

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Virus Dengue

Virus Dengue termasuk dalam regnum *Virus*, famili *Flaviviridae*, genus *Flavivirus* dan spesies Dengue. Virus Dengue membentuk kompleks yang khas di dalam genus *Flavivirus* berdasarkan karakteristik antigenik dan biologisnya. Ada empat serotipe virus Dengue yang dinyatakan sebagai Dengue-1, Dengue-2, Dengue-3 dan Dengue-4. Infeksi yang terjadi dengan serotipe manapun akan memicu imunitas seumur hidup terhadap serotipe tersebut. Walaupun secara antigenik serupa, keempat serotipe tersebut cukup berbeda dalam menghasilkan perlindungan selang selama beberapa bulan terinfeksi salah satunya.¹⁰

1. Mekanisme Penularan Virus Dengue

Orang yang terinfeksi virus Dengue maka dalam tubuhnya akan terbentuk zat anti (antibodi) yang spesifik sesuai dengan tipe virus Dengue yang masuk. Gejala dan tanda yang timbul ditentukan oleh reaksi antara zat anti yang ada dalam tubuh dengan antigen yang ada dalam virus Dengue yang baru masuk. Orang yang terinfeksi virus Dengue untuk pertama kali, umumnya hanya menderita Demam Dengue (DD) atau demam yang ringan dengan gejala dan tanda yang tidak spesifik atau bahkan tidak memperlihatkan tanda-tanda sakit sama sekali (*asimptomatis*). Penderita DD biasanya akan sembuh sendiri dalam waktu 5 hari pengobatan.¹

Seseorang yang di dalam darahnya mengandung virus Dengue merupakan sumber penular DBD. Virus Dengue berada dalam darah selama 4-7 hari

mulai 1-2 hari sebelum demam. Bila penderita DBD digigit nyamuk penular maka virus dalam darah akan ikut terisap masuk ke dalam lambung nyamuk, selanjutnya virus akan memperbanyak diri dan tersebar di berbagai jaringan tubuh nyamuk termasuk di dalam kelenjar liurnya. Kira-kira 1 (satu) minggu setelah mengisap darah penderita, nyamuk tersebut siap untuk menularkan kepada orang lain (masa inkubasi ekstrinsik). Virus ini akan tetap berada dalam tubuh nyamuk sepanjang hidupnya. Oleh karena itu nyamuk *Aedes aegypti* yang telah mengisap virus Dengue menjadi penular (infektif) sepanjang hidupnya. Penularan ini terjadi karena setiap kali nyamuk menusuk (menggigit), sebelum mengisap darah akan meneeluarkan air liur melalui saluran alat tusuknya (*proboscis*), agar darah yang diisap tidak membeku. Bersama air liur inilah virus Dengue dipindahkan dari nyamuk ke orang lain.¹¹

2. *Transovarial Transmission*¹²

Virus Dengue yang menular pada manusia, harus terlebih dahulu bersiklus di luar tubuh manusia yaitu, dalam tubuh vektor *Aedes aegypti*. Ketika virus menular dari manusia yang sakit ke tubuh nyamuk maka virus segera memasuki siklus di dalam tubuh nyamuk. Selanjutnya mengalami pematangan pada kelenjar ludah (*glandula salivarius*) dan siap untuk ditularkan jika sudah berada pada *duktus salivarius*. Adapun pada organ-organ lain seperti pada otak, *Johnston's organ*, *proboscis* maupun *oesophagus* juga ditemukan adanya virus dalam perkembangannya. Berarti hampir seluruh tubuh nyamuk tertular oleh virus Dengue. Hal inilah yang disebut dengan *veremia* pada nyamuk.

Ada hal yang baru terungkap bahwa virus (dalam perkembangannya) bertunas dari hasil *transovarial transmission*. Bagian yang amat penting untuk berkembang dan beramplifikasi pada virus Dengue adalah sel-sel dari *glandula salivarius* dan *ovarium*, karena untuk nyamuk yang diinfeksi virus bagian tersebut menunjukkan perubahan bentuk secara morfologi dan histologi dibandingkan dengan nyamuk sehat atau tidak ditulari virus (*aksenik*). Kedua bagian organ nyamuk ini terlihat jauh lebih besar (membengkak). Virus *dengue* yang mampu menular lewat ovarium maka pengendalian biologis harus juga dilakukan terhadap telur-telur yang tertinggal pada musim-musim setelah terjadinya *outbreak*.

B. Demam Dengue

Dengue adalah penyakit yang disebabkan oleh virus yang disebarkan oleh nyamuk *Aedes (Stegomyia)* selama lebih dari 2 (dua) abad yang lalu. Terdapat peningkatan yang sangat cepat diseluruh negara terhadap frekuensi timbulnya Demam Dengue (DD), Demam Berdarah Dengue (DBD) dan Sindrom Syok Dengue (SSD) yang diikuti dengan meningkatnya kasus penyakit yang lain.¹³

Gejala klasik dari Demam Dengue ialah gejala demam tinggi mendadak, kadang-kadang bifasik (*saddle back fever*), nyeri kepala berat, nyeri belakang bola mata, nyeri otot, tulang, atau sendi, mual, muntah dan timbulnya ruam. Ruam berbentuk *makulopapular* yang bisa timbul pada awal penyakit (1-2 hari) kemudian menghilang tanpa bekas dan selanjutnya timbul ruam merah halus pada hari ke-6 atau ke-7 terutama di daerah kaki, telapak

kaki dan tangan. Selain itu, dapat juga ditemukan *petekia*. Hasil pemeriksaan darah menunjukkan *leukopeni* kadang-kadang dijumpai *trombositopeni*. Masa penyembuhan dapat disertai rasa lesu yang berkepanjangan, terutama pada dewasa. Pada keadaan wabah telah dilaporkan adanya Demam Dengue yang disertai dengan perdarahan seperti : *epistaksis*, perdarahan gusi, perdarahan saluran cerna, hematuri, dan menoragi. Demam Dengue (DD) yang disertai dengan perdarahan hams dibedakan dengan Demam Berdarah Dengue (DBD). Pada penderita Demam Dengue tidak dijumpai kebocoran plasma sedangkan pada penderita DBD dijumpai kebocoran plasma yang dibuktikan dengan adanya *hemokonsentrasi*, *pleural efusi* dan *asites*.¹⁴

C. Demam Berdarah Dengue

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit yang ditandai dengan : (1) demam tinggi mendadak, tanpa sebab yang jelas, berlangsung terus-menerus selama 2-7 hari; (2) Manifestasi perdarahan (*petekie*, *purpura*, perdarahan *konjungtiva*, *epistaksis*, *ekimosis*, perdarahan *mukosa*, perdarahan gusi, *hematemesis*, *melena*, *hematuri*) ternasuk uji *Tourniquet* (*Rumple Leede*) positif, (3) *Trombositopeni* jumlah trombosit $< 100.000/\mu\text{l}$; (4) *Hemokonsentrasi* (peningkatan *hematokrit* $>20\%$); dan (5) Disertai dengan atau tanpa pembesaran hati (*hepatomegali*).¹

DBD pada umumnya menyerang anak-anak, tetapi dalam dekade terakhir ini terlihat ada kecenderungan kenaikan proporsi pada kelompok umur dewasa. Penyebab DBD adalah virus *dengue* yang sampai sekarang dikenal 4 serotipe (*Dengue-1*, *Dengue-2*, *Dengue-3* dan *Dengue-4*), termasuk

dalam group B *Arthropod Borne Virus (Arbovirus)*. Keempat serotipe virus ini telah ditemukan di berbagai daerah di Indonesia. Hasil penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa *Dengue-3* sangat berkaitan dengan kasus DBD berat dan merupakan serotipe yang paling luas distribusinya disusul oleh *Dengue-2*, *Dengue-1* dan *Dengue-4*. Masa inkubasi DBD berkisar antara 4-7 hari.^{1,2,15}

Penularan DBD umumnya melalui gigitan nyamuk *Ae. aegypti* meskipun dapat juga ditularkan oleh *Ae. albopictus* yang selama ini dikenal senang tinggal di habitat bersemak atau kebun. Itu sebabnya, meski sama-sama bisa menyebar virus *dengue* dan chikungunya, *Ae. albopictus* kurang populer dibandingkan dengan *Ae. aegypti*. Saat ini *Ae. albopictus* tidak hanya ditemukan di daerah perkebunan namun juga ditemukan di kamar-kamar tidur dalam rumah. Nyamuk penular DBD ini terdapat hampir di seluruh pelosok Indonesia, bahkan masih ditemukan di tempat-tempat dengan ketinggian lebih dari 1000 meter di atas permukaan laut.^{1,11}

Infeksi virus *dengue* telah ada di Indonesia sejak abad ke-18, seperti yang dilaporkan oleh David Blyden, seorang dokter berkebangsaan Belanda.¹⁵ Pada masa itu infeksi virus *dengue* di Asia Tenggara hanya merupakan penyakit ringan yang tidak pernah menimbulkan kematian. Tetapi sejak tahun 1952 infeksi virus *dengue* menimbulkan penyakit dengan manifestasi klinis berat, yaitu DBD yang ditemukan di Manila, Filipina menyebar ke negara lain seperti Thailand, Vietnam, Malaysia dan Indonesia. Pada tahun 1968 penyakit DBD dilaporkan di Surabaya dan Jakarta dengan jumlah kematian yang sangat tinggi.^{2,15}

Virus *dengue* yang sejak pertama ditemukan di Surabaya dan Jakarta, jumlah penderita maupun daerah penyebaran penyakit terjadi peningkatan yang pesat. Sampai saat ini DBD telah ditemukan di seluruh provinsi di Indonesia, dan 200 kota telah dilaporkan adanya kejadian luar biasa. *Incidence rate* meningkat dari 0,005 per 100,000 penduduk pada tahun 1968 menjadi berkisar antara 6-27 per 100,000 penduduk.^{2,15}

Pola berjangkit infeksi virus *dengue* dipengaruhi oleh iklim dan kelembaban udara. Pada suhu yang panas (28-32°C) dengan kelembaban yang tinggi, nyamuk *Ae. aegypti* akan tetap bertahan hidup untuk jangka waktu lama. Di Indonesia, karena suhu udara dan kelembaban tidak sama di setiap tempat, maka pola waktu berjangkitnya penyakit juga berbeda untuk setiap tempat. Di Kalimantan Barat pada umumnya infeksi virus *dengue* terjadi mulai awal Januari, meningkat terus sehingga kasus terbanyak terdapat pada bulan April - Mei setiap tahun.¹⁶ Selain *Ae. aegypti*, nyamuk *Ae. albopictus* juga berperan sebagai vektor.

1. Morfologi Nyamuk *Ae. aegypti*

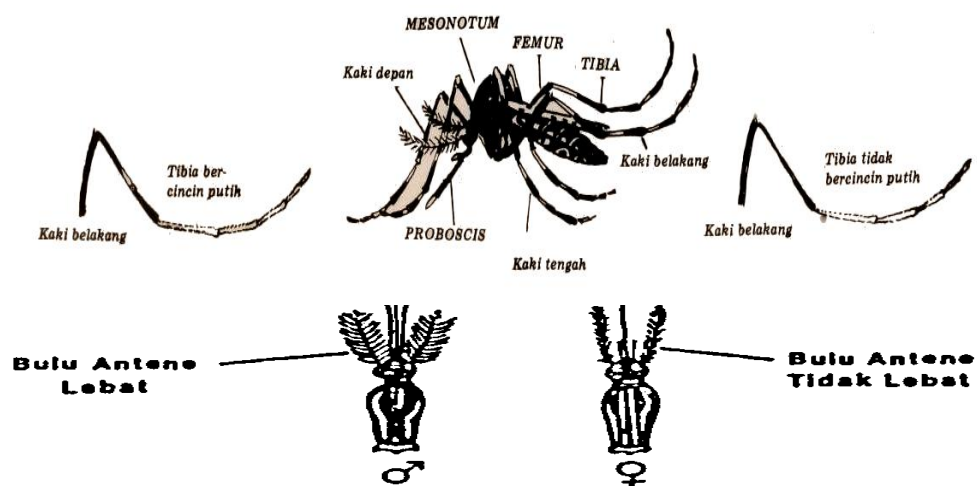
Tubuh nyamuk terdiri dari 3 (tiga) bagian yaitu kepala/caput, dada/thorak dan perut/abdomen.¹⁷

- a. Kepala nyamuk *Ae. aegypti* agak membulat dan hampir tertutupi oleh sepasang mata majemuk yang hampir bersentuhan, *proboscis* yang terdapat di kepala dapat digerakan ke depan maupun ke bawah. Terdapat sepasang *antenna* yang berfungsi sebagai alat peraba yang terdiri dari 15 segmen. *Palpus* nyamuk betina lebih pendek dari *proboscis*, sedang nyamuk jantan *palpus* dan *proboscis* sama panjang.

Nyamuk jantan mempunyai antena yang memiliki banyak bulu sehingga disebut *antenna plumose* sedangkan nyamuk betina hanya memiliki beberapa bulu sehingga disebut *antenna palpi*.

- b. Di dada/thorak nyamuk *Ae. aegypti* terdapat tiga pasang tungkai dan sepasang sayap.
 - c. Abdomen terdiri dari 10 – 11 segmen dan pada segmen ke 8, 9 dan 10 membentuk alat kelamin/reproduksi.
2. Ciri-ciri nyamuk *Ae. aegypti*

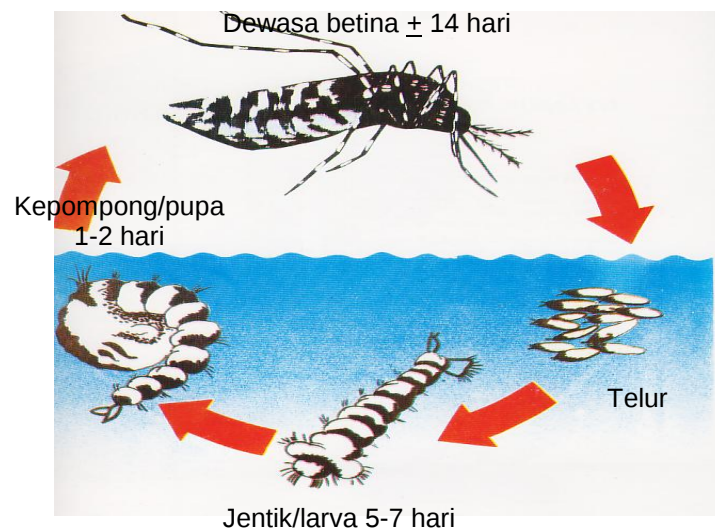
Nyamuk *Ae. aegypti* mempunyai ciri-ciri sebagai berikut : nyamuk *Ae. aegypti* berukuran kecil dengan warna dasar hitam, *probosis* bersisik hitam, *palpi* lebih pendek dibandingkan dengan *probosis*, ujung hitam bersisik putih perak, *oksiput* bersisik lebar berwarna putih terletak memanjang, *femur* bersisik putih memanjang, *tibia* semua hitam, *tarsi* belakang berlingkar putih, pada segmen basal kesatu sampai keempat dan segmen kelima berwarna putih, sayap berukuran 2,5 – 3,0 mm bersisik hitam.



Gambar 2.1. Nyamuk *Ae. aegypti*¹¹

3. Siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti*

Nyamuk *Ae. aegypti* mengalami metamorfosis sempurna dalam hidupnya sebelum menjadi nyamuk dewasa. Metamorfosis nyamuk *Ae. aegypti* dimulai dari telur kemudian menjadi larva yang terdiri dari empat instar. Kemudian larva tersebut berkembang menjadi pupa dan akhirnya menjadi nyamuk dewasa (jantan dan betina). Telur, larva dan pupa hidup di dalam air sedangkan nyamuk dewasa hidup di luar air.¹⁸



Gambar 2.2. Siklus Hidup Nyamuk *Ae. aegypti*¹¹

Setelah lewat dari dua hari, pupa akan berubah menjadi nyamuk dewasa, yang tubuhnya berwarna hitam ditandai gelang putih seperti perak di lehernya, berkepala hitam dengan garis putih di tengahnya. Pada dada nyamuk ini terdapat dua garis sejajar seperti kurva dan pada kakinya terdapat gelang-gelang berwarna putih. Bentuk *abdomen* nyamuk betina lancip ujungnya dan memiliki *cerci* yang lebih panjang dari pada *cerci* nyamuk-nyamuk lainnya. Jumlah nyamuk jantan dan nyamuk betina yang menetas dari kelompok telur pada umumnya sama banyak. Nyamuk ini

beristirahat dengan posisi sejajar dengan permukaan tempat yang dihindarkannya. Nyamuk jenis ini aktif mencari darah (menggigit) manusia pada pagi hari pukul 08.00 - 11.00 dan sore hari pukul 15.00 - 17.00. Meskipun demikian, tidak menutup kemungkinan nyamuk ini menggigit di waktu malam hari bila terdapat sinar yang cukup terang. Berdasarkan jenis kelaminnya nyamuk dibedakan atas nyamuk jantan dan nyamuk betina. Nyamuk jantan menghisap cairan bunga atau sari bunga (*nektar*) untuk keperluan hidupnya sedangkan nyamuk betina menghisap darah. Umur nyamuk jantan lebih pendek dari pada nyamuk betina (1 minggu). Nyamuk betina lebih suka menghisap darah manusia dari pada binatang (*antropofilik*). Darah tersebut digunakan oleh nyamuk untuk perkembangan telur. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan perkembangan telur mulai dari nyamuk menghisap darah sampai telur dikeluarkan biasanya bervariasi antara 3 - 4 hari . Jangka waktu tersebut disebut satu siklus gonotropik (*gonotropi cycle*).^{17, 19,20}

4. Tempat Hidup dan Penyebaran Nyamuk *Ae. aegypti*

Nyamuk *Ae. aegypti* tersebar luas di daerah tropis dan sub tropis, biasanya antara 35⁰ lintang utara dan 35⁰ lintang selatan. Penyebaran nyamuk *Ae. aegypti* awalnya dibatasi oleh ketinggian. Sebelumnya nyamuk *Ae. aegypti* tidak ditemukan pada ketinggian di atas 1000 meter dari ketinggian permukaan laut tetapi akhir-akhir ini nyamuk tersebut telah ditemukan pada ketinggian di atas 1000 meter dari ketinggian permukaan laut. Menurut penelitian Suparman (1996) bahwa pada ketinggian 1200 meter dan 1500 meter masih ditemukan habitat nyamuk

Ae. aegypti dan *Ae. albopictus*.²¹ Nyamuk *Ae. aegypti* adalah nyamuk yang aktivitasnya diantara pemukiman penduduk dan mampu terbang mencapai ± 100 meter dari tempat perindukannya. Hal tersebut erat kaitannya dengan keberadaan manusia dan binatang yang berperan sebagai sumber pakannya. Tempat penampungan air juga dimanfaatkan oleh nyamuk *Ae. aegypti* untuk tempat bertelur, di pemukiman penduduk yang padat. Namun demikian pernah ditemukan nyamuk dewasa jarak terbangnya mencapai <2 km dari tempat perindukannya. Hal ini disebabkan karena pengaruh angin atau transportasi yang membawa terbang nyamuk *Ae. aegypti*.¹⁹

5. Bionomi Nyamuk *Ae. aegypti*

Upaya untuk memberantas nyamuk *Ae. aegypti* secara efektif maka diperlukan pengetahuan tentang pola perilaku nyamuk yaitu kesenangan memilih tempat perindukan (*breeding habit*), kesenangan menggigit (*feeding habit*) dan kesenangan tempat hinggap/istirahat (*resting habit*). Sehingga diharapkan akan tercapai pemberantasan sarang nyamuk secara tepat.^{19,22}

Tempat perindukan nyamuk *Ae. aegypti* berupa air yang jernih dan tenang, tergenang dalam wadah, baik dalam rumah maupun di luar rumah. Nyamuk ini lebih menyukai kontainer/wadah yang berwarna gelap, terbuka dan tempat-tempat yang terlindung sinar matahari langsung serta tidak berhubungan dengan tanah.²³ Merujuk dari penelitian Agus Prasetyo (1998) yang menyatakan bahwa volume air minimal untuk perkembangbiakan nyamuk *Ae. aegypti* adalah 3 milliliter dan air yang

paling disukai sebagai tempat perindukan adalah air tanah yang telah di tampung dalam kontainer (air yang tidak langsung berhubungan dengan tanah).²⁴

Untuk meletakkan telurnya, nyamuk betina tertarik pada kontainer berair yang berwarna gelap, terbuka dan terutama yang terletak di tempat-tempat terlindung dari sinar matahari. Telur diletakkan di dinding kontainer di atas permukaan air. Bila kena air akan menetas menjadi larva/jentik, setelah 5-10 hari larva akan menjadi pupa dan 2 hari kemudian pupa akan menetas menjadi nyamuk dewasa. Pada keadaan optimum pertumbuhan telur sampai menjadi nyamuk dewasa memerlukan waktu kira-kira 10 hari (7-14 hari).²³

Ae. aegypti bersifat *anthropofilik* (suka menghisap darah manusia) dan hanya nyamuk betina yang menggigit manusia. Nyamuk tersebut mempunyai kebiasaan tidak langsung menggigit, melainkan terbang dulu sekitar *hospes* beberapa kali kemudian baru menggigit. *Ae. aegypti* termasuk nyamuk “*Multiple biters*” yaitu menggigit pada beberapa orang karena sebelum nyamuk tersebut kenyang sudah berpindah dan waktu menggigit lebih banyak pada siang hari yaitu pukul 08.00 – 11.00 dan sore hari pukul 15.00 – 17.00.^{19,20}

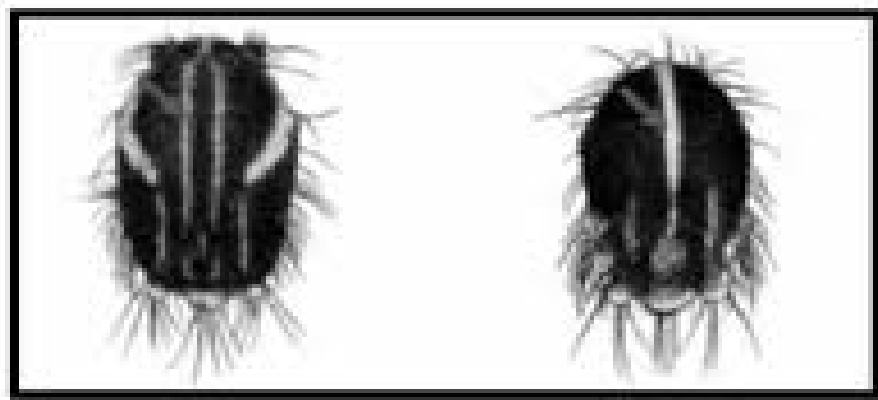
Setelah menggigit dan selama menunggu waktu pematangan telur, nyamuk beristirahat di tempat-tempat gelap dan sedikit angin. Tempat hinggap yang paling disukai nyamuk *Ae. aegypti* adalah benda-benda yang bergantung (pakaian, kelambu), dinding dan lain sebagainya. Nyamuk *Ae. aegypti* terbang dekat tanah dan bergerak ke semua arah untuk mencari

mangsa, mencari tempat bertelur, tempat beristirahat dan melakukan perkawinan. Jarak terbang nyamuk *Ae. aegypti* betina rata-rata 40 – 100 meter tetapi adakalanya sampai sejauh 300 meter.²⁵

6. Perbedaan nyamuk *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*

Di Indonesia, nyamuk *Ae. aegypti* umumnya memiliki habitat di lingkungan perumahan, di mana terdapat banyak penampungan air bersih dalam bak mandi ataupun tempayan. Oleh karena itu, jenis ini bersifat urban, bertolak belakang dengan *Ae. albopictus* yang cenderung berada di perkebunan berpohon rimbun (*sylvan areas*).

Secara morfologis *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* sangat mirip, berukuran tubuh kecil, panjang 3-4 mm dan bintik hitam dan putih pada badan, kaki dan mempunyai ring putih di kaki. Namun dapat dibedakan dari strip putih yang terdapat pada bagian skutumnya. Skutum *Ae. aegypti* berwarna hitam dengan dua strip putih sejajar di bagian dorsal tengah yang diapit oleh dua garis lengkung berwarna putih. Sementara skutum *Ae. albopictus* yang juga berwarna hitam hanya berisi satu garis putih tebal di bagian dorsalnya.



Gambar 2.3. Perbedaan *comb* *Ae. aegypti* dan *Ae. Albopictus*²⁶

D. Ekologi Vektor Penyakit DBD

Ekologi adalah ilmu yang mempelajari ketergantungan antara organisme dengan lingkungan atau bagaimana pengaruh lingkungan terhadap vektor (*Ae. aegypti*). Selain itu penyakit DBD melibatkan tiga organisme yaitu virus *dengue*, nyamuk dan manusia. Secara alamiah ketiga kelompok organisme tersebut secara individu atau populasi dipengaruhi oleh sejumlah faktor yaitu lingkungan biologik, fisik dan imunitas manusia. Pola perilaku yang terjadi dan status ekologi dari ketiga kelompok organisme tadi dalam ruang dan waktu berkaitan dan saling membutuhkan, oleh karena itu dari pengaruh penyakit DBD berbeda derajat endemisitasnya pada suatu lokasi ke lokasi yang lain dari tahun ke tahun.^{11,27}

1. Manusia sebagai sumber penularan dan sebagai penderita penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD).

Faktor-faktor yang terkait dalam penularan DBD pada manusia adalah:^{1,28}

- a. Kepadatan penduduk, lebih padat lebih mudah penularan DBD, oleh karena jarak terbang nyamuk yang menjadi vektor penular diperkirakan 40-100 meter.
- b. Mobilitas penduduk memudahkan penularan dari satu tempat ke tempat yang lain.
- c. Kualitas perumahan, jarak antar rumah dan pencahayaan akan mempengaruhi penularan. Bila satu rumah ada nyamuk penularnya maka akan menularkan penyakit pada orang yang tinggal di rumah

tersebut atau di rumah sekitarnya yang berada dalam jarak terbang nyamuk dan orang-orang yang berkunjung ke rumah itu.

- d. Pendidikan akan mempengaruhi cara berpikir dalam penerimaan penyuluhan dan cara pemberantasan yang dilakukan.
- e. Penghasilan akan mempengaruhi kunjungan untuk berobat ke puskesmas atau ke rumah sakit.
- f. Mata pencaharian akan mempengaruhi penghasilan.
- g. Sikap hidup, kalau rajin dan senang akan kebersihan dan cepat tanggap dalam masalah akan mengurangi risiko ketularan penyakit.
- h. Golongan umur akan mempengaruhi peluang terjadinya penularan penyakit DBD. Pada mulanya DBD lebih banyak menyerang pada golongan umur <15 tahun karena umur tersebut merupakan usia pra dan sekolah yang belum bisa menjaga/menghindarkan gigitan nyamuk serta sering "berkumpul" di sekolah dengan teman-teman dari berbagai wilayah, sehingga kemungkinan terjadinya penularan dan pertukaran tipe virus cukup besar. Namun dalam dekade terakhir ini terlihat adanya kecenderungan kenaikan proporsi pada kelompok umur dewasa.
- i. Suku bangsa, tiap suku bangsa mempunyai kebiasaannya masing-masing sehingga hal ini juga mempengaruhi penularan DBD.
- j. Kerentanan terhadap penyakit pada tiap individu, kekuatan dalam tubuhnya tidak sama dalam menghadapi suatu penyakit, ada yang mudah kena penyakit dan ada yang tahan terhadap penyakit.

2. Lingkungan Fisik

Lingkungan fisik yang mempengaruhi ekologi nyamuk *Ae. aegypti* terdiri dari :¹⁹

- a. Macam tempat penampungan air (TPA) sebagai tempat perindukan *Ae. aegypti*. Tempat penampungan yang disenangi adalah plastik, *porcelain*, *fiberglass*, semen, tembikar, yang berwarna gelap dan volume 51-100 liter, terletak di dalam rumah atau di luar rumah. Air adalah suatu zat kimia yang penting bagi semua bentuk kehidupan. Air bersih penting bagi kehidupan manusia. Demikian juga dengan kehidupan nyamuk *Ae. aegypti* sangat memerlukan air untuk meletakkan telurnya. Nyamuk *Ae. aegypti* mempunyai kebiasaan bertelur ditempat penampungan air yang berada di sekitar manusia.
- b. Tempat perindukan *Ae. aegypti* selalu ada di dalam dan dekat dengan rumah pada bejana penyimpanan air yang relatif bersih dan bisa digunakan untuk minum dan mandi. Di Jakarta sumber perindukan nyamuk *Ae. aegypti* adalah bejana yang terbuat dari tanah liat, semen dan plastik. Bahan yang terbuat dari tanah liat dan semen banyak dijumpai di dalam rumah di sekitar dapur sedangkan bahan yang terbuat dari plastik selain di dalam rumah juga disimpan di luar rumah.
- c. Suhu udara mempengaruhi perkembangan virus di dalam tubuh nyamuk. Nyamuk *Ae. aegypti* dapat bertahan hidup pada suhu rendah tetapi metabolisme menurun bahkan berhenti bila suhunya di bawah suhu kritis. Pada suhu yang lebih tinggi dari 35 °C juga mengalami perubahan dalam arti lebih lambatnya proses *fisiologi*. Hal ini

disebabkan karena terjadi *denaturasi* protein dalam tubuh nyamuk dan kemungkinan terganggu keseimbangan dalam proses metabolisme dan timbulnya sisa-sisa metabolisme yang beracun di dalam tubuh sehingga akan mengurangi efektivitas nyamuk. Rata-rata suhu optimal untuk perindukan nyamuk adalah $25^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$. Pertumbuhan nyamuk akan terhenti sama sekali bila suhu kurang dari 10°C atau lebih 40°C .

- d. pH air sangat berpengaruh terhadap perkembangbiakan nyamuk. Pengaruh pH air perindukan terhadap pertumbuhan dan perkembangan *Ae. aegypti* pra dewasa pada keadaan pH asam lebih sedikit dari pada pH basa yang berarti penurunan pH dapat menghambat pertumbuhan larva menjadi dewasa diduga hal ini terjadi karena penurunan pH air perindukan berkaitan dengan pembentukan enzim *sitokrom oksidase* di dalam tubuh larva yang berfungsi di dalam proses metabolisme. Tinggi rendahnya kadar oksigen terlarut di air akan berpengaruh terhadap proses pembentukan enzim tersebut. Pada keadaan asam (pH rendah) kadar oksigen yang terlarut lebih tinggi daripada keadaan basa (pH tinggi), sementara itu dalam suasana asam pertumbuhan mikroba makin pesat sehingga kebutuhan oksigen juga meningkat, akibatnya kadar oksigen yang terlarutpun akan berkurang. Keadaan seperti itulah yang diduga dapat mempengaruhi pembentukan enzim *sitokrom oksidase* sehingga berpengaruh pula terhadap pertumbuhan dan perkembangan *Ae. aegypti* pra dewasa.
- e. Ketinggian tempat, di daerah pantai kelembaban udara mempengaruhi umur nyamuk sedangkan di dataran tinggi suhu udara mempengaruhi

pertumbuhan virus di tubuh nyamuk. Di tempat ketinggian lebih dari 1.000 meter di atas permukaan laut akhir-akhir ini telah ditemukan nyamuk *Ae. aegypti*.

- f. Curah hujan, menambah genangan air sebagai tempat perindukan, kelembaban udara terutama untuk daerah pantai. Pengukuran kualitas air hujan bertujuan untuk mengetahui tingkat konsentrasi unsur-unsur kimia yang terlarut dalam air hujan, termasuk derajat keasamannya (pH). Batas nilai rata-rata pH air hujan adalah 5,6 merupakan nilai yang dianggap normal atau hujan alami seperti yang telah disepakati secara internasional oleh badan dunia WHO. Apabila pH air hujan lebih rendah dari 5,6 maka hujan bersifat asam, atau sering disebut dengan hujan asam dan apabila pH air hujan lebih besar 5,6 maka hujan bersifat basa. Curah hujan juga berpengaruh terhadap kelembaban nisbi sehingga semakin tinggi curah hujan maka kelembaban udara semakin naik dan tempat perindukan nyamuk juga bertambah banyak.
- g. Kelembaban udara mempengaruhi umur nyamuk. Pada suhu 20⁰ C dengan kelembaban *nisbi* 60% umur nyamuk betina mencapai 101 hari dan umur nyamuk jantan 35 hari. Pada kelembaban *nisbi* 55% umur nyamuk betina menjadi 88 hari dan jantan 50 hari. Dengan menurunnya kelembaban hingga kurang 50% maka umur nyamuk akan menjadi pendek. Berdasarkan keadaan tersebut nyamuk tidak dapat menjadi vektor karena tidak cukup waktu untuk memindahkan virus dari lambung ke kelenjar ludah.

- h. Kecepatan angin secara tidak langsung berpengaruh pada kelembaban, suhu udara, arah terbang nyamuk dan pelaksanaan pemberantasan vektor dengan cara fogging. Kecepatan angin yang lebih dari 8,05 km/jam akan mempengaruhi aktifitas nyamuk.
- i. Tata guna lahan tanah menentukan jarak dari rumah ke rumah. Kondisi rumah yang sempit dan pencahayaan yang kurang lebih disenangi oleh nyamuk.

3. Lingkungan Biologi

Lingkungan biologi yang mempengaruhi penularan penyakit DBD terutama adalah predator, banyaknya tanaman hias dan tanaman pekarangan, yang mempengaruhi kelembaban dan pencahayaan di dalam rumah dan halamannya. Bila banyak tanaman hias dan tanaman pekarangan, berarti menambah tempat yang disenangi nyamuk untuk hinggap/istirahat dan juga menambah umur nyamuk. Pada tempat-tempat yang demikian akan memperpanjang umur nyamuk dan penularan mungkin terjadi disepanjang tahun di tempat tersebut. Hal seperti ini juga merupakan fokus penularan untuk tempat-tempat sekitarnya. Tempat-tempat yang menjadi pusat penularan perlu diperhatikan pada saat pemberantasan dilakukan.¹⁹

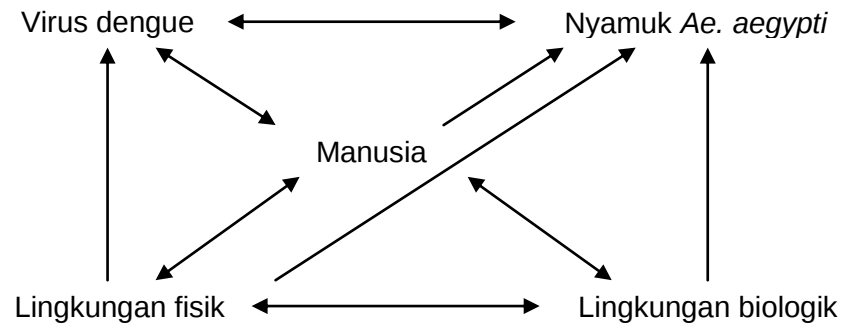
Dari ekologi vektor diketahui terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi nyamuk *Ae. aegypti* menjadi *infektif* dan dapat menularkan DBD.

Nyamuk akan menjadi vektor apabila :²⁹

- a. Ada virus *dengue* pada orang yang menderita DBD (2 hari sebelum panas sampai 5 hari selama demam).
- b. Nyamuk akan bisa menularkan penyakit apabila mengisap darah penderita umurnya lebih dari 10 hari, karena masa *inkubasi ekstrinsik* virus di dalam tubuh nyamuk 8 -10 hari. Untuk nyamuk bisa mencapai umur lebih dari 10 hari maka lingkungan yang cocok untuk kehidupan perlu tempat hinggap atau istirahat yang cocok dan kelembaban tinggi.
- c. Penularan penyakit dari orang ke orang harus melalui gigitan nyamuk yang infeksi virus *dengue*.
- d. Jumlah nyamuk harus banyak agar sering kontak dengan manusia
- e. Nyamuk tahan terhadap virus, karena virus juga akan memperbanyak diri di dalam tubuh nyamuk dan bergerak dari lambung, menembus dinding lambung dan kelenjar ludah nyamuk

Pemberantasan vektor tidak selalu ditujukan pada nyamuk, namun dapat dilakukan dengan cara salah satu dari lima faktor tersebut diatas. Bila banyak nyamuk *Ae. aegypti* belum tentu merupakan musim penularan, karena kalau tidak ada sumber penularan atau umur nyamuk pendek tidak bisa menjadi vektor.⁽³⁾

Faktor-faktor tersebut berbeda dari tempat yang satu ke tempat yang lain dan berubah dari waktu ke waktu, sehingga perlu pengamatan yang benar tentang faktor-faktor tersebut guna pemberantasan vektor. Kaitan subsistem yang menyebabkan nyamuk menjadi vektor digambarkan sebagai diagram di bawah ini, tanda panah menunjukkan kemungkinan pengaruh dari masing-masing subsistem.¹⁹



Gambar 2.4 Kaitan subsistem yang menyebabkan nyamuk *Ae. aegypti* menjadi vektor.¹⁹

E. Survei jentik (pemeriksaan jentik)¹¹

Tahap pelaksanaan survei jentik sebagai berikut :

1. Semua tempat atau bejana yang dapat menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* diperiksa (dengan mata telanjang) untuk mengetahui ada tidaknya jentik.
2. Untuk memeriksa tempat penampungan air yang berukuran besar, seperti: bak mandi, tempayan, drum dan bak penampungan air lainnya. Jika pada pandangan (penglihatan) pertama tidak menemukan jentik, tunggu kira-kira 1/2 -1 menit untuk memastikan bahwa benar jentik tidak ada.
3. Untuk memeriksa tempat-tempat perkembangbiakan yang kecil, seperti: vas bunga/pot tanaman tanaman air/botol yang airnya keruh, seringkali airnya perlu dipindahkan ke tempat lain.

Untuk memeriksa jentik di tempat yang agak gelap atau airnya keruh, biasanya digunakan senter.

Metode survei jentik terdiri dari :

1. *Single larva*

Cara ini dilakukan dengan mengambil satu jentik di setiap tempat

genangan air yang ditemukan jentik untuk diidentifikasi.

2. *Visual*

Cara ini cukup dilakukan dengan melihat ada atau tidaknya jentik di setiap tempat genangan air tanpa mengambil jentiknya. Biasanya dalam program DBD menggunakan cara visual.

Ukuran kepadatan jentik terdiri dari :

1. *House Index (HI)*

HI adalah jumlah rumah yang ditemukan jentik dibagi jumlah rumah yang diperiksa dikalikan seratus persen.

$$House\ Index = \frac{\text{Jumlah rumah positif jentik}}{\text{Jumlah rumah yang diperiksa}} \times 100\%$$

2. *Container Index (CI)*

CI yaitu jumlah kontainer dengan jentik dibagi jumlah kontainer yang diperiksa dikalikan seratus persen.

$$Container\ Index = \frac{\text{Jumlah kontainer positif jentik}}{\text{Jumlah kontainer yang diperiksa}} \times 100\%$$

3. *Breteau Index (BI)*

BI adalah jumlah kontainer yang positif terdapat jentik dalam 100 rumah.

4. *Angka Bebas Jentik (ABJ):*

ABJ adalah jumlah rumah tanpa jentik dibagi jumlah rumah yang diperiksa dikalikan seratus persen.

$$ABJ = \frac{\text{Jumlah rumah tanpa jentik}}{\text{Jumlah rumah yang diperiksa}} \times 100\%$$

Container merupakan bejana yang dapat menjadi tempat perkembangbiakan *Aedes aegypti*. Angka Bebas Jentik dan *House Index* lebih menggambarkan luasnya penyebaran *Aedes aegypti* disuatu wilayah.

Kepadatan populasi nyamuk (*Density Figure/DF*) diperoleh dari gabungan dari HI, CI dan BI dengan kategori kepadatan jentik. Tingkat kepadatan jentik *Aedes* menurut WHO *Program Case study om the Succesful Control of Aedes aegypti* tahun 1972 dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.1 Tingkat Kepadatan Jentik *Aedes*³⁰

Tingkat Kepadatan	<i>House Indeks/HI</i> (%)	<i>Container Indeks/CI</i> (%)	<i>Breteau Indeks/BI</i> (per 100 rumah)
1	1 – 3	1 – 2	1 – 4
2	4 – 7	3 – 5	5 – 9
3	8– 17	6 – 9	10– 19
4	18 – 28	10 – 14	20 – 34
5	29 – 37	15 – 20	35 – 49
6	38 – 49	21 – 27	50 – 74
7	50 – 59	28 – 31	75 – 99
8	60 – 76	32 – 40	100 – 199
9	77 +	41 +	200

Keterangan :

Density Figure (DF) = 1 : kepadatan rendah.

Density Figure (DF) = 2-5 : kepadatan sedang.

Density Figure (DF) = 6-9 : kepadatan tinggi.

F. Metode Pengendalian Vektor Nyamuk *Ae. aegypti*³¹

1. Pengendalian secara alami

Dapat berupa perubahan musim, iklim, curah hujan dan predator.

2. Pengendalian secara buatan

Jenis pengendalian secara buatan :

a. Pengendalian lingkungan

Pengendalian dilakukan dengan cara mengelola lingkungan yaitu dengan memodifikasi/memanipulasi lingkungan sehingga terbentuk lingkungan yang tidak cocok dan dapat menghambat perkembangan vektor.

b. Pengendalian kimiawi

Digunakan bahan kimia yang dapat membunuh vektor atau menghambat perkembangbiakan vektor. Pengendalian kimia dapat dilakukan dengan segera dan meliputi daerah yang luas.

c. Pengendalian mekanik

Dilakukan dengan menggunakan alat yang langsung dapat membunuh, menangkap dan menghalau. Cara yang dipakai diantaranya adalah dengan menggunakan raket nyamuk, memasang kawat kasa di jendela, menggunakan baju dan menggunakan kelambu.

d. Pengendalian fisik

Pada cara ini digunakan alat fisika untuk pemanasan, pembekuan dan penggerakan alat fisik untuk pengadaan angin, penyinaran cahaya yang dapat membunuh/untuk mengganggu kehidupan serangga.

e. Pengendalian biologis

Dengan memperbanyak pemangsa dan musuh alamiah serangga yang dapat berupa parasit, parasitoid, patogen dan predator.

f. Pengendalian genetika

Pengendalian ini bertujuan mengganti populasi serangga berbahaya dengan populasi baru yang tidak berbahaya, misalnya dengan cara memandulkan serangga.

g. Pengendalian legislatif

Membuat peraturan dan membuat sanksi pelanggaran. Hal ini bertujuan untuk mencegah tersebarnya serangga berbahaya dari satu daerah ke daerah lain.

G. Karakteristik Wilayah

Wilayah dapat diartikan sebagai bagian dari permukaan bumi yang mempunyai keseragaman atas ciri-ciri tertentu baik yang bersifat fisik maupun sosial. Ciri-ciri yang dimaksud misalnya iklim, topografi, jenis tanah, kebudayaan, bahasa, ras dan sebagainya.³² Karakteristik adalah sifat atau kenampakan berdasarkan besaran ciri. Karakteristik wilayah adalah besaran - besaran kenampakan sifat yang dimiliki oleh suatu wilayah sebagai hasil proses interaksi antar berbagai komponen di permukaan bumi yaitu atmosfer, biosfer, hidrosfer, lithosfer, pedosfer dan anthroposfer.³³

Setiap wilayah di permukaan bumi tersusun oleh lithosfer, pedosfer, hidrosfer, atmosfer, biosfer dan antroposfer dalam perkembangannya akan mengalami perubahan secara terus menerus sepanjang waktu menghasilkan bentuk lahan hingga saat ini. Telah terjadi saling ketergantungan antar berbagai komponen dalam ekosistem bumi. Perubahan yang terjadi pada sistem bumi

merupakan fungsi dari iklim, organisme, bentuk permukaan (*relief*), material dan waktu. Interaksi dan proses dari struktur (batuan), *relief* iklim dan kronologis (waktu) akan menghasilkan tanah yang terwadahi dan menjadi bentuk lahan suatu wilayah. Fenomena proses alam yang berjalan secara terus menerus dan masih berlangsung hingga saat ini, membutuhkan kajian secara menyeluruh dalam melakukan identifikasi. Identifikasi suatu wilayah dapat dilakukan dengan memperhatikan aspek utama, yaitu aspek fisik dan non fisik dari bentuk lahan yang ada.

Salah satu model pengelompokan suatu bentuk lahan permukaan bumi dilakukan dengan pendekatan genetika yang menghasilkan sembilan (9) bentuk lahan, yaitu: 1. bentuk lahan asal proses *denudasional*, 2. bentuk lahan asal proses *struktural*, 3. bentuk lahan asal proses *vulkanik*, 4. bentuk lahan asal proses *aluvial*, 5. bentuk lahan asal proses *marin*, 6. bentuk lahan asal proses *glasial*, 7. bentuk lahan asal proses *aeolin*, 8. bentuk lahan asal proses *solusional*, 9. bentuk lahan asal proses aktifitas organisme. Beberapa bentuk lahan menghasilkan bentang lahan yang dapat dikenali melalui tiga (3) ciri utama, yaitu struktur, proses dan stadium; struktur geologis, morfologis dan proses; bentuk lahan, materi dan proses.

Setiap wilayah memiliki besaran ciri yang membedakan dengan wilayah lain. Besaran ciri tersebut dapat dijabarkan dalam parameter-parameter terukur agar mudah dikenali dan digunakan sebagai pembeda antar berbagai tempat di permukaan bumi. Gabungan parameter membentuk karakteristik wilayah yang merupakan daya dukung terhadap kehidupan di atasnya, dimana

untuk setiap tempat dipermukaan bumi memiliki karakteristik yang berbeda. Kajian lingkungan membagi karakteristik wilayah ke dalam tiga (3) kelompok, yaitu: 1. Lithosfer, hidrosfer, atmosfer dan pedosfer dikelompokkan dalam lingkungan abiotik; 2. Biosfer dikelompokkan dalam lingkungan biotik; 3. Anthropolosfer dikelompokkan dalam lingkungan budaya.³⁴

1. *Atmosfer*³⁵

Atmosfer adalah lapisan gas yang melingkupi sebuah planet, termasuk bumi, dan permukaan planet tersebut sampai jauh di luar angkasa. Di bumi, atmosfer terdapat dan ketinggian 0 km di atas permukaan tanah, sampai dengan sekitar 560 km dari atas permukaan bumi. *Atmosfer* tersusun atas beberapa lapisan, yang dinamai menurut fenomena yang terjadi di lapisan tersebut. Transisi antara lapisan yang satu dengan yang lain berlangsung bertahap. Studi tentang *atmosfer* mula-mula dilakukan untuk memecahkan masalah cuaca, fenomena pembiasan sinar matahari saat terbit dan tenggelam serta kelap-kelipnya bintang. Dengan peralatan yang sensitif yang dipasang di wahana luar angkasa, kita dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang *atmosfer* berikut fenomena-fenomena yang terjadi di dalamnya.

Atmosfer bumi terdiri atas *nitrogen* (78,17%) dan *oksigen* (20,97%), dengan sedikit *argon* (0,9%), *karbondioksida* (0,0357%), uap air dan gas lainnya. *Atmosfer* melindungi kehidupan di bumi dengan menyerap radiasi sinar *ultraviolet* dari matahari dan mengurangi suhu ekstrem di antara siang dan malam. 75% dan atmosfer ada dalam 11 km dari permukaan

planet. *Atmosfer* tidak mempunyai batas mendadak, tetapi agak menipis lambat laun dengan penambahan ketinggian. Tidak ada batas pasti antara *atmosfer* dan angkasa luar.

2. *Lithosfer*³⁶

Bumi memiliki struktur dalam yang hampir sama dengan telur. Kuning telurnya adalah inti, putih telurnya adalah selubung dan cangkang telurnya adalah kerak bumi. Berdasarkan penyusunnya lapisan bumi terbagi atas *litosfer*, *astenosfer* dan *mesosfer*. *Litosfer* adalah lapisan paling luar bumi (tebal kira-kira 100 km) dan terdiri dari kerak bumi dan bagian atas selubung. *Litosfer* memiliki kemampuan menahan beban permukaan yang luas misalkan gunung api. *Litosfer* bersuhu dingin dan kaku. Di bawah *litosfer* pada kedalaman kira-kira 700 km terdapat *astenosfer*. *Astenosfer* hampir berada dalam titik leburnya dan karena itu bersifat seperti *fluida*. *Astenosfer* mengalir akibat tekanan yang terjadi sepanjang waktu. Lapisan berikutnya *mesosfer* yang lebih kaku dibandingkan *astenosfer* namun lebih kental dibandingkan *litosfer*. *Mesosfer* terdiri dari sebagian besar selubung hingga inti bumi.

3. *Hidrosfer*³⁶

Hidrosfer merupakan lapisan air yang berada di bumi, terdiri dari air, uap air es dan salju. Air di bumi berbentuk air laut, air sungai, danau, kolam, rawa, air tanah. Air di bumi berada pada jumlah yang tetap akibat adanya siklus hidrologi. Siklus hidrologi terjadi akibat adanya proses alam di bumi, yang menyebabkan terjadinya perubahan air dari bentuk satu ke

bentuk lain dan saling berhubungan. Bentuk bentuk kenampakan air di bumi, sebagai salah satu faktor terjadinya dinamika kehidupan di permukaan bumi.

4. *Biosfer*³⁷

Biosfer adalah bagian luar dari planet bumi, mencakup udara, daratan dan air yang memungkinkan kehidupan dan proses biotik berlangsung. Dalam pengertian luas menurut *geofisiologi*, *biosfer* adalah sistem ekologis global yang menyatukan seluruh makhluk hidup dan hubungan antar mereka, termasuk interaksinya dengan unsur *litosfer*, *hidrosfer* dan *atmosfer* bumi.

Bumi hingga sekarang merupakan satu-satunya tempat yang diketahui mendukung kehidupan. *Biosfer* dianggap telah berlangsung selama sekitar 3,5 milyar tahun dari 5,5 milyar tahun usia bumi.

5. *Antroposfer*

Antroposfer adalah lapisan manusia yang merupakan tema sentral di antara sfera-sfera. Karena kajian geografi merupakan tema sentral, maka kajian geografis sering disebut antroposentris. Pengertian yang diperkenalkan oleh Eratosthenes, geografi merupakan ilmu yang mendeskripsikan manusia dengan lingkungan alam di wilayah-wilayah tertentu berdasarkan data dan informasi yang diperoleh.

Pengkajian geografi berkaitan dengan aspek alam tentang tempat terjadinya gejala dan aspek manusia penghuni alam tersebut. Karl Ritter menyatakan bahwa geografi mempelajari bumi sebagai tempat tinggal manusia. Pengertian tersebut sudah termasuk aktivitas manusia untuk

mempertahankan hidupnya, juga dianalisis penyebarannya, perkembangan, hubungan dan interaksinya secara keruangan.³⁸

Antroposfer merupakan lapisan kehidupan manusia dengan kebudayaan yang dimiliki terdiri dari penduduk, lingkungan, organisasi sosial dan teknologi. Komponen-komponen tersebut saling ketergantungan fungsional, sehingga membentuk sistem *Ecological Complex*.³⁹ Karakteristik wilayah memberikan daya dukung terhadap kehidupan di atasnya. Kebudayaan manusia terdiri dari penduduk, lingkungan, organisasi sosial, dan teknologi. Budaya manusia menyesuaikan dengan daya dukung lingkungan tempat tinggalnya.

6. *Biogeography*⁴⁰

Biogeography adalah cabang dari biologi yang mempelajari tentang keaneka ragaman hayati berdasarkan ruang dan waktu. Cabang keilmuan ini bertujuan untuk mengungkapkan mengenai kehidupan suatu organisme dan apa yang mempengaruhinya. Ilmu tidak hanya mempertanyakan spesies apa dan dimana, tapi ia juga mempertanyakan mengapa dan kadang-kadang mengapa tidak. Pola penyebaran spesies pada tingkatan ini dapat dijelaskan melalui gabungan faktor-faktor keturunan seperti spesifikasi, kepunahan, *continental drift*, *glaciation* (yang berhubungan juga dengan tinggi dari permukaan laut, jalur sungai dan hal-hal terkait), serta *river capture* dan ketersediaan sumber daya alam.

Studi tentang penyebaran spesies menunjukkan bahwa spesies-spesies berasal dari suatu tempat, namun selanjutnya menyebar ke berbagai

daerah. Organisme tersebut kemudian mengadakan diferensiasi menjadi subspecies baru dan spesies yang cocok terhadap daerah yang ditempatinya. Penghalang geografi atau *barrier* (isolasi geografi) seperti gunung yang tinggi, padang pasir, sungai atau lautan membatasi penyebaran dan kompetisi dari suatu spesies.

Contoh kasusnya adalah terjadinya subspecies burung *finch* di kepulauan *Galapagos* akibat isolasi geografi. Di kepulauan tersebut, Charles Darwin menemukan 14 spesies burung *finch* yang diduga berasal dari satu jenis burung *finch* dari Amerika Selatan. Perbedaan burung *finch* tersebut akibat keadaan lingkungan yang berbeda. Perbedaannya terletak pada ukuran dan bentuk paruhnya. Perbedaan ini ada hubungannya dengan jenis makanan.

Bentuk *biogeografi* juga berpengaruh pada keberagaman biologi di kawasan hutan hujan tropis. Meskipun hal tersebut masih bersifat hipotesis, tetapi dalam pembagian daerah *biogeografi* hutan hujan tropis memang menjadi tempat keberagaman flora dan fauna. Di bumi ini pembagian daerah *biogeografi* dibedakan menjadi enam daerah berdasarkan persamaan fauna, yaitu: 1. *Neartik*: Amerika Utara; 2. *Paleartik*: Asia sebelah utara Himalaya, Eropa dan Afrika, Gurun Sahara sebelah utara; 3. *Neotropikal*: Amerika Selatan bagian tengah; 4. *Oriental*: Asia, Himalaya bagian selatan; 5. *Etiopia*: Afrika; 6. *Australian* : Australia dan pulau-pulau sekitarnya.

H. Kajian Lingkungan terhadap *Aedes aegypti*

Kajian lingkungan melihat secara komprehensif seluruh komponen sebagai satu kesatuan yang saling berhubungan (*interaction*) dan saling ketergantungan (*interdependency*). Pendekatan dilakukan dengan prinsip interdisiplin dan multi disiplin dari berbagai ilmu antara lain geografi, hukum, ekonomi, manajemen, hidrologi, meteorologi, geomorfologi, geologi, sosial, ekologi dan dinamika populasi.⁴¹

Kajian secara luas dapat dikelompokkan ke dalam komponen *abiotik* (lingkungan fisik), komponen *biotik* (lingkungan biologi) dan *culture* (lingkungan budaya).⁴²

Pada suatu wilayah akan terjadi hubungan antar makhluk hidup dengan lingkungan tempat tinggalnya. Lingkungan memberikan materi dan energi bagi kehidupan makhluk hidup yang berbeda antara wilayah satu dengan lainnya. Bila materi dan energi sesuai dengan kehidupan maka makhluk hidup akan tumbuh dan berkembang secara optimal. Sebaliknya bila tidak sesuai dengan rentang kebutuhan energi maka makhluk hidup akan mengalami adaptasi, mutasi atau musnah. Menggunakan dasar kondisi tersebut dimungkinkan terdapat perbedaan karakteristik kehidupan yang berbeda antara wilayah satu dengan wilayah lainnya.³⁴ Karakteristik wilayah yang berhubungan dengan kehidupan *Aedes aegypti* adalah sebagai berikut:

1. Ketinggian wilayah

Ketinggian merupakan faktor penting yang membatasi penyebaran *Aedes aegypti*. Di India, *Aedes aegypti* tersebar mulai dari ketinggian 0 hingga 100 meter di atas permukaan laut (dpl). Di dataran rendah (< 500 meter) tingkat populasi *Aedes aegypti* dari sedang hingga tinggi. Sementara di daerah pegunungan (> 500 meter) populasi *Aedes aegypti* rendah. Di negara-negara Asia Tenggara dengan ketinggian 100-1.500 meter merupakan batas penyebaran *Aedes aegypti*. Di belahan dunia lain seperti di Columbia, *Aedes aegypti* ditemukan di daerah yang lebih tinggi pada ketinggian lebih dari 2.200 meter dari permukaan laut.¹³

Di atas ketinggian 1.000 meter dari permukaan laut, *Aedes aegypti* tidak dapat berkembang biak karena pada ketinggian tersebut suhu udara terlalu rendah sehingga tidak memungkinkan bagi kehidupan nyamuk *Aedes aegypti*.⁴³

2. Curah hujan⁴⁴

Curah hujan akan mempengaruhi kelembaban udara dan menambah jumlah tempat perindukan *Aedes aegypti* secara alamiah. Perindukan alamiah di luar ruangan selain di sampah-sampah kering seperti botol-botol bekas, kaleng-kaleng, juga pada potongan bambu yang digunakan sebagai pagar pada rumah-rumah penduduk memungkinkan menjadi atau tempat menampung air hujan dan air yang tertampung tersebut dapat menjadi tempat perindukan atau menjadi tempat bertelur *Aedes aegypti*.

Penentuan kerawanan daerah DBD didasarkan pada pembobotan tiap peta tematik yang menggunakan sistem skoring. Pada peta jumlah curah hujan menggunakan kategori skor sebagai berikut:⁴⁵

- a. Jumlah curah hujan ≤ 1553 mm dinyatakan sebagai daerah tidak rawan demam berdarah dengan skor = 10 dan diberi warna merah muda;
- b. Jumlah curah hujan 1553-2459 mm dinyatakan sebagai daerah rawan demam berdarah dengan skor = 30 dan diberi warna merah darah;
- c. Jumlah curah hujan ≥ 2459 mm dinyatakan sebagai daerah sangat rawan demam berdarah dengan skor = 50 dan diberi warna merah hati.

3. Suhu udara⁴⁴

Suhu udara merupakan salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi kehidupan *Aedes aegypti*. *Aedes aegypti* akan meletakkan telurnya pada temperatur udara sekitar 20-30°C. Telur yang diletakkan dalam air akan menetas dalam waktu 1-3 hari pada suhu 30°C tetapi pada suhu 16°C *Aedes aegypti* membutuhkan waktu sekitar tujuh (7) hari.

Aedes aegypti dapat hidup dalam suhu rendah tetapi proses metabolismenya memburuk atau bahkan terhenti jika suhu turun sampai di bawah suhu kritis. Pada suhu lebih tinggi dari 35°C, *Aedes aegypti* akan mengalami perlambatan proses-proses fisiologi. Rata-rata suhu optimum untuk pertumbuhan *Aedes aegypti* adalah 25-27°C. Pertumbuhan nyamuk akan terhenti sama sekali pada suhu <10°C atau

>40⁰C. Kecepatan perkembangan *Aedes aegypti* tergantung dari kecepatan metabolismenya yang dipengaruhi oleh suhu. Oleh karena itu, kejadian-kejadian biologis tertentu seperti: lamanya pra-dewasa, kecepatan pencernaan darah yang dihisap, pematangan indung telur dan frekuensi menghisap darah berbeda-beda menurut suhu. Demikian pula lamanya perjalanan virus di dalam tubuh *Aedes aegypti*.

4. Kelembaban udara⁴⁴

Kelembaban udara adalah banyaknya uap air yang terkandung di dalam udara yang dinyatakan dalam persen. Kelembaban udara mempengaruhi kebiasaan *Aedes aegypti* dalam meletakkan telurnya. Sistem pernafasan *Aedes aegypti* menggunakan pipa-pipa udara yang disebut *trachea* dengan lubang-lubang pada dinding tubuhnya yang disebut *spiracle* yang terbuka lebar tanpa ada mekanisme pengaturannya. Pada kelembaban udara rendah akan menyebabkan penguapan air dalam tubuh *Aedes aegypti* yang akan mengakibatkan keringnya cairan tubuh *Aedes aegypti*. Oleh karena itu, salah satu musuh nyamuk dewasa adalah penguapan. Pada kelembaban udara kurang dari 60%, umur *Aedes aegypti* akan menjadi lebih pendek dan tidak bisa menjadi vektor karena tidak cukup waktu untuk proses perpindahan virus Dengue dari lambung ke kelenjar ludah *Aedes aegypti*.

5. Kecepatan angin⁴⁶

Karena perbedaan suhu dan tekanan antara suatu tempat dan tempat lain, terjadilah gerakan udara yang disebut angin. Selanjutnya bila tidak ada

penjelasan lainnya, istilah angin digunakan untuk menyatakan gerak udara dalam arah mendatar. Angin dicirikan dengan arah datangnya dan kecepatannya. Arah angin dinyatakan dengan derajat. Angin dari utara arahnya dinyatakan 360 derajat, dari timur 90 derajat, dari selatan 180 derajat, dan dari barat 270 derajat. Kecepatan angin dinyatakan dalam km/jam, m/detik, atau dalam knot ($1 \text{ knot} = 1 \text{ mil/jam} = 1,85 \text{ km/jam}$).

Di daerah-daerah tertentu orang memberi nama angin karena sifat-sifat khususnya, misalnya angin wambraw di Manokwari, angin brubu di Sulawesi Selatan, angin gending di Banyuwangi, angin kumbang di Cirebon, dan angin bohorok di Sumatra Utara. Angin-angin tersebut bertiup kencang dan berlangsung terus-menerus sampai berhari-hari, serta bersifat panas dan kering, dan biasanya terjadi pada musim kemarau yang sangat kering. Angin semacam itu juga banyak terdapat di daerah lain, misalnya angin taku yakni angin timur-timur laut kuat yang terdapat di Juneau Alaska yang biasanya bertiup dalam waktu antara bulan Oktober dan Maret. Di kalangan pelaut dikenal nama-nama angin yang diberikan menurut kesan pada pelayaran, misalnya angin buritan, angin haluan atau angin sakal, dan angin lambung. Angin buritan adalah nama angin yang bertiup dari arah belakang kapal, angin haluan atau angin sakal bertiup dari depart arah kapal, dan angin lambung bertiup dari arah samping kapal. Bilangan *Beaufort* tentang skala kecepatan angin dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.2 Bilangan Beaufort (Skala Kecepatan Angin)⁴⁶

Bilangan Beaufort	Uraian	Persamaan kecepatan angin pada ketinggian standar 10 meter di atas tanah yang terbuka			Spesifikasi untuk menaksir kecepatan angin diatas daratan
		Knots	m/s	km/h	
0	Teduh (calm)	< 1	0 - 0,2	< 1	Calm, asap naik vertical
1	Light air	1 - 3	0,3 - 1,5	1 - 5	Arah angin dapat dilihat dari condongnya asap, tapi belum dapat ditentukan dengan <i>Wind Vane</i>
2	Light breeze	4 - 6	1,6 - 3,3	6 - 11	Angin terasa pada muka daun bergoyang, biasanya baling-baling (<i>Wind Vane</i>) mulai bergerak
3	Gentle Breeze	7 - 10	3,4 - 5,4	12 - 19	Daun dan ranting kecil bergerak tetap, bendera berkibar ringan
4	Moderate breeze	11 - 16	5 5 - 7,9	20 - 28	Debu dan kertas beterbangan, cabang kecil bergerak
5	Fresh breeze	17 - 21	8,0 - 10,7	29 - 38	Pohon kecil berdaun berayun, terjadi puncak gelombang kecil pada permukaan air
6	Strong breeze	22 - 27	10,8 - 13,8	39 - 49	Cabang besar bergerak, terdengar desiran kawat telpon atau lainnya,
7	Near gale	28 - 33	13,9 - 17,1	50 - 61	sukar memakai payung Seluruh pohon bergerak, terasa susah berjalan melawan arah angin
8	Gale	34 - 40	17,2 - 20,7	62 - 74;	Cabang patah dan lepas dari pohon, biasanya menghalangi gerak maju
9	Strong gale	41 - 47	20,8 - 24,4	75 - 88	Kerusakan ringan pada bagian atas bangunan, atap beterbangan
10	Storm (badai)	48 - 55	24,5 - 28,4	89 - 102	Pohon-pohon terbongkar terjadi, kerusakan bangunan
11	Violent storm	55 - 63	28,5 - 32,6	103 - 117	Kerusakan meluas
12	Hurricane	> 63	> 32,6	> 117	Kerusakan hebat

6. Tempat perindukan *Aedes aegypti*

Aedes aegypti suka bertelur di air jernih yang tidak berhubungan langsung dengan tanah.⁴⁷ Tempat perkembangbiakan utama ialah tempat-tempat

penampungan air bersih yang tertampung di suatu bejana di dalam atau di sekitar rumah atau di tempat-tempat umum yang berjarak tidak melebihi 500 meter dari rumah. Jenis tempat perindukan *Aedes aegypti* dapat dikelompokkan sebagai berikut:⁴⁴

- a. Tempat penampungan air (TPA) untuk keperluan sehari-hari, seperti drum, tangki reservoir, tempayan, bak mandi/WC dan ember.
- b. Tempat penampungan air yang bukan untuk keperluan sehari-hari, seperti tempat minum burung, vas bunga, perangkap semut dan barang-barang bekas (ban, kaleng, botol, plastik dan lain-lain).
- c. Tempat penampungan air alamiah, seperti lubang pohon, lubang batu, pelepah daun, tempurung kelapa, pelepah pisang dan potongan bambu.

I. Sistem Informasi Geografis (SIG)

1. Pengertian GIS

Sistem informasi geografis (SIG) merupakan komputer yang berbasis pada sistem informasi yang digunakan untuk memberikan bentuk digital dan analisa terhadap permukaan geografi bumi.⁴⁸

Sistem informasi geografis (SIG) atau Geographic information system (GIS) adalah Sistem Informasi Berbasis Pemetaan dan Geografi yang merupakan sebuah alat bantu manajemen berupa informasi berbantuan komputer yang berkait erat dengan sistem pemetaan dan analisis terhadap segala sesuatu serta peristiwa-peristiwa yang terjadi di muka bumi. Teknologi GIS mengintegrasikan operasi pengolahan data berbasis database yang biasa digunakan saat ini, seperti pengambilan data

berdasarkan kebutuhan serta analisis statistik dengan menggunakan visualisasi yang khas serta berbagai keuntungan yang mampu ditawarkan melalui analisis geografis berupa gambar-gambar petanya. Kemampuan tersebut membuat sistem informasi GIS berbeda dengan sistem informasi pada umumnya.⁴⁹

Definisi GIS dari beberapa sumber sebagai berikut :⁴⁸

a. Rhind, 1988 :

GIS is a computer system for collecting, checking, integrating and analyzing information related to the surface of the earth.

b. GIS yang dianggap lebih memadai (Marble & Peuquet, 1983) and (Parker, 1988; Ozemoy *et al.*, 1981; Burrough, 1986):

GIS deals with space-time data and often but not necessarily, employs computer hardware and software.

c. Purwadhi, 1994:

GIS merupakan suatu sistem yang mengorganisir perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*) dan data serta dapat mendaya-gunakan sistem penyimpanan, pengolahan, maupun analisis data secara simultan, sehingga dapat diperoleh informasi yang berkaitan dengan aspek keruangan.

GIS merupakan manajemen data spasial dan non-spasial yang berbasis komputer dengan tiga karakteristik dasar, yaitu: (1) mempunyai fenomena aktual (variabel data non-lokasi) yang berhubungan dengan topik permasalahan di lokasi bersangkutan; (2)

merupakan suatu kejadian di suatu lokasi; dan (3) mempunyai dimensi waktu.

Alasan GIS dibutuhkan adalah karena untuk data spasial penanganannya sangat sulit terutama karena peta dan data statistik cepat kadaluarsa sehingga tidak ada pelayanan penyediaan data dan informasi yang diberikan menjadi tidak akurat.

2. Perkembangan GIS

Sistem informasi geografis (GIS) pertama pada tahun 1960 yang bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan geografis. Saat ini GIS berkembang tidak hanya bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan geografi saja tetapi sudah merambah ke berbagai bidang seperti:⁴⁸

- a. Analisis penyakit epidemik (demam berdarah).
- b. Analisis kejahatan (kerusuhan).
- c. Navigasi dan vehicle routing (lintasan terpendek).
- d. Analisis bisnis (sistem stock dan distribusi).
- e. Urban (tata kota) dan regional planning (tata ruang wilayah).
- f. Peneliti: spatial data exploration.
- g. Utility (listrik, PAM, telpon) inventory and management.
- h. Pertahanan (military simulation), dll.

Di Indonesia, perundang-undangan mengenai teknologi Sistem informasi geografis (GIS) telah disahkan pada tanggal 3 Agustus 2007 melalui Peraturan Presiden No. 85 tahun 2007 tentang Jaringan Data Spasial Nasional.⁵⁰

3. Pemahaman GIS⁴⁸

- a. Sistem yaitu kumpulan elemen yang saling berintegrasi dan berinterdependensi dalam lingkungan yang dinamis untuk mencapai tujuan tertentu.
- b. Informasi berasal dari pengolahan sejumlah data. Dalam GIS, informasi memiliki volume terbesar. Setiap object geografi memiliki *setting* data tersendiri karena tidak sepenuhnya data yang ada dapat terwakili dalam peta. Semua data harus diasosiasikan dengan objek spasial yang dapat membuat peta menjadi *intelligent*. Ketika data tersebut diasosiasikan dengan permukaan geografis yang representatif, data tersebut mampu memberikan informasi dengan hanya mengklik mouse pada objek. Perlu diingat bahwa semua informasi adalah data tapi tidak semua data merupakan informasi.
- c. Istilah geografis digunakan karena GIS dibangun berdasarkan pada 'geografi' atau 'spasial'. Obyek ini mengarah path spesifikasi lokasi dalam suatu space. Obyek bisa berupa fisik, budaya atau ekonomi alamiah. Penampakan tersebut ditampilkan pada suatu peta untuk memberikan gambaran yang representatif dari spasial suatu objek sesuai dengan kenyataannya di bumi. Simbol, warna dan gaya garis digunakan untuk mewakili setiap spasial yang berbeda pada peta dua dimensi.

1) Jenis Data Spasial:

- a. Titik, yaitu: Koordinat tunggal, Tanpa panjang dan Tanpa luasan. Contohnya: Lokasi kecelakaan, Letak pohon dan lain-lain.

- b. Garis, yaitu: Koordinat titik awal dan akhir, Mempunyai panjang tanpa luasan. Contohnya: Jalan, Sungai, Utility dan lain-lain.
- c. Poligon (2D), yaitu: Koordinat dengan titik awal dan akhir sama, Mempunyai panjang dan luasan. Contohnya: Tanah persil dan Bangunan.
- d. Permukaan (3D), yaitu: Area dengan koordinat vertikal dan Area dengan ketinggian. Contohnya: Peta slope dan Bangunan bertingkat.

2) Model Data Spasial

- a) Gambar kenyataan (reality): persis seperti yang kita lihat;
- b) Gambar abstrak (conceptual); Gambar kejadian tertentu (logical): berbentuk diagram atau tabel;
- c) Berkas struktur fisik (physical): bentuk penyimpanan pada perangkat keras.

4. Keistimewaan Analisis GIS⁴⁸

a. Analisis Proximity

Analisa Proximity merupakan suatu geografi yang berbasis pada jarak antar layer. Dalam analisis proximity GIS menggunakan proses yang disebut dengan *buffering* (membangun lapisan pendukung sekitar layer dalam jarak tertentu untuk menentukan dekatnya hubungan antara sifat bagian.yang ada.

b. Analisis *overlay*

Proses integrasi data dari lapisan-lapisan layer yang berbeda disebut dengan *overlay*. Secara analisa membutuhkan lebih dari satu layer yang akan ditumpang susun secara fisik agar bisa dianalisa secara visual.

GIS mampu memberikan kemudahan seperti :

- 1) Penanganan data geospasial menjadi lebih baik dalam format baku
- 2) Revisi dan pemutakhiran data menjadi lebih muda
- 3) Data geospasial dan informasi menjadi lebih mudah dicari, dianalisa dan direpresentasikan
- 4) Menjadi produk yang mempunyai nilai tambah
- 5) Kemampuan menukar data geospasial
- 6) f Penghematan waktu dan biaya
- 7) Keputusan yang diambil menjai lebih baik.

5. Karakteristik GIS⁴⁸

- a. Merupakan suatu sistem hasil pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak untuk tujuan pemetaan, sehingga fakta wilayah dapat disajikan dalam satu sistem berbasis komputer,
- b. Melibatkan ahli geografi, informatika, komputer dan aplikasi terkait
- c. Masalah dalam pengembangan meliputi: cakupan, kualitas dan standar data, struktur, model dan visualisasi data, koordinasi kelembagaan dan etika, pendidikan, *expert system* dan *decision support system* serta penerapannya

- d. Perbedaannya dengan Sistem Informasi lainnya: data dikaitkan dengan letak geografis dan terdiri dari data tekstual maupun grafik
- e. Bukan hanya sekedar merupakan pengubahan peta konvensional (tradisional) ke bentuk peta digital untuk kemudian disajikan (dicetak/diperbanyak) kembali
- f. Mampu mengumpulkan menyimpan mentransformasikan, menampilkan, memanipulasi, memadukan dan menganalisis data spasial dari fenomena geografis suatu wilayah
- g. Mampu menyimpan data dasar yang dibutuhkan untuk penyelesaian suatu masalah. Contoh : penyelesaian masalah perubahan iklim memerlukan informasi dasar seperti curah hujan, suhu, angin, kondisi awan. Data dasar biasanya dikumpulkan secara berkala dalam jangka yang cukup panjang.

6. Cara Memperoleh Data/Informasi Geografi

- a. Survei lapangan pengukuran fisik (*land marks*), pengambilan sampel, mengumpulkan data non fisik (data sosial, politik, ekonomi dan budaya)
- b. Sensus dengan pendekatan kuesioner, wawancara dan pengamatan; pengumpulan data secara nasional dan periodik (sensus jumlah penduduk, sensus kepemilikan tanah).
- c. Statistik merupakan metode pengumpulan data periodik/per-interval-waktu pada stasiun pengamatan dan analisis data geografi tersebut, contoh: data curah hujan.

- d. *Tracking* merupakan cara pengumpulan data dalam periode tertentu untuk tujuan pemantauan atau pengamatan perubahan, contoh: kebakaran hutan, gunung meletus, debit air sungai.
- e. Penginderaan jarak jauh (inderaja) merupakan ilmu dan seni untuk mendapatkan informasi suatu obyek, wilayah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dari sensor pengamat tanpa harus kontak langsung dengan obyek, wilayah atau fenomena yang diamati.

