



**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
BIDANG KEDOKTERAN HEWAN**

INOVASI TEKNOLOGI VETERINER BERBASIS BIOLOGI MOLEKULER UNTUK MENDUKUNG PENGENDALIAN PENYAKIT AVIAN INFLUENZA DI INDONESIA



OLEH:

NI LUH PUTU INDI DHARMAYANTI

**KEMENTERIAN PERTANIAN
BOGOR, 28 JANUARI 2022**





**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
BIDANG KEDOKTERAN HEWAN**

**INOVASI TEKNOLOGI VETERINER
BERBASIS BIOLOGI MOLEKULER
UNTUK MENDUKUNG
PENGENDALIAN PENYAKIT AVIAN
INFLUENZA DI INDONESIA**

**Oleh:
NI LUH PUTU INDI DHARMAYANTI**



**IAARD
PRESS**

**KEMENTERIAN PERTANIAN
BOGOR, 28 JANUARI 2022**

INOVASI TEKNOLOGI VETERINER BERBASIS BIOLOGI
MOLEKULER UNTUK Mendukung Pengendalian
Penyakit Avian Influenza di Indonesia

NI LUH PUTU INDI DHARMAYANTI

© IAARD PRESS, 2022

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2022

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

DHARMAYANTI, NI LUH PUTU INDI

Inovasi teknologi veteriner berbasis biologi molekuler untuk mendukung pengendalian penyakit avian influenza/penulis, Ni Luh Putu Indi Dharmayanti; penyunting, Ismeth Inounu, Fahmuddin Agus, dan Witono Basuki. -- Jakarta: IAARD Press, 2021

viii, 83 hlm.; ill.; 21 cm

ISBN: 978-602-344-316-1

1. Veteriner 2. Avian influenza 3. Biologi molekuler 4. Vaksin
I. Judul II. Inounu, Ismeth III. Agus, Fahmuddin

636.5.09

Penyunting Naskah : Ismeth Inounu, Fahmuddin Agus, Witono
Basuki

Penata Letak : Niki Awaloedin

Perancang Cover : Tim Kreatif IAARD Press

IAARD Press

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Jln. Ragunan 29 Pasar Minggu, Jakarta 12540

Telp.: +62-21-7806202, Faks: +62-21-7800644

Email: iaardpress@litbang.pertanian.go.id

Anggota IKAPI No. 445/DKI/2012

BIODATA RINGKAS



Ni Luh Putu Indi Dharmayanti lahir di Banyuwangi, tanggal 10 Mei 1972, adalah anak pertama dari tiga bersaudara, dari Bapak I Wayan Suwarya dan Ibu Dwi Anna Sulasi. Menikah dengan Sutanto Arso Birowo S.Pt. dan dikaruniai dua orang anak, yaitu: Muhammad Fikri Dharmasutanto dan Kania Firzana Asyifa.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor: 2/M Tahun 2016, tanggal 18 Januari 2016 yang bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Ahli Utama terhitung mulai tanggal 1 Desember 2015.

Berdasarkan Surat Keputusan Kepala Badan Litbang Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia Nomor: 106/KPTS/KP.240/H/1/2022 tanggal 18 Januari 2022 tentang Majelis Pengukuhan Profesor Riset, yang bersangkutan dapat melakukan pidato Pengukuhan Profesor Riset.

Menamatkan pendidikan Dasar di Sekolah Dasar Negeri Brawijaya, tahun 1984; Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Banyuwangi, tahun 1987; dan Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Banyuwangi, tahun 1990. Memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Hewan dari Universitas Airlangga di Surabaya, tahun 1996; memperoleh gelar Dokter Hewan dari Universitas Airlangga di Surabaya, tahun 1997; memperoleh gelar Magister Sains dari Universitas Gadjah Mada di Yogyakarta, tahun 2003; dan memperoleh gelar Doktor bidang Biomedis dari Universitas Indonesia, tahun 2009.

Mengikuti beberapa pelatihan yang terkait bidang kompetensinya, antara lain: *WHO Training Course on Animal Influenza Surveillance and Diagnosis* (Jepang; 2004), *Regional Workshop for Laboratory Staff Members of HPAI Diagnostic Laboratories* (Thailand; 2007); *Avian Influenza Workshop for Asian Countries* (Jepang; 2008), *Workshop and Training Avian Influenza H5N1 and H7N9* (Singapura; 2013), *H7N9 Training* (Austria; 2013) dan *Training on Influenza Virus Analysis and Bioinformatic* (Atlanta, USA; 2014).

Jabatan fungsional peneliti diawali sebagai Ajun Peneliti Muda tahun 2005, Peneliti Muda tahun 2011, Peneliti Madya tahun 2011, Peneliti Utama Gol. IV/a tahun 2015, Peneliti Ahli Utama Gol. IV/b, tahun 2016 dan Peneliti Ahli Utama Gol. IV/c, tahun 2020.

Menghasilkan 130 karya tulis ilmiah yang ditulis sendiri maupun dengan penulis lain dalam bentuk buku, jurnal, prosiding, dan makalah yang diterbitkan, dan 32 diantaranya dalam bahasa inggris. Menghasilkan 2 paten *granted*, 1 Rahasia Dagang serta 7 paten terdaftar lainnya dan 1 Hak Cipta.

Pembinaan kader ilmiah dilakukan dengan menjadi dosen pengajar, pembimbing serta dosen penguji mahasiswa S1, S2 dan S3. Pada tahun 2019-sekarang, penulis menjadi reviewer dari jurnal *Transboundary Animal Diseases* (TADs) dan jurnal *Public Library of Science* (PLOS) *One*.

Aktif dalam organisasi profesi ilmiah sebagai anggota Perhimpunan Dokter Hewan Indonesia (1997-sekarang), Anggota Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia (2000-sekarang), Anggota Himpunan Bioinformatika Indonesia (2004-sekarang), Anggota Asosiasi Dokter Hewan Perunggasan Indonesia (2016-sekarang) dan Anggota Himpunan Peneliti Indonesia (2018-sekarang).

Memperoleh tanda penghargaan diantaranya sebagai Pemenang ke-3 sebagai *Best Research* tahun 2014 dari Kalbe Ristek *Science Award*, Kemenristekdikti; Satyalancana Karya Satya XX tahun 2020 dari Presiden Republik Indonesia; Prestasi Istimewa Peringkat III Pelatihan Kepemimpinan Nasional Tingkat II Angkatan XVII Tahun 2020; Penghargaan/Anugerah Hak Kekayaan Intelektual Produktif Tahun 2020, dan Penghargaan artikel ilmiah berkualitas tinggi bidang kesehatan dan obat tahun 2020.

DAFTAR ISI

BIODATA RINGKAS	iii
DAFTAR ISI	vi
PRAKATA PENGUKUHAN.	viii
I. PENDAHULUAN	1
II. PERKEMBANGAN TEKNOLOGI BIOLOGI MOLEKULER DALAM DINAMIKA VIRUS AVIAN INFLUENZA ..	3
2.1. Periode Sebelum 2003	3
2.2. Periode 2003-2010	4
2.3. Periode 2011-2021	7
III. INVENSI BERBASIS BIOLOGI MOLEKULER DALAM PENGENDALIAN PENYAKIT AVIAN INFLUENZA	9
3.1. Invenisi Identifikasi Virus Avian Influenza	9
3.2. Penemuan Virus <i>Reassortant</i> di Indonesia dengan ITVBM-AI	10
3.3. Invenisi Pengembangan Vaksin Avian Influenza	12
3.4. Teknologi <i>Differentiating Infected Vaccinated Animals</i> (DIVA)	13
3.5. Invenisi Pengembangan Obat Antiviral Avian Influenza	14
IV. INOVASI TEKNOLOGI BIOLOGI MOLEKULER DALAM PENGENDALIAN PENYAKIT AVIAN INFLUENZA	15
4.1. Inovasi Teknologi Diagnosa Virus Avian Influenza berbasis Biologi Molekuler	15

4.2. Inovasi Teknologi Pengembangan Vaksin Avian Influenza	17
V. POTENSI, TANTANGAN DAN PELUANG PENGEMBANGAN INOVASI BIOLOGI MOLEKULER DALAM PENGENDALIAN PENYAKIT AVIAN INFLUENZA	20
5.1. Potensi Pengembangan	20
5.2. Tantangan Pengembangan	21
5.3. Peluang Pengembangan	22
VI. ARAH, SASARAN DAN STRATEGI PENGEMBANGAN INOVASI BIOLOGI MOLEKULER DALAM PENGENDALIAN PENYAKIT AVIAN INFLUENZA	23
6.1. Arah Pengembangan	23
6.2. Sasaran Pengembangan	24
6.3. Strategi Pengembangan	24
VII. KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN	25
7.1 Kesimpulan	25
7.2 Implikasi Kebijakan	25
VIII. PENUTUP	26
UCAPAN TERIMAKASIH	27
DAFTAR PUSTAKA	30
DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH	48
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	69

PRAKATA PENGUKUHAN

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Selamat pagi dan salam sejahtera bagi kita semua

Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Bapak Menteri Pertanian dan hadirin yang saya hormati

Alhamdulillah hirobbil aalaamiin, Puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat-Nya lah pagi ini kita dapat berkumpul ditempat ini dalam keadaan sehat walafiat dan senantiasa dalam lindungan dan rahmat-Nya. Pada kesempatan ini iijinkan saya menyampaikan orasi ilmiah dalam rangka pengukuhan Profesor Riset bidang Kedokteran Hewan pada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.

Sesuai dengan latar belakang ilmu dan penelitian yang saya tekuni selama ini, orasi ilmiah yang saya sampaikan ke hadapan majelis dan hadirin berjudul:

**“INOVASI TEKNOLOGI VETERINER BERBASIS
BIOLOGI MOLEKULER UNTUK MENDUKUNG
PENGENDALIAN PENYAKIT AVIAN INFLUENZA
DI INDONESIA”**

I. PENDAHULUAN

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya hormati,

Penyakit avian influenza (AI) merupakan penyakit zoonosis yang disebabkan oleh kelompok virus influenza A dari famili *Orthomyxoviridae*¹. Virus ini adalah patogen penting pada manusia dan hewan yang menyebabkan epizootik berulang, epidemi tahunan, dan pandemi periodik^{2, 3}. Virus AI merupakan virus RNA beruntai tunggal berpolaritas negatif, bersegmen dan diklasifikasikan menjadi tipe A, B dan C berdasarkan pada protein antigenik nukleoprotein (NP) dan matrix (M1)¹. Influenza A selanjutnya diklasifikasikan menjadi beberapa sub tipe berdasarkan pada antigenisitas dua glikoprotein permukaan yaitu hemagglutinin (H/HA) dan neuraminidase (N/NA)⁴. Sampai saat ini, virus AI telah diidentifikasi sebanyak 18 sub tipe HA (H1-H18) dan 11 sub tipe NA (N1-N11). Dua sub tipe terbaru H17N10 dan H18N11 sejauh ini hanya ditemukan pada kelelawar pemakan buah^{5, 6}. Sifat genom virus AI memfasilitasi virus influenza untuk dapat bermutasi secara *drift* maupun *shift* dan menjadi virus jenis baru yang berakibat pada perubahan fenotipe virus termasuk patogenesis virus pada inang^{7, 8}.

Berdasarkan patogenesisnya dapat dibedakan menjadi dua bentuk yaitu *highly pathogenic avian influenza* (HPAI) dan *low pathogenic avian influenza* (LPAI). Gejala klinis pada bentuk HPAI pada unggas ditandai proses penyakit sistemik disertai gangguan pernapasan, lakrimasi berlebihan, sinusitis, edema di daerah kepala dan muka. Kematian mendadak tanpa adanya gejala tertentu dapat terjadi pada kondisi kasus sangat akut dan morbiditas serta mortalitas dapat mencapai 100%^{9, 10}. Pada bentuk LPAI infeksi terjadi terlokalisasi seperti gangguan pernapasan dan produksi dengan mortalitas rendah¹¹.

Penyakit AI menimbulkan kerugian ekonomi dan ancaman zoonosis yang serius terhadap kesehatan manusia^{12, 13, 14}. Riwayat pandemi influenza sebelumnya yaitu *Spanish flu*, *Asian flu* dan *Hongkong flu* menyebabkan kekhawatiran terhadap potensi terjadinya wabah oleh virus HPAI sub tipe H5N1 tahun 2000-an menjadi pandemi selanjutnya^{15, 16}. Wabah HPAI H5N1 yang sangat patogenik ini menyebar cepat ke berbagai negara di kawasan Asia, Afrika dan Eropa menimbulkan infeksi yang fatal pada manusia seperti kasus di Indonesia, Cina, Vietnam, Kamboja, Mesir, Irak, Azerbaijan dan Turki^{17, 18}.

Di Indonesia, penyakit HPAI sub tipe H5N1 terjadi dan menjadi endemik di Indonesia sejak tahun 2003 serta menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan baik pada peternakan rakyat maupun komersil^{9, 19}. Kasus kematian manusia di Indonesia akibat dampak zoonosis virus H5N1 tertinggi di dunia yaitu mencapai 168 jiwa¹⁷. Transmisi virus AI ke manusia dapat terjadi akibat paparan langsung atau tidak langsung dengan unggas terinfeksi^{7, 20, 21}. Infeksi virus AI dari hewan ke manusia pada umumnya disebabkan oleh virus-virus AI baru yang memiliki karakteristik baru seperti daya adaptasi yang lebih baik pada inang baru termasuk manusia²².

Orasi ini memaparkan mutasi dan dinamika virus AI di Indonesia yang melatar belakangi dikembangkannya inovasi pengendalian penyakit AI yang disesuaikan dengan virus yang bersirkulasi, karena identifikasi dan pengendalian penyakit sedini mungkin dapat mencegah potensi masuknya virus AI pada populasi unggas domestik, unggas liar, dan manusia^{21, 23, 24}. Inovasi yang dikembangkan meliputi diagnosa penyakit yang lebih baik dan pengembangan vaksin serta obat yang disesuaikan dengan dinamika virus AI untuk pengendalian penyakit pada hewan dan meminimalkan transmisi virus dari hewan ke manusia.

II. PERKEMBANGAN TEKNOLOGI BIOLOGI MOLEKULER DALAM DINAMIKA VIRUS AVIAN INFLUENZA

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya hormati,

Perkembangan virus AI yang sangat dinamis membutuhkan kebaruan teknologi termasuk teknologi veteriner berbasis biologi molekuler yang selanjutnya disebut ITVBM-AI untuk keakuratan dalam diagnosa dan mengetahui karakter virus yang bersirkulasi. Dalam diagnosa penyakit terbagi menjadi metode konvensional dan metode molekuler yang sebenarnya saling menunjang diagnosa. Perkembangan virus AI dan teknologi molekuler yang menyertainya terbagi menjadi tiga periode:

2.1. Periode Sebelum 2003

Pandemi influenza adalah kejadian epidemi virus yang bersifat global dan berdampak besar pada populasi manusia dengan cakupan wilayah geografis yang luas. Pandemi influenza yang pernah terjadi adalah *Spanish flu* pada tahun 1918 yang diakibatkan oleh virus AI sub tipe H1N1, *Asian flu* oleh sub tipe H2N2 yang dihasilkan dari rekombinasi virus AI (H2N2) dan influenza manusia (H1N1) pada tahun 1957, *Hong Kong flu* oleh sub tipe H3N2 pada tahun 1968 dan pandemi influenza pada tahun 2009 disebabkan oleh virus sub tipe H1N1^{17, 25, 26}.

Pandemi influenza pertama tahun 1918 menyebabkan kematian lebih dari 20 juta manusia di seluruh dunia. Pandemi tahun 1957 dan 1968 juga dilaporkan sebagai penyebab kematian jutaan manusia secara global²⁷. Sementara itu, pandemi influenza tahun 2009 disebabkan oleh virus H1N1pdm2009 yang berasal dari virus flu babi yang muncul di Meksiko dan Amerika Serikat, kemudian menyebar luas secara

global ke 30 negara meskipun dengan jumlah korban jiwa manusia yang tidak sebesar pandemi-pandemi sebelumnya²⁸. Virus pandemi Asia tahun 1957 dan Hong Kong 1968 merupakan virus *reassortant* yang berasal dari virus unggas dan manusia²⁹. Pada tahun 1977, virus H1N1 muncul kembali setelah 20 tahun tidak terdeteksi sejak pandemi H2N2 tahun 1957 dan menyebabkan infeksi pada anak-anak dan dewasa muda dan kemudian mulai bersirkulasi di populasi manusia bersama dengan sirkulasinya virus H3N2³⁰.

Pada tahun 1996, virus HPAI H5N1 diidentifikasi pada angsa di Cina (A/Goose/Guangdong/1/96) yang kemudian pada tahun 1997, strain dari *lineage* tersebut bersifat zoonosis dan menyebabkan wabah HPAI H5N1 pada unggas serta infeksi pada manusia yang bersifat fatal^{31, 32}. Pada periode ini virus AI diidentifikasi dengan berbagai teknik pengujian baik secara konvensional maupun beberapa teknik baru termasuk yang berbasis molekuler^{10, 33, 34}. Metode konvensional seperti mikroskop elektron, kultur jaringan, isolasi virus pada telur ayam berembrio *specific pathogen free* (SPF) dan serologi mempunyai kelemahan yaitu kurang sensitif, pertumbuhan organisme lambat, interpretasi hasil sangat kompleks, dan tingginya kejadian reaksi silang^{34, 35}. Saat ini, teknik molekuler telah banyak digunakan untuk diagnosis^{36, 37} dan penelitian penyakit berbahaya^{38, 39}. Metode molekuler dapat memberikan informasi sekuen, kekerabatan dan epidemiologi agen patogen^{40, 41, 42}.

2.2. Periode 2003-2010

Penyakit *Highly Pathogenic Avian Influenza* (HPAI) subtipe H5N1 diidentifikasi pertama kali di Indonesia pada awal September 2003 dan menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan baik pada peternakan rakyat maupun komersial^{9, 18, 43}. Virus ini diidentifikasi sebagai virus AI subtipe H5N1 genotype

Z yang serupa virus yang pertama kali diidentifikasi pada unggas di Cina Selatan serta sebagian besar virus influenza H5N1 dari unggas dan manusia di Asia⁴⁴.

Periode ini ditandai dengan kebangkitan era biologi molekuler dalam mendeteksi penyakit termasuk AI. Dari semua metode diagnostik virus influenza yang tersedia, metode yang paling banyak digunakan adalah metode molekuler menggunakan *reverse transcription-polymerase chain reaction* (RT-PCR) yang memiliki hasil paling akurat dengan sensitivitas tinggi. RT-PCR menjadi metode yang paling banyak digunakan mendeteksi virus influenza pada sebagian besar laboratorium diagnostik di seluruh dunia termasuk Indonesia^{45, 46}.

Metode RT-PCR digunakan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi virus AI termasuk virus AI sub tipe H5N1 di Indonesia sejak tahun 2003 yang kemudian dilanjutkan dengan metode DNA sekuensing serta analisis bioinformatik^{43, 47, 48}. Metode ini mampu mendeteksi virus dengan cepat dan mengidentifikasi virus AI pada awal terjadinya wabah^{49, 50, 51}. Selain itu juga dikembangkan *multiplex* RT-PCR untuk mengidentifikasi virus AI beberapa sub tipe ataupun dengan penyakit unggas lainnya sehingga reaksi menjadi lebih cepat dan murah³⁹.

Pada periode ini RT-PCR digunakan untuk pertama kali mengkonfirmasi kasus AI yang menginfeksi manusia dan berakibat fatal pada tahun 2005³¹. Sampai dengan Maret 2018, kasus AI pada manusia mencapai angka 200 dan 168 diantaranya bersifat fatal. Sejauh ini, infeksi pada manusia terjadi secara sporadis karena sebagian besar virus H5N1 masih memiliki afinitas yang tinggi terhadap reseptor unggas $\alpha 2,3$ meskipun pada beberapa isolat menunjukkan adanya peningkatan afinitas terhadap reseptor mamalia $\alpha 2,6$ ⁵². Oleh karena itu, transmisi virus antar manusia masih sangat terbatas kecuali pada beberapa

kasus infeksi manusia yang bersifat kluster di Sumatera Utara oleh virus H5N1 *clade* 2.1.2 meskipun pada saat ini virus H5N1 *clade* tersebut tidak terdeteksi bersirkulasi⁵³.

Pengembangan ITVBM-AI di Indonesia dimulai sejak masuknya AI sampai sekarang dan akan terus diperbaharui sesuai dengan virus yang bersirkulasi. Pada bulan April 2009, kasus infeksi manusia dengan virus novel influenza A (H1N1) yang disebut H1N1pdm2009 telah diidentifikasi. Virus ini memiliki kombinasi segmen gen yang unik, termasuk gen yang berasal dari virus flu babi, unggas, dan manusia yang ditemukan pada babi di Amerika Utara dan Eropa. Virus H1N1pdm2009 berasal dari fenomena *reassortment* 6 segmen gen dari *triple reassortant* virus (H1N1 unggas, H3N2 manusia, dan H1N1 babi) dan 2 segmen gen dari *Eurasia avian-like swine influenza virus*. Pada bulan Juni 2009, virus A(H1N1)pdm09, menyebabkan penyakit yang tersebar luas di seluruh dunia^{25, 26}.

Di Indonesia, virus H1N1 berhasil dideteksi pada babi di pulau Bulan dan beberapa babi yang berasal dari rumah potong babi di Jakarta yang dikoleksi sekitar Oktober-November 2010^{54, 55}. Kemunculan virus H1N1 dan H5N1 memunculkan kekhawatiran terhadap kemungkinan terjadinya ko-infeksi dan mutasi yang terjadi baik secara *drift* dan *shift* sehingga memungkinkan terbentuknya varian virus baru yang tidak sesuai dengan strain vaksin, resisten terhadap antiviral yang ada, bahkan mampu bertransmisi secara efisien ke manusia yang merupakan pertanda akan kejadian pandemi influenza yang baru^{56, 57, 58}.

Teknologi biologi molekuler berkembang pesat terutama dalam hal modifikasi metode uji seperti platform *multiplex* PCR, *real-time* PCR, dan DNA sekuensing dengan menggunakan metode *Sanger*^{7, 39, 59}. Di Indonesia, periode ini ditandai dengan

penemuan *antigenic drift* virus AI, virus *reassortant* antara virus H5N1 dan H3N2^{60, 61}.

Sirkulasi virus AI terus meluas hingga terdeteksi kontaminasi virus AI di pasar unggas hidup (*Live Bird Market*) pada tahun 2010⁶². Pasar unggas hidup sebagai tempat bertemunya manusia dan unggas berpotensi menjadi sumber penyebaran virus AI pada unggas atau bahkan penularan ke manusia^{63, 64}. Pasar unggas hidup merupakan *point of meeting reservoir* virus AI⁶⁵ dan lingkungan yang ideal untuk terjadinya *genetic mixing* karena unggas air yang merupakan *reservoir* virus AI dijual bersama dengan unggas dan hewan lainnya^{66, 67}. Hal ini menunjukkan bahwa pasar merupakan salah satu faktor risiko infeksi H5N1 pada manusia^{68, 69}.

2.3. Periode 2011-2021

Periode ini ditandai semakin pesatnya teknologi biologi molekuler seperti DNA sekuensing. Sekuensing gen merupakan metode yang ideal dalam mempelajari karakter virus. Metode sekuensing DNA pertama kali adalah metode *sanger*, kemudian berkembang menjadi metode sekuensing *next generation* dimana kapasitas gen yang disekuensing menjadi jauh lebih panjang^{68, 70}. Metode sekuensing berkembang lagi menjadi metode sekuensing PacBio yang memberikan pembacaan yang lebih panjang dengan waktu yang lebih cepat⁷¹.

Pada tahun 2013, virus LPAI H7N9 zoonosis pertama kali ditemukan menginfeksi manusia di Cina dan menyebabkan lebih dari 1.000 kasus infeksi pada manusia dan 623 diantaranya bersifat fatal³¹. Pada tahun 2014/2015 virus H5N8 yang sebelumnya ditemukan bersirkulasi di Cina pada tahun 2010 berhasil dideteksi di Korea, Jepang, Eropa dan Amerika Utara dan muncul kembali di Eropa tahun 2016/2017 dengan patogenisitas yang lebih tinggi pada itik dan burung liar. Pada tahun 2017/2018 virus novel HPAI H5N6 yang merupakan virus

reassortant H5N8 2016/2017 ditemukan menginfeksi burung liar dan unggas komersial di Inggris, Belanda dan Jerman. Virus *novel* H5N6 ini berbeda dengan virus Asian H5N6 yang sebelumnya ditemukan menginfeksi manusia pada tahun 2013^{30, 72}.

Di Indonesia, pada periode ini ditandai dengan introduksi virus AI subtype H5N1 *clade* 2.3.2^{73, 74}, penemuan beberapa virus *reassortant* HPAI H5N1 dan LPAI⁷⁰, virus *reassortant* H5N1 *clade* 2.3.2 dan *clade* 2.1.3⁷⁵ serta virus *reassortant* H9N2 dan H5N1⁷⁶. Selanjutnya, perubahan karakter ini diikuti dengan pengembangan vaksin diantaranya vaksin AI H5N1 bivalen, monovalent H9N2 dan vaksin kombinasi H9N2 dan H5N1 inaktif terbukti dapat menginduksi respon antibodi, mengurangi mortalitas dan ekskresi virus yang disebabkan oleh infeksi virus AI.

Perkembangan teknologi biologi molekuler akan semakin pesat kedepannya dan mengikuti dinamika virus yang bersirkulasi baik secara nasional, maupun global. Inovasi dan pengembangan harus dapat mengakomodasi karakter virus yang berbeda di setiap negara yang terjangkit.

III. INVENSI BERBASIS BIOLOGI MOLEKULER DALAM PENGENDALIAN PENYAKIT AI

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya hormati,

Identifikasi secara akurat agen penyebab penyakit infeksius termasuk virus AI sangat penting dalam diagnosa dan manajemen penyakit. Inovasi teknologi veteriner berbasis biologi molekuler terdiri dari 5 komponen invensi yang dikembangkan sesuai dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan.

3.1. Invenisi Identifikasi Virus Avian Influenza

Reverse Transcriptase-Polymerase chain reaction (RT-PCR) banyak digunakan untuk mendeteksi berbagai patogen termasuk virus AI^{38, 42, 43}. Deteksi dan identifikasi virus AI dengan menggunakan teknik RT-PCR dapat langsung menggunakan sampel lapang unggas terinfeksi seperti *swab* kloaka atau *swab* trakea, maupun sampel organ. Teknologi ini salah satu yang dikembangkan menjadi komponen ITVBM-AI yang digunakan untuk mendeteksi, mengidentifikasi dan mengkarakterisasi virus AI subtipe H5N1 di Indonesia pada tahun 2003 sampai sekarang^{43, 77}.

Kasus pertama manusia terinfeksi virus AI di Indonesia terjadi pada tahun 2005⁶¹. Dalam perkembangannya, karakter virus AI sebagian besar virus memiliki *multiple basic* asam amino pada *cleavage site* gen HA yang menunjukkan sifat virus HPAI dengan motif PQRERRRKRR//G dan sebagian *multiple basic* asam amino dengan substitusi asam amino Arginin (R) menjadi Serin (S) pada posisi -6 (HA1) pada *cleavage site* gen HA dan masih mengenal reseptor unggas $\alpha 2,3^{24, 78}$.

Mutasi virus AI di Indonesia dibuktikan penemuan *antigenic drift* protein hemagglutinin virus influenza H5N1

tahun 2003-2006 yaitu perubahan epitop A dan B. Mutasi tertinggi telah terjadi pada dua virus H5N1 di Jawa Barat tahun 2006 yaitu sebesar 4,88%^{26, 57, 78}. Pemetaan genetika virus AI sub tipe H5N1 tahun 2010 memperlihatkan bahwa penyebaran virus *genetic drift* telah menyebar luas di Sumatera, Banten, Jawa Barat dan Jawa Timur dan semakin meluasnya spesies unggas yang terinfeksi^{49, 50, 51}.

Pengembangan ITVBM-AI memberikan informasi terjadinya substitusi pada level gen HA, NA, M1 dan NS1^{8, 22} dan ditemukannya motif tertentu protein M1 dan M2 pada virus yang diisolasi dari unggas di sekitar manusia yang terinfeksi virus H5N1 yang memiliki kesamaan dengan virus AI H5N1 pada manusia di Indonesia. Variasi genetik pada motif PDZ protein NS1 yaitu sebanyak dua virus memiliki motif *human origin* (RSEV dan KSEV), yang kemungkinan berhubungan dengan usaha adaptasi virus pada manusia²². Sirkulasi virus AI H5N1 juga dideteksi pada pasar unggas hidup⁶² yang merupakan faktor risiko penularan AI ke manusia^{21, 63}.

Pemanfaatan ITVBM-AI mempercepat identifikasi introduksi virus AI *clade* virus 2.3.2.1 yang menyebabkan tingginya kasus kematian pada itik^{73, 74} dan H9N2⁷⁶. Pada tahun 2014, berhasil diidentifikasi virus sub tipe H3 dan H10 sedangkan virus AI H7N9 belum teridentifikasi masuk ke Indonesia⁷⁹.

3.2. Penemuan Virus *Reassortant* di Indonesia dengan ITVBM-AI

Reassortment terjadi ketika struktur dari genom virus saling bertukar diantara delapan segmen RNA karena sistem tidak dapat membedakan segmen RNA virus pada saat terjadi koinfeksi virus pada sel yang sama^{70, 75, 76}. *Reassortant* virus yang dihasilkan dapat menghasilkan antigen baru untuk menghindari pengenalan dari sistem imun inang sehingga

transmisi dapat terjadi secara efisien dan menyebabkan virus baru memiliki kemampuan dalam menyebabkan pandemi^{25, 70}.

Teknologi ITVBM-AI digunakan mendeteksi adanya virus *reassortant* di Indonesia tahun 2007 pada isolat virus Pessel/BPPVR/07 yang diisolasi pada ayam di sekitar kasus H5N1 manusia. Virus tersebut memiliki gen NS1 yang serupa dengan virus H3N2 (HK/497/97 dan HK/498/97) dimana gen NA, HA dan M adalah virus H5N1 asal unggas. Virus Pessel/BPPVR/07 juga memiliki motif influenza manusia yaitu motif RSEV pada protein NS⁶¹.

Virus *reassortant* antara HPAI dan LPAI kemudian berhasil dideteksi pada tahun 2012. Virus *reassortant* tersebut adalah A/muscovy duck/East Java/SB29/2012, A/muscovy duck/East Java/ LM47/2012 dan A/chicken/East Java/BP21/2012. Gen HA, NA, PA, NP, dan M berasal dari virus A H5N1, sedangkan gen PB1, PB 2 dan NS1 berasal dari virus LPAI. Virus *reassortant* ini tidak mampu menimbulkan infeksi sistemik pada mencit. Nilai MLD₅₀ dari virus *reassortant* adalah $>10^4$ EID₅₀ dan nilai tersebut mengindikasikan terjadinya atenuasi yang signifikan⁷⁰.

Virus *reassortant* lainnya juga berhasil dikarakterisasi pada tahun 2018, yaitu di antara virus H9N2 dan H5N1 (A/chicken/East Java/BLi25Ut/2018 dan A/chicken/Central Java/SLO.105/2018). Virus *reassortant* H9N2 tersebut memiliki gen internal PB2 virus H5N1. Infeksi H9N2 *reassortant* menghasilkan peningkatan patogenisitas dan mortalitas⁷⁶. Selain itu, virus *reassortant* H5N1 terjadi antara *clade* 2.1.3 yang bersirkulasi di Indonesia sejak tahun 2003 dan *clade* baru 2.3.2 yang beredar sejak akhir tahun 2012⁷⁵.

3.3. Invensi Pengembangan Vaksin Avian Influenza

Vaksinasi merupakan salah satu program pengendalian di daerah endemis di negara-negara terinfeksi yang dikombinasikan dengan metode pengendalian lainnya seperti biosekuriti (bio eksklusi dan bio kontainmen) termasuk tindakan karantina, pembatasan dan pengendalian lalu lintas manusia, unggas, peralatan, kebersihan, desinfeksi dan program monitoring^{80, 81}. Vaksin AI jika digunakan dengan tepat mampu melindungi hewan dari gejala klinis, kematian, menurunnya ekskresi virus pada unggas yang divaksinasi yang akan menurunkan penularan virus ke hewan lainnya dan manusia^{82, 83, 84}.

Rendahnya reaksi silang antar strain virus merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap proteksi vaksin AI. Kemiripan genetik dan antigenik antara virus vaksin dan virus yang bersirkulasi di lapang adalah sangat penting dalam menentukan jenis *seed* vaksin yang digunakan dalam pengendalian penyakit^{80, 85}.

Pada tahun 2005, dalam rangka pengendalian wabah penyakit AI melalui program vaksinasi, berbagai jenis vaksin AI inaktif produk impor telah digunakan, seperti H5N2; H5N9; H5N1 serta vaksin AI sub tipe H5N1 inaktif isolat lokal produk dalam negeri dan diberikan lebih dari satu kali vaksinasi atau *booster*^{33, 86}. Kejadian *antigenic drift* pada tahun 2006 mengakibatkan vaksin yang telah beredar saat itu tidak mampu lagi memberikan proteksi yang baik terhadap virus tersebut sehingga dikembangkan vaksin berdasar *seed* virus *antigenic drift* Pwt-Wij/2006 yang mampu memberikan proteksi lebih baik terhadap virus yang bersirkulasi saat itu⁸⁷. Penelitian terhadap 7 produk vaksin komersial yang beredar di Indonesia memperlihatkan bahwa vaksin AI sub tipe H5N1 mampu

memberikan perlindungan lebih tinggi terhadap isolat virus tantang dibandingkan vaksin AI subtipe H5N2 dan H5N9⁸⁶.

Selain itu pada tahun 2010 juga mulai dikembangkan vaksin *virus like particles* (VLP) yang pada awal penelitian berhasil mengekspresikan protein HA dari 3 protein yang direncanakan. Vaksin inaktif selanjutnya diperbaharui berdasar virus *antigenic drift* tahun 2010 yaitu vaksin bivalen AI yang efektif dalam memberikan respon kekebalan dan perlindungan dari infeksi berbagai karakter genetik virus AI tantang pada ayam layer⁸⁰. Vaksin bivalen ini kemudian diperbaharui kembali karena masuknya virus HPAI H5N1 *clade* 2.3.2 pada tahun 2012^{73, 74, 88}. Vaksin AI H5N1 bivalen generasi kedua mengandung antigen virus *clade* 2.1.3 dan *clade* 2.3.2⁸⁵. Vaksin mampu memberikan proteksivitas yang optimal terhadap kedua *clade* dan menurunkan ekskresi virus.

Pengembangan vaksin selanjutnya adalah akibat masuknya virus H9N2 tahun 2017 yang menyebabkan penurunan produksi telur pada ayam petelur dan berdampak pada kerugian ekonomi yang cukup signifikan^{88, 89}. Vaksin yang dikembangkan dalam dua varian yaitu vaksin monovalen H9N2, dan vaksin kombinasi H9N2 dan H5N1.

3.4. Teknologi *Differentiating Infected Vaccinated Animals* (DIVA)

Penggunaan vaksin homolog dalam strategi pengendalian AI, membutuhkan inovasi dalam mendeteksi virus avian influenza yang menginfeksi di lapang apakah disebabkan oleh virus AI yang sedang bersirkulasi atau berasal dari infeksi virus vaksin. Teknologi DIVA dikembangkan menggunakan *ectodomain* rekombinan dari protein M2 (M2e) dari virus avian influenza (strain H5N1)^{90, 91}. Kit DIVA ini dapat membedakan infeksi yang terjadi karena infeksi alam atau akibat vaksinasi,

karena antibodi M2e tidak dapat terdeteksi pada ayam yang terinfeksi akibat vaksinasi⁹¹.

3.5. Inovasi Pengembangan Obat Antiviral Avian Influenza

Pengobatan dengan antiviral sangat dibutuhkan karena terkadang vaksin yang sesuai tidak dapat dihasilkan secara cepat pada saat terjadi pandemi baru⁹². Obat antiviral AI terbagi menjadi dua kelas utama yaitu inhibitor M2 (amantadin dan rimantadin)⁹³ dan inhibitor neuraminidase (oseltamivir dan zanamivir). Penggunaan kelas inhibitor M2 seperti amantadin sudah hampir ditinggalkan karena masalah resistensi yang sangat mempengaruhi efikasi pengobatan⁹⁴. Penelitian terhadap virus influenza H5N1 pada tahun 2003-2008 melihat adanya mutasi pada protein M2 didapatkan sebanyak 62,58% (92/147) virus resisten terhadap amantadin yang ditunjukkan dengan terjadinya mutasi pada V27A dan S13N⁹⁵.

Pengobatan infeksi AI sampai saat ini menggunakan oseltamivir dan zanamivir^{93, 94}. Inovasi pengembangan antiviral terhadap penyakit influenza dapat dilakukan melalui pendekatan epigenetik yaitu peredaman gen setelah transkripsi oleh RNA interferens (RNAi) dengan *non-coding* RNA (ncRNA) baik dengan *small interfering* RNA (siRNA) maupun dengan *micro* RNA (miRNA). Pengembangan terapi dengan RNAi sangat menarik untuk dikembangkan karena desain yang relatif mudah, potensi yang tinggi, biaya yang relatif murah dan fleksibel terhadap perubahan sesuai dengan sekuen target gen. Pemilihan desain siRNA diharapkan dapat efektif terhadap virus subtype avian influenza hewan dan manusia. Teknologi antiviral berbasis siRNA terhadap avian influenza sedang dikembangkan oleh BBLitvet yang didasarkan pada informasi genetik isolat lokal avian influenza asal Indonesia, dan mempunyai prospek yang sangat menjanjikan ke depan^{11, 96}.

IV. INOVASI TEKNOLOGI BIOLOGI MOLEKULER DALAM PENGENDALIAN PENYAKIT AVIAN INFLUENZA

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya hormati,

Banyaknya sub tipe, *strain* dan varian virus AI yang bersirkulasi di alam mengakibatkan sulitnya memprediksi mutasi virus yang mengarah pada potensi kejadian pandemi. Setiap *strain* memiliki keistimewaan masing-masing sehingga diperlukan suatu pendekatan yang *holistic* untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin sirkulasi *strain* virus AI hingga tingkat molekuler di berbagai ekosistem^{97, 98}. Semakin lengkap informasi tentang virus AI yang diketahui maka keputusan yang diambil terkait dengan kebijakan pengendalian penyakit akan semakin ideal karena berdasarkan situasi yang sebenarnya di lapangan⁹⁹.

4.1. Inovasi Teknologi Diagnosa Virus Avian Influenza berbasis Biologi Molekuler

Bersirkulasinya dua jenis *clade* H5N1 di Indonesia yaitu *clade* 2.1.3 dan 2.3.2 membutuhkan beberapa evaluasi, di antaranya adalah deteksi virus dalam mendiagnosa virus AI di lapangan. Ketidakberhasilan dalam mendeteksi sub tipe virus AI dapat disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya adalah DNA primer yang digunakan dalam metode RT-PCR untuk mendeteksi virus AI sudah tidak cocok lagi. Ketidaccocokan DNA primer kemungkinan karena mutasi pada virus AI pada lokasi bertepatan dengan desain DNA primer yang digunakan. Hal tersebut tentunya akan menimbulkan banyak kegagalan dalam mendeteksi virus AI sub tipe H5 sehingga diperlukan desain DNA primer spesifik baru yang dapat mendukung meningkatnya keberhasilan dalam mendeteksi sirkulasi virus AI di lapang⁷⁷.

Karakterisasi virus AI dengan metode RT-PCR dan DNA sekuensing harus terus diperbaharui sehingga diperlukan ITVBM-AI yaitu tersedianya sekuen DNA primer yang sangat dibutuhkan dalam reaksi RT-PCR maupun DNA sekuensing. Desain primer spesifik H5 dilakukan berdasarkan informasi sekuen nukleotida pada gen Hemagglutinin (HA) virus AI asal Indonesia yang diperoleh dari *National Center for Biotechnology Information* (NCBI) dan sekuen gen HA yang telah dipublikasi pada penelitian sebelumnya^{61, 74, 100}.

Pengembangan ITVBM-AI berupa desain DNA primer baru dalam mendeteksi virus AI di Indonesia menunjukkan hasil yang lebih baik dan digunakan dalam laboratorium pengujian AI yang telah diakreditasi ISO/IEC 17025:2017^{24, 77}.

Pengembangan DNA primer juga dilakukan untuk diagnosa virus AI sub tipe H9N2 dan DNA primer untuk pengembangan metode DNA sekuensing genom virus AI yang dilanjutkan analisis bioinformatika^{74, 75, 76}. Hal ini bertujuan untuk mengetahui informasi genetik genom virus AI secara keseluruhan²⁴. ITVBM-AI digunakan untuk memprediksi perubahan keganasan virus, perubahan afinitas reseptor, perubahan reseptor *binding site*, motif *multiple basic* asam amino pada daerah *cleavage site* protein HA¹⁰¹. Pada protein NA dan M dapat diprediksi resistensi obat antiviral^{95, 102, 103}. Informasi mutasi protein PB2 berperan penting menentukan rentang inang virus, patogenisitas dan transmisi. Demikian juga pada protein PB1, NP, PA dan NS^{104, 105, 106} yang dibutuhkan dalam memprediksi perubahan karakter virus. Komponen ITVBM-AI dalam pengembangan DIVA bermanfaat sebagai diagnosis serologis yang dapat membedakan wabah AI disebabkan karena vaksin atau infeksi alam,

ITVBM-AI digunakan dalam mendeteksi virus-virus baru yang masuk di Indonesia seperti virus H5N1 *clade* 2.3.2 dan

virus H9N2^{70, 73, 74} dan virus subtype lainnya seperti H10, H3 dan lainnya^{79, 107}. Metode molekuler mampu mendeteksi mutasi virus AI di Indonesia seperti *antigenic drift* protein hemagglutinin virus influenza H5N1⁷⁸ dan mutasi gen lainnya seperti gen NA, M1 dan NS1^{24, 60, 61} yaitu variasi motif asam amino tertentu pada protein M, variasi genetik pada motif PDZ protein NS1 yang kemungkinan berhubungan dengan adaptasi virus pada manusia

Inovasi teknologi veteriner berbasis biologi molekuler juga berhasil mendeteksi virus AI *reassortant* H5N1 dengan H3N2⁶¹, HPAI H5N1 dengan virus LPAI⁷⁰, diantara *clade* virus H5N1 dan H9N2 dengan H5N1^{75, 76}. Hasil tersebut memperlihatkan pentingnya ITVBM-AI dalam mengetahui sirkulasi, perubahan, dan evolusi virus yang dapat memprediksi kemampuan adaptasi pada mamalia.

4.2. Inovasi Teknologi Pengembangan Vaksin Avian Influenza

Pemerintah Indonesia sejak tahun 2004 melaksanakan tindakan strategis yang mencakup peningkatan biosekuriti, vaksinasi, depopulasi (pemusnahan terbatas) di daerah tertular, pengendalian lalu lintas unggas, produk unggas dan limbah peternakan unggas, surveilans dan penelusuran, pengisian kandang kembali (*restocking*), *stamping out* (pemusnahan menyeluruh) di daerah tertular baru, peningkatan kesadaran masyarakat (*public awareness*) serta monitoring dan evaluasi yang tertuang dalam Surat Keputusan Dirjen Bina Produksi Peternakan N0.17/Kpts/PD.640/F/02/2004 tentang pedoman pencegahan, pengendalian dan pemberantasan penyakit hewan menular AI.

Kunci dari keberhasilan vaksinasi adalah dihasilkannya respon imun yang dapat melawan dan melindungi terhadap infeksi serta mengurangi jumlah virus yang dilepaskan ke

lingkungan sehingga dapat mengurangi risiko infeksi ke manusia^{80, 82, 108}.

Pada tahun 2007-2009, inovasi vaksin yang dikembangkan berdasarkan virus *antigenic drift* memberikan perlindungan terhadap infeksi virus AI yang lebih baik dibandingkan dengan vaksin yang dikembangkan sebelumnya⁸⁰. Vaksin dikomersialisasi oleh perusahaan obat nasional dan telah terjual 671 juta dosis dengan nilai 100,67 milyar rupiah.

Introduksi virus H5N1 *clade* 2.3.2^{73, 74} pada tahun 2012 yang meluas ke sebagian besar provinsi di Indonesia dan berdampingan dengan virus *clade* 2.1.3 yang masih bersirkulasi, membuat kebijakan vaksinasi dalam pengendalian penyakit AI pada unggas harus dievaluasi. Data penelitian menyebutkan bahwa vaksin AI sub tipe H5N1 *clade* 2.1.3 komersial yang beredar di Indonesia mempunyai tingkat proteksivitas yang beragam mulai 60-100% terhadap virus AI sub tipe H5N1 *clade* 2.3.2¹⁰⁹ yang bersirkulasi. Hal menarik adalah meskipun mempunyai proteksivitas 100% vaksin yang mengandung *seed* vaksin *clade* 2.1.3 mempunyai masa ekskresi virus yang lama yaitu lebih dari 8 hari¹¹⁰. Hal ini tidak sesuai dengan standar produksi vaksin Indonesia (FOHI) yaitu ekskresi virus vaksin harus kurang dari 8 hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa vaksin AI sub tipe H5N1 *clade* 2.1.3 yang beredar di Indonesia meskipun proteksivitasnya cukup baik namun tidak dapat menurunkan ekskresi virus. Hal ini menjadi penting karena unggas sehat masih mampu mengeluarkan virus meskipun sudah divaksin dan akan menjadi faktor resiko terjadinya transmisi virus dari unggas ke unggas lainnya sehingga terjadi wabah atau penularan dari unggas ke manusia.

Fenomena yang mengakibatkan vaksin H5N1 yang tersedia tidak mampu memberikan perlindungan terhadap virus H5N1 *clade* 2.3.2, maka dikembangkan vaksin bivalen yang

terdiri dari *clade* 2.1.3 dan 2.3.2^{88, 111} untuk mendapatkan perlindungan dari kedua virus AI tersebut. Vaksin ini adalah vaksin inaktif yang disiapkan dari cairan allantois telur embrio tertunas (TAT) yang diinfeksi virus AI dan diinaktivasi dengan beta propiolakton dan selanjutnya diemulsifikasi dengan minyak mineral. Massa antigen di dalam vaksin AI bivalen mengandung 128 HAU untuk masing-masing jenis virus per dosisnya. Vaksin bivalen ini menginduksi respon antibodi setelah 3 minggu paska vaksinasi, mempunyai tingkat proteksi 90-100% terhadap kedua *clade* dan mampu menurunkan ekskresi virus^{82, 88, 89}. Vaksin ini juga telah dipatenkan dan dilisensi oleh perusahaan obat nasional dan dalam proses evaluasi produksi.

Pada tahun 2017, terjadi introduksi virus H9N2 yang mengakibatkan penurunan produksi telur pada ayam petelur dan berdampak pada kerugian ekonomi yang cukup signifikan. Setelah mengisolasi dan mengkarakterisasi virus H9N2 yang berpotensi sebagai *master seed* vaksin maka dikembangkan inovasi vaksin dalam dua varian yaitu vaksin monovalen H9N2 dan vaksin kombinasi H9N2 dan H5N1⁸⁹. Penemuan virus H9N2 *reassortant* menjadi tantangan sendiri dalam pengembangan vaksin ini. Hasil uji patogenisitas virus H9N2 *reassortant* menunjukkan berbagai gejala klinis penyakit dengan mortalitas 10%, dan penurunan produksi telur hingga 60,12% dalam dua minggu pasca infeksi. Vaksin kombinasi yang dikembangkan efektif dalam menurunkan keparahan infeksi akibat virus H9N2 *reassortant*⁷⁶ dan telah dilisensi oleh perusahaan vaksin swasta nasional dan Pusat Veterinaria Farma (Pusvetma). Sepanjang tahun 2021, ITVBM-AI dalam hal ini inovasi vaksin monovalent H9N2 terjual sebanyak 5.154 botol dengan harga Rp. 173.460/botol dengan total penjualan di tahun 2021 sebesar Rp. 894.012.840; vaksin kombinasi H9N2 dan H5N1 sebanyak 90.432 botol dengan harga Rp. 269.155/botol, sebesar Rp.24.336.607.680,- .

V. POTENSI, TANTANGAN DAN PELUANG PENGEMBANGAN INOVASI BIOLOGI MOLEKULER DALAM PENGENDALIAN PENYAKIT AVIAN INFLUENZA

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya hormati,

Virus avian influenza adalah virus zoonosis berbahaya yang sangat mudah mengalami mutasi sehingga diperlukan kecepatan dan keakuratan dalam diagnosa seperti deteksi, identifikasi, karakterisasi dan prediksi perubahan keganasan virus dalam pencegahan dan pengendaliannya^{112, 113, 114}. Inovasi teknologi veteriner berbasis biologi molekuler yang telah dikembangkan di dunia juga telah dikembangkan secara spesifik di negara-negara terjangkit sesuai dengan jenis, karakter dan patogenisitas virus di suatu negara^{59, 115}. Virus dan karakter yang berbeda di Indonesia membutuhkan ITVBM-AI yang pengembangannya disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan, sehingga potensi, tantangan dan peluang perlu diidentifikasi^{116, 117, 118}.

5.1. Potensi Pengembangan

Indonesia memiliki populasi unggas di tahun 2020 sebesar 3,6 milyar ekor. Populasi dari tahun 2018 hingga tahun 2020, ayam lokal/buras sebanyak 911 juta ekor, ayam petelur sejumlah 806 juta ekor, 9.278 juta ekor ayam pedaging, dan itik/ itik manila dengan populasi 175 juta ekor¹¹⁹. Populasi unggas ini juga merupakan populasi yang mempunyai risiko tertular penyakit AI mengingat virus AI masih bersirkulasi di Indonesia. Endemisitas penyakit AI di Indonesia masih menyebabkan kasus penyakit AI mulai dari tahun 2018-2020 cenderung fluktuatif, yaitu 64.453 kasus HPAI dan 2.393 kasus LPAI pada tahun 2018, 31.425 kasus HPAI dan 2.393 kasus LPAI pada tahun 2019, dan 11.664 kasus HPAI dan 429 kasus LPAI pada

tahun 2020^{120, 121, 122}. Insiden penyakit AI pada manusia sejak tahun 2005-2020 sebanyak 200 orang dengan *Case Fatality Rate* (CFR) sebesar 84% dan tidak terjadi kasus pada 2018-2020¹²³.

Insidensi penyakit AI pada unggas yang masih terus berlangsung membutuhkan inovasi pengendalian, sehingga ITVBM-AI memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan dan digunakan. Inovasi teknologi veteriner berbasis biologi molekuler sangat potensial untuk dikembangkan lebih lanjut terutama dalam hal kebaruan sekuen DNA primer untuk metode RT-PCR⁷⁷ terutama pada gen penyandi protein permukaan yaitu Hemagglutinin (HA) yang disesuaikan dengan karakter virus terkini dan untuk deteksi dini yang lebih akurat. Sekuen DNA primer pada delapan gen-gen virus AI penting untuk dikembangkan dalam DNA sekuensing genom virus untuk dapat memprediksi karakter dan keganasan virus dan juga dapat digunakan untuk dasar bagi pengembangan vaksin^{76, 77}. Pengembangan vaksin AI yang disesuaikan dengan karakter virus penyebab wabah yang bersirkulasi akan lebih efektif dalam mengurangi insidensi kasus dan membantu pengendalian penyakit yang lebih baik.

5.2. Tantangan Pengembangan

Sepanjang penyakit AI masih memiliki potensi sebagai ancaman pandemi dunia, dan insidensi kasus AI di Indonesia yang masih terjadi, tantangan yang dihadapi dalam mengendalikan penyakit AI adalah dalam hal diagnosa yang akurat dan pengembangan obat dan vaksin seperti dalam pengembangan ITVBM-AI yaitu (i) ancaman wabah, munculnya virus baru akibat mutasi dan endemisitas virus pada populasi unggas memerlukan pengendalian AI sedini mungkin sehingga meminimalkan kerugian ekonomi dan risiko penularan ke hewan lain termasuk manusia membutuhkan kebaruan ITVBM-AI^{77,124,95},(ii) hilirisasi pemanfaatan ITVBM-AI

terkendala dalam minimnya diseminasi inovasi deteksi penyakit AI yang lebih akurat pada laboratorium-laboratorium penguji AI, dan (iii) kendala masalisasi hasil ITVBM-AI seperti vaksin dan obat pada industri yaitu perusahaan obat nasional karena kurangnya pemahaman terhadap skema yang ditawarkan seperti lisensi dalam pemanfaatan ITVBM-AI sehingga menghambat dalam hal hilirisasinya.

5.3. Peluang Pengembangan

Pengembangan ITVBM-AI memiliki peluang yang sangat baik dalam membantu pemerintah mengendalikan penyakit AI, diantaranya adalah dengan mengurangi kejadian insidensi penyakit dengan mendeteksi dini, mendiagnosa, mengkarakterisasi virus lebih cepat, tepat dan akurat^{50, 59}. Hal ini terbukti dengan inovasi yang dikembangkan mampu mendeteksi virus dengan lebih akurat^{33, 114, 116} dan telah digunakan dalam pengujian virus AI di laboratorium diagnostik veteriner yang telah diakreditasi ISO/IEC 17025:2017. Selain itu ITVBM-AI menyediakan data mutasi, karakter, prediksi keganasan virus, transmisi dan daya adaptasi virus ke spesies lain termasuk manusia^{22, 61}. Perubahan karakter virus akan mempengaruhi efektivitas suatu obat antiviral^{93, 95} dan vaksin^{82, 83, 86}, sehingga Indonesia berpeluang mengembangkan vaksin, obat atau teknologi secara spesifik sesuai dengan jenis, karakter dan patogenesis virus AI yang bersirkulasi.

VI. ARAH, SASARAN DAN STRATEGI PENGEMBANGAN INOVASI BIOLOGI MOLEKULER DALAM PENGENDALIAN PENYAKIT AVIAN INFLUENZA

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya hormati,

6.1. Arah Pengembangan

Dalam penanggulangan penyakit AI diperlukan kemandirian bangsa Indonesia untuk pengendaliannya sehingga pengembangan ITVBM-AI diharapkan mampu membantu mengendalikan penyakit AI yang lebih baik serta dapat memenuhi kebutuhan vaksin dalam negeri.

Arah pengembangan ITVBM-AI meliputi (i) peningkatan keakuratan diagnosa virus AI pada besarnya populasi unggas yang mempunyai risiko tertular penyakit AI karena endemisitas virus AI. Pada populasi terancam diperlukan monitoring sirkulasi virus untuk deteksi dini dan mengetahui perubahan keganasan penyakit melalui penerapan ITVBM-AI. Diseminasi dilakukan pada *stakeholder* terkait seperti laboratorium veteriner/penguji/riset, peneliti, medik veteriner, pihak swasta dan lainnya. Arah selanjutnya adalah (ii) pengembangan inovasi obat dan vaksin AI produksi dalam negeri yang lebih efektif dalam memberikan kekebalan, mengurangi morbiditas, mortalitas, mengurangi kerugian ekonomi akibat penurunan produksi serta meminimalkan ekskresi virus ke lingkungan sehingga mengurangi potensi penularan penyakit ke hewan lainnya dan manusia. Selanjutnya adalah (iii) komersialisasi ITVBM-AI termasuk vaksin yang membutuhkan dukungan pemerintah dalam hal kebijakan, izin edar dan pemberian insentif bagi perusahaan pengguna ITVBM-AI. Hal ini akan mendorong peluang pengembangan inovasi dalam negeri untuk memenuhi pangsa pasar dalam negeri dalam mengendalikan

penyakit avian influenza. Selain itu juga dibutuhkan kesiapan pengguna teknologi termasuk industri obat dan vaksin dalam negeri dalam mengadopsi ITVBM-AI dalam pengendalian penyakit, mengingat lembaga penelitian tidak mempunyai kewenangan memproduksi hasil inovasinya.

6.2. Sasaran Pengembangan

Sasaran pengembangan ITVBM-AI terdiri dari 2 aspek yaitu (1) menguatnya daya saing ITVBM-AI yang berstandar internasional karya anak bangsa dalam mendiagnosa dan mengkarakterisasi virus AI sehingga dapat membantu mengendalikan penyakit AI di Indonesia (2) membuka peluang para peneliti dalam mengembangkan penelitian teknologi obat dan vaksin yang efektif dan cepat dalam mengendalikan wabah penyakit AI.

6.3. Strategi Pengembangan

Strategi pengembangan ITVBM-AI ditujukan pada (i) penguatan kapasitas dan kapabilitas laboratorium riset/penguji dalam mendiagnosa dan mengkarakterisasi virus AI sebagai upaya sistem deteksi dini penyakit dalam mengendalikan penyakit AI, (ii) menggunakan hasil rekomendasi ITVBM-AI dalam kebijakan nasional pengendalian penyakit AI di Indonesia, (iii) memperkuat kerjasama dengan *stakeholder* terkait dan industri yang memungkinkan adopsi teknologi ITVBM-AI dapat dilakukan sejak awal penelitian sehingga hilirisasi dan produksi vaksin dapat dilakukan dengan lebih cepat dalam mengantisipasi perubahan virus AI yang bersirkulasi.

VII. KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya hormati,

7.1. Kesimpulan

Pemanfaatan ITVBM-AI terbukti dapat mendiagnosa virus AI dengan cepat, tepat dan akurat di laboratorium penguji AI yang telah terakreditasi ISO/IEC 17025:2017 sekaligus mampu mengkarakterisasi mutasi virus, memprediksi keganasan virus dan penularan ke hewan lainnya sebagai upaya *early warning system* menghadapi pandemi AI yang mungkin terjadi.

Pemanfaatan ITVBM-AI berupa teknologi vaksin telah dilisensi oleh perusahaan obat nasional dan didistribusikan ke seluruh wilayah Indonesia menunjukkan keberhasilan dalam membantu menekan terjadinya wabah AI.

ITVBM-AI terbukti menjadi dasar ilmiah dalam pengambilan kebijakan pengendalian penyakit avian influenza seperti *update* metode diagnosa dan perubahan *seed* vaksin dalam mengendalikan penyakit avian influenza.

7.2. Implikasi Kebijakan

Pengembangan inovasi teknologi veteriner berbasis biologi molekuler mampu memberikan informasi karakter virus terkini, upaya preventif yaitu diagnosa dan kebaruan vaksin yang lebih baik dalam pengendalian penyakit sehingga membutuhkan dukungan dari pemerintah baik itu berupa kebijakan, kemudahan pendaftaran izin edar, maupun pemberian insentif bagi industri pengguna ITVBM-AI karya anak bangsa dalam mendukung pengendalian penyakit avian influenza secara tepat, cepat dan akurat serta mampu meminimalisir dampak dari penyakit avian influenza.

VIII. PENUTUP

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya hormati,

Program pengendalian penyakit avian influenza berdasarkan sumber penularan meliputi beberapa tindakan pengendalian yang saling terintegrasi. Pengembangan inovasi teknologi veteriner berbasis biologi molekuler dalam mendukung pengendalian penyakit mampu menyediakan deteksi dini, diagnosa yang cepat dan akurat serta tersedianya vaksin yang terbukti dapat membantu mengendalikan dan meminimalisir dampak dari penyakit avian influenza.

Dukungan pemerintah berupa kebijakan dan regulasi yang mendukung riset, implementasi dan hilirisasi ITVBM-AI dalam pengendalian virus avian influenza hasil inovasi anak bangsa menjadi suatu keniscayaan karena merupakan salah satu bukti kemampuan kita dalam menopang dan menunjang kemandirian suatu bangsa dalam mengatasi permasalahannya.

Percepatan hilirisasi ITVBM-AI dilakukan dengan kerjasama penelitian dengan *stakeholder* dan industri sejak awal penelitian sehingga transfer ilmu dan teknologi kepada *stakeholder* dan komersialisasi serta masalisasi produk ITVBM-AI dapat dilakukan secara cepat, mengingat tidak ada kewenangan lembaga penelitian untuk memproduksi dan memasarkan hasil inovasinya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Perkenankan saya menyampaikan rasa syukur atas berbagai nikmat dan karunia Allah SWT sehingga penyampaian orasi ini dapat berjalan sebagaimana mestinya. Dalam kesempatan ini saya ingin menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Presiden Republik Indonesia yang telah menetapkan saya sebagai Ahli Peneliti Utama. Terima kasih dan penghargaan disampaikan kepada Bapak Menteri Pertanian RI, Kepala Badan Litbang Pertanian, Sekretaris Badan Litbang Pertanian, Kapuslitbangnak, Kepala BBLitvet yang telah memberikan kesempatan saya untuk meniti karier sebagai peneliti di Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian dan menyampaikan orasi ilmiah ini.

Penghargaan dan ucapan terima kasih disampaikan kepada Majelis Professor Riset Kementerian Pertanian yaitu Prof. Dr. Ir. Tahlim Sudaryanto, M.S.,(Ketua) Prof. Dr. Ir. Elna Karmawati, M.S., (Sekretaris) serta Prof. Dr. Ir. Hasil Sembiring, M.Sc., Prof. Dr. Ir. Ismeth Inounu, M.S., dan Prof. Dr. Ir. Fahmuddin Agus, M.Sc sebagai anggota yang telah mengkoordinir proses penelaahan naskah dan terselenggaranya pengukukan profesor riset pada hari ini.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Tim Penelaah Naskah Orasi yaitu, Prof. Dr. Ir. Witono Basuki, M.Sc (dari BRIN), Prof. Dr. Ir. Ismeth Inounu, M.S., dan Prof. Dr. Ir. Fahmuddin Agus, M.Sc. atas saran-sarannya yang konstruktif untuk penyempurnaan naskah ini sehingga naskah ini layak diorasikan. Ucapan terima kasih disampaikan juga kepada Tim Penelaah Badan Litbang Pertanian, yaitu Prof. Dr. Ir. Ismeth Inounu, M.S., Prof. Dr. Ir. Fahmuddin Agus, M.Sc., dan Prof. Dr. Drh. Sjamsul Bahri, M.S., atas saran-saran dan masukannya.

Ucapan terima kasih saya sampaikan pula kepada segenap guru dan dosen semasa TK, SD, SMP, SMA hingga perguruan tinggi serta dosen pembimbing saya, S-1 di UNAIR: Didik Handijatno, drh., MS., Ph.D. dan Dr. M. Zainal Arifin, drh., M.S; S-2 di UGM: Prof. drh. Widya Asmara, SU., Ph.D. dan Prof. Dr. drh. Wayan Tunas Artama; dan S-3 di UI: Prof. dr. Amin Soebandrio W. Kusumo, PhD, SpMK(K) dan dr. Fera Ibrahim, M. Sc, PhD, SpMK(K) atas ilmu pengetahuan yang diajarkan.

Terima kasih, penghargaan dan penghormatan yang setinggi-tingginya saya sampaikan kepada ibunda tercinta Dwi Anna Sulasi (almh) dan ayahanda I Wayan Suwarya yang telah membesarkan, mendidik, membimbing dan selalu mendoakan saya. Tanpa do'a dan pengorbanan beliau, rasanya mustahil saya bisa berdiri di sini saat ini.

Kepada suami tercinta Sutanto Arso Birowo, S.Pt dan kedua anakku tersayang Muhammad Fikri Dharmasutanto dan Kania Firzana Asyifa, terima kasih dan penghargaan atas segala pengertian, pengorbanan, ketulusan, kasih sayang dan yang selalu mendoakan serta mendampingi saya selama ini. Demikian juga kepada adik-adik Made Oktavia Vidiyanti, S.Pd, M.Pd dan Nyoman Mei Diana Ariyanti, S.H., terima kasih atas segala dukungan dan doanya. Terima kasih yang sebesar-besarnya untuk Bapak Ibu mertua ND. Atmodjo (alm) dan Semiasih (alm) serta kakak ipar Ir. Agung Darmawan dan Endah Kusumaningrum S.E yang telah mendukung saya selama ini.

Penghargaan dan terima kasih saya sampaikan juga kepada Tim Riset Avian Influenza, Ibu Risa Indriani S.Si., Drh. Diana Nurjanah, Drh. Atik Ratnawati, M.Biotech., Drh. Risza Hartawan M.Phill., Drh. Dyah Ayu Hewajuli, M.Si., Nana Suryana SE., Teguh Suyatno Amd., Ace Endang S, atas persahabatan, dukungan dan kerjasamanya selama ini.

Terima kasih kepada senior saya Dr. Drh. Darminto, Dr. Hardiman (alm), Drh. Indrawati Sendow, M.Sc., Dr. Drh. Agus Wiyono; Dr. Muharam Saepulloh, S.Si., M.Sc., sahabat terbaik Drh. Harimurti Nuradji, Ph.D., Dr. Dr. drh. Andriani, M.Si., Dr. drh. Susan Maphilindawati Noor, MVSc, Ir. Chairunisa Syafitrie M.Si., Artaully Siregar S.E., Budi Laksono S.E., dan seluruh peneliti, teknisi serta staf Balai Besar Penelitian Veteriner yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas dukungannya selama ini.

Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada semua teman, kolega, dan pihak yang telah banyak membantu dan mendukung saya selama meniti karier sebagai peneliti yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Akhirnya, dengan mengucapkan Alhamdulillah Robbil ‘Aalaamiin, saya akhiri orasi ilmiah ini. Terima kasih atas perhatian hadirin sekalian dan mohon maaf atas kekurangan dan kekhilafan dalam penyampaian orasi ilmiah ini.

Wabillahitaufiq Walhidayah

Wassalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fauquet CM, Mayo MA. The Viruses. In: Fauquet CM, Mayo MA, Maniloff J, Desselberger U, Ball LA, eds. Virus Taxonomy: Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. San Diego: Elsevier Academic Press; 2005: 9.
2. Palese P, Shaw ML. Orthomyxoviridae: the viruses and their replication. In: Fields BN, Knipe DM, Howley PM, eds. Fields Virology. Fifth ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2007: 1647–1690.
3. Wright PF, Neumann G, Kawaoka Y. Orthomyxoviruses. In: Fields BN, Knipe DM, Howley PM, eds. Fields Virology. 5 ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2007: 1693-1740.
4. Swayne DE. The Global Nature of Avian Influenza. In: Swayne DE, ed. Avian Influenza. 2 ed. Iowa A John Wiley & Sons, Inc; 2016: A John Wiley & Sons, Inc.
5. **Dharmayanti NLPI**. Struktur Dan Peranan Genom Segmen 7 (Protein Matriks) Dan Segmen 8 (Non-struktural) Dalam Siklus Hidup Dan Virulensi Virus Influenza. Wartazoa. 2010;20(2):55–67.
6. **Dharmayanti NLPI**, Hewajuli DA. Karakterisasi Dan Identifikasi Virus Avian Influenza (AI). Wartazoa. 2008;18 (2):86–99.
7. **Dharmayanti NLPI**. Genetic variation on internal protein matrix (M1) and Non-structural protein (NS1) of indonesian H5N1 avian virus. Indonesian Journal of Agriculture. 2012;5(2):120-129.

8. **Dharmayanti NLPI**, Samaan G, Ibrahim F, Indriani R, Darminto D, Soebandrio A. The genetic drift of avian influenza A H5N1 viruses in Indonesia during 2003-2008. *Microbiology Indonesia*. 2011;5(2):69-80.
9. Wiyono A, Indriani R, **Dharmayanti NLPI**, Damayanti R, Parede L, Syafriati T, Darminto. Isolasi Dan Karakterisasi Virus Highly Pathogenic Avian Influenza Subtipe H5 Dari Ayam Asal Wabah di Indonesia. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2004;9(1):61-71.
10. Damayanti R, **Dharmayanti NLPI**, Indriani R, Wiyono A, Darminto. Deteksi Virus Avian Influenza Subtipe H5N1 pada Organ Ayam yang Terserang Flu Burung Sangat Patogenik di Jawa Timur dan Jawa Barat dengan Teknik Imunohistokimia. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2004;9(3):197-203.
11. **Dharmayanti NLPI**, Hartawan R, Hewajuli D. Penyakit Avian Influenza. Jakarta: UI Publisher; 2019hal.
12. Cox NJ, Uyeki T. Public health implications of avian influenza viruses. In: Swayne DE, ed. *Avian Influenza*. 1 ed. Iowa: Blackwell Publishing; 2008: 453-483.
13. McLeod A. The economics of avian influenza. In: Swayne DE, ed. *Avian Influenza*. 1 ed. Iowa: Blackwell Publishing; 2008: 537- 560.
14. Hewajuli D, **Dharmayanti NLPI**. Disregulasi sitokin pada unggas mamalia yang terinfeksi virus avian influenza. *Wartazoa*. 2016;26(1):27-38.
15. Christophersen OA, Haug A. Why is the world so poorly prepared for a pandemic of hypervirulent avian influenza? *Microbial Ecology in Health and Disease*. 2006/01/01 2006;18(3-4):113-132.

16. Horimoto T, Kawaoka Y. Pandemic threat posed by avian influenza A viruses. *Clinical Microbiology Reviews Journal*. Jan 2001;14(1):129-149.
17. WHO. Cumulative number of confirmed human cases of avian influenza A (H5N1) reported to WHO, 2003-2018. World Health Organization.
18. **Dharmayanti NLPI**, Indriani R, Damayanti R, Wiyono A. Isolasi dan Identifikasi Wabah Avian Influenza pada Bulan Oktober 2004-Maret 2005 di Indonesia. *Jurnal Biologi Indonesia*. 2005;3(9):341-350.
19. Damayanti R, **Dharmayanti NLPI**, Wiyono A, Indriani R, Darminto. Gambaran Klinis Dan Patologis Pada Ayam Yang Terserang flu Burung Sangat Patogenik (HPAI) Di Beberapa Peternakan Di Jawa Timur Dan Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2004;9(2):128–135.
20. Kandun I, Tresnaningsih E, Harun S, Samaan G, Purba W, Sariwati E, Septiawati C, Silitonga M, Lee V, **Dharmayanti NLPI**, Peiris M, Wandra T. Chicken Feces Garden Fertilizer: Probable source of human avian influenza H5N1 infection. *Zoonoses and Public Health Journal*. 2009;57(4): 285-290.
21. Hewajuli D, **Dharmayanti NLPI**. Pengaruh faktor faktor ekologi terhadap penyebaran dan stabilitas virus avian influenza di lingkungan. *Wartazoa*. 2014;24(3):119-130.
22. **Dharmayanti NLPI**, Ibrahim F, Darminto D, Soebandrio A. A Specific characteristic on the M1 and M2 proteins were found in avian influenza (AI) viruses isolated from birds around humans infected by H5N1 virus in Indonesia. *HAYATI Journal Bioscience*. 2011;18(2):82-90.

23. Swayne DE. Epidemiology of avian influenza in agricultural and other man-made systems. In: Swayne DE, ed. Avian Influenza. 1 ed. Iowa: Blackwell Publishing; 2008: 59-85.
24. **Dharmayanti NLPI**. Perubahan Genom Virus Avian Influenza Subtipe H5N1 Pada Unggas di Indonesia. Jakarta, Indonesia, Universitas Indonesia; 2009.
25. Worobey M, Han GZ, Rambaut A. Genesis and pathogenesis of the 1918 pandemic H1N1 influenza A virus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Jun 3 2014;111(22):8107-8112.
26. Van Kerkhove MD, Hirve S, Koukounari A, Mounts AW, group HNpsw. Estimating age-specific cumulative incidence for the 2009 influenza pandemic: a meta-analysis of A(H1N1)pdm09 serological studies from 19 countries. *Influenza and Other Respiratory Viruses*. Sep 2013;7(5):872-886.
27. Skeik N, Jabr FI. Influenza viruses and the evolution of avian influenza virus H5N1. *International Journal of Infectious Diseases*. May 2008;12(3):233-238.
28. Saunders-Hastings PR, Krewski D. Reviewing the History of Pandemic Influenza: Understanding Patterns of Emergence and Transmission. *Pathogens*. Dec 6 2016;5(4):66.
29. Khiabani H, Trifonov V, Rabadan R. Reassortment patterns in Swine influenza viruses. *PLoS One*. Oct 7 2009;4(10):e7366.

30. Lycett SJ, Duchatel F, Digard P. A brief history of bird flu. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. Jun 24 2019;374(1775):20180257.
31. WHO. 2014 H5N1 avian influenza: timeline of major events. WHO. Available at: https://www.who.int/influenza/human_animal_interface/H5N1_cumulative_table_archives/en/.125.
32. Claas EC, Osterhaus AD, van Beek R, De Jong JC, Rimmelzwaan GF, Senne DA, Krauss S, Shortridge KF, Webster RG. Human influenza A H5N1 virus related to a highly pathogenic avian influenza virus. *Lancet*. Feb 14 1998;351(9101):472-477.
33. Indriani R, **Dharmayanti NLPI**, Wiyono A, Parede L. Deteksi Respon Antibodi dengan Uji Hemaglutinasi Inhibisi dan Titer Proteksi terhadap Virus Avian Influenza Subtipe H5N1. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2004;9(3):204-209.
34. Indriani R, **Dharmayanti NLPI**, Martindah E. Reaksi Silang Serum Unggas terhadap Virus Avian Influenza H5N1 Clade 2.1.3 dan 2.3.2 dengan Uji Hemaglutinasi Inhibisi Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2017, 2017.
35. **Dharmayanti NLPI**, Ukhti D, Syamsiah F, Hartawan R. Apoptosis study of Indonesian avian influenza virus subtype H5N1 in madin-darby canine kidney cells. *Jurnal Kedokteran Hewan*. 2017;11(1):39-44
36. Maggi F, Pistello M, Antonelli G. Future management of viral diseases: role of new technologies and new approaches in microbial interactions. *Clinical Microbiology and Infection*. 2019;25(2):136-141.

37. Doan PTK, Cahyono MI, Rabiei M, Pandarangga P, McAllister MM, Low WY, Tearle R, **Dharmayanti NLPI**, Tarigan S, Indriani R, Ignjatovic J, Hemmatzadeh F. Genome Sequences of Newcastle Disease Virus Strains from Two Outbreaks in Indonesia. *Microbiology Resource Announcements*. 2020;9(23):e00205-00220.
38. **Dharmayanti NLPI**, Indriani R. Identifikasi dan Karakterisasi Virus Infectious Bronchitis (IBV) di Indonesia. *Jurnal Biologi Indonesia*. 2017;13(1):53-59.
39. Hartawan R, **Dharmayanti NLPI**. Uji skrining virus Newcastle Disease, avian influenza dan infectious bronchitis menggunakan pendekatan uji multipleks reverse transcriptase polymerase chain reaction. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2013;18(3):159-166
40. Pandarangga P, Cahyono MI, McAllister MM, Peaston AE, Tearle R, Low WY, Doan PTK, Rabiei M, Ignjatovic J, **Dharmayanti NLPI**, Indriani R, Tarigan S, Hemmatzadeh F, Roux S. Full-Genome Sequences of Two Newcastle Disease Virus Strains Isolated in West Java, Indonesia. *Microbiology Resource Announcements*. 2020;9(24):e00221-00220.
41. Rabiei M, Cahyono MI, Doan PTK, Pandarangga P, Tarigan S, Indriani R, **Dharmayanti NLPI**, Ignjatovic J, Low WY, Tearle R, McAllister MM, Alsharifi M, Hemmatzadeh F. Genome Sequences of Newly Emerged Newcastle Disease Virus Strains Isolated from Disease Outbreaks in Indonesia. *Microbiology Resource Announcements*. 2020;9(23):e00204-00220.
42. Hewajuli D, **Dharmayanti NLPI**. Teknologi Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction dalam

mengidentifikasi Genom Avian influenza dan Newcastle Diseases. *Wartazoa*. 2014;24(1):16-29.

43. **Dharmayanti NLPI**, Damayanti R, Wiyono A, Indriani R, Darminto. Identifikasi Virus Avian Influenza Isolat Indonesia Dengan Reverse Transcriptase–Polymerase Chain Reaction (RT-PCR). *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2004;9(2):136-143.
44. Li KS, Guan Y, Wang J, Smith GJD, Xu KM, Duan L, Rahardjo AP, Puthavathana P, Buranathai C, Nguyen TD, Estoepangestie ATS, Chaisingh A, Auewarakul P, Long HT, Hanh NTH, Webby RJ, Poon LLM, Chen H, Shortridge KF, Yuen KY, Webster RG, Peiris JSM. Genesis of a highly pathogenic and potentially pandemic H5N1 influenza virus in eastern Asia. *Nature*. 2004/07/01 2004;430(6996):209-213.
45. Vemula SV, Zhao J, Liu J, Wang X, Biswas S, Hewlett I. Current Approaches for Diagnosis of Influenza Virus Infections in Humans. *Viruses*. Apr 12 2016;8(4):96.
46. Dziabowska K, Czaczyk E, Nidzworski D. Detection Methods of Human and Animal Influenza Virus-Current Trends. *Biosensors (Basel)*. Oct 18 2018;8(4):1-24.
47. **Dharmayanti NLPI**. Analysis of HA1 gene fragment of avian influenza virus that infected breeding farm in early 2004 and 2005 in Sukabumi district. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*. 2005;10(79-83).
48. Hartawan R, **Dharmayanti NLPI**, Robinson K, Mahony T, Meers J. Expression of two N1 clones with single amino acid dissimilarity of avian influenza H5N1 virus. *Hayati Journal Bioscience*. 2012;19(4):169-176.

49. **Dharmayanti NLPI**, Indriani R. Deteksi Virus Avian Influenza Subtipe H5 Pada Beberapa Jenis Burung di Jakarta Dan Sukabumi Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner, 2006; 5-6 September, 2006; Bogor.
50. **Dharmayanti NLPI**, Indriani R, Adjid RMA. Identifikasi Virus Avian Influenza Pada Beberapa Jenis Unggas di Taman Margasatwa Ragunan Dan Upaya Eradikasinya. Media Kedokteran Hewan. 2006;22(2):79-83.
51. **Dharmayanti NLPI**, Indriani R, Hartawan R, Ratnawati A. Fenotipe Virus Avian Influenza (AI) Subtipe H5N1 Berbeda Karakter Genetik di Indonesia. Jurnal Biologi Indonesia. 2014;10(2):259-269
52. Zhao H, Zhou J, Jiang S, Zheng BJ. Receptor binding and transmission studies of H5N1 influenza virus in mammals. Emerging Microbes & Infections. Dec 2013;2(12):e85.
53. Kandun IN, Wibisono H, Sedyaningsih ER, Yusharmen, Hadisoedarsuno W, Purba W, Santoso H, Septiawati C, Tresnaningsih E, Heriyanto B, Yuwono D, Harun S, Soeroso S, Giriputra S, Blair PJ, Jeremijenko A, Kosasih H, Putnam SD, Samaan G, Silitonga M, Chan KH, Poon LL, Lim W, Klimov A, Lindstrom S, Guan Y, Donis R, Katz J, Cox N, Peiris M, Uyeki TM. Three Indonesian clusters of H5N1 virus infection in 2005. The New England Journal of Medicine. Nov 23 2006;355(21):2186-2194.
54. **Dharmayanti NLPI**, Ratnawati A, Hewajuli DA. Virus influenza novel H1N1 babi di Indonesia. Jurnal Biologi Indonesia. 2011;7 (2): 289-297.
55. **Dharmayanti NLPI**, Ratnawati A. Potensi transmisi virus avian influenza dari babi dan unggas pada peternakan babi

di wilayah Tangerang, provinsi Banten. *Berita Biologi*. 2012;11(2):195-203.

56. Shao W, Li X, Goraya MU, Wang S, Chen JL. Evolution of Influenza A Virus by Mutation and Re-Assortment. *International Journal of Molecular Sciences*. Aug 7 2017;18(8).
57. **Dharmayanti NLPI**, Ratnawati A, Hewajuli DA, Indriani R. Sirkulasi virus Avian influenza H5N1 Tahun 2010: Virus genetic drift mirip A/Ck/West Java/Pwt-Wij/2006 ditemukan di beberapa kabupaten di Sumatera dan Jawa. *Jurnal Biologi Indonesia*. 2012;8(1):103-119.
58. **Dharmayanti NLPI**. Mewaspada! Perkembangan Avian Influenza (AI) dan Keragaman Genetik Virus AI/H5N1 di Indonesia. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 2012;5(2):124–141.
59. **Dharmayanti NLPI**, Damayanti R, Indriani R, Wiyono A, Adjid R. Molecular Characterization of Indonesia avian influenza virus: Second wave outbreak. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2005;10(3):217-226
60. **Dharmayanti NLPI**. Variasi Genetik Pada Protein Internal Matrix (M1) Dan Non Struktural (NS1) Virus Avian Influenza Subtipe H5N1 Asal Indonesia. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2011;16(1):71-81.
61. **Dharmayanti NLPI**, Ibrahim F, Soebandrio A. Influenza H5N1 virus of birds surrounding H5N1 human cases have specific characteristics on the matrix protein. *HAYATI Journal of Biosciences*. 2011;18(2):82-90.
62. Indriani R, Samaan G, Gultom A, Loth L, Irianti S, Adjid RMA, **Dharmayanti NLPI**, Weaver J, Mumford E, Lokuge K, Kelly PM, Darminto. Environmental Sampling

for Avian Influenza Virus A (H5N1) In Live-Bird Markets, Indonesia. *Emerging Infectious Diseases*. Dec 2010;16(12):1889-1895.

63. Hartawan R, **Dharmayanti NLPI**. Sirkulasi Virus Avian Influenza Subtipe H5N1 di pasar tradisional di Jawa Timur tahun 2012. *Berita Biologi*. 2014;13(1):97-106.
64. Huy HL, Koizumi N, Nuradji H, Susanti, Noor SM, **Dharmayanti NLPI**, Haga T, Hirayama K, Miura K. Antimicrobial resistance in *Escherichia coli* isolated from brown rats and house shrews in markets, Bogor, Indonesia. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2021;83(3):531-534.
65. Hartawan R, **Dharmayanti NLPI**. Analisis Hemagglutinin Virus Flu Burung (Avian Influenza) Subtipe H5N1 Asal Pasar Unggas Hidup di Jakarta Timur 2014. *Jurnal Veteriner*. 2020;21(1):63-74.
66. Ratnawati A, **Dharmayanti NLPI**. Deteksi Virus Avian Influenza Subtipe H5N1 Di Beberapa Pasar Unggas Hidup Dalam Wilayah Provinsi Jawa Barat Sekitarnya. *Jurnal Kedokteran Hewan*. 2015;9(1):14-19.
67. Ratnawati A, **Dharmayanti NLPI**. Deteksi virus avian influenza subtipe H5N1 di beberapa pasar unggas hidup dalam wilayah provinsi Jawa Barat dan sekitarnya. *Jurnal Kedokteran Hewan*. 2015;9(1):14-19
68. **Dharmayanti NLPI**, Ratnawati A, Hewajuli DA, Indriani R. Genetic Characterization of H5N1 Avian Influenza Viruses Isolated From Pet Bird And Chickens From Live Bird Market In Bali and Bekasi (Indonesia), 2011. *African Journal of Microbiology Research*. 2014;8(3):244-251.

69. Henning J, Hesterberg UW, Zenal F, Schoonman L, Brum E, McGrane J. Risk factors for H5 avian influenza virus prevalence on urban live bird markets in Jakarta, Indonesia-Evaluation of long-term environmental surveillance data. *PLoS One*. 2019;14(5):e0216984.
70. **Dharmayanti NLPI**, Thor SW, Zanders N, Hartawan R, Ratnawati A, Jang Y, Rodriguez M, Suarez DL, Samaan G, Pudjiatmoko, Davis CT. Attenuation of Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N1) Viruses In Indonesia Following The Reassortment And Acquisition Of Genes From Low Pathogenicity Avian Influenza A Virus Progenitors. *Emerging Microbes & Infections*. Aug 22 2018;7(1):147.
71. Rhoads A, Au KF. PacBio Sequencing and Its Applications. *Genomics Proteomics Bioinformatics*. 2015;13(5):278-289.
72. Beerens N, Koch G, Heutink R, Harders F, Vries DPE, Ho C, Bossers A, Elbers A. Novel Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N6) Virus in the Netherlands, December 2017. *Emerging Infectious Diseases*. Apr 17 2018;24(4):770-773.
73. Wibawa H, Priyono WB, **Dharmayanti NLPI**, Irianingsih SH, Miswati Y, Rohmah A, Andesyha E, Romlah DRSD, Safitria K. Investigasi wabah penyakit pada itik di Jawa Tengah, Yogyakarta dan Jawa Timur: Identifikasi sebuah clade baru virus avian influenza subtipe H5N1 di Indonesia. *Buletin Laboratorium Veteriner Balai Besar Veteriner Wates Jogjakarta*. 2012;12(4):2-9.
74. **Dharmayanti NLPI**, Hartawan R, Pudjiatmoko, Wibawa H, Hardiman, Balish A, Donis R, Davis CT, Samaan G. Genetic characterization of clade 2.3.2.1 avian influenza

- A(H5N1) viruses, Indonesia, 2012. *Emerging Infectious Diseases*. Apr 2014;20(4):671-674.
75. **Dharmayanti NLPI**, Hewajuli DA, Ratnawati A, Hartawan R. Genetic diversity of the H5N1 viruses in live bird markets, Indonesia. *The Journal of Veterinary Science*. 2020;21(4):e56-e56.
 76. **Dharmayanti NLPI**, Indriani R, Nurjanah D. Vaccine Efficacy on the Novel Reassortant H9N2 Virus in Indonesia. *Vaccines*. 2020;8(3).
 77. **Dharmayanti NLPI**, Hartawan R, Hewajuli DA. Pengembangan Sejumlah Primer untuk Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction Guna Melacak Virus Flu Burung di Indonesia *Jurnal Veteriner*. 07/15 2016;17(2):183-196.
 78. **Dharmayanti NLPI**, Darminto. Mutasi Virus Ai Di Indonesia: Antigenic Drift Protein Hemagglutinin (HA) Virus Influenza H5N1 Tahun 2003-2006. *Media Kedokteran Hewan*. 2009;25(1):1-8.
 79. **Dharmayanti NLPI**, Indriani R. Identifikasi Molekuler Virus Subtipe H3 Dan H10 Pada Unggas. *Jurnal Kedokteran Hewan*. 2014;8(1):18-22.
 80. Indriani R, **Dharmayanti NLPI**. Studi Efikasi Vaksin Bivalen AI Isolat Lokal terhadap Beberapa Karakter Genetik Virus AI subtipe H5N1. *Jurnal Biologi Indonesia*. 2013;9(1):21-30.
 81. Indriani R, **Dharmayanti NLPI**. Prototipe virus A/Duck/Sukoharjo/Bbvw-1428-9/2012 sebagai kandidat vaksin AI subtipe H5N1 clade 2.3.2 pada itik lokal. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2014;19(2): 152-158.

82. **Dharmayanti NLPI**, Indriani R. Efikasi Vaksin Inaktif Bivalen Avian Influenza Virus Subtipe H5N1 (Clade 2.1.3. dan Clade 2.3.2) di Indonesia. *Jurnal Biologi Indonesia*. 2015;11(2):169-176.
83. Indriani R, **Dharmayanti NLPI**. Pengembangan Vaksin Inaktif Tetelo Genotipe VII Isolat Lokal pada Kondisi Laboratorium. *Jurnal Veteriner*. 2016;17(3): 322-330.
84. Indriani R, **Dharmayanti NLPI**. Respon titer antibodi dan proteksi virus Newcastle Disease genotype I, II, VI dan VII sebagai vaksin terhadap infeksi isolat virus Newcastle Disease chicken/Indonesia/GTT/11. *Jurnal Biologi Indonesia*. 2016;12(2):211-218.
85. Bouma A, Muljono AT, Jatikusumah A, Nell AJ, Mudjiartiningsih S, **Dharmayanti NLPI**, Siregar ES, Claassen I, Koch G, Stegeman JA. Field trial for assessment of avian influenza vaccination effectiveness in Indonesia. *Revue scientifique et technique*. Dec 2008;27(3):633-642.
86. Indriani R, **Dharmayanti NLPI**, Adjid R. Tingkat Proteksi Beberapa Vaksin Avian Influenza Unggas terhadap Infeksi Virus Isolat Lapang A/chicken/West Java/Smi-Pat/2006 dan A/chicken/West Java/Smi-Mae/2008 pada Kondisi Laboratorium. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2011;16(2):153-161.
87. Indriani R, **Dharmayanti NLPI**, Adjid R, Darminto D. Potensi Virus A/Ck/West Java/PWT-Wij/2006 Sebagai Vaksin. *Indonesian Journal of Biology*. 2011;7(2):309-320.
88. **Dharmayanti NLPI**, Indriani R, Syakir M. Bivalen Avian Influenza (AI) Subtipe H5N1 Dari Strain virus A/Chicken/West Java/Pwt-Wij/2017 dan Strain Virus

A/Muscovy Duck/Banten/BR7/2013 Paten Indonesia, ID: ID000051092; 2018.

89. Indriani R, **Dharmayanti NLPI**, Syakir M. Vaksin Kombinasi Avian Influenza HPAI dan LPAI. Paten Indonesia, ID: ID000056903; 2019.
90. Suarez DL. DIVA vaccination strategies for avian influenza virus. *Avian Disease*. Dec 2012;56(4 Suppl):836-844.
91. Hemmatzadeh F, Sumarningsih S, Tarigan S, Indriani R, **Dharmayanti NLPI**, Ebrahimie E, Igniatovic J. Recombinant M2e Protein-Based ELISA: A Novel And Inexpensive Approach For Differentiating Avian Influenza Infected Chickens From Vaccinated Ones. *PLoS One*. 2013;8(2):e56801.
92. Balgi AD, Wang J, Cheng DY, Ma C, Pfeifer TA, Shimizu Y, Anderson HJ, Pinto LH, Lamb RA, DeGrado WF, Roberge M. Inhibitors of the influenza A virus M2 proton channel discovered using a high-throughput yeast growth restoration assay. *PLoS One*. 2013;8(2):e55271.
93. Hewajuli DA, **Dharmayanti NLPI**. Efikasi, Mekanisme dan Resistensi Antiviral Neuraminidase Inhibitor dan Adamantane pada Avian Influenza. *Wartazoa*. 2019;29 (2):061-074
94. McKimm-Breschkin JL. Influenza neuraminidase inhibitors: antiviral action and mechanisms of resistance. *Influenza and Other Respiratory Viruses*. Jan 2013;7 (25-36).
95. **Dharmayanti NLPI**, Ibrahim F, Soebandrio A. Amantadine resistant of Indonesian influenza H5N1

- subtype virus during 2003-2008. *Microbiology Indonesia*. 2010;5(1):11-16.
96. Lam JKW, Chow MYT, Zhang Y, Leung SWS. siRNA Versus miRNA as Therapeutics for Gene Silencing. *Molecular Therapy - Nucleic Acids*. 2015;4(9):e252-e252.
 97. Hewajuli D, **Dharmayanti NLPI**, Wibawan I. Deteksi, isolasi, dan identifikasi avian influenza sub tipe H5N1 pada unggas di Pulau Jawa, Indonesia Tahun 2016. *Jurnal Veteriner*. 2017;18(4):496-509.
 98. **Dharmayanti NLPI**. Filogenetik molekuler: Metode taksonomi organisme berdasarkan sejarah evolusi. *Wartazoa*. 2011;21(1):1-10.
 99. Setyawati V, **Dharmayanti NLPI**, Misriyah M, Pawestri H, Azhar M, Tallis G, Schoonman L, Samaan G. Avian influenza A (H5N1) virus Outbreak investigation: Application of FAO-WHO Four-Way Linking Framework in Indonesia. *Zoonoses and Public Health*. 2014:1-7.
 100. **Dharmayanti NLPI**, Samaan G, Ibrahim F, Indriani R, Darminto D, Soebandrio A. The genetic drift of avian influenza A H5N1 viruses in Indonesia during 2003-2008. *Microbiology Indonesia*. 2011;52(2):69-80.
 101. Smith GJ, Naipospos TS, Nguyen TD, de Jong MD, Vijaykrishna D, Usman TB, Hassan SS, Nguyen TV, Dao TV, Bui NA, Leung YH, Cheung CL, Rayner JM, Zhang JX, Zhang LJ, Poon LL, Li KS, Nguyen VC, Hien TT, Farrar J, Webster RG, Chen H, Peiris JS, Guan Y. Evolution and adaptation of H5N1 influenza virus in avian and human hosts in Indonesia and Vietnam. *Virology*. Jul 5 2006;350(2):258-268.

102. **Dharmayanti NLPI**, Ibrahim F, Soebandrio A. Amantadine Resistant of Indonesian H5N1 Subtype Influenza Viruses During 2003-2008. *Microbiology Indonesia*. 2010;4(1):11-16.
103. **Dharmayanti NLPI**, Hewajuli DA, Ratnawati A, Indriani R, Darminto. Karakter Genetik Protein Membran Virus Avian Influenza Subtipe H5N1. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2010;15(3):231–239.
104. Sangsiriwut K, Uprasertkul M, Payungporn S, Auewarakul P, Ungchusak K, Chantratita W, Puthavathana P. Complete Genomic Sequences of Highly Pathogenic H5N1 Avian Influenza Viruses Obtained Directly from Human Autopsy Specimens. *Microbiology Resource Announcements*. 2018;7(22):e01498-01418.
105. Yeo SJ, Than DD, Park HS, Sung HW, Park H. Molecular Characterization of a Novel Avian Influenza A (H2N9) Strain Isolated from Wild Duck in Korea in 2018. *Viruses*. Nov 10 2019;11(11):1046.
106. **Dharmayanti NLPI**, Hartawan R. Host-Restricted Range of H5N1 Avian Influenza Viruses Associated With Characters Of Polymerase Complex Of PB2 And PB1-F2 Proteins. *Indonesian Journal of Agricultural Science* 2015;16(2):87–96.
107. **Dharmayanti NLPI**, Bahri S. Karakter Virus Influenza Subtipe H7 dan Mewaspadai Virus Influenza Novel H7N9. *Wartazoa*. 2013;23(3):122-134.
108. Indriani R, **Dharmayanti NLPI**. Antibody Level of Avian Influenza Subtype H5 In Commercial Broiler Farms International Conference on Livestock Production and Veterinary Technology, 2012.

109. **Dharmayanti NLPI**, Asmara W, Arthama W, Indriani R, Darminto D. Optimation of program RT-PCR for infectious bronchitis (IBV) field isolates in Indonesia Prosiding Nasional Peternakan dan Veteriner, 2003.
110. Indriani R, **Dharmayanti NLPI**. Tingkat Perlindungan Vaksin Komersial AI H5N1 Clade 2.1. 3 terhadap Virus AI H5N1 clade 2.3.2 Asal Itik pada Ayam SPF dalam Kondisi Laboratorium. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner. 2015;20(1):65–71.
111. Indriani R, **Dharmayanti NLPI**. Vaccination of Quails with Bivalent Inactivated H5N1 AI Vaccine (Clades 2.1.3 and 2.3.2) at Laboratory Scale. Proceedings of International Seminar on Livestock Production and Veterinary Technology, 2016; Denpasar Bali.
112. **Dharmayanti NLPI**, Hewajuli D, Ratnawati A, Indriani R, Darminto D. Karakter Genetik Protein Membran Virus Influenza Subtype H5N1. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner. 2010;15(3):231-239
113. **Dharmayanti NLPI**. Struktur dan peranan genom segmen 7 (protein matrix) dan segmen 8 (non struktural) dalam siklus hidup dan virulensi virus influenza. Wartazoa. 2010;20(2):55-67.
114. **Dharmayanti NLPI**, Indriani R, Hartawan R, Hewajuli D, Ratnawati A, Darminto D. Genetic mapping of Indonesian avian influenza viruses in 2007. Jurnal Biologi Indonesia. 2008;5(2):155-171.
115. **Dharmayanti NLPI**, Indriani R. Patogenisitas molekuler virus avian influenza yang diisolasi pada tahun 2005. Media Kedokteran Hewan. 2007;3(2): 68-73

116. Hewajuli D, **Dharmayanti NLPI**. Characterization and identification of avian influenza virus (AI). *Wartazoa*. 2008;19(2):86-100
117. **Dharmayanti NLPI**, Indriani R. Deteksi virus avian influenza sub tipe H5 pada beberapa jenis burung di Jakarta dan Sukabumi Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2006.
118. **Dharmayanti NLPI**, Hartawan R, Hewajuli D, Hardiman H, Wibawa H, Pudjiatmoko P. Karakterisasi molekuler dan patogenesitas virus H5N1 clade 2.3.2 asal Indonesia. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2013;18(2):99-113.
119. Statistik BP. Populasi Ternak. Badan Pusat Statistik. Available at: <https://www.bps.go.id/>, 2021.
120. Ditjen PKH. Peta Status dan Situasi Penyakit Hewan 2019. Jakarta 2019.
121. Ditjen PKH. PETA STATUS DAN SITUASI PENYAKIT HEWAN 2020 2020.
122. Ditjen PKH. PETA STATUS DAN SITUASI PENYAKIT HEWAN 2018 2018.
123. Ditjen PKH. Avian Influenza in Indonesia 2018.
124. Indriani R, **Dharmayanti NLPI**. Deteksi Antibodi Avian Influenza dalam Kuning Telur Ayam Pasca Vaksinasi (AI) Sub tipe H. *Media Kedokteran Hewan*. 2006;22(2):84-88.

DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH

Buku

1. Widjaja E, Utomo BN, **Dharmayanti NLPI**, Saepulloh M, Adji RS, Matitaputty PR. Akselerasi Peningkatan Produktivitas Sapi Potong dan Kerbau Melalui Teknologi Inovatif Mendukung UPSUS SIWAB. Kinerja UPSUS SIWAB pada Manajemen Ekstensif di Propinsi Maluku. IAARD Press. 2020. ISBN: 978-602-344-298-0
2. **Dharmayanti NLPI**, Hartawan R dan Hewajuli DA. Penyakit Avian Influenza. UI Press. 2019. 198 hal. ISBN: 978-979-456-794-4
3. Wiyono A, Susanti, Adjid RM, Suhardono, Widiastuti R, Noor SM, Nuradji H, **Dharmayanti NLPI**. Petunjuk Teknis Aspek Kesehatan Hewan Ternak Ayam Mendukung Program Perbibitan Ternak BALITBANGTAN dan Program Bedah Kemiskinan Rakyat Sejahtera (“BEKERJA”) di BALITBANGTAN. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian 2018. ISBN: 978-602-61712-2-1
4. Noor SM, Wahyuwardani S, **Dharmayanti NLPI**, Murhasini S, Sianturi RG, Cahyaningsih T, Widianingrum Y, Sukmasari PK, Syawal M, Febretrisiana A, Misniwaty A dan Tiesnamurti B. Pedoman Etik Penggunaan Hewan Coba. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2015. 29 hal. ISBN: 978-602-6916-04-4
5. Wahyu W, Muharsini S, Noor SM, **Dharmayanti NLPI**, Cahyaningsih T, Widianingrum Y, Sukmasari PK, Syamal M, Febretrisiana A, Misniwaty A dan Tiesnamurti B. Penggunaan dan penanganan hewan coba unggas dalam penelitian sesuai dengan kesejahteraan hewan. Badan

Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2016. 36 hal. ISBN: 978-602-6473-02-8

6. Noor SM, **Dharmayanti NLPI**, Wahyuwardani S, Muharsini S, Cahyaningsih T, Widianingrum Y, Sukmasari PK, Syawal M, Febritrisiana A, Misniwati A dan Tiesnamurti B. Penggunaan dan penanganan hewan coba rodensia dalam penelitian sesuai dengan kesejahteraan hewan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2016. 81 hal. ISBN: 978-602-6473-03-5
7. Cahyaningsih T, Syawal M, Widianingrum Y, Sukmasari PK, Febritrisiana A, Noor SM, Muharsini S, Wahyuwardani S, **Dharmayanti NLPI**, Misniwati A dan Tiesnamurti B. Penggunaan dan penanganan hewan coba ruminansia dalam penelitian sesuai dengan kesejahteraan hewan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2016. 71 hal. ISBN: 978-602-6473-04-2

Jurnal Internasional

8. Dundon WG, Franzo G, Settypalli TBK, **Dharmayanti NLPI**, Ankhanbaatar U, Sendow I, Ratnawati A, Sainnokhoi T, Molini U, Cattoli G, Lamien CE. Evidence of coinfection of pigs with African swine fever virus and porcine circovirus 2. Archives of Virology. 2021; 167(1):207-211.
9. Ekawasti F, Cahyaningsih U, **Dharmayanti NLPI**, Sa'diah S, Subekti DT, Azmi Z dan Desem MI. Restriction fragment length polymorphism analysis of genes of virulent strain isolate of Toxoplasma gondii using enzyme DdeI. International Journal of One Health. 2021; 7(2): 196-203

10. **Dharmayanti NLPI**, Nurjanah D, Nuradji H, Maryanto I, Exploitasia I, Indriani R. Molecular detection of bat coronaviruses in three bat species in Indonesia. *Journal of Veterinary Science*. 2021; 22 (6):e70
11. Huy HL, Koizumi N, Nuradji H, Susanti, Noor SM, **Dharmayanti NLPI**, Haga T, Hirayama K, Miura K. Antimicrobial resistance in *Escherichia coli* isolated from brown rats and house shrews in markets, Bogor, Indonesia. *Journal of Veterinary Medical Science*. 202; 83(3):531-534.
12. **Dharmayanti NLPI**, Sendow I, Ratnawati A, Settypalli TBK, Saepulloh M, Dundon WG, Nuradji H, Naletoski I, Cattoli G, Lamien CE. African swine fever in North Sumatra and West Java provinces in 2019 and 2020, Indonesia. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2021 68(5):2890-2896.
13. Utomo BN, **Dharmayanti NLPI**, Saepulloh M, Adji RS, Matitaputty PR, dan Widjaja E. The Attitude Changes of Local Farmers Toward the Introduction of Artificial Insemination in The Extensive of Cattle Raising In The Seram Bagian Barat District, Maluku Province, Indonesia. *Ilomata International Journal of Social Science*. 2020. 1(4): 176-184.
14. **Dharmayanti NLPI**, Hewajuli DA, Ratnawati A dan Hartawan R. Genetic diversity of the H5N1 viruses in live bird markets, Indonesia. *Journal of Veterinary Science*. 2020; 21(4): e56
15. Rabiei M, Cahyono MI, Doan PTK, Pandarangga P, Tarigan S, Indriani R, **Dharmayanti NLPI**, Ignjatovic J, Low WY, Tearle R, McAllister MM, Alsharifi M, Hemmatzadeh F. Genome Sequences of Newly Emerged

Newcastle Disease Virus Strains Isolated from Disease Outbreaks in Indonesia. Microbiology Resource Announcements. 2020 Jun 4;9(23):e00204-20. doi: 10.1128/MRA.00204-20. Erratum in: Microbiol Resour Announc. 2020 Sep 17;9(38): PMID: 32499363; PMCID: PMC7272544.

16. **Dharmayanti NLPI**, Indriani R, dan Nurjanah, D. Vaccine Efficacy on the Novel Reassortant H9N2 Virus in Indonesia. Vaccines. 2020; 8: 449.
17. Doan PTK, Cahyono MI, Rabiei M, Pandarangga P, McAllister MM, Low WY, Tearle R, **Dharmayanti NLPI**, Tarigan S, Indriani R, Ignjatovic J, Hemmatzadeh F. Genome sequences of Newcastle disease virus strains from two outbreaks in Indonesia. Microbiology Resource Announcements. 2020; 9:e00205-20
18. Pandarangga P, Cahyono MI, McAllister MM, Peaston AE, Tearle R, Low WY, Doan PTK, Rabiei M, Ignjatovic J, **Dharmayanti NLPI**, Indriani R, Tarigan S, Hemmatzadeh F. Full-genome sequences of two Newcastle disease virus strains isolated in West Java, Indonesia. Microbiology Resource Announcements. 2020; 9:e00221-20.
19. **Dharmayanti NLPI**, Thor SW, Zanders N, Hartawan R, Ratnawati A, Jang Y, Rodriguez M, Suarez DL, Samaan G, Pudjiatmoko and Davis CT. Attenuation of highly avian influenza A(H5N1) viruses in Indonesia following the reassortment and acquisition of genes from low pathogenicity avian influenza A virus progenitors. Emerging Microbes & Infections. 2018; 7(147): 1-14
20. Helmi, Nuradji H, **Dharmayanti NLPI**, Mranata B, Sudarnika E, Lukman DW, dan Wibawan IWT. Antiviral

activity of edible bird's nest extract on highly pathogenic avian influenza H5N1 viral infection in vitro. International Journal of the Bioflux Society. HVM Bioflux 2018;10(2):62-68.

21. Setyawati V, **Dharmayanti NLPI**, Misriyah, Pawestri HA, Azhar, M Tallis G, Schoonman L and Samaan G. Avian influenza A (H5N1) virus Outbreak investigation: Application of FAO-WHO Four-Way Linking Framework in Indonesia. Zoonoses and Public Health. 2014: 1-7
22. **Dharmayanti NLPI**, Hartawan R, Hewajuli DA and Indriani R. Phylogenetic analysis of genotype VII of Newcastle Disease Virus in Indonesia. The African Journal of Microbiology Research. 2014; 8(13): 1368-1374
23. **Dharmayanti NLPI**, Ratnawati A, Hewajuli DA and Indriani R. Genetic characterization of H5N1 avian influenza viruses isolated from pet bird and chickens from live bird market in Bali and Bekasi (Indonesia) 2011. The African Journal of Microbiology Research. 2014; 8(3): 244-251
24. **Dharmayanti NLPI**, Hartawan R, Pudjiatmoko, Wibawa H, Hardiman, Balish A, Donis R, Davis T and Samaan G. Genetic characterization of clade 2.3.2.1 avian influenza A (H5N1) viruses, Indonesia, 2012. Emerging Infectious Diseases. 2014; 20(4): 671-674
25. Hemmetzadeh F, Sumarningsih S, Tarigan S, Indriani R, **Dharmayanti NLPI**, Ebrahimie E and Igniatovic J. Recombinant M2e protein-Based ELISA: A novel and inexpensive approach for differentiating avian influenza infected chickens from vaccinated ones. PloS ONE. 2013; 8(2): 1-9

26. Nidom CA, Nakayama E, Nidom RV, Alamudi MY, Daulay S, **Dharmayanti NLPI**, Dachlan YP, Amin M, Igarashi M, Miyamoto H, Yoshida R and Takada A. Serological evidence of ebola virus infection in indonesian orangutans. *PloS ONE*. 2012; 7(7): 1-7
27. Hartawan R, **Dharmayanti NLPI**, Robinson K, Mahony T and Meers J. Expression of two N1 clones with single amino acid dissimilarity of avian influenza H5N1 virus. *HAYATI Journal of Bioscience*. 2012; 19(4): 169-176
28. **Dharmayanti NLPI**, Samaan G, Ibrahim F, Indriani R, Darminto and Soebandrio A. The genetic drift of avian influenza A H5N1 viruses in Indonesia during 2003-2008. *Microbiology Indonesia*. 2011; 5(2): 69-80
29. **Dharmayanti NLPI**, Ibrahim F, Darminto and Soebandrio A. A Specific characteristic on the M1 and M2 proteins were found in avian influenza (AI) viruses isolated from birds around humans infected by H5N1 virus in Indonesia. *HAYATI Journal of Bioscience*. 2011; 18(2): 82-90
30. Indriani R, Samaan G, Gultom A, Loth L, Indryani S, Adjid RMA, **Dharmayanti NLPI**, Weaver J, Mumford E, Lokuge K, Kelly PM and Darminto. Environmental Sampling for Avian Influenza Virus A (H5N1) in Live-Bird Markets, Indonesia. *Emerging Infectious Diseases*. 2010;16(12): 1889-1895
31. **Dharmayanti NLPI**, Ibrahim F, and Soebandrio A. Amantadine resistant of Indonesian influenza H5N1 subtype virus during 2003-2008. *Microbiol Indones*. 2010; 5(1): 11-16
32. Kandun IN, Tresnaningsih E, Harun S, Samaan G, Purba WH, Sariwati E, Septiawati C, Silitonga M, Lee V,

Dharmayanti NLPI, Peiris M and Wandra T. Chicken Feces Garden Fertilizer: Probable source of human avian influenza H5N1 infection. *Zoonoses and Public Health Journal*. 2009; 57(4): 285-90

33. Bouma A, Muljono, Jatikusumah S, Nell AJ, Mudjiartiningsih S, **Dharmayanti NLPI**, Siregar ES, Claassen I, Koch G and Stageman JA. Field trial for assessment of avian influenza vaccination effectiveness in Indonesia. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*. 2008; 27(3): 633-642

Jurnal Nasional

34. Hewajuli DA, **Dharmayanti NLPI**, Wibawan IWT. 2021. Resistensi amantadin terhadap virus avian influenza subtype H5N1 clade 2.3.2 di Indonesia. *JITV* 26(3):115-123.
35. Sendow I, Assadah NS, Ratnawati A, **Dharmayanti NLPI** dan Saepulloh M. Lumpy Skin Disease: Emerging Diseases Threats for National Animal Health Status. *WARTAZOA* Vol. 31 No. 2 Th. 2021 Hlm. 85-96.
36. Hartawan R dan **Dharmayanti NLPI**. Analisis Hemagglutinin Virus Flu Burung (Avian Influenza) Subtipe H5N1 Asal Pasar Unggas Hidup di Jakarta Timur 2014. *Jurnal Veteriner*. 2020. 21(1): 63-74. doi: 10.19087/jveteriner.2020.21.1.63.
37. Sendow I, Ratnawati A, **Dharmayanti NLPI** dan Saepulloh M. African Swine Fever: Penyakit Emerging yang Mengancam Peternakan Babi di Dunia. *Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*. 2020; 30. 15.
38. Assadah NS, Sendow I dan **Dharmayanti NLPI**. Hantavirus: Structure, Mechanism of Transmission of

Disease, Development of Drugs and Vaccines, and Prevention in Indonesia. Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences. 2020; 30

39. **Dharmayanti NLPI** dan Nurjanah D. A Review on Coronaviruses: The Infectious Agent to Animals and Human. Wartazoa. 2020; 30(1): 1-14
40. Saepulloh M, Sendow I, Ratnawati A dan **Dharmayanti NLPI**. Antisipasi Terhadap Masuk dan Menyebarnya *Equine Infectious Anemia* Pada Kuda di Indonesia. Wartazoa. 2019; 29(1): 25-34
41. Nurjanah D dan **Dharmayanti NLPI**. Biological Characteristics of West Nile Virus and Its Correlation with the Development of Antiviral Drugs and Vaccines. Wartazoa. 2019; 29(3): 119-132
42. Hewajuli DA dan **Dharmayanti NLPI**. Efficacy, Mechanism and Antiviral Resistance of Neuraminidase Inhibitors and Adamantane against Avian Influenza. Wartazoa. 2019; 29(2): 61-74
43. Ratnawati A, Saepulloh M, Sendow I dan **Dharmayanti NLPI**. Kewaspadaan terhadap African Horse Sickness sebagai Penyakit Emerging Arbovirus. Wartazoa. 2018; 28(4): 153-160.
44. Indriani R, **Dharmayanti NLPI** and Martindah E. Cross-reaction of duck and chicken sera against avian influenza H5N1 virus clades 2.1.3 and 2.3.2 antigens by hemagglutination inhibition test. Jurnal Biologi Indonesia. 2017; 13(2): 325-329
45. Hewajuli DA, **Dharmayanti NLPI** dan Wibawan IWT. Deteksi, isolasi, dan identifikasi avian influenza subtype

H5N1 pada unggas di Pulau Jawa, Indonesia Tahun 2016. Jurnal Veteriner. 2017; 18(4): 496-509

46. **Dharmayanti NLPI**, Ukhti DR, Syamsiah F and Hartawan R. Apoptosis study of Indonesian avian influenza virus subtype H5N1 in madin-darby canine kidney cells. Jurnal Kedokteran Hewan. 2017; 11(1): 39-44
47. **Dharmayanti NLPI** and Indriani R. Identifikasi dan Karakterisasi Virus Infectious Bronchitis (IBV) di Indonesia. Identification and Characterization of Infectious Bronchitis Virus (IBV) in Indonesia. Jurnal Biologi Indonesia. 2017; 13(1): 53-59
48. Indriani R and **Dharmayanti NLPI**. Respon titer antibodi dan proteksi virus Newcastle Disease genotype I, II, VI dan VII sebagai vaksin terhadap infeksi isolat virus Newcastle Disease chicken/Indonesia/GTT/11. Jurnal Biologi Indonesia. 2016; 12(2): 211-218
49. Sendow I, **Dharmayanti NLPI**, Saepullah M, Adjid RMA. Infeksi Hantavirus: Penyakit Zoonosis yang Perlu Diantisipasi Keberadaannya di Indonesia. Wartazoa. 2016; 26 (1): 17-26
50. Indriani R dan **Dharmayanti NLPI**. Pengembangan Vaksin Inaktif Tetelo Genotipe VII Isolat Lokal pada Kondisi Laboratorium. Jurnal Veteriner. 2016; 17(3): 322-330
51. Indriani R dan **Dharmayanti NLPI**. Respon titer antibodi dan proteksi virus Newcastle Disease genotype I, II, VI dan VII sebagai vaksin terhadap infeksi isolat virus Newcastle Disease Chicken/Indonesia/GTT/11. Jurnal Biologi Indonesia. 2016; 11(2): 219 -229

52. Hewajuli DA dan **Dharmayanti NLPI**. Disregulasi sitokin pada unggas mamalia yang terinfeksi virus avian influenza. *Wartazoa*. 2016; 26(1): 27-38
53. **Dharmayanti NLPI**, Hartawan R dan Hewajuli DA. Pengembangan sejumlah primer untuk Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction guna melacak Virus Flu Burung di Indonesia. *Jurnal Veteriner*. 2016; 17(2): 183-196
54. Hartawan R dan **Dharmayanti NLPI**. Pendekatan molekuler untuk identifikasi dan karakterisasi virus Marek Serotipe 1. *Wartazoa*. 2015; 25(1): 001-014
55. Hewajuli DA dan **Dharmayanti NLPI**. Peran sistem kekebalan non-spesifik dan spesifik pada unggas terhadap Newcastle Disease. *Wartazoa*. 2015; 25(3): 135-146
56. Indriani R dan **Dharmayanti NLPI**. Tingkat perlindungan vaksin komersial AI H5N1 Clade 2.1.3 terhadap virus AI H5N1 clade 2.3.2 asal itik pada ayam SPF dalam kondisi laboratorium. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2015; 20(1): 65-71
57. Ratnawati A dan **Dharmayanti NLPI**. Deteksi virus avian influenza sub tipe H5N1 di beberapa pasar unggas hidup dalam wilayah provinsi Jawa Barat dan sekitarnya. *Jurnal Kedokteran Hewan*. 2015; 9(1): 14-19
58. **Dharmayanti NLPI** dan Hartawan R. Host-restricted range of H5N1 avian influenza viruses associated with characters of polymerase complex of PB2 and PB1-F2 proteins. *Indonesian Journal of Agricultural Science (IJAS)*. 2015; 16(1): 87-96
59. **Dharmayanti NLPI** dan Indriani R. Efikasi vaksin inaktif bivalen avian influenza virus sub tipe H5N1 (clade 2.1.3

dan clade 2.3.2) di Indonesia. Jurnal Biologi Indonesia. 2015; 11(2): 169-176

60. **Dharmayanti NLPI** dan Sendow I. Ebola: Penyakit eksotik yang perlu diwaspadai. Wartazoa. 2015; 25(1): 29-38
61. Hewajuli DA and **Dharmayanti NLPI**. Pengaruh faktor faktor ekologi terhadap penyebaran dan stabilitas virus avian influenza di lingkungan. Wartazoa. 2014; 24(3): 119-130
62. Hartawan R and **Dharmayanti NLPI**. Sirkulasi virus avian influenza sub tipe H5N1 di pasar tradisional di Jawa Timur tahun 2012. Berita Biologi. 2014; 7(1): 97-106
63. Sendow I, Adjid RMA dan **Dharmayanti NLPI**. Peste des petitis ruminant: Penyakit eksotik ruminansia yang perlu diwaspadai. Wartazoa. 2014; 24(1): 48-55
64. Hewajuli DA dan **Dharmayanti NLPI**. Identifikasi flu burung H5N1 pada unggas di sekitar kasus flu burung pada manusia tahun 2011 di Bekasi. Jurnal Veteriner. 2014; 15(1): 68-78
65. Indriani R dan **Dharmayanti NLPI**. Prototipe virus A/Duck/Sukoharjo/Bbv-1428-9/2012 sebagai kandidat vaksin AI sub tipe H5N1 clade 2.3.2 pada itik lokal. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner. 2014; 19(2): 152-158
66. Indriani R, **Dharmayanti NLPI** dan Adjid RMA. Efikasi penerapan vaksin AI H5N1 Clade 2.1.3 pada itik Mojokerto terhadap tantangan virus AI H5N1 clade 2.3.2 pada kondisi laboratorium. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner. 2014; 19(1): 59-66
67. Hewajuli D dan **Dharmayanti NLPI**. Perkembangan Teknologi Reverse Transcriptase-Polymerase Chain

Reaction dalam mengidentifikasi Genom Avian influenza dan Newcastle Diseases. Wartazoa. 2014; 24(1): 16-29

68. **Dharmayanti NLPI**, Rillah UD, Syamsiah F dan Indriani R. Ekspresi sitokin Tumor Necrosis Factor (TNF- α) dan interferon (IFN- γ) pada sel MDCK yang diinfeksi virus avian influenza sub tipe H5N1 asal Indonesia. Jurnal Biologi Indonesia. 2014; 10(1): 47-55
69. **Dharmayanti NLPI**, Indriani R, Hartawan R dan Ratnawati R. Fenotipe Virus Avian Influenza (AI) Sub tipe H5N1 Berbeda Karakter Genetik di Indonesia. Jurnal Biologi Indonesia. 2014; 10(2): 259-269
70. **Dharmayanti NLPI** dan Indriani R. Identifikasi molekuler virus sub tipe H3 dan H10 pada unggas. Jurnal Kedokteran Hewan. 2014; 8(1): 18-22
71. Indriani R dan **Dharmayanti NLPI**. Studi efikasi vaksin bivalen Ai isolat lokal terhadap beberapa karakter genetik virus AI sub tipe H5N1. Jurnal Biologi Indonesia. 2013; 9 (1): 21-30
72. Indriani R and **Dharmayanti NLPI**. Enzyme-Linked Immunosorbent Assay for Detection of Infectious Bronchitis Antibody in Chicken using local isolate of PTS III. Jurnal Biologi Indonesia. 2013; 9(2):159-166
73. Hartawan R and **Dharmayanti NLPI**. Identification of mardivirus serotypes circulating in poultry farms in Sukabumi and Cianjur district, West Java, 2011 using multiplex. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner. 2013; 18(4): 301-311
74. Hartawan R and **Dharmayanti NLPI**. Uji skrining virus Newcastle Disease, avian influenza dan infectious bronchitis menggunakan pendekatan uji multipleks

reverse transcriptase polymerase chain reaction. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2013; 18(3): 159-166

75. **Dharmayanti NLPI** dan Bahri S. Karakter virus influenza sub tipe H7 dan mewaspadai virus influenza H7N9. *Wartazoa*. 2013; 23(3): 122-134
76. **Dharmayanti NLPI**, Hartawan R, Hewajuli DA, Hardiman, Wibawa H dan Pudjiatmoko. Karakterisasi molekuler dan patogenesitas virus H5N1 clade 2.3.2 asal Indonesia. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2013; 18(2): 99-113
77. Wibawa H, Priyono WB, **Dharmayanti NLPI**, Irianingsih SH, Miswati Y, Rohmah A, Andesyha E, Romlah, Daulay RSD, Safitri K. Investigasi wabah penyakit pada itik di Jawa Tengah, Yogyakarta dan Jawa Timur: Identifikasi sebuah clade baru virus avian influenza sub tipe H5N1 di Indonesia. *Bul Lab Vet*. 2012; 12: 2-9
78. Hewajuli DA dan **Dharmayanti NLPI**. Genetic reassortment antara virus influenza (avian influenza, human influenza dan swine influenza) pada babi. *Wartazoa*. 2012; 22(4): 149-160
79. **Dharmayanti NLPI**, Diwyanto K dan Bahri S. Mewaspadai Perkembangan Avian Influenza (AI) dan Keragaman Genetik Virus AI/H5N1 di Indonesia. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 2012; 5(2): 124–141
80. **Dharmayanti NLPI**. Genetic variation on internal protein matrix (M1) and Non-structural protein (NS1) of indonesian H5N1 avian virus. *Indonesian Journal of Agriculture*. 2012;5(2): 120-129
81. **Dharmayanti NLPI** dan Ratnawati A. Potensi transmisi virus avian influenza dari babi dan unggas pada

peternakan babi di wilayah Tangerang, provinsi Banten. *Berita Biologi*. 2012;11(2): 195-203

82. **Dharmayanti NLPI**, Ratnawati R, Hewajuli DA dan Indriani R. Sirkulasi virus avian influenza H5N1 tahun 2010: Virus genetic drift mirip A/Ck/West Java/Pwt-Wij/2006 ditemukan di beberapa kabupaten di Sumatera dan Jawa. *Jurnal Biologi Indonesia*. 2012; 8(1): 103-119
83. Indriani R, **Dharmayanti NLPI**, Adjid RMA dan Darminto. Potensi virus A/Ck/West Java/PWT-Wij/2006 sebagai vaksin. *Jurnal Biologi Indonesia*. 2011; 7(2): 309-320
84. Indriani R, **Dharmayanti NLPI** dan Adjid RMA. Tingkat proteksi beberapa vaksin avian influenza unggas terhadap infeksi virus isolat lapang A/Chicken/West Java/Smi-Pat/2006 dan A/Chicken/West Java/Smi-Mae/2008 pada kondisi laboratorium. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2011; 16(2): 153-161
85. Hewajuli, DA dan **Dharmayanti, NLPI**. Patogenitas virus Newcastle Disease pada ayam. *Wartazoa*. 2011; 21(2): 72-80
86. **Dharmayanti NLPI**. Filogenetik molekuler: Metode taksonomi organisme berdasarkan sejarah evolusi. *Wartazoa*. 2011; 21(1): 1-10
87. **Dharmayanti NLPI**, Ratnawati A, Hewajuli DA and Darminto. Virus influenza Novel H1N1 Babi di Indonesia. *Jurnal Biologi Indonesia*. 2011;7(2): 289-297
88. **Dharmayanti NLPI**, Hewajuli DA, Ratnawati A, Indriani R and Darminto. Karakter Genetik Protein Membran Virus Influenza Subtype H5N1. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2010; 15(3): 231-239

89. **Dharmayanti NLPI**. Struktur dan peranan genom segmen 7 (protein matrix) dan segmen 8 (non-struktural) dalam siklus hidup dan virulensi virus influenza. Wartazoa. 2010; 20(2): 55-67
90. **Dharmayanti NLP I** and Darminto. Indonesian Avian Influenza Viruses Mutation: Antigenic drift on Hemagglutinin (HA) Protein during 2003-2006. Media Kedokteran Hewan. 2009; 25(1): 1-8
91. **Dharmayanti NLPI**, Indriani R and Darminto. Comparison of sequences of hyper variable region of subunit S-1 gene of field isolate I-37 infectious bronchitis virus with connecticut serotype 46. Indonesian Journal of Agriculture. 2008; 1(2): 115-120
92. Hewajuli DA and **Dharmayanti NLPI**. Characterization and identification of avian influenza virus (AI). Wartazoa. 2008; 18(2): 86-100
93. **Dharmayanti NLPI**, Indriani R, Hartawan R, Hewajuli DA, Ratnawati A and Darminto. Genetic mapping of Indonesian avian influenza viruses in 2007. Jurnal Biologi Indonesia. 2008; 5(2): 155-171
94. **Dharmayanti NLPI** dan Indriani R. Patogenisitas molekuler virus avian influenza yang diisolasi pada tahun 2005. Media Kedokteran Hewan. 2007; 23(2): 68-73
95. Indriani R and **Dharmayanti NLPI**. Detection antibody of avian influenza (AI) in egg yolk post vaccination of AI H5N1 subtypes. Media Kedokteran Hewan. 2006; 22(2): 84-88
96. **Dharmayanti NLPI** and Indriani R. Patogenisitas Molekuler Virus Avian Influenza (AI) di Jakarta, Banten

dan Jawa Barat pada wabah AI tahun 2005. Media Kedokteran Hewan. 2006; 23(2): 68-73

97. **Dharmayanti NLPI** and Indriani R. Identification and eradication avian influenza virus in some birds in Taman Margasatwa Ragunan. Media Kedokteran Hewan. 2006; 22(2): 79-83
98. Indriani R, **Dharmayanti NLPI**, Syafriati T, Wiyono A and Adjid RMA. Development inactivated vaccine prototype of avian influenza (AI) H5N1 local isolate and its application at laboratory level. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner. 2005; 10(2): 315-321
99. Damayanti R, **Dharmayanti NLPI**, Indriani R, Wiyono A and Adjid RMA. Monitoring of avian influenza cases based on detection of viral antigen subtype H5N1 by immunohistochemical technique. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner. 2005; 10: 322-330
100. **Dharmayanti NLPI**. Analysis of HA1 gene fragment of avian influenza virus that infected breeding farm in early 2004 and 2005 in Sukabumi district. Jurnal Mikrobiologi Indonesia. 2005; 10(2): 86-90
101. **Dharmayanti NLPI**, Damayanti R, Indriani R, Wiyono A and Adjid RMA. Efikasi Lapangan Vaksin Avian Influenza Isolat Lokal pada Ayam Buras di Kabupaten Pandeglang dan Tangerang. Jurnal Biologi Indonesia. 2005; 3(10): 466-473
102. **Dharmayanti NLPI**, Indriani R, Damayanti R and Wiyono A. Isolation and identification of avian influenza outbreak in October 2004 – March 2005 in Indonesia. Jurnal Biologi Indonesia. 2005; 3(9): 341-350

103. **Dharmayanti NLPI**, Damayanti R, Indriani R, Wiyono A and Adjid RMA. Molecular Characterization of Indonesia avian influenza virus: Second wave outbreak. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2005; 10(3): 217-226
104. **Dharmayanti NLPI**, Damayanti R, Indriani R, Wiyono A and Adjid RMA. Molecular Characterization of Indonesia avian influenza virus. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2005; 10(2): 127-133
105. Wiyono A, Indriani R, **Dharmayanti NLPI**, Damayanti R, Parede L, Syafriati T dan Darminto. Isolasi dan karakterisasi virus highly pathogenic avian influenza subtype H5 dari ayam asal wabah di Indonesia. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2004; 9(1): 61-71
106. Indriani R, **Dharmayanti NLPI**, Wiyono A, Darminto and Parede L. Detection of antibody responses by using hemagglutination inhibition test and the protection titer of avian influenza H5N1 subtype. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2004; 9(3): 204-209
107. Damayanti R, **Dharmayanti NLPI**, Indriani R, Wiyono A dan Darminto. Gambaran klinis dan patologi ayam yang terserang flu burung sangat patogenik (HPAI) di beberapa peternakan di Jawa Timur dan Jawa Barat *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2004; 9(2): 128-135
108. Damayanti R, **Dharmayanti NLPI**, Indriani R, Wiyono A dan Darminto. Deteksi antigen H5N1 pada organ ayam yang terserang flu burung sangat patogenik (HPAI) pada kasus wabah di Jawa Timur dan Jawa Barat dengan teknik imunohistokimia. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2004; 9(3): 197-203
109. **Dharmayanti NLPI**, Damayanti R, Wiyono A, Indriani R and Darminto. Identification of avian influenza virus of

Indonesian isolates by Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) method. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2004; 9(2): 136-143

110. **Dharmayanti NLPI**. Kajian biologi molekuler: gen suppressor tumor (p53) sebagai target gen dalam pengobatan kanker. *Wartazoa*. 2003; 13(3): 99–107.
111. **Dharmayanti NLPI**, Asmara W, Arthama WT, Indriani R and Darminto. Comparison of sequences hypervariable region (HVR) subunit S-1 gene of field isolate I-37 infectious bronchitis virus with Connecticut serotype. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 2003; 8(2): 107-113
112. **Dharmayanti NLPI**, Asmara W, Arthama WT, Indriani R and Darminto. Kemampuan primer general CK4/CK2 virus infectious bronchitis (IBV) untuk mengamplifikasi genom IBV isolat lapang Indonesia. *Jurnal Biologi Indonesia*. 2002; 3(3): 227-235
113. **Dharmayanti NLPI** and Darminto. Viral arthritis in chicken: Problem and Its Control. *Wartazoa*. 2000; 9(2): 57-64
114. **Dharmayanti NLPI**, Soelistyowati E, Tejolaksono MN and Prasetya R. The effect of bee propolis and royal jelly in abscess caused by *Staphylococcus aureus*. *Berita Biologi*. 2000; 5(1): 41-48

Prosiding Internasional

115. Saepulloh M, **Dharmayanti NLPI**, Adjid RMA, Ratnawati A, Sendow I. The Presence of Japanese Encephalitis Virus Infection in *Pteropus* sp. in West Kalimantan. Hlm. 549-553 *dalam* Proceedings of International Seminar on Livestock Production and

Veterinary Technology. Denpasar Bali. Agustus 10 – 12, 2016

116. Indriani R and **Dharmayanti NLPI**. Vaccination of Quails with Bivalent Inactivated H5N1 AI Vaccine (Clades 2.1.3 and 2.3.2) at Laboratory Scale. Hlm. 441-448 *dalam* Proceedings of International Seminar on Livestock Production and Veterinary Technology. Denpasar Bali. Agustus 10 - 12, 2016
117. Indriani R dan **Dharmayanti NLPI**. Antibody level of avian influenza subtype H5 in commercial broiler farms. Hlm. 402-406 *dalam* Prosiding International conference on livestock production and veterinary technology. Bogor. October 1-4, 2012

Prosiding Nasional

118. **Dharmayanti NLPI**. Mewaspadai dan Merespons Zoonosis Emerging and Re-Emerging Infectious Disease. Prosiding Teknologi Peternakan dan Veteriner ”Teknologi Inovatif Peternakan dan Veteriner Menuju Industri Peternakan Maju, Mandiri, dan Modern di Era New Normal” Bogor, 26-27 Oktober 2020
119. Indriani R, **Dharmayanti NLPI**, Martindah E. Reaksi Silang Serum Unggas terhadap Virus Avian Influenza H5N1 Clade 2.1.3 dan 2.3.2 dengan Uji Hemaglutinasi Inhibisi. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2017.
120. Hartawan R dan **Dharmayanti NLPI**. Identifikasi virus Infectious Laringotracheitis dan Fowl Pox di Kabupaten Sukabumi dengan Uji Polymerase Chain Reaction. Hlm. 592-599 *dalam* Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner Malang 12-14 Agustus 2014

121. Saepullo M, Bahri S, Rahmawati S, **Dharmayanti NLPI**. Pengaruh toksin binder dan aflatoksin B1 terhadap respon tanggap kebal newcastle disease pada ayam pedaging. Hlm. 753-764 *dalam* Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2011
122. Indriani R and **Dharmayanti NLPI**. Kajian vaksinasi avian influenza sub tipe H5N1 pada burung puter (*Streptopelia bitorquata*) dan merpati (*Columbia livia*). m *dalam* Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2006
123. **Dharmayanti NLPI** and Indriani R. Deteksi virus avian influenza sub tipe H5 pada beberapa jenis burung di Jakarta dan Sukabumi. Hlm. 723-727 *dalam* Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2006
124. **Dharmayanti NLPI**, Asmara W, Arthama WT, Indriani R and Darminto. Optimation of program RT-PCR for infectious bronchitis (IBV) field isolates in Indonesia. Hlm. 466-468 *dalam* Prosiding Nasional Peternakan dan Veteriner 2003
125. **Dharmayanti NLPI** and Darminto. Newcastle disease (ND) control in village chickens to support the development of village chicken farm industry in central Java and Yogyakarta. Hlm. 315-326 *dalam* Prosiding Hasil Penelitian Bagian Proyek Rekayasa Teknologi Peternakan/ARMP-II Th. 1999/2000

Lain-Lain

126. **Dharmayanti NLPI**. Perubahan Genoma Virus Avian Influenza sub tipe H5N1 pada unggas di Indonesia. [Disertasi]. Jakarta: Universitas Indonesia. 278 halaman. 2009

127. **Dharmayanti, NLPI.** APEC Economy Experience: Animal Health Impact in Indonesia. In: APEC symposium in response to outbreaks of avian influenza and preparedness for human health emergency. San Francisco, California July 28-29, 2005. 2005
128. **Dharmayanti, NLPI.** Kenali penyebab Newcastle Disease (ND). Poultry Indonesia. 2003
129. **Dharmayanti NLPI.** Berbagai faktor yang mempengaruhi keberhasilan penetasan telur. Poultry Indonesia. 2000
130. **Dharmayanti NLPI.** Leg problem pada peternakan ayam. Poultry Indonesia. 1999

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Data Pribadi

Nama	: Dr. drh. NLP Indi Dharmayanti, M.Si
Tempat/Tanggal Lahir	: Banyuwangi, 10 Mei 1972
Anak ke	: 1 (satu) dari 3 (tiga) bersaudara
Nama Ayah Kandung	: I Wayan Suwarya
Nama Ibu Kandung	: Dwi Anna Sulasi
Nama Suami	: Sutanto Arso Birowo, S.Pt
Jumlah Anak	: Dua
Nama Anak	: 1. Muhammad Fikri Dharmasutanto 2. Kania Firzana Asyifa
Nama Instansi	: Balai Besar Penelitian Veteriner, Kementerian Pertanian
Alamat Instansi	: JL RE Martadinata No. 30, Bogor 16114, Jawa Barat
Judul Orasi	: Inovasi Teknologi Veteriner Berbasis Biologi Molekuler untuk Mendukung Pengendalian Penyakit Avian Influenza Di Indonesia
Bidang Kepakaran	: Kedokteran Hewan/Virologi
No. SK Pangkat Terakhir	: Petikan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 00058/KEP/AA/15001/2020
No. SK Peneliti Utama	: Petikan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 2/M tahun 2016

B. Pendidikan Formal

No	Jenjang	Nama Sekolah/PT	Tempat/ Kota/Negara	Tahun Lulus
1.	SD	SDN Brawijaya	Banyuwangi	1984
2.	SMP	SMPN 1	Banyuwangi	1987
3.	SMA	SMAN 2	Banyuwangi	1990
4.	S1	Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga	Surabaya	1996
5.	Pendidikan Profesi Dokter Hewan	Universitas Airlangga	Surabaya	1997
5.	S2	Bioteknologi Universitas Gadjah Mada	Yogyakarta	2003
6.	S3	Ilmu Biomedis Universitas Indonesia	Jakarta	2009

C. Pendidikan Nonformal

No	Nama Kursus/Pelatihan	Tempat	Tahun
1.	Prajabatan	Lembaga Administrasi Negara, Indonesia	2000
2.	WHO Training Course on animal influenza surveillance and Diagnosis	Hokkaido University, Japan	2004

(Lanjutan)

No	Nama Kursus/Pelatihan	Tempat	Tahun
3.	Avian Influenza Diagnostic Training	BBLitvet dengan Hongkong University,	2005
4.	Workshop of avian influenza	SEPRL, Athens, Georgia, USA	2006
5.	Regional workshop for Laboratory staff members of HPAI diagnostic laboratories	OIE/NIAH-DLD, Bangkok Thailand	2007
6.	The Second symposium and workshop on carbohydrate Acting Enzymes Bioengineering “DNA microarray and Bioinformatics”	Universitas Indonesia, Jakarta	2007
7.	International Workshop on DNA Microarray and Real- Time PCR	Atmajaya University. Jakarta	2007
8	Avian Influenza workshop for Asian countries	Research Center for Zoonosis Control, Hokkaido University, Japan	2008
9	Sequencing and DNA analysis workshop	AAHL-Geelong, Australia	2008

(Lanjutan)

No	Nama Kursus/Pelatihan	Tempat	Tahun
10	Asia Pacific Biosafety Association (APBA) Conference)	Seoul, Korea Selatan	2010
11	Train of Trainer on Biosafety Practices	Singapore Polytechnic	2010
12	Expert Meeting on Highly Pathogenic Influenza Virus in Netherland, April 2012	Netherland	2013
13	H7N9 virus Training	Seisberdorf-Austria	2013
14	Workshop MERS Co-Virus	Colombo, Srilanka	2013
15	Workshop Avian Influenza H5N1 and H7N9	AVA- Singapore	2013
16	Training on Influenza virus analysis and bioinformatic	CDC Atlanta USA	2014
17	Multinational Influenza Seasonal Mortality Study Training Workshop	Jakarta, Indonesia supported by US-NIH	2014
18	The application Next Generation Sequencing data Analysis on Pathogens of Tropical Diseases	Eijkman Institute, Jakarta Indonesia supported by US-CDC	2015

(Lanjutan)

No	Nama Kursus/Pelatihan	Tempat	Tahun
19	Workshop on Multisectoral Frameworks: Promoting Prevention and Preparedness for Biological events	Asosiasi Biorisiko Indonesia	2017
20	Pelatihan Pemahaman Integrated Management System (Kaji Ulang Manajemen SNI ISO/IEC 17025: 2008)	BB litvet	2017
21	Bio-Weapon Training Course Satuan KBR Pasukan Gegana Korbrimob Polri	BB litvet	2018
22	Development of Framework for a National Agricultural Culture Collection in Indonesia	BB litvet	2018
23	Workshop on Emerging and Re- Emerging Zoonotic Diseases in Indonesia	BB litvet	2018

(Lanjutan)

No	Nama Kursus/Pelatihan	Tempat	Tahun
24	Workshop on Emerging and Re- Emerging Zoonotic Diseases in Indonesia	BB litvet	2018
25	Workshop on Emerging and Re- Emerging Zoonotic Diseases in Indonesia	BB litvet	2018
26	Bimbingan Teknisi Mendukung Kegiatan BASTP (Bogor Agroscience Techno Park) "Penanganan Kesulitan Melahirkan pada Sapi melalui bedah caesar"	BB litvet	2019
27	Bimbingan Teknisi Mendukung Kegiatan BASTP (Bogor Agroscience Techno Park) Teknologi Android Kesehatan Hewan	BB litvet	2019

(Lanjutan)

No	Nama Kursus/Pelatihan	Tempat	Tahun
28	Bimbingan Teknisi Mendukung Kegiatan BASTP (Bogor Agrosience Techno Park) "Pengendalian Penyakit pada Unggas dengan Vaksinasi"	BB litvet	2019
29	Bimbingan Teknis "Bionformatics for Animal Diseases Detection"	BB litvet	2019
30	Bimbingan Teknis "Practical Works on Bionformatics or Animal Diseases Detection"	BB litvet	2019
31	Bimbingan Teknis Bioterrorism pada Badan Intelijen Strategis (disingkat BAIS) TNI	BB litvet	2019
32	In house training Detection of Leptospirosis and Other Zoonotic Disease from Rats	BB litvet	2019

(Lanjutan)

No	Nama Kursus/Pelatihan	Tempat	Tahun
33	Kiat Menjadi Peneliti Sukses dan Tata cara Penulisan Karya Tulis Ilmiah dan tata cara penulisan KTI	BB litvet	2019
34	Bimtek Biorisiko Terkait Agen Biologis dan Toksin Pasukan gegana Korbrimob Polri	BB Litvet	2020
35	Training on African Swine Fever Virus detection using multiplex quantitative PCR (qPCR) and sequencing analysis	BB Litvet	2020
36	Pelatihan Kepemimpinan Nasional Tingkat II Angkatan XVII Tahun 2020	Lembaga Administrasi Negara dan Kementerian Pertanian	2020

D. Jabatan Struktural

No	Nama Jabatan/Eselon	Nama Instansi	Tahun
1.	Kepala Balai Besar Penelitian Veteriner	BB Litvet	2016-2022
2.	Plt. Kepala Balai Besar Litbang Pascapanen	Balai Besar Litbang Pascapanen	Februari-Mei 2019
3.	Plt. Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan	Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan	Juni-Juli 2020

E. Jabatan Fungsional

No	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1.	Ajun Peneliti Muda	01-08-2005
2.	Peneliti Muda	01-10-2005
3.	Peneliti Madya	01-09-2011
4.	Peneliti Utama IV/a	01-12-2015
5.	Peneliti Utama IV/b	01-02-2018
6.	Peneliti Utama IV/c	01-04-2020

F. Pangkat dan Golongan

No.	Pangkat	TMT	Golongan
1.	Penata Muda	01-04-2000	III/A
2.	Penata Muda Tingkat I	01-04-2003	III/B
3.	Penata	01-10-2006	III/C
4.	Penata Tingkat I	01-10-2011	III/D
5.	Pembina	01-10-2013	IV/A
6.	Pembina Tingkat I	01-04-2016	IV/B
7.	Pembina Utama Muda	01-04-2020	IV/C

G. Karya Tulis Ilmiah

No	Kualifikasi Penulis	Jumlah
1.	Penulis Tunggal	11
2.	Penulis Pertama	48
3.	Penulis Bersama Penulis Lainnya	71
Total		130

No	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1.	Karya Tulis dalam bahasa Inggris	32
2.	Karya Tulis dalam bahasa Indonesia	98
3.	Karya Tulis dalam bahasa lainnya	-
Total		130

H. Pembinaan Kader Ilmiah

No	Nama Perguruan Tinggi	Jumlah	Tahun
1.	Pembimbing/Penguji S1	13 mahasiswa	2005-2010
2.	Pembimbing/Penguji Profesi	10-15 mahasiswa	2010-2016
3.	Pembimbing/Penguji S2	4 mahasiswa	2010-sekarang
4.	Pembimbing/Penguji S3	5 mahasiswa	2011-sekarang

I. Editor/Mitra Bestari Majalah Ilmiah

No	Nama Majalah Ilmiah	Tahun
1.	Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner	2011-2013
2.	Jurnal Veteriner	2012-sekarang
3.	Jurnal Kedokteran Hewan	2012-sekarang
4.	Wartazoa	2013-2016
5.	Transboundary Animal Diseases	2019-sekarang
6.	PLoS ONE	2021-sekarang

J. Organisasi Profesi

No	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
1.	Anggota	Perhimpunan Dokter Hewan Indonesia	1997-sekarang
2.	Anggota	Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia	2000-sekarang
3.	Anggota	Himpunan Bioinformatika Indonesia	2004-sekarang
4.	Anggota	Asosiasi Dokter Hewan Perunggasan Indonesia	2016-sekarang
5.	Anggota	Himpunan Peneliti Indonesia	2018-sekarang

K. Tanda Penghargaan

No	Pejabat/Instansi yang memberikan	Nama/Jenis Penghargaan	Tahun
1.	Dekan FKH Unair	Mahasiswa Berprestasi Terbaik	1995
2.	Rektor Universitas Airlangga	Wisudawan Lulusan Terbaik	1996
3.	Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan RI	Lomba Karya Inovatif Produktif (LKIP) se Indonesia	1996
4.	Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan RI	Lomba Karya Inovatif Produktif (LKIP) se Indonesia	1997
5.	Universitas Gadjah Mada	Lulusan dengan predikat Cum Laude	2003

(Lanjutan)

No	Pejabat/Instansi yang memberikan	Nama/Jenis Penghargaan	Tahun
6.	Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan	Oetojo Award/ Peneliti Berpotensi Terbaik tahun 2005	2005
7.	Menteri Pertanian Republik Indonesia	Penelitian Terbaik dibidang Pertanian tahun 2006	2006
8.	Microbiology Indonesia Society	The 2 nd Best Paper Award 2009	2009
9.	Badan Litbang Pertanian	The Best Paper Award 2010	2010
10.	Kalbe Ristek Science Award, Kemenristek Dikti	Pemenang ke-3 sebagai Best Research	2014
11.	Presiden Republik Indonesia	Satyalancana Karya Satya X Tahun	2014
12.	Menteri Pertanian Republik Indonesia	Penelitian Inovatif Terbaik tahun 2015	2015
13.	Asosiasi Dokter Hewan Perunggasan Indonesia/PDHI	Penerima INPOVA AWARD 2017 (Poultry Health Scientist)	2017
14.	Asosiasi Dokter Hewan Perunggasan Indonesia/PDHI	Pemenang I Veterinary Poultry Scientist Award 2019	2019
15.	Presiden Republik Indonesia	Piagam Tanda Kehormatan Satyalancana Karya Satya XX tahun 2020	2020
16.	Menteri Pertanian RI	Peneliti Berprestasi di bidang Pertanian	2020

(Lanjutan)

No	Pejabat/Instansi yang memberikan	Nama/Jenis Penghargaan	Tahun
17.	Kementerian Riset dan Teknologi / Badan Riset dan Inovasi Nasional	Penghargaan artikel ilmiah berkualitas tinggi bidang Kesehatan dan obat tahun 2020 dengan judul artikel ilmiah <i>“Genetic diversity of the H5N1 viruses in live bird markets, Indonesia”</i>	2020
18.	Kementerian Riset dan Teknologi / Badan Riset dan Inovasi Nasional	Penghargaan artikel ilmiah berkualitas tinggi bidang Kesehatan dan obat tahun 2020 dengan judul artikel ilmiah <i>“Vaccine Efficacy on the Novel Reassortant H9N2 Virus in Indonesia”</i>	2020
19.	LAN-Kementerian Pertanian	Prestasi Istimewa Peringkat III Pelatihan Kepemimpinan Nasional Tingkat II Angkatan XVII Tahun 2020	2020
20.	Kementerian Riset dan Teknologi / Badan Riset dan Inovasi Nasional	Penghargaan/Anugerah Hak Kekayaan Intelektual Produktif Tahun 2020	2020

L. Kekayaan Intelektual

No	Judul Paten/Pendaftaran Paten/Hak Cipta	Nomor Paten	Lisensi
1.	Vaksin Bivalen Avian influenza (AI) Subtipe H5N1 dari Strain Virus A/chicken/West Java/PWT-WIJ/2017 dan Strain Virus A/Muscovy duck/BR7/2013	IDP000051092	PT. Caprifarmindo
2.	Rahasia Dagang Vaksin ND GTT GVII		PT. Caprifarmindo
3.	Vaksin Kombinasi HPAI dan LPAI	IDP000056903	PT. Caprifarmindo PUSVETMA
4.	Vaksin Inaktif Kombinasi Newcastle Disease dan Infectious Bronchitis Isolat Lokal	P00202004953 (Pendaftaran)	
5.	Komposisi Herbal Topikal Minyak Atsiri untuk Mencegah Infeksi dan Membunuh Virus Influenza dan Corona	P00202004156 (Pendaftaran)	
6.	Formula Aromatik Antivirus Berbasis Minyak Eucalyptus	P00202003578 (Pendaftaran)	PT Eagle Indo Pharma

(Lanjutan)

No	Judul Paten/Pendaftaran Paten/Hak Cipta	Nomor Paten	Lisensi
7.	Kit Elisa untuk Mendeteksi Antibodi terhadap Nucleoprotein Virus SARS CoV-2	P00202101088 (Pendaftaran)	PT Biotis Pharmaceuticals Indonesia
8.	Ramuan inhaler antivirus berbasis eucalyptus dan proses pembuatannya	[P00202003574] (Pendaftaran)	PT Eagle Indo Pharma
9	Ramuan serbuk nanoenkapsulat antivirus berbasis eucalyptus	[P00202003580] (Pendaftaran)	PT Eagle Indo Pharma
10	Komposisi Herbal Minyak Atsiri Untuk Mencegah dan Membunuh Virus AI Subtipe H5N1 dan Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2	[P00202103501] (Pendaftaran)	PT Eagle Indo Pharma
11	Hak Cipta Sistem Aplikasi Kesehatan Unggas (AKU VET) BB Litvet Berbasis Android	EC00202201593	

INOVASI TEKNOLOGI VETERINER BERBASIS BIOLOGI MOLEKULER UNTUK MENDUKUNG PENGENDALIAN PENYAKIT AVIAN INFLUENZA DI INDONESIA

Penyakit avian influenza (AI) merupakan penyakit zoonosis yang menimbulkan kerugian ekonomi dan ancaman kesehatan yang serius terhadap hewan dan manusia. Transmisi virus AI ke manusia dapat terjadi akibat paparan langsung atau tidak langsung dengan unggas terinfeksi. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengendalian penyakit sedini mungkin untuk mencegah potensi masuknya virus AI pada populasi hewan dan manusia. Virus AI yang mudah bermutasi mengakibatkan perkembangan virus AI yang sangat dinamis membutuhkan kebaruan teknologi termasuk teknologi veteriner berbasis biologi molekuler yang selanjutnya disebut ITVBM-AI untuk keakuratan dalam diagnosa dan mengetahui karakter virus yang bersirkulasi termasuk jenis obat dan vaksin yang digunakan. Banyaknya subtipe, *strain* dan varian virus AI yang bersirkulasi di alam mengakibatkan sulitnya memprediksi mutasi virus yang mengarah pada potensi kejadian pandemi.

Pengembangan ITVBM-AI dapat mendiagnosa dengan lebih baik dan mampu mengkarakterisasi mutasi virus, serta memprediksi keganasan virus. Upaya ini dilakukan sebagai *early warning system* menghadapi pandemi AI yang mungkin terjadi. Pemanfaatan ITVBM-AI berupa teknologi vaksin telah dilisensi oleh perusahaan vaksin nasional dan didistribusikan ke seluruh wilayah Indonesia mendukung keberhasilan dalam menekan terjadinya wabah AI dan diharapkan menjadi masukan bagi pengambilan kebijakan dalam pengendalian penyakit avian influenza yang lebih baik.



Sekretariat Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jl. Ragunan No. 29 Pasar Minggu, Jakarta 12540
Telp. : 62 21 7806202, Faks. 62 21 7800644
E-mail: iaardpress@litbang.pertanian.go.id

ISBN 978-602-344-316-1



9 786023 443161