

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penutupan Lahan dan Perubahannya

Sumberdaya lahan merupakan sumberdaya alam yang sangat penting untuk kelangsungan hidup manusia karena diperlukan dalam setiap kegiatan manusia, seperti untuk pertanian, daerah industri, daerah pemukiman, jalan untuk transportasi, daerah rekreasi atau daerah-daerah yang dipelihara kondisi alamnya untuk tujuan ilmiah. Sitorus (2001) mendefinisikan sumberdaya lahan (*land resources*) sebagai lingkungan fisik terdiri dari iklim, relief, tanah, air dan vegetasi serta benda yang ada di atasnya sepanjang ada pengaruhnya terhadap penggunaan lahan. Oleh karena itu sumberdaya lahan dapat dikatakan sebagai ekosistem karena adanya hubungan yang dinamis antara organisme yang ada di atas lahan tersebut dengan lingkungannya (Mather, 1986).

Berbagai tipe penutupan lahan dijumpai di permukaan bumi, masing-masing tipe mempunyai kekhususan tersendiri. Badan Pertanahan Nasional mengelompokkan jenis penutupan lahan sebagai berikut : (1) pemukiman, berupa kombinasi antara jalan, bangunan, tegalan/pekarangan, dan bangunan itu sendiri (kampung dan emplasemen); (2) kebun, meliputi kebun campuran dan kebun sayuran merupakan daerah yang ditumbuhi vegetasi tahunan satu jenis maupun campuran, baik dengan pola acak maupun teratur sebagai pembatas tegalan; (3) tegalan merupakan daerah yang ditanami umumnya tanaman semusim, namun pada

sebagian lahan tak ditanami dimana vegetasi yang umum dijumpai adalah padi gogo, singkong, jagung, kentang, kedelai dan kacang tanah; (4) sawah merupakan daerah pertanian yang ditanami padi sebagai tanaman utama dengan rotasi tertentu yang biasanya diiri sejak penanaman hingga beberapa hari sebelum panen; (5) hutan merupakan wilayah yang ditutupi oleh vegetasi pepohonan, baik alami maupun dikelola manusia dengan tajuk yang rimbun, besar serta lebat; (6) lahan terbuka, merupakan daerah yang tidak terdapat vegetasi maupun penggunaan lain akibat aktivitas manusia; (7) semak belukar adalah daerah yang ditutupi oleh pohon baik alami maupun yang dikelola dengan tajuk yang relative kurang rimbun (Heikal, 2004 dalam Sinaga, 2007:13 dalam Widyaningsih, 2008).

Kebutuhan sumber daya lahan menjadi faktor proses perubahan penggunaan lahan yang berpengaruh juga terhadap penutupan lahan. Winoto *et al.* (1996) dalam Yulita (2011), mendefinisikan perubahan penggunaan lahan sebagai suatu proses perubahan dari penggunaan lahan sebelumnya ke penggunaan lahan lainnya yang dapat bersifat permanen maupun sementara, dan merupakan bentuk konsekuensi logis adanya pertumbuhan dan transformasi perubahan struktur social ekonomi masyarakat yang sedang berkembang. Apabila penggunaan lahan untuk sawah berubah menjadi pemukiman atau industri maka perubahan penggunaan lahan ini bersifat permanen dan tidak dapat kembali (*irreversible*) tetapi jika beralih guna menjadi perkebunan biasanya bersifat sementara. Perubahan penggunaan lahan pertanian berkaitan erat dengan perubahan orientasi ekonomi, sosial, budaya dan politik masyarakat. Perubahan penggunaan lahan pertanian ke non pertanian bukanlah semata-mata fenomena fisik berkurangnya luasan lahan, melainkan

merupakan fenomena dinamis yang menyangkut aspek-aspek kehidupan manusia, karena secara agregat berkaitan erat dengan perubahan orientasi ekonomi, sosial budaya dan politik masyarakat.

2.2 Pemetaan Penutupan Lahan

Penafsiran citra visual dapat didefinisikan sebagai aktivitas visual untuk mengkaji citra yang menunjukkan gambaran muka bumi yang tergambar di dalam citra tersebut untuk tujuan identifikasi obyek dan menilai maknanya (Ali dan Tesgaya, 2010 dalam Yulita 2011). Penafsiran citra merupakan kegiatan yang didasarkan pada deteksi dan identifikasi obyek dipermukaan bumi pada citra satelit Landsat dengan mengenali obyek-obyek tersebut melalui unsur-unsur utama spektral dan spasial serta kondisi temporalnya.

Teknik penafsiran citra penginderaan jauh diciptakan agar penafsir dapat melakukan pekerjaan penafsiran citra secara mudah dengan mendapatkan hasil penafsiran pada tingkat keakuratan dan kelengkapan yang baik. Menurut Sutanto (1996) dalam Yulita (2011), teknik penafsiran citra penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan komponen penafsiran yang meliputi (1) data acuan, (2) kunci interpretasi citra atau unsur diagnostik citra, (3) metode pengkajian, dan (4) penerapan konsep multispektral.

1. Data acuan

Data acuan diperlukan untuk meningkatkan kemampuan dan kecermatan seorang penafsir, data ini bisa berupa laporan penelitian, monografi daerah, peta, dan yang terpenting disini data di atas dapat meningkatkan *local knowledge* pemahaman mengenai lokasi penelitian.

2. Kunci interpretasi citra atau unsur diagnostik citra

Pengenalan obyek merupakan bagian vital dalam interpretasi citra. Untuk itu identitas dan jenis obyek pada citra sangat diperlukan dalam analisis memecahkan masalah yang dihadapi. Karakteristik obyek pada citra dapat digunakan untuk mengenali obyek yang dimaksud dengan unsur interpretasi. Unsur interpretasi yang dimaksud disini adalah (a) rona/warna, (b) bentuk, (c) ukuran, (d) tekstur, (e) pola, (f) bayangan, (g) situs, (h) asosiasi dan (i) konvergensi bukti.

3. Metode pengkajian

Penafsiran citra lebih mudah apabila dimulai dari pengkajian dengan pertimbangan umum ke pertimbangan khusus/lebih spesifik dengan metode konvergensi bukti.

4. Penerapan konsep multispektral

Konsep ini menganjurkan untuk menggunakan beberapa alternative penggunaan beberapa *band* secara bersamaan. Kegunaannya adalah untuk meningkatkan kemampuan interpretasi dengan mempertimbangkan kelebihan masing masing penerapan komposit *band* tersebut.

Pada citra dengan komposit *band* 543 (RGB), dapat dengan mudah dibedakan antara obyek vegetasi dengan non vegetasi. Obyek bervegetasi dipresentasikan dengan warna hijau, dan tanah kering dengan warna merah. Citra dengan komposit band 432 (RGB), mempunyai kelebihan untuk membedakan obyek kelurusan seperti jalan dan kawasan perkotaan. Jaringan jalan dipresentasikan dengan warna putih. Citra dengan komposit band 543

(RGB), mempunyai kelebihan mudah untuk membedakan obyek yang mempunyai kandungan air atau kelembapan tinggi. Obyek dengan tingkat kelembapan atau kandungan air tinggi akan dipresentasikan dengan rona yang lebih gelap secara kontras. Contohnya obyek tambak akan tampak berwarna biru kehitaman dengan bentuk kotak teratur. Komposit ini membantu dalam pembedaan hutan rawa dengan hutan lahan kering, sawah dengan padi tua ataupun sawah dengan awal penanaman.

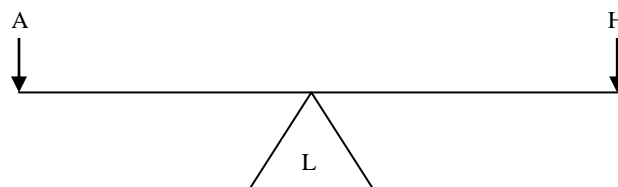
2.3 Proses Terjadinya Penyakit

Menurut Soemirat (2010) pada hakikatnya interaksi manusia dengan alam (lingkungan) dimaksudkan untuk mendapat keuntungan, tetapi apabila sumber daya alam tidak mendukung kesehatan manusia, maka bias terjadi sebaliknya, yang antara lain adalah terjadinya penyakit. Hal ini dimungkinkan, karena di alam, selain banyak hal yang menguntungkan (faktor eugenik) kehidupan manusia, juga banyak yang merugikan (faktor disgenik). Di alam banyak terdapat kuman penyakit, serangga pembawa/penyebarkan penyakit, hewan besar yang membahayakan manusia, terdapat banyak zat kimia-fisika yang bersifat racun bagi tubuh manusia.

Salah satu model yang dapat menggambarkan peran dari manusia atau *host* (H), *agent* atau penyebab penyakit (A), dan lingkungan (L) dalam interaksinya dalam proses terjadinya penyakit. Interaksi di antara tiga elemen tadi terlaksana karena adanya faktor penentu pada setiap elemen; yang secara ringkas bagi ketiga elemen tersebut adalah sebagai berikut:

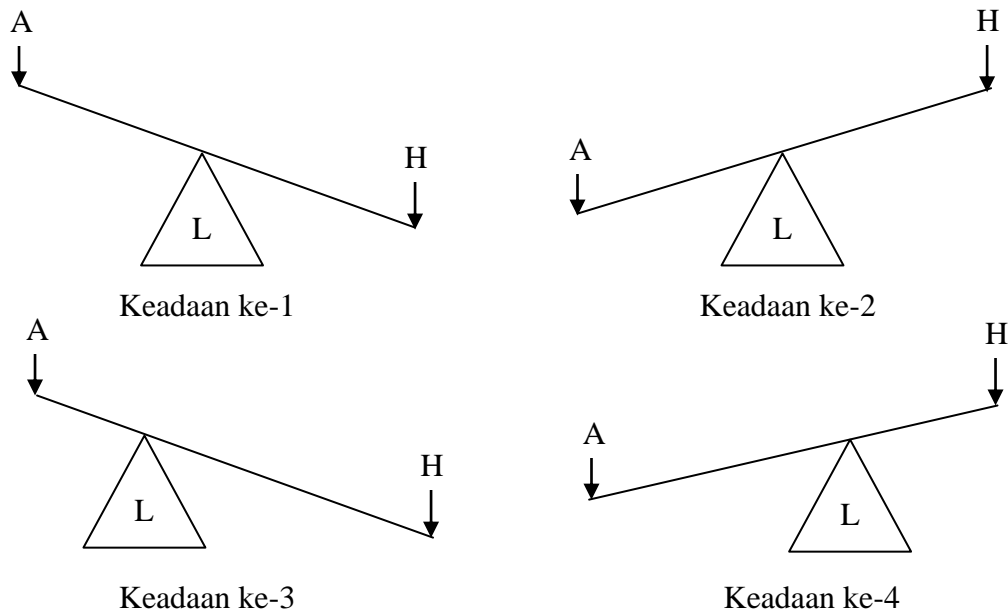
- A : - jumlahnya bila hidup, konsentrasinya bila tidak hidup
- kemampuan menginfeksi/patogenitas/virulensi bila A (*Agent*) hidup dan toksisitasnya bila A (*Agent*) tidak hidup
- H : - derajat kepekaan
- imunitas *Host* terhadap A (*Agent*) bila hidup, toleransi terhadap A (*Agent*) bila tidak hidup,
 - status gizi, pengetahuan, pendidikan, perilaku, dan seterusnya.
- L : - kualitas dan kuantitas berbagai kompartemen lingkungan, yang utamanya berperan sebagai faktor yang menentukan terjadi atau tidak terjadinya transmisi *agent* (A) ke *host* (H). Kompartemen lingkungan dapat berupa udara, tanah, air, makanan, perilaku dan *hygiene* perseorangan, kuantitas dan kualitas serangga vektor/penyebarkan penyakit, dan lain-lain.

Model ini mengatakan bahwa apabila pengungkit tadi berada dalam keseimbangan, maka dikatakan bahwa masyarakat berada dalam keadaan sehat, seperti tampak pada Gambar 2. Pada hakekatnya, keadaan seimbang ataupun tidak seimbang ini merupakan resultan daripada interaksi antara ketiga element tersebut.



Gambar 2. Pengungkit Seimbang atau Masyarakat Sehat
Sumber: Soemirat, 2010

Sebaliknya, apabila resultan daripada interaksi ketiga unsur tadi menghasilkan keadaan tidak seimbang, maka didapat keadaan yang tidak sehat atau sakit. Dengan demikian didapat empat buah kemungkinan terjadinya penyakit seperti tampak di Gambar 3. berikut ini.



Gambar 3. Empat Kemungkinan Keadaan Sakit
Sumber: Soemirat, 2010

Empat kemungkinan terjadinya penyakit dapat dikelompokkan menjadi dua, yakni, satu kelompok (keadaan satu dan dua), di mana lingkungan (titik tumpu) tidak bergeser dari tengah-tengah pengungkit, dan kelompok kedua, (keadaan ketiga dan ke-empat), di mana lingkungan/titik tumpunya bergeser. Pergeseran titik tumpu diartikan sebagai perubahan kualitas lingkungan. Hal ini sangat penting bagi ahli lingkungan, karena semua pembangunan akan mengubah kualitas lingkungan. Perubahan kualitas lingkungan ini perlu diperhatikan, agar tidak terjadi penyakit/wabah.

Keadaan ke-1 : Kasus ini terjadi apabila H atau penjamu memberatkan keseimbangan, sehingga pengungkit miring ke arah H. Keadaan seperti ini dimungkinkan apabila H menjadi peka terhadap suatu penyakit. Misalnya apabila jumlah penduduk menjadi muda atau proporsi jumlah penduduk balita bertambah besar, maka sebagian besar populasi menjadi relatif peka terhadap penyakit anak, dan terdapat ‘banyak’ (lebih dari normal, dalam waktu relatif singkat) penyakit anak, atau keseimbangan terganggu (Soemirat, 2010).

Keadaan ke-2 : Pada kasus ini dikatakan bahwa A memberatkan keseimbangan sehingga batang pengungkit miring ke arah A. Contoh bagi kasus ini, pemberatan A terhadap keseimbangan diartikan sebagai *agent*/penyebab penyakit mendapat kemudahan menimbulkan penyakit pada *host*, misalnya terjadi mutasi pada Virus Influenza. Virus Influenza sudah dikenal suka bermutasi dalam periode tertentu. Oleh karenanya ia menjadi virus baru, sehingga semua populasi belum mengenalnya atau belum punya atau belum pernah membuat zat imun terhadapnya, dan bila terinfeksi kemungkinan besar sebagian besar (banyak) masyarakat akan sakit, atau keseimbangan terganggu (Soemirat, 2010).

Keadaan ke-3 : Ketidakseimbangan pada keadaan ke-3 ini, terjadi karena pergeseran titik tumpu, atau kualitas lingkungan berubah,

sehingga H memberatkan keseimbangan atau H menjadi sangat peka terhadap A. Contohnya ialah terjadinya pencemaran udara dengan SO₂ yang menyebabkan saluran udara paru-paru populasi menyempit (agar tidak banyak racun yang masuk), tetapi akibatnya ialah bahwa tubuh kekurangan oksigen, dan menjadi lemah, dan kelainan paru-paru yang telah ada menjadi parah karenanya; ataupun kelainan jantung yang telah ada menjadi parah karena terjadi konstiksi/penyempitan pembuluh darah paru-paru, yang mengharuskan jantung memompa darah dengan lebih kuat/keras karena tahanan yang bertambah. Apabila jantung sudah lemah, maka keadaan ini dapat memperberat keadaan penyakit yang ada, dan dapat terjadi gagal jantung (Soemirat, 2010).

Keadaan ke-4 : Keadaan ini beda dari keadaan ke-2, dalam hal bahwa penyebab ketidakseimbangan disebabkan oleh bergesernya titik tumpu. Hal ini menggambarkan terjadinya pergeseran kualitas lingkungan sedemikian rupa sehingga A memberatkan keseimbangan. Kasus seperti ini berarti bahwa pergeseran kualitas lingkungan memudahkan A memasuki tubuh H dan menimbulkan penyakit. Contohnya ialah terjadinya banjir di tanah air kita ini menyebabkan air kotor yang mengandung kuman penyakit (A) berkontak dengan masyarakat, sehingga A; lebih mudah memasuki mereka yang kebanjiran. Memang

pada kenyataannya, penyakit/wabah bawaan air selalu dapat dipastikan akan terjadi pada populasi yang kebanjiran (Soemirat, 2010).

Model Gordon ini selain memberikan gambaran yang umum tentang penyakit yang ada di masyarakat, dapat pula digunakan untuk melakukan analisis, dan mencari solusi terhadap permasalahan yang ada.

2.4 Tuberkulosis (TB Paru)

Tuberkulosis merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* yang dapat masuk melalui saluran pernafasan, saluran pencernaan, dan luka terbuka pada kulit (Sylvia *et al*, 2006 dalam Ramadhon, 2009).

Penyakit Tuberkulosis adalah penyakit menular langsung yang disebabkan oleh kuman TB (*Mycobacterium tuberculosis*), sebagian besar kuman TB menyerang Paru, tetapi dapat juga mengenai organ tubuh lainnya. Kuman ini berbentuk batang, mempunyai sifat khusus yaitu tahan terhadap asam pada pewarnaan. Oleh karena itu disebut pula sebagai Basil Tahan Asam (BTA), kuman TB cepat mati dengan sinar matahari langsung, tetapi dapat bertahan hidup beberapa jam di tempat yang gelap dan lembab. Dalam jaringan tubuh kuman ini dapat dormant, tertidur lama selama beberapa tahun. (Utama, 2007 dalam Ramadhon, 2009).

Bakteri ini biasanya berpindah dari tubuh manusia ke manusia lainnya melalui saluran pernafasan, keluar melalui udara yang dihembuskan pada proses respirasi

dan terhisap masuk saat seseorang menarik nafas. Habitat asli bakteri *Mycobacterium tuberculosis* sendiri adalah paru-paru manusia. Droplet yang terhirup sangat kecil ukurannya, sehingga dapat melewati sistem pertahanan mukosillier bronkus, dan terus berjalan sehingga sampai di alveolus dan menetap disana. Infeksi dimulai saat kuman tuberkulosis berhasil berkembang biak dengan cara pembelahan diri di dalam paru-paru (Anonim a, 2010 dalam <http://dweeja.wordpress.com/2010/05/21/mycobacterium-tuberculosis-sebagai-penyebab-penyakit-tuberculosis/>).

Distribusi geografis TBC mencakup seluruh dunia dengan variasi kejadian yang besar dan prevalensi menurut tingkat perkembangannya. Penularannya pun berpola sekuler tanpa dipengaruhi musim dan letak geografis (<http://epidemiologiunsri.blogspot.com/2011/11/tuberkulosis-paru.html>).

Keadaan sosial-ekonomi merupakan hal penting pada kasus TBC. Pembelajaran sosiobiologis menyebutkan adanya korelasi positif antara TBC dengan kelas sosial yang mencakup pendapatan, perumahan, pelayanan kesehatan, lapangan pekerjaan dan tekanan ekonomi. Terdapat pula aspek dinamis berupa kemajuan industrialisasi dan urbanisasi komunitas perdesaan. Selain itu, gaji rendah, eksploitasi tenaga fisik, pengangguran dan tidak adanya pengalaman sebelumnya tentang TBC dapat juga menjadi pertimbangan pencetus peningkatan epidemi penyakit ini. Pada lingkungan biologis dapat berwujud kontak langsung dan berulang-ulang dengan hewan ternak yang terinfeksi adalah berbahaya. (<http://epidemiologiunsri.blogspot.com/2011/11/tuberkulosis-paru.html>).

Lingkungan hidup yang sangat padat dan permukiman di wilayah perkotaan kemungkinan besar telah mempermudah proses penularan dan berperan sekali atas peningkatan jumlah kasus TB. Proses terjadinya infeksi oleh *Mycobacterium tuberculosis* biasanya secara inhalasi, sehingga TB paru merupakan manifestasi klinis yang paling sering dibanding organ lainnya. Penularan penyakit ini sebagian besar melalui inhalasi basil yang mengandung *droplet nuclei*. Khususnya yang didapat dari pasien TB paru dengan batuk berdarah atau berdahak yang mengandung Basil Tahan Asam (BTA). Pada TB kulit atau jaringan lunak penularan bisa melalui inokulasi langsung. Infeksi yang disebabkan oleh *Mycobacterium bovis* dapat disebabkan oleh susu yang kurang disterilkan dengan baik atau terkontaminasi (<http://epidemiologiunsri.blogspot.com/2011/11/tuberkulosis-paru.html>).

2.5 Demam Berdarah *Dengue* (DBD)

Demam *dengue* disebabkan oleh virus *dengue*. Dalam sistem ilmiah yang menamakan dan mengklasifikasikan virus, virus *dengue* tersebut merupakan bagian dari famili Flaviviridae dan genus Flavivirus. Virus lainnya juga merupakan bagian dari famili yang sama dan menyebabkan penyakit pada manusia. Contohnya, virus yellow fever, West Nile virus (Achmadi, 2011).

Siklus penyebaran yang normal dari *Dengue* adalah dari manusia ke manusia melalui nyamuk. Nyamuk yang terinfeksi dapat menyebarkan virus selama sisa hidup mereka. Vektor DBD di Indonesia adalah nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor utama dan *Aedes albopictus* sebagai vektor sekunder. Spesies tersebut merupakan nyamuk pemukiman, stadium pradewasanya mempunyai habitat

perkembangbiakan di tempat penampungan air/wadah yang berada di permukiman dengan air yang relatif jernih. Nyamuk *Aedes aegypti* lebih banyak ditemukan berkembang biak di tempat-tempat penampungan air buatan antara lain: bak mandi, ember, vas bunga, tempat minum burung, kaleng bekas, ban bekas dan sejenisnya di dalam rumah meskipun juga ditemukan di luar rumah di wilayah perkotaan; sedangkan *Aedes albopictus* lebih banyak ditemukan di penampungan air alami di luar rumah, seperti axilla daun, lubang pohon, potongan bambu dan sejenisnya terutama di wilayah pinggiran kota dan pedesaan, namun juga ditemukan di tempat penampungan buatan di dalam dan di luar rumah. *Aedes aegypti* merupakan nyamuk yang biasanya dijumpai di dalam rumah dan nyamuk *Aedes albopictus* pula selalu dijumpai di luar kawasan rumah (Sahani *et al.* 2012).

Spesies nyamuk tersebut mempunyai sifat antropofilik, artinya lebih memilih menghisap darah manusia, disamping itu juga bersifat *multiple feeding* artinya untuk memenuhi kebutuhan darah sampai kenyang dalam satu periode siklus gonotropik biasanya menghisap darah beberapa kali. Sifat tersebut meningkatkan risiko penularan DB/DBD di wilayah perumahan yang penduduknya lebih padat, satu individu nyamuk yang infeksi dalam satu periode waktu menggigit akan mampu menularkan virus kepada lebih dari satu orang (Sukowati, 2010).

Di Indonesia, nyamuk *Aedes aegypti* umumnya memiliki habitat di lingkungan perumahan, di mana terdapat banyak genangan air bersih dalam bak mandi ataupun tempayan. Oleh karena itu, jenis ini bersifat urban, bertolak belakang

dengan *Aedes albopictus* yang cenderung berada di daerah hutan berpohon rimbun (*sylvan areas*) (http://id.wikipedia.org/wiki/Aedes_aegypti, 2014).

Salah satu peran lingkungan dalam penyebaran DBD adalah sebagai reservoir. Secara umum lingkungan dibedakan atas lingkungan fisik dan non fisik. Lingkungan fisik adalah lingkungan alamiah yang terdapat disekitar manusia, sedangkan lingkungan non fisik adalah lingkungan yang muncul akibat adanya interaksi antar manusia. Terjadinya penularan DBD berkaitan erat dengan faktor lingkungan. Lingkungan yang padat dan tidak bersih merupakan tempat bersarangnya nyamuk sehingga penularannya mudah terjangkau. Dalam upaya untuk mengurangi tingkat penularan DBD yang lebih besar, maka masyarakat dalam hal ini perlu menjaga kebersihan lingkungan dan menjaga hidup sehat. Dengan demikian, diharapkan bahwa tingkat penularan dapat dikurangi dan pada tempat-tempat yang endemis dilakukan pengasapan yang teratur (<http://cahyadiblogsan.blogspot.com/2012/04/faktor-faktor-yang-mempengaruhi.html>).

2.6 Malaria

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 dari Genus *Anopheles* ataupun ditularkan langsung melalui transfusi darah atau jarum suntik yang tercemar serta dari ibu hamil kepada janinnya (Harijanto, 2000)

Malaria vivax disebabkan oleh *Plasmodium vivax* yang juga disebut juga sebagai malaria tertiana. *Plasmodium malariae* merupakan penyebab malaria malariae atau malaria kuartana. *Plasmodium ovale* merupakan penyebab malaria ovale, sedangkan *Plasmodium 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).

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 anemia 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).

Untuk terjadi penularan penyakit malaria harus ada empat faktor yaitu:

- 1) Parasit (*agent* / penyebab penyakit malaria).
- 2) Nyamuk dari Genus *Anopheles* (vektor malaria)
- 3) Manusia (*host intermediate*)

- 4) Lingkungan (*environment*) (<http://kuplukuluntur.blogspot.com/2012/11/ekologi-hewan-aedes-aegypti.html>, 2014).

Sedangkan menurut Irianto (2013), faktor lingkungan yang mempengaruhi perkembangan penyakit malaria antara lain:

- 1) Suhu; mempengaruhi perkembangan parasit dalam tubuh nyamuk. Suhu yang optimal antara 20—30°C. Makin tinggi suhu (sampai batas tertentu) makin pendek masa inkubasi ekstrinsik (sporogoni) dan sebaliknya makin rendah suhu makin panjang masa inkubasi ekstrinsik.
- 2) Kelembapan; kelembapan yang rendah memperpendek umur nyamuk meskipun tidak berpengaruh terhadap parasit. Tingkat kelembapan 63% (yang terdapat di Punjab, India) merupakan batas paling rendah untuk memungkinkan hidupnya nyamuk. Pada kelembapan yang lebih tinggi nyamuk akan lebih aktif dan lebih sering menggigit, sehingga penularannya akan semakin meningkat.
- 3) Hujan; pada umumnya hujan akan memudahkan perkembangan nyamuk dan akan mudah terjadi epidemi malaria. Besar kecilnya pengaruh hujan terhadap perkembangan nyamuk tergantung dari derasnya hujan, jenis vector dan jenis tempat perindukannya.
- 4) Ketinggian; secara umum transmisi malaria berkurang pada ketinggian yang semakin bertambah, hal ini disebabkan turunnya suhu rata-rata. Akan tetapi hal ini dapat berubah jika terjadi pemanasan bumi dan pengaruh elnino.
- 5) Angin; kecepatan dan arah angin dapat mempengaruhi jarak terbang nyamuk dan ikut menentukan jumlah kontak antara manusia dengan nyamuk.

- 6) Sinar matahari; berpengaruh terhadap pertumbuhan larva nyamuk berbeda-beda tergantung spesiesnya *Anopheles sundaicus* lebih suka tempat yang teduh, sedangkan *Anopheles barbirostris* dapat hidup dengan baik pada tempat yang teduh maupun yang terang.
- 7) Arus air; *Anopheles barbirostris* menyukai tempat perindukan yang airnya mengalir lambat atau statis, sedangkan spesies lainnya ada yang menyukai aliran air yang deras dan ada yang menyukai air yang tergenang.
- 8) Kadar garam; *Anopheles sundaicus* tumbuh optimal pada air payau yang kadar garamnya 12—18% dan tidak akan berkembang pada kadar garam 40%.