

**SKENARIO PENGENDALIAN KEJADIAN *AVIAN INFLUENZA* (AI)
PADA UNGGAS PETERNAKAN TRADISIONAL DI PROVINSI
LAMPUNG MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM DAN
TUTUPAN LAHAN**

TESIS

Oleh

ROHAYATI



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

**SKENARIO PENGENDALIAN KEJADIAN AVIAN INFLUENZA (AI)
PADA UNGGAS PETERNAKAN TRADISIONAL DI PROVINSI
LAMPUNG MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM DAN
TUTUPAN LAHAN**

Oleh

ROHAYATI

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER SAINS

Pada

Program Pascasarjana Multidisiplin
Magister Ilmu Lingkungan



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

SKENARIO PENGENDALIAN KEJADIAN AVIAN INFLUENZA (AI) PADA UNGGAS PETERNAKAN TRADISIONAL DI PROVINSI LAMPUNG MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM DAN TUTUPAN LAHAN

Oleh

ROHAYATI

Konversi areal hutan menjadi areal non hutan umumnya dapat menyebabkan perubahan iklim mikro utamanya curah hujan (Mustika, dkk., 2017). Perubahan iklim dapat menurunkan kenyamanan lingkungan sehingga mempengaruhi ketahanan makhluk hidup didunia, baik manusia maupun hewan terhadap infeksi penyakit berbasis iklim seperti *Avian Influenza* (AI). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dampak perubahan iklim dan tutupan lahan terhadap kejadian AI pada unggas peternakan tradisional di Provinsi Lampung dan menentukan model skenario pengendalian AI sebagai akibat perubahan iklim dan tutupan lahan terhadap kejadian AI pada unggas peternakan tradisional di Provinsi Lampung.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus - November 2018 dan menggunakan pendekatan permodelan kejadian AI terhadap perubahan iklim

(curah hujan dan temperatur) dan perubahan tutupan lahan dengan lingkup wilayah penelitian Provinsi Lampung tahun 2009—2015. Dinamika perubahan tutupan lahan per Kabupaten/kota diidentifikasi melalui Sistem Informasi Geografis serta interpretasi citra landsat tahun 2009, 2012, dan 2015 serta data sekunder lain dan menghasilkan persentase luas tutupan lahan dan penggunaan lahan. Uji-F dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel independen secara simultan terhadap variabel dependen. Uji-t digunakan untuk menguji apakah variabel independen secara parsial berpengaruh terhadap variabel dependen. Tingkat signifikansi yang digunakan dalam penelitian adalah 10%. Pengolahan data menggunakan *software* statistika minitab versi 17.0.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada hubungan yang nyata antara perubahan tutupan badan air -3,58 ($p=0,025$), hutan sekunder -0,29 ($p=0,066$) belukar 0,604 ($p=0,003$), lahan terbuka -1,1 ($p=0,012$), belukar rawa - 0,3289 ($p=0,001$), tambak 1,930 ($p=0,000$), mangrove -1,113 ($p=0,000$), temperatur 2,336 ($p=0,017$), terhadap kejadian AI pada unggas peternakan tradisional di Provinsi Lampung. Hasil simulasi skenario yang didapat untuk pengendalian kejadian AI sebagai akibat perubahan iklim dan tutupan lahan adalah : (i) Jika hanya terjadi perubahan iklim saja (temperatur naik 1,5 °C) maka kejadian AI rata rata per tahun per kabupaten/kota menjadi 10,904 kasus (naik 47,35%), dapat dikompensasi dengan reforestasi hutan mangrove sebesar 3,14 % per tahun per Kabupaten untuk daerah yang memiliki hutan mangrove, atau meningkatkan luas hutan sekunder sebesar 12,082 % atau meningkatkan luas badan air sebesar 0,978 % per tahun per Kabupaten Kota untuk daerah yang tidak memiliki hutan mangrove., (ii) Jika luas tambak naik 1 % maka kejadian AI rata rata per tahun

per Kabupaten/Kota menjadi 9,33 kasus (naik 26,08%), dan dapat dikompensasi dengan reforestasi hutan mangrove sebesar 1,73 % per tahun per Kabupaten untuk daerah yang memiliki hutan mangrove, meningkatkan luas hutan sekunder sebesar 6,655 % atau meningkatkan luas badan air sebesar 0,978 % per tahun per Kabupaten Kota untuk daerah yang tidak memiliki hutan mangrove. (iii) Jika terjadi perubahan iklim (temperatur naik 1,5 °C) diikuti tambak naik 1 % maka kejadian AI rata rata per tahun per Kabupaten/Kota menjadi 12,834 kasus (naik 73,43 %) dan dapat dikompensasi dengan reforestasi hutan mangrove sebesar 4,88 % per tahun per Kabupaten untuk daerah yang memiliki hutan mangrove, atau meningkatkan luas hutan sekunder sebesar 18,737 % atau meningkatkan luas badan air sebesar 1,517 % per tahun per Kabupaten Kota untuk daerah yang tidak memiliki hutan mangrove dan (iv) Jika terjadi perubahan iklim (temperatur naik 1,5 °C) diikuti tambak naik 1 % dan belukar naik 1 % maka kejadian AI rata rata per tahun per Kabupaten/Kota menjadi 13,438 kasus (naik 81,59 %) dan dapat dikompensasi dengan reforestasi hutan mangrove sebesar 5,42 % per tahun per Kabupaten untuk daerah yang memiliki hutan mangrove, atau meningkatkan luas hutan sekunder sebesar 20,820 % atau meningkatkan luas badan air sebesar 1,686 % per tahun per Kabupaten Kota untuk daerah yang tidak memiliki hutan mangrove

Kata Kunci: *Avian Influenza* (AI), perubahan iklim, perubahan tutupan lahan

ABSTRACT

CONTROL SCENARIO OF AVIAN INFLUENZA (AI) INCIDENCE IN POULTRY OF TRADITIONAL LIVESTOCK IN LAMPUNG PROVINCE FACING CLIMATE CHANGE AND LAND COVER

By

ROHAYATI

Conversion of forest areas to non-forest areas generally can cause changes in the micro climate, especially rainfall (Mustika et al., 2017). Climate change can reduce environmental comfort, thus affecting the resistance of living creatures in the world, both humans and animals to climate-based disease infections such as Avian Influenza (AI). This study aims to determine the effects of climate change and land cover on AI occurrences in traditional poultry farms in Lampung Province and determine the AI control scenario model as a result of climate change and land cover for AI occurrences in traditional poultry farms in Lampung Province.

This research was conducted in August - November 2018 and used the modeling approach of AI events on climate change (rainfall and temperature) and land cover changes with the scope of the research area of Lampung Province in 2009-2015. The dynamics of land cover change per district / city are identified

through the Geographic Information System and interpretation of landsat images in 2009, 2012 and 2015 and other secondary data and produce a percentage of land cover area and land use. The F-test is conducted to determine the effect of simultaneous independent variables on the dependent variable. The t-test is used to test whether the independent variables partially influence the dependent variable. The level of significance used in the study was 10%. Processing data using statistics software Minitab version 17.0.

The results showed that there was a significant relationship between changes in water body cover -3,58 ($p = 0,025$), secondary forest -0,29 ($p = 0,066$) thicket 0,604 ($p = 0,003$), open land -1,1 ($p = 0,012$), swamp bushes - 0,3289 ($p = 0,001$), ponds 1,930 ($p = 0,000$), mangrove -1,113 ($p = 0,000$), temperature 2,336 ($p = 0,017$), against AI occurrences in traditional poultry farms in the Province Lampung. The scenario simulation results obtained for controlling AI events as a result of climate change and land cover are: (i) If only climate change occurs (temperature rises by $1,5^{\circ}\text{C}$) then the AI incidence per year / district becomes 10,904 cases per year (up 47,35%), can be compensated by reforestation of mangrove forests by 3,14% per year per regency for areas that have mangrove forests, or increase the area of secondary forests by 12,082% or increase the area of water bodies by 0,978% per year per district of the City for regions that do not have mangrove forests, (ii) If the area of the farm rises 1%, the average AI incidence per Regency / City becomes 9.33 cases (up 26,08%), and can be compensated by reforestation of mangrove forests as large as 1,73% per year per regency for areas that have mangrove forests, increase the secondary forest area by 6,655% or increase the water body area by 0,978% per year per city district for

areas that do not have mangrove forests. (iii) If there is a climate change (temperature rises 1,5°C) followed by a farm rising 1%, the AI incidence per year per regency / city becomes 12,834 cases (up 73,43%) and can be compensated by reforestation of 4 mangrove forests 4,88% per year per regency for areas that have mangrove forests, or increase secondary forest area by 18,737% or increase the area of water by 1,517% per year per regency city for areas that do not have mangrove forests and (iv) If climate change occurs (temperature rises 1,5°C) followed by farms up 1% and bushes up 1%, the AI incidence per year per Regency / City becomes 13,438 cases (up 81,59%) and can be compensated by reforestation of mangrove forests of 5,42 % per year per regency for areas that have mangrove forests, or increase secondary forest area by 20,820% or increase the area of water by 1,686% per year per district city for areas that are not have mangrove forests.

Keywords: *Avian Influenza* (AI), climate change, changes in land cover

Judul Tesis : **SKENARIO PENGENDALIAN KEJADIAN
AVIAN INFLUENZA (AI) PADA UNGGAS
PETERNAKAN TRADISIONAL DI
PROVINSI LAMPUNG MENGHADAPI
PERUBAHAN IKLIM DAN
TUTUPAN LAHAN**

Nama Mahasiswa : **Rohayati**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1620011016

Fakultas : Pascasarjana Multidisiplin

Program Studi : Magister Ilmu Lingkungan

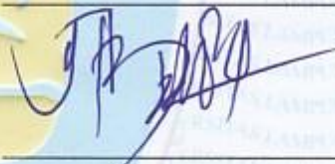
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

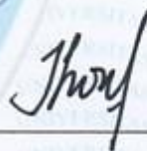
Prof.Dr. Ir. Muhtarudin, M.S.
NIP. 19610307 198503 1 006



Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si.
NIP. 19610505 198703 1 002



Dr.dr. Jhons Fatriyadi Suwandi, M.Kes.
NIP 19760831 200312 1 003



**2. Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan
Universitas Lampung**



Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si.
NIP. 19610505 198703 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

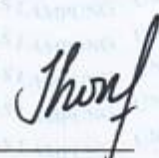
Ketua : Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M.S.



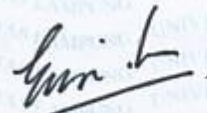
Sekretaris : Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si.



Anggota : Dr. dr. Jhons Fatriyadi Suwandi, M.Kes.



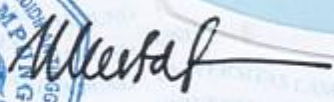
**Penguji
Bukan
Pembimbing : Prof. Dr. dr. Efrida Warganegara,
M.Kes., Sp.MK.**



Anggota : Dr. Ir. Agus Setiawan, M.Si.



2. Direktur Pascasarjana Universitas Lampung



Prof. Drs. Mustofa, M.A., Ph.D.
NIP. 19570101 198403 1 020

Tanggal Lulus Ujian Tesis : 10 April 2019

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Tesis ini adalah karya tulis saya. asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Magister), baik di Universitas Lampung maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Isi dari karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka akan bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya, yang sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Lampung.

Bandar Lampung, April 2019
Yang Membuat Pernyataan,



Rohayati
NPM. 1620011016

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Pesawaran pada tanggal 13 Mei 1979. Anak ke lima dari lima bersaudara dari pasangan Bapak M. Syaroni dan Ibu Paerah. Pendidikan Sekolah (SD) diselesaikan di SDN 4 Kebagusan Gedong Tataan pada tahun 1991.

Pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di SMPN 1 Gedong Tataan pada tahun 1994. Pendidikan Sekolah Menengah Umum (SMU) diselesaikan di SMUN.1 Gading Rejo pada tahun 1997. Pendidikan S1 Peternakan diselesaikan di Universitas Lampung pada tahun 2002.

Penulis tercatat sebagai Pegawai Negeri Sipil (PNS) di Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Lampung pada tahun 2009. Pada tahun 2017, Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Lampung *merger* dengan Dinas Perkebunan sehingga menjadi Dinas Perkebunan dan Peternakan Provinsi Lampung sampai dengan sekarang.

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(QS.Al-Insyirah ;6)

Ku persembahkan karya ini kepada orang – orang yang telah mendo'akan dan memberi dukungan baik moril maupun materil, terutama kepada kedua orang tuaku, suamiku tercinta **Rahmad, S.Si** dan 3 putriku **Brilli, Dinda dan Keisha.**

SANWACANA

Assalamu'alaikum.wr.wb.

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas Rahmat dan Karunia-Nya sehingga tesis ini dapat diselesaikan.

Tesis dengan judul “Skenario Pengendalian Kejadian *Avian Influenza* (AI) Pada Unggas Peternakan Tradisional Di Provinsi Lampung Menghadapi Perubahan Iklim Dan Tutupan Lahan” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains (M.Si) pada program studi Magister Ilmu Lingkungan di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. Drs. Mustofa, M.A., Ph.D., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung atas bimbingan dan ilmu yang diberikan selama proses penyelesaian tesis ini.
2. Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan sekaligus Pembimbing Kedua atas bimbingan, arahan dan saran serta nasihat-nasihat yang sangat bermanfaat dan segala ilmu yang telah diberikan dalam proses penyelesaian tesis ini.

3. Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M.S., selaku Pembimbing Utama atas bimbingan, arahan dan saran serta nasihat-nasihat yang sangat bermanfaat dan segala ilmu yang telah diberikan dalam proses penyelesaian tesis ini.
4. Dr. dr. Jhons Fatriyadi Suwandi, M.Kes., selaku Pembimbing Ketiga atas bimbingan, arahan dan saran serta nasihat-nasihat yang sangat bermanfaat dan segala ilmu yang telah diberikan dalam proses penyelesaian tesis ini.
5. Prof. Dr. dr. Efrida Warganegara, M.Kes., Sp.MK., selaku Penguji Utama atas masukan dan saran yang telah diberikan dalam proses penyelesaian tesis ini.
6. Dr. Ir. Agus Setiawan, M.Si., selaku Penguji Kedua atas masukan dan saran yang telah diberikan dalam proses penyelesaian tesis ini.
7. Ir. Kusmiati selaku Kepala UPTD Balai Pembibitan Ternak Kambing, Dinas Perkebunan dan Peternakan Provinsi Lampung beserta jajarannya atas izin, motivasi dan dukungan yang diberikan.
8. Drh. Anwar Fuadi, M.P.H., selaku Kepala Bidang Keswan dan Kesmavet, Dinas Perkebunan dan Peternakan Provinsi Lampung beserta jajarannya atas bantuan data, saran dan masukan dalam proses penyelesaian tesis ini.
9. Kedua orang tua dan ibu mertua, suami, dan anak-anakku tercinta atas segala do'a, perhatian dan motivasi yang begitu besar untuk menyelesaikan tesis ini.

10. Seluruh rekan-rekan Magister Ilmu Lingkungan angkatan 2016 semester genap : Bu Ella, Bu Gustiny, Mba Anita, Okta, Ade dan Arif atas kebersamaan, doa serta bantuan untuk menyelesaikan tesis ini.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam proses perkuliahan dari awal hingga akhir yang tidak dapat ditulis satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Aamiin.

Bandar Lampung, April 2019

Rohayati

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR GAMBAR..... | ix |
| I. PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 5 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.4. Manfaat Penelitian | 5 |
| 1.5. Hipotesis | 6 |
| 1.6. Kerangka Pemikiran..... | 6 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1. <i>Avian Influenza (AI)</i> | 9 |
| 2.1.1. Definisi <i>Avian Influenza (AI)</i> | 9 |
| 2.1.2. Morfologi dan Struktur Virus..... | 10 |
| 2.1.3. Sifat Biologi Virus AI | 11 |
| 2.1.4. Epidemiologi | 12 |
| 2.1.5. Faktor Resiko Kejadian AI..... | 13 |
| 2.1.6. Pengendalian Penyakit AI..... | 14 |
| 2.2. Perubahan Tutupan Hutan dan Lahan..... | 17 |
| 2.2.1. Hutan Mangrove..... | 18 |
| 2.3. Perubahan Iklim | 21 |
| 2.3.1. Variabel Iklim yang berkaitan dengan AI..... | 24 |
| 2.4. Sistem Informasi Geografis (SIG) | 27 |
| III. METODE PENELITIAN | |
| 3.1. Tempat dan Waktu | 30 |
| 3.2. Alat dan Bahan..... | 30 |
| 3.3. Jenis dan Pengumpulan Data | 30 |
| 3.4. Prosedur Penelitian | 31 |
| 3.4.1. Pengolahan dan Analisis Data..... | 31 |
| 3.4.2. Prosedur Pengolahan Citra | 32 |
| 3.4.3. Analisis Regresi Linier Berganda | 33 |

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

| | | |
|---------|--|----|
| 4.1. | Gambaran Umum Provinsi Lampung | 36 |
| 4.2. | Statistik Deskriptif | 38 |
| 4.2.1. | <i>Avian Influenza</i> | 38 |
| 4.2.2. | Curah Hujan | 40 |
| 4.2.3. | Suhu Udara..... | 41 |
| 4.2.4. | Perubahan Tutupan Lahan di Provinsi Lampung | 41 |
| 4.3. | Hubungan Kausalitas Perubahan Iklim dan Tutupan Lahan terhadap Kejadian AI | 44 |
| 4.3.1. | Hubungan Kausalitas Curah Hujan terhadap Kejadian AI | 46 |
| 4.3.2. | Hubungan Kausalitas Temperatur terhadap Kejadian AI | 47 |
| 4.3.3. | Hubungan Kausalitas Variabel Badan Air terhadap Kejadian AI | 48 |
| 4.3.4. | Hubungan Kausalitas Variabel Belukar terhadap Kejadian AI | 49 |
| 4.3.5. | Hubungan Kausalitas Variabel Pemukiman terhadap Kejadian AI..... | 50 |
| 4.3.6. | Hubungan Kausalitas Variabel Lahan Terbuka terhadap Kejadian AI..... | 51 |
| 4.3.7. | Hubungan Kausalitas Variabel Belukar Rawa terhadap Kejadian AI | 51 |
| 4.3.8. | Hubungan Kausalitas Variabel Pertanian Lahan Kering Campur Semak Kejadian AI | 52 |
| 4.3.9. | Hubungan Kausalitas Variabel Sawah terhadap Kejadian AI | 53 |
| 4.3.10. | Hubungan Kausalitas Variabel Tambak terhadap Kejadian AI | 54 |
| 4.3.11. | Hubungan Kausalitas Variabel Hutan Mangrove terhadap Kejadian AI | 55 |
| 4.3.12. | Hubungan Kausalitas Variabel Hutan Sekunder terhadap Kejadian AI | 57 |
| 4.4. | Skenario Pengendalian Kejadian AI | 58 |
| 4.5. | Implikasi Penelitian | 62 |

V. SIMPULAN DAN SARAN

| | | |
|------|----------------|----|
| 5.1. | Simpulan | 66 |
| 5.2. | Saran..... | 68 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| DAFTAR PUSTAKA | 69 |
|-----------------------------|-----------|

| | |
|----------------------|-----------|
| LAMPIRAN..... | 75 |
|----------------------|-----------|

| | |
|-------------------|----|
| Tabel 5 – 23..... | 76 |
|-------------------|----|

| | |
|------------------------------------|-----|
| Hasil output pengolahan data | 122 |
| Gambar 9 – 17 | 124 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 1. Simbol dalam model, satuan dan sumber data variabel dependen (Y) dan variabel independen (X) | 35 |
| 2. Rerata persentase luas tutupan lahan di Provinsi Lampung tahun 2009, 2012 dan 2015..... | 43 |
| 3. Hasil uji-t dan koefisien determinasi | 44 |
| 4. Skenario pengendalian kejadian AI | 59 |
| 5. Data Kejadian AI di Provinsi Lampung tahun 2009-2015 | 76 |
| 6. Persentase luas tutupan lahan di Provinsi Lampung tahun 2009, 2012 dan 2015..... | 77 |
| 7. Data suhu udara bulanan Kabupaten/Kota di Provinsi Lampung tahun 2009 - 2015. | 80 |
| 8. Rekapitulasi data curah hujan bulanan Kabupaten/Kota di Provinsi Lampung tahun 2009-2015 | 83 |
| 9. Data curah hujan Kabupaten Lampung Selatan tahun 2009-2015 | 86 |
| 10. Data curah hujan Kabupaten Tanggamus tahun 2009-2015 | 89 |
| 11. Data curah hujan Kabupaten Lampung Utara tahun 2009-2015 | 92 |
| 12. Data curah hujan Kabupaten Lampung Tengah tahun 2009-2015 | 95 |
| 13. Data curah hujan Kabupaten Lampung Timur tahun 2009-2015 | 98 |
| 14. Data curah hujan Kabupaten Way Kanan tahun 2009-2015 | 101 |
| 15. Data curah hujan Kota Bandar Lampung tahun 2009-2015 | 105 |
| 16. Data curah hujan Kabupaten Pringsewu tahun 2009-2015..... | 107 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 17. | Data curah hujan Kabupaten Pesawaran tahun 2009-2015 | 109 |
| 18. | Data curah hujan Kabupaten Lampung Barat tahun 2009-2015 | 111 |
| 19. | Data curah hujan Kabupaten Tulang Bawang tahun 2009-2015 | 113 |
| 20. | Data curah hujan Kabupaten Tulang Bawang Barat tahun 2009-2015 .. | 115 |
| 21. | Data curah hujan Kabupaten Pesisir Barat tahun 2009-2015 | 116 |
| 22. | Data curah hujan Kabupaten Mesuji tahun 2009-2015 | 118 |
| 23. | Data curah hujan Kota Metro tahun 2009-2015..... | 120 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1. Skema kerangka pemikiran..... | 8 |
| 2. Struktur gen virus <i>Avian Influenza</i> | 10 |
| 3. Diagram alir pengolahan citra dan pemodelan regresi | 33 |
| 4. Kejadian AI di Provinsi Lampung tahun 2009-2015..... | 38 |
| 5. Kejadian AI per Kabupaten/Kota di Provinsi Lampung tahun 2009-2015 | 39 |
| 6. Pola curah hujan tahun 2009 – 2015 di Provinsi Lampung | 40 |
| 7. Rerata suhu udara bulanan di Provinsi Lampung tahun 2009 - 2015..... | 41 |
| 8. Perubahan tutupan hutan dan lahan di Provinsi Lampung tahun 2009, 2012 dan 2015..... | 43 |
| 9. <i>Ground check</i> tutupan hutan mangrove, Desa Pasir sakti, Kab. Lampung Timur | 124 |
| 10. <i>Ground check</i> tutupan perkebunan sawit di Kabupten Lampung Selatan, | 124 |
| 11. <i>Ground check</i> tutupan pertanian lahan kering di Kabupten Pesawaran | 125 |
| 12. Pengambilan sampel koordinat | 125 |
| 13. <i>Ground check</i> tutupan hutan mangrove di Kabupten Pesawaran | 126 |
| 14. <i>Ground check</i> tutupan tambak di Kabupten Pesawaran | 126 |
| 15. <i>Ground check</i> pertanian lahan kering campur semak di Kabupten Pesawaran, | 127 |

16. *Ground check* kawasan lindung di Kabupten Way Kanan 127
17. *Ground check* kawasan lindung di Kabupten Pesawaran 127

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penyakit flu burung atau flu unggas (*Bird Flu, Avian influenza/AI*) adalah suatu penyakit menular yang disebabkan oleh virus influenza tipe A dan ditularkan oleh unggas (Departemen Kesehatan RI, 2005 dalam Susanto, dkk., 2013). Penyakit ini ditularkan dari burung ke burung tetapi dapat menular ke manusia (Mulyadi, dkk., 2005).

Penyakit AI masuk ke Indonesia sejak tahun 2003 telah menimbulkan efek di berbagai aspek kehidupan terutama pada bidang ekonomi. Penyakit ini menyebabkan hampir 90% kematian unggas, penurunan produksi telur dan penurunan persentase penjualan daging dan telur yang mengakibatkan banyak peternakan perunggasan di Indonesia gulung tikar (Nofitri, 2014). Angka kesakitan dan kematian pada unggas (ayam ras petelur, ayam ras pedaging, ayam kampung dan itik) yang ditimbulkan wabah ini adalah 90%. Penyebarannya berlangsung sangat cepat sehingga virus *flu burung* menulari hampir diseluruh Indonesia (Dharmayanti dkk., 2004 dalam Hewajuli dkk., 2016). Penyakit AI telah dinyatakan sebagai salah satu penyakit hewan menular strategis di Indonesia. Kasus AI pada unggas pada tahun 2017 tercatat sebanyak 104 kejadian (Ditjenpkh, 2017).

Provinsi Lampung dikategorikan sebagai Provinsi endemis AI tertinggi di Indonesia dengan peluang kejadian rata-rata 0.7 per kabupaten (Farnsworth dkk., 2011). Sebagian besar kejadian AI pada unggas di Provinsi Lampung terjadi pada peternakan sektor 4 atau peternakan tradisional. Menurut Ditjennak, (2009), Peternakan sektor 4 merupakan peternakan rakyat dengan tata laksana tradisional, bersifat non komersil dengan pemeliharaan unggas bersama atau dekat dengan pemilik.

Kejadian penyakit AI dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satu diantaranya adalah lingkungan fisik yaitu lingkungan alam yang dapat berupa geografis, iklim, air, saluran limbah atau pasar unggas (Muryani, dkk., 2013). Migrasi unggas liar merupakan salah satu pola yang berperan terhadap penyebaran virus AI melalui inhalasi materi pada feses yang terkontaminasi dalam jumlah besar ke lingkungan (Keawcharoen dkk., 2008 dalam Hewajuli dkk., 2014). Transmisi tidak langsung terjadi melalui media seperti air yang menjadi sumber minum bagi burung air liar maupun unggas peliharaan dan telah tercemar virus AI subtype H5N1 (Elfidasari, dkk., 2015).

Pertambahan jumlah penduduk yang tinggi menjadi salah satu pemicu terjadinya deforestasi hutan. Tuntutan pemenuhan kebutuhan ekonomi masyarakat yang tinggi mengakibatkan banyak terjadi deforestasi hutan akibat adanya aktivitas perambahan hutan oleh masyarakat. Kajian terbaru Forest Watch Indonesia (FWI), yang dipotret pada 3 provinsi (Sumatera Utara, Kalimantan Timur dan Maluku Utara) menjelaskan bahwa laju deforestasi masih relatif tinggi, yaitu sekitar 240 ribu hektar/tahun periode 2013-2016, meningkat dibanding periode

sebelumnya (2009-2013), yaitu sekitar 146 ribu hektar/tahun. Bila ditotal maka hutan alam yang ada di 3 provinsi tersebut telah hilang seluas 718 ribu hektar selama tiga tahun (*Forest Watch Indonesia*, 2018).

Salah satu dampak buruk dari deforestasi hutan ini adalah terjadinya perubahan iklim mikro maupun global. Menurut Candradewi (2014) dalam Saharjo dkk., (2017), dampak negatif yang ditimbulkan oleh kerusakan hutan cukup besar mencakup kerusakan ekologis, menurunnya keanekaragaman hayati, merosotnya nilai ekonomi hutan dan produktivitas tanah, perubahan iklim mikro maupun global.

Selain terjadinya deforestasi hutan, tuntutan pemenuhan kebutuhan ekonomi masyarakat yang tinggi juga mengakibatkan terjadinya kerusakan hutan mangrove. Berdasarkan hasil penelitian Giri dkk., (2011), luas hutan mangrove di Indonesia sebesar 3.112.989 ha dan merupakan 22% dari total luas hutan mangrove di dunia. Meskipun Indonesia memiliki ekosistem mangrove yang luas, namun tekanan terhadap ekosistem ini selalu terjadi sebagai akibat dari aktivitas manusia. Laju kerusakan hutan *mangrove* di Indonesia merupakan yang tercepat dan terbesar di dunia (Tempo co, 2016)

Kerusakan ekosistem hutan mangrove juga terjadi di Lampung. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung tahun 2017 menunjukkan bahwa luas hutan mangrove di Lampung tahun 2014 sebesar 2.537 ha dan 12 % dari luas hutan mangrove tersebut dalam kondisi rusak. Konversi mangrove menjadi tambak udang intensif yang semakin meningkat dari tahun ke tahun telah

mengakibatkan perubahan lingkungan yang bersifat masif di wilayah pesisir Kabupaten Pesawaran (Febryano, dkk., 2015).

Menurut Setiawan, (2013) salah satu fungsi ekologi hutan mangrove adalah tempat bersarang berbagai jenis satwa liar terutama burung dan reptil. Bagi beberapa jenis burung, vegetasi mangrove dimanfaatkan sebagai tempat istirahat, tidur bahkan bersarang. Selain itu, mangrove juga berperan dalam mitigasi perubahan iklim. Tegakan mangrove, melalui proses fotosintesis menyerap karbon dioksida dari atmosfer yang diubahnya menjadi karbon organik (Sutaryo, 2009 dalam Senoaji, dkk., (2016),

Kejadian AI juga terkait dengan perubahan iklim. Penularan beberapa penyakit menular sangat dipengaruhi faktor iklim khususnya suhu udara, curah hujan, kelembaban udara, dan angin. Menurut Bahri, dkk., (2011), salah satu penyakit yang berpotensi untuk menyebar lebih luas terkait dengan perubahan iklim terutama dengan meningkatnya curuh hujan di Indonesia adalah penyakit AI (H5N1).

Penelitian yang mengungkapkan besarnya dampak perubahan iklim dan tutupan lahan terhadap kejadian AI pada unggas masih rendah sehingga melatarbelakangi dilakukannya penelitian ini. Parameter ini sangat diperlukan dalam upaya mitigasi kejadian AI pada unggas peternakan tradisioanl akibat perubahan iklim dan tutupan lahan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas maka masalah yang perlu diungkap melalui penelitian ini adalah:

1. Perlu dianalisis berapa besar dampak perubahan iklim dan tutupan lahan terhadap kejadian AI pada unggas peternakan tradisional di Provinsi Lampung.
2. Perlu dirumuskan model skenario pengendalian kejadian AI pada unggas peternakan tradisional sebagai akibat perubahan iklim dan tutupan lahan di Provinsi Lampung.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menentukan dampak perubahan iklim dan tutupan lahan terhadap kejadian AI pada unggas peternakan tradisional di Provinsi Lampung
2. Menentukan model skenario pengendalian kejadian AI pada unggas peternakan tradisional sebagai akibat perubahan iklim dan tutupan lahan di Provinsi Lampung

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi tentang dampak perubahan iklim dan perubahan tutupan lahan terhadap kejadian AI pada unggas peternakan tradisional di Provinsi Lampung.

2. Sebagai masukan bagi masyarakat serta pemerintah dalam mitigasi kejadian AI dimasa mendatang.
3. Sebagai bahan informasi bagi penelitian yang sejenis dimasa yang akan datang.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah :

1. Perubahan iklim dan tutupan lahan memiliki dampak secara nyata terhadap kejadian AI pada unggas peternakan tradisional di Provinsi Lampung.
2. Dapat disusun skenario pengendalian kejadian AI pada unggas peternakan tradisional di Provinsi Lampung sebagai dampak perubahan iklim dan tutupan lahan.

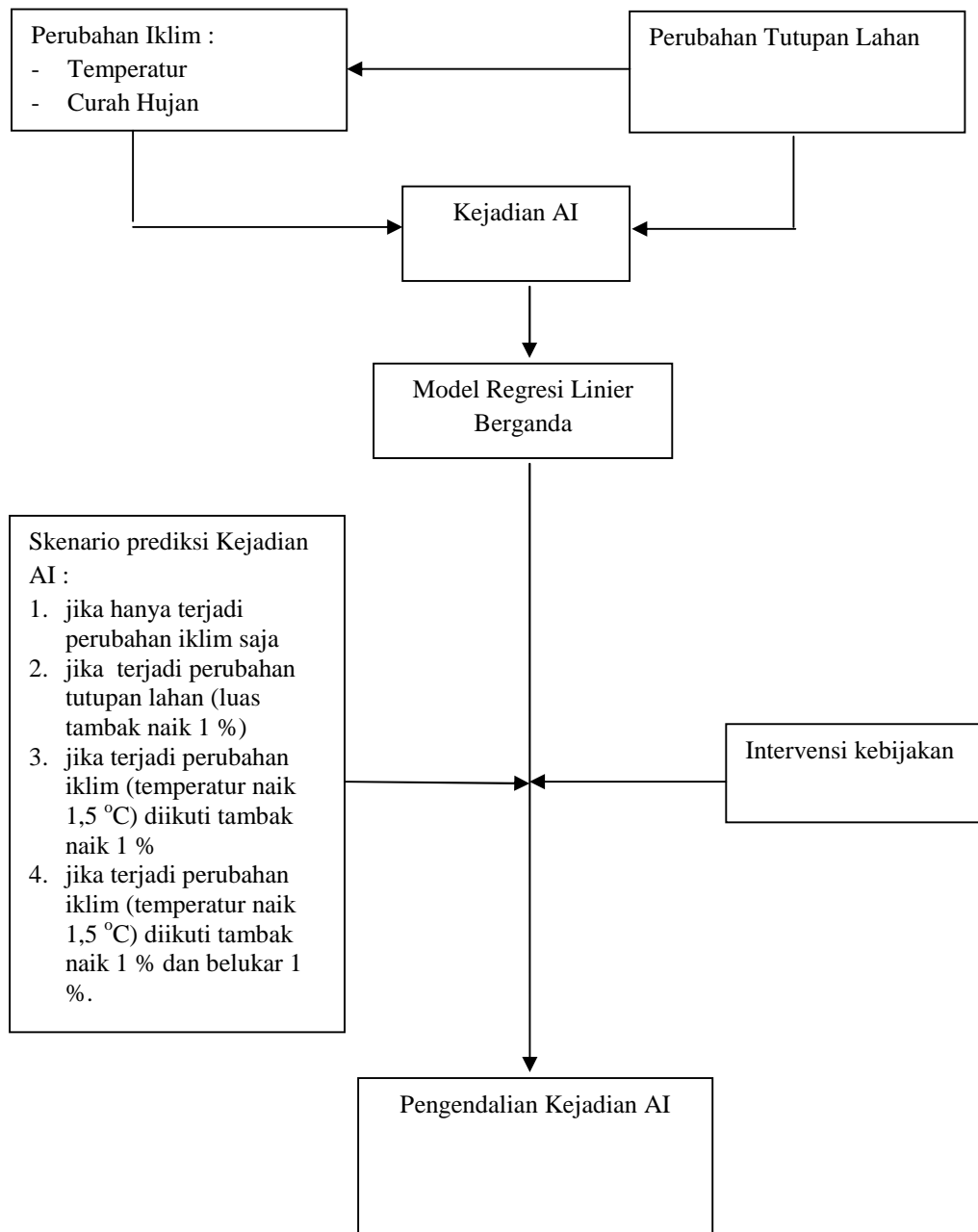
1.6 Kerangka Pemikiran

Dinamika pertumbuhan penduduk terus meningkat sehingga mendorong terjadinya deforestasi hutan untuk memenuhi berbagai kebutuhan manusia. Konversi areal hutan menjadi areal non hutan umumnya dapat menyebabkan perubahan iklim mikro utamanya curah hujan (Mustika, dkk., 2017). Selain deforestasi hutan, aktivitas manusia juga mengakibatkan kerusakan mangrove. Hutan mangrove memiliki fungsi sebagai habitat burung liar. Selain itu hutan mangrove juga berperan dalam mitigasi perubahan iklim. Menurut Sutaryo, 2009 dalam Senoaji, dkk., (2016), tegakan mangrove, melalui proses fotosintesis menyerap karbon dioksida dari atmosfer yang diubahnya menjadi karbon organik.

Pemanasan global dan perubahan iklim dapat berpengaruh langsung kepada spesies hewan sebagai hospes utama, antara lain timbulnya stres sehingga hewan

menjadi peka terhadap infeksi suatu agen patogen, sehingga akan muncul gejala penyakit termasuk penyakit AI, dengan kata lain perubahan iklim akibat perubahan tutupan lahan diduga dapat mempengaruhi kejadian AI.

Dampak perubahan iklim dan perubahan tutupan lahan terhadap kejadian AI pada unggas peternakan tradisional di Provinsi Lampung menghasilkan suatu model hubungan kausalitas sederhana. Model hubungan kausalitas antara dampak perubahan iklim dan tutupan lahan terhadap kejadian AI pada unggas peternakan tradisional dapat digunakan sebagai dasar untuk memprediksi kejadian AI dibawah skenario perubahan iklim dan tutupan lahan. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan strategi pengendalian kejadian AI pada unggas peternakan tradisional di Provinsi Lampung. Kerangka pemikiran secara lengkap disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Kerangka Pemikiran

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Avian Influenza* (AI)

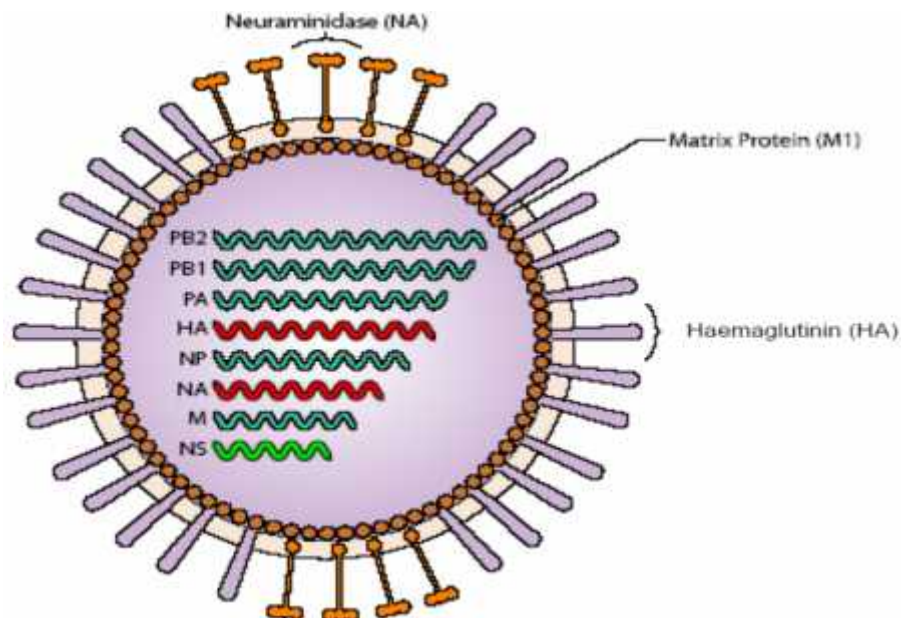
2.1.1 Definisi *Avian Influenza* (AI)

Penyakit flu burung atau flu unggas (*Bird Flu, Avian influenza*) adalah suatu penyakit menular yang disebabkan oleh virus Influenza tipe A dan ditularkan oleh unggas (Departemen Kesehatan RI, 2005 dalam Susanto, dkk., 2013). Menurut Radji, (2006), *Avian Influenza* (AI) merupakan penyakit infeksi pada unggas yang disebabkan virus influenza. Virus influenza merupakan virus RNA termasuk dalam famili *Orthomyxoviridae*. Unggas penular tersebut adalah burung, bebek, ayam, selain itu dapat ditularkan oleh beberapa hewan yang lain seperti babi, kuda, anjing laut, ikan paus, dan musang. Data lain menunjukkan penyakit ini bisa terdapat pada burung puyuh dan burung onta. Penyakit ini ditularkan dari burung ke burung tetapi dapat menular ke manusia (Mulyadi, dkk., 2005).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa infeksi virus-virus H5N1 clade 2.1 pada golongan ayam (*gallinaceous*) seperti ayam layer, ayam broiler, ayam kampung bersifat sangat pathogen, menyebabkan sakit perakut dan kematian dalam jumlah tinggi, sedangkan itik dan unggas air lainnya relatif lebih tahan terhadap infeksi virus-virus ini (Wibawa, dkk., 2012 dalam Susanto, dkk., 2013).

2.1.2 Morfologi dan Struktur Virus

Virus AI termasuk famili *Orthomyxoviridae* dengan genus influenza yang terdiri dari 3 tipe yaitu: A, B dan C. Virus AI merupakan virus RNA yang *single-stranded*. Genomnya terdiri dari 8 segmen yang mengkode 10 protein. Diameter virus sekitar 80 X 120 nm. Karakteristik virus ini berkapsul yang mengandung glikoprotein dan merupakan antigen permukaan. Terdapat 2 jenis protein permukaan yaitu *hemagglutinin* (HA) dan *neuraminidase* (NA). Hemagglutinin bersifat mengaglutinasi sel darah merah dan berfungsi untuk melekat, menginvasi sel hospes dan kemudian bereplikasi. Nueraminidase merupakan suatu enzim untuk memecahkan ikatan partikel virus sehingga virus baru terlepas dan dapat menginfeksi sel baru yang lain (Kumala, 2005). Gambar 2 menunjukkan struktur gen yang dimiliki oleh virus Influenza.



Gambar 2. Struktur gen virus *Avian Influenza*

Sumber: Wellenberg, (2006) dalam Hewajuli,dkk., (2008)

Berdasarkan atas sifat antigen dari protein *Haemagglutinin* (HA) dan *Neuraminidase* (NA) yang menyusun Influenza tipe A maka virus ini dapat diklasifikasikan lagi menjadi beberapa subtipe, sehingga penamaan subtipe virus Influenza tipe A berdasarkan HA dan NA ini yaitu HxNx, sebagai contoh H5N1, H9N2 dan lain-lain. Sampai saat ini ditemukan 15 jenis HA (H1 – H16) dan 9 jenis NA (N1– N9) (Harder dan Werner, 2006 dalam Hewajuli, dkk., 2008).

2.1.3. Sifat biologis virus AI

Virus AI tetap infeksi dalam feses selama 30 – 35 hari pada temperatur 4°C dan selama 7 hari pada temperatur 20°C. Hal ini menunjukkan bahwa virus AI dapat bertahan di lingkungan dalam kurun waktu dan suhu tertentu. Sifat tersebut memungkinkan terjadinya penyebaran virus AI di alam ini. Penularan virus AI dapat terjadi melalui kontak langsung antara ayam sakit dengan ayam yang peka. Unggas yang terinfeksi virus AI mengeluarkan virus dari saluran pernafasan, konjungtiva dan feses. Penularan dapat juga terjadi secara tidak langsung misalnya melalui udara yang tercemar material atau debu yang mengandung virus AI (aerosol), makanan atau minuman, alat atau perlengkapan peternakan, kandang, pakaian, kendaraan, peti telur, *egg tray*, burung, mamalia, dan insekta yang mengandung virus AI (Tabbu, 2000 dalam Hewajuli, 2008).

Virus H5N1 dapat bertahan hidup di air pada suhu 22°C sampai empat hari lamanya dan pada suhu 0°C dapat hidup selama 30 hari, di dalam tinja atau tubuh unggas yang sakit virus dapat hidup lebih lama. Virus H5N1 yang berada dalam daging ayam akan mati bila dipanaskan pada suhu 56°C selama 3 jam atau 60°C selama 30 menit dan 80°C selama 1 menit. Virus yang berada dalam telur ayam

akan mati bila direbus pada suhu 64°C selama 5 menit. Virus juga akan mati bila terkena detergent atau desinfektan seperti formalin, iodium dan alkohol 70% (Kumala, 2005).

Virus AI dapat diklasifikasikan ke dalam dua kelompok yaitu *Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI)* dan *Low Pathogenic Avian Influenza (LPAI)*. Hemagglutinin HPAI dan LPAI berbeda kepekaannya terhadap protease hospes. Virus yang termasuk HPAI mempunyai hemagglutinin yang sangat peka terhadap protease endogen seluler hospes dan dapat dipecah pada berbagai tipe sel yang perbedaannya sangat besar sehingga mempunyai kemampuan untuk menyebabkan infeksi sistemik yang mematikan di peternakan (Garjito, 2013)

2.1.4 Epidemiologi

Pertama kali virus AI ditemukan pada tahun 1878 di Itali, menyebabkan epidemi penyakit *Fowl Plague* pada ternak ayam dengan angka kematian 100%. Wabah berikutnya, di Amerika Serikat pada tahun 1983-1984 yang menimbulkan kematian sekitar 17 juta ternak ayam dengan kerugian mencapai sekitar 70 juta dolar Amerika. Sebelumnya virus AI hanya menyerang kelompok unggas. Baru pertama kali pada tahun 1997 di Hong Kong terjadi wabah flu burung yang disebabkan virus AI H5N1 yang patogen. Ketika itu telah terjadi penularan virus H5N1 dari spesies unggas ke manusia. Wabah flu burung tersebut menyebabkan enam penderita meninggal dari 18 kasus flu burung.

Pada Februari 2003 virus AI A subtipe H7N7 mulai menyerang daratan Eropa terutama Belanda. Wabah flu burung ini mengakibatkan seorang meninggal dunia

dari 89 penderita. Pada akhir tahun 2003 sampai awal tahun 2004, wabah flu burung yang disebabkan virus H5N1 kembali merebak di berbagai negara Asia meliputi Korea Selatan, Jepang, China, Vietnam, Thailand, Kamboja dan Laos. Sedikitnya 100 juta ternak ayam telah dimusnahkan untuk menghentikan penularan. Wabah ini telah menginfeksi 35 orang dan mengakibatkan 24 penderita meninggal dunia. Kemudian wabah flu burung dengan cepat menjalar ke beberapa negara Asia Tenggara lainnya termasuk Indonesia (Kumala, 2005)

2.1.5. Faktor Resiko Kejadian AI

Faktor risiko adalah faktor-faktor yang berpengaruh atau penyebab terhadap penularan suatu penyakit (Tabbu 2005 dalam Saswiyanti, 2011). Penyakit flu burung tersebar di antara unggas tidak terlepas karena faktor lingkungan, dimana lingkungan adalah agregat dari semua kondisi dan pengaruh pengaruh luar yang mempengaruhi kehidupan dan perkembangan suatu organisasi (Muryani, dkk., 2013). Ada tiga faktor lingkungan yang mempengaruhi penyakit flu burung yaitu berupa, (1) lingkungan fisik, (2) lingkungan biologi dan (3) lingkungan sosial atau perilaku manusianya (Muryani, dkk., 2013).

Lingkungan fisik adalah lingkungan alam yang dapat berupa geografis, iklim, air, saluran limbah atau pasar unggas. Lingkungan Biologi adalah semua makhluk hidup yang berada disekitar unggas dan binatang lain. Faktor lingkungan biologi dapat berupa bakteri dan virus pathogen yang menyebar melalui media unggas peliharaan (ayam, bebek, burung), kucing serta jenis pupuk unggas yang digunakan, percampuran unggas dan cara pemberian makan dapat berperan sebagai penyebab penyebaran penyakit flu burung. Lingkungan sosial atau

perilaku pemilik ternak dalam berinteraksi dengan unggas juga dapat menjadi penyebab merebaknya flu burung diantara unggas. Perilaku yang diduga mendukung proses penularan yaitu menyabung ayam, tidak menjaga kebersihan tangan, pakaian dan kendaraan setelah berinteraksi dan kontak langsung dengan unggas, terutama unggas yang terinfeksi virus AI (Muryani, dkk., 2012).

Penelitian Leo dkk., (2011), menunjukkan bahwa faktor resiko penyakit HPAI subtipe H5N1 di Indonesia dipengaruhi oleh ketinggian, kepadatan penduduk, kepadatan kandang unggas komersial, sawah, lokasi pasar, transportasi, lokasi perkampungan, dan panjang jalan. Kepadatan penduduk, jalan dan keberadaan sawah berperan sebagai faktor risiko terhadap kejadian AI di Jawa Barat (Yupiana dkk., 2010). Pada unggas air di Bogor dan Sukabumi kondisi biosekuriti yang rendah menyebabkan risiko paparan AI 5.59 kali lebih besar dibanding tingkat biosekuriti yang cukup (Siahaan 2007 dalam Saswiyanti, 2012).

2.1.6. Pengendalian Penyakit AI

Pengendalian AI secara nasional telah dilaksanakan dan menjadi program strategis nasional di Indonesia. Peraturan pemerintah terkait pengendalian AI telah ditetapkan seperti Peraturan Presiden RI nomor 7 tahun 2006 tentang Komite Nasional Pengendalian Flu Burung (*avian influenza*) dan Kesiapsiagaan Menghadapi Pandemi dan Instruksi Presiden RI nomor 1 tahun 2007 tentang Penanganan dan Pengendalian Virus Flu Burung (*avian influenza*). Kerjasama lintas sektoral juga telah difasilitasi dengan melibatkan Kementerian Koordinator Kesejahteraan Rakyat, Kementerian Kesehatan dan Kementerian Pertanian. Depkes RI (2008) menyatakan ada sepuluh strategi pengendalian AI, yaitu: (1)

pengendalian penyakit pada hewan, (2) penatalaksanaan kasus pada manusia, (3) perlindungan kelompok risiko tinggi, (4) surveilans epidemiologi pada hewan dan manusia, (5) restrukturisasi sistem industri perunggasan, (6) komunikasi risiko, edukasi dan peningkatan kesadaran masyarakat, (7) penguatan dukungan peraturan, (8) peningkatan kapasitas, (9) penelitian kaji tindak, (10) monitoring dan evaluasi.

Strategi pengendalian tersebut merupakan gabungan strategi pengendalian AI pada manusia dan unggas. Secara khusus Kementerian Pertanian juga telah mencanangkan pengendalian AI pada unggas yang dikenal dengan sembilan langkah strategis yang meliputi: (1) peningkatan biosekuriti, (2) depopulasi (pemusnahan terbatas atau selektif) di daerah tertular, (3) vaksinasi, (4) pengendalian lalu lintas keluar masuk unggas, (5) surveilans dan penelusuran (*tracking back*), (6) pengisian kandang kembali (*restocking*), (7) pemusnahan menyeluruh (*stamping out*) di daerah tertular baru, (8) peningkatan kesadaran masyarakat (*public awareness*) dan (9) monitoring, pelaporan dan evaluasi. Implementasi sembilan langkah strategis tersebut adalah berupa prosedur operasional standar pengendalian penyakit avian influenza (Ditjennak 2009).

Untuk mengantisipasi kondisi cuaca ekstrim curah hujan tinggi dan kejadian banjir di beberapa daerah di Indonesia yang berpotensi risiko meningkatnya kejadian AI pada unggas dan penyakit menular strategis lainnya, maka telah diterbitkan Surat Edaran Direktur Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan No. 04041/PK.310/F.III/2016 tanggal 4 November 2016 dan Surat Edaran Direktur Kesehatan Hewan No. 30034/PK.320/F4/01/2017 tanggal 30 Januari

2017 tentang Peningkatan Kewaspadaan dan Pengendalian Penyakit Hewan Menular Strategis (PHMS), antara lain : Penyuluhan kepada masyarakat agar melapor ke petugas kesehatan terdekat bila mengetahui adanya unggas sakit/mati mendadak, tindakan 3 Cepat (Deteksi, Laporan dan Respon Cepat Pengendalian Penyakit), Penerapan Biosekuriti dengan model 3 Zona (Bersih, Antara, Kotor) guna mengamankan peternakan agar tidak terserang masuknya berbagai kuman penyakit unggas, Penerapan Vaksinasi 3 Tepat (Vaksin, Jadwal, Teknik vaksinasi), tindakan Sanitasi pada sepanjang rantai pemasaran unggas, Surveilans investigasi oleh Laboratorium Veteriner guna mengetahui sumber penularan, epidemiologi dan dinamika virus AI, Kompartementalisasi dan zona bebas AI, Masyarakat menerapkan Perilaku Hidup Bersih Sehat (PHBS) Masyarakat

Menurut Ditjenhik, 2017, strategi pengendalian AI di Indonesia meliputi : strategi Utama yaitu: Deteksi, Laporan dan Respon (DLR) Cepat, Biosekuriti, Vaksinasi, Penataan/Sanitasi rantai pasar unggas, Kompartementalisasi dan Zoning, Surveilans, pengawasan lalu lintas dan strategi penunjang yang terdiri dari : Komunikasi, Informasi dan Edukasi (KIE), kemitraan pemerintah dan swasta (*Public Private Partnership*) dan Legislasi

Menurut Undang Undang Nomor 18 tahun 2009 tentang Peternakan dan Kesehatan Hewan (Pemerintah RI, 2009) mengamanatkan bahwa pengendalian dan penanggulangan penyakit hewan merupakan penyelenggaraan kesehatan hewan dan kesehatan lingkungan dalam bentuk pengamatan dan pengidentifikasian, pencegahan, pengamanan, pemberantasan, dan/atau

pengobatan. Dalam jabaran lebih lanjut, urusan kesehatan hewan dilakukan dengan pendekatan pemeliharaan, peningkatan kesehatan (promotif), pencegahan penyakit (preventif), penyembuhan penyakit (kuratif), dan pemulihan kesehatan (rehabilitatif) yang dilaksanakan secara menyeluruh, terpadu, dan berkesinambungan.

Penyelenggaraan kesehatan hewan diemban oleh pemerintah pusat dan daerah serta masyarakat melalui otoritas veteriner dalam kerangka sistem kesehatan hewan nasional (Sikeswannas). Sementara itu, pelayanan kesehatan hewan meliputi jasa laboratorium veteriner, pelayanan jasa laboratorium pemeriksaan dan pengujian veteriner, pelayanan jasa medik veteriner, dan/atau pelayanan jasa di Pusat Kesehatan Hewan (Puskeswan). Oleh karena itu, Puskeswan dapat dianggap sebagai salah satu institusi strategis dalam upaya percepatan proses pelayanan dan penanganan kesehatan hewan (Iqbal, 2011).

2.2. Perubahan Tutupan Hutan dan Lahan

Hutan merupakan salah satu sumber daya yang bersifat *open acces* dimana setiap orang bebas untuk memanfaatkan hutan tersebut. Menurut UU RI No. 41 tahun 1999 tentang Kehutanan, hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan. Adanya tekanan yang tinggi terhadap sumber daya hutan mengakibatkan terjadinya deforestasi hutan.

Penyebab langsung paling utama dari deforestasi dan degradasi hutan meliputi: ekspansi pertanian, ekstraksi kayu dan pembangunan infrastruktur. Kebutuhan lahan yang tinggi pada akhirnya telah memaksa terjadinya deforestasi hutan secara besar-besaran menjadi pemukiman, pertanian, agroindustri, aktivitas sektor jasa dan sektor industri lainnya (Mustika, dkk., 2016). Sementara penyebab utama tidak langsung dari deforestasi meliputi: faktor-faktor ekonomi makro, faktor tata kelola, dan faktor lain seperti faktor budaya, faktor demografi dan faktor teknologi (*Forest Watch Indonesia*, 2011)

Hutan mempunyai manfaat langsung dan tidak langsung yang telah dikenal secara luas. Manfaat langsung hutan adalah penghasil kayu dan non-kayu, sedangkan manfaat tidak langsung adalah sebagai pengatur iklim mikro, pengatur tata air dan kesuburan tanah, serta sumber plasma nutfah yang sangat penting bagi kehidupan manusia saat ini dan di masa yang akan datang. Hutan juga berperan penting dalam perubahan iklim (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2010)

2.2.1. Hutan Mangrove

Hutan mangrove didefinisikan sebagai tipe hutan yang tumbuh pada daerah pasang surut (terutama pantai yang terlindung, laguna, muara sungai) yang tergenang pada saat pasang dan bebas genangan pada saat surut yang komunitas tumbuhannya bertoleransi terhadap garam (Kusmana, dkk., 2003 dalam Setiawan, 2013). Hutan mangrove adalah daerah yang memiliki fungsi yang unik dan dipengaruhi oleh laut dan darat. Di hutan bakau, ada interaksi yang kompleks antara karakteristik fisik dan biologis yang sebagian besar ditemukan di daerah pasang surut dan sub-tropis di seluruh dunia (Arfan, 2018).

Mangrove adalah komunitas vegetasi pantai tropis yang khas, tumbuh dan berkembang pada daerah pasang surut, terutama didekat muara, sungai, laguna dan pantai yang terlindung dengan substrat lumpur atau lumpur berpasir. Ekosistem mangrove adalah kesatuan antara mangrove, hewan dan organisme lain yang saling berinteraksi antara sesamanya dengan lingkungannya (Peraturan Menteri Kehutanan No.P35 Tahun 2010 dalam Prihadi, dkk., 2018). Kemampuan adaptasi dari tiap jenis terhadap keadaan lingkungan menyebabkan terjadinya perbedaan komposisi hutan mangrove dengan batasan yang khas. Hal ini merupakan akibat adanya pengaruh dari kondisi tanah, kadar garam, lamanya penggenangan dan arus pasang surut.

Fungsi hutan mangrove dapat digolongkan menjadi tiga macam yaitu fungsi fisik, fungsi ekologis dan fungsi ekonomis. Fungsi hutan mangrove secara fisik di antaranya : menjaga kestabilan garis pantai dan tebing sungai dari erosi atau abrasi, mempercepat perluasan lahan dengan adanya jerapan endapan lumpur yang terbawa oleh arus ke kawasan hutan mangrove, mengendalikan laju intrusi air laut sehingga air sumur disekitarnya menjadi lebih tawar, melindungi daerah di belakang mangrove dari hempasan gelombang, angin kencang dan bahaya tsunami.

Fungsi ekologi mangrove antara lain: sebagai pelindung garis pantai, dapat mencegah instruksi air laut, sebagai tempat tinggal banyak biota (habitat), tempat mencari makan (*feeding ground*), tempat asuhan dan pembesaran (*nursery ground*), tempat pemijahan (*spawning ground*) bagi aneka biota perairan. Fungsi ekologis lain dari mangrove adalah sebagai penyerap karbon. Hasil valuasi

ekonomi yang dilakukan LPP mangrove tahun 2006 terhadap kawasan hutan mangrove di Batu Ampar, Pontianak menyatakan bahwa, nilai manfaat hutan mangrove sebagai penyerap karbon sebesar Rp 6.489.979.146,- /tahun (Setiawan, 2013). Vegetasi mangrove juga memiliki kemampuan untuk memelihara kualitas air karena vegetasi ini memiliki kemampuan luar biasa untuk menyerap polutan (logam berat Pb, Cd dan Cu), di Evergaldes negara bagian California Amerika Serikat, mangrove adalah komponen utama dalam menyaring polutan sebelum dilepas ke laut bebas (Arisandi, 2010 dalam Setiawan 2013)

Fungsi ekonomi hutan mangrove antara lain: sebagai penghasil keperluan rumah tangga, penghasil keperluan industri, dan sebagai tempat wisata. Fungsi-fungsi ini mengakibatkan dampak sistemik terhadap ekosistem pesisir lingkungan dan kehidupan manusia lain (Schaduw *et al.*, 2011 dalam Prihadi, 2018).

Hutan mangrove juga dapat dibagi menjadi zonasi-zonasi berdasarkan jenis vegetasi yang dominan, mulai dari arah laut ke darat sebagai berikut:

1. Zona *Avicennia*, terletak paling luar dari hutan yang berhadapan langsung dengan laut. Zona ini umumnya memiliki substrat lumpur lembek dan kadar salinitas tinggi. Zona ini merupakan zona pioner karena jenis tumbuhan yang ada memiliki perakaran yang kuat untuk menahan pukulan gelombang, serta mampu membantu dalam proses penimbunan sedimen.
2. Zona *Rhizophora*, terletak di belakang zona *Avicennia*. Substratnya masih berupa lumpur lunak, namun kadar salinitasnya agak rendah. Mangrove pada zona ini masih tergenang pada saat air pasang.

3. Zona Bruguiera, terletak di belakang zona Rhizophora dan memiliki substrat tanah berlumpur keras. Zona ini hanya terendam pada saat air pasang tertinggi atau 2 kali dalam sebulan.
4. Zona Nypa, merupakan zona yang paling belakang dan berbatasan dengan daratan.

2.3 Perubahan Iklim

Iklim adalah kondisi rata-rata cuaca harian selama jangka waktu tertentu (satu tahun). Sementara cuaca adalah keadaan udara yang terdiri dari variabel suhu, kelembaban, arah dan kecepatan angin pada waktu tertentu dan area tertentu yang relatif sempit (Yudhastuti, 2017). Menurut Tjasyono (2004), iklim adalah keadaan yang mencirikan atmosfer pada suatu daerah dalam jangka waktu yang cukup lama, yaitu 30 tahun atau lebih. Jangka waktu tersebut dipilih cukup lama untuk melicinkan atau meratakan fluktuasi skala kecil. Keadaan karakteristik atau mencirikan tersebut diungkapkan dengan hasil pengukuran atau pengamatan berbagai unsur cuaca yang dilakukan selama periode waktu tersebut.

Secara umum Indonesia termasuk dalam iklim tropis karena diselimuti rata-rata suhu udara yang panas dengan perbedaan secara ruang tidak signifikan. Sebagai negara maritim, maka iklim di Indonesia dicirikan dengan suhu udara dan kelembaban udara yang tinggi. Iklim Indonesia tergolong unik, hal ini disebabkan karena berada pada daerah tropis dan wilayahnya berbentuk kepulauan. Letaknya berada di antara dua samudra (Pasifik dan Hindia) juga ikut mempengaruhi keunikan iklim di Indonesia. Karena itulah Indonesia memiliki tiga jenis pola

iklim, yakni iklim monsun, iklim ekuatorial, dan iklim lokal (Aldrian, dkk., 2011).

Pada saat ini secara global dunia mengalami masalah perubahan iklim. Perubahan iklim adalah perubahan unsur-unsur iklim yang diakibatkan, langsung atau tidak langsung oleh aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan komposisi atmosfer secara global serta perubahan variabilitas iklim alamiah yang teramati pada kurun waktu yang dapat dibandingkan (Undang Undang No 31 tahun 2009). Dampak perubahan iklim yang sangat dirasakan adalah terjadinya peningkatan suhu, hari hujan dan curah hujan yang tidak teratur polanya serta terjadinya cuaca ekstrem (Yudhastuti, 2017).

Perubahan iklim terutama disebabkan oleh peningkatan konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer (IPCC, 2013). GRK adalah molekul gas yang memiliki atom lebih dari dua dengan ikatan yang tidak terlalu kuat sehingga mampu bergetar saat terjadi penyerapan panas. Gas Rumah Kaca (GRK) yang berada di atmosfer berfungsi sebagai penyerap energi radiasi matahari dan melepaskan energi tersebut ke atmosfer. Peningkatan konsentrasi GRK menyebabkan terjadinya pemanasan global. Tanda-tanda utama pemanasan global tidak hanya sebatas pada peningkatan konsentrasi GRK, melainkan terjadinya kenaikan suhu muka bumi, peningkatan muka air laut, dan melelehnya lapisan es di kutub bumi (Aldrian, dkk., 2011)

Perubahan iklim secara langsung akan menurunkan fungsi lingkungan dan selanjutnya akan mengganggu kesehatan masyarakat terutama yang berhubungan dengan kejadian penyakit berbasis iklim (Yudhastuti, 2017).

Salah satu penyakit yang berbasis iklim adalah penyakit flu burung. Perubahan iklim yang ekstrem seperti naiknya permukaan air laut, mencairnya gletser dan hujan badai diketahui dapat meningkatkan kadar penularan virus flu pada burung liar. Virus tersebut dikenal dengan Avian Influenza Patogenik A H5N1. (Yudhastuti, 2017).

Penyakit hewan akan muncul karena ada interaksi antara spesies hewan yang peka (sebagai hospes), keberadaan agen patogen dan lingkungan/ habitat yang mendukung. Untuk penyakit yang dalam penularannya kepada hospes memerlukan vektor yang kompeten, maka keberadaan vektor tersebut merupakan tambahan persyaratan yang harus terpenuhi keberadaannya (Epstein, 2001 dalam Bahri, dkk., 2011). Keadaan lingkungan ini merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi kondisi spesies hewan (hospes) sehingga pada kondisi tertentu bisa sebagai pemicu timbulnya penyakit atau wabah.

Pengaruh perubahan lingkungan terhadap perkembangbiakan agen patogen juga ikut menentukan hal yang sama. Demikian juga dengan pengaruh perubahan lingkungan terhadap perkembangan dan keberadaan vektor juga dapat memicu terjadinya penyakit. Pada kondisi spesies hewan menjadi stres akibat perubahan lingkungan, sementara itu perkembangan agen patogen dan vektor menjadi lebih cepat pada perubahan lingkungan yang sama, maka keadaan ini akan menimbulkan efek sinergisme terjadinya wabah penyakit hewan secara luas.

Sebaliknya bila terjadinya perubahan lingkungan yang justru menyebabkan agen patogen dan vektor menjadi kurang atau tidak berkembang, maka keadaan ini

akan menekan kemungkinan munculnya suatu penyakit atau wabah. Oleh karena itu, pemanasan global dan perubahan iklim pada kondisi tertentu dapat mempengaruhi keadaan lingkungan dan kejadian penyakit karena adanya interaksi antara hospes dengan agen patogen dan vektor serta lingkungan (McMichael dan Woodruff, 2008 dalam Bahri, dkk., 2011).

Pemanasan global dan perubahan iklim dapat berpengaruh langsung kepada spesies hewan sebagai hospes utama, antara lain timbulnya stres sehingga hewan menjadi peka terhadap infeksi suatu agen patogen, sehingga akan muncul gejala penyakit. Pengaruh langsung juga dapat terjadi pada hospes utama berupa burung yang biasa bermigrasi karena mengikuti musim. Pada perubahan iklim maka migrasi dapat dipercepat atau diperlambat sehingga apabila burung tersebut telah terinfeksi misalnya virus *West Nile* maka virus ini akan ikut menyebar ke lokasi baru. Demikian juga dengan unggas lain yang bermigrasi dan membawa agen patogen seperti virus H5N1 dalam tubuhnya sebagai reservoir, dapat menularkan penyakit AI di lokasi yang baru (Gilbert dkk., 2006 dalam Bahri, dkk., 2011))

2.3.1. Variabel Iklim yang berkaitan dengan AI

A. Suhu Udara

Suhu udara adalah ukuran energi kinetik rata-rata dari pergerakan molekul-molekul. Suhu suatu benda ialah keadaan yang menentukan kemampuan benda tersebut, untuk memindahkan (transfer) panas ke benda-benda lain atau menerima panas dari benda-benda lain. Dalam sistem dua benda, benda yang kehilangan panas dikatakan benda yang bersuhu lebih tinggi. Secara mikroskopik suhu suatu benda dapat didefinisikan sebagai tingkat atau derajat kepanasan benda tersebut.

Suhu udara didefinisikan sebagai tingkat gerakan molekul benda dimana makin cepat gerakan molekul maka makin tinggi suhunya (Tjasyono, 2004)

Ketekunan virus ini dapat dipengaruhi oleh banyak faktor seperti jumlah awal virus; suhu dan paparan sinar matahari; kehadiran bahan organik; pH dan salinitas (virus dalam air); kelembaban relatif (pada permukaan padat atau kotoran) (The Center For Food Security and Public Health, 2015).

Virus AI bertahan hidup terbaik di lingkungan pada suhu rendah, dan beberapa studi menunjukkan bahwa mereka lebih persisten dalam air segar atau air payau daripada air asin. Beberapa virus dapat bertahan hidup. selama beberapa minggu hingga beberapa bulan atau lebih dalam air suling atau air lingkungan yang disterilisasi, terutama dalam kondisi dingin. Namun, kehadiran flora mikroba alami dapat sangat mengurangi kelangsungan hidup mereka di dalam air, dan pada beberapa suhu, virus mungkin tetap layak untuk hanya beberapa hari (atau kurang, di beberapa lingkungan) hingga beberapa minggu (The Center For Food Security and Public Health, 2015)

Dalam tinja, beberapa observasi lapangan anecdotal menyatakan bahwa virus LPAI dapat bertahan hidup setidaknya selama 44 atau 105 hari, tetapi kondisinya tidak ditentukan. Di bawah kondisi laboratorium yang terkontrol, LPAI atau virus HPAI persistensi dalam feses berkisar dari <1 hari hingga 7 hari pada suhu 15-35 ° C (59-95 ° F), tergantung pada kadar air tinja, perlindungan dari sinar matahari dan faktor lainnya.

Pada berbagai permukaan padat dan terlindung dari sinar matahari, virus dilaporkan bertahan selama setidaknya 20 hari dan hingga 32 hari pada 15-30 ° C (59-86 ° F); dan selama setidaknya 2 minggu pada 4 ° C jika kelembaban relatif rendah; tetapi juga kurang dari 2 hari pada permukaan berpori (kain atau baki telur) atau kurang dari 6 hari pada permukaan tidak keropos pada suhu kamar.

Kelangsungan hidup lebih lama pada bulu daripada objek lain : setidaknya 6 hari pada suhu kamar. Beberapa virus bertahan hingga 13 hari di tanah (4 ° C), selama lebih dari 50 hari (20 ° C) atau 6 bulan (4 ° C) pada daging unggas (pH 7), dan selama 15 hari di cairan allantoic yang disimpan pada 37 ° C (99 ° F) . Paparan sinar matahari langsung sangat mengurangi kelangsungan hidup virus. Pengambilan sampel lingkungan di Kamboja menunjukkan bahwa persistensi virus di lingkungan tropis mungkin singkat: meskipun RNA dari garis keturunan Asia H5N1 virus HPAI ditemukan di banyak sampel termasuk debu (*The Center For Food Security and Public Health*, 2015)

B. Curah Hujan

Hujan merupakan gejala meteorologi dan juga unsur iklim. Hujan adalah hidrometeor yang jatuh berupa partikel-partikel air yang mempunyai diameter 0,5 mm atau lebih. Hujan yang sampai ke permukaan bumi dapat diukur dengan jalan mengukur tinggi air hujan tersebut dengan berdasarkan volume air hujan per satuan luas, hasil pengukuran tersebut dinamakan curah hujan (Tjasyono, 2006).

Curah hujan dalam satuan milimeter (mm) merupakan ukuran air hujan yang jatuh pada tempat yang datar dengan asumsi tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) mm adalah air hujan yang jatuh dan

tertampung pada tempat yang datar seluas 1 m^2 , yang ekuivalen dengan volume air sebanyak 1 liter (Aldrian, dkk., 2011).

Pada keadaan curah hujan atau musim hujan yang berkepanjangan akan meningkatkan kelembaban termasuk di lokasi peternakan unggas terutama ayam kampung maupun itik yang dipelihara masyarakat secara tradisional sehingga keadaan lingkungan di sekitar kandang unggas tersebut menjadi lembab dan virus AI H5N1 yang masih terdapat di Indonesia akan bertahan hidup lebih lama, sementara itu kondisi ayam tersebut menjadi lemah. Keadaan demikian akan memicu munculnya wabah penyakit flu burung (Bahri, dkk., 2011)

Menurut hasil penelitian Susanto, dkk., (2013) menyatakan bahwa persentasi tertinggi kasus aktif AI pada itik di Kabupaten Lamongan tahun 2012 adalah pada musim hujan dan terendah pada musim kemarau. Pergantian musim dari musim kemarau ke musim penghujan menyebabkan turunnya kekebalan/imunitas pada itik sehingga serangan penyakit akan lebih mudah masuk tubuh. Kurangnya sinar matahari dan kondisi lingkungan yang basah akan menyebabkan virus AI ini akan semakin lama berada pada suatu lingkungan.

2.4. Sistem Informasi Geografis (SIG)

Menurut Aronoff (1989) Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem informasi yang didasarkan pada kerja komputer yang memasukkan, mengelola, memanipulasi dan menganalisa data serta memberi uraian (Aronoff (1989) dalam Kohar, dkk., 2017). Prahasta (2002) dalam Wibowo, dkk., (2015) menyatakan bahwa SIG adalah sistem komputer yang digunakan untuk mengumpulkan,

memeriksa, mengintegrasikan, dan menganalisa informasi- informasi yang berhubungan dengan permukaan bumi.

Manfaat dari SIG adalah memberikan kemudahan kepada para pengguna atau para pengambil keputusan untuk menentukan kebijaksanaan yang akan diambil, khususnya yang berkaitan dengan aspek keruangan (spasial). Dengan adanya teknologi ini maka akan memudahkan dalam hal pemetaan lahan (Wibowo, dkk., 2015). Dengan SIG akan dimudahkan dalam melihat fenomena kebumihan dengan perspektif yang lebih baik. SIG mampu mengakomodasi penyimpanan, pemrosesan, dan penayangan data spasial digital bahkan integrasi data yang beragam, mulai dari citra satelit, foto udara, peta bahkan data statistik. Dengan tersedianya komputer dengan kecepatan dan kapasitas ruang penyimpanan besar seperti saat ini, SIG akan mampu memproses data dengan cepat dan akurat dan menampilkannya. SIG juga mengakomodasi dinamika data, pemutakhiran data yang akan menjadi lebih mudah.

Subsistem yang dimiliki oleh SIG yaitu data input, data output, data management, data manipulasi dan analisis. Subsistem SIG tersebut dijelaskan dibawah ini:

- a) Data Input: Subsistem ini bertugas untuk mengumpulkan dan mempersiapkan data spasial dan data atribut dari berbagai sumber. Subsistem ini pula yang bertanggung jawab dalam mengkonversi atau mentransformasi format datadata aslinya ke dalam format yang digunakan oleh SIG.
- b) Data Output: Subsistem ini menampilkan atau menghasilkan keluaran seluruh atau sebagian basis data baik dalam bentuk *softcopy* maupun bentuk *hardcopy* seperti: tabel, grafik, peta dan lain-lain.

- c) *Data Management*: Subsistem ini mengorganisasikan baik data spasial maupun atribut ke dalam sebuah basis data sedemikian rupa sehingga mudah dipanggil, dan diedit.
- d) *Data manipulasi dan analisis*: Subsistem ini menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG. Selain itu, subsistem ini juga melakukan manipulasi dan permodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan

III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di 10 (sepuluh) Kabupaten Kota di Provinsi Lampung pada bulan Agustus – November 2018.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak komputer serta alat tulis. Perangkat keras yang digunakan adalah *notebook*, *global positioning system (GPS)*, dan *digital camera*. Perangkat lunak yang digunakan adalah *software SIG*, *Minitab* versi 17.0 dan *Microsoft Office* 2013. Bahan yang digunakan adalah citra *Landsat* perekaman tahun 2009, 2012 dan 2015.

3.3. Jenis dan Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diambil secara langsung dari sumber-sumber data. Data primer dari penelitian ini adalah berupa data cek lapangan mengenai tutupan lahan. Data sekunder dalam penelitian ini meliputi peta administrasi kabupaten/kota Provinsi Lampung, data sekunder pendukung (angka kejadian AI, temperatur dan curah hujan) dari instansi terkait.

Metode pengumpulan data citra *Landsat* dilakukan dengan mengunduh citra pada laman *earthexplorer.usgs.gov*, sedangkan data lainnya diperoleh dari instansi terkait terkait yaitu; Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Lampung, Dinas Kehutanan Provinsi Lampung, Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Provinsi Lampung dan Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Lampung.

Data curah hujan dan temperatur diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Provinsi Lampung, sedangkan data kejadian AI dari Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Lampung. Data kejadian AI, curah hujan dan temperatur yang dikumpulkan merupakan data tahun 2009 sampai dengan 2015.

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1. Pengolahan dan Analisis Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan permodelan. Pada prinsipnya terdapat dua bagian besar dalam penelitian ini yaitu akuisisi data variabel dependen dan variabel independen yang kemudian membangun model linier yang dapat menjelaskan hubungan kausalitas antar keduanya.

1. Variabel dependen (Y)

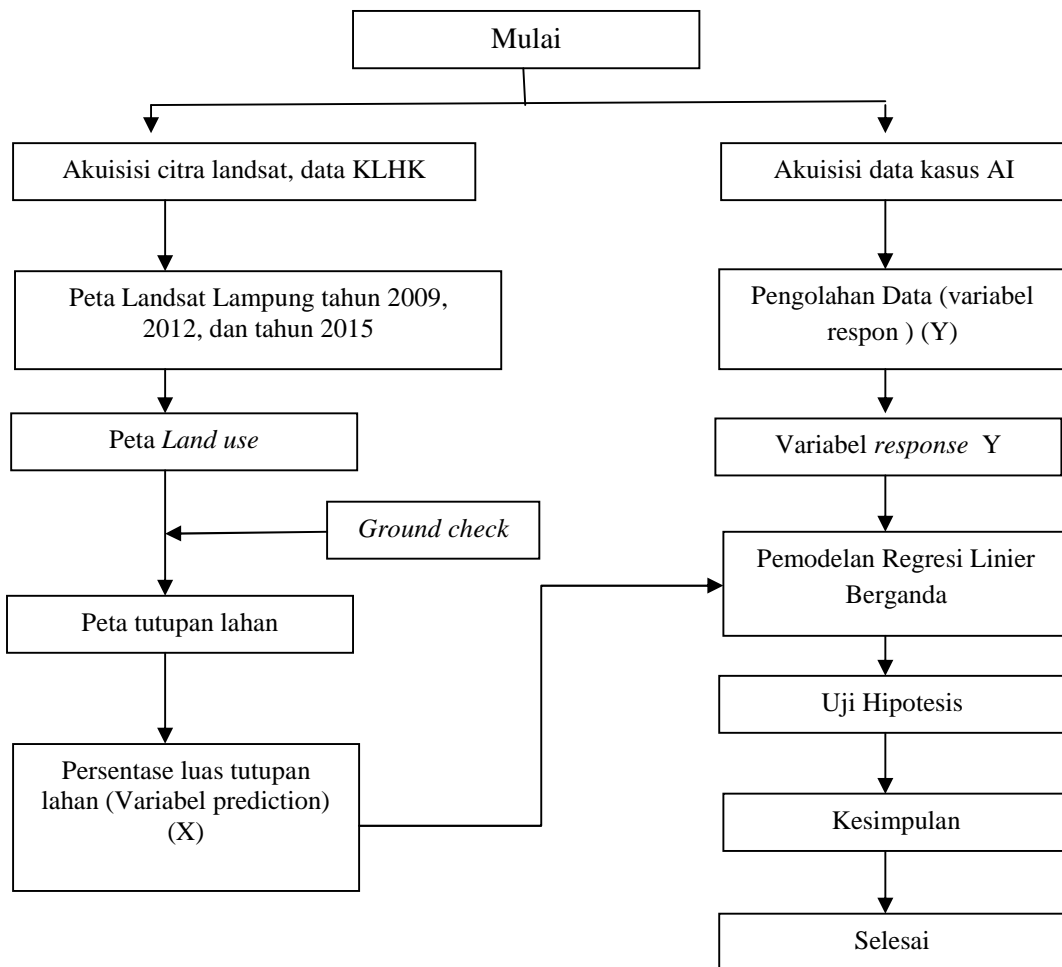
Variabel dependen (Y) berupa kasus kejadian AI di seluruh kabupaten/kota di Provinsi Lampung tahun 2009-2015. Data ini merupakan data sekunder yang diakuisisi dari instansi resmi Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Lampung. Data ini merupakan data variabel dependen (Y).

2. Variabel independen (X)

Data variabel independen (X) pada prinsipnya terdiri dari : (i) data perubahan tutupan lahan, (ii) data curah hujan, (iii) data suhu udara.

3.4.2. Prosedur pengolahan citra

Analisis perubahan tutupan hutan di Provinsi Lampung antara tahun 2009, 2012 dan 2015 membutuhkan peta tutupan lahan untuk setiap tahun yang diteliti serta data sekunder lain. Peta klasifikasi tutupan lahan dihasilkan melalui beberapa tahapan, yaitu: pra pengolahan citra, pengolahan citra digital, dan analisis perubahan tutupan lahan. Adapun keseluruhan prosedur pengolahan citra serta pemodelan penelitian dirangkai seperti dalam Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan Citra dan Pemodelan Regresi

3.4.2. Analisis Regresi Linier Berganda

Uji hipotesis yang akan digunakan untuk mengetahui apakah setiap variabel independen secara parsial berpengaruh terhadap variabel dependen adalah dengan menggunakan uji-t, sedangkan untuk mengetahui pengaruh variabel independen secara simultan terhadap variabel dependen menggunakan uji-F pada taraf nyata 10 %. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis model linier berganda. Analisis regresi berganda adalah hubungan secara linier antara dua atau lebih variabel independen (X) dengan variabel dependen (Y).

Teknik ini disebut linier karena setiap estimasi atas nilai yang diharapkan mengalami peningkatan atau penurunan mengikuti garis lurus. Pengukuran pengaruh variabel ini melibatkan lebih dari satu variabel bebas ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) yang mempengaruhi variabel tetap (Y).

Analisis citra adalah kegiatan menganalisis citra sehingga dapat menghasilkan informasi untuk mendapatkan ketetapan keputusan. Menurut Estes dan Simonett (1975), Susanto (1992) dalam Kohar, (2017) mengatakan bahwa interpretasi citra merupakan perbuatan untuk mengkaji foto udara atau citra dengan maksud untuk mengidentifikasi objek dan menilai arti penting objek tersebut. Interpretasi citra ini dilakukan dengan menggunakan *software SIG*. Hasil interpretasi citra ini akan didapatkan distribusi dari masing-masing penggunaan dan selanjutnya akan di analisis melalui analisis regresi berganda.

Berikut model dari analisis regresi linier berganda:

$$[Y]_{AI} = 0 + 1[BAIR]_{it} + 2[BLKR]_{it} + 3[PMKM]_{it} + 4[LTBK]_{it} + 5[BRAWA]_{it} + 6[PLKRCS]_{it} + 7[SWH]_{it} + 8[TMBK]_{it} + 9[MANGROVE]_{it} + 10[TEM]_{it} + 11[CH]_{it} + 12[HUTSEK]_{it} + e_i$$

Hipotesis

$$H_0 : 1 = 2 = 3 = 4 = 5 = 6 = 7 = 8 = 9 = 10 = 11 = 12 = 0$$

$$H_1 : 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad 7 \quad 8 \quad 9 \quad 10 \quad 11 \quad 12 \quad 0$$

Optimasi parameter model dengan menggunakan *software* statistika minitab versi 17.0. Adapun simbol dalam model, satuan, dan sumber data variabel dependen (Y) dan variabel independen (X) disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Simbol dalam model, satuan, dan sumber data variabel dependen (Y) dan variabel independen (X).

| No | Variabel | Simbol | Satuan dan skor | Sumber data |
|----|-------------------------------------|----------------------|----------------------|---|
| 1 | Angka kejadian AI pada unggas | [Y] | kasus/ tahun | Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Lampung (2009-2015) |
| 2 | Badan Air | [BAIR] | % | Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK |
| 3 | Belukar | [BLKR] | % | Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK |
| 4 | Pemukiman | [PMKM] | % | Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK |
| 5 | Lahan Terbuka | [LTBK] | % | Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK |
| 6 | Belukar Rawa | [BRAWA] | % | Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK |
| 7 | Pertanian Lahan Kering Campur Semak | [PLKRCS] | % | Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK |
| 8 | Sawah | [SWH] | % | Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK |
| 9 | Tambak | [TMBK] | % | Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK |
| 10 | Hutan Mangrove | [MANGROVE] | % | Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK |
| 11 | Hutan Sekunder | [HUTSEK] | % | Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK |
| 12 | Temperatur | [TEM] | Derajat celcius (°C) | BMKG |
| 13 | Curah Hujan | [CH] | Milimeter (mm) | BMKG |
| 14 | <i>error</i> model | <i>E_i</i> | | |
| 15 | Parameter Model | 0, 1,... 12 | | |

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Pada penelitian ini, telah dibuktikan bahwa:

1. Perubahan iklim dan tutupan lahan memiliki dampak secara nyata terhadap Kejadian AI pada unggas peternakan tradisional di Provinsi Lampung yaitu :
 - a. Setiap kenaikan temperatur sebesar 1 °C akan berdampak pada peningkatan kejadian AI sebesar 2,336 kejadian
 - b. Setiap kenaikan 1 % luas tutupan lahan akan meningkatkan kejadian AI sebesar 0,604 kejadian (untuk belukar) dan 1,93 kejadian (untuk tambak)
 - c. Setiap kenaikan 1 % luas tutupan lahan akan menurunkan kejadian AI sebesar 3,58 kejadian (untuk Badan Air), 0,29 kejadian (untuk hutan sekunder), 1,10 kejadian (untuk lahan terbuka), 0,328 kejadian (untuk belukar rawa) dan 1,113 kejadian (untuk hutan mangrove).
2. Model skenario yang didapat untuk pengendalian kejadian AI melalui reforestasi hutan mangrove sebagai akibat perubahan iklim dan tutupan lahan adalah :
 - a. Jika hanya terjadi perubahan iklim saja (temperatur naik 1,5 °C) maka kejadian AI rata rata per tahun per kabupaten/kota menjadi 10,904 kasus (naik 47,35%), dapat dikompensasi dengan reforestasi hutan mangrove sebesar 3,14 % per tahun per Kabupaten untuk daerah yang memiliki hutan

mangrove, atau meningkatkan luas hutan sekunder sebesar 12,082 % atau meningkatkan luas badan air sebesar 0,978 % per tahun per Kabupaten Kota untuk daerah yang tidak memiliki hutan mangrove.

- b. Jika luas tambak naik 1 % maka kejadian AI rata rata per tahun per Kabupaten/Kota menjadi 9,33 kasus (naik 26,08%), dan dapat dikompensasi dengan reforestasi hutan mangrove sebesar 1,73 % per tahun per Kabupaten untuk daerah yang memiliki hutan mangrove, meningkatkan luas hutan sekunder sebesar 6,655 % atau meningkatkan luas badan air sebesar 0,978 % per tahun per Kabupaten Kota untuk daerah yang tidak memiliki hutan mangrove
- c. Jika terjadi perubahan iklim (temperatur naik 1,5 °C) diikuti tambak naik 1 % maka kejadian AI rata rata per tahun per Kabupaten/Kota menjadi 12,834 kasus (naik 73,43 %) dan dapat dikompensasi dengan reforestasi hutan mangrove sebesar 4,88 % per tahun per Kabupaten untuk daerah yang memiliki hutan mangrove, atau meningkatkan luas hutan sekunder sebesar 18,737 % atau meningkatkan luas badan air sebesar 1,517 % per tahun per Kabupaten Kota untuk daerah yang tidak memiliki hutan mangrove
- d. Jika terjadi perubahan iklim (temperatur naik 1,5 °C) diikuti tambak naik 1 % dan belukar naik 1 % maka kejadian AI rata rata per tahun per Kabupaten/Kota menjadi 13,438 kasus (naik 81,59 %) dan dapat dikompensasi dengan reforestasi hutan mangrove sebesar 5,42 % per tahun per Kabupaten untuk daerah yang memiliki hutan mangrove, atau meningkatkan luas hutan sekunder sebesar 20,820 % atau meningkatkan

luas badan air sebesar 1,686 % per tahun per Kabupaten Kota untuk daerah yang tidak memiliki hutan mangrove

5.2. Saran

1. Pencegahan dan pengendalian penyakit AI harus dilakukan secara terpadu dan terintegrasi dengan *stakeholder* terkait yaitu Dinas yang menangani fungsi peterbakan dan kesehatan hewan, dinas kehutanan dan dinas perikanan dan kelautan. .
2. Kegiatan penanaman hutan kembali dikawasan hutan (*reboisasi*) dan *reforestasi* hutan mangrove serta upaya menjaga daerah aliran sungai oleh instansi terkait harus terus dilakukan karena selain dapat memperbaiki kualitas lingkungan juga secara tidak langsung dapat mengurangi atau menekan potensi penyebaran virus AI ke peternakan unggas tradisional.
3. Pengembangan unggas lokal disarankan untuk dilakukan di daerah daerah yang yang jauh dari lokasi budidaya tambak/ perikanan agar penyebaran virus AI dapat dikendalikan atau diminimalisir.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E., Karmini, dan M., Budiman. 2011. *Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia*. Puslitbang Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Jakarta. 174 hlm.
- Ariwibowo dan Ruffi. 2009. Peran sektor kehutanan di Indonesia dalam perubahan iklim. *Tekno Hutan Tanaman*, Vol. 1(1) : 23-32.
- Arfan, A. 2018. Factors that influence the change of mangrove forest in South Sulawesi Indonesia. *UNM Geographic Journal*, Vol. 1 (2) : 96-102.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. 2010. *Membalik Kecenderungan Degradasi Sumber daya Lahan dan Air*. IPB Press.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Provinsi Lampung dalam Angka 2015*. Buku Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung Bandar Lampung. 468 hlm.
- Badan Pusat Statistik. 2017. Luas Dan Kondisi Hutan Mangrove di Lampung. Diakses pada [https:// lampung.bps.go.id/dynamictable/2017/08/23/510/luas – dan – kondisi –hutan - mangrove-menurut-provinsi- lampung -. html](https://lampung.bps.go.id/dynamictable/2017/08/23/510/luas-dan-kondisi-hutan-mangrove-menurut-provinsi-lampung-.html) tanggal 27 maret 2019 pukul 23.28
- Badan Pusat Statistik. 2019. Luas area budidaya Perikanan menurut provinsi dan jenis budidaya (ha), 2005 - 2016. Diakses pada [https ://www.bps.go.id/statictable/2014/09/08/1712/ luas – area – usaha - budidaya - perikanan-menurut-provinsi-dan-jenis-budidaya-ha-2005-2016. html](https://www.bps.go.id/statictable/2014/09/08/1712/luas-area-usaha-budidaya-perikanan-menurut-provinsi-dan-jenis-budidaya-ha-2005-2016.html) tanggal 17 April 2019 pukul 16;19
- Bahri, S., dan Syafriati, T, 2011. Mewaspada munculnya beberapa penyakit hewan menular strategis di Indonesia terkait dengan pemanasan global dan perubahan iklim. *Wartazo*. Vol. 21 (1) :25-39
- Budiman. 2009. Kajian Peranan Lingkungan Sebagai Faktor Risiko Kejadian Luar Biasa (KLB) Penyakit Flu Burung Pada Manusia. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor.

- Butarbutar, T. 2009. Inovasi manajemen kehutanan untuk solusi perubahan iklim di Indonesia. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, Vol. 6 (2) : 121 - 129
- Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Lampung. 2016. *Laporan Kejadian AI tahun 2009 – 2016 di Provinsi Lampung*. Bandar Lampung. 15 hlm.
- Direktorat Jenderal Peternakan. 2009. *Prosedur Opearsional Standar Pengendalian Penyakit Avian Influenza*. Jakarta.
- Direktorat Kesehatan Hewan. 2011. *Buletin Pengamatan Penyakit Hewan*. Jakarta.
- Dienelly U, S. Bakri, dan Trio Santoso. 2017. Pengaruh perubahan tutupan hutan dan lahan terhadap produk domestik regional bruto (PDRB) di sektor pertanian, kehutanan dan industri :Studi di Provinsi Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*, Vol. 5 (1): 61-70
- Elfidasari, D., Agrydzadana Frisa, Edwinata, Retno D Soejoedono, Sri Murtini, Dedy D Solihin. 2015. Mekanisme penyebaran virus *avian influenza* subtype H5N1 pada burung air liar dan unggas peliharaan di kawasan cagar alam pulau dua serang. *BioWallacea. Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi*. Vol. 1 (2): 2442-2622
- Farnsworth ML, Fitchett S, Hidayat MM, Lockhart C, Hamilton-West C, Brum E, Angus S, Poermadjaja B, Pinto J. 2011. Metapopulation dynamics and determinants of H5N1 highly pathogenic avian influenza outbreaks in Indonesian poultry. *Prev Med*, 102 :206-217.
- Febryano I.G, Didik Suharjito, Dudung Darusman, Cecep Kusmana, dan Aceng Hidayat. 2015. Aktor Dan Relasi Kekuasaan Dalam Pengelolaan Mangrove Di Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung, Indonesia. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, Vol. 12 (2): 123-138
- Food and Agriculture Organization, 2005. *Pencegahan dan Pengendalian Flu Burung (Avian Influenza) pada Peternakan Unggas Skala Kecil*. Buku Petunjuk bagi Paramedik Veteriner. 41 hlm.
- Forest Watch Indonesia/Global ForestWatch. 2011. *Potret Keadaan Hutan Indonesia Periode Tahun 2000—2009*. Buku. Forest Watch Indonesia dan WashingtonDC:Global ForestWatch. Bogor. 68 p.
- Forest Watch Indonesia. 2018. *Deforestasi Tanpa Henti*. Buku online. Diakses pada [http : //fwi.or.id/ wp-content/ uploads /2018/03 / deforestasi _tanpa_henti_2013-2016_lowress.pdf](http://fwi.or.id/wp-content/uploads/2018/03/deforestasi_tanpa_henti_2013-2016_lowress.pdf) pada tanggal 11 Februari 2018.

- Gunawan dan D.T.H. Sihombing. 2004. Pengaruh suhu lingkungan tinggi terhadap kondisi fisiologis dan produktivitas ayam buras. *Wartazoa*, Vol. 14 (1): 31-38
- Garjito, T.A. 2013. Virus *Avian Influenza* H5n1 : Biologi molekuler dan potensi penularannya ke unggas dan manusia, *Jurnal Vektora*, Vol. V (2): 89-97
- Giri C, Ochieng E, Tieszen LL, Zhu Z, Singh A, Loveland T, Masek J, Duke N. 2011. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*. 20: 154-159.
- Hewajuli, D.A dan N.L.P.I. Dharmayanti, 2008. Karakterisasi dan identifikasi virus *avian influenza* (AI). *Wartazoa*, Vol. 18 (2): 86-100
- Hewajuli D.A, Ni Luh Putu Indi Dharmayanti, dan I Wayan Teguh Wibawan. 2016. Deteksi, isolasi, dan identifikasi *avian influenza* sub tipe H5N1 pada unggas di Pulau Jawa, Indonesia tahun 2016. *Jurnal Veteriner*. Vol. 18 (4) : 496-509
- Hewajuli, D.A dan Dharmayanti NLPI. 2014. Pengaruh faktor-faktor ekologi terhadap penyebaran dan stabilitas virus *avian influenza* di lingkungan. *Wartazoa*. Vol. 24 (3) : 119-130 DOI : <http://dx.doi.org/10.14334/wartazoa.v24i3.1069>.
- Howes, J., D. Bakewell, dan Y.R. Noor. (2003). *Panduan Studi Burung Pantai*, Bogor: Wetlands International-Indonesia Programme.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, New York
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, New York
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2018. *Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp.
- Iqbal, M. 2011. Strategi penguatan kinerja pelayanan kesehatan hewan dalam mendukung sistem kesehatan hewan nasional. *Analisis Kebijakan Pertanian*, Vol. 9 (1): 53-71
- Kementerian Pertanian. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. Situasi Kejadian Avian Influenza (AI) pada Unggas kondisi sampai dengan 31 Agustus 2017. Diakses pada <http://ditjenpkh.pertanian.go.id/situasi->

kejadian-avian-influenza-ai-pada-unggas-kondisi-s-d-31-agustus-2017
tanggal 19 Oktober 2018

- Kumala, W. 2005. Avian influenza : Profil dan penularannya pada manusia. *Universa Medicina*, Vol.24 (4): 184-189
- Loth Leo, Gilbert Marius, Wu Jianmei, Czarnecki Christina, Hidayat Muhammad, and Xiao Xiangming. 2011. Identifying risk factors of highly pathogenic avian influenza (H5N1 subtype) in Indonesia. *Prev Vet Med* 102:50-58.
- Mu Jianhong E, Bruce A. McCarl, Ximing Wu, and Li Gan. 2011. Climate Change Influences On The Risk Of Avian Influenza Outbreaks And Associated Economic Loss. *Selected Paper prepared for presentation at the Agricultural & Applied Economics Association's 2011 AAEE & NAREA Joint Annual Meeting, Pittsburgh, Pennsylvania, July 24-26, 2011*
- Mulyadi dan Prihatini, 2005. Diagnosis laboratorik flu burung (H5N1). *Indonesian Journal of Clinical Pathology and Medical Laboratory*. Vol 12(2):71-81
- Muryani, dkk., 2012. Dampak flu burung terhadap perekonomian : tinjauan aspek lingkungan, sosial dan ekonomi nasional. *Majalah Ekonomi Tahun XXII* (2) : 106-115
- Mustika, A.A, S. Bakri, dan Dyah Wulan S.R.W, 2016. Perubahan penggunaan lahan di Provinsi Lampung dan pengaruhnya terhadap insidensi demam berdarah dengue (Dbd). *Jurnal Sylva Lestari*, Vol. 4 (3) :35-46
- Natsir M., Abdulla AZ., Thaha RM. 2010. Faktor Risiko Kejadian Flu Burung Pada Peternakan Unggas Rakyat Komersial Di Kabupaten Sindereng Rappang 2007- 2009. *Jurnal MKMI*, Vol.6 (3) : 124-128.
- Nofitri, Z. 2014. *Manajemen Risiko Rantai Pasok Unggas Terkait Kasus Avian Influenza Di Kabupaten Bandung*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 33 hlm.
- Prihadi D.J, Indah R, dan Mochamad Rudyansyah I. 2014. Pengelolaan kondisi ekosistem mangrove dan daya dukung lingkungan kawasan wisata bahari mangrove di karangsong indramayu. *Jurnal Kelautan Nasional*, Vol. 13 (1) : 53-64
- Qohar, I.A., S. Bakri., Dyah., W.S.R.W. 2017. Pemanfaatan sistem informasi untuk valuasi jasa lingkungan mangrove dalam penyakit malaria di Provinsi Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Metode Kuantitatif 2017*. ISBN Nomor 978-602-98559-3-7; 156-170.

- Radji, M. 2006. Avian influenza A (H5n1) : Patogenesis, pencegahan dan penyebaran pada manusia. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, Vol. III (2) : 55 – 65.
- Setiawan, H. 2013. Status ekologi hutan mangrove pada berbagai tingkat ketebalan. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, Vol. 2 (2): 104 - 120
- Saharjo, B.H dan Guntala Wibisana. 2017. Persepsi Masyarakat dalam Upaya Pengendalian Kebakaran Hutan di Taman Nasional Gunung Ciremai. *Jurnal Silvikultur Tropika*. Vol.08.(2)., hal 141-146.
- Saswiyanti, E. 2012. *Pola Kejadian Dan Faktor Risiko Penyakit Avian Influenza Pada Peternakan Sektor 4 Di Provinsi Lampung*. Tesis. IPB. 96 hlm
- Senoaji, G dan Muhamad Fajrin H. 2016. Peranan ekosistem mangrove di Pesisir Kota Bengkulu dalam mitigasi pemanasan global melalui penyimpanan karbon. *J. Manusia Dan Lingkungan*, Vol. 23 (3): 327-333
- Surni. 2015. Dinamika perubahan penggunaan lahan, penutupan lahan terhadap hilangnya biodiversitas di DAS Tallo, Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 1 (5): 1050-1055.
- Susanto, E dan A.Sutomo, 2013. Analisis insidensi penyakit flu burung pada itik (*Anas Domesticus*) di peternakan rakyat kabupaten lamongan tahun 2007 – 2012. *Jurnal Ternak*, Vol. 04 (01): 13-19.
- Tamzil, M.H. 2014. Stres Panas Pada Unggas: Metabolisme, Akibat Dan Upaya Penanggulangannya. *Wartazoa*, Vol. 24(2): 57-66
- Tempo.co, 2016. Laju Kerusakan Hutan Mangrove di Indonesia Tercepat di Dunia. Diakses pada : <https://nasional.tempo.co/read/811899/laju-kerusakan-hutan-mangrove-di-indonesia-tercepat-di-dunia/full&view=ok> tanggal 03 April 2019 jam 09.16.
- The Center of Food Security and Public Health. 2015, *Avian Influenza*. Iowa State University. 38 hlm.
- Tjasyono, B. 2004. *Klimatologi*. Penerbit ITB. Bandung. 335 hlm.
- Wibowo. K.M, I. Kanedi I dan J.Jumadi. 2015. Sistem Informasi Geografis (Sig) Menentukan Lokasi Pertambangan Batu Bara Di Provinsi Bengkulu Berbasis Website. *Jurnal Media Infotama* Vol. 11 (1). Sistem Informasi Geografis. ISSN 1858 – 2680
- Yudhastuti, R. 2017. Perubahan Iklim : Prediksi dan Pengendalian Penyakit yang ditularkan Binatang. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar dalam Bidang Ilmu Kesehatan Lingkungan. Universitas Airlangga. 28 hlm

Yupiana Y, De Vlas SJ, Adnan NM, Richardus JH. 2010. Risk factors of poultry outbreaks and human cases of H5N1 avian influenza virus infection in West Java Province, Indonesia. *Int J Inf Dis* 14:800-805.

Zhang Z, Dongmei C, Yue C, Bo Wang, Yi Hu, Jie Gao, Ligian Sun, Rui Li chenglong Xiong. 2014. Evaluating the Impact of Environmental Temperature on Global Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) H5N1 Outbreaks in Domestic Poultry. Jurnal online. *Int J Environ Res Public Health*. 2014 Jun 11(6) Hal : 6388-6399. Diakses pada tanggal 07 September 2018 jam 12.56