

PENGEMBANGAN MODEL PERINGATAN DINI DEMAM DENGUE BERBASIS IKLIM DI WILAYAH ENDEMIS - INDONESIA

MAMENUN



**PROGRAM STUDI KLIMATOLOGI TERAPAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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

Perpustakaan IPB University

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi berjudul Pengembangan Model Peringatan Dini Demam *Dengue* Berbasis Iklim di Wilayah Endemis - Indonesia adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun ke perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2024

Mamenun
NIM G261190041



RINGKASAN

MAMENUN. Pengembangan Model Peringatan Dini Demam *Dengue* Berbasis Iklim di Wilayah Endemis – Indonesia. Dibimbing oleh YONNY KOESMARYONO, RINI HIDAYATI, ARDHASENA SOPAHEL UWAKAN, BAMBANG DWI DASANTO.

Demam *dengue* merupakan penyakit yang disebabkan oleh virus dan ditularkan melalui nyamuk. Penyakit ini dapat menyebabkan risiko kesehatan yang fatal terhadap manusia. Di Indonesia, jumlah kasus demam *dengue* terus meningkat sejak pertama kali ditemukan hingga saat ini. Iklim merupakan salah satu faktor yang memengaruhi kejadian demam *dengue*. Iklim memiliki peran signifikan dalam mendukung ketersediaan lingkungan yang cocok untuk perkembangan hidup nyamuk, mulai dari telur, larva, pupa, hingga nyamuk dewasa. Penelitian hubungan antara model prediksi demam *dengue* dengan parameter iklim telah banyak dilakukan di Indonesia, namun penelitian tersebut masih bersifat sporadis dan hanya dilakukan pada lokasi tertentu. Penelitian komprehensif yang mencakup wilayah luas (skala nasional) dalam menentukan parameter iklim dominan terhadap kejadian kasus demam *dengue* belum dilakukan. Pada skala nasional, identifikasi wilayah endemis demam *dengue* sangat krusial untuk memetakan wilayah prioritas pengendalian penyakit ini.

Penelitian ini dimulai dengan melakukan orientasi penelitian yang dituangkan pada Bab 1 dan Bab 2. Penelusuran tinjauan pustaka sistematis dirinci secara detil pada Bab 2 untuk menentukan *state of the art* dan *gap* penelitian terkait hubungan kejadian demam *dengue* dan parameter iklim untuk wilayah Indonesia selama 10 tahun terakhir. Penelitian keterkaitan antara kasus demam *dengue* terhadap iklim pada wilayah yang luas, tingkat kekeringan, ketinggian tempat, pola hujan, mobilisasi manusia, iklim regional, pola spasial-temporal, serta analisis risiko kejadian demam *dengue* di masa depan belum banyak terungkap di Indonesia.

Pada Bab 3, penentuan wilayah endemis demam *dengue* secara nasional dilakukan dengan menggunakan teknik *clustering* berdasarkan angka kejadian atau *Incidence Rate/IR* dan kepadatan kasus. Teknik *clustering* tersebut menghasilkan pembagian kelompok wilayah dalam *cluster* 1, 2, 3 dan 4. *Cluster* 1 dan 2 merupakan wilayah dengan prioritas tinggi untuk pencegahan dan pengendalian kejadian demam *dengue*. Wilayah yang termasuk dalam *cluster* 1 berjumlah 11 kabupaten/kota dengan kepadatan kasus tinggi, angka kejadian menengah hingga tinggi, dan memiliki luas wilayah yang relatif kecil. *Cluster* 2 terdiri atas 25 kabupaten/kota dengan wilayah relatif lebih luas dengan kepadatan kasus rendah dan angka kejadian tinggi. Wilayah yang termasuk dalam *cluster* 3 merupakan wilayah dengan prioritas menengah yang terdiri atas 117 kabupaten/kota. *Cluster* 4 termasuk wilayah dengan prioritas rendah yang terdiri atas 344 kabupaten/kota.

Analisis spasial dan temporal kejadian demam *dengue* dan penentuan parameter iklim secara nasional menggunakan teknik dekomposisi data berpasangan, *Singular Value Decomposition* (SVD), dijelaskan secara detil pada Bab 4. Hasil SVD menunjukkan bahwa kelembapan udara memiliki nilai kovarian paling tinggi pada *mode* pertama di semua *cluster* wilayah endemis. Pada *cluster* 1 diperoleh nilai korelasi tertinggi antara *mode* pertama iklim dan *mode* pertama IR terdapat pada kelembapan udara. Pada *cluster* 2 dan *cluster* 3 diperoleh pada curah

hujan dan suhu rata-rata, sedangkan pada *cluster* 4 nilai korelasi tertinggi terdapat pada curah hujan. Pada *mode* 1 IR di seluruh *cluster* menunjukkan pola temporal demam *dengue* lebih jelas mengikuti pola *mode* 1 curah hujan dan kelembapan, sedangkan suhu mempunyai pola sebaliknya.

Teknik SVD juga menggambarkan keterkaitan kejadian demam *dengue* terhadap parameter iklim dominan di setiap *cluster* yang ditentukan dari nilai korelasi heterogen antara *mode* setiap parameter iklim dan angka IR. Pola spasial korelasi heterogen antara *mode* pertama kelembapan dan *mode* pertama curah hujan terhadap IR mempunyai nilai yang lebih tinggi dan dominan diperoleh di setiap *cluster* dibandingkan *mode* pertama suhu udara. Hasil tersebut menunjukkan bahwa curah hujan dan kelembapan udara merupakan parameter iklim paling dominan dalam memengaruhi kejadian demam *dengue* di wilayah Indonesia. Korelasi heterogen curah hujan dan kelembapan udara dominan positif tersebut diperoleh di pulau Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Sumatera bagian timur, Kalimantan bagian selatan dan beberapa kabupaten/kota di Sulawesi bagian tenggara dan utara.

Pada Bab 5, pemodelan prediksi demam *dengue* dilakukan pada perwakilan wilayah dengan prioritas tinggi dan pola hujan monsun, ekuatorial, dan lokal. Kriteria pemilihan model menggunakan nilai *p-value* <0,05 untuk setiap prediktor model. Penentuan model terbaik menggunakan kombinasi kriteria nilai Akaike terendah, koefisien determinasi tertinggi atau nilai bias terendah. Hasil pemilihan model terbaik menunjukkan kelembapan udara dan jumlah kasus pada satu bulan sebelumnya merupakan prediktor penyusunan model yang memenuhi kriteria tersebut. Jeda waktu kelembapan udara yang digunakan bervariasi di setiap lokasi antara 1 hingga 3 bulan. Jumlah kasus demam *dengue* menggunakan jeda waktu 1 bulan sebelumnya yang mengindikasikan bahwa ketersediaan virus di alam masih berpotensi ditularkan pada manusia.

Hasil perbandingan seluruh model terpilih di semua lokasi menunjukkan bahwa wilayah dengan pola hujan monsun memiliki nilai koefisien determinasi lebih tinggi dan nilai bias lebih rendah dibandingkan dengan wilayah pola ekuatorial dan lokal. Dengan demikian, kasus demam *dengue* lebih mudah diprediksi di wilayah dengan pola hujan monsun. Hasil verifikasi model prediksi terbaik ditunjukkan dengan pola jumlah kasus hasil model mengikuti jumlah kasus aktual dengan nilai bias cukup rendah.

Kebaruan yang diungkapkan pada penelitian ini, yaitu (1) pemetaan wilayah endemis demam *dengue* secara nasional dengan prioritas tinggi, menengah, dan rendah untuk pencegahan demam *dengue*, (2) karakteristik spasial – temporal kejadian demam *dengue* serta parameter iklim dominan di seluruh wilayah Indonesia, dimana kelembapan udara dan curah hujan menjadi parameter iklim dominan dalam memengaruhi kejadian demam *dengue*, dan (3) pengembangan model prediksi demam *dengue* di wilayah prioritas tinggi dan pola hujan berbeda, dimana pada wilayah dengan pola hujan monsun kejadian demam *dengue* lebih mudah diprediksi. Kebaruan ini dapat dimanfaatkan dalam mendukung pencapaian penyediaan informasi iklim berbasis dampak (*impact-based forecast*) untuk sektor kesehatan serta pengembangan sistem peringatan dini demam *dengue*. Informasi tersebut diharapkan dapat digunakan untuk aksi pencegahan kejadian luar biasa demam *dengue* oleh instansi pemerintah dan nonpemerintah.

Kata kunci: demam *dengue*, iklim, *incidence rate*, Indonesia, wilayah endemis



SUMMARY

MAMENUN. The Development of Dengue Fever Early Warning Model Using Climate Parameter in Endemic Areas – Indonesia. Supervised by YONNY KOESMARYONO, RINI HIDAYATI, ARDHASENA SOPAHEL UWAKAN, BAMBANG DWI DASANTO.

Dengue fever is a vector-borne disease caused by a virus and transmitted by mosquitoes. This disease poses significant health risk to human life. In Indonesia, dengue fever cases have increased since firstly found in 1968 until recent years. Climate has a significant role in supporting a suitable environment for vector's life cycle, from egg, larva, pupa, until adult. Research on the relationship and prediction model for dengue fever using climate parameters has been widely conducted in Indonesia. However, this research is still sporadic and only carried out in specific locations. Research that includes macro or national scales to determine the dominant climate parameters influencing dengue fever has never been carried out. Identifying endemic areas for dengue fever on a national scale is crucial for mapping priority areas to control this disease.

In this study, we start to conduct the research orientation which had been described in Chapter 1 and 2. A systematic literature review in Chapter 2 has been conducted to assess the current status of research and identify any existing gaps. Our focus was on studies related to the relationship between dengue incidence and climate factors, and dengue model predictions in Indonesia over the past decade. By comparing this research with global studies, we highlighted areas in Indonesia that require further development. The systematic literature review resulted several key insights, which could be significant findings. The comparison with global research emphasized several areas that have not been extensively explored in Indonesia. These include studies on the relationship between dengue cases and climate parameters on a macro scale, level of drought, elevation, human mobilization, regional climate, spatial-temporal pattern, and also the analysis of dengue incidence risk.

In Chapter 3, the identification of dengue endemic areas on a national scale has been conducted by using the utilization of clustering techniques based on the incidence rate or IR and dengue case density. This method leads to the classification of the dengue endemic areas into cluster 1, 2, 3 and 4. Cluster 1 and 2 are given as high priority areas for dengue prevention and control. Cluster 1 comprises 11 districts and cities characterized by high case density, medium to high incidence rates, and relatively have small areas. Cluster 2 encompasses a broader area with low case density and high incidence rates, consisting of 25 districts and cities. Cluster 3 includes 117 medium-priority districts and cities. Lastly, Cluster 4 comprises 344 low-priority districts and cities.

The study conducted a national-scale spatial and temporal analysis of dengue incidence and its relationship with climate parameters using Singular Value Decomposition (SVD) paired data decomposition techniques (Chapter 3). The results of SVD showed that air humidity had the highest covariance value in the first mode across all endemic clusters. The first mode revealed the highest correlation between air humidity and incidence rate in cluster 1. In clusters 2 and 3, the highest correlation in the first mode was found between the incidence rate and

climate parameters like rainfall and average temperature, while in cluster 4, the highest correlation was associated with rainfall. The SVD technique also identified the dominant temporal pattern of dengue incidence. It was observed that the first mode of incidence rate in all clusters aligned with the first mode of rainfall and air humidity, while the first mode of temperature displayed a different pattern.

The SVD highlighted the heterogeneous correlations between the modes of each climate parameter and incidence rate in each cluster, describing the dependence of dengue incidence on dominant climate factors. The spatial patterns of correlations also indicated that rainfall and air humidity were the dominant climate parameters influencing dengue incidence in Indonesia, with the highest and dominant correlations found in Java, Bali, Nusa Tenggara, Eastern part of Sumatra, Southern part of Kalimantan, and several regencies/cities in Southeastern and Northern part of Sulawesi.

In Chapter 5, dengue fever prediction modeling was conducted on representatives of high-priority areas with different rainfall patterns (monsoonal, equatorial, and local). The model selection criteria use a p-value < 0,05 for each predictor included in the model. We employ a combination of criteria including the lowest Akaike value, the highest coefficient of determination, and the lowest bias value, to determine the best dengue's model prediction. The result of the best model selection shows that air humidity and the number of cases in the previous month serve as predictors in constructing a model that aligns with these criteria. Notably, the time lag for air humidity varies between 1, 2, and 3 months at each location. Furthermore, the number of dengue fever cases exhibits a time lag of 1 month, indicating the virus still has the potential to be transmitted to human. The comparison results of all selected models across various locations indicate that regions with monsoonal patterns exhibit higher coefficients of determination and lower bias values compared to regions with equatorial and local patterns. Therefore, it is easier to predict dengue fever cases in areas with monsoonal patterns.

This research has produced novelties that can serve as a foundation for implementing dengue fever prevention and control programs by policymakers, health workers, and community. The key findings include : (1) mapping of dengue fever endemic areas across the nation, categorizing them into high, medium, and low priority for dengue fever control, (2) identification of the spatial-temporal patterns of dengue fever incidence, as well as the dominant climate parameters throughout Indonesia, which resulted humidity and rainfall are the primary climate parameters influencing the incidence of dengue fever, (3) development of a prediction model for dengue fever in high priority areas under different rainfall patterns. The model shows that in areas with monsoonal rainfall patterns, the incidence of dengue fever is more predictable. These findings can be leveraged to support the provision of impact-based climate information (impact-based forecast) for the health sector and to develop dengue early warning system. The information obtained from this system can be used by government and non-government agencies to prevent the outbreak of dengue.

Keywords: climate, dengue, endemic area, incidence rate, Indonesia



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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

© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2024
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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

Perpustakaan IPB University

PENGEMBANGAN MODEL PERINGATAN DINI DEMAM DENGUE BERBASIS IKLIM PADA WILAYAH ENDEMIS - INDONESIA

MAMENUN

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor
pada
Program Studi Klimatologi Terapan

**PROGRAM STUDI KLIMATOLOGI TERAPAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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

Penguji Luar Komisi Pembimbing Pada Ujian Tertutup Disertasi:

1. Dr. dr. Mira Dewi, M. Si
2. Prof. Dr. Nuning Nuraini, M. Si

Penguji Luar Komisi Pembimbing Pada Sidang Terbuka Disertasi:

1. Dr. dr. Mira Dewi, M. Si
2. Prof. Dr. Nuning Nuraini, M. Si



Judul Disertasi : Pengembangan Model Peringatan Dini Demam *Dengue* Berbasis Iklim di Wilayah Endemis-Indonesia

Nama : Mamenun
NIM : G261190041

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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 University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, M.S.

Pembimbing 2:
Dr. Ir. Rini Hidayati, M.S.

Pembimbing 3:
Dr. Ardhasena Sopaheluwakan, S.Si., M.Sc.

Pembimbing 4:
Dr. Drs. Bambang Dwi Dasanto, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. I Putu Santikayasa. S.Si., M.Sc.
NIP. 197902242005011002

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam
Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.
NIP. 197807232007011001

Tanggal Ujian Tertutup : 15 Juli 2024
Tanggal Sidang Promosi : 6 Agustus 2024

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh. Alhamdulillahirobbil aalamiin. Puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT atas seluruh rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Disertasi pada Program Studi Klimatologi Terapan, Institut Pertanian Bogor. Penelitian ini berjudul “Pengembangan Model Peringatan Dini Demam *Dengue* Berbasis Iklim di Wilayah Endemis – Indonesia”.

Terima kasih yang tak terhingga penulis sampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Yonny Koesmaryono, selaku Ketua Komisi Pembimbing, atas arahan, bimbingan, dukungan, dan motivasi kepada penulis selama menempuh pendidikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ardhasena Sopaheluwakan, selaku anggota komisi atas pembelajaran, arahan, bimbingan, motivasi dan dukungan kepada penulis sejak sebelum dan selama proses penelitian hingga selesai. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Ibu Dr. Rini Hidayati dan Bapak Dr. Bambang Dwi Dasanto selaku anggota komisi pembimbing atas arahan, bimbingan, dan dukungan kepada penulis selama proses pendidikan. Penulis mengucapkan terima kasih atas saran dan masukan kepada para penguji luar komisi saat prelim lisan, yaitu Ibu Prof. Dr. Upik Kesumawati Hadi dan Bapak Dr. I Putu Santikayasa, serta penguji luar komisi ujian tertutup dan sidang promosi terbuka, yaitu Ibu Dr. dr. Mira Dewi dan Prof. Dr. Nuning Nuraini.

Ungkapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh staf pengajar Program Studi Klimatologi Terapan atas ilmu yang telah diberikan, dan kepada staf administrasi yang telah memberikan bantuan administrasi selama perkuliahan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), Deputy Bidang Klimatologi, Kepala Pusat Layanan Informasi Iklim Terapan, dan Kepala Pusat Pendidikan dan Pelatihan atas kesempatan dan beasiswa yang diberikan kepada Penulis untuk menempuh pendidikan S3 di Program Studi Klimatologi Terapan, IPB. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Kesehatan atas dukungan data untuk kelancaran penelitian ini.

Penulis mempersembahkan karya ini untuk almarhum kedua orang tua, Ayahanda H. Ma'mun dan Ibunda Hj. Mamah. Penulis ucapkan terima kasih kepada kedua Mertua, Bapak H. La Ipanja, dan Ibu Hj. Wa Jamria, atas doa yang tiada henti. Kepada Suami tercinta, Alimatul Rahim, dan anak-anak, Taseefa Sharliz Maibara dan Kaysan Fariz Maibara, terima kasih atas kasih sayang, pengertian dan dukungan penuh yang diberikan, sehingga penulis dapat menuntaskan perjalanan panjang pendidikan doctoral ini. Kepada Kak Aliyah, Kak Nur, Kak Ida, dan seluruh keluarga besar, terima kasih atas doa dan dukungan yang selalu diberikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman seperjuangan, Ratna Satyaningsih, atas sharing ilmu dan waktunya, S3 KLI angkatan 2019, Sub Bidang Informasi Iklim Lingkungan, dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu. Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis berharap karya ini dapat memberikan manfaat kepada instansi terkait, akademisi dan masyarakat luas.

Bogor, Agustus 2024
Mamenun

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

I	PENDAHULUAN	1
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	5
1.3	Tujuan	5
1.4	Manfaat	6
1.5	Kebaruan (<i>Novelty</i>)	6
1.6	Sistematika Penyusunan Disertasi	6
II	TINJAUAN PUSTAKA SISTEMATIS: KEMAJUAN DAN GAP PENELITIAN	9
2.1	Abstrak	9
2.2	Pendahuluan	9
2.3	Data dan Metode	11
2.4	Hasil dan Pembahasan	13
2.5	Simpulan	26
III	PENENTUAN WILAYAH ENDEMIS DEMAM <i>DENGUE</i> DI INDONESIA	27
3.1	Abstrak	27
3.2	Pendahuluan	27
3.3	Data dan Metode	29
3.4	Hasil dan Pembahasan	32
3.5	Simpulan	37
IV	ANALISIS SPASIAL - TEMPORAL KEJADIAN DEMAM <i>DENGUE</i> DAN HUBUNGANNYA TERHADAP PARAMETER IKLIM DI INDONESIA	38
4.1	Abstrak	38
4.2	Penduhuluan	38
4.3	Data dan Metode	40
4.4	Hasil dan Pembahasan	43
4.5	Simpulan	49
V	PEMODELAN PREDIKSI KEJADIAN DEMAM <i>DENGUE</i> BERBASIS IKLIM	50
5.1	Abstrak	50
5.2	Pendahuluan	50
5.3	Data dan Metode	55
5.4	Hasil dan Pembahasan	60
5.5	Simpulan	75
VI	PEMBAHASAN UMUM	76
6.1	Wilayah Endemis Demam <i>Dengue</i>	76



6.2	Parameter Iklim Dominan dalam Memengaruhi Kejadian Demam <i>Dengue</i>	77
6.3	Model prediksi demam <i>dengue</i> menggunakan faktor iklim	78
6.4	Pemanfaatan dan Tindak Lanjut Hasil Penelitian	80

VII	SIMPULAN UMUM DAN SARAN	83
DAFTAR	PUSTAKA	86
LAMPIRAN		97
RIWAYAT	HIDUP	119

DAFTAR TABEL

2. 1	Jenis dan sumber data yang digunakan dalam pustaka penelitian	16
2. 2	Ringkasan gap penelitian dan rencana penelitian pada disertasi	24
2. 3	Gap status penelitian kejadian demam <i>dengue</i> saat ini di Indonesia terhadap penelitian global	24
3. 1	Jenis dan sumber data penelitian	30
4. 1	Jenis dan sumber data penelitian	40
4. 2	Nilai SCF faktor ekspansi A dan B dari dua mode pertama parameter iklim dan IR pada setiap <i>cluster</i>	44
4. 3	Nilai korelasi faktor ekspansi A dan B dari dua mode pertama parameter iklim dan IR pada setiap <i>cluster</i>	44
4. 4	Jumlah lokasi dengan nilai korelasi heterogen positif $r > 0,3$ dan korelasi negatif $r < -0,3$ antara <i>mode</i> pertama parameter iklim dan IR di setiap <i>cluster</i>	48
4. 5	Perbandingan jumlah kabupaten/kota dan nilai korelasi tertinggi antar parameter iklim <i>mode</i> pertama dan kedua terhadap IR di setiap lokasi dan <i>cluster</i>	49
5. 1	Daftar dan kriteria pemilihan lokasi model prediksi demam dengue	55
5. 2	Kombinasi model yang diujikan dalam prediksi kejadian demam dengue untuk setiap variabel iklim dan jumlah kasus sebelumnya	58
5. 3	Statistik deskriptif untuk setiap parameter iklim dan jumlah kasus demam dengue di wilayah studi	66
5. 4	Daftar model prediksi terbaik berdasarkan pemilihan model dengan nilai AIC, R ² , RMSE, dan NRMSE	71
5. 5	Persamaan model terbaik untuk prediksi kejadian demam dengue di setiap wilayah	72
5. 6	Perbandingan hasil verifikasi model prediksi kasus demam dengue menggunakan data tahun 2020	75

DAFTAR GAMBAR

1. 1	Angka kesakitan (<i>Incidence Rate</i> /IR), angka kematian (<i>Case Fatality Rate</i> /CFR) tingkat provinsi dan kabupaten/kota terjangkit periode 1968 sampai 2022 di Indonesia	2
1. 2	Kerangka alir penelitian dalam sistematika penyusunan disertasi	7
2. 1	Faktor yang digunakan dalam pemodelan prediksi demam <i>dengue</i>	10
2. 2	Hasil penelusuran dan pemilihan pustaka	13
2. 3	Jumlah pustaka terpilih periode 2010-2020	14
2. 4	Sebaran wilayah penelitian pengaruh iklim dan pemodelannya terhadap kejadian demam <i>dengue</i> di Indonesia	15
2. 5	Jumlah pustaka berdasarkan (a) parameter dan (b) tipe model	15
2. 6	Analisis korelasi faktor iklim/noniklim terhadap kejadian demam <i>dengue</i>	17
2. 7	Pengelompokan model dan parameter yang digunakan pada pustaka hubungan dan pemodelan iklim/noniklim terhadap kejadian demam <i>dengue</i> di wilayah Indonesia	18
2. 8	Matrik skala spasial/wilayah dan temporal/waktu yang digunakan pada penelitian hubungan dan pemodelan iklim untuk demam <i>dengue</i> di Indonesia	20
3. 1	Distribusi spasial kelengkapan data kasus demam <i>dengue</i> di Indonesia	32
3. 2	Jumlah kasus tahunan periode 2010-2020 di setiap provinsi	33
3. 3	Akumulasi angka <i>incidence rate</i> tahunan selama periode 2010-2020 di setiap provinsi	33
3. 4	Sebaran spasial IR tahunan periode 2010-2020 di Indonesia	34
3. 5	Grafik hasil <i>clustering</i> : (a) Empat <i>cluster</i> wilayah endemis demam <i>dengue</i> pada tingkat kabupaten/kota, dan (b) persentase jumlah anggota setiap <i>cluster</i>	35
3. 6	Pembagian wilayah prioritas pencegahan dan pengendalian demam <i>dengue</i> berdasarkan <i>cluster</i>	36
3. 7	Peta wilayah endemis demam <i>dengue</i> hasil <i>clustering</i> : (a) seluruh Indonesia, (b) pulau Jawa, Bali dan Lombok	36
4. 1	Peta sebaran spasial 156 stasiun iklim di Indonesia. Stasiun dengan tanda titik biru mewakili stasiun yang digunakan dalam analisis (128 stasiun), sedangkan tanda X menunjukkan stasiun yang tidak dimasukkan dalam analisis karena keterbatasan data	41
4. 2	Pola temporal koefisien ekspansi pada <i>mode</i> pertama paramater iklim dan kejadian demam <i>dengue</i> pada <i>cluster</i> 1	45
4. 3	Pola temporal koefisien ekspansi pada <i>mode</i> pertama paramater iklim dan kejadian demam <i>dengue</i> pada <i>cluster</i> 2	45
4. 4	Pola temporal koefisien ekspansi pada <i>mode</i> pertama paramater iklim dan kejadian demam <i>dengue</i> pada <i>cluster</i> 3	46
4. 5	Pola temporal koefisien ekspansi pada <i>mode</i> pertama paramater iklim dan kejadian demam <i>dengue</i> pada <i>cluster</i> 4	46

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



4. 6	Distribusi spasial nilai korelasi heterogen antara mode pertama parameter iklim dan IR untuk seluruh <i>cluster</i> ; (a) CH, (b) RH, (c) Tavg, (d) Tmaks, (e) Tmin. Poligon warna menunjukkan <i>cluster</i> , segilima berwarna menunjukkan nilai korelasi heterogen (A1Y)	47
5. 1	Siklus hidup nyamuk	51
5. 2	Tipe pola hujan wilayah Indonesia	53
5. 3	Tiga tipe umum zona musim wilayah Indonesia	53
5. 4	Pola klimatologis dan series data bulanan untuk curah hujan, kelembapan, suhu udara, dan jumlah kasus demam dengue periode 2010–2020 di wilayah Jakarta Selatan	60
5. 5	Pola klimatologis dan series data bulanan untuk curah hujan, kelembapan, suhu udara, dan jumlah kasus demam dengue periode 2010–2020 di wilayah Kota Bandung, Jawa Barat	61
5. 6	Pola klimatologis dan series data bulanan untuk curah hujan, kelembapan, suhu udara, dan jumlah kasus demam dengue periode 2010–2020 di wilayah Kabupaten Badung, Bali	62
5. 7	Pola klimatologis dan series data bulanan untuk curah hujan, kelembapan, suhu udara, dan jumlah kasus demam dengue periode 2010–2020 di wilayah Kota Banda Aceh	63
5. 8	Pola klimatologis dan series data bulanan untuk curah hujan, kelembapan, suhu udara, dan jumlah kasus demam dengue periode 2010–2020 di wilayah Kota Tanjung Pinang	64
5. 9	Pola klimatologis dan series data bulanan untuk curah hujan, kelembapan, suhu udara, dan jumlah kasus demam dengue periode 2010–2020 di wilayah Kota Palu, Sulawesi Tengah	65
5. 10	Nilai korelasi Spearman, diagram pencar, dan histogram pada lag 0 bulan antara kejadian demam dengue terhadap setiap parameter iklim di wilayah: (a) Kota Jakarta Selatan, (b) Kota Bandung, Jawa Barat, (c) Kabupaten Badung, Bali, (d) Kota Banda Aceh, (e) Kota Tanjung Pinang, dan (f) Kota Palu	67
5. 11	Korelasi silang pada lag 0 hingga 3 bulan antara kasus demam dengue terhadap setiap parameter iklim di wilayah: (a) Kota Jakarta Selatan, (b) Kota Bandung, (c) Kabupaten Badung, (d) Kota Banda Aceh, (e) Kota Tanjung Pinang, dan (f) Kota Palu	68
5. 12	Sebaran nilai R ² dan NRMSE seluruh model terpilih di setiap wilayah. Warna menunjukkan wilayah studi, sedangkan pola bentuk menunjukkan pola hujan (lingkaran untuk pola monsun, segitiga untuk pola ekuatorial, dan bujur sangkar untuk pola lokal)	69
5. 13	Pemilihan model terbaik berdasarkan nilai AIC terkecil, R ² tertinggi, atau RMSE di wilayah: (a) Kota Jakarta Selatan, (b) Kota Bandung, (c) Kabupaten Badung, (d) Kota Banda Aceh, (e) Kota Tanjung Pinang, dan (f) Kota Palu	70
5. 14	Plot perbandingan kasus dengue aktual dan hasil model prediksi untuk data training periode 2010 – 2019 (garis merah dan biru), dan data testing tahun 2020 (garis hijau dan hitam) di wilayah: (a) Kota Jakarta Selatan, (b) Kota Bandung, (c) Kabupaten Badung, (d) Kota Banda Aceh, (e) Kota Tanjung Pinang, dan (f) Kota Palu	73



5. 15 Diagram pencar perbandingan kasus dengue aktual dan hasil model prediksi tahun 2020	74
---	----

DAFTAR LAMPIRAN

1. Hasil sintesis pustaka terpilih dalam tinjauan pustaka sistematis	98
2. Daftar kabupaten baru yang mengalami pemekaran wilayah tahun 2010-2014	105
3. Jumlah kabupaten/kota pada setiap <i>cluster</i> di masing-masing provinsi	106
4. Daftar anggota setiap <i>cluster</i> wilayah endemis demam <i>dengue</i> pada tingkat kabupaten/kota	107
5. Daftar stasiun yang digunakan dalam analisis	111
6. Daftar kombinasi model terpilih dan variabel pembentuk pada setiap model	115