

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Demam Berdarah *Dengue* (DBD)

1. Definisi DBD

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) merupakan penyakit infeksi virus yang bersifat akut, disebabkan oleh virus *dengue* dan ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. Biasanya ditandai dengan demam yang berlangsung selama 2 hingga 7 hari, disertai tanda-tanda perdarahan, penurunan jumlah trombosit $\leq 100.000/\text{mm}^3$ (trombositopenia), serta kondisi hemokonsentrasi akibat kebocoran plasma (peningkatan kadar hematokrit $\geq 20\%$, efusi pleura, asites, dan hipoalbuminemia) (Kemenkes RI, 2017).

Selain itu, penyakit DBD disertai gejala yang kurang spesifik, seperti sakit kepala, nyeri pada otot dan tulang, ruam di kulit, atau rasa nyeri di belakang mata. Namun, tidak setiap orang yang terinfeksi virus *dengue* akan mengalami gejala yang berat. Beberapa di antaranya hanya menunjukkan gejala demam ringan yang biasanya sembuh dengan sendirinya, sementara yang lain bahkan tidak menunjukkan gejala apapun (asimtomatik). Sebagian kasus lainnya hanya berupa demam *dengue* saja, yang tidak disertai kebocoran plasma dan tidak berujung pada kematian (Kemenkes RI, 2017).

2. Etiologi DBD

Etiologi atau penyebab utama demam berdarah *dengue* (DBD) adalah virus *dengue*, yang tergolong dalam kelompok virus bawaan arthropoda (arbovirus) tipe B, dan kini lebih dikenal sebagai genus *Flavivirus* dari famili *Flaviviridae*. Virus ini memiliki empat varian utama, yaitu DEN-1, DEN-2, DEN-3, dan DEN-4. Saat seseorang terinfeksi salah satu varian, tubuh akan membentuk antibodi khusus untuk varian itu saja, sementara antibodi untuk varian lain sangat lemah, sehingga tidak memberikan perlindungan yang cukup terhadap varian yang berbeda. Varian DEN-3 adalah yang paling umum dan sering dikaitkan dengan gejala klinis yang lebih parah (Kemenkes RI, 2017).

Virus ini menyebar ke manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* betina yang sudah terinfeksi. Virus tersebut dapat bertahan di lingkungan alam melalui dua cara. Cara pertama adalah penularan vertikal di dalam tubuh nyamuk, di mana nyamuk betina mewariskan virus ke telur-telurnya, yang kelak akan menetas menjadi nyamuk dewasa. Cara kedua, transmisi virus dari nyamuk ke dalam tubuh manusia dan juga sebaliknya (Irma, 2023).

3. Vektor Penular *Dengue*

Virus *Dengue* ditularkan dari orang ke orang melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* merupakan vektor epidemi yang paling utama, dan spesies lain seperti *Aedes albopictus* sebagai vektor sekunder.

a. Morfologi

Morfologi tahapan *Aedes aegypti* sebagai berikut:

1) Telur

Telur berwarna hitam dengan ukuran $\pm 0,80$ mm, berbentuk oval yang mengapung satu persatu pada permukaan air yang jernih, atau menempel pada dinding tempat penampung air. Telur dapat bertahan sampai ± 6 bulan di tempat kering (Kemenkes RI, 2017).

2) Jentik (larva)

Ada 4 tingkat (instar) jentik/larva sesuai dengan pertumbuhan larva tersebut, yaitu:

- a) Instar I : berukuran paling kecil, yaitu 1-2 mm.
- b) Instar II : 2,5-3,8 mm.
- c) Instar III : lebih besar sedikit dari larva instar II.
- d) Instar IV : berukuran paling besar 5 mm.

3) Pupa

Pupa berbentuk seperti 'koma'. Bentuknya lebih besar namun lebih ramping dibanding larva (jentik) nya. Pupa *Aedes aegypti* berukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan rata-rata pupa nyamuk lain (Kemenkes RI, 2017).

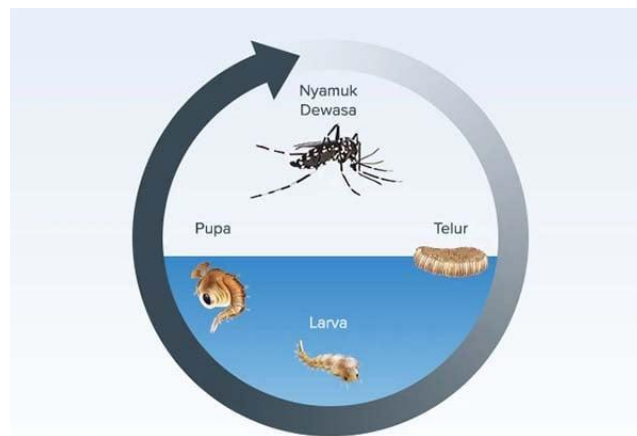
4) Nyamuk dewasa

Nyamuk dewasa berukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan rata-rata nyamuk lain dan mempunyai warna dasar hitam

dengan bintik-bintik putih pada bagian badan dan kaki (Kemenkes RI, 2017).

b. Siklus Hidup Nyamuk

Siklus hidup nyamuk *Aedes aegypti*, mirip dengan jenis nyamuk lain, melalui proses metamorfosis sempurna yaitu dimulai dari telur → jentik (larva) → pupa → nyamuk dewasa. Tahap telur, jentik, dan pupa semuanya berada di air. Telur umumnya menetas menjadi jentik atau larva dalam waktu sekitar 2 hari setelah terendam air. Tahap jentik atau larva berlangsung 6-8 hari, sedangkan tahap pupa (kepompong) memakan waktu 2-4 hari. Perkembangan dari telur hingga nyamuk dewasa selesai dalam 9-10 hari. Nyamuk betina dapat bertahan hidup hingga 2-3 bulan (Kemenkes RI, 2017).



Gambar 2.1 Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*

c. Perilaku Nyamuk Dewasa

Nyamuk *Aedes aegypti* biasanya aktif menggigit pada pagi dan sore hari, dengan dua waktu puncak yaitu sekitar pukul 09.00-10.00 dan 16.00-17.00. Nyamuk ini punya kebiasaan menyedot darah berkali-kali

dalam satu siklus bertelur, agar perutnya penuh dengan darah. Karena itu, nyamuk ini sangat efisien dalam menyebarkan penyakit (Kemenkes RI, 2017).

Setelah menyedot darah, nyamuk akan beristirahat di area gelap dan lembap, baik di dalam maupun luar rumah, dekat dengan tempat berkembang biaknya. Di sana, nyamuk menunggu telurnya matang. Begitu istirahat selesai dan telur sudah siap, nyamuk betina akan meletakkan telurnya di permukaan air, lalu telur-telur itu menempel dan melekat pada dinding wadah perkembangbiakannya. Umumnya, telur menetas menjadi larva atau jentik dalam waktu sekitar 2 hari. Setiap kali bertelur, nyamuk betina dapat menghasilkan sekitar 100 butir telur. Jika telur berada di tempat kering (tanpa air), dapat bertahan hingga 6 bulan, tetapi jika area itu tergenang air atau kelembapannya tinggi, telur akan menetas lebih cepat (Kemenkes RI, 2017).

4. Mekanisme Transmisi dan Siklus Penularan Virus *Dengue*

Penularan virus *dengue* terjadi melalui nyamuk *Aedes* betina yang biasanya sudah terinfeksi virus *dengue* ketika menyedot darah dari orang yang sedang mengalami viremia pada fase demam parah, yaitu mulai 2 hari sebelum demam muncul hingga 5 hari setelahnya. Setelah itu, nyamuk akan menjadi infeksius dalam waktu 8-12 hari pasca menyedot darah penderita viremia (periode inkubasi ekstrinsik/EIP), dan kondisi ini bertahan sepanjang hidupnya. Pada akhir periode inkubasi ekstrinsik tersebut, kelenjar air liur nyamuk akan mengandung virus, sehingga virus menyebar

saat nyamuk menggigit orang lain dan menyuntikkan air liurnya ke luka gigitan tubuh manusia (Kemenkes RI, 2017).

Di dalam tubuh manusia, virus mengalami masa inkubasi selama 3-14 hari (rata-rata 4-7 hari), setelah itu gejala penyakit muncul secara tiba-tiba, seperti demam tinggi, sakit kepala, nyeri otot (myalgia), kehilangan selera makan, serta berbagai tanda atau keluhan lainnya. Viremia umumnya timbul bersamaan atau tepat sebelum gejala awal terlihat, dan berlangsung sekitar 5 hari. Pada periode ini, penderita menjadi sumber infeksi yang sangat berbahaya bagi nyamuk pembawa penyakit dalam rantai penularan. Hal ini menunjukkan pola penyebaran virus secara vertikal dari nyamuk betina yang terinfeksi ke keturunan selanjutnya (Kemenkes RI, 2017).

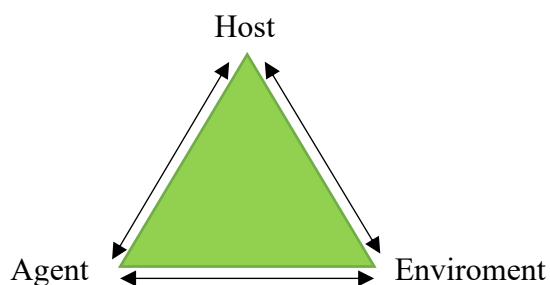
Virus *dengue* dapat bertahan di lingkungan alam melalui 2 cara yaitu:

- a. Cara pertama, penularan vertikal di dalam tubuh nyamuk. Nyamuk betina mampu menurunkan virus ke telur-telurnya, yang nantinya akan menetas menjadi nyamuk dewasa. Selain itu, virus juga dapat menyebar dari nyamuk jantan ke nyamuk betina melalui hubungan seksual.
- b. Cara kedua, penularan virus dari nyamuk ke manusia dan sebaliknya. Saat virus mencapai perut nyamuk, ia akan berkembang biak (replikasi), kemudian menyebar ke kelenjar air liur. Setelah empat hari, virus berkembang biak dengan cepat. Jika jumlahnya sudah mencukupi, virus masuk ke aliran darah, dan pada saat itu pula manusia yang terinfeksi mulai menunjukkan gejala demam (Suharmiati & Handayani, 2007 dalam Irma, 2023).

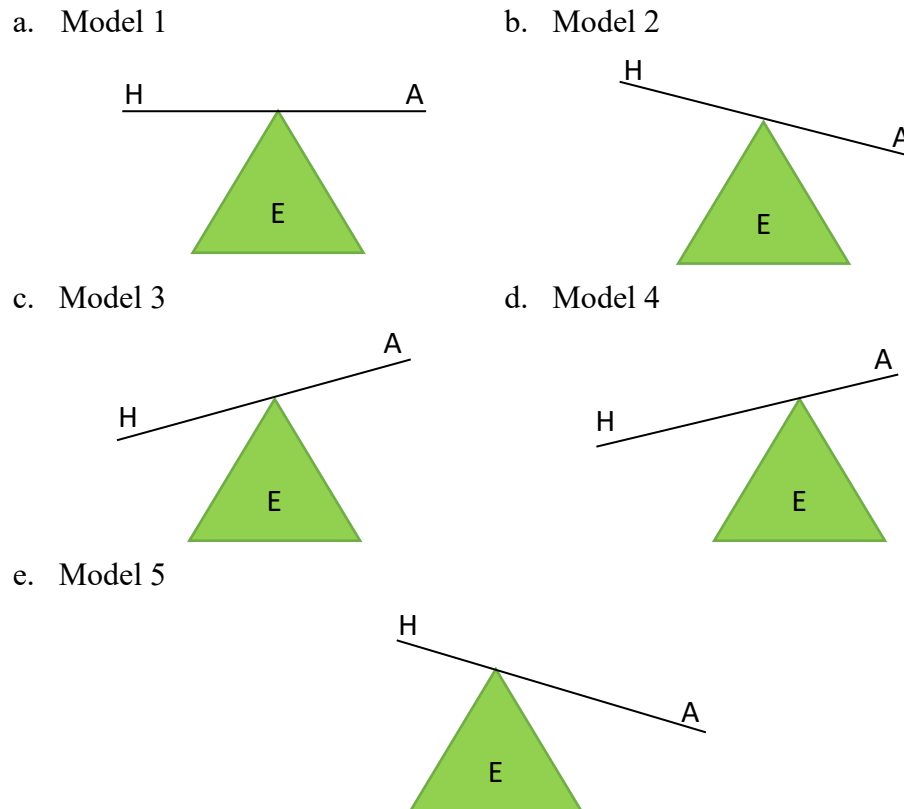
B. Faktor Risiko DBD Berdasarkan Teori Segitiga Epidemiologi

Dalam model segitiga epidemiologi (*Triad Epidemiology*) yang dikemukakan oleh John Gordon dan La Ritch (1950), suatu penyakit dapat terjadi disebabkan karena adanya interaksi antara tiga faktor utama yaitu *host*, *agent* dan *environment*/lingkungan. Interaksi yang dimaksud, apabila munculnya suatu penyakit di masyarakat terjadi akibat adanya ketidakseimbangan ketiga komponen tersebut. Keseimbangan dari segitiga epidemiologi diatas akan mempengaruhi status kesehatan (Irma, 2023).

Kaitannya dengan kejadian penyakit *dengue*, ini terjadi karena adanya interaksi secara terus menerus antara karakteristik *host*, *agent* dan *environment*/lingkungan. Jika interaksinya seimbang, terciptalah keadaan seimbang atau tidak menimbulkan penyakit. Sedangkan ketika terjadi gangguan keseimbangan, maka dapat menimbulkan penyakit. Gangguan keseimbangan dapat dimulai dari perubahan karakteristik masing-masing komponen trias epidemiologi yang mengubah keseimbangan secara keseluruhan. Beberapa bentuk interaksi epidemiologi tersebut dapat digambarkan sebagai berikut (Irma, 2023).



Gambar 2.2 Model Segitiga Epidemiologi Interaksi antara Faktor *Host*, *Agent* dan *Environment*



Gambar 2.3 Interaksi Dinamis antara *Host*, *Agent* dan *Environment*

Berdasarkan gambar 2.2 dapat dilihat interaksi yang terjadi *Host*, *Agent* dan *Environment*, berikut ini adalah penjelasannya.

a. Model 1

Bentuk interaksi antara faktor *Host*, *Agent* dan *Environment* (lingkungan) yang berlangsung secara seimbang. Hal ini menunjukkan tidak ada proses saling menarik keuntungan, sehingga kondisi host/manusia dalam keadaan sehat.

b. Model 2

Bentuk interaksi antara *Host*, *Agent* dan *Environment* (lingkungan) tidak seimbang dengan tuas pada faktor agent menjadi lebih berat. Dapat

diartikan bahwa *agent* mendapat kemudahan untuk menimbulkan penyakit pada *host*.

c. Model 3

Bentuk interaksi antara *Host*, *Agent* dan *Environment* atau lingkungan tidak seimbang karena tuas faktor *host* lebih berat, sehingga daya tahan tubuh *host*/inang atau pejamu menurun/ peka terhadap penyakit.

d. Model 4

Bentuk interaksi antara *Host*, *Agent* dan *Environment* (lingkungan) tidak seimbang, karena ada pergeseran dari faktor lingkungan mendekati tuas *agent*, sehingga daya tahan tubuh *host*/inang atau pejamu menurun/ peka terhadap penyakit.

e. Model 5

Bentuk interaksi antara *Host*, *Agent* dan *Environment* (lingkungan) tidak seimbang, dengan pergeseran tuas lingkungan mendekati faktor *host*, sehingga *host* peka atau rentan terhadap penyakit.

Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian DBD berdasarkan teori segitiga epidemiologi tersebut antara lain sebagai berikut.

a. *Agent*

Agent atau penyebab demam berdarah *dengue* (DBD) adalah virus *dengue* yang termasuk kelompok B arthropoda Borne Virus (Arbovirus). Anggota dari genus *Flavivirus*, famili *Flaviviridae* yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* dan juga nyamuk *Aedes albopictus* yang merupakan vektor infeksi *dengue*. Dikenal terdapat 4 sub tipe virus *dengue* yaitu DEN-

1, DEN-2, DENV-3, dan DEN-4. Dari keempat sub tipe virus tersebut, DEN-3 merupakan sub tipe virus yang menunjukkan gejala dan manifestasi klinik yang berat (Irma, 2023).

b. *Host* (Pejamu)

Host atau pejamu adalah tempat yang diinvasi oleh penyakit. Pejamu dapat berupa manusia, hewan ataupun tumbuhan. Penjamu dari DBD sendiri adalah manusia yang rentan terhadap infeksi virus *dengue* (Irma, 2023).

1) Karakteristik Individu

a) Umur

Umur menjadi salah satu karakteristik individu yang memengaruhi tingkat kerentanan terhadap infeksi virus *dengue*. Semua kelompok usia berpotensi terpapar virus *dengue*, termasuk bayi yang baru lahir beberapa hari (Ariani, 2019). Selain itu, kelompok anak-anak juga sangat rentan terhadap infeksi *dengue*, karena mereka belum memahami cara penularan serta upaya pencegahan penyakit tersebut. Selain itu, kegiatan anak-anak yang sering bermain di taman atau kebun menyebabkan mereka kerap digigit nyamuk. Pada rentang umur anak-anak (0-11 tahun), semakin muda umur pasien demam berdarah *dengue*, semakin besar kemungkinan terjadinya mortalitas dan kerentanan. Anak di bawah 5 tahun memiliki risiko tiga kali lebih besar tertular karena imunitas yang lebih rendah (Advisyah et al., 2024).

b) Jenis Kelamin

Perbedaan jenis kelamin perlu diperhatikan dalam hal insidensi penyakit, yang disebabkan oleh perbedaan struktur anatomi, fungsi fisiologis, serta sistem hormon antara laki-laki dan perempuan. Meskipun demikian, hingga saat ini belum ditemukan adanya perbedaan tingkat kerentanan terhadap infeksi DBD yang berkaitan dengan perbedaan jenis kelamin atau gender (Ariani, 2019).

c) Status gizi

Status gizi adalah hasil dari keseimbangan antara nutrisi yang didapat dari makanan dan kebutuhan nutrisi untuk proses kerja tubuh. Orang dengan kondisi gizi kurang lebih mudah terkena infeksi virus. Berdasarkan fakta, orang yang kelebihan gizi atau gemuk biasanya mengalami infeksi virus *dengue* lebih parah daripada orang dengan gizi normal atau bahkan agak kurus (Andriawan et al., 2022).

Sementara itu, kondisi gizi buruk membuat infeksi lebih mudah masuk karena kekebalan atau imunitas tubuh melemah. Sebaliknya, penyakit infeksi sering kali membutuhkan nutrisi, tapi selera makan justru berkurang. Akibatnya, infeksi dapat menyebabkan masalah gizi pada anak yang sebelumnya gizinya baik. Hal ini membuat orang lebih rentan terhadap infeksi DBD (Irma, 2023).

d) Pengetahuan

Kurangnya pengetahuan sering menyebabkan penanganan DBD yang salah atau terlambat. Masyarakat harus diberi edukasi khusus tentang bentuk penyakit DBD sejak dini. Ada tanda-tanda klinis yang perlu diketahui oleh masyarakat, terutama di daerah yang sering terkena penyakit ini. Dengan begitu, diharapkan masyarakat dapat menangani kasus DBD lebih cepat dan mengurangi jumlah penderita (Purnama, 2016).

e) Sikap

Sikap merupakan respon yang masih tertutup dari seseorang terhadap suatu stimulus atau objek. Manifestasi sikap tidak langsung dilihat akan tetapi harus ditafsirkan terlebih dahulu sebagai tingkah laku yang tertutup (Irma, 2023). Sikap positif menandakan adanya kesadaran dan dorongan untuk hidup sehat (Halid, 2022). Sebaliknya, sikap negatif menjadi rintangan untuk ikut serta dalam kegiatan kesehatan, meskipun fasilitas dan peralatan sudah tersedia (Susanti et al., 2021).

Menurut Susanti et al., (2021), masyarakat yang bersikap positif lebih aktif dalam mencegah DBD dibandingkan dengan yang sikapnya negatif. Sikap ini tidak hanya berasal dari pengetahuan, tetapi juga dari pengalaman pribadi, seperti pernah ada anggota keluarga yang terkena DBD. Sikap baik mendorong orang untuk turut serta dalam program membasmi sarang nyamuk.

f) Praktik PSN 3M

Pemberantasan sarang nyamuk (PSN) merupakan salah satu aksi pengendalian dengue secara fisik. Kegiatan utama PSN dilakukan dengan 3M plus meliputi menguras, menutup, dan mendaur ulang atau mengubur tempat-tempat penampungan air, ditambah dengan tindakan pencegahan dengue lainnya (Simatupang & Yuliah, 2021). Sasaran kegiatan PSN 3M adalah semua tempat potensial perkembangbiakan nyamuk *Aedes* sp., antara lain tempat penampungan air (TPA) untuk keperluan sehari-hari, tempat penampungan air bukan untuk keperluan sehari-hari (non-TPA) dan tempat penampungan air alamiah (Kemenkes RI, 2017).

Aktivitas pemberantasan sarang nyamuk (PSN) seperti pengurasan bak mandi secara rutin tiap minggu, penutupan wadah air, serta pengelolaan barang bekas agar tidak menjadi tempat berkembang biak nyamuk, penggunaan *repellent* (penghalau nyamuk) dan pemeliharaan ikan pemakan jentik, terbukti memiliki dampak signifikan terhadap angka kejadian DBD (Simatupang & Yuliah, 2021). PSN 3M sebaiknya dilakukan sekurang-kurangnya seminggu sekali sehingga terjadi pemutusan rantai pertumbuhan nyamuk pra dewasa tidak menjadi dewasa. Kurangnya partisipasi dalam upaya pemberantasan sarang nyamuk (PSN) dapat meningkatkan risiko penularan penyakit dengue di kalangan masyarakat (Purnama, 2016).

c. *Environment* (Lingkungan)

1) Lingkungan Fisik

Lingkungan fisik adalah semua kondisi atau keadaan fisik yang ada di sekitar host/inang atau manusia yang berpengaruh terhadap kondisi individu atau masyarakat secara tidak langsung.

a) Iklim

Iklim meliputi keadaan pengukuran statistik rata-rata dari suhu, kelembaban, tekanan atmosfer, angin, curah hujan, jumlah partikel atmosfer dan meteorologi dalam suatu wilayah tertentu dalam waktu lama (Sumampouw, 2019). Iklim merupakan salah satu faktor utama lingkungan fisik, yang terdiri dari suhu udara, kelembaban udara, dan curah hujan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kejadian DBD memiliki keterkaitan dengan variabel iklim seperti curah hujan, kelembapan, dan suhu lingkungan (Purnama, 2016).

(1) Suhu

Suhu udara yaitu keadaan panas atau dinginnya udara pada suatu tempat ditinjau dari keadaan suhunya dan diukur menggunakan alat termometer (Winarsih, 2019). Suhu merupakan salah satu elemen dalam pembentukan iklim, yang mampu mempengaruhi elemen iklim lainnya. Kondisi suhu di suatu lokasi dipengaruhi oleh berbagai aspek, seperti durasi paparan sinar matahari, sudut jatuhnya sinar matahari, kondisi

tutupan awan, serta kondisi permukaan bumi. Faktor-faktor ini yang menciptakan variasi suhu udara di berbagai wilayah. (Rojali et al., 2023).

Nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* sebagai vektor penyakit DBD dan sebagai organisme ektoterm, suhu tubuh nyamuk sepenuhnya bergantung pada suhu lingkungan sekitarnya, sehingga fluktuasi suhu udara berdampak secara langsung terhadap seluruh proses fisiologis yang berlangsung di dalam tubuhnya (Reinhold et al., 2018). Nyamuk akan melakukan aktivitas menggigit pada suhu berapa pun selama kondisi fisiologisnya memungkinkan untuk tetap aktif, namun frekuensi serta intensitas gigitan tersebut sangat ditentukan oleh derajat kehangatan kondisi lingkungan yang dihadapi (Christophers, 1960, dalam Reinhold et al., 2018).

Faktor suhu memengaruhi perkembangan siklus gonotropik pada vektor nyamuk, yakni periode antara nyamuk melakukan pengisapan darah hingga terjadinya oviposisi (peneluran). Durasi siklus gonotropik mengalami penurunan seiring dengan peningkatan suhu pada rentang 18-30°C, yang mengindikasikan adanya percepatan laju perkembangan reproduktif nyamuk (Richardson et al., 2011). Semakin singkat durasi siklus tersebut, semakin tinggi pula frekuensi nyamuk betina dalam mencari sumber darah guna mendukung proses pembentukan telur pada

siklus berikutnya, sehingga secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan jumlah gigitan dalam satuan waktu tertentu (Richardson et al., 2011).

Selain memengaruhi percepatan siklus reproduksi, suhu lingkungan yang tinggi juga berasosiasi dengan peningkatan frekuensi pengisapan darah itu sendiri. Ditemukan adanya korelasi positif antara frekuensi pengambilan darah pada *Ae. aegypti* dengan suhu udara, di mana nyamuk betina menunjukkan frekuensi makan yang lebih tinggi pada lingkungan bersuhu hangat dibandingkan pada lingkungan yang relatif lebih dingin (Scott et al., dalam Reinhold et al., 2018). Meskipun demikian, fenomena ini kemungkinan besar merupakan efek tidak langsung dari suhu terhadap perkembangan nyamuk, cadangan energi, serta kecepatan pencernaan darah, dan bukan merupakan pengaruh langsung terhadap perilaku menggigit semata (Reinhold et al., 2018). Misalnya pada spesies *Ae. albopictus*, durasi siklus gonotropik tersingkat tercatat terjadi pada suhu 30°C dengan durasi 3,5 hari, disertai jumlah siklus tertinggi sebanyak 3,9 kali dalam periode pengamatan (Delatte et al., 2009).

Peningkatan suhu mempercepat laju perkembangan tahap pradewasa (telur, larva, dan pupa) menjadi individu dewasa, sehingga populasi nyamuk mengalami pertumbuhan yang lebih

cepat dan jumlah individu yang aktif mencari inang di suatu wilayah pun meningkat (Marinho et al., 2016).

Selain itu, peningkatan frekuensi gigitan akibat suhu yang lebih tinggi memiliki keterkaitan erat dengan pola waktu (temporal) penyebaran demam berdarah *dengue* (DBD). Terutama melalui mekanisme periode inkubasi ekstrinsik (*extrinsic incubation period*/EIP), yaitu waktu yang dibutuhkan virus *dengue* untuk bereplikasi di dalam tubuh nyamuk sejak mengisap darah penderita hingga nyamuk tersebut menjadi infeksius dan mampu menularkan virus pada gigitan berikutnya. Durasi EIP berbanding terbalik dengan suhu, di mana pada suhu 25-28°C, EIP berlangsung sekitar 8 hingga 12 hari, namun periode ini dapat memendek secara signifikan pada suhu yang lebih tinggi (WHO, 2025). Semakin pendek EIP, semakin cepat pula nyamuk yang telah terinfeksi menjadi mampu menularkan virus kepada inang baru, sehingga kombinasi antara EIP yang memendek dan frekuensi gigitan yang meningkat pada suhu hangat secara signifikan mempercepat laju penularan DBD dalam populasi manusia (Ahmad et al., 2022).

Pada kondisi suhu udara rendah saat peralihan dari musim kemarau ke musim hujan, tubuh manusia berusaha menyesuaikan diri dengan lingkungan untuk mempertahankan keseimbangan internal (homeostasis), di mana sistem saraf dan

hipotalamus sebagai regulator suhu tubuh bekerja keras menanggapi perubahan tersebut, sehingga membuat tubuh lebih rentan terhadap infeksi dan memudahkan virus *dengue* menginfeksi inang yang lemah (Hafid & Syamsul, 2022).

Pada suhu yang rendah, nyamuk masih mampu bertahan hidup, namun aktivitas metabolisme mereka akan menurun bahkan dapat berhenti jika suhu turun di bawah batas kritis. Suhu rata-rata yang ideal untuk pertumbuhan nyamuk berkisar antara 25°C hingga 27°C dan memerlukan sekitar 12 hari. Pertumbuhan nyamuk akan terhenti sepenuhnya apabila suhu berada di bawah 10°C atau melebihi 40°C. Toleransi terhadap suhu tergantung spesies nyamuk. Suhu juga dapat mempengaruhi kelembapan, apabila suhu tinggi maka akan menyebabkan kelembapan yang rendah yang dapat menjadi faktor pendukung perkembangbiakan nyamuk (Sarwita et al, 2018; Purnama, 2016).

Pada umumnya perkembangan telur *Aedes aegypti* yang diletakkan di air akan menetas selama < 2 hari setelah terendam air pada suhu 30°C. Setiap kali bertelur nyamuk betina mampu memproduksi telur sebanyak 100 butir. Telur itu mampu bertahan di di tempat yang kering (tanpa air) hingga berbulan-bulan pada suhu 20°C-42°C, dan apabila tempat-tempat tersebut tergenang air kemudian atau kelembapannya tinggi maka telur

dapat lebih cepat menetas. Selanjutnya pada fase pupa dibutuhkan 2-3 hari pada suhu 20-30°C (Kemenkes RI, 2005 dalam Masrinavan, 2021, Sigit et al., 2006).

(2) Kelembapan

Kelembapan udara adalah banyak sedikitnya uap air yang ada di dalam udara, yang dapat diukur dengan alat higrometer atau psychrometer (Winarsih, 2019). Kelembapan udara terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu kelembapan absolut dan kelembapan relatif/nisbi. Kelembapan absolut adalah jumlah uap air yang benar-benar ada di udara di suatu lokasi. Sedangkan kelembapan relatif/nisbi adalah rasio antara uap air yang ada dengan jumlah maksimal yang dapat ditampung udara tersebut pada suhu yang sama, dan dinyatakan dalam persentase. Jika suhu udara naik, udara dapat menampung lebih banyak uap air, sehingga terasa lebih basah. (Regariana, 2004, Paramitha & Mukono, 2017).

Kelembapan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kejadian DBD. Kelembapan yang sangat tinggi dapat menyebabkan kondisi lingkungan menjadi basah dan lembap, sehingga menciptakan peluang bagi kuman atau bakteri penyebab penyakit untuk berkembang biak (Purnama, 2016).

Kelembapan udara tidak berpengaruh langsung pada angka insiden DBD, tetapi berpengaruh pada umur nyamuk *Aedes*

aegypti yang merupakan vektor penular DBD. Pernapasan nyamuk menggunakan pipa trakea dengan muara udara disebut spirakel. Spirakel yang terbuka tanpa mekanisme pengatur pada waktu kelembaban rendah akan menyebabkan penguapan air dari dalam tubuh nyamuk sehingga cairan tubuh nyamuk akan keluar. Selain itu kebutuhan akan kelembaban yang tinggi menyebabkan nyamuk mencari tempat yang lembab dan basah di luar rumah sebagai tempat beristirahat di siang hari (Pakaya et al., 2019).

Kelembaban udara memengaruhi cara nyamuk bernapas, di mana tingkat kelembaban tinggi diperlukan agar nyamuk dapat bernapas dengan baik. Nyamuk bernapas melalui spirakel, dan jika kelembaban di sekitarnya rendah, spirakel tidak bekerja optimal, sehingga air dari dalam tubuh nyamuk menguap dan banyak cairan tubuh keluar. Hal tersebut nantinya akan memperpendek siklus hidup nyamuk dan tidak cukup waktu bagi virus *dengue* berkembang biak di dalam tubuh nyamuk (Putri et al., 2020).

Kelembapan ideal bagi perkembangan dan kelangsungan hidup nyamuk berada pada kisaran 70-80%. Apabila kelembapan di bawah 60%, masa hidup nyamuk menjadi lebih singkat sehingga nyamuk tidak memiliki cukup waktu untuk menjalani siklus virus *dengue* dari perut hingga ke kelenjar

saliva, sehingga tidak efektif sebagai vektor. Pada kelembapan sekitar 85%, nyamuk betina dapat hidup hingga 104 hari, sedangkan nyamuk jantan dapat bertahan hingga 68 hari, sehingga keduanya memiliki potensi tinggi sebagai pembawa virus *dengue* (Hary et al., 2021, Monintja et al., 2021).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Monintja et al., (2021) menunjukkan bahwa kelembapan memiliki korelasi yang sangat erat dan positif atau satu arah dengan prevalensi DBD. Hal ini berarti, bahwa semakin tinggi kelembapan, prevalensi kasus DBD juga meningkat

(3) Curah Hujan

Curah hujan merupakan salah satu unsur iklim berupa jumlah air hujan yang jatuh di suatu daerah dalam waktu tertentu, yang diukur dengan satuan milimeter (mm) (BMKG, 2024). Curah hujan memengaruhi tingkat kelembapan udara sekaligus meningkatkan jumlah tempat berkembang biak nyamuk atau *breeding place* (Purnama, 2016). Penularan penyakit DBD sangat erat kaitannya dengan curah hujan dan hari-hari basah. Selama siklus hidup *Aedes aegypti*, nyamuk ini hidup di dalam air sebelum berkembang menjadi dewasa. Proses perkembangan nyamuk meliputi tahap telur, larva, pupa, hingga dewasa, di mana telur biasanya diletakkan di genangan air (Khairinnisa et al., 2025).

Curah hujan yang muncul pada musim hujan, menyebabkan terbentuknya genangan air di berbagai tempat penampungan air (TPA), baik alami maupun buatan. Kondisi ini menciptakan lingkungan yang sangat ideal sebagai *breeding place* nyamuk dan memicu peningkatan populasi vektor DBD (Khairinnisa et al., 2025). Telur nyamuk yang sebelumnya menempel di wadah atau TPA dan mengalami pengeringan, akan segera menetas menjadi jentik setelah terendam air selama 1-2 hari. Proses ini berdampak pada peningkatan jumlah larva yang kemudian berkembang, sehingga memperbesar populasi nyamuk dan meningkatkan potensi penularan virus *dengue* (Dininta et al., 2021).

Curah hujan yang ringan dan terus-menerus dapat meningkatkan tempat berkembangbiak nyamuk dengan membentuk genangan air di wadah penampungan di dekat rumah tangga, yang akhirnya menambah jumlah populasi nyamuk. Kenaikan jumlah nyamuk ini akan memicu peningkatan penyebaran virus *dengue*, sehingga kasus demam berdarah *dengue* pun cenderung naik. Sebaliknya, intensitas hujan yang tinggi mampu menghancurkan habitat perkembangbiakan nyamuk karena air akan tumpah dari tempat penyimpanan dan mengalir pergi. Kejadian ini mengakibatkan

perpindahan telur dan larva nyamuk, yang pada akhirnya menurunkan populasi vektor (Gunasari et al., 2024).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Setyani et al., (2023), ditemukan adanya hubungan signifikan antara curah hujan dan jumlah kasus DBD di Kabupaten Tulang Bawang Barat pada periode 2019-2023. Hubungan tersebut bersifat searah, yang menunjukkan bahwa peningkatan curah hujan diikuti oleh peningkatan kejadian DBD. (WHO, 2011, dalam Dininta et al., 2021; Setyani et al., 2023).

b) Ketinggian tempat

Variasi ketinggian suatu tempat atau wilayah memengaruhi kondisi ekologis yang dibutuhkan oleh vektor penyakit. Di Indonesia, nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* mampu bertahan hidup di wilayah dengan ketinggian hingga 1000 mdpl (Purnama, 2016).

c) Kepadatan Rumah

Jarak antar rumah memengaruhi penyebaran nyamuk, di mana kedekatan tersebut memudahkan perpindahan ke rumah tetangga atau sebelahnya. Faktor seperti material bangunan, struktur rumah, warna dinding, dan tata letak barang di dalamnya juga menyebabkan rumah disukai atau dihindari oleh nyamuk (Purnama, 2016). Sifat domestik nyamuk *Aedes aegypti*, dengan jarak terbang terbatas (50-100 meter) akan memudahkan penularan, sehingga dalam

perumahan yang saling berdekatan, virus *dengue* dari penghuni yang terinfeksi dapat dengan mudah menular ke tetangga (Ariani, 2019).

d) Keberadaan Kontainer/Tempat Penampungan Air (TPA)

Jenis kontainer atau tempat penampungan air (TPA) berkaitan dengan ketersediaan makanan untuk jentik nyamuk *Aedes aegypti*. Ketersediaan makanan tersebut berkaitan dengan bahan dasar TPA. Jenis-jenis tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* dikelompokkan menjadi 3 (tiga) yaitu pertama tempat penampungan air (TPA) untuk keperluan sehari-hari seperti: tangki *reservoir*, drum, tempayan, bak mandi, ember, wc, dan lain-lain. Kedua, TPA bukan untuk keperluan sehari-hari, seperti: tempat minum burung, vas bunga, perangkap semut dan barang-barang bekas (ban, kaleng botol, plastik, dan lain-lain. Ketiga, TPA alamiah, seperti: lubang pohon, pelepah pisang atau daun, lubang batu, tempurung kelapa, potongan bambu dan lain-lain (Kemenkes RI, 2017).

Lebih lanjut, penggunaan tutup kontainer yang baik dan rapat efektif dalam mencegah perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti*, karena dapat menghalangi akses larva ke sumber air. Namun, banyaknya jenis kontainer yang ditemukan sebagai sarang perkembangbiakan nyamuk ini bergantung pada kebiasaan masyarakat dalam memanfaatkan kontainer tersebut sebagai tempat

penyimpanan air untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari (Widjaja, 2011 dalam Irma, 2023).

2) Lingkungan Biologis

a) Kepadatan Jentik

Jentik nyamuk atau larva adalah salah satu bentuk tahapan dari nyamuk setelah menetas dari telur. Jentik merupakan cikal bakal dari nyamuk dewasa yang dapat diamati secara langsung di habitat atau sarang perkembangbiakannya. Semakin tinggi jumlah jentik nyamuk yang ditemukan, semakin besar populasi nyamuk dewasa yang muncul dan beraktivitas di lingkungan sekitar, yang pada akhirnya meningkatkan risiko transmisi DBD (Chandra, 2019).

Kemunculan jentik menjadi adanya indikasi penularan DBD. Terdapat beberapa cara pengukuran jentik, yaitu: Angka Bebas Jentik (ABJ), *House Index (HI)*, *Container Index (CI)* dan *Breteau Index (BI)*.

(1) Angka Bebas Jentik (ABJ)

ABJ adalah persentase jumlah rumah/bangunan yang tidak terdapat jentik. ABJ merupakan indikator yang digunakan untuk menentukan bebas atau tidak suatu wilayah dari penyakit DBD. Dari 100 rumah yang diperiksa, keberadaan jentik tidak boleh melebihi angka 5%. Kementerian Kesehatan RI menetapkan target nasional ABJ sebesar 95% (Purnama, 2016).

ABJ didapatkan dari hasil survei jentik yang dilakukan pada kegiatan pemberantasan sarang nyamuk (PSN) 3M. Survei jentik dilakukan dengan cara melakukan pengamatan terhadap semua media perairan yang potensial sebagai tempat berkembangbiakan nyamuk Aedes, baik di dalam maupun di luar rumah. Setiap media perairan potensial dilakukan pengamatan jentik selama 3-5 menit menggunakan senter. Hasil survei jentik Aedes dicatat dan dilakukan analisis perhitungan angka. Kegiatan PSN 3M dikatakan berhasil di tempat pemukiman apabila $ABJ \geq 95\%$ (Kemenkes RI, 2017).

Apabila di suatu wilayah digambarkan memiliki ABJ kurang dari 95% maka wilayah kabupaten memiliki risiko terhadap penularan penyakit DBD (Kemenkes RI, 2017).

$$ABJ = \frac{\text{Jumlah rumah/bangunan tidak ditemukan jentik}}{\text{Jumlah rumah yang diperiksa}} \times 100\%$$

(2) *House Index* (HI)

House Index atau Indeks Rumah, yang disingkat HI adalah parameter yang dipakai untuk memantau seberapa banyak jentik nyamuk yang ada di suatu tempat. Angka HI menunjukkan persentase rumah yang positif sebagai tempat berkembang biak nyamuk, sehingga dapat menggambarkan jumlah populasi nyamuk yang berisiko (Kemenkes RI, 2017).

$$HI = \frac{\text{Jumlah rumah/bangunan ditemukan jentik}}{\text{Jumlah rumah yang diperiksa}} \times 100\%$$

(3) *Container Index (CI)*

Container Index atau angka tempat perindukan. CI menunjukkan banyaknya kontainer yang positif dibandingkan dengan jumlah seluruh kontainer yang ada di suatu wilayah. CI hanya menggambarkan persentase TPA atau kontainer yang positif dengan larva nyamuk *Ae. aegypti* (Kemenkes RI, 2017).

$$CI = \frac{\text{Jumlah kontainer ditemukan jentik}}{\text{Jumlah kontainer diperiksa}} \times 100\%$$

(4) *Breteau Index (BI)*

Breteau Index atau angka Breteau, adalah ukuran yang menjelaskan banyaknya wadah yang positif dibandingkan dengan jumlah rumah yang diperiksa. BI tidak menghitung larva nyamuk dari wadah (Kemenkes RI, 2017).

$$BI = \frac{\text{Jumlah kontainer ditemukan jentik dalam 100 rumah}}{\text{Bangunan rumah}}$$

b) *Kepadatan Vektor*

Kepadatan vektor (nyamuk) didapatkan dari pengamatan vektor atau survei nyamuk dewasa yang bertujuan menentukan wilayah dengan kepadatan nyamuk tinggi, kemudian digolongkan dalam wilayah dengan risiko tinggi. Serta bertujuan mengetahui perubahan

kepadatan nyamuk sehingga usaha pemberantasan dapat dilakukan secara cepat dan tepat (Purnama, 2016).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 tahun 2023, survei kepadatan nyamuk *Aedes aegypti* dan/atau *Aedes albopictus* dapat dilakukan dengan dengan beberapa cara yaitu:

- (1) *Human Landing Collection* (HLC) adalah survei nyamuk dengan dilakukan dengan metode menangkap nyamuk yang hinggap di badan (Kemenkes RI, 2023).
- (2) *Man Hour Density* (MHD) merupakan indikator yang digunakan untuk menggambarkan kepadatan nyamuk berdasarkan jumlah individu spesies tertentu yang tertangkap per orang dalam satu jam penangkapan. Perhitungan MHD dilakukan dengan membagi total nyamuk yang tertangkap selama periode pengamatan (enam jam) dengan jumlah kolektor, kemudian dikalikan dengan durasi waktu penangkapan dalam satuan jam dan menit (Kemenkes RI, 2023).
- (3) *Man Biting Rate* (MBR) adalah ukuran yang menunjukkan tingkat gigitan nyamuk per orang per hari. Indikator ini dihitung berdasarkan jumlah nyamuk spesies tertentu yang tertangkap selama periode penangkapan satu malam (± 12 jam), kemudian dibagi dengan jumlah kolektor dikalikan lama waktu penangkapan (jam) (Kemenkes RI, 2023).

(4) *Resting Rate* (RR) adalah angka kepadatan nyamuk istirahat (*resting*) per jam, dihitung dengan cara jumlah nyamuk *Aedes sp.* yang tertangkap dalam satu hari (12 jam) dibagi dengan jumlah penangkap (kolektor) dikali lama penangkapan (jam) dikali dengan waktu penangkapan (menit) dalam tiap jamnya (Kemenkes RI, 2023).

$$RR = \frac{\text{Jumlah nyamuk } Aedes \text{ sp yang tertangkap}}{\text{Jumlah penangkap} \times \text{lama penangkapan (jam)} \times \text{waktu penangkapan (mnt)}}$$

3) Lingkungan Sosial

a) Kepadatan Penduduk

Kepadatan penduduk yang tinggi akan mempermudah terjadinya infeksi virus *dengue*, karena daerah yang berpenduduk padat akan meningkatkan jumlah insiden kasus DBD. Kondisi penduduk yang padat di suatu wilayah, diasumsikan jika terdapat sumber infeksi (penderita DBD) dalam kelompok masyarakat dan terdapat vektor penular infeksi, maka akan terjadi penyebaran virus *dengue* dan infeksi baru pada kelompok masyarakat tersebut. Padatnya penduduk akan memudahkan terjadinya kontak antara vektor dengan manusia dan hal ini akan mempercepat proses transmisi penyakit DBD (Irma, 2023).

Kementerian Kesehatan (2016) juga menegaskan bahwa kepadatan penduduk lebih mudah menjadi peluang penularan DBD karena jarak terbang nyamuk *Aedes aegypti* diperkirakan hanya 50-100 meter saja (Kemenkes RI, 2016). Pada akhirnya, kepadatan

penduduk akan mempengaruhi terhadap ketersediaan makanan dan kemudahan dalam penyebaran penyakit (Irma, 2023).

b) Mobilitas Penduduk

Adanya mobilisasi penduduk atau pergerakan penduduk dari daerah endemis DBD ke daerah non endemis DBD merupakan hal penting yang harus diperhatikan dalam upaya pemutusan mata rantai penularan DBD. Dalam suatu daerah yang sedang terjadi pandemi DBD, ada kemungkinan seseorang terinfeksi virus *dengue* dan dalam tubuhnya sudah mengandung virus serta berada pada fase viremia. Jika ada vektor nyamuk (*Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*) yang menggigitnya dan menggigit lagi orang lain, maka orang ini akan tertular penyakit DBD (Irma, 2023).

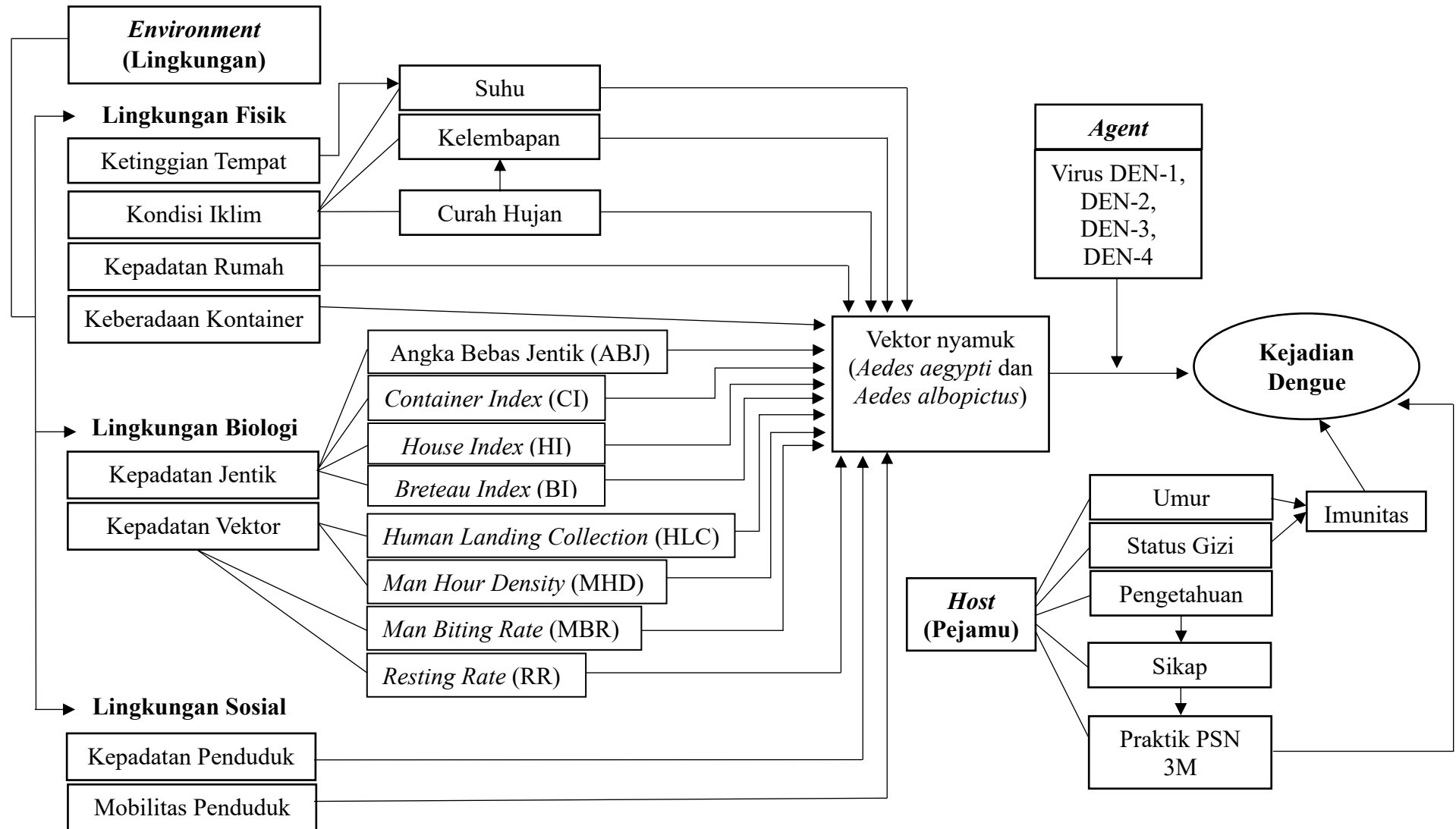
C. Konsep *Time Lag* (Jeda Waktu) pada Demam Berdarah *Dengue*

Time lag atau jeda waktu didefinisikan sebagai interval waktu yang memisahkan dua peristiwa yang saling terkait. Dalam konteks ini, *time lag* merepresentasikan rentang waktu antara terjadinya peristiwa pertama dan peristiwa kedua. Berdasarkan perspektif suatu kejadian, *time lag* dapat dikategorikan menjadi dua jenis, yaitu jeda waktu sebelum kejadian dan jeda waktu sesudah kejadian. Konsep *time lag* ini lazim digunakan dalam analisis korelasi silang dan umumnya dilambangkan dengan simbol (k). Untuk membedakan antara jeda waktu sebelum kejadian dan jeda waktu sesudah kejadian, digunakan notasi positif (+) untuk jeda waktu sesudah kejadian dan negatif (-) untuk jeda waktu sebelum kejadian. Skenario *time lag* positif (+)

mengimplikasikan bahwa suatu kejadian pada waktu saat ini memiliki pengaruh terhadap kejadian yang akan datang (Lie et al., 2020).

Time lag merupakan aspek krusial yang mendasari hubungan variabel iklim dan peningkatan kasus DBD. Faktor-faktor iklim tidak secara langsung memicu kejadian DBD, melainkan memengaruhi secara tidak langsung melalui siklus hidup nyamuk *Aedes aegypti*. Mulai dari fase telur hingga menjadi nyamuk dewasa yang mampu menularkan virus, terdapat serangkaian tahapan yang memerlukan waktu. Nyamuk membutuhkan waktu sekitar 9-12 hari untuk tumbuh. Selanjutnya, nyamuk dewasa yang telah terinfeksi virus *dengue* juga memerlukan periode inkubasi ekstrinsik sekitar 9 hari sebelum virus tersebut menjadi infeksius dan dapat ditularkan kepada manusia. Setelah manusia digigit oleh nyamuk terinfeksi, virus *dengue* akan mengalami masa inkubasi intrinsik dalam tubuh manusia selama kurang lebih 3-15 hari sebelum gejala awal muncul. Akumulasi dari periode perkembangan nyamuk inilah yang menciptakan adanya jeda waktu antara perubahan kondisi iklim dengan lonjakan kasus DBD. Oleh karena itu, pengujian jeda waktu ini menjadi sangat relevan dalam analisis hubungan antara iklim dan epidemiologi DBD (Wulandari et al., 2023; Daswito et al., 2019).

D. Kerangka Teori



Gambar 2.4 Kerangka Teori

Sumber : Modifikasi Teori Segitiga Epidemiologi John Gordon, Kemenkes RI (2017), Purnama (2016), Irma (2023), Ariani (2019)