliki khasiat medis (Budipitojo, *et al.*, 2019). Teridentifikasi lima macam signaling molekul dalam mukosa gastrika, yaitu chromogranin, ghrelin, somatostatin, serotonin, dan gastrin. Signaling molekul yang teridentifikasi dominan adalah chromogranin, sedangkan yang lainnya ditemukan dalam jumlah yang lebih kecil;

beberapa terletak pada seluruh area atau pada area yang spesifik. Sel yang imunoreaktif terhadap chromogranin ditemukan pada gastrika, fundika, dan area glandula pylorus dalam jumlah yang secara berturut-turut sangat sedikit, sedikit, dan banyak. Pada seluruh area pada lambung, sel yang mensekresikan ghrelin terdeteksi dalam jumlah yang sangat sedikit dengan intensitas warna yang lebih lemah dibandingkan dengan chromogranin. Sel yang imunoreaktif terhadap somatostatin terdeteksi pada gastrika dan area fundika dalam jumlah sangat sedikit, sedangkan sel yang imunoreaktif terhadap serotonin ditemukan dalam jumlah sangat sedikit di fundika, tetapi ditemukan dalam jumlah sedikit di area pilorus. Sementara itu, sel yang imunoreaktif terhadap gastrin terdeteksi pada area pilorus dari lambung landak jawa dalam jumlah banyak. Sel yang positif terhadap gastrin juga terdeteksi pada bagian duodenum landak jawa secara individual. Dengan demikian, signaling molekul yang paling banyak dijumpai dalam area kelenjar lambung landak jawa (*Hystrix javanica*) adalah chromogranin (Budipitojo *et al.*, 2016c).

Setelah menguraikan morfologi pankreas landak jawa (*Hystrix javanica*) secara mikroskopik (Budipitojo *et al.*, 2016e), selanjutnya dideteksi keberadaan empat jenis signaling molekul, yaitu insulin, glukagon, somatostatin, dan pankreatik polipeptida (PP) di area pulau Langerhans, asinus eksokrin, dan sistem saluran. Pulau Langerhans mengandung banyak sel insulin fusiform dan bulat yang terletak di daerah tengah dan *mantle area*, namun tidak pada daerah perifer. Bagian eksokrin mengandung sel insulin berbentuk oval yang berada di antara sel asinar dengan jumlah sedang. Sel insulin tidak ditemukan di saluran pankreas. Pulau Langerhans mengandung sel glukagon berbentuk oval dan bulat, terletak di daerah pusat dan perifer dengan jumlah yang banyak, namun beberapa jenis sel ini juga dapat diidentifikasi di *manthel area*. Sel glukagon juga terdeteksi pada bagian eksokrin secara individu dan terletak di antara sel asinar dengan jumlah yang sedikit. Bentuk sel glukagon adalah fusiform dan bulat. Bentuk sel glukagon fusiform juga ditemukan di sel antar-epitel duktus pankreas di bagian eksokrin dengan jumlah yang banyak. Sel somatostatin ditemukan di semua area Pulau Langerhans dengan jumlah banyak di *manthel area* dan beberapa di daerah pusat dan

pinggiran. Di Pulau Langerhans ini, bentuk sel somatostatin adalah fusiform, oval, dan bulat. Bentuk sel somatostatin berbentuk bulat dan oval secara individu ditemukan dengan beberapa di sel asinar eksplanasik assulin. Bentuk bulat sel somatostatin juga ditemukan beberapa pada bagian eksokrin sel sub-epitel duktus. Sedikit sel pankreatik polipeptida (PP) berbentuk fusiform, oval, dan bulat, terutama ditemukan di *manthel area* dan pusat Pulau Langerhans. Sekelompok kecil sel pankreatik polipeptida (PP) berbentuk fusiform dan bulat juga ditemukan di sel inter-asinar bagian eksokrin. Dengan demikian, empat jenis signaling molekul, yaitu insulin, glukagon, somatostatin, dan pankreatik polipeptida terdeteksi di berbagai area pankreas *Hystrix javanica* dengan jumlah yang berbeda-beda (Budipitojo *et al.*, 2016d).

Testis landak sunda (*Hystrix javanica*) diperiksa pola distribusi protein sitoskeletalnya untuk memahami peran fungsionalnya dalam testis. Imunoreaktivitas untuk α -smooth muscle actin (SMA) ditemukan di sel myoid peritubular dari tubulus seminiferus dan di sel myoid sub-tubular dari saluran epididimis. Filamen intermedia dan desmin diidentifikasi dalam sel myoid sub-tubular dari saluran epididimis, sedangkan vimentin terdeteksi dalam sel Sertoli, sel Leydig, sel myoid peritubular, dan sel myoid sub-tubular dari saluran epididimis. Namun, sitokeratin tidak diekspresikan dalam testis atau epididimis. Imunoreaktivitas untuk α -tubulin terdeteksi hanya pada sel Sertoli. Disimpulkan bahwa pada testis landak, desmin tidak berperan dalam fungsi kontraktile sel myoid peritubular, vimentin dapat berkontribusi pada penahan dan transisi nukleus yang ditinggikan dalam sel Sertoli, dan α -tubulin dan vimentin dalam sel Sertoli kemungkinan terlibat dalam struktur dan fungsinya sebagai sitoskeleton utama (Budipitojo *et al.*, 2018a).

Eksplorasi pada sistem reproduksi landak jawa jantan menunjukkan bahwa sperma landak memiliki bentuk seperti spatula dengan kait apikal. Imunoreaktivitas terhadap beberapa signaling molekul yang meregulasi proses steroidogenesis seperti *steroidogenic acute regulatory protein* (StAR) dan enzim *steroidogenic* seperti *cytochrome P450* (P450scc), *cytochrome P450 17 α -hydroxylase* (P450c17), *3 β -hydroxysteroid dehydrogenase* (3 β HSD), dan

cytochrome P450 aromatase (P450arom) ditemukan pada testis landak, khususnya pada sel-sel Leydig yang mengindikasikan lokasi sintesis androgen dan estrogen pada landak jawa (Nurliani et al., 2019).

Pemanfaatan pewarnaan histokimia lektin menunjukkan adanya residu gula alfa-D-mannosa dan alfa-D-glukosa, N-acetylgalactosamine, mannose, dan N Acetylglucosamine pada testis landak sunda yang belum dewasa kelamin dan dewasa kelamin dengan intensitas lemah hingga sangat kuat. Pada testis yang belum matang, N-acetylgalactosamine mungkin terlibat dalam perkembangan dan pematangan Leydig dan Sel Sertoli, sedangkan pada testis yang matang, alfaD-mannose dan alfa-D-glucose, N-acetylgalactosamine, mannose, dan residu N-asetilglukosamin berperan penting dalam proses pematangan spermatid awal hingga spermatid akhir. Teknik lektin histokimia telah mengungkap profil glikoprotein dan distribusinya di testis landak jawa sebelum dan setelah pubertas didasarkan pada residu karbohidrat pada terminal molekul protein (Budipitojo *et al.*, 2020). Lektin dapat didefinisikan sebagai protein pengikat karbohidrat non-imun yang dapat mengaglutinasi dan/atau membentuk endapan glikokonjugat. Glikokonjugat berperan dalam diferensiasi sel, pematangan sel, pengenalan sel, sel adhesi, dan interaksi sel (Dias *et al.*, 2015). Lektin secara spesifik mengenali struktur karbohidrat tertentu. Beberapa lektin hanya dapat berinteraksi dengan manosa atau residu glukosa dan lainnya hanya dengan galaktosa. Ada lektin lain yang khusus untuk fucose, asam sialat, maupun monosakarida lain (Kobayashi *et al.*, 2014; Nagdas *et al.*, 2014). Pewarnaan histokimia lektin menunjukkan adanya residu gula alfa-D-mannosa dan alfa-D-glukosa, N-acetylgalactosamine, mannose, dan N Acetylglucosamine pada testis landak sunda yang belum dewasa kelamin dan dewasa kelamin dengan intensitas lemah hingga sangat kuat. Pada testis yang belum matang, N-acetylgalactosamine mungkin terlibat dalam perkembangan dan pematangan Leydig dan Sel Sertoli, sedangkan pada testis yang matang, alfaD-mannose dan alfa-D-glucose, N-acetylgalactosamine, mannose, dan residu N-asetilglukosamin berperan penting dalam proses pematangan spermatid awal hingga spermatid akhir (Budipitojo *et al.*, 2020).

Beruang Cokelat (*Ursus Arctos*)

Keberadaan signaling molekul pankreas berupa insulin, glukagon, somatostatin, dan polipeptida pankreas (PP) dalam jaringan pankreas beruang cokelat yang endemik di wilayah timur Eurasia dan Amerika Utara teridentifikasi melimpah pada sel-sel penyusun insula langerhansnya. Berdasarkan penyebarannya, sel-sel yang imunoreaktif terhadap PP menempati zona mantel, sel-sel glukagon menempati bagian tengah, sedangkan sel-sel insulin dan somatostatin tersebar merata. Pada jaringan saraf, keberadaan signaling molekul tirosin hydroxylase (TH) dan dopamin beta-hydroxylase (DBH) sebagai *marker* neuron katekolaminergik dan ujung saraf teridentifikasi dengan sangat jelas dan melimpah pada insula langerhans pankreas beruang cokelat (Data belum dipublikasikan).

Ayam Kedu (*Gallus sp*)

Dokumentasi data anatomi ayam cemani sebagai ayam endemik Indonesia dilakukan untuk mendalami keunikan yang dimiliki oleh spesies ini. Penelitian menunjukkan adanya imunoreaktivitas desmin yang merupakan sub-unit filamen intermediet dari serabut otot pectoralis mayor, biceps brachii, dan biceps femoris pada diskus Z serabut otot skelet, tetapi tidak ditemukan imunoreaktivitas vimentin (Budipitojo *et al.*, 2014). Protein lain yang teridentifikasi ialah Glucose Transporter 4 (GLUT 4). Protein ini adalah transporter glukosa yang diatur oleh insulin dan terdeteksi pada serabut otot skelet ayam kedu cemani (Budipitojo *et al.*, 2017). Penelitian-penelitian lanjutan pada ayam cemani sangat menarik untuk dilanjutkan untuk melengkapi dan mengungkap bukti ilmiah dari keunikan yang dimiliki oleh ayam cemani.

Paus Tombak (*Balaenoptera acutrorostrata*, *B. brydei*, *B. borealis*)

Mamalia air merupakan salah satu jenis hewan yang memiliki keunikan yang belum banyak dieksplorasi. Penelitian terhadap plasenta dari tiga spesies paus balin (*common mink whale*), yaitu paus tombak (*Balaenoptera acutrorostrata*), paus Bryde (*B. brydei*), paus Sei (*B. borealis*) menunjukkan sebuah fakta yang menarik.

Plasenta paus tersebut memiliki tipe *epitheliochorial* tanpa adanya sel trophoblast yang terspesialisasi, namun memiliki kapasitas menghasilkan enzim steroidogenik dan hormon seksual didukung dengan adanya struktur areolar pada plasentanya (Sasaki *et al.*, 2013; Sasaki *et al.*, 2014). Signaling molekul unik ditemukan pada plasenta paus ialah adanya keberadaan aromatase yang mengindikasikan adanya produksi estrogen oleh sel trophoblast dan ditemukannya *tartrate-resistant acid phosphatase* yang dikenal sebagai uteroferrin yang memiliki peranan penting dalam transfer zat besi selama periode kebuntingan paus (Kitayama *et al.*, 2015). Hasil ini menunjukkan bahwa mamalia air dibekali kemampuan untuk dapat memelihara generasi selanjutnya dengan keistimewaan anatomis dan signaling molekul.

Iguana Hijau (*Iguana iguana*)

Iguana hijau (*Iguana iguana*) termasuk ke genus *Iguana* dalam famili *Iguanidae* adalah reptil herbivora yang pertama kali didomestikasi oleh manusia (Ballard, 2016). Status iguana hijau tidak termasuk dalam *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) dan diklasifikasikan sebagai Apendiks II di Konvensi Perdagangan Internasional Hewan Terancam Punah (CITES) sehingga bebas untuk dikembangkan dan diperdagangkan, tetapi tetap harus dikendalikan (Bock, 2014). Metode IHC dilakukan untuk mendeteksi keberadaan sel penghasil signaling molekul insulin, glukagon, somatostatin, dan polipeptida pankreas (PP) di kelenjar pankreas iguana hijau. Sel penghasil signaling molekul insulin, glukagon, dan somatostatin teridentifikasi dalam kelompok sel di Pulau Langerhans, namun tersebar secara individual di seluruh organ pankreas. Berdasarkan jumlah penyebarannya di Pulau Langerhans, pankreas iguana hijau dengan perkiraan sel glukagon adalah yang terbanyak, disusul sel insulin, kemudian sel somatostatin (Adi *et al.*, 2017).

Biawak Air (*Varanus salvator*)

Biawak air (*Varanus salvator*) (Famili: *Varanidae*) (Bohme, 2003) ditemukan di seluruh Asia Selatan dan Asia Tenggara serta Indonesia, termasuk Nusa Tenggara Timur, terutama di hutan pantai

dan habitat mangrove di Kepulauan Flores dan Alor (Koch *et al.*, 2007). Ditemukan tiga jenis signaling molekul pada sel-sel kelenjar mukosa saluran pencernaan *V. salvator*, yaitu glukagon, serotonin, dan somatostatin di bagian kaudal usus kecil dan usus besar, tetapi tidak diamati di kerongkongan, lambung, dan caput dan medial bagian usus halus (Hamny *et al.*, 2015). Signaling molekul yang terdistribusi dalam saluran pencernaan *V. salvator* tersebut bervariasi dalam pola distribusi, frekuensi, dan intensitas warnanya (Mahfud *et al.*, 2016; Mahfud *et al.*, 2020).

Bapak-Ibu hadirin yang saya hormati,

PENGEMBANGAN OBAT-OBATAN UNTUK PENYAKIT DEGENERATIF

Ilmu anatomi hewan memainkan peran sebagai dasar pengembangan obat-obatan untuk penyakit degeneratif. Penyakit degeneratif adalah kondisi medis di mana jaringan atau organ tubuh tidak dapat meregenerasi diri dengan normal sehingga mengakibatkan terjadinya kerusakan atau kecacatan permanen. Dengan memahami struktur dan fungsi organ serta jaringan yang terlibat dalam penyakit degeneratif, para peneliti dapat mengidentifikasi target terapeutik potensial dan pengembangan obat-obatan yang efektif untuk mengatasi kondisi tersebut. Hal ini dapat membantu mempercepat proses penyembuhan dan mengurangi risiko kecacatan permanen akibat penyakit degeneratif.

Salah satu signaling molekul yang dapat digunakan dalam pengobatan regeneratif adalah sekretom. Sekretom merupakan kumpulan signaling molekul yang dihasilkan oleh sel punca yang sedang ditumbuhkan dalam media kultur yang kemudian diekstraksi. Sekretom potensial untuk digunakan dalam terapi penyakit degeneratif karena mengandung berbagai faktor pertumbuhan, sitokin, dan protein lainnya yang dapat membantu mempercepat pemulihan jaringan dan organ yang rusak.

Di bawah ini akan saya uraikan hasil dari serangkaian penelitian untuk mengetahui pengaruh pemberian sekretom yang mengandung banyak signaling molekul berupa faktor pertumbuhan dan sitokin

dalam memperbaiki kerusakan sel dan jaringan pada beberapa kejadian penyakit degeneratif pada hewan coba, di mana saya terlibat aktif sebagai peneliti.

Sekretom untuk Memperbaiki DM Tipe 1 dan 2

Organ pankreas menjadi target pengamatan perubahan struktur sel dan jaringan pada model diabetes melitus tipe 1 (DM tipe 1). Secara histologik teramati kerusakan total pada seluruh struktur Pulau Langerhans, termasuk sel-sel penghasil insulin dan glukagon. Terapi sekretom menunjukkan peningkatan perbaikan struktur sel-sel penyusun Pulau Langerhans secara bertahap pada seluruh regio pankreas. Indikasi ini diperkuat dengan munculnya imunoreaktivitas sel terhadap insulin, satu minggu setelah injeksi pertama dan kedua sekretom, dan meningkat lagi jumlah serta intensitasnya setelah injeksi ketiga dan keempat. Hasil pengamatan terhadap penerapan teknik imunohistokimia terhadap insulin tersebut juga selaras dengan peningkatan konsentrasi insulin dalam plasma, satu minggu setelah injeksi sekretom keempat (Nugroho *et al.*, 2016). Peningkatan insulin-imunoreaktif sel juga dilaporkan setiap minggu setelah injeksi sekretom sampai dengan minggu keempat pada seluruh regio pankreas (Masithoh *et al.*, 2018). Dapat diasumsikan bahwa pengaplikasian sekretom berhasil memperbaiki sel-sel beta pankreas untuk kembali memproduksi insulin. Bahkan, setelah minggu ke-3 dan ke-4 profil histologik dan imunohistokimia terhadap sel-sel alfa dan beta pankreas merepresentasikan kemampuan regulasi insulin dan glukagon untuk menjaga level gula dalam darah. Hal ini menunjukkan bahwa parameter struktural tidak dapat dipisahkan dengan fungsional sel, sekaligus mengonfirmasi potensi regeneratif sekretom sebagai kandidat obat anti-diabetes.

Prospek sekretom untuk terapi diabetes melitus tipe 2 juga ditunjukkan dengan perbaikan pada sel beta pankreas tikus model (Budipitojo *et al.*, 2018). Diabetes melitus tipe 2 (DM tipe 2) ditandai dengan disfungsi sel β pankreas atau resistensi insulin pada sel target (Saiedullah 2016). Diabetes melitus tipe 2 terjadi karena produksi insulin yang tidak mencukupi dari sel β dalam pengaturan resistensi insulin (David dan Dolres 2011). Resistensi insulin adalah

ketidakmampuan sel untuk merespons secara memadai pada tingkat normal insulin (Tfayli dan Arslanian 2009). Di organ liver atau hati, insulin biasanya menekan pelepasan glukosa. Namun, dalam pengaturan resistensi insulin, hati secara tidak tepat melepaskan glukosa ke dalam darah (Szkudelski *et al.*, 1998). Budipitojo dan kawan-kawan (2018) melaporkan fotomikrograf jaringan pankreas tikus model diabetes melitus tipe 2 menunjukkan pengurangan jumlah dan intensitas sel insulin-IR (insulin reseptor) di Pulau Langerhans setelah injeksi dosis tunggal streptozotisin dan nikotinamid dibandingkan tikus normal. Menariknya, satu minggu setelah pengobatan injeksi pertama, sekretom jumlah dan intensitas sel insulin meningkat secara berlebihan dan masih dapat dideteksi secara konstan hingga satu minggu setelah pengobatan sekretom kedua. Sebaliknya, jumlah dan intensitas sel insulin menurun secara dramatis dalam satu minggu setelah pengobatan sekretom ketiga dan hampir tidak dapat dideteksi setelah pengobatan sekretom keempat di semua pulau pankreas. Hal ini menunjukkan prospek sekretom sebagai terapi alternatif bagi penderita diabetes, termasuk diabetes melitus tipe 2 karena tidak hanya meregenerasi sel β pankreas, tetapi juga mempertahankan fungsinya untuk memproduksi insulin dan mengatur kadar gula dalam darah tetap terkontrol (Nugroho *et al.*, 2016). Sekretom diduga mengandung signaling molekul yang cocok untuk perkembangan sel β pankreas, seperti salah satunya tumor necrosis factor- α atau TNF- α (Budipitojo *et al.*, 2018). Diketahui ada korelasi antara TNF- α dengan persentase fungsi sel β pankreas dan insulin serta dapat mengindikasikan sel β pankreas terkompensasi terhadap resistensi insulin di jaringan perifer (Swaroop *et al.*, 2012).

Sekretom sebagai Anti-penuaan

Salah satu penelitian kami juga membuktikan adanya peningkatan ketebalan lapisan epidermis, dermis, vaskularisasi, formasi folikel rambut, dan deposisi serabut kolagen teramati pada minggu keempat setelah pemberian sekretom pada jaringan kulit mencit model penuaan kulit, yang diinduksi D-Galaktosa (Padeta *et al.*, 2017). Kepadatan kolagen meningkat sangat tinggi pada kelompok perlakuan sekretom. Sekretom yang digunakan terkonfirmasi dengan

IHC mengandung bFGF7, suatu faktor pertumbuhan penting yang mengatur fibroplasia dan deposisi kolagen (Padeta *et al.*, 2017b). Menurut gambaran histologik yang diilustrasikan pada penelitian Padeta dan kawan-kawan (2017) tersebut ditengarai kandungan sekretom berpengaruh terhadap pemulihan integritas struktur kulit dan komponen sel. Meskipun demikian, potensi *antiaging* sekretom pada penuaan kulit ini tentu saja masih memerlukan penelitian lebih lanjut.

Sekretom untuk Memperbaiki Luka Iris

Luka iris dapat terjadi akibat tindakan operasi atau pembedahan, tetapi memiliki kendala dari proses penutupan luka, yaitu adanya granulasi yang disebut juga *scar*. Bekas luka merupakan salah satu proses kelangsungan hidup tubuh untuk mengatasi cedera akibat gangguan kesatuan yang dapat menyebabkan peningkatan regulasi sinyal dari sel yang sesuai dan melanjutkan rangkaian perbaikan tanpa komplikasi. Hasil uji ELISA terhadap sekretom yang digunakan dalam percobaan teridentifikasi adanya kandungan VEGF dan bFGF yang berperan penting dalam proses angiogenesis. Sekretom juga dapat menghambat apoptosis, meningkatkan angiogenesis yang ditunjukkan dengan penambahan pembuluh darah baru dan menurunnya infiltrasi neutrofil, menginduksi re-epitelisasi, dan kepadatan serat kolagen yang lebih banyak sehingga endotelial lebih rapat. Penyembuhan luka iris dengan sekretom memberikan hasil yang memuaskan dengan ditunjukkannya stimulasi folikel rambut, penurunan peradangan, dan peningkatan regenerasi otot secara signifikan. Kelompok perlakuan sekretom mengalami kesembuhan luka lebih cepat dibandingkan dengan kelompok kontrol povidone iodine (Kusindarta *et al.*, 2016).

Sekretom untuk Memperbaiki Luka Bakar

Luka bakar merupakan salah satu kasus yang menyebabkan rasa sakit hingga kematian (Ghaderi *et al.*, 2010). Proses penyembuhan luka bakar dapat terjadi dalam jangka waktu yang panjang dan adanya risiko infeksi serta mengakibatkan adanya bekas luka (Zhang *et al.*, 2008). Proses kesembuhan luka melalui empat tahap, yaitu hemostasis, inflamasi, proliferasi dan *remodelling*. Proses

kesembuhan luka melibatkan interaksi seluler, vaskuler, dan biomolekuler seperti *growth factor*. Pada tahap awal penyembuhan luka bFGF disekresikan oleh makrofag dan masih bekerja hingga fase *remodelling*. Selain itu, bFGF juga berperan dalam pembentukan kolagen dan mengurangi pembentukan luka. Pengaplikasian sekretom yang dibuat menjadi sediaan salep dan diaplikasikan dengan cara topikal pada area luka bakar menunjukkan hasil kesembuhan luka yang lebih cepat dan lebih baik dibandingkan dengan pemberian bioplasenton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sekretom dapat mendorong pemulihan luka bakar yang ditunjukkan oleh percepatan penutupan area luka, jumlah fibroblas yang banyak, serat kolagen padat, dan pembuluh darah yang lebih banyak. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa bFGF berperan penting pada pembentukan jaringan baru pada area luka bakar. Kelompok perlakuan menggunakan sekretom, kesembuhan lukanya lebih cepat 10 hari dibanding kelompok kontrol bioplasenton (Padeta *et al.*, 2017b).

Sekretom untuk Memperbaiki Disfungsi Testis

Disfungsi testis adalah gangguan degeneratif yang dicirikan dengan ketidakmampuan menyintesis hormon-hormon reproduksi dan kegagalan proses pembentukan sperma atau spermatogenesis. Salah satu pemicu disfungsi testis adalah efek samping penggunaan agen kemoterapeutik cisplatin. Efek toksisitas reproduksi dapat mengurangi jumlah dan motilitas spermatozoa, sekaligus meningkatkan morfologi abnormal spermatozoa (Beytur *et al.*, 2012). Kerusakan sel-sel testikular yg diinduksi oleh cisplatin akan diikuti dengan peningkatan lokalisasi filamen intermediet vimentin dan sitokeratin di sel-sel spermatogenik, Leydig, dan Sertoli. Pengaplikasian sekretom dosis rendah dan tinggi meningkatkan jumlah dan motilitas sperma pada disfungsi testis tikus yang diinduksi cisplatin. Paling efektif satu minggu setelah injeksi sekretom kedua pada dosis tinggi ditandai dengan imunoreaktivitas vimentin dan sitokeratin sangat kuat (Prihatno *et al.*, 2018).

Imunoreaktivitas terhadap sitokin interleukin IL-6 dan IL-10 dapat dideteksi pada jaringan testis dari tikus disfungsi testis setelah perlakuan dengan sekretom. Terdeteksinya ekspresi IL-6 dan IL-10 di

jaringan testis tikus yang mengalami disfungsi diduga berkorelasi dengan mekanisme pensinyalan sel dan imunoregulasi dalam jaringan testis yang telah berfungsi normal kembali (Prihatno *et al.*, 2020). Sekretom juga diindikasikan mampu meregenerasi testis yang menderita disfungsi testis tikus berdasarkan pada parameter peningkatan jumlah sel yang imunoreaktif terhadap testosteron dan androgen binding protein (ABP) dalam jaringan testis dengan teknik imunohistokimia (Datrianto *et al.*, 2021).

Sekretom untuk Memperbaiki Patah Tulang

Sekretom yang banyak berisi faktor pertumbuhan dan sitokin berperan dalam berbagai fungsi pengaturan tubuh, termasuk pembentukan tulang. Oleh karena itu, potensi sekretom bagi penyembuhan fraktur femur dengan hewan model tikus perlu kami informasikan. Injeksi sekretom berefek terhadap pembentukan kalus pada proses penyembuhan patah tulang tikus Wistar (*Rattus norvegicus*). Kalus terbentuk pada hari ke-14 pascaoperasi pada kelompok perlakuan sekretom, sedangkan pada kelompok kontrol kalus baru terbentuk pada hari ke-28. Pada kelompok perlakuan sekretom, kalus terus terbentuk hingga akhirnya menjadi tulang kompak pada hari ke-60 (Anggita *et al.*, 2021).

Berdasarkan berbagai data penelitian di mana saya terlibat di dalamnya, yang telah saya sampaikan dalam pidato pengukuhan ini, dapat disimpulkan bahwa keberadaan, distribusi, dan ekspresi berbagai signaling molekul dalam berbagai spesies hewan sangatlah bervariasi. Sebagai hasil penelitian eksploratif yang dapat memperkaya pendokumentasian satwa endemik di tingkat seluler, penemuan tersebut juga dapat memperjelas pemahaman terkait fungsi dari berbagai signaling molekul tersebut sehingga dapat digunakan untuk mendasari upaya-upaya pelestarian. Selanjutnya, data terkait pengaruh pemberian sekretom terhadap perbaikan struktur sel dan keterlibatan signaling molekul di dalamnya, pada beberapa penyakit degeneratif dengan menggunakan hewan coba, sebagaimana telah saya uraikan, memberi perspektif pengembangan yang luas terkait sekretom sebagai obat penyakit degeneratif. Sebagai penelitian dasar,

hasil-hasil yang diperoleh masih harus melewati tahap penelitian selanjutnya untuk dapat dihilirisasi.

Bapak dan Ibu yang sangat saya muliakan,

Tibalah saatnya saya menyampaikan ucapan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah berjasa membantu, mendukung, mendoakan, dan mendampingi saya hingga saat ini. Tentunya, sangat banyak pihak yang telah berperan dalam karier saya sehingga sangat sulit untuk disebutkan satu per satu. Oleh karena itu, terlebih dahulu saya mohon maaf apabila ada yang terlewatkan dan tidak disebutkan tanpa sengaja.

Puji dan syukur kepada Allah *Subhanahu wa ta'ala*, Rabb pencipta semesta dan manusia, atas rahmat dan karunia nikmat yang sangat banyak; manusia tidak akan mampu menghitungnya.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada pemerintah Indonesia melalui Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, Bapak Plt. Dirjen Dikti, Prof. Ir. Nizam, M.Sc., DIC., Ph.D. atas penetapan saya sebagai Guru Besar Tetap di Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada sejak 1 Juli 2020. Kepada Prof. Ir. Panut Mulyono, M.Eng., D.Eng., IPU., ASEAN Eng. Rektor UGM Periode 2016–2021 dan Prof. dr. Ova Emilia, M.Med.Ed., Sp.OG(K), Ph.D., Rektor UGM Periode 2022–2027; para Wakil Rektor, Direktur SDM, dan segenap jajarannya; Ketua dan Anggota Majelis Wali Amanat; Ketua dan Anggota Senat Akademik UGM; Ketua dan Anggota Dewan Guru Besar UGM; Ketua dan Anggota Senat Fakultas Kedokteran Hewan UGM; Pimpinan di Fakultas Kedokteran Hewan UGM dan segenap jajarannya; serta Ketua Departemen Anatomi FKH UGM. Terima kasih atas dukungan dan motivasinya.

Ucapan terima kasih bagi Bapak dan Ibu guru di SDN Purwokerto Lor III, SMPN 1 Purwokerto, dan SMAN 1 Purwokerto yang telah mendidik saya dengan ikhlas. Semoga Allah *subhanahu wa ta'ala* membalas budi baik dan jerih payah mereka yang mendidik anak bangsa.

Saya berterima kasih kepada drh. M. Untoro, M.S. atas bimbingan dan perhatiannya, mulai sejak masih mahasiswa pada

pembimbingan skripsi hingga saat ini menjadi dosen di Departemen Anatomi. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada dra. Sumiyati Soenaryo, M.Sc. atas bimbingan dan nasihatnya dalam menyelesaikan tesis. Serta tak lupa saya ucapkan terima kasih kepada Prof. Junzo Yamada, Prof. Nobuo Kitamura, dan Prof. Motoki Sasaki atas bimbingan dan teladan kerja yang ditularkan selama menempuh pendidikan Doktor di Jepang hingga mendapatkan gelar Ph.D. Kemudian, juga kakak satu perguruan, Prof. drh. Srihadi Agungpriyono, Ph.D., PA.Vet.K., atas kebersamaan dalam berjuang meningkatkan kualitas pendidikan dokter hewan Indonesia.

Pada kesempatan ini, izinkan saya mengucapkan banyak terima kasih kepada Ketua dan Anggota Senat Fakultas Kedokteran Hewan UGM yang terus memberikan dukungan bagi pencapaian jabatan ini. Kepada Dekanat FKH Periode 2008–2012: Dekan, Prof. Dr. drh. Bambang Sumiarto, S.U., M.Sc.; Prof. Dr. drh. Wayan T. Artama; drh. Setyo Budhi, M.P.; terkhusus Prof. Dr. drh. Bambang Sumiarto, S.U., M.Sc., terima kasih untuk selalu mengingatkan “ayo nulis”. Terima kasih kepada Dekanat FKH Periode 2016–2021: Dekan, Prof. Dr. drh. Siti Isrina Oktavia Salasia; drh. Agung Budiyanto, M.P., Ph.D.; Prof. Dr. drh. Rini Widayanti, M.P.; Dr. drh. Widagdo Sri Nugroho, M.P., yang telah *men-support*. Terima kasih pula atas kerja keras dan dukungan untuk Dekanat FKH 2021–2026: drh. Agung Budiyanto, M.P., Ph.D.; Dr. drh. Widagdo Sri Nugroho, M.P.; Prof. Dr. drh. Aris Haryanto, M.Si., para Ketua Departemen di lingkungan FKH UGM, serta 84 dosen dan 110 tenaga kependidikan yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu yang saya sayangi dan banggakan. Terima kasih dan penghargaan yang tinggi atas pertemanan, loyalitas, dedikasi, dukungan dan kerja sama, serta semangatnya untuk mewujudkan suasana akademis yang kondusif di FKH UGM. Semoga kualitas pendidikan di FKH UGM, *biidznillah*, dapat kita tingkatkan bersama-sama secara bertahap.

Saya berterima kasih kepada Prof. Dr. drh. Charles Rangga Tabbu, M.Sc., Ph.D., yang pada saat beliau menjabat sebagai Dekan FKH UGM mempercayakan saya untuk menjadi Asisten Wakil Dekan Bidang Akademik, Kemahasiswaan, dan Pengembangan FKH UGM. Terima kasih kepada Prof. Dr. drh. Bambang Sumiarto, S.U., M.Sc.,

yang pada saat beliau menjabat sebagai Dekan FKH UGM mempercayakan saya untuk menjadi Wakil Dekan Bidang Administrasi, Keuangan, dan Sumber Daya FKH UGM, juga kepada Prof. Dr. drh. Siti Isrina Oktavia Salasia, atas kepercayaannya mengangkat saya sebagai Wakil Dekan Bidang Keuangan, Aset, dan Sumber Daya Manusia, serta nasihat terkait tata kelola fakultas, riset, dan keilmuan.

Pada kesempatan ini, izinkan saya menyampaikan apresiasi yang sangat tinggi bagi para senior dan kawan seperjuangan di Departemen Anatomi atas semua kesabaran dan bimbingan sejak kuliah hingga sekarang. Kepada Dr. drh. Tri Wahyu Pangestiningih, M.P.; Dr. drh. Hery Wijayanto, M.P.; drh. Ariana, M.Phil., terima kasih atas semua dukungannya. Tidak lupa ucapan terima kasih kepada guru-guru yang telah purna tugas lainnya: Prof. drh. Busono, M.Sc. (alm.); drh. M. Untoro, M.Si.; drh. Mulyadi, M.S. (alm.); drh. Suripto, SU (alm.); drh. Ngripurno, MS (alm.); drh. Soehartini Jatman, M.Sc.; Dra. Sumiyati Soenaryo, M.Sc.; drh. Sri Kusrini, SU (almh.). Ucapan terima kasih atas kerja sama yang baik untuk para junior: drh. Dewi Kania Musana, M.P. (almh.); drh. Dwi Liliek Kusindarta, MP., Ph.D.; drh. Yosephine Nicolory Paula, M.Sc. (almh.); drh. Woro Danur Wendo, M.Sc., Ph.D.; Dr. drh. Hevi Wihadmadyatami, M.Sc.; drh. Arvendi Rachma Jadi, M.Sc.; drh. Irma Padeta, M.Sc.; Dr. drh. Vista Budiariati, M.Si., para peneliti muda yang tergabung dalam tim peneliti sekretom (Yuda, Yosua, Irma, Marla, Anggi, Woro, Vendi, Bkti, Linda, dan Arinda) dan landak (Anni, Irma, Yosua, Woro, Beninda, Synthia, dan Nela) serta semua tenaga kependidikan di Departemen Anatomi.

Saya berterima kasih kepada para Dekan Fakultas dan Ketua Program Studi Kedokteran Hewan se-Indonesia yang tergabung dalam AFKHI serta kawan sejawat di PB PDHI dan PP GAMAVET atas kerja sama dan kekompakannya dalam menjalankan amanah untuk bersama-sama meningkatkan kualitas pendidikan dan meninggikan martabat Dokter Hewan Indonesia.

Terima kasih serta salam hormat kepada para Dekan Fakultas di Lingkungan UGM, Prof. Dr. Budi Setiadi, M.Agr.Sc.; Prof. Dr. Didi Achjari, S.E., M.Scom., Akt., CA.; Prof. Dr. apt. Satibi, M.Si.; Dr. Rr.

Siti Murtiningsih, S.S., M.Hum.; Dr. Danang Sri Hadmoko, S.Si., M.Sc.; Prof. Dr. Setiadi, M.Si.; Wawan Mas'udi, SIP., MPA., Ph.D.; drg. Suryono, S.H., M.M., Ph.D.; dr. Yodi Mahendradhata, M.Sc., Ph.D. FRSPH.; Ir. Sigit Sunarta, S.Hut., M.P., M.Sc., Ph.D.; Prof. Dr. Eng. Kuwat Triyana, Ph.D.; Ir. Jaka Widada, M.P., Ph.D.; Prof. Ir. Budi Guntoro, S.Pt., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.; Rahmat Hidayat, M.Sc., Ph.D.; Prof. Ir. Selo, S.T., M.T., M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng.; Prof. Dr. Ir. Eni Harmayani, M.Sc.; Prof. Ir. Siti Malkhamah, M.Sc., Ph.D.; Dr.-Ing, Ir. Agus Maryono atas kebersamaan dan kekeluargaan yang terbina dalam mengemban amanah sebagai dekan fakultas dan sekolah.

Terima kasih saya ucapkan kepada para sahabat satu angkatan Gamavet 83 FKH UGM atas segala dukungan, kebersamaan, dan keceriaan, baik saat bertemu maupun melalui sapaan yang hangat di grup WA. Terima kasih atas kehangatan teman-teman masa kecil “sinar alam”, Edi, Budi, Gago, Nano, Ali, Eko, dan Untung atas kebersamaan dalam membangun mimpi-mimpi masa depan dan atas kesabaran dalam persahabatan hingga setelah kita dewasa saat ini.

Pada kesempatan yang berbahagia ini saya sampaikan bakti dan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua saya, (alm.) Bapak Rikanto dan Ibu Suharsi yang telah dengan penuh kasih sayang dan tulus ikhlas membesarkan, mendoakan, dan mendidik saya hingga melalui mereka, *biidznillah*, saya dapat mencapai jabatan Guru Besar. Rasa hormat dan ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada mertua saya (alm.) Bapak Sardi Honggo dan (almh.) Ibu Soeraton yang juga amat menyayangi saya dan telah mempercayakan salah satu putrinya untuk menjadi istri saya dengan mahar yang sangat sederhana, bahkan tanpa acara *ngunduh mantu*. Tak lupa juga ucapan terima kasih dan sayang saya sampaikan kepada kakak-kakak (Mas Didik, Mas Budi, dan Mbak Yuni) serta adik-adik (Rini, Retno, dan Ita) yang telah berbagi suka-duka masa kecil hingga remaja, yang penuh kebahagiaan dan kenangan indah.

Saya bersyukur kepada Allah *azza wa jalla* atas nikmat keluarga yang diberikan, dengannya segala aktivitas dan ibadah menjadi nikmat dan lebih mudah dilaksanakan. Ucapan terima kasih dan sayang yang tak terhingga kepada istri saya terkasih, Yulaeni, dan anak-anak

tercinta, Putra Ramadhan, Ika Kusumasari, dan Putra Triyama Wijaya yang selalu menjadi penyejuk mata dan penyemangat saya, juga kepada menantu, Nisa Umardiyah, dan cucu tersayang, Yura Hana Almahyra, yang keceriaannya telah menjadi penghibur mujarab di tengah keluarga. Semoga kalian semua dimudahkan Allah menjadi anak yang saleh dan salehah, berbakti, dan mendoakan orang tua. Terima kasih juga saya sampaikan pada Mbak Wien, Mas Romli, dan Mas Elzio Shafar Ryens atas bantuan dan persaudaraannya.

Terima kasih kepada panitia Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar UGM yang diketuai oleh Dr. drh. Widagdo Sri Nugroho, M.P. atas dukungannya sehingga acara pengukuhan ini dapat berjalan dengan sangat baik dan kepada tim pendukung: drh. Woro Danur Wendo, M.Sc., Ph.D.; Dr. drh. Vista Budiariati, M.Si.; drh. Arinda Devi Larasati; dan drh. Yonathan Alvin, M.A.S., M.Sc., atas bantuan dan kreasinya sehingga materi dapat tersampaikan dengan sangat baik serta terima kasih juga kepada Prof. Dr. drh. Wayan T. Artama dan Prof. Dr. drh. Ida Tjahajati, M.P., atas bantuannya mereviu naskah pidato ini.

Akhir kata, semoga Allah *azza wa jalla* senantiasa mengampuni dan memaafkan semua kesalahan dan dosa kita, menjadikan kita manusia yang bersyukur, mengaruniakan rahmat, hidayah, dan taufik-Nya, terutama kepada pemimpin UGM dan para pemimpin negeri ini, menjadi UGM perguruan tinggi yang unggul, mengakar kuat menjulang tinggi, dan negara Indonesia yang sama-sama kita cintai ini menjadi negara yang aman, nyaman, lingkungannya sehat, dan penuh berkah.

*Wa shalallahu alaa nabiyyina Muhammad
Wassalamu 'allaikum warrahmatullahi wabarakatuh*

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, Y. K. & Budipitojo, T. 2017. Confirmation of Endocrine Cells in the Pancreas of Iguana iguana with Immunohistochemistry. *Sch J Agric Vet Sci*, 4(6):245–248.
- Anggita, M., Nugroho, W. S., Fibrianto, Y. H., Budhi, S. & Budipitojo, T. 2021. Callus Formation in Fractured Femur of Rats Treated with Injection of Human Umbilical Cord Mesenchymal Stem Cell-Conditioned Medium. *Veterinary Medicine International*
- Atlas, S.A. 2007. The Renin-Angiotensin Aldosterone System: Pathophysiological Role and Pharmacologic Inhibition. *Supplement to Journal of Managed Care Pharmacy*, 13(8):9–20.
- Ballard, B. 2016. *Exotic animal medicine for the veterinary technician*. John Wiley & Sons.
- Banks, W.J. 1993. *Applied veterinary histology*. MosbyYear Book, Inc.
- Beytur, A., Ciftci, O., Oguz, F., Oguzturk, H. & Yılmaz, F. 2012. Montelukast attenuates side effects of cisplatin including testicular, spermatological, and hormonal damage in male rats. *Cancer Chemoth. Pharm*, 69:207–213.
- Bock, B.C. 2014. *Iguana iguana Linnaeus 1758: Common Green Iguana*. Available from <http://www.iucn-isg.org/species/iguanaspecies/iguana-iguana/>.
- Böhme, W. 2003. Checklist of the living monitor lizards of the world (family Varanidae). *Zool. Verh. Leiden*, 341(25):1–43.

- Budipitojo, T., Matsuzaki S., Cruzana, M.B.C., Baltazar, E.T., Hondo, E. Sunaryo, S., Kitamura, N. & Yamada, J. 2001. Immunolocalization of Gastrin-Releasing Peptide in Bovine Uterus and Placenta. *J. Vet. Med. Sci.*, 63(1):11–15.
- Budipitojo, T., Sasaki M., Matsuzaki S., Cruzana M.B.C., Iwanaga T., Kitamura N. and Yamada J. 2003. Expression of gastrin-releasing peptide (GRP) in the bovine uterus during estrous cycle. *Arch Histol Cytol*, 66(4):337–346.
- Budipitojo, T., Sasaki M., Matsuzaki S., Cruzana M.B.C., Iwanaga T., Kitamura N. & Yamada J. 2004. Localization and Expression of Gastrin-releasing Peptide (GRP) in the Bovine Cervix. *Journal of Reproduction and Development*, 50(1):119–129.
- Budipitojo, T., Wihadmadyatami, H. & Musana, D.K. 2014. Identifikasi immunohistokimiawi Desmin dan Vimentin dalam sel Otot Skelet Ayam Kedu Cemani (*Gallus gallus domesticus*). *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 2(2):22–26.
- Budipitojo, T., Fibrianto, Y.F. & Sumiarto, B. 2016a. Mitotic Autocrine and Paracrine Roles of Gastrin-releasing Peptide (GRP) in the Placental Tissues of Seven Months Pregnant Cows. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11:576–580.
- Budipitojo, T., Fibrianto, Y. & Mulyani, G. 2016b. Phytobenzoars-like Structure Covers the Mucosal Surface of Sunda Porcupines (*Hystrix javanica*) Stomach. *Asian J. Anim. Vet. Adv*, 11:709–716.
- Budipitojo, T., Fibrianto, Y.H. & Mulyani, G.T. 2016c. Gut endocrine cells in the stomach of Sunda Porcupines (*Hystrix javanica*). *Asian J. Anim. Sci.*
- Budipitojo, T., Fibrianto, Y.H. & Mulyani, G.T. 2016d. The types of endocrine cells in the pancreas of Sunda porcupine (*Hystrix javanica*). *Veterinary World*, 9(6):563–567.
- Budipitojo, T., Fibrianto, Y. H., Mulyani, G.T., Kondoh, D., Sasaki, N. & Kitamura, N. 2016e. The Pancreas Morphology of Sunda

Porcupine (*Hystrix Javanica*). *Journal of Veterinary Advances*. 6. 1. 10.5455/jva.20160409123851.

- Budipitojo, T., Ariana, Pangestiningih, T.W., Wijayanto H., Kusidarta, D.L. & Musana, D.K. 2017. Studi Distribusi Glukosa Transporter 4 pada Otot Skelet Ayam Kedu Cemani dengan Metode Imunohistokimia *Avidin-Biotin-Peroxidase Complex*. *Jurnal Sain Veteriner*, 35(2).
- Budipitojo, T., Sasaki, M. & Nurliani, A. 2018a. An Immunohistochemical Study of the Cytoskeletal Proteins in the Testis of the Sunda porcupine (*Hystrix javanica*). *Mammal Study*, 43(2):117–123.
- Budipitojo, T., Padeta, I., Nugroho, W. S. & Fitriana, I. 2018b. Temporal recovery of pancreatic β -cells in Type 2 diabetes mellitus induced by mesenchymal stem cell-conditioned medium. *Adv. Life Sci. Tech*, 62:14–19.
- Budipitojo, T., Ariana., Adi, Y. K., & Padeta, I. 2019. Composition Analysis of Porcupine Bezoar Found in *Hystrix Javanica* Stomach. *3rd International Symposium in Veterinary Science AJIVE, Surabaya: 7-10 February 2019*. Hlm. 27.
- Budipitojo, T., Padeta, I., Yulianti, B. U. & Masithoh, D. B. 2020. Distribution Profile and Function of Carbohydrate Residues in Testes of Immature and Mature Sunda Porcupine (*Hystrix javanica*). *World Vet J*, 10(1):53–59.
- Cooper, G. M. 2000. *The Cell: A Molecular Approach 2nd edition*. Sunderland (MA): Sinauer Associates; Signaling Molecules and Their Receptors. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK9924/>
- Coss, D. 2018. Regulation of Reproduction via Tight Control of Gonadotropin Hormone Levels. *Mol. Cell. Endocrinol*, 463:116–130.
- Datrianto, D. S., Budipitojo, T. & Prihatno, S. A. 2021. Secretome improves testosterone and androgen-binding protein production

in testicular dysfunction rats induced by cisplatin. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 8(4):687.

- David, G.G. & Dolores. 2011. *Greenspan's basic & clinical endocrinology (9th ed)*. New York: McGraw-Hill Medical
- Debnath, M., Prasad, G.B.S.K. & Bisen, P.S. 2010. *In Situ Hybnridization. Molecular Diagnostic: Promises and Possibilities*, 153–169.
- Dias R.D.O., Machado L.D.S., Migliolo L., & Franco O.L. 2015. Insights into animal and plant lectins with antimicrobial activities. *Molecules*, 20(1):519–541.
- Funk, C.D. 2001. Prostaglandins and Leukotrienes: Advances in Eicosanoid Biology. *Sciences*, 294(5548):1871–1875.
- Gasmi, A., Nasreen, A., Menzel, A., Gasmi Benahmed, A., Pivina, L., Noor, S., Peana, M., Chirumbolo, S., & Bjørklund, G. 2023. Neurotransmitters Regulation and Food Intake: The Role of Dietary Sources in Neurotransmission. *Molecules*, 28:210.
- Ghaderi, R., M. Afshar, H., Akhbarie. & Gopalipour, M.J. 2010. Comparison of the efficacy of honey and animal oil in accelerating healing of full thickness wound of mice skin. *Int. J. Morphol.*, 28:193–198.
- Hamny, H., Mulyani, S., Masyitha, D., Wahyuni, S. & Jalaluddin, M. 2015. The Anatomical and Histological Morphology of Intestinal Water Monitor (*Varanus salvator*). *J. Vet.*, 16(2):152–158.
- Hotamisligil, G.S. & Davis, R. J. 2016. *Cell Signaling and Stress Responses*. Cold Spring Harb Perspect Biol.
- Hopkins, E., Sanvictores, T. & Sharma, S. 2022. *Physiology, Acid Base Balance*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507807/>

- Kim, S.W., Roh, J. & Park, C.S. 2016. Immunohistochemistry for Pathologists: Protocols, Pitfalls, and Tips. *Journal of Pathology and Translational Medicine*, 50:411–418.
- Kitayama, C., Sasaki, M., Ishikawa, H., Mogoe, T., Ohsumi, S., Fukui, Y., Budipitojo, T., Kondoh, D. & Kitamura, N. 2015. Structure and functions of placenta in common minke (*Balaenoptera acutrorostrata*), Bryde's (*B. brydei*), and sei (*B. borealis*) whales. *Journal of Reproduction and Development*, 61:415–421.
- Kobayashi Y., Tateno H., Ogawa H., Yamamoto K., & Hirabayashi J. 2014. *Comprehensive List of Lectins: Origins, Natures, and Carbohydrate Specificities*. In: Hirabayashi J (editor) *Lectins. Methods and protocols*. New York: Humana Press.
- Koch, A., Auliya, M., Schmitz, A., Kuch, U. & Böhme, W. 2007. Morphological studies on the systematics of South East Asian water monitors (*Varanus salvator* Complex): Nominotypic populations and taxonomic overview. *Mertensiella*, 16(109):109–180.
- Kraemer, W. J., Ratamess, N.A., Hymer, W. C., Nindl, B. C. & Fragala, M.S. 2020. *Growth Hormone(s), Testosterone, Insulin-Like Growth Factors, and Cortisol: Roles and Integration for Cellular Development and Growth With Exercise*. *Front. Endocrinol.* 11:33.
- Kusindarta, D.L., Wihadmadyatami, H., Fibrianto, Y.H., Nugroho, W.S., Susetya, H., Musana, D.K., Wijayanto, H., Prihatna, S.A. & Wahyuni, A.E. 2016. Human umbilical mesenchymal stem cells conditioned medium promote primary wound healing regeneration. *Vet World*, 9(6):605–610.
- Liu, C., Chu, D., Kalantar-Zadeh, K., George, J., Young, H.A. & Liu, G. 2021. Cytokines: From Clinical Significance to Quantification. *Adv. Sci.*, 8, 2004433.
- Mahfud, M. & Ihwan, I. 2016. The anatomy of the digestive tract of asian water monitor (*Varanus salvator*) (Reptile: Varanidae).

- (Anatomi saluran pencernaan biawak air asia (*Varanus salvator*) (Reptile: Varanidae)). In: *Proceeding. National Seminar of Science and Technology 3th*, October 28th-29th 2016, PA-36-A-41. University of Nusa Cendana Kupang, Kupang.
- Mahfud, M., Ernawati, E., Mahmud, N. R. A., Budipitojo, T. & Wijayanto, H. 2020. An immunohistochemical study of endocrine cells in the digestive tract of *Varanus salvator* (Reptile: Varanidae). *Veterinary World*, 13(9):1737–1742.
- Masithoh, D. B. H., Fibrianto, Y. H., Anggita, M., Nugroho, W. S. & Budipitojo, T. 2018. PCS-11 Mesenchymal Stem Cell-Conditioned Medium Improve the Recovery of Pancreatic α and β Cells in Type 1 Diabetes Mellitus. *Hemera Zoa*.
- Muller, P. & Schier, A.F. 2011. Extracellular Movement of Signaling Molecules. *Dev. Cell*, 21(1):145–158.
- Nagdas, S.K., Buchanan, T., & Raychoudhury, S. 2014. Identification of peroxiredoxin-5 in bovine caudaepididymal sperm. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 387:113–121.
- Nataraj, N.B. 2021. Growth Factor. *Encyclopedia of Molecular Pharmacology*, 1–13.
- Newton, A. C., Bootman, M. D. & Scott, J. D. 2016. *Second Messengers*. Cold Spring Harb Perspect Biol.
- Nicholson, L. B.2016. *The immune system. Essays Biochem.* 60(3):275–301.
- Nugroho, W. S., Kusindarta, D. L., Susetya, H., Fitriana, I., Mulyani, G. T., Fibrianto, Y. H., Haryanto, A. & Budipitojo, T. 2016. The structural and functional recovery of pancreatic β -cells in type 1 diabetes mellitus induced mesenchymal stem cell-conditioned medium. *Veterinary world*, 9(5), 535.
- Nurliani, A., Sasaki, M., Budipitojo, T., Tsubota, T., Suzuki, M., & Kitamura, N. 2019. An immunohistochemical study on testicular steroidogenesis in the Sunda porcupine (*Hystrix javanica*). *The Journal of veterinary medical science*, 81(9):1285–1290.

- Padeta, I., Nugroho, W. S., Kusindarta, D. L., Fibrianto, Y. H. & Budipitojo, T. 2017b. Mesenchymal stem cell-conditioned medium promote the recovery of skin burn wound. *Asian J. Anim. Vet. Adv.*, 12:132–141.
- Padeta, I., Prayugo A. D., Nugroho, W.S., & Budipitojo, T. 2017b. Anti-Aging Effects of Mesenchymal Stemcell-Conditioned medium in mice skin model induced by D-Galactosa. In: *Proceeding One Health International Seminar on Zoonotic Disease and Wildlife*. Yogyakarta: July 22th, 2017. Hlm. 104–109.
- Prihatno, S. A., Padeta, I., Larasati, A. D., Sundari, B., Hidayati, A., Fibrianto, Y. H. & Budipitojo, T. 2018. Effects of secretome on cisplatin-induced testicular dysfunction in rats. *Veterinary world*, 11(9), 1349.
- Prihatno, S. A., Adi, Y. K. & Budipitojo, T. 2020. Immunolocalization of IL-6 and IL-10 in the testicular tissue of testicular dysfunction rat treated with secretome. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 7(3), 514.
- Saiedullah, M. 2016. Insulin sensitivity or resistance in type 2 diabetes mellitus with obesity. *Diabetes Case Reports*, 1, e102
- Sasaki, M., Amano, Y., Hayakawa, D., Tsubota, T., Ishikawa, H., Mogoe, T., Ohsumi, S., Tetsuka, M., Miyamoto, A., Fukui, Y., Budipitojo, T. & Kitamura, N. 2013. Structure and steroidogenesis of the placenta in the Antarctic minke whale (*Balaenoptera bonaerensis*). *J Reprod Dev.*, 59:159–167.
- Sasaki, M., Amano, Y., Hayakawa, D., Tsubota, T., Ishikawa, H., Mogoe, T., Ohsumi, S., Tetsuka, M., Miyamoto, A., Fukui, Y., Budipitojo, T., & Kitamura, N. 2014. Areolae of the placenta in the Antarctic minke whale (*Balaenoptera bonaerensis*). *The Journal of reproduction and development*, 60(1):62–67.
- Sasaki M., Yamada, J., Budipitojo T., Endo, H., Kimura, J., Tsubota, T., Hayashi Y., & Kitamura, N. 2007. Asian congress on

Veterinary Anatomical, Histological, and Cytological Sciences, Bangkok, 12-14 September 2007.

- Starka, L. & Duskova, M. 2020. What is a Hormone?. *Physiol. Res.*, 69:183–185.
- Swaroop, J. J., Rajarajeswari, D. & Naidu, J. N. 2012. Association of TNF- α with insulin resistance in type 2 diabetes mellitus. *Indian Journal of Medical Research*, 135:127–130.
- Szkudelski, T., Kandulska, K. & Okulicz, M. 1998. Alloxan in vivo does not only exert deleterious effects on pancreatic B cells. *Physiological Research*, 47:343–346.
- Tfayli, H. & S. Arslanian. 2009. Pathophysiology of type 2 diabetes mellitus in youth: the evolving chameleon. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, 53(2):165–174.
- Yu, K., Deng, S.L., Sun, T.C., Li, Y.Y. & Liu, Y.X. 2018. Melatonin Regulates the Synthesis of Steroid Hormones on Male Reproduction: A Review. *Molecules*.
- Zhang, C.P. & Fu, X. B. 2008. Therapeutic potential of stem cells in skin repair and regeneration. *Chin. J. Traumatol.* (English Edn.), 11:209–221.

BIODATA

Nama : Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Tempat dan Tanggal Lahir : Purwokerto, 18 April 1964
 Jabatan Fungsional : Guru Besar
 Pangkat/Golongan : Pembina Tingkat I / IV b
 NIP : 196404181990031001
 NIDN : 0018046403
 Istri : Dra. Yulaeni
 Anak : Putra Ramadhan, S.T.
 Ika Kusumasari, S.Psi.
 Putra Triyama Wijaya, S.E.
 Alamat Rumah : Joho Gg. Sekarmirah VI No. 5
 Condongcatur, Depok, Sleman
 Kantor : Dekanat FKH UGM/Departemen
 Anatomi Fakultas Kedokteran Hewan
 Universitas Gadjah Mada
 Jln. Fauna No. 2 Karangmalang,
 Yogyakarta, 55281
 Nomor Telepon : 0274-560862
 email : budipitojo@ugm.ac.id
 Nomor HP : 081392130161

Riwayat Pendidikan

Jenjang	Sekolah/Universitas	Tahun
SD	SDN Purwokerto Lor III	Tamat 1976
SMP	SMPN 1 Purwokerto	Tamat 1980
SMA	SMAN 1 Purwokerto	Tamat 1983

S-1	Fakultas Kedokteran Hewan UGM	Tamat 1989
Profesi	Fakultas Kedokteran Hewan UGM	Tamat 1991
S-2	Sekolah Pascasarjana UGM	Tamat 1996
S-3	United Graduate School Gifu University	Tamat 2004

Pengalaman Kerja

1. 2021–sekarang: Dekan Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada. Keputusan Rektor Universitas Gadjah Mada Nomor: 6203/UN.1/KPT/HUKOR/2021.
2. 2016–2021: Wakil Dekan Bidang Keuangan, Aset, dan Sumber Daya Manusia, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada. Surat Keputusan Rektor Universitas Gadjah Mada Nomor: 1530/UN1.P/SK/HUKOR/2016.
3. Januari–November 2016: Sekretaris Departemen Anatomi. Nomor: 11/UN1.P/SK/HUKOR/2016
4. 2008–2012: Wakil Dekan Bidang Administrasi, Keuangan, dan Sumber Daya Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada. Surat Keputusan Rektor Universitas Gadjah Mada Nomor: 567/P/SK/HT/2008.
5. 2004–2007: Asisten Wakil Dekan Bidang Akademik, Kemahasiswaan, dan Pengembangan Fakultas. Surat Keputusan Dekan Nomor:

Publikasi (5 Tahun Terakhir)

2022. YONATHAN ALVIN M A S **(1)**; Dr. drh. Surya Agus Prihatno, M.P. **(2)** ; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (3)**; drh. Yosua Kristian Adi, M.Sc. **(4)**. Effect of Supplementation of Bovine Placental Powder on Testicular Tissue and Spermatozoa in Aging Rat Model: Indian Journal of Animal Research, 1(1): 1565-1565, DOI: 10.18805/IJAR.BF-1565.

2021. drh. Yosua Kristian Adi, M.Sc. **(1)**; Dr. drh. Surya Agus Prihatno, M.P. **(2)**; drh. Irma Padeta, M.Sc. **(3)**; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (4)**. Body measurements correlation and x-ray imaging of three *Hystrix javanica* fetuses in different fetal development stages: *Animal Reproduction*, 18(3): 1-7, <http://dx.doi.org/10.1590/1984-3143-AR2020-0038>.
2021. Dr. drh. Surya Agus Prihatno, M.P. **(1)** ; drh. Yosua Kristian Adi, M.Sc. **(2)**; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (3)**; drh. Topas Wicaksono Priyo. Jr., M.Sc. **(4)**; YONATHAN ALVIN M A S **(5)**. Dried bovine placenta improves spermatozoa count in animal model of male reproductive aging: *Veterinary Word*, 14(25): 1602-1607, <http://www.doi.org/10.14202/vetworld.2021.1602-1607>.
2021. drh. Marla Anggita, M.Sc. **(1)**; Dr. drh. Widagdo Sri Nugroho, M.P. **(2)**; drh. Yuda Heru Fibrianto, M.P., Ph.D. **(3)**; drh. Setyo Budhi, MP. **(4)**; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (5)**. Callus Formation in Fractured Femur of Rats Treated With Injection of Human Umbilical Cord Mesenchymal Stem Cell-Conditioned Medium: *Veterinary Medicine International*, 2021(8410175): 20908113, 20420048, <https://doi.org/10.1155/2021/8410175>.
2021. DWI SUNU DATRIANTO **(1)**; YONATHAN ALVIN M A S **(2)**; drh. Topas Wicaksono Priyo. Jr., M.Sc. **(3)**; Dr. drh. Surya Agus Prihatno, M.P. **(4)**; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (5)**; drh. Yosua Kristian Adi, M.Sc. **(6)**. Effect of D-galactose on Weight Gain in Animal Model of Aging. *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*: 8(6): 64-67, DOI: 10.36347/sjavs.2021.v08i06.001.
2021. LINDA MIFTAKHUL K **(1)**; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (2)**; drh. Yuda Heru Fibrianto, M.P., Ph.D. **(3)**. Immunolocalization of Steroidogenic Enzymes (3 β -hydroxysteroid dehydrogenase, 17 β -hydroxysteroid dehydrogenase and P450scc) in Testicular Dysfunction Rats Treated with Mesenchymal Stem Cells-Conditioned Medium.

World's Veterinary Journal; 10(1): 1-10, DOI: 10.54203/scil.2021.wvj48.

2021. DWI SUNU DATRIANTO **(1)**; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (2)**; Dr. drh. Surya Agus Prihatno, M.P. **(3)**. Secretome improves testosterone and androgen-binding protein production in testicular dysfunction rats induced by cisplatin. JOURNAL OF ADVANCED VETERINARY AND ANIMAL RESEARCH; 8(4): 687-694, <http://doi.org/10.5455/javar.2021.h561>.
2021. ASTARI KELANA H **(1)**; Vinsa Cantya Prakasita **(2)**; drh. Yosua Kristian Adi, M.Sc. **(3)**; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (4)**; Prof. Dr. drh. Agnesia Endang Tri Hastuti Wahyuni, M.Si. **(5)**. Isolation, identification, and antimicrobial sensitivity test of bacteria isolated from the rectal swab of african pygmy hedgehog (*Atelerix albiventris*) and sunda porcupine (*Hystrix javanica*). BIO Web of Conferences The 1st International Conference of Advanced Veterinary Science and Technologies for Sustainable Development (ICAVESS 2021): 33 (06010): 1-8. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213306010>.
2020. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (1)** ; ERMAWATI DWI YULIASTRI **(2)**; DIAN BEKTI HADI M **(3)**; drh. Irma Padeta, M.Sc. **(4)**; drh. Yosua Kristian Adi, M.Sc. **(5)**. Distribution of Estrogen and Progesterone Receptors in Ovary of Pregnant and Non-Pregnant Sunda Porcupines. Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences: 7(1): 13-17. DOI: 10.36347/sjavs.2020.v07i01.003.
2020. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (1)** ; Synthia Regita Noor Mahesty **(2)**; drh. Irma Padeta, M.Sc. **(3)**; LINDA MIFTAKHUL K **(4)** The Structure and Hormone expression of male accessory reproductive glands of the Sunda Porcupine (*Hystrix javanica*). Advances in Life Science and Technology: 78(0): 27-34. DOI: 10.7176/ALST/78-04.
2020. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (1)** ; Siti Shofiyah **(2)**; DIAN BEKTI HADI M **(3)**; LINDA MIFTAKHUL K **(4)**; drh. Irma Padeta, M.Sc. **(5)**. The Placenta Anatomy of Sunda

Porcupine (*Hystrix javanica*). *Advances in Animal and Veterinary Sciences*: 8(3): 223-228. DOI:10.17582/journal.aavs/2020/8.3.223.228.

2020. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (1)** ; drh. Irma Padeta, M.Sc. **(2)**; BENINDA ULIMA YULIANTI **(3)**; DIAN BEKTI HADI M **(4)**. Distribution Profile and Function of Carbohydrate Residues in Testicular of Immature and Mature Sunda Porcupine (*Hystrix javanica*). *World's Veterinary Journal*: 10(1): 53-59.
2020. drh. Irma Padeta, M.Sc. **(1)**; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (2)**; Prof. Dr. drh. Rini Widayanti, M.P. **(3)**; Dr. drh. Slamet Raharjo, M.P. **(4)**; Heri Budi Santoso **(5)**; Amalia Rezeki **(6)**. Proboscis monkeys hematology profile in South Kalimantan. *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*: &(3): 56-60. DOI: 10.36347/sjavs.2020.v07i03.001.
2020. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (1)** ; drh. Irma Padeta, M.Sc. **(2)**; BENINDA ULIMA YULIANTI **(3)**; DIAN BEKTI HADI M **(4)**. Distribution Profile and Function of Carbohydrate Residues in Testes of Immature and Mature Sunda Porcupine (*Hystrix javanica*). *World's Veterinary Journal*: 10(1): 53-59. DOI: <https://dx.doi.org/10.36380/scil.2020.wvj7>.
2020. Dr. drh. Surya Agus Prihatno, M.P. **(1)**; drh. Yosua Kristian Adi, M.Sc. **(2)**; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (3)**. Immunolocalization of IL-6 and IL-10 in the testicular tissue of testicular dysfunction rat treated with secretome. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*: 7(3): 514-520. DOI:<http://doi.org/10.5455/javar.2019.e288>.
2020. Mahfud **(1)**; Ernawati **(2)**; Nur R. Adawiyah Mahmud **(3)**; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (4)** ; Dr. drh. Hery Wijayanto, M.P. **(5)**. An immunohistochemical study of endocrine cells in the digestive tract of *Varanus salvator* (Reptile: Varanidae). *Veterinary World*: 13(9): 1737-1742. www.doi.org/10.14202/vetworld.2020.1737-1742.
2020. Anni Nurliani **(1)** ; Motoki Sasaki **(2)**; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (3)**; Toshio Tsubota **(4)**; Nobuo

- Kitamura (5). Morphological and Histological Studies on the Epididymis and Deferent Duct of the Sunda Porcupine (*Hystrix javanica*). *Mammal Study*: 45(3): 201-211. <https://doi.org/10.3106/ms2019-0061>.
2019. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (1)**; Motoki Sasaki (2) ; Anni Nurliani (3); drh. Ariana, M.Phil. (4); Dr. drh. Guntari Titik Mulyani, M.P. (5); Nobuo Kitamura (6). An Immunohistochemical Study of the Cytoskeletal Proteins in the Testis of the Sunda Porcupine (*Hystrix javanica*). *Mammal Study*: 43(2): 117-125. <https://doi.org/10.3106/ms2017-0052>.
2019. LINDA MIFTAKHUL K (1); drh. Irma Padeta, M.Sc. (2); drh. Yosua Kristian Adi, M.Sc. (3); **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (4)**; drh. Yuda Heru Fibrianto, M.P., Ph.D. (5). Testicular Regeneration by Secretome Injection in Cisplatin-Induced Testicular Dysfunction in Rats. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*: 8(1): 11-17. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2020/8.1.11.17>.
2019. Anni Nurliani (1); Motoki Sasaki (2) ; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (3)**; Toshio Tsubota (4); Masatsugu Suzuki (5); Nobuo Kitamura (6). An Immunohistochemical study on testicular steroidogenesis in the Sunda Porcupine (*Hystrix javanica*). *The Journal of Veterinary Medical Science*: 81(9): 1285-1290. <https://doi.org/10.1292/jvms.19-0167>.
2019. drh. Ariana, M.Phil. (1); drh. Irma Padeta, M.Sc. (2); drh. Arvendi Rachma Jadi, S.K.H., M.Sc. (3); Dr. drh. Hery Wijayanto, M.P. (4) ; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (5)**; Dr. drh. Slamet Raharjo, M.P. (6); Amalia Rezeki (7); Heri Budi Santoso (8). The Correlation of Femur Length with The Body Length of Proboscis Monkey. *EDP Sciences*: 04001(20): 1-3. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202004001>.
2018. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (1)** ; drh. Irma Padeta, M.Sc. (2); Dr. drh. Widagdo Sri Nugroho, M.P. (3); Ida Fitriana, S.Farm., Apt., M.Sc. (4). Temporal Recovery of Pancreatic B-Cells in Type 2 Diabetes Mellitus Induced by Mesenchymal Stem Cell-Conditioned Medium. *Advances in Life Science and Technology*: 62(3): 14-19.

<https://www.iiste.org/Journals/index.php/ALST/article/view/40565>

2018. Dr. drh. Surya Agus Prihatno, M.P. **(1)**; drh. Irma Padeta, M.Sc. **(2)**; ARINDA DEVI LARASATI **(3)**; BETTY SUNDARI **(4)**; ANNISA HIDAYATI **(5)**; drh. Yuda Heru Fibrianto, M.P., Ph.D. **(6)**; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (7)**. Effects of secretome on cisplatin-induced testicular dysfunction in rats. *Veterinary World*: 11(9): 1349-1356. DOI: 10.14202/vetworld.2018.1349-1356.
2018. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (1)** ; drh. Ariana, M.Phil. **(4)**; Dr. drh. Guntari Titik Mulyani, M.P. **(5)**. An Immunohistochemical Study of the Cytoskeletal Proteins in the Testis of the Sunda porcupine (*Hystrix javanica*). *Mammal Study*: 43(2): 117-123. DOI: <https://doi.org/10.3106/ms2017-0052>.
2018. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (1)** ; drh. Dyah Ayu Widiasih, Ph.D. **(2)**; Dr. drh. Guntari Titik Mulyani, M.P. **(3)**. Gastrin-Releasing Peptide Receptor (GRPR) in the Bovine Uterus and Placenta. *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*: 5(8): 435-440. DOI: 10.21276/sjavs.2018.5.8.3.
2017. drh. Irma Padeta, M.Sc. **(1)** ; Dr. drh. Widagdo Sri Nugroho, M.P. **(2)**; drh. Dwi Liliek Kusindarta, MP., Ph.D. **(3)**; drh. Yuda Heru Fibrianto, M.P., Ph.D. **(4)**; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (5)**. Mesenchymal Stem Cell-conditioned Medium Promote the Recovery of Skin Burn Wound. *Asian Journal of Animal and Veterinary Science*: 12(3): 132-141. DOI: 10.3923/ajava.2017.132.141.
2017. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (1)** ; drh. Ariana, M.Phil. **(2)**; Dr. drh. Tri Wahyu Pangestinarsih, M.P. **(3)**; Dr. drh. Hery Wijayanto, M.P. **(4)**; drh. Dwi Liliek Kusindarta, MP., Ph.D. **(5)**; drh. Dewi Kania Musana, MP **(6)**. Studi Distribusi Glukosa Transporter 4 pada Otot Skelet Ayam Kedu Cemani. *Jurnal Sain veteriner*: 35(2): 254-259. DOI: <https://doi.org/10.22146/jsv.34698>.

2017. drh. Yosua Kristian Adi, M.Sc. (1) ; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D. (2).** Confirmation of Endocrine Cells in the Pancreas of Iguana iguana with Immunohistochemistry. Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences: 4(6):245-248. DOI: 10.21276/sjavs.

RIWAYAT PENELITIAN

2022. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.** KOMPOSISI KOLAGEN DINDING AORTA KELINCI ATEROSKLEROSIS YANG DIINDUKSI SEKRETOME. Penelitian Pamandatan Fakultas Tahun 202. Nomor Kontrak NOMOR : 2729/ UN1/FKH/HK4/2022.
2021. Dr. drh. Hery Wijayanto, M.P.; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; drh. Dwi Liliek Kusindarta, MP., Ph.D. Aggressivity level of Long-Tailed Macaque (*Macaca Fascicularis*) and visitors' perception in Tlogo Muncar Kaliurang, Taman Nasional Gunung Merapi After Two Years of Covid-19 Pandemic. Penelitian Departemen. NO. Kontrak 892/UN.1/FKH/HK4/2021
2021. Dr. drh. Vista Budiariati, M.Si.; Prof. Dr. drh. Rini Widayanti, M.P.; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.** Analisis Potensi Neuroproteksi Conditioned Medium Sel Glia Terhadap Penyakit Neurodegeneratif.
2021. Dr. drh. Hery Wijayanto, M.P.; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.¹⁾**; drh. Dwi Liliek Kusindarta, MP., Ph.D. DAERAH JELAJAH MONYET EKOR PANJANG (*Macaca fascicularis*) di KAWASAN KALIURANG SAAT PENUTUPAN KAWASAN MASA TANGGAP DARURAT COVID 19. Penelitian Pengembangan Departemen. NO. Kontrak 892/UN1/FKH/HK4/2021
2021. drh. Ariana, M.Phil.; drh. Dwi Liliek Kusindarta, MP., Ph.D.; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.** Studi distribusi glikokonjugat pada kelenjar prostat dan bulbourethalis sugar glider (*Petaurus breviceps*). Penelitian Pengembangan Departemen.

2021. drh. Yuda Heru Fibrianto, M.P., Ph.D.; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.** Pengobatan Aterosklerosis Menggunakan Sekretom Yang Berasal Dari Sel Punca Mesenkimal. Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi. No. Kontrak 1655/UN1/DITLIT/DIT-LIT/PT/2021
2021. Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.; drh. Yuda Heru Fibrianto, M.P., Ph.D. POTENSI SEKRETOM SEBAGAI AGEN TERAPI OSTEOARTHRITIS PADA TIKUS. Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi. No. Kontrak 1654/UN1/DITLIT/DIT-LIT/PT/2021
2021. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; DIAN BEKTI HADI M; drh. Yuda Heru Fibrianto, M.P., Ph.D. Ekstrak Media Penumbuh Sel Punca Mesenkimal (EMPSPM) Dalam Pengobatan Diabetes Mellitus (DM) Tipe 1 Berbasis Kedokteran Regeneratif. Penelitian PMDSU.
2021. drh. Yuda Heru Fibrianto, M.P., Ph.D.; Linda Miftahul Khasanah; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.** Efek Pemberian Sekretome terhadap Reparasi Spermatogenesis dalam Tubulus Seminiferous Tikus Disfungsi Testis. Penelitian PMDSU.
2020. drh. Ariana, M.Phil.; drh. Arvendi Rachma Jadi, S.K.H., M.Sc.; drh. Irma Padeta, M.Sc.; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.** Studi Distribusi Glikokonjugat Pada Kelenjar Parotis dan Submandibularis Sugar Glider (*Petaurus breviceps*). Penelitian Pengembangan Departemen. No. Kontrak 1350/UN1/FKH/HK4/2020
2020. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; Dr. drh. Hery Wijayanto, M.P.; drh. Irma Padeta, M.Sc. Struktur Histologi Kelenjar Adrenal Landak Jawa (*Hystrix javanica*)” Penelitian Pengembangan Departemen.
2020. drh. Irma Padeta, M.Sc.; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; drh. Ariana, M.Phil.; Dr. drh. Hery Wijayanto, M.P.; Studi Histologi Limpa Landak Jawa (*Hystrix javanica*). Penelitian Pengembangan Departemen.
2020. Dr. drh. Tri Wahyu Pangestiniingsih, M.P.; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; Dr. drh. Hevi Wihadmadyatami,

M.Sc.; Dr. drh. Hery Wijayanto, M.P.; Gambaran Histologi Neuron Pada Pleksus Submukosa Dan Pleksus Mienterikus Usus Halus Tikus Yang Diberi Parakuat Diklorida. Penelitian Pengembangan Departemen.

2020. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; DIAN BEKTI HADI M; drh. Yuda Heru Fibrianto, M.P., Ph.D. Ekstrak Media Penumbuh Sel Punca Mesenkimal (EMPSPM) Dalam Pengobatan Diabetes Mellitus (DM) Tipe 1 Berbasis Kedokteran Regeneratif. Penelitian PMDSU. No. Kontrak: 3174/UN1.DITLIT/D IT-LIT/PT/2020
2020. drh. Yuda Heru Fibrianto, M.P., Ph.D.; Linda Miftahul Khasanah; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.** Efek Pemberian Sekretome terhadap Reparasi Spermatogenesis dalam Tubulus Seminiferous Tikus Disfungsi Testis. Penelitian PMDSU. No. Kontrak 3178/UN1.DITLIT/D IT-LIT/PT/2020.
2020. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**;
2019. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; drh. Irma Padeta, M.Sc. Immunoreaktifitas Hormon Testosteron dalam Kelenjar Asesorja Jantan Landak Jawa (*Hystrix javanica*). Penelitian Asistensi Riset.
2019. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; DIAN BEKTI HADI M; drh. Yuda Heru Fibrianto, M.P., Ph.D. Ekstrak Media Penumbuh Sel Punca Mesenkimal (EMPSPM) Dalam Pengobatan Diabetes Mellitus (DM) Tipe 1 Berbasis Kedokteran Regeneratif. Penelitian PMDSU No. Kontrak 2950/UN1.DITLIT/DIT-LIT/LT/2019.
2019. drh. Yuda Heru Fibrianto, M.P., Ph.D.; Linda Miftahul Khasanah; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.** Efek Pemberian Sekretome terhadap Reparasi Spermatogenesis dalam Tubulus Seminiferous Tikus Disfungsi Testis. Penelitian PMDSU.
2019. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; Synthia Regita Noor Mahesty. Struktur Histologi pada Kelenjar Asesorja Kelamin Jantan Landak Jawa (*Hystrix javanica*). Penelitian RTA.

2019. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; NEILA RAHMA HABIBAH. Sekretom Sebagai Agen Regeneratif Terhadap Kerusakan Hepar dan Ren Tikus Putih yang Diinduksi Cisplatin. Penelitian RTA.
2019. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; Struktur Anatomi Organ Reproduksi Jantan Pada Landak Jawa (*Hystrix Javanica*). Penelitian Mandiri.
2019. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; drh. Irma Padeta, M.Sc.; drh. Ariana, M.Phil. Immunoreaktivitas Hormon Testosteron dalam Testis Landak Jawa (*Hystrix javanica*). Penelitian Pengembangan Departemen.
2019. drh. Yuda Heru Fibrianto, M.P., Ph.D.); **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.** Efek Pemberian Sekretome terhadap Reparasi Spermatogenesis dalam Tubulus Seminiferous Tikus Disfungsi Testis. Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi No. Kontrak 2949/UN1.DITLIT/DIT-LIT/LT/2019.
2019. drh. Ariana, M.Phil.; Heri Budi Santoso; Amalia Rezeki; Dr. drh. Slamet Raharjo, M.P.; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; drh. Arvendi Rachma Jadi, S.K.H., M.Sc.; drh. Irma Padeta, M.Sc.; Dr. drh. Hery Wijayanto, M.P. The Correlation of Femur Length with The Body Length of Proboscis Monkey. Penelitian Kompetitif Fakultas.
2019. Dr. drh. Penny Humaidah Hamid, M. Biotech; Dr. drh. Widagdo Sri Nugroho, M.P.; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; Prof. Dr. drh. Rini Widayanti, M.P. Scale up “GAMACOC CIR”, vaksin *Eimeria* spp. (coccidiosis) pada kelinci pedaging, sebagai upaya peningkatan ketahanan pangan dengan diversifikasi daging. Penelitian LPDP No. Kontrak PRJ-105/LPDP/2019.
2019. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; drh. Yuda Heru fibrianto, M.P., Ph.D. Potensi Sekretom Sebagai Agen Terapi Osteoarthritis Pada Tikus. Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi.
2018. drh. Yuda Heru Fibrianto, M.P., Ph.D.; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.** Pengobatan Diabetes Mellitus (DM) menggunakan Sekretome dari Tali Pusat Manusia. Penelitian

Dasar Unggulan Perguruan Tinggi. No. Kontrak:
1828/UN1/DITLIT/DIT-LIT/LT/2018

2018. Prof. Dr. drh. Rini Widayanti, M.P.; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.** Studi Morfologi dan Filogenetik Bekantan Berdasar Sekuen DNA Mitokondria: Untuk Mendukung Kelestariannya. Penelitian Fakultas No. Kontrak 1604/J01.1.22/HK4/2018.
2018. drh. Irma Padeta, M.Sc.; drh. Dwi Liliek Kusindarta, MP., Ph.D.; Dr. drh. Tri Wahyu Pangestiningih, M.P.; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.** Distribusi Kolagen Tipe 1 dan Kolagen Tipe III pada Kulit Landak Jawa (*Hystrix javanica*). Peneltiian Pengembangan Departemen. No. Kontrak 1058/J01.1.22/HK4/2018
2018. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; drh. Irma Padeta, M.Sc.; drh. Ariana, M.Phil.; Dr. drh. Hery Wijayanto, M.P. Histologi Sistem Pencernaan Ayam Broiler yang Dipelihara di Kandang dan Kelembaban Berbeda Serta Diberi Herbal Probiotik Sebagai Pengganti Antibiotic Growth Promoters (AGP). Penelitian Pengembangan Departemen. No. Kontrak 1051/J01.1.22/HK4/2018
2018. drh. Ariana, M.Phil.; drh. Arvendi Rachma Jadi, S.K.H., M.Sc.; Dr. drh. Tri Wahyu Pangestiningih, M.P.; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.** Studi Distribusi Glucose Transporter-2 (GLUT2) pada Pankreas dan Heper, Glucose Transporter-4 (GLUT4) pada Otot Landak Jawa (*Hystrix Javanica*). Penelitian Kompetitif. No. Kontrak 1050/J01.1.22/HK4/2018
2018. Dr. med. vet. drh. Hevi Wihadmadyatami, M.Sc.; drh. Ariana, M.Phil.; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.** drh. Dwi Liliek Kusindarta, MP., Ph.D.. Analisis Distribusi Serotonin pada Hipokampus Lasiwen Deignan (*Myotis horsfieldii*). Penelitian Pengembangan Departemen. No. Kontrak 1052/J01.1.22/HK4/2018
2018. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; drh. Irma Padeta, M.Sc. DISTRIBUSI TESTOSTERON PADA SISTEM GENITAL JANTAN LANDAK JAWA (*Hystrix javanica*). Penelitian Kompetitif Fakultas.

2018. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; drh. Dyah Ayu Widiasih, Ph.D. Morphological Evidence of Gastrin-Releasing Peptide (GRP) as a New Growth Factor in the Uterus and Placenta. Penelitian Kerjasama Luar Negeri. No. Kontrak 1681/UN1/DITLIT/DIT-LIT/LT/2018
2018. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; drh. Yuda Heru Fibrianto, M.P., Ph.D. Produksi Batu Geliga Landak Berkhasiat Anti Dm Dan Anti Hewan Kanker Melalui Penangkaran Hystrix Javanica. Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi. No. Kontrak: 1829/UN1/DITLIT/DIT-LIT/LT/2018
2017. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; drh. Woro Danur Wendo, M.Sc.; Dr. med. vet. drh. Hevi Wihadmadyatami, M.Sc.; Dr. drh. Tri Wahyu Pangestiniingsih, M.P. Distribusi Mukopolisakarida pada Lidah Landak Jawa (*Hystrix javanica*). Penelitian Pengembangan Departemen.
2017. drh. Ariana, M.Phil.; **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; Dr. drh. Tri Wahyu Pangestiniingsih, M.P. Studi Struktur Histologi dan Morfometri Pankreas dan Hepar pada Sugar Glider (*petaurus breviceps*) dengan Pewarnaan AB-PAS. Penelitian Pengembangan Departemen.
2017. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; drh. Yuda Heru Fibrianto, M.P., Ph.D. PRODUKSI BATU GELIGA LANDAK BERKHASIAAT ANTI DM DAN ANTI KANKER MELALUI PENANGKARAN HYSTRIX JAVANICA. Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi.
2017. **Prof. drh. Teguh Budipitojo, M.P., Ph.D.**; drh. Dyah Ayu Widiasih, Ph.D. Morphological Evidence of Gastrin-Releasing Peptide (GRP) as a New Growth Factor in the Uterus and Placenta. Penelitian Kerjasama Luar Negeri. No. Kontrak

Seminar

2021. The 1st International Conference of Advanced Veterinary Science and Technologies for Sustainable Development (ICAVESS 2021). "Isolation, identification, and antimicrobial sensitivity test of bacteria isolated from the rectal swab of

african pygmy hedgehog (*Atelerix albiventris*) and sunda porcupine (*Histryx javanica*)”

2021. The 1st International Conference of Advanced Veterinary Science and Technologies for Sustainable Development (ICAVESS 2021). “Isolation, Identification, and Antimicrobial Susceptibility Test of Bacteria from Vulva Swab of African Pygmy Hedgehog (*Atelerix albiventris*) and Sunda Porcupine (*Hystrix javanica*)”
2020. The 4rd International Symposium In Veterinary Science AJIVE. “Correlation between forefoot and back foot length against body length of Sunda Porcupine from central Java”
2020. The 4rd International Symposium In Veterinary Science AJIVE. “Correlation between body length and body weight against uterine length and testicular weight of Sunda Porcupine from Central Java”
2020. The 4rd International Symposium In Veterinary Science AJIVE. “The correlation of body length with total intestine length of Sunda Porcupine”
2019. The Third International Symposium In Veterinary Science AJIVE. “Histological Structure and Lectin Distribution of Mature and Immature Sunda Porcupine's Testes”
2019. The Third International Symposium In Veterinary Science AJIVE. “Composition Analysis of Porcupine Bezoar Found in *Hystrix Javanica* Stomach”
2018. The 20th FAVA Congress, 18th IVMA Congress & 15th IVMA International Scientific Conference “Complex Oligosaccharide Detected in the Lingua of *Hystrix javanica* By Lectin Histochemistry”
2018. Seminar Nasional Satwa Liar 2018. “Oligosakarida Kompleks Terdeteksi di Lidah Landak Jawa (*Hystrix Javanica*) dengan Lektin Histokimia Phytohaemagglutinin (Pha)”
2017. One Health Internasional Seminar on Zoonotic Disease and Wildlife. “Histological Study of Skin Aging Model Treated with Topical Mesenchymal Stem Cell-Conditioned Medium”

2017. The 6th Asian Association of Veterinary Anatomist.
 “Histological Study of Skin Aging Model Treated with
 Tropical Mesenchymal, Stem Cell Conditioned Medium”
2017. Seminar Nasional PIN PAAI. “Histologi Veteriner”