

**PENGARUH DOSIS VAKSIN *NEWCASTLE DISEASE* INAKTIF PADA
ITIK BETINA TERHADAP JUMLAH SEL DARAH PUTIH DAN TITER
ANTIBODI**

(Skripsi)

Oleh

Luthfi Pratama



**JURUSAN PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

PENGARUH DOSIS VAKSIN *NEWCASTLE DISEASE* INAKTIF PADA ITIK BETINA TERHADAP JUMLAH SEL DARAH PUTIH DAN TITER ANTIBODI

Oleh

Luthfi Pratama

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: 1) pengaruh dosis vaksin ND terhadap jumlah sel darah putih yang dihasilkan pada itik betina; 2) pengaruh dosis vaksin ND terhadap besarnya titer antibodi yang dihasilkan pada itik betina.

Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2015 sampai Januari 2016, bertempat di Desa Sabah Balau, Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan. Analisis sel darah putih (SDP) dilaksanakan di Balai Veteriner Lampung, sedangkan jumlah titer antibodi dilaksanakan di PT. Vaksindo, Jakarta.

Rancangan percobaan yang digunakan di dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap dengan 3 kali ulangan dan 6 perlakuan (P0: aquades 0,5 ml, P1: vaksin ND inaktif 0,1 ml, P2: vaksin ND inaktif 0,2 ml, P3: vaksin ND inaktif 0,3 ml, P4: vaksin ND inaktif 0,4 ml, P5: vaksin ND inaktif 0,5 ml). Perlakuan diberikan pada itik betina umur 5 hari dengan jenis vaksin *Newcastle Disease* (ND) inaktif. Sel darah putih diuji menggunakan uji *WBC* sedangkan titer antibodi diuji menggunakan *HI test*. Data hasil pengamatan dianalisis dengan sidik ragam pada taraf nyata 5% dan akan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada sel darah putih karena nilai analisis ragam menunjukkan hasil yang nyata. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian dosis vaksin ND inaktif berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap jumlah sel darah putih, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap ($P > 0,05$) titer antibodi yang dihasilkan.

Kata kunci: itik betina, sel darah putih dan titer antibodi, vaksin ND inaktif.

ABSTRACT

THE EFFECT OF INACTIVATED NEWCASTLE DISEASE VACCINE DOSES IN FEMALE DUCK AGAINST THE NUMBER OF WHITE BLOOD CELLS AND ANTIBODY TITERS

By

Luthfi Pratama

This study are determines to: 1) the effect of ND vaccine dose against the number of white blood cells produced in the female ducks; 2) the effect of ND vaccine doses to the amount of antibody titers produced in the female ducks. This research was conducted in December 2015 until January 2016, located in the Sabah Balau, District of Tanjung Bintang, South Lampung regency. Analysis of white blood cells (WBC) conducted in the Central Veterinary of Lampung, while the number of antibody titer was conducted in PT. Vaksindo, Jakarta

The experimental design used in this study is completely randomized design with three replications and 6 treatments (P0: injected 0.5 ml of distilled water, P1: 0.1 ml of ND inactivated vaccine doses, P2: 0.2 ml of ND inactivated vaccine doses, P3: 0.3 ml of ND inactivated vaccine doses, P4: 0.4 ml of ND inactivated vaccine doses, P5: 0.5 ml of ND inactivated vaccine doses). The treatment given to 5 days old female ducks with inactivated ND vaccine. White blood cells are tested using the WBC test while antibody titers were tested using the HI test. The data result were analyzed by ANOVA at 5% significance level and will be continued by Least Significant Difference (LSD) in white blood cells because the value of analysis of variance showed tangible results. The results of this study showed that giving of inactivated ND vaccine doses significantly ($P < 0.05$) to the number of white blood cells, but did not significantly affect ($P > 0.05$) titer of antibodies.

Keywords: female ducks, inactivated ND vaccine, white blood cells and antibody titer

**PENGARUH DOSIS VAKSIN *NEWCASTLE DISEASE* INAKTIF PADA
ITIK BETINA TERHADAP JUMLAH SEL DARAH PUTIH DAN TITER
ANTIBODI**

Oleh

LUTHFI PRATAMA

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA PETERNAKAN

Pada

**Jurusan Peternakan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi

: PENGARUH DOSIS VAKSIN *NEWCASTLE DISEASE* INAKTIF PADA ITIK BETINA TERHADAP JUMLAH SEL DARAH PUTIH DAN TITER ANTIBODI

Nama Mahasiswa

: Luthfi Pratama

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1214141049

Jurusan

: Peternakan

Fakultas

: Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

drh. Purnama Edy Santosa, M.Si.
NIP 19700324 199703 1 005

Siswanto, S.Pt., M.Si.
NIP 19970423 200912 1 002

2. Ketua Jurusan Peternakan

Sri Suharyati, S.Pt., M.P.
NIP 19680728 199402 2 002

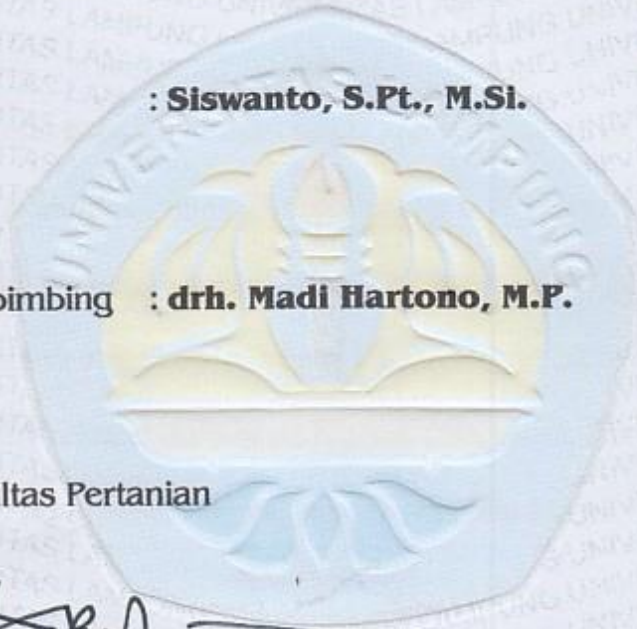
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : drh. Purnama Edy Santosa, M.Si.

Sekretaris : Siswanto, S.Pt., M.Si.

**Penguji
Bukan Pembimbing : drh. Madi Hartono, M.P.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP.19611020 198603 1 002**

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 28 Juni 2016

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Luthfi Pratama, lahir di Kota Metro pada 21 Agustus 1994. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, putra pasangan Bapak Muklasin dan Ibu Sugiartini.

Penulis menyelesaikan pendidikan taman kanak-kanak di TK Kemala Bhayangkari Kota Metro (2000), sekolah dasar di SD Negeri 5 Kota Metro (2000-2006), sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Kota Metro (2006--2009), sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Kota Metro (2009--2012). Pada 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Peternakan FP Unila dan terdaftar sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Peternakan FP Unila (2014--2015). Aktif juga sebagai asisten dosen dalam mata Ilmu Kesehatan Ternak pada 2016. Penulis melaksanakan Praktek Umum di CV. Milkindo Berka Abadi pada Juli--Agustus 2015. Selanjutnya penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Tematik di Pekon Sinar Banten, Kecamatan Ulubelu, Kabupaten Tanggamus pada Januari--Maret 2016.

PERSEMBAHAN

*Alhamdulillahilahi bil`alamin... Alhamdulillahilahi bil`alamin...
sungguh bahagia, sebuah keberhasilan sederhana yang kau
hadiahkan padaku ya Rabb, bahkan bibir ini hanya dapat
bergumam mengucapkan syukur selalu pada-Mu ya Allah
alhamdulillahilahi bil`alamin...*

*Lantunan doa dalam setiap nafas dan sujudmu, zikir yang
terucap hanya untuk mengiringi langkahku, dan kasih
sayang hangat darimu orang tuaku. Akhirnya aku sampai
pada titik ini, ku persembahkan lembaran-lembaran
sederhana ini untukmu Ibu dan Bapak. Terimakasih
ketulusanmu Ibu.. terimakasih kegagahanmu Bapak, beliau
dua insan yang selalu sabar dan tersenyum tulus
menanggapi kelalaian dan kenakalanku.*

*Teruntuk adikku (Luthfiyah Dwiana) dan Fadila Shafira
yang setia menunggu dan menemaniku selama perjalanan
langkah mengejar gelar sarjana, yang tak sabar menunggu
karya sederhana ini tercetak rapi didepan mataku.*

*Sahabat-sahabatku terkasih, indahnyanya hari tak lengkap
tanpa hadirnya kalian... kasih sayang, canda tawa,
kelucuan, dan kebersamaan adalah momen yang berarti dan
kuyakini pasti merindu saat kelak jarak menjadi pemisah,
waktu menjadi sempit, dan kesibukan menjadi lupa. Tapi
semua bukan penghambat untuk berjumpa.
Sahabatku...selamat melanjutkan langkah, selamat berjumpa
di pintu kesuksesan dalam senyum yang lebih indah.*

ALMAMATER TERCINTA

UNILA

MOTTO

Hidup adalah sebuah pilihan, jika kalian sudah memilihnya, jalani!

(Luthfi Pratama)

Sesungguhnya allah tidak merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri

mereka sendiri

(Qs. Ar-ra'd : 11)

Jadilah dirimu sebagaimana yang kau inginkan

(Luthfi Pratama)

Belajarlah dari masa lalu, hidupilah di masa sekarang dan

rencanakan untuk hari esok

(Luthfi Pratama)

SANWACANA

Bismilahirrohmanirohim puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya maka penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Dosis Vaksin *Newcastle Disease* Inaktif pada Itik Betina Terhadap Jumlah Sel Darah Putih (SDP) Dan Titer Antibodi”.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan saran dari berbagai pihak, sehingga dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si. Selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Ibu Sri Suharyati, S.Pt. M.P. Selaku Ketua Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, atas persetujuan, bimbingan, dan ilmu yang diberikan kepada penulis;
3. Bapak drh. Purnama Edy santosa, M.Si. Selaku dosen pembimbing utama, atas ketersediaan waktu, arahan, bimbingan, saran, nasehat, dan ilmu yang diberikan kepada penulis selama ini;
4. Bapak Siswanto, S.Pt. M.Si. Selaku dosen pembimbing anggota, atas bimbingan, arahan, saran, kritik, dan ilmu yang diberikan kepada penulis selama masa studi dan penulisan skripsi;

5. Bapak drh. Madi Hartono, M. P. Selaku dosen penguji penulis, atas ketersediaan waktu, kritik yang membangun, kemudahan, ilmu, dan saran yang menyempurnakan tulisan ini;
6. Bapak Dr. Ir. Farida Fathul, M.Sc. Selaku dosen pembimbing akademik, atas ketersediaan waktu, arahan, bimbingan, saran, nasehat, dan ilmu yang diberikan kepada penulis selama ini;
7. Bapak dan ibu dosen serta staf Jurusan Peternakan, Universitas Lampung, atas ilmu yang diberikan kepada penulis yang akan menjadi bekal dan pengalaman berharga bagi penulis. Terimakasih banyak;
8. Bapak Muzayat, atas persetujuan, fasilitas, bimbingan, dan arahan yang diberikan kepada penulis selama melaksanakan penelitian;
9. Bapak, ibu dan keluarga tercinta yang dengan sepenuh hati memberikan cinta, arahan, doa yang tak henti, motivasi baik moril maupun materil, semangat, kesabaran, perhatian, dan nasehat yang sangat berharga bagi penulis;
10. Sahabat-sahabatku tersayang dari SD, SMP, dan SMA. Atas dukungan, yang selalu memotivasi untuk menjadi lebih baik, dan memberikan semangat dan bantuan selama ini;
11. Rusmiyanto, Eva dan Winddi, sahabat perjuangan selama penelitian, atas kerja sama, semangat, kesabaran, kasih sayang, persaudaraan, perhatian, saran, motivasi, dan bantuan yang diberikan selama ini;
12. Fadila Shafira, Winny, Puput, Denti, Nisa, Supran, Adit, Finsha, dan Rian, atas semangat, motivasi, perhatian, kasih sayang, dan bantuan yang diberikan selama ini;

13. Sahabat-sahabatku tersayang Fadhil, Bayu, Riawan, Gusti, Imam, Ben, Jaka, Quanta, Roni, Apri, Pau, Ambi, serta seluruh sahabat PTK 2012 yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas kebersamaan, canda tawa, kelucuan, *support*, persaudaraan, saran, motivasi, kebahagiaan, dan bantuan yang diberikan selama ini. Semuanya terimakasih banyak untuk pengalaman diperjalanan kuliah selama ini;

14. Kakak dan adik tingkat Jurusan Peternakan, Universitas Lampung, atas saran, motivasi, bantuan, kebersamaan, dan persaudaraan yang diberikan.

Semoga semua bantuan dan jasa baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat pahala dari Allah SWT. Penulis berharap semoga skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kita semua.

Bandar lampung, April 2016

Penulis,

Luthfi Pratama

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang dan Masalah.....	1
B. Tujuan Penelitian	3
C. Manfaat Penelitian	3
D. Kerangka Pemikiran.....	4
E. Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Gambaran Umum Ternak Itik	6
B. <i>Newcatle Desease</i> (ND).....	7
1. Sejarah penyebaran penyakit	7
2. Etiologi.....	8
3. Sifat-sifat virus ND	9
4. Gejala klinis	10
5. Cara penularan	11
6. Penanggulangan penyakit	12
C. Vaksin dan Vaksinasi.....	13
D. Sistem Kekebalan Tubuh pada Itik dan Titer Antibodi	15

E. Sel Darah Putih (SDP)	20
1. Limfosit	21
2. Monosit	22
3. Eosinofil	23
4. Heterofil	24
III. BAHAN DAN METODE	26
A. Waktu dan Tempat	26
B. Alat dan Bahan.....	26
C. Rancangan Penelitian.....	27
D. Analisis Data	27
E. Prosedur Penelitian	28
F. Peubah yang Diamati	29
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	31
A. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Sel Darah Putih.....	31
B. Pengaruh Perlakuan Terhadap Titer Antibodi yang dihasilkan.....	35
V. SIMPULAN DAN SARAN	38
A. Simpulan	38
B. Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tata letak percobaan	27
2. Data hasil penelitian sel darah putih pada itik betina.....	31
3. Data hasil penelitian uji <i>hi</i> titer antibodi nd pada itik betina	35
4. Analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap sel darah putih.....	46
5. Uji BNT.....	46
6. Analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap titer antibodi.....	48
7. Hasil pemeriksaan jumlah sel darah putih pada itik betina.....	49
8. Hasil pemeriksaan titer antibodi pada itik betina	49

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang dan Masalah

Indonesia merupakan salah satu negara yang jumlah penduduknya terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Peningkatan jumlah penduduk tersebut diimbangi dengan meningkatnya permintaan bahan pangan yang memiliki nilai gizi yang baik. Bahan pangan yang bergizi baik berasal dari produk hewani dan nabati. Salah satu contoh bahan pangan yang berasal dari produk hewani adalah telur. Telur berasal dari ternak unggas. Ternak unggas yang dapat menghasilkan telur salah satunya adalah itik betina. Jenis itik yang biasanya ditanakkan di Indonesia untuk dimanfaatkan telurnya adalah itik Mojosari.

Itik adalah ternak yang dimanfaatkan telur, daging, serta bulunya. Pemeliharaan itik di Indonesia umumnya masih secara tradisional sehingga produksinya rendah. Itik dapat berkembang biak, bertelur, mencari makan, dan mengerami telurnya sendiri tanpa dikontrol oleh pemiliknya, oleh sebab itu sistem pemeliharaan itik masih tergolong sederhana. Sistem pemeliharaan yang masih tradisional dan sederhana ini menyebabkan itik sangat rentan terkena berbagai macam penyakit. Salah satu jenis penyakit viral yang menular dan sangat merugikan bagi peternak unggas adalah *Newcastle Disease* (ND). Penyakit ini sangat berbahaya dan sewaktu-waktu dapat menyerang ternak unggas. ND merupakan masalah besar bagi dunia peternakan karena penyakit ini dapat menimbulkan angka kematian

yang sangat tinggi mencapai 100% dan waktu penyebarannya yang sangat cepat (Tabbu, 2000), oleh karena itu kasus ND merupakan ancaman serius bagi industri peternakan di Indonesia (Tabbu, 2000; Santhia, 2003). Pencegahan penyakit virus yang efektif pada hewan adalah menjalankan program manajemen yang baik berupa program vaksinasi.

Vaksinasi merupakan usaha yang paling efektif untuk melindungi unggas pada berbagai tingkat umur terhadap penyakit *Newcastle Disease*. Beberapa faktor penting yang harus diperhatikan dalam vaksinasi adalah metode vaksin, jadwal vaksin, waktu pemberian vaksinasi, cara penyimpanan vaksin, jenis kelamin, dosis vaksin (Yudhie, 2010), serta status imunologi ternak (Arzey, 2007). Dosis vaksin sangat berpengaruh terhadap kekebalan tubuh itik terhadap serangan penyakit.

Roy *et al.* (2000) telah membuktikan dengan melakukan vaksinasi terhadap ayam yang berumur 59 hari dengan vaksin ND, kemudian terhadap kelompok ayam tersebut ditantang (*Challenge*) dengan virus ND galur ganas asal itik. Hasil program vaksinasi tersebut menunjukkan bahwa vaksin ND protektif 100%. Sementara itu, pada kelompok ayam yang tidak divaksin, tidak satupun yang masih hidup setelah ditantang. Dengan demikian, program vaksinasi sangatlah efektif untuk pencegahan penyakit tetelo yang disebabkan oleh virus ND asal itik.

Itik dan ayam termasuk dalam ternak unggas, oleh sebab itu pemberian dosis vaksin pada itik diasumsikan sama dengan ayam. Menurut PT. Mitrakultiva

Utama (2016), bahwa pemberian dosis vaksin ND untuk DOC (*Day Old Chicken*) atau ayam muda sebanyak 0,2 ml/ekor sedangkan untuk ayam dewasa sebanyak 0,5 ml/ekor, sehingga pada penelitian ini digunakan dosis vaksin ND berkisar antara 0,1 -- 0,5 ml/ekor.

Pemberian dosis vaksin ND yang tepat untuk itik sampai saat ini belum diketahui. Oleh sebab itu, pada penelitian ini akan diteliti mengenai pengaruh dosis vaksin ND terhadap jumlah SDP dan titer antibodi yang dihasilkan pada itik betina.

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis vaksin ND inaktif terhadap jumlah SDP dan titer antibodi yang dihasilkan pada itik betina.

C. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada peternak mengenai jumlah dosis vaksin ND inaktif terhadap jumlah SDP dan titer antibodi yang dihasilkan pada itik betina.

D. Kerangka Pemikiran

Tatalaksana kesehatan menjadi salah satu hal yang penting dalam sistem pemeliharaan unggas, khususnya itik. Tatalaksana kesehatan pada pemeliharaan itik bertujuan untuk mencegah terjadinya wabah penyakit yang dapat menyerang itik tersebut dan menekan angka kematian. Salah satu contoh tatalaksana kesehatan adalah pencegahan penyakit. Pencegahan penyakit antara lain adalah vaksinasi. Vaksinasi dibutuhkan dalam pencegahan penyakit karena akan melindungi gejala klinis dan mortalitas yang disebabkan oleh virus. Salah satu jenis penyakit viral yang menular dan sangat merugikan bagi peternak unggas adalah ND.

Vaksinasi adalah suatu tindakan dimana hewan dengan sengaja diberi agen penyakit (antigen) yang telah dilemahkan. Respon dari tubuh terhadap antigen yang tidak dikenali ini membuat tubuh ternak menghasilkan jenis sel darah putih, *limfosit*, sel--sel *limfosit* ini dipacu untuk memproduksi antibodi melawan antigen yang ada (Wordpress, 2010). Gambaran sel darah putih dari seekor ternak dapat dijadikan sebagai salah satu indikator terhadap penyimpangan fungsi organ atau infeksi agen infeksius, dan benda asing serta untuk menunjang diagnosa klinis (Frandsen, 1992). Peningkatan jumlah sel darah putih dalam sirkulasi darah dapat diartikan sebagai hadirnya agen penyakit, peradangan, penyakit autoimun atau reaksi alergi, untuk itu perlu diketahui gambaran normal *leukosit* pada setiap individu (Nordenson, 2002).

Monitoring keberhasilan vaksinasi dapat dilakukan melalui uji laboratorium dengan menghitung titer antibodi yang terbentuk setelah dilakukan vaksinasi. Tingkat keseragaman yang baik dari pembentukan antibodi sangat berperan dalam menentukan tingkat perlindungan terhadap suatu penyakit sehingga kondisi tersebut memungkinkan unggas untuk terserang virus (Aryoputranto, 2011). Titer antibodi yang tinggi menunjukkan bahwa antibodi di dalam tubuh itik dapat melindungi itik dari virus, sebaliknya jika titer antibodi rendah maka antibodi di dalam tubuh itik tidak dapat melindungi tubuh itik dari infeksi virus.

Dengan diketahuinya dosis vaksin yang tepat diharapkan dapat meningkatkan kekebalan tubuh yang optimal pada itik betina. Penelitian yang mengkaji tentang pengaruh dosis vaksin ND terhadap jumlah SDP dan titer antibodi yang dihasilkan pada itik betina diharapkan dapat menyelesaikan masalah penyakit ND dan program pencegahan penyakit dapat berjalan dengan baik.

E. Hipotesis

Terdapat pengaruh dosis vaksin ND inaktif terhadap jumlah SDP dan titer antibodi yang dihasilkan pada itik betina.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Gambaran Umum Ternak Itik

Itik dikenal juga dengan istilah bebek (bahasa Jawa). Nenek moyangnya berasal dari Amerika Utara merupakan itik liar (*Anas moscha*) atau *Wild mallard*. Terus menerus dijinakkan oleh manusia hingga jadilah itik yang diperlihara sekarang yang disebut *Anas domesticus* (itik ternak). Itik merupakan unggas air yang cenderung mengarah pada produksi telur, dengan ciri-ciri umum : tubuh ramping, berdiri hampir tegak seperti botol dan lincah (Rasyaf, 2002). Menurut Windhyarti (2002), hampir seluruh itik asli Indonesia adalah itik tipe petelur. Itik Indian Runner (*Anas javanica*) disebut juga itik jawa karena banyak tersebar dan berkembang di daerah Pulau Jawa. Itik ini mempunyai beberapa nama sesuai dengan nama daerah itik tersebut berkembang, seperti itik tegal, itik mojosari dan itik karawang.

Itik Mojosari merupakan salah satu itik hibrida unggulan. Nama Mojosari diambil dari nama daerahnya, yakni di Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur. Itik Mojosari sangat populer karena menjadi komoditas utama peternak itik. Meski bertubuh lebih kecil, itik Mojosari memiliki telur yang lebih besar dan berwarna lebih hijau. Dalam setahun, 1 itik Mojosari betina dapat bertelur 200 butir/ekornya.

Secara umum, kenampakan fisik itik Mojosari tidak jauh beda dengan itik Tegal. Tetapi, warna bulunya cenderung kemerahan. Bulu ini memiliki campuran warna coklat dan putih. Perawatan itik Mojosari akan lebih maksimal pada kandang tanpa air. Dengan kandang ini, jumlah produksi telurnya bisa mencapai 260 butir/tahun/ekor. Itik Mojosari mulai produktif di usia 6 atau 7 bulan.

Itik mojosari termasuk dalam itik petelur terbaik dengan ciri-ciri :

1. warna bulu kemerahan variasi coklat kehitaman;
2. warna paruh dan kaki hitam;
3. pada itik jantan ada 1-2 bulu ekor yang melengkung ke atas dengan warna paruh dan kakinya lebih hitam dibandingkan dengan itik betina;
4. berat badan itik dewasa rata-rata 1,7 kg.

Itik Mojosari adalah itik petelur yang sering dibudidayakan oleh para petani karena produksi telurnya banyak. Budidaya itik ini menguntungkan karena mudah dalam pemasaran dengan telurnya besar dengan rasa telur enak. Produksi telur pertahun rata-rata 230-250 butir (Amiulfia, 2015).

B. *Newcastle Disease* (ND)

1. Sejarah penyebaran penyakit

Newcastle disease (ND) pertama kali diidentifikasi dan dilaporkan pada tahun 1926 oleh Professor Kraneveld yang bekerja di laboratorium yang sekarang dikenal sebagai Balai Besar Penelitian Veteriner (Balitvet) di Bogor, Jawa Barat, Indonesia. Kemudian pada tahun 1927 di Inggris terjadi wabah penyakit yang

ganas pada unggas di daerah Newcastle, Upon Tyne yang diidentifikasi oleh Doyle. Karena pada saat itu kejadian wabah tersebut belum diketahui penyebabnya, maka oleh pelapor penyakit tersebut disebut sebagai *Newcastle Disease*, sesuai dengan tempat pertama kali ditemukannya.

Newcastle disease di Indonesia dikenal sebagai penyakit tetelo. Penyakit ini telah menyebar ke berbagai daerah, baik di Jawa maupun diluar Jawa. Serangan ND umumnya mulai meningkat pada awal musim hujan dan mencapai puncaknya pada pertengahan musim tersebut, serta wabah biasanya terjadi pada saat peralihan dari musim hujan ke musim kemarau (Darminto, 1992).

2. Etiologi

Newcastle disease adalah penyakit yang sangat menular dengan angka kematian tinggi yang disebabkan oleh virus *Avian paramyxovirus* serotype 1 (AMPV-1) sampai serotype 9 (AMPV-9), genus *paramyxovirus* dengan famili *paramyxoviridae* (Alexander, 2000). Virus ini merupakan virus RNA yang mempunyai genom single stranded (SS) dengan polaritas negatif. *Paramixovirus* berbentuk sangat pleomorfik, antara bentuk membulat sampai filamen serta berdiameter 100 sampai 150 nm. Nukleokapsid bersimetri heliks dan dikelilingi oleh amplop yang berasal dari membran permukaan sel. Pada amplop tersebut menempel spike glikoprotein hemagglutinin yang mempunyai peran dalam hemaglutinasi eritrosit dan proses elusi. Hemagglutinin berikatan secara spesifik dengan reseptor asam sialat yang terdapat pada membran plasma sel darah merah unggas (Michael, 2012).

Virus ND berdasarkan patogenesisnya dibagi menjadi 4 galur, yaitu (1) galur *velogenik* yang menimbulkan penyakit dengan gejala klinis parah dan mortalitas tinggi; (2) galur *mesogenik*, tingkat keganasannya sedang dan mortalitas rendah; (3) galur *lentogenik* merupakan galur yang menimbulkan penyakit ringan dan tidak menimbulkan kematian (Allan *et al.* 1978). Ditambahkan oleh Cross (1988), serta (4) galur *enterik asimtomatik* yang sama sekali tidak menimbulkan sakit seperti galur *V4* dan *Ulster 2C*

3. Sifat-sifat virus ND

Sifat virus ND antara lain menggumpalkan butir darah merah, di bawah sinar ultraviolet akan mati dalam dua detik, mudah mati dalam keadaan sekitar yang tidak stabil dan rentan terhadap zat-zat kimia, seperti: kaporit, besi, klor, dan lain-lain. Desinfektan yang peka untuk ND, antara lain NaOH 2%, formalin (1--2%), Phenol-lisol 3%, alkohol 95 dan 70%, fumigasi dengan Kalium permanganat (PK) 1 : 5000. Aktivitas ND akan hilang pada suhu 100°C selama satu menit, pada suhu 56°C akan mati selama lima menit sampai lima jam, pada suhu 37°C selama berbulan-bulan. Virus ND stabil pada pH 3 sampai dengan 11 (Kingston dan Dharsana, 1979).

Masa inkubasi penyakit ND adalah 2--15 hari, dengan rata-rata 6 hari. Unggas yang tertular virus ND akan mulai mengeluarkan virus melalui alat pernapasan antara 1 sampai dengan 2 hari setelah infeksi. Infeksi oleh virus ND di alam yang tidak menyebabkan kematian akan menimbulkan kekebalan selama 6--12 bulan, demikian juga halnya kekebalan yang diperoleh dari vaksinasi (Rahayu, 2010).

4. Gejala klinis

Gejala klinis penyakit ND tergantung dari tingkat virulensi dari virus, infeksi virus galur velogenik dapat menimbulkan gejala gangguan pernapasan seperti sesak napas, ngorok, bersin serta gangguan syaraf seperti kelumpuhan sebagian atau total, tortikolis, serta depresi. Tanda lainnya adalah adanya pembengkakan jaringan di daerah sekitar mata dan leher. Infeksi virus galur mesogenik menimbulkan gejala klinis seperti gangguan pernapasan yaitu sesak napas, batuk, dan bersin. Infeksi virus galur lentogenik menunjukkan gejala ringan seperti penurunan produksi telur dan tidak terjadinya gangguan syaraf pada unggas terinfeksi. Morbiditas dan mortalitas tergantung pada tingkat virulensi dari galur virus, tingkat kekebalan vaksin, kondisi lingkungan, dan kepadatan di dalam kandang (Office International Epizootic, 2002).

Berdasarkan gejala klinik yang timbul pada unggas, ND dibagi atas 5 bentuk yaitu *Doyle*, *Beach*, *Beaudette*, *Hitchner*, dan *entrik asimtomatik* (Tabbu, 2000):

- a. Bentuk *Doyle* ditandai oleh adanya infeksi yang bersifat akut dan fatal pada unggas semua umur. Bentuk ini bersifat adanya gangguan pencernaan akibat perdarahan dan nekrosis pada saluran pencernaan sehingga dikenal dengan nama ND *velogenik-visetropik* (VVND).
- b. Bentuk *Beach* ditandai oleh adanya infeksi yang bersifat akut dan kerap kali bersifat fatal pada unggas semua umur. Bentuk ini bersifat adanya gejala gangguan pernapasan dan saraf sehingga disebut ND *velogenik neutropik*.
- c. Bentuk *Beaudette* merupakan suatu bentuk ND *velogenik neutrotropik* yang kurang patogenik dan biasanya kematian hanya ditemukan pada unggas muda.

Virus ND penyebab infeksi pada bentuk ini tergolong *tipepatologik mesogenik* dan dapat dipakai sebagai vaksin aktif untuk vaksinasi ulangan ND.

- d. Bentuk *Hitchner* ditandai oleh adanya infeksi pernapasan yang ringan atau tidak tampak, yang ditimbulkan oleh virus dengan tipe *patologik lentogenik*, yang biasanya digunakan sebagai vaksin aktif.
- e. Bentuk *entrik asimptomatik* merupakan infeksi pada usus, yang ditimbulkan oleh virus ND tipe *lentogenik*. Bentuk ini tidak menimbulkan suatu gejala penyakit tertentu.

5. Cara penularan

Virus ND merupakan penyakit viral yang menular dan merupakan salah satu penyakit yang paling penting di dunia. Penyakit ini ditularkan melalui sekresi, terutama feses dari burung yang terinfeksi serta penularan juga dapat terjadi melalui pakan dan air minum yang terkontaminasi (Center for Food Security and Public Health, 2008). Adanya infeksi virus ND di lingkungan kandang atau karena pengaruh *shading* virus yang berasal dari urine dan feses menyebabkan itik yang terinfeksi dapat mengekskresikan virus ND melalui feses dan urine sehingga menyebar ke lingkungan (Srigandono, 1997).

Penyakit dapat ditularkan secara horizontal dan vertikal. Penularan horizontal melalui kontak langsung dengan unggas sakit atau reservoir dan tidak langsung melalui peralatan atau bahan tercemar virus ND. Penularan vertikal sangat mungkin terjadi karena virus ND pernah diisolasi dari isi telur yang berasal dari telur-telur ayam tertular. Telur-telur tercemar selanjutnya dapat menularkan virus

pada telur-telur lainnya di dalam mesin tetas (Lancaster, 1979). Kondisi *litter* bercampur ekskreta yang mengakibatkan lembab dan basah, membuat itik terkena infeksi bibit penyakit pada saat di kandang. *Litter* yang bercampur dengan ekskreta sangat ideal untuk berkembangnya bakteri patogen, sehingga kemungkinan besar unggas terinfeksi oleh bakteri (Winters, 2004).

Penularan virus penyebab penyakit ND dapat melalui udara, kontak dengan ayam penderita virus yang mencemari makanan, air minum, dan peralatan kandang. Penyebaran virus ini sangat cepat, baik dari unggas ke unggas maupun dari kandang ke kandang. Unggas yang menderita penyakit ini akan akan menghasilkan telur yang mengandung virus ND, sehingga telur yang mengandung virus tersebut tidak akan menetas. Dua hari setelah virus menginfeksi unggas, unggas sudah menjadi sumber penyakit yang siap menebar pada kelompoknya, dan dari kandang ke kandang lain (Murtidjo, 1992).

6. Penanggulangan penyakit

Vaksinasi merupakan usaha yang paling efektif untuk melindungi unggas pada berbagai tingkat umur terhadap penyakit ND. Keberhasilan vaksinasi dipengaruhi oleh kualitas vaksin, program vaksinasi, vaksinator, dan peralatan vaksinasi. Hal itu dapat juga dipengaruhi oleh kondisi kesehatan hewan. Hewan dapat mengalami stress akibat suatu penyakit, maupun akibat kondisi pemeliharaan yang tidak nyaman. Kondisi stres dapat disebabkan dari faktor lingkungan peternakan seperti suhu, kelembapan tinggi serta faktor lainnya yang dapat mempengaruhi fisiologis dari hewan tersebut dalam membentuk kekebalan tubuh.

Strategi vaksinasi juga mempengaruhi keberhasilan vaksinasi, sehingga peternak sering melakukan vaksinasi berbagai jenis penyakit dalam waktu yang bersamaan (Arzey, 2007).

Tindakan pengendalian untuk menekan penularan penyakit ND sangat diperlukan.

Tindakan-tindakan tersebut, antara lain meliputi (Rahayu, 2010) :

- a. unggas yang mati karena ND harus dibakar atau dikubur;
- b. unggas penderita yang masih hidup harus disingkirkan, disembelih dan daging bisa diperjualbelikan dengan syarat harus dimasak terlebih dahulu dan sisa pemotongan harus dibakar atau dikubur;
- c. larangan mengeluarkan unggas, baik dalam keadaan mati atau hidup bagi peternakan yang terkena wabah ND;
- d. larangan menetas telur dari unggas penderita ND dan izin menetas telur harus dicabut selama masih ada wabah ND pada perusahaan pembibit;
- e. penyakit ND dianggap lenyap dari peternakan setelah 2 bulan dari kasus terakhir atau 1 bulan dari kasus terakhir yang disertai tindakan penghapusan hamaan.

C. Vaksin dan vaksinasi

Vaksin merupakan mikroorganisme agen penyakit yang telah dilemahkan virulensinya atau dimatikan dan apabila diberikan pada hewan tidak menimbulkan penyakit melainkan dapat merangsang pembentukan zat kebal yang sesuai dengan jenis vaksinnya (Suska, 2008). Vaksin terbagi menjadi beberapa jenis yaitu vaksin hidup (*lived*), vaksin dimatikan (*killed*), vaksin subunit, dan vaksin rekombinan. Virus yang digunakan dalam vaksin hidup adalah virus yang

dilemahkan dengan tujuan untuk menghilangkan sifat virulensinya, sedangkan pada vaksin mati digunakan virus yang dimatikan (dengan pemberian formalin atau propiolakton) dan ditambah adjuvan tetapi masih memiliki sifat imunogenitasnya (Tizard, 1988).

Vaksin *Newcastle Disease* dapat berasal dari virus galur lentogenik, mesogenik maupun velogenik. Virus lentogenik merupakan strain virus ND yang mempunyai tingkat virulensi dan mortalitasnya rendah yaitu strain B1 (*Hitchner*), strain La Sota, strain F. Strain F memiliki tingkat virulensi paling rendah dibandingkan dengan strain lain pada virus galur lentogenik. Vaksin dengan strain F paling efektif apabila digunakan secara individu. Strain B1 memiliki tingkat virulensi lebih tinggi dibandingkan dengan strain F (FAO, 2004).

Vaksinasi adalah suatu tindakan hewan dengan sengaja diberi agen penyakit (antigen) yang telah dilemahkan dengan tujuan untuk merangsang pembentukan daya tahan atau tanggap kebal tubuh terhadap suatu penyakit tertentu dan aman sehingga tidak menimbulkan penyakit (Akoso, 1998). Cara vaksinasi injeksi atau suntikan dapat menggunakan vaksin aktif maupun vaksin inaktif. Vaksinasi ini menggunakan jarum yang telah disterilkan terlebih dahulu dengan cara direbus menggunakan air mendidih selama kurang lebih 30 menit.

Vaksinasi dapat dilakukan dengan 3 cara, vaksin dimasukkan ke dalam jaringan otot ternak (*intramuskuler*), pemberian vaksin ke dalam pembuluh darah vena (*intravena*) dan pemberian vaksin melalui suntikan ke area bawah kulit ternak

(subkutan) (Priyono, 2010). Keberhasilan vaksinasi dipengaruhi oleh kualitas vaksin, program vaksinasi, vaksinator, dan peralatan vaksinasi. Hal itu dapat juga dipengaruhi oleh kondisi kesehatan hewan. Hewan dapat mengalami stress akibat suatu penyakit, maupun akibat kondisi pemeliharaan yang tidak nyaman. Kondisi stress dapat disebabkan dari faktor lingkungan peternakan seperti suhu, kelembaban tinggi serta faktor lainnya yang dapat mempengaruhi fisiologis dari hewan tersebut dalam membentuk kekebalan tubuh. Strategi vaksinasi juga mempengaruhi keberhasilan vaksinasi, sehingga peternak sering melakukan vaksinasi berbagai jenis penyakit dalam waktu yang bersamaan. Suryana (2006), menambahkan bahwa titer antibodi pasca vaksinasi akan mengalami peningkatan setelah unggas berumur 5 minggu.

Pencegahan penyakit merupakan suatu tindakan untuk melindungi individu terhadap serangan penyakit tertentu. Vaksinasi adalah usaha agar hewan yang divaksin memiliki kekebalan (Halvorson, 2002). Meskipun itik terkenal sebagai unggas yang tahan terhadap penyakit namun itik yang dipelihara secara intensif dalam usaha berskala menengah sampai besar memerlukan vaksinasi.

D. Sistem Kekebalan Tubuh pada Itik dan Titer Antibodi

Secara umum sistem kekebalan pada itik hampir sama dengan sistem kekebalan pada unggas lainnya. Sistem kekebalan itik juga ada yang merupakan sistem kebal alami yang bersifat fisik seperti bulu dan kulit maupun kimiawi seperti pembentukan lendir/mukus dan enzimatis (*lisozim* yang terkandung dalam air mata). Sistem kekebalan lainnya adalah sistem kebal dapatan yang bersifat seluler

maupun humoral. Limfosit merupakan unsur kunci sistem kekebalan tubuh. Pada unggas, prekursor yang menempati bursa *Fabricius* ditransformasi menjadi limfosit yang berperan dalam kekebalan humoral (limfosit B). Sel B berdiferensiasi menjadi sel plasma dan sel B memori. Sel T dibagi menjadi 4 yaitu sel T pembantu, sel T *supresor*, sel T *sitotoksik* (sel T efektor atau sel pembunuh) dan sel T memori (Ganong, 1998).

Antibodi tidak dapat menembus sel, sehingga antibodi hanya akan bekerja selama antigen berada di luar sel. Antibodi bekerja untuk mempertahankan tubuh terhadap antigen penyebab penyakit yaitu dengan cara langsung menginaktivasi antigen penyebab penyakit dan dengan mengaktifkan sistem komplemen yang kemudian akan menghancurkan agen penyakit tersebut (Guyton, 1995). Menurut Tamalluddin (2015), bahwa gas amonia mempunyai daya iritasi tinggi bagi ternak, terutama ternak unggas, sehingga bisa memicu infeksi penyakit dan menurunkan produktivitas ternak.

Mekanisme kekebalan dapat terbentuk akibat induksi antigen dengan tidak sengaja seperti infeksi agen penyakit maupun induksi antigen dengan sengaja seperti vaksinasi. Antigen yang masuk ke dalam tubuh baik sengaja maupun tidak pertama kali akan ditanggapi oleh sistem kebal alami, seperti adanya respon pembentukan mukus oleh sel-sel epitel permukaan mukosa tempat masuknya antigen. Antigen yang berhasil melewati kekebalan alami ini akan berhasil menembus sel dan menginfeksi sel. Antigen tersebut akan dijerat makrofag yang

terdapat dalam jaringan limfoid. Makrofag akan memfagositosis antigen tersebut dan dibawa ke sel T pembantu pada saat yang bersamaan (Guyton, 1995).

Makrofag sebagai antigen *presenting cell* bentuk atau rupa dari bahan benda asing (antigen) akan dikirimkan informasinya dalam bentuk efektor sel (*sitokin*) ke sel-sel limfosit yang berperan dalam respon kebal humoral maupun sistem kebal berperantara sel. Sebelum terpapar dengan antigen yang spesifik, klon limfosit B tetap dalam keadaan dormant di dalam jaringan limfoid, dengan adanya antigen yang masuk limfosit B berproliferasi menjadi sel plasma. Selanjutnya sel plasma akan menghasilkan antibodi khusus yang mampu menyingkirkan antigen sebagai sistem kekebalan humoral. Selain itu sel B juga berdeferensiasi sebagai sel B memori yang akan menyimpan “ingatan” tentang kejadian ini sehingga pada paparan berikutnya dengan antigen yang sama, tanggapannya akan jauh lebih efisien (Tizard, 1988).

Antibodi maternal adalah antibodi yang berasal dari induk yang diturunkan kepada anak. Pada unggas, maternal antibodi diturunkan melalui kuning telur. Kegunaan antibodi tersebut adalah untuk ketahanan tubuh anak terutama pada tahap awal kehidupan (Beby, 2015). Antibodi maternal secara efektif mencegah keberhasilan vaksinasi sampai antibodi tersebut habis, yaitu sekitar 10--20 hari setelah unggas menetas (Rahayu, 2010).

Antibodi maternal yang terkandung dalam kuning telur mulai diserap oleh embrio sejak 1 minggu embrio terbentuk dan akan terus berlanjut hingga anak unggas

ditetaskan. Sisa kuning telur yang masih menempel pada anak unggas setelah menetas, masih mengandung antibodi maternal sebesar 7%. Antibodi maternal inilah yang paling berperan pada DOC/DOD karena sangat mempengaruhi status kesehatannya. Kekebalan/antibodi yang terkandung dalam kuning telur dikenal dengan *gamma globulin*. Antibodi tersebut diturunkan dari induk melalui transfer kekebalan pasif (*passive immunity*) dengan tujuan melindungi anak unggas dari serangan mikroorganisme (Beby, 2015).

Imunoglobulin yang terbentuk dalam darah sebagai akibat paparan antigen tertentu, mudah ditransfer ke dalam kuning telur dan kemudian dikenal dengan nama IgY (Yolk imunoglobulin). Pada unggas, IgY dalam kuning telur menyebabkan kekebalan bawaan anak dari induk, yang kemudian dikenal dengan maternal antibodi. Antibodi maternal yang diperoleh secara pasif dapat menghambat pembentukan imunoglobulin, sehingga mempengaruhi keberhasilan vaksinasi. Vaksinasi yang dilakukan pada saat antibodi maternal masih ada dalam sirkulasi darah akan percuma, karena akan dinetralisir oleh antibodi maternal (Beby, 2015).

Keberhasilan vaksinasi dapat dilakukan melalui uji laboratorium dengan menghitung titer antibodi yang terbentuk pasca vaksinasi. Uji titer antibodi bertujuan untuk melihat tingkat atau titer antibodi hasil vaksinasi. Oleh sebab itu pemeriksaan titer antibodi yang efektif yaitu saat titer antibodi mencapai titer protektif atau melindungi. Pengambilan sampel darah dapat dilakukan 3--4 minggu setelah vaksinasi sesuai dengan lama pembentukan titer antibodi vaksin

killed atau inaktif dimana titer antibodi protektif atau melindungi baru mencapai 3--4 minggu setelah vaksinasi (Medion, 2013).

Stres dapat menyebabkan terganggunya sistem kekebalan pada itik. Mekanisme terjadinya stres pada itik yaitu menstimulir syaraf pada hipotalamus untuk aktif mengeluarkan *Corticotropic Relasing Hormone* (CRH). CRH akan mengaktifkan sekresi *Adrenocorticotropic Hormone* (ACTH) dalam jumlah banyak.

Meningkatnya ACTH akan merangsang korteks adrenal untuk aktif mengeluarkan kortikosteroid serta menyebabkan peningkatan pada sekresi *Glukortikoid* (Nasem *et al.* 2005). Peningkatan kadar kortikosteroid dan *Glukortikoid* berpengaruh buruk terhadap kesehatan itik karena menimbulkan *Immunosupresif* yang dapat menurunkan sistem pertahanan tubuh. Peristiwa tersebut mengakibatkan terjadinya *atropi* pada *nodus limfatikus* dan *thymus*. Atropi pada organ limfoid akan menurunkan produksi antibodi itik (Prasetyo *et al.* 2010).

Titer antibodi dapat diukur dengan tes laboratorium yang mengukur keberadaan dan jumlah antibodi dalam darah. Analisa sampel darah dilakukan dengan menggunakan metode uji serologis dan metode *auto analyzer*. Uji serologis merupakan sebuah metode yang digunakan untuk melihat gambaran titer antibodi di dalam tubuh ayam. *HI (Haemagglutination Inhibition) test* menggunakan reaksi hambatan haemagglutinasia tersebut untuk membantu menentukan diagnosa penyakit secara laboratorium dan mengetahui status kekebalan tubuh (titer antibodi).

Prinsip kerja dari *HI test* ialah mereaksikan antigen dan serum dengan pengenceran tertentu sehingga dapat diketahui sampai pengenceran berapa antibodi yang terkandung dalam serum dapat menghambat terjadinya aglutinasi eritrosit. Menurut Office International Epizootic (2008), titer antibodi dikatakan protektif terhadap ND jika memiliki titer antibodi minimal 2^6 atau 32. Allan *et al.* (1978) menambahkan bahwa titer yang dianggap protektif terhadap penyakit ND adalah berkisar 2^5 sampai 2^8 .

E. Sel Darah Putih (SDP)

Leukosit atau sel darah putih berasal dari bahasa Yunani *leuco* artinya putih dan *cyte* artinya sel (Dharmawan, 2002). Sel darah putih atau *leukosit* merupakan komponen seluler yang berfungsi melawan infeksi dalam tubuh. Sel darah putih memiliki ukuran 8--25 μm . Sel darah putih mempunyai inti sel dan kemampuan gerak yang independen. Masa hidup *leukosit* sangat bervariasi, mulai dari beberapa jam untuk *granulosit*, sampai bulanan untuk *monosit*, dan tahunan untuk *limfosit* (Frandsen, 1992). Menurut Kimbal (1983) fungsi utama *limfosit* adalah berhubungan dengan sistem kekebalan yaitu menghasilkan antibodi.

Sel darah putih dibentuk sebagian di sumsum tulang dan sebagian lagi di jaringan limfe yang kemudian diangkut dalam darah menuju berbagai tubuh untuk digunakan (Guyton dan Hall, 1997). Sel darah putih memiliki bentuk yang khas, pada keadaan tertentu inti, sitoplasma, dan organelnya mampu bergerak. Jika *eritrosit* bersifat pasif dan melaksanakan fungsinya dalam pembuluh darah, *leukosit* mampu keluar dari pembuluh darah menuju jaringan dalam melakukan

fungsinya (Dharmawan, 2002). Peningkatan jumlah leukosit dapat bersifat fisiologis ataupun sebagai indikasi terjadinya suatu infeksi dalam tubuh (Guyton dan Hall, 1997). Fluktuasi jumlah leukosit pada tiap individu cukup besar pada kondisi tertentu, seperti cekaman atau stres panas, aktivitas fisiologi, gizi, umur, dan lain--lain (Dharmawan, 2002). Leukosit terdiri atas limfosit, monosit, basofil, netrofil dan eosinofil merupakan komponen darah yang berfungsi sebagai sistem pertahanan tubuh (Nordenson, 2002).

1. Limfosit

Proses pembentukan limfosit disebut limfopoiesis, pembentukan limfosit berasal dari pematangan LSC (*Lymphoid Stem Cell*) atau sel induk, LSC ini akan berkembang menjadi Limfosit-T (timus) dan Limfosit-B (sumsum tulang) kemudian masuk ke perifer beredar dengan interval waktu yang bervariasi bergantung pada sifat sel dan berkumpul di jaringan limfa atau organ limfatik, sel limfoid paling dini adalah limfoblas yang akan berkembang menjadi limfosit kemudian berdiferensiasi menjadi sel plasma yang membentuk kurang dari 4,5% hitung jenis dari sumsum tulang normal. Sel plasma berfungsi untuk membentuk antibodi, sel plasma memiliki ciri morfologi inti sel yang terletak eksentrik dan pola kromatin seperti roda pedati. Limfosit disimpan pada sumsum tulang dan sebagian di jaringan limfa (Guyton dan Hall, 2007). Standar normal jumlah leukosit dan diferensial leukosit menurut Ismoyowati *et al.* (2012) adalah jumlah leukosit berkisar antara 5520-9110 sel/ μ l, limfosit 1518-2095 sel/ μ l.

Yalcinkaya *et al.* (2008) menyatakan bahwa limfosit merupakan unsur penting dalam sistem kekebalan tubuh, yang berfungsi merespon antigen dengan membentuk antibodi. Diproduksi dalam tulang belakang, limfa, saluran limfa dan timus. Fungsi utama limfosit adalah merespon adanya antigen (benda asing) dengan membentuk antibodi yang bersirkulasi dalam darah atau dalam pengembangan imunitas (Tizard, 1982).

Cann (1997) menyatakan bahwa limfosit dapat lebih cepat merespon sistem imun apabila antigen yang masuk kedalam tubuh akan merangsang dan memunculkan respon awal yang disebut respon imun primer, respon ini memerlukan waktu lebih lama untuk memperbanyak limfosit dan membentuk ikatan imunologik berupa sel-sel limfosit yang lebih peka terhadap antigen, pada saat antigen yang sama kembali menginfeksi tubuh maka respon yang muncul berupa respon imun sekunder. Sedangkan Jain (1993) menyatakan bahwa limfosit berukuran 7-8 μm , jumlah limfosit dalam darah dipengaruhi oleh jumlah produksi, sirkulasi dan proses penghancuran limfosit.

2. Monosit

Tizard (1982) menyatakan bahwa monosit yang telah menjadi makrofag baik pada aliran darah maupun jaringan disebut sebagai sistem fagositik mononuklear.

Fungsi sistem tersebut adalah menghancurkan dan mengolah bahan asing yang masuk ke dalam tubuh sehingga dapat memberikan respon kebal. Standar normal jumlah diferensial leukosit menurut Ismoyowati *et al.* (2012) adalah monosit 376-480 sel/ μl .

Monosit merupakan 5--8 % dari jumlah leukosit dalam darah, tetapi yang ada dalam sirkulasi hanya merupakan sebagian kecil saja dari seluruh cadangan sel ini. Sel monosit mengalami maturisasi dari sel induk yang sama dengan sel induk granulosit, sel monosit mengalami maturisasi dalam sumsum tulang, beredar sebentar kemudian masuk ke dalam jaringan dan menjadi makrofag (Frances, 1998).

3. Eosinofil

Eosinofil adalah sel yang besar dengan sitoplasma banyak mengandung granula, dan akan tampak merah jika diwarnai dengan pewarnaan yang bersifat basa. Inti eosinofil memiliki lobulasi yang lebih sedikit dibandingkan dengan heterofil (neutrofil). Sel ini dibentuk di dalam sumsum tulang, sangat motil dan bersifat fagositik (Ganong, 1996).

Eosinofil berperan dalam reaksi alergi, serangan parasit dan jumlahnya akan terus meningkat selama serangan alergi. Mereka bersifat fagositik terutama terhadap antigen dan antibodi kompleks. Fungsi lainnya yaitu mengendalikan dan mengurangi reaksi hipersensitifitas (Kresno, 2001).

Eosinofil akan diproduksi dalam jumlah besar dan bermigrasi ke jaringan pada penderita infeksi parasit. Mekanismenya adalah dengan cara melekatkan diri pada parasit, kemudian melepaskan bahan-bahan yang dapat membunuh parasit tersebut. Jumlah eosinofil dalam sirkulasi darah ayam secara normal sangat sedikit, yaitu berkisar antara 0--7 % (Smith dan Mangkoewidjojo, 1988), dan akan

meningkat pada saat alergi dan infestasi parasit tertentu seperti cacing (Melvin dan William, 1993). Standar normal diferensial leukosit menurut Ismoyowati *et al* (2012) adalah jumlah eosinofil 285-1352 sel/ μ l.

4. Heterofil

Heterofil merupakan sel granulosit polimorfonuklear pada darah unggas dan sama dengan neutrofil pada darah mamalia yang diproduksi di dalam sumsum tulang. Sitoplasma pada heterofil tidak berwarna, dan hal ini yang membedakan heterofil dengan eosinofil dan basofil. Persentase heterofil unggas normal berkisar antara 9--56% (Smith dan Mangkoewidjojo, 1988). Sturkie (1976) melaporkan bahwa heterofil memiliki ciri-ciri granulosit berbentuk bulat dengan diameter 10--15 μ dan bersifat polimorfonuklear pseudoeosinofilik. Biasanya granula pada sitoplasma berbentuk bulat dan bersifat asidofilik, juga mengandung butir halus berwarna ungu dengan ukuran bervariasi. Masa hidup heterofil di dalam sirkulasi dalam keadaan infeksi berat lebih pendek dibandingkan dalam keadaan normal, yaitu hanya beberapa jam. Selanjutnya heterofil dengan cepat menuju ke daerah infeksi.

Heterofil mempunyai fungsi fagositosis. Sel yang akan memasuki jaringan merupakan sel matang dan berperan sebagai garis pertahanan pertama bagi tubuh. Setelah melakukan proses fagositosis, sel heterofil akan menjadi tidak aktif dan mati (Tizard, 2000). Peningkatan heterofil dapat dilihat pada peradangan akut dan penyakit infeksius seperti chlamydia, bakterial, dan fungal (Melvin dan William, 1993). Heterofil mempunyai aktivitas amuboid dan mempunyai sifat fagositosis

untuk mempertahankan tubuh melawan infeksi benda asing seperti virus dan partikel lain. Invasi bakteri, virus, dan parasit yang terjadi di jaringan akan mengakibatkan heterofil bergerak ke daerah infeksi melalui diapedesis dan gerak amuboid.

Heterofil tertarik ke daerah invasi karena adanya berbagai faktor kemotaktik dari sel yang rusak untuk memfagosit bakteri dan partikel asing lainnya (Melvin dan William, 1993). Proses penghancuran benda asing atau mikroorganisme dengan proses fagositosis oleh heterofil yaitu partikel tersebut terkurung dalam sitoplasma heterofil dan ditempatkan dalam fagosom (Tizard, 2000).

Standar normal jumlah leukosit dan diferensial leukosit menurut Ismoyowati *et al.* (2012) adalah jumlah leukosit berkisar antara 5520-9110 sel/ μ L, limfosit 1518-2095 sel/ μ L, monosit 376-480 sel/ μ L, neutrofil 2169-6354 sel/ μ L, eosinofil 285-1352 sel/ μ L. Menurut Swenson (1984), rata-rata volume *leukosit* unggas adalah 20.000 - 30.000 μ L, terdiri atas 25--30% neutrofil, 55-- 69% limfosit, 10% monosit, 3--8% eosinofil, dan 1--4% basofil (Dukes, 1995). Jumlah *leukosit* pada itik adalah 20--40 ribu/mm (Sturkie, 1976).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2015--Januari 2016 di Sabah Balau, Kecamatan Tanjung Bintang, Lampung Selatan. Analisis sel darah putih (SDP) dilaksanakan di Balai Veteriner Lampung sedangkan analisis titer antibodi dilaksanakan di PT. Vaksindo, Jakarta.

B. Alat dan bahan penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pemeliharaan itik, *soccorex*, tabung *disposable syringe* 3 ml untuk mengambil sampel darah itik sebanyak 18 buah, tabung *appendoft* untuk wadah serum darah sebanyak 18 buah, tabung EDTA untuk wadah sampel darah sebanyak 18 buah, dan termos es (*cooler*).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Day Old Duck* (DOD) betina 54 ekor, pakan itik, vaksin *Newcastle disease* (ND) inaktif, kapas, es, alkohol, aquades.

C. Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 6 perlakuan dan 3 kali ulangan. Rancangan perlakuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

PO : kontrol (disuntik aquades sebanyak 0,5 ml)

P1 : dosis vaksin *Newcastle disease* (ND) inaktif sebanyak 0,1 ml SC

P2 : dosis vaksin *Newcastle disease* (ND) inaktif sebanyak 0,2 ml SC

P3 : dosis vaksin *Newcastle disease* (ND) inaktif sebanyak 0,3 ml SC

P4 : dosis vaksin *Newcastle disease* (ND) inaktif sebanyak 0,4 ml SC

P5 : dosis vaksin *Newcastle disease* (ND) inaktif sebanyak 0,5 ml SC

Tabel 1. Tata letak percobaan

P0U3	P3U1	P4U3	P2U3	P5U1	P1U1
P2U2	P0U2	P1U3	P3U2	P4U1	P5U3
P5U2	P2U1	P1U2	P0U1	P4U2	P3U3

Keterangan : P0--P5 (perlakuan taraf dosis vaksin ND inaktif yang diberikan)
U1--U3 (banyaknya ulangan perlakuan).

D. Analisis Data

Data penelitian yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam pada taraf sebesar 5% dan atau 1%, dan dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk peubah yang berbeda nyata (Steel & Torrie, 1991).

E. Prosedur Penelitian

1. menyediakan *Day Old Duck* (DOD) atau itik betina umur 1 hari yang tidak pernah divaksin dengan vaksin *Newcastle Disease* (ND);
2. melakukan pemeliharaan terhadap DOD betina selama 32 hari;
3. pada hari ke-5 masa pemeliharaan, 45 ekor itik betina divaksin menggunakan vaksin ND inaktif secara *subcutan* dan 9 ekor lainnya disuntik aquadest 0,5 ml secara *subcutan* sebagai kontrol. Pemberian dosis vaksin pada itik betina dilakukan berdasarkan rancangan penelitian yang telah ditentukan;
4. sampel darah diambil menggunakan *disposable syringe* sebanyak 4 cc melalui *vena brachialis* setelah itik betina berumur 32 hari;
5. sampel darah yang telah diambil (sebanyak 4 cc) kemudian dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama dimasukkan dalam tabung EDTA untuk perhitungan jumlah sel darah putih (SDP), sedangkan bagian kedua ditampung menggunakan *sput disposable syring*, kemudian dibiarkan pada suhu kamar selama 1 hingga 2 jam sampai terjadi pemisahan antara sel darah dengan serum darah. Serum darah kemudian dipindah dalam tabung *appendof*;
6. serum darah tersebut dikirim ke PT. Vaksindo, Jakarta dalam kondisi beku untuk dihitung titer antibodinya;
7. sampel darah dalam tabung EDTA dikirim dalam kondisi dingin ke Balai Veteriner Lampung untuk dihitung jumlah sel darah putihnya;

8. selanjutnya data yang diperoleh, dianalisis ragam pada taraf 5% dan apabila hasil analisis menunjukkan pengaruh nyata, maka dapat dilanjutkan dengan uji BNT.

F. Peubah yang Diamati

Peubah yang diamati dalam penelitian ini adalah jumlah sel darah putih (SDP) dan titer antibodi yang dihasilkan pada itik betina pasca vaksin ND inaktif.

1. Sel Darah Putih

Menurut Andriani (2014), Cara kerja perhitungan jumlah sel darah putih (pengenceran 10 kali) adalah :

- a. darah dihisap menggunakan pipet Thoma hingga angka 1;
- b. larutan Turk dihisap hingga angka 11;
- c. pipa karet diambil dari pipet, kemudin pipet dipegang pada kedua ujungnya dengan ibu jari dan telunjuk lalu dikocok selama dua menit;
- d. tetesan larutan darah pertama dan kedua dibuang, tetesan ketiga baru digunakan untuk perhitungan;
- e. bilik hitung disiapkan, cairan dalam pipet diteteskan ke bilik hitung sehingga cairan dapat masuk dengan sendirinya;
- f. bilik hitung dilihat di bawah mikroskop, mula-mula dengan perbesaran lemah, kemudian dengan perbesaran kuat;
- g. jumlah leukosit yang terdapat di bujur sangkar sedang dihitung. Jadi jumlah bujur sangkar yang dihitung menjadi $4 \times 16 = 64$ bujur sangkar dengan sisi masing-masing $\frac{1}{4}$ mm, dengan rumus:

$$\text{Jumlah leukosit per mm}^3 = \frac{L}{64} \times 160 \times 10 = 25 L$$

Keterangan :

64 : Jumlah bujur sangkar yang dihitung

$\frac{1}{160}$: volume

10 : pengenceran

L : Jumlah leukosit

2. Titer Antibodi

Perhitungan jumlah titer antibodi dapat dilakukan dengan metode Uji HI mikroteknik prosedur beta terhadap sampel serum. Menurut Allan *et al.* (1978), cara kerjanya adalah sebagai berikut :

- a. pada *microplate* 0.025 ml, serum yang diperiksa diencerkan dengan kelipatan 2, menggunakan larutan garam fisiologik pada lubang ke-1 sampai dengan lubang ke-12;
- b. antigen ND 0.025 ml sebanyak 4 HAU ditambahkan pada lubang ke-1 sampai lubang ke-11. Lubang ke-12 digunakan sebagai kontrol;
- c. *microplate* yang sudah berisi serum dan antigen tersebut selanjutnya diinkubasikan selama 30 menit dalam suhu kamar, kemudian ditambahkan *eritrosit* itik 0.5% sebanyak 0.05 ml pada semua lubang dan diinkubasikan lagi selama 30 menit pada suhu kamar, baru kemudian dibaca titernya (Menurut Yudhi (2009), bahwa hasil positif ditunjukkan dengan adanya endapan yang terbentuk di dasar tabung karena hemaglutinasi dihambat, sedangkan hasil negatif ditunjukkan dengan tidak adanya endapan, yang berarti terhemaglutinasi).

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. perlakuan dosis vaksin ND inaktif berpengaruh nyata ($P < 0,5$) terhadap jumlah sel darah putih yang dihasilkan pada itik betina;
2. perlakuan dosis vaksin ND inaktif tidak berpengaruh nyata ($P > 0,5$) terhadap jumlah titer antibodi yang dihasilkan pada itik betina.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh disarankan untuk mengambil sampel darah pada umur lebih dari 4 minggu karena menurut Suryana (2006), bahwa titer antibodi pasca vaksinasi akan mengalami peningkatan setelah unggas berumur 5 minggu.

DAFTAR PUSTAKA

- Akoso, B. T. 1998. Kesehatan Unggas Panduan Bagi Petugas Teknis, Penyuluh dan Peternak. Kanisius Yogyakarta.
- Allan, W. H., J. E. Lancaster and B. Torn. 1978. Newcastle Disease Vaccines. Their Production And Use. Food And Agricultural Organisation. Rome.
- Alexander, D. J. 2000. Newcastle Disease and Other Avian Paramyxoviruses. Central Veterinary Laboratory, Weybridge, New Haw, Addlestone, Surrey : United Kingdom.
- Amiulfia. 2015. <https://amiulfia11.wordpress.com/category/jenis/bebek-petelur-jenis/>. Diakses pada 2 Januari 2016
- Andriani. 2014. <http://andrianidiah.blogspot.co.id/2014/03/laporan-fishew-1-hematologi-i.html>. Diakses pada 25 Oktober 2015
- Aryoputranto, R. R. 2011. Gambaran Respon Kebal Newcastle disease pada Ayam Pedaging yang Divaksinasi Newcastle disease dan Avian Influenza pada Berbagai Tingkat Umur. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Arzey, G. 2007. Newcastle Disease-compulsory vaccination. New South Wales : NSW Department of Primary Industries.
- Beby. 2015. <http://bebypratiwy.blogspot.co.id/2015/06/maternal-antibody.html>. diakses pada 30 Maret 2016
- Cann, A. J. 1997. Principle of Molecular Virology. Academic Press. 2nd Edition Capter 6.
- Center for Food Security and Public Health. 2008. High Pathogenicity Avian Influenza. Iowa State University, Institute for International Cooperation in Animal Biologics, an OIE Collaborating Center. Iowa
- Cross, G. M. 1988. Newcastle Disease: Vaccine production. In: Newcastle Disease ed. D. J. Alexander. Kluwer Academic Publication. London
- Darminto. 1992. Efisiensi Vaksinasi Penyakit Tetelo (Newcastle Disease) pada Ayam Broiler. Penyakit Hewan XXIV. Bogor.

- Dharmawan, N. S. 2002. Pengantar Patologi Klinik Veteriner Hematologi Klinik. Cetakan II. Pelawa Sari. Denpasar.
- Dukes, H. 1995. The Physiology of Domestic Animal. Comstock Publishing Associated. New York.
- Food and Agricultural Organization (FAO). 2004. Newcastle Disease Vaccines : an Overview.
- Frances, K. W. 1998. Clinical Interpretation of Laboratory Test, (Tinjauan Klinis atas Hasil Pemeriksaan Laboratorium), Terjemahan R. Gandasoebrata, dkk, edisi 9. Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Franson, R. D. 1992. Anatomi dan Fisiologi Ternak. Edisi keempat. Alih Bahasa oleh B. Srigandono dan Koen Praseno. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Ganong, W. F. 1996. Fisiologi Kedokteran. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Ganong, W. F. 1998. Review of Medical Physiologi. Long Medical Publishing Las Atos. California.
- Guyton, A. C. 1995. Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit. Penerjemah: Petrus A. Edisi III. EGC Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta
- Guyton, A. C. dan J. E. Hall. 1997. Fisiologi Kedokteran. Terjemahan Irawati, Ramadani D, Indriyani F. Penerbit EGC. Jakarta.
- Guyton, A. C. dan J. E. Hall. 2007. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Irawati, Ramadani D, Indriyani F. Penerbit EGC. Jakarta.
- Halvorson, D. A. 2002. The Control of H5 or H7 Mildly Pathogenic Avian Influenza: a role for inactivated vaccine. Avian- pathol. Carfax Publishing Ltd. Oxford.
- Ismoyowati., M. Samsi and M. Mufti. 2012. Different Haematological Condition, Immune System And Comfortof Muscovy Duck And Local Duck Reared In Dry And Wet Seasons. Fakultas Peternakan. Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Jain, N. C. 1993. Essential of Veterinary Hematology. Lea and Febiger. USA.

- Kresno, S. 2001. *Imunologi Diagnosis dan Prosedur Laboratorium*. Fakultas Kedokteran. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Kimbal, J. W. 1983. *Biology*. 3^d Edition, Wasly publishing company, inc. New York.
- Kingston, D. J. and R. Dharsana. 1979. Newcastle disease virus infection in Indonesian ducks. Philippines.
- Lancaster, J. E. 1979. *The Control Of Newcastle Disease*. Animal Health Division, Agriculture Canada, Ottawa, Ontario, Canada.
- Medion. 2013. Uji Titer Antibodi. <http://info.medion.co.id>. Diakses pada 21 Oktober 2015.
- Melvin, J. S and O. R. William. 1993. *Duke's Physiology of Domestic Animal*. Cornel University Press. London.
- Michael, H. W. 2012. Isolasi, Identifikasi, Sifat Fisik, dan Biologi Virus Tetelo yang Diisolasi dari Kasus di Lapangan. *Laboratorium Mikrobiologi. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta*.
- Murtidjo, B. A. 1992. *Pengendalian Hama dan Penyakit Ayam*. Kanisius. Yogyakarta.
- Nasem, M. T., S. Naseem, M. Yunus, Z. Iqbal Ch., A. Ghafor, A. Aslan and S. Akhter. 2005. Efek of Potassium of Chloride and Sodium Bicarbonate Supplementation on Thermotolerance of Broiler Exposed to Heat Stress. *Int journal of poultry science*.
- Nordenson, N. J. 2002. White Blood Cell Count and Differential http://www.Lifesteps.com/gm.Atoz/ency/white_blood_cell_count_and_differential. Diakses pada 23 Oktober 2015.
- Office International Epizootic. 2002. *Manual of Diagnostic Test and Vaccines for Terrestrial Animals*.
- Office International Epizootic. 2008. *Manual of Diagnostic Test and Vaccines for Terrestrial Animals*.
- Prasetyo, L. Hardi, T. Susanti, P. P. Ketaren, E. Juwarini, S. Sopiana, A. Suparyanto, dan A. R. Setioko. 2010. *Panduan Budidaya dan Usaha Ternak Itik*. Balai Penelitian Ternak. Bogor.
- Priyono. 2010. Mengenal Berbagai Macam Cara Vaksinasi Pada Ternak Ayam Ras. Email: priyono.spt@gmail.com. Diakses pada 24 Oktober 2015.

- PT. Mitrakultiva Utama. 2016. <http://www.kesehatanhewan.com/vaksin.html>. Diakses pada 2 Januari 2016
- Rahayu, I. D. 2010. Penyakit viral unggas. Fakultas Pertanian - Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Rasyaf, M. 2002. Beternak Itik. Edisi ke-16. Kanisius. Yogyakarta.
- Roy, P., A . T . Venugopalan and R. Manvell. 2000 . Characterization of Newcastle disease virus isolated from chickens and ducks in Tamilnadu. India.
- Santhia, K. 2003. Strategi Diagnosa dan Penanggulangan Newcastle Disease. Universitas Udayana. Denpasar.
- Smith, J. B. and S. Mangkoewidjojo. 1988. Pemeliharaan, Pembiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Srigandono, B. 1997. Produksi Unggas Air. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Stell, R.G.D. and J.H. Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistic Suatu Pendekatan Biometrik. Terjemahan: PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Sturkie, PD. 1976. Blood Physical Characteristic, Formed, Element, Hemoglobin. New York. Springer Verlag.
- Suryana, 2006. Kewirausahaan Pedoman Praktis: Kiat dan Proses menuju Sukses, Edisi Ketiga. Penerbit Salemba. Jakarta.
- Suska, D. 2008. <http://www.majalahinfovet.com/2008/09/gumboro-vaksin-dan-kekebalan.html>. Diakses Pada 24 Oktober 2015
- Swenson, M. J. 1984. Physiological properties and cellular and chemical constituents of blood. In. Sweson, M. J. Duke's Physiology of Domestic Animals. The Eleven Edition. Cornell University Press. London.
- Tabbu, C. R. 2000. Penyakit Ayam dan Penanggulangannya: Penyakit Bakterial, Mikal, dan Viral. Kanisius. Yogyakarta.
- Tamalluddin, F. 2015. Bahaya Amonia Terhadap Ayam Petelur dan Broiler. <http://www.ternakpertama.com/2015/02/bahaya-amonia-terhadap-ayam-petelur-dan.html>. diakses pada 22 April 2016
- Tizzard, I. R. 1982. Pengantar Imunologi Veteriner. Edisi ke-2. Penerjemah: M Partodiredjo. Airlangga University Press. Surabaya.

- Tizard, I. R. 1988. Pengantar Immunologi Veteriner. Terjemahan: Partadireja M. Airlangga University. Surabaya.
- Tizard, I. R. 2000. Veterinary Immunology an Introduction 3th edition. Saunders. USA.
- Windhyarti, S. S. 2002. Beternak Itik Tanpa Air. Cetakan Ke-22. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Winters, J. L. 2004. Adventorial. PT. Supreme Indo Pertiwi. <http://www.sip-mlm.com/adventorial.htm>. Diakses pada 22 April 2016
- Wordpress. 2010. Vaksinasi. <https://infeksi.wordpress.com/vaksinasi/>. Diakses pada 2 Januari 2016
- Yalcinkaya, I., T. Gungor, M. Basalan dan E. Erdem. 2008. Mannan Oligosaccharides (MOS) from *Saccharomyces cerevisiae* in Broilers: Effects on Performance and Blood Chemistry. Turk. J. Vet. Anim. Sci.
- Yudhie. 2009. Inokulasi Virus Dan Uji Ha-Hi. <http://yudhiestar.blogspot.co.id/2009/12/inokulasi-virus-dan-uji-ha-hi.html>. Diakses pada 3 Mei 2016
- Yudhie. 2010. Program Vaksinasi Ayam Petelur (Layer) dan Broiler. <http://yudhiestar.blogspot.com/2010/01/program-vaksinasi-ayam-petelur-layer.html>. Diakses pada 25 Oktober 2015