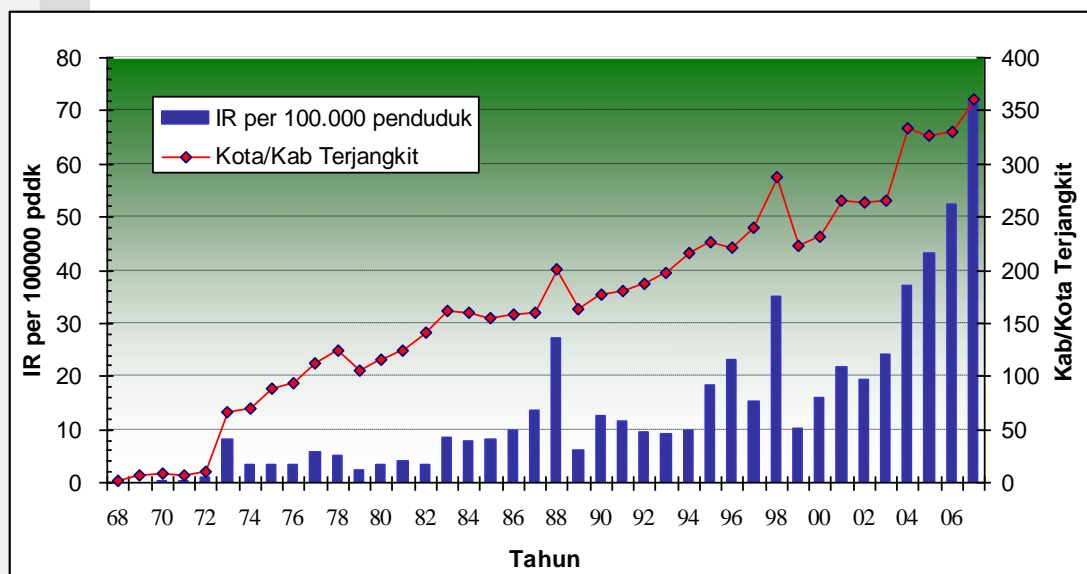


# 1. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Penyakit demam berdarah (DBD) berkembang menjadi masalah kesehatan yang serius di dunia, terutama di Indonesia. Di Indonesia dalam periode 5 tahun antara 1986 sampai 1990 tercatat jumlah kasus DBD yang pada tahun-tahun sebelumnya terjadi dalam kurun waktu 30 tahun (Agoes, 2005). Data 5 tahun terakhir menunjukkan bahwa jumlah kasus DBD meningkat sangat tajam dibandingkan antara tahun 1986 hingga 1990 (Gambar 1). Selain itu, jumlah kabupaten yang terjangkit DBD juga meningkat tajam. Pada tahun 1970an, kurang dari 10 kota / kabupaten yang terjangkit penyakit DBD, dan pada tahun 2003 sudah menjadi lebih dari 200 kota / kabupaten.

Gambar 1 menunjukkan adanya kecenderungan bahwa jumlah kasus DBD dan jumlah kota/kabupaten yang terjangkit DBD meningkat tajam pada tahun kejadian La Nina setelah tahun kejadian El Nino (misalnya pada tahun 1988 dan 1998). Pada tingkat global, diperkirakan pada awal abad ke 21 jumlah manusia berisiko terinfeksi DBD mencapai 2,5 miliar manusia atau dua perlima dari populasi dunia (WHO, 2000; Wawolumenta dan Irianto, 2004).



Gambar 1. Jumlah penderita DBD per 100.000 penduduk Indonesia dan jumlah Kota / Kabupaten yang terjangkit penyakit DBD dari tahun 1968 hingga 2007 (Sumber : Depkes RI)



Pemerintah Indonesia telah menyusun Indikator Indonesia sehat tahun 2010 dan Pedoman Penetapan Indikator Provinsi sehat dan Kabupaten / Kota Sehat melalui Keputusan Menteri Kesehatan No: 1202 / MenKes / SK / VIII / 2003. Target angka kesakitan (morbiditas) untuk penyakit DBD adalah 2 orang / 100.000 penduduk. Menurut Kusriastuti (2006) di tingkat operasional, target angka kejadian penyakit DBD melalui Proyek Penanggulangan Nasional kurang dari 5 orang penderita setiap 100.000 penduduk (Incidence Rate kurang dari 5 atau  $IR < 5$ ), dan di Daerah Endemis IR sebesar kurang dari 20 orang / 100.000 penduduk. Berdasarkan perkembangan data mutakhir indikator IR tingkat KOTA/KABUPATEN yang berlaku secara nasional disesalkan menjadi sebesar kurang dari 20 orang / 100.000 penduduk (Komunikasi pribadi dengan Kepala sub Direktorat Arbovirologi Departemen Kesehatan RI, September 2008).

Berbagai upaya telah dilakukan. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No: 581 tahun 1992, pemberantasan DBD mengutamakan kegiatan pencegahan dan pemberdayaan masyarakat melalui kegiatan :

1. Kegiatan PSN-3M Plus, yaitu Pemberantasan Sarang Nyamuk dengan cara : menguras, menutup dan mengubur penampung air, plus membubuhkan larvasida, memelihara ikan, menggunakan kelambu, menyemprot sendiri, dan usaha lain. Selain itu bubuk abate diberikan secara gratis di daerah endemis
2. Pemeriksaan dan pemberantasan jentik berkala paling lambat tiap 3 bulan sekali
3. Pengasapan menurut kriteria yang ditetapkan (Tabel 5)

Walaupun demikian menurut catatan Depkes pada tahun 2005 IR di Indonesia secara keseluruhan morbiditas mencapai lebih dari 41 orang per 100.000 penduduk. Pada awal tahun tahun 2007 kejadian penyakit DBD masih sangat tinggi; yakni dari Januari hingga awal Februari 2007 jumlah penderita 16.803 orang, ini berarti bahwa IR hampir mencapai 7,5 orang per 100.000 penduduk dalam waktu kurang dari 2 bulan, dan 267 orang meninggal (Depkes, 2007). Unit pelayanan kesehatan masih belum mampu memberikan pelayanan yang memadai pada saat musim kejadian DBD tiba.

Ini menunjukkan bahwa langkah antisipasi masih belum berjalan baik dan langkah penanggulangan belum efektif untuk menekan angka kejadian, serta penanggulangan masih cenderung bersifat reaktif. Rendahnya kemampuan dalam mengantisipasi kejadian DBD antara lain disebabkan karena waktu, tempat dan angka

kejadian belum dapat diprediksi dengan baik. Hal ini terjadi karena kemampuanantisipasi masih rendah, indeks dan peta kerawanan wilayah serta model prediksi yang dapat diandalkan belum tersedia. Suatu model prediksi yang dapat diandalkan perlu dikembangkan.

Tingkat Kerawanan terhadap angka kejadian penyakit DBD (Demam Berdarah dengue) antar wilayah di Indonesia berbeda-beda. Hingga saat ini kriteria yang dipakai untuk menilai tingkat kerawanan daerah adalah berdasarkan data kejadian penyakit DBD dalam 3 tahun berturut-turut. Katagori daerah Endemik diterapkan pada suatu daerah apabila di daerah tersebut dalam 3 tahun terakhir berturut-turut terjadi serangan penyakit DBD. Daerah sporadis DBD adalah daerah dengan serangan penyakit DBD apabila dalam 3 tahun tidak terjadi secara berturutan, dan daerah potensial DBD apabila tidak terjadi serangan dalam 3 tahun. Penggolongan ini tidak dihubungkan dengan angka (jumlah) kejadian. Selanjutnya secara terpisah kategori kejadian berat ditetapkan untuk daerah dengan angka kejadian (IR, *Incidence rate*) dalam setahun lebih dari 20 orang setiap 100.000 penduduk (Komunikasi pribadi dengan Kepala sub Direktorat Arbovirologi Departemen Kesehatan RI, Februari 2006).

Upaya untuk memetakan sebaran wilayah menurut tingkat kerawanan terhadap kejadian penyakit DBD dengan cara mengkombinasikan data intensitas dan frekuensi kejadian penyakit sampai saat ini belum dilakukan. Informasi mengenai sebaran wilayah rawan menurut tempat dan waktu sangat diperlukan dalam menentukan wilayah prioritas untuk pelaksanaan program antisipasi dan penanggulangan DBD. Karena itu pemetaan sebaran wilayah rawan penyakit DBD perlu segera dibuat.

Adanya kecenderungan semakin meningkatnya tingkat kejadian penyakit DBD, telah menarik perhatian banyak pihak untuk segera menangani dan mengantisipasi masalah. Salah satu upaya yang dilakukan ialah mengembangkan model-model prediksi angka kejadian penyakit DBD baik dalam bentuk model matematik / statistik (stokastik / *blackbox model*) maupun deterministik (model berdasarkan mekanisme kejadian). Model dijadikan sebagai salah satu komponen dalam menyusun model peringatan dini terhadap kejadian penyakit DBD.

Dalam model prediksi, informasi (prakiraan) cuaca/iklim dijadikan sebagai salah satu masukan (*input*) untuk menduga tingkat risiko kejadian penyakit DBD pada suatu musim. Upaya ini diperkirakan akan efektif karena ditemui adanya keeratan hubungan antara kejadian penyakit DBD dengan keadaan cuaca beberapa periode sebelum periode kejadian (Schreiber, 2001; Sasmito *et al.*, 2006). Di samping itu

dengan semakin baiknya kemampuan prakiraan cuaca/iklim dan didukung dengan sistem pengamatan cuaca dan diseminasi informasi prakiraan yang telah melembaga dan dilakukan secara kontinu, maka upaya ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan dalam mengantisipasi dan mengendalikan kejadian penyakit DBD pada masa yang akan datang.

Banyak studi menunjukkan bahwa cuaca secara langsung mempengaruhi tersedianya tempat perindukan, laju pertumbuhan, perkembangan, reproduksi, dan mortalitas nyamuk vektor *Aedes aegypti* (Christopher, 1960; Gubler, 2004) yang menularkan virus dari famili *Flaviviridae* penyebab demam berdarah. Ini berarti bahwa cuaca merupakan faktor penentu tingkat dan distribusi populasi nyamuk. Selain itu, cuaca juga mempengaruhi kecepatan replikasi virus (Sehgal, 1997; Chan *et al.*, 1999; Chadee, 2006), serta mempengaruhi ekskresi hormon dalam tubuh manusia yang mengatur metabolisme dalam tubuh (Thom, 1980). Jadi, cuaca mempengaruhi faktor-faktor epidemiologi penyakit DBD, yaitu mempengaruhi laju penularan penyakit DBD oleh karena perbedaan frekuensi gigitan nyamuk per periode, lamanya periode inkubasi ekstrinsik<sup>1</sup>, dan juga daya tahan tubuh manusia.

Selain faktor cuaca dan iklim, penyebaran yang cepat dari penyakit ini juga disebabkan oleh perubahan lingkungan lain (Reiter, 2001; Sukowati, 2004), seperti laju pertumbuhan penduduk yang cepat, kurangnya sistem sanitasi lingkungan dan tumbuhnya kantong-kantong kemiskinan (Gubler, 2002 dalam Gubler, 2004), serta meningkatnya kegiatan migrasi antar wilayah. Di samping itu, pemberantasan nyamuk vektor yang masih kurang efektif, adanya berbagai serotipe virus patogen dan adanya mekanisme penularan transovarial (Khin dan Than, 1983; Vazeille *et al.*, 2003), menyebabkan jumlah kejadian penyakit DBD dari tahun ke tahun cenderung terus meningkat. Berdasarkan kondisi di atas, pengembangan model-model prediksi kejadian penyakit DBD kurang baik jika hanya memperhitungkan informasi iklim saja, tanpa mempertimbangkan faktor-faktor non iklim antara lain kepadatan penduduk, keadaan lingkungan, dan tingkat pembangunan manusia.

Pengembangan model prediksi deterministik merupakan salah satu pendekatan pengembangan model prediksi yang mengakomodasikan berbagai faktor lain selain cuaca/iklim seperti kondisi tempat perindukan dalam hubungannya dengan dinamika populasi nyamuk *Aedes*, keberadaan dan kemampuan virus untuk menginfeksi, daya

<sup>1</sup> Periode inkubasi ekstrinsik ialah periode yang dibutuhkan untuk perkembangan virus di dalam tubuh nyamuk sehingga nyamuk menjadi infeksi;



tahan tubuh manusia dan lain-lain, serta keterkaitan antara faktor-faktor tersebut dalam mempengaruhi kejadian penyakit DBD secara komprehensif. Pendekatan ini sangat rumit karena memerlukan informasi yang sangat banyak dan harus memahami secara rinci saling keterkaitan antara berbagai faktor dan hubungannya dengan kejadian penyakit DBD (Reiter, 2001). Oleh karena itu, pendekatan stokastik lebih sering digunakan yaitu dengan melihat hubungan kuantitatif antara kondisi cuaca dengan kejadian penyakit DBD (Reiter, 2001; Schreiber, 2001; Sukowati, 2004; Peterson *et al.*, 2005; Sasmito *et al.*, 2006).

Model prediksi kejadian penyakit DBD sudah cukup banyak tersedia baik yang bersifat deterministik maupun yang stokastik. Beberapa model yang bersifat deterministik di antaranya ialah kombinasi model CinSim (Fock *et al.*, 1993) dan DenSim (Fock *et al.*, 1995). Di Indonesia jenis model deterministik sudah dicoba dikembangkan oleh Sintorini (2006). Dalam model-model deterministik, input yang dibutuhkan adalah informasi yang bersifat pengamatan khusus seperti iklim mikro, tingkat ketersediaan tempat perindukan dan parameter kepadatan populasi nyamuk. Informasi ini memerlukan pengamatan yang relatif rumit dan mahal sehingga pemanfaatan model untuk peramalan penyakit DBD, walaupun dapat lebih akurat, tetap dinilai sulit diterapkan. Oleh karena itu, sampai saat ini model prediksi yang lebih banyak dikembangkan ialah model-model prediksi yang bersifat stokastik karena relatif lebih mudah dan praktis baik dalam pembuatannya maupun penggunaannya. Prototipe model prediksi stokastik yang sudah dikembangkan di Indonesia di antaranya yang dikembangkan oleh tim dari Badan Meteorologi dan Geofisika (Sasmito *et al.*, 2006).

Salah satu kelemahan dalam model-model stokastik yang dikembangkan di Indonesia ialah belum dipertimbangkannya faktor non-iklim sebagai faktor yang ikut menentukan keragaman serangan DBD. Selain itu, skala waktu dan skala ruang dari data iklim yang digunakan ialah dalam skala bulanan dan skala kajian kabupaten, sedangkan kejadian penyakit DBD erat kaitannya dengan keadaan cuaca pada periode waktu yang lebih singkat dan wilayah yang lebih sempit. Oleh karena itu perlu dikembangkan model prediksi angka kejadian penyakit DBD dengan menggunakan prediktor unsur iklim dengan satuan waktu pengamatan yang lebih pendek (harian) dan dengan mempertimbangkan peubah non iklim seperti jumlah atau kepadatan penduduk dan siklus hidup nyamuk vektor.

Kendala yang dihadapi dalam mengembangkan model prediksi stokastik dengan menggunakan data iklim harian dan non-iklim ialah ketersediaan data penyakit dan iklim harian sangat terbatas, data non-iklim yang tersedia seringkali berbeda periode waktu pengamatan dan wilayah cakupannya dengan data iklim. Oleh karena itu perlu dikembangkan metode penyusunan model stokastik prediksi angka kejadian penyakit DBD yang dapat mengatasi kendala dan permasalahan tersebut. Penelitian ini akan mengembangkan model stokastik menggunakan faktor iklim dengan mempertimbangkan siklus hidup nyamuk dan virus dalam tubuh nyamuk.

## 1.2 Tujuan :

### 1.2.1 Tujuan umum:

Tujuan umum dari Penelitian ini adalah untuk mendapatkan model peringatan dini dengan memanfaatkan informasi iklim sebagai dasar dalam penyusunan langkah-langkah antisipatif menghadapi kemungkinan kejadian penyakit DBD serta strategi penanggulangannya.

### 1.2.2 Tujuan khusus

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah :

- i. Menyusun metode penentuan indeks kerawanan dan tingkat endemik wilayah kabupaten/kota terhadap kejadian penyakit demam berdarah dan mendapatkan peta sebaran wilayah rawan di Indonesia
- ii. Mengidentifikasi peubah iklim dan non-iklim yang menentukan angka kejadian penyakit
- iii. Menyusun model prediksi tingkat kejadian penyakit DBD
- iv. Menyusun model peringatan dini dan pemanfaatannya untuk menyusun langkah antisipatif dan pengendalian tingkat kejadian penyakit DBD

## 1.3. Luaran yang diharapkan

Penelitian ini akan menghasilkan tiga luaran yaitu :

1. Metode Penentuan Indeks Kerawanan dan peta sebaran wilayah rawan penyakit demam berdarah di Indonesia pada tingkat kabupaten/kota
2. Model prediksi angka kejadian penyakit demam berdarah berdasarkan informasi iklim



#### 1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh instansi terkait dan masyarakat untuk :

- (i) mengetahui wilayah dan waktu rawan kejadian penyakit demam berdarah
- (ii) mengetahui perkiraan angka kejadian berdasarkan perkembangan kondisi musim
- (iii) menyusun langkah-langkah antisipasi dan penanggulangannya.

#### 1.5 Hipotesis

1. Waktu dan kemungkinan angka kejadian penyakit demam berdarah dapat atau tidak dapat diprediksi berdasarkan informasi iklim
2. Tingkat keakurasian model prediksi kejadian penyakit DBD dapat atau tidak dapat ditingkatkan melalui penggunaan faktor koreksi yang disusun berdasarkan informasi non-iklim
3. Model prediksi dapat atau tidak dapat digunakan untuk menyusun rekomendasi langkah antisipasi dan strategi penanggulangan penyakit demam berdarah secara lebih efektif

#### 1.6. Kerangka Penelitian

##### 1.6.1. Pendekatan Pemecahan Masalah

Data penderita DBD yang tersedia dalam catatan Departemen Kesehatan saat ini ialah data jumlah penderita dan angka kejadian (*Incidence Rate*) penyakit DBD bulanan periode tahun 1992 hingga 2005 pada skala Kabupaten. Data yang tersedia dianggap cukup memadai untuk menyusun metode penentuan tingkat kerawanan kabupaten terhadap kejadian penyakit DBD dan untuk bahan pemetaan tingkat kerawannya dalam skala bulanan. Data non iklim yang tersedia yang diduga dapat digunakan sebagai faktor penjelas keragaman angka kejadian penyakit demam berdarah antar kabupaten ialah data penduduk, penutupan lahan, tingkat pendidikan, pendapatan penduduk, dan data fasilitas pelayanan kesehatan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University

Untuk mendapatkan model prediksi angka kejadian penyakit DBD yang lebih baik, maka wilayah administrasi yang menjadi cakupan kajian seharusnya lebih sempit, bukan tingkat kabupaten tetapi tingkat kecamatan karena pada cakupan wilayah ini tingkat kehomogenan data penyakit maupun iklim lebih baik. Meskipun demikian berdasarkan pertimbangan bahwa mobilitas penduduk antar kecamatan dalam satu kabupaten / kota pada umumnya sangat tinggi, maka peluang penularan penyakit DBD sangat mungkin terjadi di luar kecamatan tempat tinggal, tetapi diasumsikan masih terbatas pada tingkat kabupaten. Oleh karena itu data penyakit tingkat kabupaten dan data iklim dari kecamatan endemik (jika tersedia) dipergunakan sebagai bahan penyusun model prediksi.

Mengingat penyakit DBD ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* yang membawa virus *dengue*, maka pengaruh iklim maupun non iklim dalam siklus hidup nyamuk dalam hubungannya dengan proses penularan penyakit DBD diperhitungkan dalam menyusun peubah prediktor model prediksi. Untuk selanjutnya model prediksi dipergunakan sebagai bahan penyusun model peringatan dini penyakit DBD.

Metode penyusunan model peringatan dini penyakit DBD yang akan dilakukan ialah dengan mengembangkan metode penyusunan bertahap. Tahapan langkah analisis yang dilakukan dalam menyusun model yang dimaksud di atas ialah sebagai berikut:

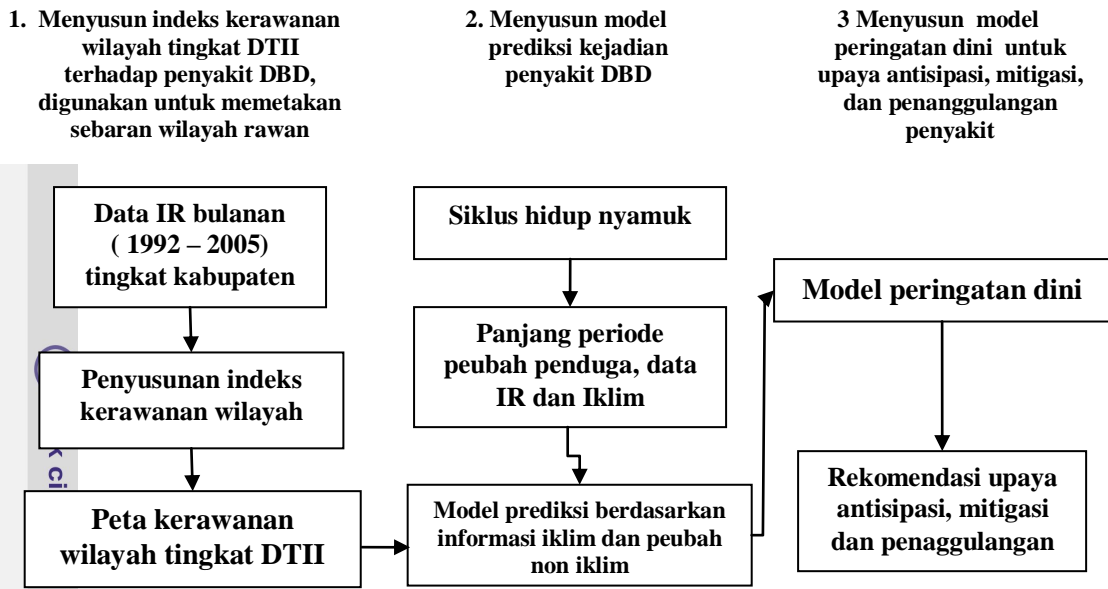
- Tahap 1a. Mendapatkan metode perhitungan dan nilai Indeks Kerawanan wilayah KOTA/KABUPATEN terhadap penyakit DBD, kemudian mengelompokkan kabupaten menurut pola Indeks Kerawanan tersebut.
- Tahap 1b. Memetakan wilayah rentan tingkat KOTA/KABUPATEN menurut hasil pengelompokan dan menurut tingkat kerawanan bulanannya.
- Tahap 2. Menyusun model prediksi angka kejadian penyakit demam berdarah dengan menggunakan informasi iklim dan mempertimbangkan siklus hidup nyamuk vektor.
- Tahap 3. Menyusun model peringatan dini dan pedoman pemanfaatan model dalam menentukan langkah-langkah antisipasi menghadapi kemungkinan kejadian penyakit demam berdarah dan strategi mitigasi dan penanggulangannya.

Secara skematis, kerangka penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

Penelitian dibagi kedalam 3 tahapan analisis. Ketiga tahapan analisis tersebut dapat digambarkan sebagaimana terlihat pada Gambar 2 berikut :

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.  
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.





Gambar 2. Kerangka Pikir dan Struktur Penelitian

Hasil dari tahap ke 3, yaitu Model Prediksi akan dipakai sebagai dasar dalam menyusun model peringatan dini untuk pedoman penyusunan langkah-langkah antisipasi kemungkinan kejadian penyakit demam berdarah dan strategi penanggulangannya.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Diarangi memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.