

**PENDEKATAN *HUMAN CAPITAL* UNTUK VALUASI JASA
LINGKUNGAN MANGROVE SEBAGAI PENGENDALIAN
KEJADIAN MALARIA**

(Skripsi)

**Oleh
IMAWAN ABDUL QOHAR**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2018**

ABSTRAK

PENDEKATAN *HUMAN CAPITAL* UNTUK VALUASI JASA LINGKUNGAN MANGROVE SEBAGAI PENGENDALIAN KEJADIAN MALARIA

Oleh

Imawan Abdul Qohar

Perubahan tutupan hutan mangrove berdampak terhadap angka kesakitan malaria (*annual parasite incidence*). Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui besaran manfaat hutan mangrove dengan pendekatan *human capital* atau biaya perawatan (*Medical cost*) dari penyakit malaria. Penelitian ini dilakukan mulai bulan Agustus—Oktober 2016 dengan lingkup wilayah penelitian Provinsi Lampung periode tahun 2000—2015. Dinamika perubahan tutupan lahan dan penggunaan lahan per Kabupaten/kota diidentifikasi melalui sistem informasi geografis serta interpretasi citra landsat 2000, 2009, dan 2015 dan menghasilkan persentase luas tutupan lahan dan penggunaan lahan. Dari hasil uji statistik diketahui ekosistem mangrove berpengaruh terhadap penurunan kejadian malaria dengan koefisien sebesar $-0,07937$ dan nilai $P \text{ value} = 0,001$. Luas ekosistem mangrove sebesar $9401,62 \text{ Ha}$, apabila terjadi kenaikan 10 persen luas tutupan mangrove maka akan menurunkan kejadian malaria sebesar $0,007937$ per 1000 penduduk atau

Imawan Abdul Qohar

0,000007937 insidensi. Hal ini berarti setiap penambahan 10 persen tutupan mangrove akan mengakibatkan penurunan kejadian penyakit malaria sebesar 64,42676 insidensi dengan asumsi bahwa setiap faktor penularan malaria adalah positif. Model valuasi jasa lingkungan mangrove dilakukan dengan pendekatan biaya kesehatan. Nilai manfaat dari hutan mangrove dengan pendekatan *human capital* adalah Rp. 2.266.255.815,5,-/tahun.

Kata kunci : Angka kesakitan malaria, *Medical cost*, Penggunaan lahan

ABSTRACT

HUMAN CAPITAL APPROACH TO MANGROVE ENVIRONMENTAL SERVICES VALUATION AS A CONTROL MALARIA INCIDENCE

By

Imawan Abdul Qohar

Change of mangrove forest cover affects malaria (annual parasite incidence). The purpose of this study is to know the magnitude of the benefits of mangrove forests with the approach of human capital or the cost of treatment (Medical cost) of malaria disease. This research was conducted from August to October 2016 with the scope of research area of Lampung Province in 2000-2015. The dynamics of land cover change and land use by Regency / District were identified through geographic information systems as well as landscape image interpretations 2000, 2009, and 2015 and result in a broad percentage of land cover and land use. From the results of statistical tests known mangrove ecosystems influence the decrease in incidence of malaria with coefficient of -0.07937 and value P value = 0.001. Mangrove ecosystem area of 9401.62 Ha, if there is an increase of 10 percent of mangrove cover area will decrease the incidence of malaria by 0,007937 per 1000 population or 0,000007937 incidence. This means that each addition of 10 percent

Imawan Abdul Qohar

mangrove cover will lead to a decrease in incidence of malaria by 64.42676
incidence with the assumption that every factor of transmission of malaria is
positive. The valuation model of mangrove environmental services is done by
health cost approach. The value of benefits from mangrove forests with human
capital approach is Rp. 2.266.255.815,5, - / year.

Keywords: Land Use, Malaria Incidence, Medical Cost

**PENDEKATAN *HUMAN CAPITAL* UNTUK VALUASI JASA
LINGKUNGAN MANGROVE SEBAGAI PENGENDALIAN
KEJADIAN MALARIA**

Skripsi

Oleh

IMAWAN ABDUL QOHAR

**sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA KEHUTANAN**

pada

**Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2018**

Judul Skripsi : **PENDEKATAN *HUMAN CAPITAL* UNTUK
VALUASI JASA LINGKUNGAN MANGROVE
SEBAGAI PENGENDALIAN KEJADIAN
MALARIA**

Nama Mahasiswa : **Imawan Abdul Qohar**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1214151026

Program Studi : Kehutanan

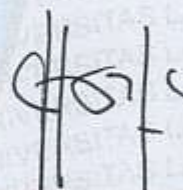
Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

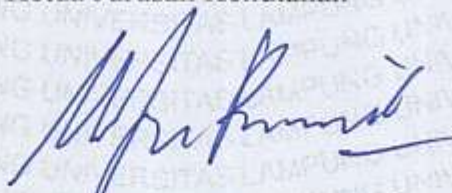


Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si.
NIP 196105051987031002



Dr. Dyah Wulan S.R.W., S.Km., M.Kes.
NIP 197206281997022001

2. Ketua Jurusan Kehutanan



Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.
NIP 197705032002122002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

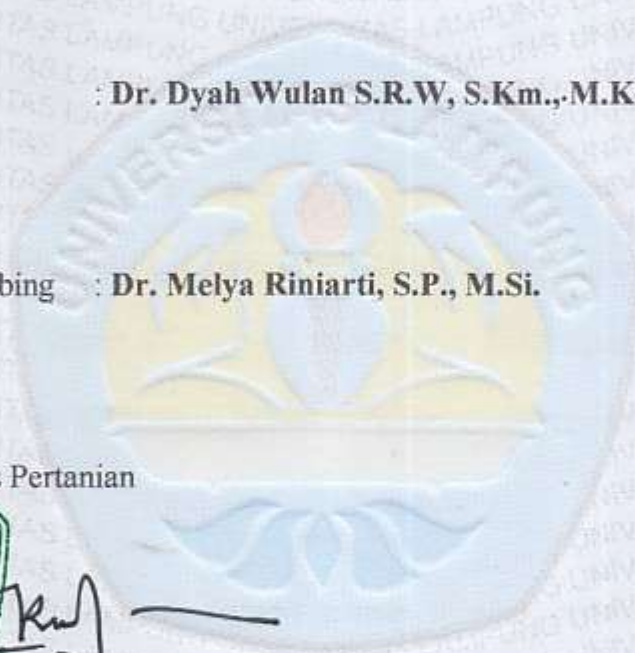
Ketua : **Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si.**



Sekretaris : **Dr. Dyah Wulan S.R.W, S.Km., M.Kes.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.**



Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **5 Juni 2018**
Tanggal Pengesahan : **21 Agustus 2018**

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Sidodadi pada tanggal 22 April 1994, merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Muryanto, S.Ag. dan Ibu Dra. Siti Wazanah. Jenjang pendidikan penulis dimulai pada tahun 2000 di Sekolah Dasar Negeri 01 Sidodadi, kemudian pada tahun 2006 penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 01 Metro. Pada tahun 2009 penulis melanjutkan studi di Sekolah Menengah Atas Negeri 03 Metro. Pada tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Ujian Mandiri.

Selama menjadi mahasiswa Penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Statistika dan Pemodelan Kehutanan serta mata kuliah Pembangunan Kehutanan. Penulis turut aktif mengikuti organisasi kemahasiswaan, menjadi Sekertaris Umum Himasyiva Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Unila periode 2015/2016.

Pada tahun 2014 penulis melakukan Kuliah Lapang Kehutanan di Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, SEAMEO Biotrop, Taman Nasional Gunung Gede Pangrango dan Kebun Raya Cibodas. Tahun 2016 penulis melakukan Praktek Umum di KPH Kedu Selatan BKPH Gombang Selatan

dengan Topik Kualitas Kayu. Kemudian pada tahun 2016, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik di Desa Air Abang Kecamatan Ulu Belu Kabupaten Tanggamus.

Dengan mengucapkan *Alhamdulillah* rabbi'l' alamin, ku persembahkan karya ini kepada Ibu Siti Wazanah dan Bapak Muryanto.
Terima kasih atas doa dan dukungan yang tak terhingga.

SANWACANA

Assalaamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala, atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul "**Pendekatan *Human Capital* untuk Valuasi Jasa Lingkungan Mangrove sebagai Pengendalian Kejadian Malaria**". Skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan pada Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dan kemurahan hati dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada,

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si. selaku Ketua Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan dosen penguji atas ide, motivasi, perhatian, saran dan waktu yang diberikan kepada penulis hingga selesainya penulisan skripsi ini.

3. Bapak Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si. sebagai pembimbing utama atas ide, motivasi, perhatian, saran, dan waktu yang diberikan kepada penulis hingga selesainya penulisan skripsi ini.
4. Ibu Dyah Wulan Sumekar Rengganis Wardani, S.Km., M.Kes. sebagai pembimbing kedua atas ide, motivasi, perhatian, saran, dan waktu yang diberikan kepada penulis hingga selesainya penulisan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Arief Darmawan., S.Hut, M.Sc Selaku dosen penguji sebagai pembimbing kedua atas ide, motivasi, perhatian, saran, dan waktu yang diberikan kepada penulis hingga selesainya penulisan skripsi ini.
6. Bapak Drs. Afif Bintoro, M. P. atas dukungan dan motivasi yang diberikan sebagai dosen pembimbing akademik.
7. Dinas Kesehatan Provinsi Lampung atas kerja sama dan bantuannya kepada penulis.
8. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas ilmu yang telah diberikan.
9. Ayah dan Ibu, atas kasih sayang, do'a, dan dukungan moril maupun materiil yang selama ini diberikan kepada penulis.
10. Adikku, Ahmad Ma'ruf Abdullah, Nurlaila Rahmawati, Muhammad Rizki Miftahul Huda, atas doa dan dukungannya.
11. Saudaraku di Kehutanan Unila 2012, atas kebersamaan dari awal jumpa hingga kini.
12. Himasyilva, atas bimbingan, arahan serta wadah bagi penulis untuk belajar lebih beretika dan bertanggung jawab sebagai mahasiswa.

13. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah Subhanahu wa Ta'ala membalas kebaikan mereka semua yang telah diberikan kepada penulis. Penulis berharap kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Mudah-mudahan skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Bandar Lampung, Agustus 2018

Imawan Abdul Qohar

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	4
E. Hipotesis	4
F. Kerangka Pemikiran	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Ekosistem Hutan Mangrove	7
B. Peranan Ekosistem Mangrove Terhadap Endemik Malaria	9
C. Sistem Informasi Geografi (SIG)	11
D. Citra Landsat.....	12
E. Penyakit Malaria	12
1. Epidemiologi Penyakit Malaria	13
2. Etiologi	13
3. Siklus Hidup Plasmodium	14
4. Patogenesis Malaria	16
5. Penuluran Malaria	17
6. Hubungan Host, Agent dan Faktor Lingkungan	18
III. METODE PENELITIAN	27
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
B. Alat dan Bahan Penelitian	27
C. Jenis Data dan Metode Pengumpulan Data	27
D. Variabel Penelitian	28
1. Variabel Respon (Y)	28
2. Variabel Penjelas (X)	28
E. Prosedur Penelitian	29
1. Prosedur Pengolahan Citra.....	29
1.1. Pra Pengolahan Citra.....	29
1.2. Pengolahan Citra Digital	30

	Halaman
1.3. Perubahan Tutupan dan Penggunaan Lahan	31
2. Prosedur Analisis Data	32
2.1. Analisis Linier Berganda	32
2.2. Uji Hipotesis	34
3. Penetapan Nilai Jasa Lingkungan	34
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	36
A. Hasil	36
1. Kependudukan	36
2. Angka Kesakitan Malaria di Provinsi Lampung	38
3. Penggunaan Lahan Ekosistem Mangrove	41
4. Tarif Dasar Pelayanan Kesehatan Provinsi Lampung	43
B. Pembahasan	45
1. Penggunaan Lahan Ekosistem Mangrove	46
2. Penggunaan Model Regresi Sebagai Pendekatan Valuasi Jasa Lingkungan	47
V. SIMPULAN DAN SARAN	50
A. Simpulan	50
B. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	56
Perhitungan Jumlah Kejadian Malaria melalui Model Regresi	56
Gambar 8—11	57-58
Tabel 6—10	59-64

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Variabel, Simbol dalam model, Satuan dan Skor, Sumber Data	33
2. Luas Wilayah, Jumlah Penduduk, Kepadatan Penduduk Provinsi Lampung 2015	36
3. Kepadatan penduduk (jiwa/km ²) di kabupaten/kota Provinsi Lampung	37
4. Luas Mangrove, Tambak dan Rawa tahun 2000, 2009, 2015.....	41
5. Persentase tutupan ekosistem mangrove terhadap luas wilayah kabupaten/kota di Provinsi Lampung.....	41
6. Statistik deskriptif biaya pengobatan penyakit malaria Provinsi Lampung	44
7. Hasil uji t dan koefisien determinasi.....	45
8. Simulasi Valuasi Jasa lingkungan Mangrove dengan pendekatan <i>human capital</i>	49
9. Tarif Pelayanan Rumah Sakit Provinsi Lampung.....	59
10. Kepadatan penduduk (jiwa/km ²) di kabupaten/kota Provinsi Lampung	61
11. <i>Annual Parasite incidence</i> (API) Malaria di Provinsi Lampung 2000-2015	62
12. Persentase Tutupan Lahan.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemikiran Pemecahan Masalah	6
2. Diagram Alir Pengolahan Citra dan Pemodelan Regresi	32
3. Trend angka kesakitan malaria Provinsi Lampung tahun 2000-2015	39
4. Angka kesakitan malaria pada kabupaten di Provinsi Lampung tahun 2000-2015	40
5. Perubahan Tutupan Lahan tahun 2000.....	42
6. Perubahan Tutupan Lahan tahun 2009.....	42
7. Perubahan Tutupan Lahan tahun 2015.....	43
8. <i>Ground Check</i> Tutupan Mangrove Desa Pasir Sakti Lampung Timur	57
9. <i>Ground Check</i> Tutupan Tambak Lampung Timur.....	57
10. <i>Ground Check</i> Muara Selapan Lampung Timur	58
11. <i>Ground Check</i> Tutupan Mangrove Muara Selapan Lampung Timur .	58

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Luas mangrove di Indonesia adalah sekitar 4,25 juta hektar, yang mempresentasikan 25 % dari mangrove dunia. Indonesia merupakan pusat dari sebagian biogeografi spesies mangrove (Quarto, 2006). Mangrove memiliki nilai ekologis yang sangat penting, diantaranya sebagai pelindung pantai dari gelombang dan badai, di daerah pesisir berperan sebagai filter dari polutan, sebagai pemasok dalam siklus rantai makanan dan sebagai tempat berlindung sebagian besar *aquatic juvenile* (Hogarth, 1999).

Hutan mangrove diketahui memiliki manfaat ganda (*multiple use*) yang dapat dibedakan atas manfaat langsung dan manfaat tidak langsung. Menurut Kustanti (2011), manfaat langsung merupakan manfaat yang dapat dirasakan secara langsung kegunaannya dan nilainya dapat dikuantifikasi bagi pemenuhan kebutuhan manusia dari hasil hutan berupa barang maupun jasa. Manfaat tidak langsung yaitu manfaat yang nyata namun sulit dirasakan dan dikuantifikasikan nilainya.

Menurut Rahmawaty (2006), beberapa fungsi ekologis yang dimiliki hutan mangrove adalah sebagai daerah asuhan (*nursery ground*), daerah untuk mencari makan (*feeding ground*) dan daerah pemijahan (*spawning ground*) bagi berbagai

biota laut, tempat bersarangnya burung, habitat alami bagi berbagai jenis biota, sumber plasma nutfah (hewan, tumbuhan dan mikroorganisme) dan pengontrol penyakit seperti malaria.

Saputro (2009) menyebutkan bahwa luas kawasan mangrove di Indonesia yang bervegetasi adalah sekitar 3.244.018,46 ha. Akan tetapi luas hutan mangrove tersebut telah banyak mengalami penurunan kualitas dan kuantitas yang disebabkan kegiatan konversi penggunaan lahan (tambak, pemukiman, persawahan), penebangan kayu yang tidak bertanggung jawab (kayu bakar, pembuatan arang), pencemaran dan lainnya. Kecenderungan konversi hutan mangrove menjadi bentuk penggunaan lahan lain semakin meningkat, yang didasari semata-mata kepentingan ekonomi dan kurang memperhatikan keberlanjutan kepentingan ekologi dan sosial (Pramudji, 2000).

Hutan mangrove sebagai habitat nyamuk dapat mempengaruhi kehidupan larva nyamuk karena kanopi tegakan mangrove dapat menghalangi sinar matahari yang masuk atau melindungi dari serangan makhluk hidup lain, sehingga larva tersebut dapat berkembang biak dengan baik di dalam hutan mangrove tersebut (Ahmadi, 2008).

Menurut Putra (2015) Salah satu fungsi ekologi hutan mangrove adalah sebagai habitat berbagai nyamuk termasuk nyamuk penyebab penyakit malaria (*Anopheles sp.*). Wabah penyakit malaria bisa meningkat akibat terdegradasinya hutan mangrove. Gangguan terhadap hutan mangrove dapat menstimulasi nyamuk *Anopheles sp.* untuk bermigrasi ke habitat lain seperti pemukiman, yang selanjutnya menjadi vektor penyakit malaria.

Perubahan tutupan hutan ke penggunaan lahan lainnya menjadi bendungan, pertambangan dan pemukiman adalah beberapa contoh kegiatan pembangunan yang sering menimbulkan gangguan lingkungan yang menguntungkan bagi berkembangnya nyamuk seperti nyamuk *Anopheles sp.* sebagai vektor penyakit malaria. Menurut Dinas Kesehatan Provinsi Lampung (2004) fluktuasi insidensi malaria selain dapat disebabkan oleh perubahan cuaca juga dapat disebabkan oleh adanya perubahan lingkungan seperti meluasnya tambak-tambak udang yang terlantar, pembukaan hutan, perkebunan, dan penebangan hutan bakau. Minimnya penelitian mengenai pengkajian antara peranan jasa ekosistem mangrove terhadap pengendalian penyakit malaria melatarbelakangi dilakukannya penelitian ini.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah belum diketahuinya besaran parameter perubahan tutupan mangrove maupun variabel sosial demografi serta biofisik lainnya dan nilai jasa lingkungan mangrove terhadap penyakit malaria terutama di Provinsi Lampung.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu menetapkan besaran manfaat hutan mangrove dengan pendekatan human capital / *Medical Cost* dari penyakit malaria.

D. Manfaat Hasil Penelitian

Manfaat dari penelitian ini setidaknya adalah.

1. Memberikan informasi tentang hubungan perubahan penggunaan tutupan mangrove terhadap penyakit malaria.
2. Sumbangan informasi serta bahan masukan bagi Pemerintah Provinsi Lampung maupun instansi terkait tentang pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap malaria dan nilai ekonominya.
3. Memberikan sumbangan pada pengembangan

E. Hipotesis

1. Peningkatan luas tutupan mangrove secara nyata berpengaruh terhadap rata-rata angka kesakitan malaria di Provinsi Lampung.
2. Perubahan luas tutupan mangrove dapat mengurangi biaya perawatan kesehatan pada penyakit malaria.

F. Kerangka Pemikiran

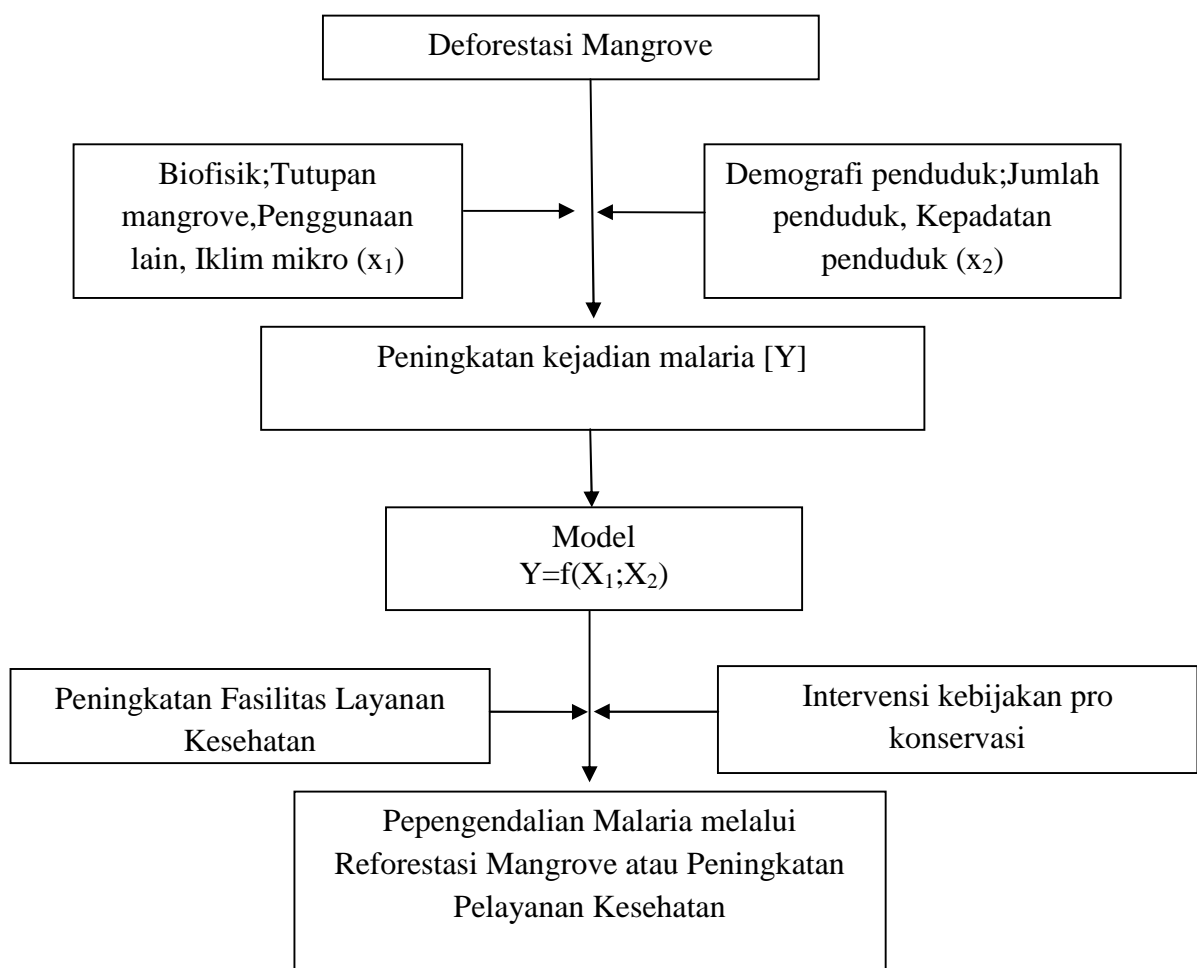
Dinamika luas tutupan atau ekosistem mangrove begitu pesat. Pada wilayah-wilayah pinggiran urban umumnya cepat berkurang atau terkonversi menjadi kawasan dengan intensitas pembangunan yang relatif cepat seperti tambak, pemukiman bahkan industri. Padahal fungsi ekosistem mangrove memiliki jasa lingkungan yang sangat besar termasuk sebagai pengendali berbagai jenis penyakit termasuk malaria (Putra, 2015)

Deforestasi kawasan mangrove dapat mengubah kondisi biofisik utamanya penurunan ekosistem mangrove, terbentuknya kawasan lain, tambak atau penggunaan lain. Lebih lanjut konversi ini dapat memicu pertumbuhan dan kepadatan jumlah penduduk. Kecuali itu kedua jenis perubahan tersebut dapat menyebabkan degradasi kondisi ekosistem, dengan kata lain terjadi *ecological shock* (guncangan ekologis) seperti perubahan iklim, suhu, kelembaban udara maupun kondisi hidrologis seperti terbentuknya rawa-rawa, intrusi air laut, tingkat salinitas, dampak tersebut dapat merangsang berkembangnya habitat habitat nyamuk anopeles maupun dominasinya. Perubahan iklim mikro di lain pihak dapat menurunkan tingkat kenyamanan lingkungan hidup bagi manusia yang berarti juga pada gejala fisiologisnya. Gejala fisiologis ini dapat mempengaruhi ketahanan masyarakat terhadap malaria.

Argumentasi tentang hubungan antara perubahan tutupan mangrove sampai pada penurunan ketahanan masyarakat terhadap malaria tersebut dapat membawa imajinasi untuk ditetapkan parameter biofisik maupun sosial demografinya. Artinya perlu mengembangkan model hubungan kausalitas sederhana. Apabila setiap variabel penentu kejadian malaria di wilayah studi sudah didapatkan melalui penelitian ini maka intervensi kebijakan untuk menekan kejadian malaria dapat ditetapkan seperti pengembangan intensif untuk mengembangkan perilaku masyarakat agar pro terhadap konservasi mangrove ataupun melalui intervensi layanan kesehatan.

Saat ini belum diketahui korbanan jasa lingkungan tersebut atas konversi mangrove menjadi areal penggunaan lainnya. Apabila penelitian ini dapat

menghasilkan informasi besarnya korbanan tersebut maka hasil tersebut dapat digunakan sebagai dasar perhitungan kompensasi atas perubahan luas ekosistem mangrove. Selanjutnya dapat dijadikan landasan bagi penentu kebijakan publik untuk mengendalikan deforestasi ekosistem mangrove maupun pengendalian penyakit malaria. Kerangka pemikiran pemecahan masalah penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran Pemecahan Masalah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Ekosistem Hutan Mangrove

Vegetasi mangrove secara khas memperlihatkan adanya pola zonasi. Beberapa ahli (Chapman, 1977) menyatakan bahwa hal tersebut berkaitan erat dengan tipe tanah (lumpur, pasir, atau gambut), keterbukaan (terhadap hempasan gelombang), salinitas serta pengaruh pasang surut. Di Indonesia, substrat berlumpur ini sangat baik untuk tegakan *Rhizophora mucronata* dan *Avicennia marina*. Jenis-jenis lain seperti *Rhizophora stylosa* tumbuh dengan baik pada substrat berpasir, bahkan pada pulau karang yang memiliki substrat berupa pecahan karang, kerang, dan bagian-bagian dari *Halimeda* (Ding Hou, 1958).

Kondisi salinitas sangat mempengaruhi komposisi mangrove. Berbagai jenis mangrove mengatasi kadar salinitas dengan cara yang berbeda-beda. Beberapa diantaranya secara selektif mampu menghindari penyerapan garam dari media tumbuhnya, sementara beberapa jenis yang lainnya mampu mengeluarkan garam dari kelenjar khusus pada daunnya.

Zonasi vegetasi mangrove nampaknya berkaitan erat dengan pasang surut.

Beberapa penulis melaporkan adanya kolerasi antara zonasi mangrove dengan tinggi rendahnya pasang surut dan frekuensi banjir (Ding Hou, 1958). Di Indonesia, areal yang selalu digenangi walaupun pada saat pasang rendah

umumnya didominasi oleh *Avicennia alba* atau *Sonneratia alba*. Areal yang digenangi oleh pasang sedang didominasi oleh jenis-jenis *Rhizophora*. Adapun areal yang digenangi hanya pada saat pasang tinggi, yang mana areal ini lebih ke daratan, umumnya didominasi oleh jenis-jenis *Bruguiera* dan *Xylocarpus granatum*, sedangkan areal yang digenangi hanya pada saat pasang tertinggi (hanya beberapa hari dalam sebulan) umumnya didominasi oleh *Bruguiera sexagula* dan *Lumnitera littorea*.

Secara sederhana, mangrove umumnya tumbuh dalam 4 zona, yaitu pada daerah terbuka, daerah tengah, daerah yang memiliki sungai berair payau sampai hampir tawar, serta daerah ke arah daratan yang memiliki air tawar. Mangrove terbuka merupakan mangrove yang berada pada bagian yang berhadapan dengan laut. Komposisi floristik dari komunitas di zona terbuka sangat bergantung pada substratnya. *Sonneratia alba* cenderung untuk mendominasi daerah berpasir, sementara *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* cenderung untuk mendominasi daerah yang lebih berlumpur (Ding Hou, 1958). Mangrove tengah merupakan mangrove di zona yang terletak di belakang mangrove terbuka. Di zona ini, biasanya didominasi oleh jenis *Rhizophora*. Mangrove payau merupakan mangrove yang berada di sepanjang sungai berair payau hingga hampir tawar. Di zona ini biasanya didominasi oleh komunitas *Nypa* atau *Sonneratia*. Sedangkan mangrove daratan merupakan mangrove yang berada di zona perairan payau atau hampir tawar di belakang jalur hijau mangrove yang sebenarnya. Jenis-jenis yang umum ditemukan pada zona ini termasuk *Ficus microcarpus*, *Intsia bijuga*, *Nypa fruticans*, *Lumnitera racemosa*, *Pandanus sp.* dan *Xylocarpus moluccensis* (Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1993).

Zona ini memiliki kekayaan jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan zona lainnya.

B. Peranan Ekosistem Mangrove Terhadap Endemik Malaria

Hutan mangrove memiliki berbagai macam fungsi. Menurut Rahmawaty (2006), beberapa fungsi yang dimiliki hutan mangrove adalah sebagai berikut:

1. Fungsi fisik; menjaga garis pantai agar tetap stabil, melindungi pantai dari erosi (abrasi) dan intrusi air laut, peredam gelombang dan badai, penahan lumpur, penangkap sedimen, pengendali banjir, mengolah bahan limbah, penghasil detritus, memelihara kualitas air, penyerap CO₂ dan penghasil O₂ serta mengurangi resiko terhadap bahaya tsunami.
2. Fungsi biologis; merupakan daerah asuhan (*nursery ground*), daerah untuk mencari makan (*feeding ground*) dan daerah pemijahan (*spawning ground*) dari berbagai biota laut, tempat bersarangnya burung, habitat alami bagi berbagai jenis biota, sumber plasma nutfah (hewan, tumbuhan dan mikroorganisme) serta pengontrol penyakit malaria.
3. Fungsi sosial ekonomi; sumber mata pencarian, produksi berbagai hasil hutan (kayu, arang, obat dan makanan), sumber bahan bangunan, bahan kerajinan, tempat wisata alam, objek pendidikan dan penelitian, areal pertambakan, tempat pembuatan garam serta areal perkebunan.

Secara ekologis hutan mangrove memegang peranan kunci dalam perputaran nutrisi pada perairan pantai di sekitarnya. Fungsi hutan mangrove yaitu sebagai stabilisator tepian sungai/pesisir, memberikan dinamika pertumbuhan di kawasan pesisir seperti pengendalian erosi pantai, menjaga stabilitas sedimen, dan turut berperan dalam menambah perluasan lahan daratan (*land building*) (Saputro, 2009).

Manfaat lain dari fungsi ekologisnya adalah sebagai habitat nyamuk, sehingga kerusakan hutan mangrove dapat berakibat pada peningkatan populasi nyamuk sebagai vektor penyakit malaria (Masela, 2012).

Hutan mangrove sebagai habitat nyamuk dapat mempengaruhi kehidupan larva nyamuk karena kanopi tegakan mangrove dapat menghalangi sinar matahari yang masuk atau melindungi dari serangan makhluk hidup lain, sehingga larva tersebut dapat berkembang biak dengan baik di dalam hutan mangrove tersebut (Ahmadi, 2008). Munculah asumsi bahwa dengan adanya hutan mangrove sebagai habitat nyamuk maka daerah jelajah nyamuk khususnya *Anopheles sp.* hanya di dalam dan sekitar hutan mangrove itu saja, sehingga kawasan penduduk akan aman dari serangan nyamuk tersebut pada radius jarak tertentu. Berbeda jika kualitas dan kuantitas hutan mangrove tersebut buruk, seperti terjadinya pembukaan areal hutan mangrove yang dapat menimbulkan masalah kesehatan (Putra, 2015). Peran mangrove selain ditinjau dari fungsi ekologisnya juga memiliki fungsi ekonomi yang mendorong kegiatan eksploratif sehingga mangrove rawan dari kerusakan (Saputro, 2009).

C. 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.

SIG menurut Burrough (1986) merupakan alat yang bermanfaat untuk pengumpulan, penyimpanan, pengambilan kembali data yang diinginkan dan penayangan data keruangan yang berasal dari kenyataan dunia.

Menurut Prahasta (2009), subsistem-subsistem dari SIG adalah sebagai berikut:

1. Data *input* Subsistem ini bertugas untuk mengumpulkan dan mempersiapkan data spasial dan data atribut dari berbagai sumber. Subsistem ini pula yang bertanggungjawab dalam mengkonversi atau mentransformasi format-format data aslinya ke dalam format yang dapat digunakan SIG.
2. Data *output* Subsistem ini menampilkan atau menghasilkan keluaran seluruh atau sebagian basis data baik dalam bentuk *softcopy* maupun *hardcopy*.
3. Data manajemen Subsistem ini mengorganisasi data, baik data spasial maupun data atribut ke dalam sebuah data sedemikian rupa sehingga mudah untuk digunakan, diperbaharui, dan diolah.
4. Data *manipulation* dan *analysis* Subsistem ini menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG.

D. Citra Landsat

Dari sekian banyak satelit penginderaan jauh yang sering digunakan untuk pemetaan penutupan lahan adalah Landsat (Land Satelit). Seri Landsat yang dikenal pertama kali adalah *Earth Resource Technology Satelit* (ERTS).

Citra landsat merupakan satelit sumberdaya milik Amerika Serikat yang diluncurkan sejak tahun 1972. Jenis citra yang direkam landsat hingga saat ini adalah Landsat MSS dan Landsat TM/ETM+/OLI. Jenis citra Landsat yang sudah mengorbit saat ini adalah Landsat generasi ke Delapan (Landsat 8). *Landsat Data Continuity Mission* atau yang lebih dikenal Landsat 8 menggunakan sensor OLI (*Onboard Operational Land Image*) dan TIRS (*Thermal Infrared Sensor*) yang diluncurkan pada 11 Februari 2013 yang pada setiap saluran/kanal (*band*) mempunyai karakteristik dan kemampuan aplikasi atau penggunaan yang berbeda.

E. Penyakit Malaria

Penyakit malaria adalah penyakit menular yang menyerang dalam bentuk infeksi akut ataupun kronis. Penyakit ini disebabkan oleh protozoa genus plasmodium bentuk aseksual, yang masuk ke dalam tubuh manusia dan ditularkan oleh nyamuk *Anopheles* betina. Istilah malaria diambil dari dua kata bahasa italia yaitu mal = buruk dan area = udara atau udara buruk karena dahulu banyak terdapat di daerah rawa – rawa yang mengeluarkan bau busuk. Penyakit ini juga mempunyai nama lain seperti demam roma, demam rawa, demam tropik, demam pantai, demam charges, demam kura dan paludisme (Prabowo, 2004).

Di dunia ini hidup sekitar 400 spesies nyamuk anopheles, tetapi hanya 60 spesies berperan sebagai vektor malaria alami. Di Indonesia, ditemukan 80 spesies nyamuk *Anopheles* tetapi hanya 16 spesies sebagai vektor malaria (Prabowo, 2004). Untuk mengetahui wilayah yang paling besar terinfeksi malaria adalah dengan cara mengetahui insiden kasus malaria tersebut. Oleh karena itu kasus malaria dapat distandarisasikan kedalam 2 indikator yaitu *Annual Malaria Incidence* (AMI) dan *Annual Parasite Incidence* (API).

1. Epidemiologi Penyakit Malaria

Epidemiologi penyakit malaria adalah ilmu yang mempelajari penyebaran malaria, faktor-faktor yang mempengaruhi dalam masyarakat. Kata epidemiologi berasal dari bahasa Yunani, *Epi* artinya pada, *Demos* artinya penduduk, Logos artinya ilmu (Marsaulina, 2002). Malaria menduduki urutan kedelapan dari 10 besar penyakit penyebab utama kematian di Indonesia. Sumatera khususnya Provinsi Lampung tergolong wilayah dengan tingkat endemisitas sedang dengan API berkisar antara 1 - 5 per 1000 penduduk.

2. Etiologi

Malaria disebabkan oleh protozoa darah yang termasuk ke dalam genus *Plasmodium*. *Plasmodium* ini merupakan protozoa obligat intraseluler. Pada manusia terdapat 4 spesies yaitu *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium malariae* dan *Plasmodium ovale*. Penularan pada manusia dilakukan oleh nyamuk betina *Anopheles* ataupun ditularkan langsung melalui transfusi

darah atau jarum suntik yang tercemar serta dari ibu hamil kepada janinnya (Harijanto, 2000).

Malaria vivax disebabkan oleh *P. vivax* yang juga disebut juga sebagai malaria tertiana. *P. malariae* merupakan penyebab malaria malariae atau malaria kuartana. *P. ovale* merupakan penyebab malaria ovale, sedangkan *P. falciparum* menyebabkan malaria falsiparum atau malaria tropika. Spesies terakhir ini paling berbahaya, karena malaria yang ditimbulkannya dapat menjadi berat sebab dalam waktu singkat dapat menyerang eritrosit dalam jumlah besar, sehingga menimbulkan berbagai komplikasi di dalam organ-organ tubuh (Harijanto, 2000).

3. Siklus Hidup Plasmodium

Parasit malaria memerlukan dua hospes untuk siklus hidupnya, yaitu manusia dan nyamuk *Anopheles* betina (Harijanto, 2000) .

a. Siklus Pada Manusia

Pada waktu nyamuk *Anopheles* infeksi mengisap darah manusia, sporozoit yang berada dalam kelenjar liur nyamuk akan masuk ke dalam peredaran darah selama kurang lebih 30 menit. Setelah itu sporozoit akan masuk ke dalam sel hati dan menjadi tropozoit hati. Kemudian berkembang menjadi skizon hati yang terdiri dari 10.000 sampai 30.000 merozoit hati. Siklus ini disebut siklus eksoeritrositer yang berlangsung selama kurang lebih 2 minggu. Pada *P. vivax* dan *P. ovale*, sebagian tropozoit hati tidak langsung berkembang menjadi skizon, tetapi ada yang menjadi bentuk dorman yang disebut hipnozoit. Hipnozoit tersebut dapat tinggal di dalam sel hati selama berbulan-bulan sampai bertahun-tahun. Pada

suatu saat bila imunitas tubuh menurun, akan menjadi aktif sehingga dapat menimbulkan relaps (kambuh) (Depkes RI, 2005).

Merozoit yang berasal dari skizon hati yang pecah akan masuk ke dalam peredaran darah dan menginfeksi sel darah merah. Di dalam sel darah merah, parasit tersebut berkembang dari stadium trophozoit sampai skizon (8-30 merozoit). Proses perkembangan aseksual ini disebut skizogoni. Selanjutnya eritrosit yang terinfeksi skizon pecah dan merozoit yang keluar akan menginfeksi sel darah merah lainnya. Siklus inilah yang disebut dengan siklus eritrositer. Setelah 2-3 siklus skizogoni darah, sebagian merozoit yang meninfeksi sel darah merah dan membentuk stadium seksual yaitu gametosit jantan dan betina. (Depkes RI, 2005)

b. Siklus Pada Nyamuk *Anopheles* Betina

Apabila nyamuk *Anopheles* betina menghisap darah yang mengandung gametosit, di dalam tubuh nyamuk, gamet jantan dan gamet betina melakukan pembuahan menjadi zigot. Zigot ini akan berkembang menjadi ookinet kemudian menembus dinding lambung nyamuk. Di luar dinding lambung nyamuk ookinet akan menjadi ookista dan selanjutnya menjadi sporozoit yang nantinya akan bersifat infeksius dan siap ditularkan ke manusia (Hariyanto, 2000).

Masa inkubasi atau rentang waktu yang diperlukan mulai dari sporozoit masuk ke tubuh manusia sampai timbulnya gejala klinis yang ditandai dengan demam bervariasi, tergantung dari spesies *Plasmodium*. Sedangkan masa prepaten atau rentang waktu mulai dari sporozoit masuk sampai parasit dapat dideteksi dalam darah dengan pemeriksaan mikroskopik (Hariyanto, 2000).

4. Patogenesis Malaria

Patogenesis malaria akibat dari interaksi kompleks antara parasit, inang dan lingkungan. Patogenesis lebih ditekankan pada terjadinya peningkatan permeabilitas pembuluh darah daripada koagulasi intravaskuler. Oleh karena skizogoni menyebabkan kerusakan eritrosit maka akan terjadi anemia. Beratnya anemi tidak sebanding dengan parasitemia menunjukkan adanya kelainan eritrosit selain yang mengandung parasit. Hal ini diduga akibat adanya toksin malaria yang menyebabkan gangguan fungsi eritrosit dan sebagian eritrosit pecah melalui limpa sehingga parasit keluar. Faktor lain yang menyebabkan terjadinya anemia mungkin karena terbentuknya antibodi terhadap eritrosit (Harijanto, 2000)

Limpa mengalami pembesaran dan pembendungan serta pigmentasi sehingga mudah pecah. Dalam limpa dijumpai banyak parasit dalam makrofag dan sering terjadi fagositosis dari eritrosit yang terinfeksi maupun yang tidak terinfeksi. Pada malaria kronis terjadi *hyperplasia* dari retikulosit disertai peningkatan makrofag (Harijanto, 2000).

Pada malaria berat mekanisme patogenesisnya berkaitan dengan invasi merozoit ke dalam eritrosit sehingga menyebabkan eritrosit yang mengandung parasit mengalami perubahan struktur dan biomolekular sel untuk mempertahankan kehidupan parasit. Perubahan tersebut meliputi mekanisme, diantaranya transport membran sel, *Sitoadherensi*, *Sekuestrasi* dan *Resetting* (Harijanto, 2000)

Sitoadherensi merupakan peristiwa perlekatan eritrosit yang telah terinfeksi *P. falciparum* pada reseptor di bagian endotelium venule dan kapiler. Selain itu

eritrosit juga dapat melekat pada eritrosit yang tidak terinfeksi sehingga terbentuk roset (Harijanto, 2006).

Resetting adalah suatu fenomena perlekatan antara sebuah eritrosit yang mengandung merozoit matang yang diselubungi oleh sekitar 10 atau lebih eritrosit non parasit, sehingga berbentuk seperti bunga. Salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya *Resetting* adalah golongan darah dimana terdapatnya antigen golongan darah A dan B yang bertindak sebagai reseptor pada permukaan eritrosit yang tidak terinfeksi. (Harijanto, 2006)

5. Penularan Malaria

Penyakit malaria disebabkan oleh parasit yang disebut *plasmodium spp* yang hidup dalam tubuh manusia dan dalam tubuh nyamuk. *Parasit/plasmodium* hidup dalam tubuh manusia.

Menurut epidemiologi penularan malaria secara alamiah terjadi akibat adanya interaksi antara tiga faktor yaitu *Host*, *Agent*, dan *Environment*. Manusia adalah host vertebrata dari *Human plasmodium*, nyamuk sebagai *Host invertebrate*, sementara *Plasmodium* sebagai parasit malaria sebagai agent penyebab penyakit yang sesungguhnya, sedangkan faktor lingkungan dapat dikaitkan dalam beberapa aspek, seperti aspek fisik, biologi dan sosial ekonomi (Chwatt, 1985).

6. Hubungan Host, Agent dan Faktor Lingkungan

1. Host

a. Manusia (*Host Intermediate*)

Pada dasarnya setiap orang dapat terkena malaria, tetapi kekebalan yang ada pada manusia merupakan perlindungan terhadap infeksi *Plasmodium* malaria.

Kekebalan adalah kemampuan tubuh manusia untuk menghancurkan *Plasmodium* yang masuk atau membatasi perkembangannya.

Ada dua macam kekebalan yaitu :

a) Kekebalan Alami (*Natural Immunity*)

Kekebalan yang timbul tanpa memerlukan infeksi terlebih dahulu.

b) Kekebalan didapat (*Acquired Immunity*) yang terdiri dari :

1) Kekebalan aktif (*Active Immunity*) yaitu kekebalan akibat dari infeksi sebelumnya atau akibat dari vaksinasi.

2) Kekebalan pasif (*Pasif Immunity*)

Kekebalan yang didapat melalui pemindahan antibody atau zat-zat yang berfungsi aktif dari ibu kepada janin atau melalui pemberian serum dari seseorang yang kekal penyakit. Terbukti ada kekebalan bawaan pada bayi baru lahir dari seorang ibu yang kebal terhadap malaria didaerah yang tinggi endemisitas malariannya.

b. Nyamuk *Anopheles* spp (*Host Defenitive*)

Nyamuk *Anopheles* spp sebagai penular penyakit malaria yang menghisap darah hanya nyamuk betina yang diperlukan untuk pertumbuhan dan mematangkan telurnya. Jenis nyamuk *Anopheles* spp di Indonesia lebih dari 90 macam. Dari

jenis yang ada hanya beberapa jenis yang mempunyai potensi untuk menularkan malaria (Vektor). Menurut data di Subdit SPP, penular penyakit malaria di Indonesia berjumlah 18 species. Di Indonesia dijumpai beberapa jenis *Anopheles* spp sebagai vector Malaria, antara lain *An. sundaicus* sp, *An. Maculates* sp, *An. Balabacensis* sp, *An. Barbnirostrip* sp (Depkes RI, 2005). Di setiap daerah dimana terjadi transmisi malaria biasanya hanya ada 1 atau paling banyak 3 spesies *Anopheles* yang menjadi vektor penting. Vector-vektor tersebut memiliki habitat mulai dari rawa-rawa, pegunungan, sawah, pantai dan lain-lain (Achmadi, 2005).

Nyamuk *Anopheles* hidup di iklim tropis dan subtropis, namun bisa juga hidup di daerah yang beriklim sedang. *Anopheles* juga ditemukan pada daerah pada daerah dengan ketinggian lebih dari 2000-2500m. Nyamuk *Anopheles* betina membutuhkan minimal 1 kali memangsa darah agar telurnya dapat berkembang biak. *Anopheles* mulai menggigit sejak matahari terbenam (jam 18.00) hingga subuh dan puncaknya pukul 19.00-21.00. Menurut Prabowo (2004), jarak terbang *Anopheles* tidak lebih dari 0,5 – 3 km dari tempat perindukannya. Waktu yang dibutuhkan untuk pertumbuhan (sejak telur menjadi dewasa) bervariasi antara 2-5 minggu, tergantung pada spesies, makanan yang tersedia dan suhu udara.

Menurut Achmadi (2005), secara umum nyamuk yang telah diidentifikasi sebagai penular malaria mempunyai kebiasaan makan dan istirahat yang bervariasi yaitu Zoofilik merupakan nyamuk yang menyukai darah binatang. Anthropolik, nyamuk yang menyukai darah manusia. Zooanthropolik adalah nyamuk yang menyukai darah binatang dan manusia. Endofilik yaitu nyamuk yang suka tinggal didalam rumah/bangunan. Eksofilik yaitu nyamuk yang suka tinggal di luar rumah.

Endofagik adalah nyamuk yang suka menggigit didalam rumah/bangunan.

Eksofagik yaitu nyamuk yang suka menggigit diluar rumah.

Tempat tinggal manusia dan ternak, khususnya yang terbuat dari kayu merupakan tempat yang paling disenangi oleh *Anopheles*. Vektor utama di Pulau Jawa dan Sumantra adalah *An. andaicus*, *An. maculates*, *An. aconitus*, *An. balabacencis*.

2. Agent

Agent atau penyebab penyakit adalah semua unsur atau elemen hidup ataupun tidak hidup dimana kehadirannya, bila diikuti dengan kontak efektif dengan manusia yang rentan akan terjadi pemicu untuk memudahkan terjadi suatu proses penyakit.

Agent penyebab penyakit malaria termasuk agent biologis yaitu protozoa. Sampai saat ini dikenal empat macam agent penyebab malaria yaitu: *Plasmodium Falciparum*, penyebab malaria tropika yang sering menyebabkan malaria berat/malaria otak yang fatal, gejala serangnya timbul berselang setiap dua hari (48 jam) sekali. *Plasmodium vivax*, penyebab penyakit malaria tertiana yang gejala serangnya timbul berselang setiap tiga hari (Sering Kambuh).

Plasmodium malariae, penyebab penyakit malaria quartana yang gejala serangnya timbul berselang setiap empat hari sekali, dan *Plasmodium ovale*, jenis ini jarang sekali dijumpai, umumnya banyak di Afrika dan Pasifik Barat.

Seorang penderita dapat ditulari oleh lebih dari satu jenis *Plasmodium*, biasanya infeksi semacam ini disebut infeksi campuran (*mixed infection*). Tapi umumnya paling banyak hanya dua jenis parasit, yaitu campuran antara *Parasit falsiparum* dengan *parasit vivax* atau *parasit malariae*. Campuran tiga jenis parasit jarang sekali dijumpai (Depkes.RI.2005).

3. Faktor Lingkungan

Dalam mencapai tingkat kesehatan dalam masyarakat, tidak hanya faktor individu yang berpengaruh, terdapat juga beberapa faktor lain seperti faktor lingkungan fisik, faktor biologis, faktor sosial-ekonomi, dan faktor lainnya. Pada infeksi yang disebabkan oleh transmisi nyamuk, terdapat dua faktor yang berpengaruh, yaitu faktor iklim dan faktor non-iklim (Eberson, 2011).

Untuk mengetahui kejadian malaria berdasarkan WHO dapat dibentuk data secara mingguan atau bulanan berdasarkan, (1) insidensi parasit malaria dengan angka kejadian tidak terduga yang telah dikonfirmasi secara klinis atau diduga sebagai kasus malaria atau demam yang muncul pada musim transmisi, (2) peningkatan masuknya malaria ke daerah bebas malaria, terutama akibat kerja paksa dan pemindahan populasi, (3) peningkatan perindukan vektor malaria diakibatkan oleh curah hujan yang tinggi atau pemeliharaan drainase, irigasi, dan sistem suplai air yang buruk ataupun tindakan yang salah pada agrikultural, dan (4) peningkatan rasio manusia kemudian penurunan secara tiba-tiba (WHO, 2006).

Nyamuk dapat berkembang biak dengan baik apabila ada faktor lingkungan yang mendukung, seperti faktor iklim dan non-iklim. Faktor iklim di antaranya terdiri dari (Ebersson, 2011).

a. Suhu

Temperatur suatu wilayah sangat memengaruhi pola dan tingkatan transmisi malaria. Waktu yang dibutuhkan parasit untuk menyempurnakan perkembangannya di dalam lambung nyamuk sekitar 10 hari, namun bisa saja lebih pendek atau lama bergantung pada temperatur. Kurang dari sepuluh hari jika suhu meningkat dari 21°C ke 27°C dengan 27°C merupakan suhu optimum. Suhu maksimal untuk perkembangan parasit adalah 40°C. Siklus hidup *P. falciparum* terbatas jika suhu berada di bawah 18°C. Transmisi malaria terkadang muncul pada suhu di bawah 18°C, karena suhu yang lebih hangat di dalam rumah dibandingkan di luar mengakibatkan nyamuk lebih memilih untuk berada di dalam rumah (Ebersson, 2011).

b. Kelembaban

Kelembaban berkaitan dengan jumlah uap lembab di udara dengan penilaian berupa persentase (Ebersson, 2011). Kelembaban yang rendah dapat memperpendek umur nyamuk, meskipun tidak berpengaruh pada parasit malaria. Tingkat kelembaban 60 merupakan batas paling rendah untuk memungkinkan hidupnya vektor nyamuk. Pada kelembaban yang lebih tinggi vektor nyamuk akan lebih aktif dan lebih sering menggigit sehingga terjadi peningkatan transmisi malaria (Harijanto, 2000).

c. Curah hujan

Pada umumnya hujan akan memudahkan perkembangan nyamuk dan terjadinya epidemi malaria. Besar kecilnya pengaruh tergantung pada jenis dan deras hujan, jenis vektor, dan jenis tempat perindukan. Hujan yang diselingi panas akan memperbesar kemungkinan berkembangbiaknya nyamuk anopheles (Yawan, 2006). Hujan akan memengaruhi naiknya kelembaban dan menambah jumlah tempat perkembangbiakkan (*breeding places*). Meskipun terlalu banyak hujan yang turun dan membilas habitat perkembangbiakkan nyamuk, tetapi nyamuk anopheles segera berkembang biak setelah hujan berhenti (Ebersson, 2011).

Curah hujan yang lebat menyebabkan bersihnya tempat perkembangbiakkan vektor oleh karena jentiknya hanyut dan mati. Kejadian penyakit yang ditularkan nyamuk biasanya meninggi beberapa waktu sebelum musim hujan atau setelah musim hujan. Pengaruh hujan berbeda-beda menurut banyaknya hujan pada keadaan fisik daerah. Terlalu banyak hujan akan berakibat banjir, menyebabkan berpindahnya perkembangbiakan vektor akan berkurang, tetapi keadaan ini akan segera pulih cukup bila keadaan kembali normal. Curah hujan yang cukup dengan jangka waktu lama akan memperbesar kesempatan nyamuk untuk berkembang biak secara optimal (Departemen Kesehatan RI, 2004).

Faktor non-iklim berpengaruh besar terhadap kejadian malaria, dapat berpengaruh pada tempat perindukan vektor, transmisi malaria, dengan penjelasan sebagai berikut:

a. Faktor lingkungan fisik berpengaruh pada perkembangbiakkan vektor malaria ditinjau dari perairan yang menjadi tempat perindukannya, tempat perindukan nyamuk dibedakan sebagai berikut (Achmadi, 2005):

1. *Temporary pool type* yaitu tempat perindukan nyamuk yang berupa genangan air yang bersifat sementara seperti bekas injakan ternak, manusia, dan lainnya.
2. *Artificial container type* yaitu tempat perindukan nyamuk yang berupa genangan air yang terdapat dalam kaleng-kaleng bekas, yang dibuang sembarangan.
3. *Tree hole type* yaitu tempat perindukan nyamuk yang berupa genangan air bersifat sementara yang terdapat pada lubang- lubang pohon, ditemukan pada daerah yang sering turun hujan.
4. *Rock pool type* yaitu tempat perindukan nyamuk yang bersifat sementara biasanya terdapat pada lubang-lubang batu karang.

Pada siklus perkembangbiakkannya, nyamuk anopheles membutuhkan tempat perindukan untuk bertelur. Tempat perindukan ini menjadi hal yang penting dalam proses kehidupan nyamuk dari jentik kemudian berkembang menjadi pupa. Kemudian pupa menjadi nyamuk dewasa terjadi di udara. Hanya TPV yang mempunyai kriteria tertentu yang bisa menjadi tempat perindukan nyamuk anopheles (Ernawati dkk, 2011).

Perubahan lingkungan dapat memengaruhi peningkatan transmisi vektor malaria. Di Afrika, sudah diketahui bahwa epidemi malaria dipengaruhi oleh pembentukan lahan. Studi terbaru menemukan bahwa larva anopheles muncul

lebih sering pada genangan air yang bersifat sementara di area buatan dibandingkan dengan rawa-rawa alami ataupun area perhutanan. Sejak rawa buatan mendapatkan penyinaran matahari lebih daripada rawa alami, suhu udara di rawa buatan lebih tinggi dibandingkan rawa alami. Area persawahan yang merupakan lahan agrikultural sebagai drainase air, juga termasuk dalam habitat alami TPV. Habitat perairan di area persawahan yang diutamakan sebagai parit dan genangan air sementara menjadi sebagian dari aktivitas antropogenik (Munga dan Minakawa, 2014).

Agroekosistem juga menyediakan tempat yang baik untuk menjadi habitat perindukan nyamuk. Contohnya, irigasi berhubungan dengan perkembangbiakkan vektor yang mentransmisikan patogen ke manusia, termasuk malaria (Jarju, 2009).

b. Perindukan vektor malaria juga dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan kimiawi yaitu kadar garam yang terdapat dalam zona perindukan, contohnya beberapa jenis nyamuk anopheles yang dapat berkembang biak pada air payau dengan kadar air garam 12-18‰ dan tidak dapat berkembang biak pada kadar garam di atas 40‰ (Harijanto, 2011).

c. Orang yang memiliki imunitas yang baik memiliki toleransi dan kesempatan lebih besar untuk tidak terinfeksi malaria dibandingkan dengan yang memiliki imunitas lemah. Selain itu, faktor resistensi obat malaria juga berpengaruh dalam faktor infeksi malaria, setelah diberikan obat berkali-kali dapat juga menyebabkan suatu resistensi obat malaria (Eberson, 2011).

Di Indonesia sendiri, faktor yang berperan dalam penyebaran malaria antara lain perubahan lingkungan yang tidak terkendali, dapat menimbulkan tempat perindukan nyamuk malaria, banyaknya nyamuk *Anopheles sp* yang telah dikonfirmasi sebagai vektor malaria (17 spesies), dari berbagai macam habitat, mobilitas penduduk yang relatif tinggi dari dan ke daerah endemik malaria, perilaku masyarakat yang memungkinkan terjadinya penularan, semakin meluasnya penyebaran parasit malaria yang telah resisten dengan obat anti malaria, terbatasnya akses pelayanan kesehatan untuk menjangkau seluruh desa yang bermasalah malaria karena hambatan geografis, ekonomi, dan sumber daya (Kemenkes, 2011).

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Inventarisasi dan Pemetaan Hutan Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Agustus—Oktober 2016.

B. Alat dan Bahan Penelitian

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 ArcGIS 10.3*, *Minitab 16* dan *Microsoft Office 2016*. Bahan yang digunakan adalah citra *Landsat* Provinsi Lampung

C. Jenis Data dan Metode Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer berupa citra *Landsat* Provinsi Lampung tahun perekaman 2000, 2009 dan 2015. Data sekunder dalam penelitian ini meliputi peta administrasi kabupaten/kota Provinsi Lampung, data sekunder pendukung (angka

kejadian malaria, kepadatan penduduk, jumlah penduduk) dari instansi terkait kepadatan penduduk kabupaten/kota di Provinsi Lampung.

Metode pengumpulan data citra *Landsat* dilakukan dengan mengunduh citra pada laman *earthexplorer.usgs.gov*, sedangkan data lainnya diperoleh dengan meminta akses kepada instansi terkait yaitu Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Lampung; Dinas Kehutanan Provinsi Lampung dan Dinas Kesehatan Provinsi Lampung.

D. Variabel Penelitian

1. Variabel respon (Yi)

Variabel terikat atau *response* (Yi) berupa angka kesakitan malaria per kabupaten/kota di Provinsi Lampung tahun 2000—2015. Data ini merupakan data sekunder yang akan diakuisisi dari instansi resmi seperti Dinas Kesehatan Provinsi Lampung. Data angka kesakitan penyakit malaria disajikan dalam satuan intensitas kejadian per 1000 penduduk per tahun dari tahun 2000—2015 per kabupaten/kota di Provinsi Lampung.

2. Variabel penjelas (X)

Data variabel penjelas terdiri dari: (i) data tutupan hutan mangrove dan (ii) faktor sosial ekologis wilayah (kepadatan penduduk). Kepadatan penduduk adalah jumlah penduduk dalam setiap wilayah seluas satu kilometer persegi.

E. Prosedur Penelitian

1. Prosedur pengolahan citra

Analisis perubahan tutupan mangrove di Provinsi Lampung antara tahun 2000, 2009 dan 2015 membutuhkan peta tutupan lahan untuk setiap tahun yang diteliti. Peta klasifikasi tutupan lahan dihasilkan melalui beberapa tahapan, yaitu: pra pengolahan citra, pengolahan citra digital, dan analisis perubahan tutupan lahan.

1.1. Pra pengolahan citra

Pra pengolahan citra adalah proses berupa koreksi terhadap gangguan-gangguan yang terjadi saat perekaman citra. Kegiatan pra pengolahan citra dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu:

a. Koreksi geometrik

Koreksi geometrik bertujuan untuk membenarkan koordinat citra agar sesuai dengan koordinat geografi. Tahapan koreksi geometrik diawali dengan penentuan sistem koordinat, proyeksi dan datum. Sistem koordinat yang dipilih untuk koreksi ini adalah *Universal Transverse Mercator* (UTM) dengan proyeksi UTM zona 48S, sedangkan datum yang digunakan adalah *World Geographic System* 1984 (WGS 84).

b. Koreksi radiometrik

Koreksi radiometric dilakukan untuk mendapatkan citra multi waktu dengan kontras yang sama. Langkah ini memperbaiki kesalahan yang terjadi akibat

gangguan energi elektromagnetik pada atmosfer, kesalahan pada sistem optik, dan kesalahan karena pengaruh elevasi matahari (Purwadhi, 2001).

c. Fusi citra

Fusi citra adalah teknik untuk mengintegrasikan detail spasial dari kanal citra pankromatik beresolusi tinggi dengan kanal citra beresolusi rendah. Kanal pankromatik citra *Landsat 7* dan *8* digunakan untuk mempertajam resolusi spasial kanal multi spektral lain sehingga memiliki resolusi spasial 15m x 15m.

d. Mosaik citra

Mosaik citra merupakan penggabungan beberapa citra menjadi satu citra pada suatu kenampakan utuh dari sebuah wilayah. Syarat dalam penggabungan citra adalah kesamaan resolusi spasial dan komposit kanal.

e. Pemotongan citra (*cropping*)

Pemotongan citra (*cropping*) dilakukan pada citra *Landsat* tahun 2000, 2009 dan 2015 untuk memisahkan areal yang menjadi fokus penelitian yaitu Provinsi Lampung.

1.2. Pengolahan citra digital

Pengolahan citra digital merupakan proses pengelompokan piksel citra digital multi spectral ke dalam beberapa kelas berdasarkan kategori objek. Pengolahan citra digital dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu:

a. Penentuan area contoh (*training area*)

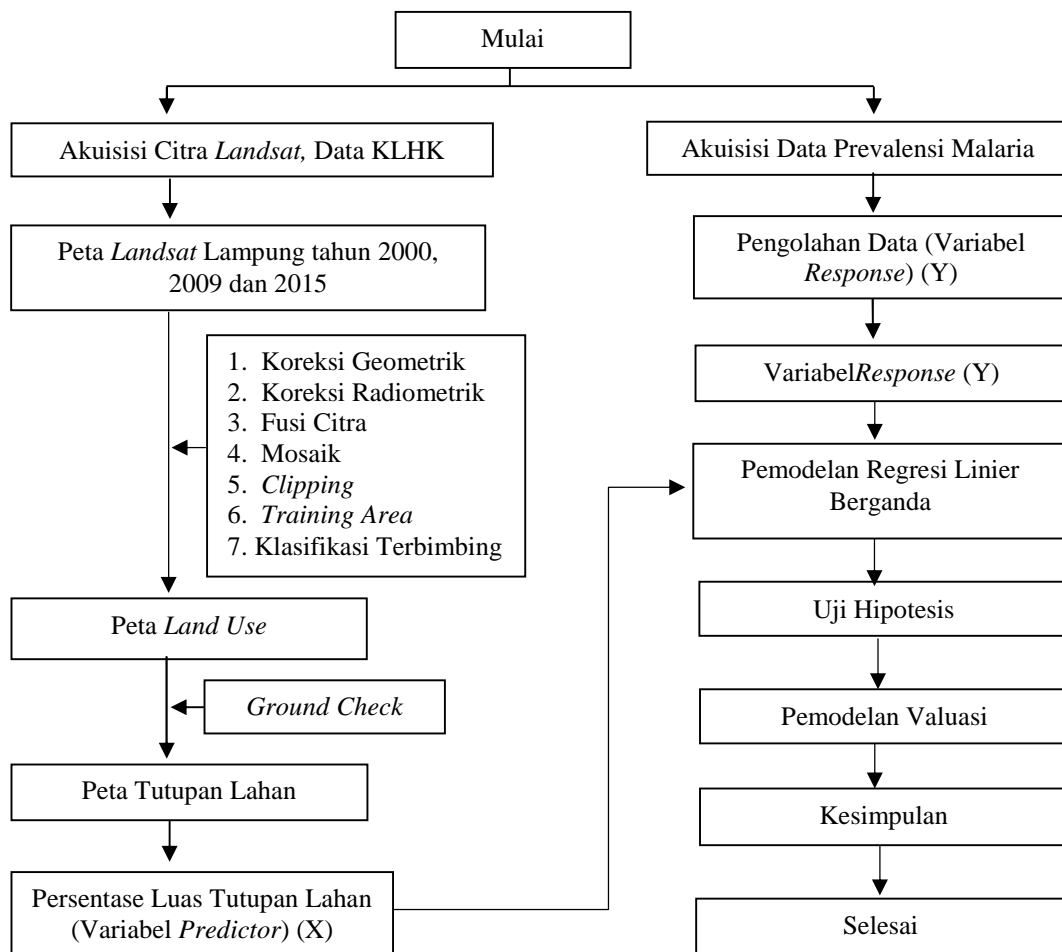
Penentuan dan pemilihan lokasi-lokasi area contoh dilakukan berdasarkan interpretasi citra secara visual. Pengambilan informasi statistik dilakukan dengan cara mengambil contoh-contoh piksel dari setiap kelas tutupan lahan dan ditentukan lokasinya pada citra.

b. Klasifikasi terbimbing

Metode yang digunakan dalam kegiatan klasifikasi citra ini adalah metode kemungkinan maksimum (*maximum likelihood method*). Pada metode ini terdapat pertimbangan berbagai faktor, diantaranya peluang dari suatu piksel untuk dikelaskan ke dalam kategori tertentu (Purwadhi, 2001).

1.3. Perubahan tutupan dan penggunaan lahan

Perubahan tutupan dan penggunaan lahan diperoleh dengan menumpang tindihkan (*overlay*) citra yang telah diklasifikasi, sehingga perubahan tutupan lahan dapat diidentifikasi dan dianalisis. Adapun keseluruhan prosedur pengolahan citra serta pemodelan penelitian dirangkai seperti dalam Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Citra dan Pemodelan Regresi.

2. Prosedur Analisis Data

2.1. Analisis Linier Berganda

Analisis linier berganda adalah hubungan secara linier antara dua atau lebih variabel independen (X) dengan variabel dependen (Y). Pengukuran pengaruh variabel ini melibatkan lebih dari satu variabel bebas (X_1, X_2, \dots, X_n) yang mempengaruhi variabel tetap (Y). Analisis ini dilakukan untuk mengetahui arah

hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen dan untuk memprediksi nilai dari variabel dependen apabila variabel independen berubah.

Model dari analisis linier berganda disajikan dalam persamaan berikut.

$$[Y]_{it} = \beta_0 + \beta_1[\text{Bair}] + \beta_2[\text{HUTAN}] + \beta_3[\text{BLKR}] + \beta_4[\text{PMKM}] + \beta_5[\text{LTERBK}] \\ + \beta_6[\text{PLKR}] + \beta_7[\text{SWH}] + \beta_8[\text{MRV}] + \beta_9[\text{RW}] + \beta_{10}[\text{TMBK}] + \beta_{11}[\text{KP}] + \\ e_{it}$$

Hipotesis

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 \dots \beta_{11} = 0$$

$$H_1 : \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4 \dots \beta_{11} \neq 0$$

Adapun variabel, simbol dalam model, satuan, sumber data variabel *response* dan *predictor* disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Variabel, simbol dalam model, satuan dan skor, sumber data

No	Variabel	Simbol	Satuan dan Skor	Sumber Data
1	Angka Kesakitan Malaria	[Y]	Per 1000 Penduduk	Dinas Kesehatan Provinsi Lampung
2	Badan Air	[BAIR]	%	Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK
3	Hutan	[HUTAN]	%	Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK
4	Belukar	[BLKR]	%	Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK
5	Pemukiman	[PMKM]	%	Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK
6	Lahan Terbuka	[LTERBK]	%	Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK
7	Pertanian Lahan Kering	[PLKR]	%	Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK
8	Sawah	[SWH]	%	Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK
9	Hutan Mangrove	[MRV]	%	Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK
10	Tambak	[TMBK]	%	Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK
11	Kepadatan Penduduk	[KPD]	Jiwa/Km ²	BPS Provinsi Lampung

2.2. Uji Hipotesis

Uji F dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas secara simultan terhadap variabel terikat. Uji t digunakan untuk menguji apakah variabel independen secara parsial berpengaruh terhadap variabel dependen. Tingkat signifikansi yang digunakan dalam penelitian adalah 10%.

Uji koefisien determinasi bertujuan untuk mengetahui proporsi atau persentase total variasi dalam variabel terikat yang diterangkan oleh variabel bebas, dengan nilai yang digunakan adalah *R Square Adjusted* karena persamaan yang digunakan adalah regresi linier berganda.

3. Penetapan Nilai Jasa Lingkungan

Biaya Kesehatan yang harus dikeluarkan untuk mengobati penyakit malaria diambil berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 52 Tahun 2016 Tentang Standar Tarif Pelayanan Kesehatan dalam Penyelenggaraan Program Jaminan Kesehatan. Besarnya biaya yang dikeluarkan akibat malaria dihitung dengan menggunakan rumus

Jumlah x Biaya pengobatan penyakit.

Biaya pengobatan penyakit malaria ditentukan / disesuaikan berdasarkan biaya tarif *Indonesian-Case Based Groups* atau Tarif INA-CBG yang merupakan besaran pembayaran klaim oleh BPJS Kesehatan kepada fasilitas Kesehatan Rujukan Tingkat Lanjutan atas paket layanan yang didasarkan kepada pengelompokan diagnosis dan prosedur.

Pada simulasi penetapan jasa lingkungan ini menggunakan metode pendekatan harga pasar yang dapat dilakukan melalui pendekatan *Human Capital* atau pendekatan biaya pengobatan (*Medical Cost/ Cost of Illness*).

Pada pendekatan biaya pengobatan dampak perubahan kualitas lingkungan / tutupan lahan dapat berakibat negatif pada kesehatan, yaitu menyebabkan masyarakat terserang penyakit malaria. Melalui simulasi model dari hasil regresi linear dan input biaya pengobatan dapat diketahui besaran pengaruh perubahan kualitas lingkungan pada kisaran harga tertentu. Pengaruh tersebut kemudian akan dilihat apakah dengan menambah luas tutupan lahan tertentu akan mempengaruhi biaya pengobatan dalam kisaran harga tertentu juga.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa terdapat hubungan kausalitas antara perubahan tutupan lahan dan kepadatan penduduk dengan insidensi malaria di Provinsi Lampung pada taraf 10 %. Kelas tutupan lahan yang berpengaruh nyata terhadap insidensi malaria adalah variabel hutan dengan *p-value* 0,001, belukar dengan nilai 0,004, Pemukiman dengan nilai 0,009, Petanian lahan kering dengan nilai 0,002, sawah dengan nilai 0,001, Tambak dengan nilai 0,013. Hutan mangrove dengan *p-value* = 0,001.

Setiap kenaikan luas tutupan mangrove sebesar 10% akan mengakibatkan penurunan kejadian malaria sebesar 0,007937 per 1000 penduduk. Nilai manfaat jasa lingkungan ekosistem mangrove di Provinsi Lampung dengan pendekatan *human capital / medical cost* malaria adalah Rp. 2.266.255.815,-.

B. Saran

Saran yang dapat peneliti ajukan adalah sebagai berikut:

1. dilakukan penelitian serupa, di tiap kabupaten/kota di Provinsi Lampung.
2. selaku pemegang kebijakan, pemerintah harus melakukan evaluasi Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) yang berlaku, serta menyusun RTRW baru yang memperhatikan daya dukung ekologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, U. F. 2005. *Manajemen Penyakit Berbasis Wilayah*. Buku. Kompas. Jakarta. 315 hlm.
- Ahmadi, S. 2008. *Faktor Risiko Kejadian Malaria di Desa Lubuk Nipis Kecamatan Tanjung Agung Kabupaten Muara Enim*. Tesis. Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro. Semarang. 85 hlm.
- Aronoff, S. 1989. *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. Buku. WDI Publications. Ottawa. 294 hlm.
- Arsin, A. A. 2012. *Malaria di Indonesia Tinjauan Aspek Epidemiologi*. Buku. Masagena Press. Makasar. 187 hlm.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. 2015. *Lampung dalam Angka 2015*. Buku. Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. Bandar Lampung. 415 hlm.
- Burrough, P. A. 1986. *Principles of Geographic Information Systems for and Resources Assessment*. Buku. Clarendon Press. Oxford. 54hlm.
- Chapman, V. J. 1978. *Botanical Surveys in Mangroves Communities*. Buku. UNESCO. Paris. 80 hlm.
- Chapman, V. J. 1977. *Wet Coastal Ecosystems*. Buku. Elsevier. New York. 428 hlm.
- Chwatt, B. 1985. *Essential Malariology*. Buku. William Heineman. London. 452 hlm.
- Departemen Kesehatan RI. 2005. *Pedoman Penatalaksanaan Kasus Malaria di Indonesia*. Buku. Depkes RI. Jakarta. 38 hlm.
- Dinas Kesehatan Provinsi Lampung. 2004. *Profil Kesehatan Provinsi Lampung Tahun 2003*. Buku. Dinas Kesehatan Provinsi Lampung. Bandar Lampung. 69 hlm.
- Ding Hou, L. 1958. Rhizophoraceae. *Journal Flora Malesiana Series I*. 5 (1) : 429-493.

- Ebersson, F. 2011. *Communicable Diseases Part 1 General Principles, Vaccine-Preventable Disease and Malaria*. Buku. Federal Democratic Republic of Ethiopia Ministry of Health. Ethiopia. 182 hlm.
- Ernawati, K. S., Budhi, D., dan Artha, R. 2011. Hubungan faktor risiko individu dan lingkungan rumah dengan malaria di punduh pedada kabupaten pesawaran provinsi lampung indonesia. *Jurnal Makara, Kesehatan*. 15 (2): 51-55.
- Fauzi, A. 2014. *Valuasi Ekonomi dan Penilaian Kerusakan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. Buku. IPB Press. Bogor. 246 hlm.
- Harijanto, P. N. 2000. *Malaria : Epidemiologi, Patogenesis, Manifestasi Klinis, dan Penanganan*. Buku. EGC. Jakarta. 293 hlm.
- Harijanto, P. N. 2011. Malaria. Dalam: Sudoyo AW, Setiyohadi B, Alwi I, Simadibrata M, Setiati S. *Ilmu Penyakit Dalam*. Edisi ke-6. Buku. Interna Publishing. Jakarta. 1423 hlm.
- Hogarth. P.J. 1999. *The Biology of Mangroves*. Buku. Oxford University Press. Oxford. 275 hlm.
- Jarju. 2009. Agriculture and the promotion of insect pests: rice cultivation in river floodplains and malaria vectors in the gambia. *Malaria Journal*. 8 (170). <https://malariajournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1475-2875-8-170>. Diakses pada 21 Agustus 2018.
- Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. 1993. Pengelolaan ekosistem hutan mangrove. *Prosiding Lokakarya Pemantapan Strategi Pengelolaan Lingkungan Wilayah Pesisir dan Lautan dalam Pembangunan Jangka Panjang Tahap Kedua*. Kapal Kerinci, 11-13 September 1993. 47 hlm.
- Kementrian Kesehatan RI. 2011. *Jendela Dan Informasi Kesehatan*. Buku. Pusat data dan informasi kementrian kesehatan republik Indonesia Vol 1 Triwulan 1 2011. Jakarta. 40 hlm
- Kementrian Kesehatan. 2016. *Permenkes No 52 Tahun 2016 Tentang Standar Tarif Pelayanan Kesehatan Dalam Penyelenggaraan Progam Jaminan Kesehatan*. Peraturan Menteri. Kemenkes. Jakarta. 912 hlm.
- Kementrian Lingkungan Hidup. 2012. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup tahun 2012 tentang Panduan Valuasi Ekonomi Ekosistem Hutan*. Peraturan Menteri. Kementrian Lingkungan Hidup. Jakarta. 27 hlm.
- Kustanti, A. 2011. *Manajemen Hutan Mangrove*. Buku. Institut Pertanian Bogor Press. Bogor. 248 hlm.

- Masela, D. F. 2012. Pengaruh struktur dan komposisi mangrove bagi kerapatan nyamuk di desa kopi dan desa minanga kecamatan bintauna. *Jurnal Cocos*. 1(2): 1-8.
- Marsaulina. 2002. *Potensi persawahan sebagai habitat larva nyamuk vektor malaria (Anopheles spp.) serta kemungkinan pengendaliannya melalui pola irigasi berkala eksperimen di Desa Sihepeng Kecamatan Siabu Kabupaten Mandailing Natal Propinsi Sumatera Utara*. Laporan Penelitian Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara. Medan. 310 hlm.
- Munga, S. dan Minakawa, N. 2006. Effects of larval competitors and predators on oviposition site selection of anopheles gambiae. *Journal of Medical Entomology*. 43(2): 221–224.
- Quarto, A. 2006. Sustainable Use of The Mangroves. Tiempo Climate Cyberlibrary. Tiempo Issue 32. www.cru.uea.ac.uk/tiempo/floor0/archive/issue32/f32a2.Htm-11k. Diakses pada. 5 juni 2017.
- Prabowo, A. 2004. *Malaria : Mencegah dan Mengatasinya*. Buku. Puspa Swara. Jakarta. 52 hlm.
- Prahasta, E. 2009. *Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Buku. Informatika. Bandung. 818 hlm.
- Purwadhi, F. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Buku. Grasindo. Jakarta. 360 hlm.
- Putra, A. K. 2015. Peranan ekosistem hutan mangrove pada imunitas terhadap malaria: studi di kecamatan labuhan maringgai kabupaten lampung timur. *Jurnal Sylva Lestari*. 3 (2): 67-78.
- Pramudji. 2000. Upaya pengelolaan hutan mangrove dilihat dari aspek perlindungan hutan. *Jurnal Oseana*. 25 (3): 1-8.
- Rahmawaty. 2006. *Upaya Pelestarian Mangrove Berdasarkan Pendekatan Masyarakat*. Karya Tulis. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan. 14 hlm.
- World Health Organization (WHO). 2006. *Malaria Vector Control and Personal Protection*. Buku. World Health Organization. Geneva. 62 hlm.
- Saputro, G. B. 2009. *Peta Mangrove Indonesia*. Buku. Pusat Survei Sumber Daya Alam Laut, Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal). Jakarta. 329 hlm.
- Widiastuti, M. 2016. Valuasi ekonomi ekosistem mangrove di wilayah pesisir kabupaten merauke. *Jurnal Sosek KP*. 11 (2): 147-159.

- Wigaty, L., Bakri, S., Santoso, T., dan Wardani, D. W. S. 2016. Pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap angka kesakitan malaria: studi di provinsi lampung. *Jurnal Sylva Lestari*. 4(3): 1-10.
- Winardi, E. 2004. Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Malaria di Kecamatan Selebar Kota Bengkulu. Tesis. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. Jakarta. 84 hlm.
- Yawan, S. F. 2006. *Analisis Faktor Resiko Kejadian Malaria di Wilayah Kerja Puskesmas Bosnik Kecamatan Biak Timur Kabupaten Biak-Numfor Papua*. Tesis. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Semarang. 121 hlm.
- Yudhastuti, R. 2008. Gambaran faktor lingkungan daerah endemis malaria di daerah berbatasan (kabupaten tulungagung dengan kabupaten trenggalek). *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 4 (2): 9-20.