

***REMOTE SENSING UNTUK MEMPREDIKSI KASUS DEMAM
BERDARAH MENGGUNAKAN RANDOM FOREST***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Komputer Program Studi Ilmu Komputer



Oleh:

BIMANTORO AULIA RIZKY

1900303

**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2023

*REMOTE SENSING UNTUK MEMPREDIKSI KASUS DEMAM
BERDARAH MENGGUNAKAN RANDOM FOREST*

Oleh
Bimantoro Aulia Rizky
NIM 1900303

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Komputer
pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Bimantoro Aulia Rizky
Universitas Pendidikan Indonesia
Desember 2023

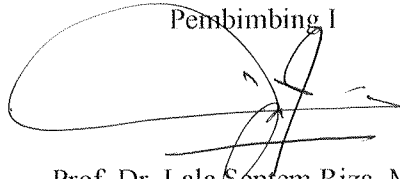
Hak cipta dilindungi Undang-Undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan
dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

REMOTE SENSING UNTUK MEMPREDIKSI KASUS DEMAM
BERDARAH MENGGUNAKAN *RANDOM FOREST*

Bimantoro Aulia Rizky

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing

Pembimbing I



Prof. Dr. Lala Septem Riza, M.T.

NIP: 197809262008121001

Pembimbing II



Yaya Wihardi, M.Kom.

NIP: 198903252015041001

Mengetahui

Ketua Program Studi Ilmu Komputer



Dr. Muhamad Nursalman, M.T.

NIP: 197909292006041002

PERNYATAAN

Dengan ini, penulis menyatakan bahwa skripsi dengan judul “*Remote Sensing* untuk Memprediksi Kasus Demam Berdarah Menggunakan *Random forest*” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya penulis sendiri. Penulis tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, penulis siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya penulis ini..

Bandung, Desember 2023
Yang Membuat Pernyataan,

Bimantoro Aulia Rizky

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji penggunaan teknologi *remote sensing* dan algoritma *random forest* dalam upaya memprediksi kasus demam berdarah. Demam berdarah adalah masalah kesehatan global yang memerlukan pemantauan dan tindakan cepat. Penggunaan data citra satelit, seperti *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI), *Normalized Difference Water Index* (NDWI), dan *Normalized Difference Moisture Index* (NDMI), data suhu permukaan, kecepatan angin, curah hujan, kelembaban, suhu, dan populasi, digunakan untuk mengidentifikasi daerah-daerah yang berpotensi tinggi terhadap penularan penyakit tersebut. Algoritma *random forest* digunakan untuk mengintegrasikan berbagai parameter lingkungan dan membangun model prediksi. Informasi data citra satelit diekstraksi menggunakan aplikasi *google earth engine*, menghasilkan data yang digunakan memprediksi demam berdarah menggunakan *random forest*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa skenario terbaik menghasilkan nilai RMSE sebesar 57.912128.

Kata Kunci: demam berdarah, *remote sensing*, *machine learning*, *random forest*, *google earth engine*

ABSTRACT

This research examines the use of remote sensing technology and random forest algorithm in an effort to predict dengue fever cases. Dengue is a global health problem that requires monitoring and rapid action. The use of satellite image data, such as Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Built-up Index (NDBI), Normalized Difference Water Index (NDWI), and Normalized Difference Moisture Index (NDMI), surface temperature, wind speed, rainfall, humidity, temperature, and population data, are used to identify areas with high potential for transmission of the disease. A random forest algorithm was used to integrate the various environmental parameters and build a prediction model. Satellite image data information was extracted using google earth engine application, resulting in data used to predict dengue fever using random forest. The results showed that the best scenario resulted in an RMSE value of 57.912128.

Keywords: *dengue fever, remote sensing, machine learning, random forest, google earth engine*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah Swt., atas kehendak dan izin-Nya-lah penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Remote Sensing* untuk Memprediksi Kasus Demam Berdarah Menggunakan *Random Forest*” ini tepat pada waktunya. Skripsi ini ditulis untuk memenuhi sebagian syarat dalam meraih gelar sarjana komputer atas jenjang studi S1 pada Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan yang perlu disempurnakan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran maupun kritik yang membangun agar tidak terjadi kesalahan yang sama di kemudian hari dan dapat meningkatkan kualitas ke tahap yang lebih baik.

Bandung, Desember 2023

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillah Rabbil ‘Alamin, puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah-Nya sehingga penulis diberikan kesehatan, kebaikan dan kebahagiaan. Kelancaran dalam proses penulisan skripsi ini, penulis mendapatkan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Karenanya, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, Mamah Aisyah dan Bapak Suhara, serta kakak Lesmana Eka Fadhilah yang tanpa henti-hentinya memberikan doa dan dukungan, baik itu dukungan moral, materiil, maupun spiritual sehingga dapat memotivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Lala Septem Riza, M.T. selaku pembimbing I serta Ketua Departemen Pendidikan Ilmu Komputer FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia atas segala waktu yang dicurahkan untuk membimbing penulis demi terselesaikannya skripsi ini.
3. Bapak Yaya Wihardi, M.Kom. selaku pembimbing II yang telah memberikan saran kepada penulis selama proses penyelesaian penelitian dan penulisan skripsi.
4. Ibu Dr. Rani Megasari, M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penulis menjalani perkuliahan.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Ilmu Komputer yang telah berbagi ilmu yang sangat bermanfaat kepada penulis.
6. Ibu Riska dan rekan di Dinas Kesehatan Jawa Barat yang telah menyediakan dan memberi data demam berdarah dalam penelitian ini.
7. Amar Musaddad, Basuki Rahmat Firmansyah, Dikdik Darmawan, Erlangga, Fachry Husaini, Fawwaz Kautsar sebagai sahabat perjuangan yang telah memberikan dukungan selama perkuliahan dan proses penyusunan penelitian
8. Semua rekan-rekan kelas C1 angkatan 2019 Program Studi Ilmu Komputer yang telah bersama-sama melewati suka duka perkuliahan.

9. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga semua amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan yang berlipat dari Allah Swt. Aamiin.

Bandung, Desember 2023

Bimantoro Aulia Rizky

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMAKASIH	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Demam Berdarah Dengue	7
2.1.1 Pengertian Demam Berdarah Dengue	7
2.1.2 Gejala Demam Berdarah	7
2.1.3 Faktor Penyebab Demam Berdarah	8
2.1.4 Faktor Lainnya	9
2.1.5 Penelitian Terkait Demam Berdarah	15
2.2 <i>Remote Sensing</i>	21
2.2.1 Pengenalan <i>Remote Sensing</i>	21
2.2.2 Sejarah Perkembangan <i>Remote Sensing</i>	23

2.2.3 <i>Remote Sensing</i> dan Prinsip Dasarnya	24
2.3 <i>Google Earth Engine</i>	26
2.3.1 Pengenalan <i>Google Earth Engine</i>	26
2.3.2 Fitur dan Kelebihan <i>Google Earth Engine</i>	28
2.3.3 Memperoleh <i>File ROI</i>	29
2.3.4 Hasil Ekstraksi <i>Google Earth Engine</i>	31
2.4 <i>Machine Learning</i>	33
2.4.1 Pengertian <i>Machine Learning</i>	33
2.4.2 Jenis-jenis <i>Machine Learning</i>	34
2.4.3 <i>Supervised Learning</i>	34
2.5 <i>Random Forest</i>	35
2.5.1 Pengenalan Algoritma <i>Random Forest</i>	35
2.5.2 Tahapan Algoritma <i>Random Forest</i>	36
2.5.3 Penelitian Terdahulu Terkait Algoritma <i>Random Forest</i>	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	47
3.1 Desain Penelitian	47
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	49
3.2.1 Alat Penelitian.....	49
3.2.2 Bahan Penelitian.....	49
3.3 Metode Penelitian.....	50
3.3.1 Metode Pengumpulan Data	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Pengumpulan Data.....	51
4.1.1 Pengunduhan Data ROI.....	52
4.1.2 Mengunduh Data dari Jakarta Open Data	54

4.2	Perancangan Model Komputasi untuk Memprediksi Kasus Demam Berdarah	54
4.2.1	Perolehan Data ROI	57
4.2.1	Perolehan Data <i>Remote Sensing</i>	59
4.2.2	Data Preprocessing.....	60
4.2.3	Training Model Algoritma <i>Random Forest</i>	61
4.2.4	Testing Model Algoritma <i>Random Forest</i>	63
4.2.5	Antarmuka Perangkat Lunak.....	64
4.3	Pengembangan Perangkat Lunak	66
4.3.1	Implementasi	66
4.3.2	Pengujian.....	94
4.4	Rancangan Skenario Eksperimen	95
4.4.1	Skenario Terhadap Nilai RMSE.....	96
4.4.2	Skenario Terhadap Kecepatan Komputasi	97
4.5	Hasil Eksperimen.....	98
4.6	Pembahasan	100
4.6.1	Pengujian Metode.....	100
4.6.2	Perbandingan Nilai RMSE.....	102
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		109
5.1	Kesimpulan	109
5.2	Saran.....	110
Daftar Pustaka.....		111
LAMPIRAN.....		117
Lampiran 1 : Kode Program Kelas <i>Random Forest</i>		117
Lampiran 2 : Kode Program Kelas <i>Decision Tree</i>		118
Lampiran 3 : Kode Program Kelas <i>Helper</i>		122

Lampiran 4 : Surat Izin Penelitian Dinas Kesehatan Jawa Barat..... 123

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ringkasan Referensi Curah Hujan	10
Tabel 2.2 Ringkasan Referensi NDVI	12
Tabel 2.3 Ringkasan Penelitian Terdahulu Terkait Demam Berdarah	15
Tabel 2.4 Data Remote Sensing yang Digunakan.....	31
Tabel 2.5 Ringkasan faktor dan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini	32
Tabel 2.6 Ringkasan Penelitian Terdahulu Terkait Algoritma <i>Random Forest</i>	41
Tabel 4. 1 Parameter Demam Berdarah	51
Tabel 4.2 File Data Wilayah dari Indonesia Geospasial	52
Tabel 4.3 File Data Wilayah dari gadm.org	54
Tabel 4.4 Data Kasus Demam Berdarah di Kota Jakarta Barat Tahun 2015	54
Tabel 4.5 Data Final untuk Preprocessing Data	88
Tabel 4.6 Pengujian Error Handling pada Program	94
Tabel 4.7 Skenario Pengujian RMSE Random Forest	96
Tabel 4.8 Skenario Pengujian Kecepatan Komputasi Random Forest	98
Tabel 4.9 Hasil Simulasi Model <i>Random Forest</i> sebagai Output Program	99
Tabel 4.10 Hasil Eksperimen Pengujian Metode Random Forest dengan Library Random Forest Sklearn Python.....	101
Tabel 4.11 Hasil Eksperimen Pengujian Metode dengan Library Metode Lain.	101
Tabel 4.12 Hasil Eksperimen Pengujian Parameter Terhadap Nilai RMSE Menggunakan Random Forest	102
Tabel 4.13 Hasil Eksperimen Pengujian Parameter Terhadap Kecepatan Komputasi Menggunakan Random Forest	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kasus DBD Jakarta 2019	2
Gambar 2.1 Tahapan dalam Proses Remote Sensing (GIRSSTUDY).....	22
Gambar 2.2 Sensor Remote Sensing.....	25
Gambar 2.3 Tampilan Awal Google Earth Engine	27
Gambar 2.4 Tampilan Tab Dataset Google Earth Engine.....	29
Gambar 2.5 Pengunggahan ROI pada Google Earth Engine	30
Gambar 2.6 Penggunaan Google Earth Engine dengan Batas Kota Bandung	31
Gambar 2.7 Cara Kerja Random Forest.....	37
Gambar 2.8 Algoritma Random Forest.....	38
Gambar 2.9 Algoritma Pembuatan Bootstrap	38
Gambar 2.10 Algoritma <i>Decision Tree</i>	40
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	47
Gambar 4.1 Hasil Pencarian Data Geospasial dari Indonesia Geospasial.	52
Gambar 4.2 Hasil Pencarian Data Geospasial dari gadm.org.....	53
Gambar 4.3 Perancangan Model Komputasi untuk Meprediksi Kasus Demam Berdarah	55
Gambar 4.4 Mengunggah Batasan Wilayah di Kota Bandung	58
Gambar 4.5 Pengumpulan Data Remote Sensing Google Earth Engine	59
Gambar 4.6 Data Preprocessing.....	61
Gambar 4.7 Pseudocode untuk Train Test Split.....	61
Gambar 4.8 Pseudocode Training Model Random Forest.....	62
Gambar 4.9 Pseudocode pada Training Decision Tree.....	62
Gambar 4.10 Pseudocode Testing pada Decesion Tree	63
Gambar 4.11 Pseudocode Testing pada Random forest.....	64
Gambar 4.12 Desain Antarmuka Website.....	65
Gambar 4.13 Batasan Wilayah (ROI) Kota Bandung.....	66
Gambar 4.14 Kode Program Untuk Menyaring dan Menampilkan Batas Wilayah	66
Gambar 4.15 Kode Program Memuat Landsat 8	67
Gambar 4.16 Kode Program Pemrosesan Data NDVI.....	67
Gambar 4.17 Kode Program Pemrosesan Data NDMI	68

Gambar 4.18 Kode Program Pemrosesan Data NDWI.....	68
Gambar 4.19 Kode Program Pemrosesan Data NDBI.....	69
Gambar 4.20 Kode Program Pemrosesan Rata-Rata Data Bulanan	70
Gambar 4.21 Kode Program Pemrosesan Rata-Rata Data NDVI Bulanan Dalam ROI dan Diekspor ke Google Drive.....	71
Gambar 4.22 Kode Program Ekstraksi Temperatur.....	72
Gambar 4.23 Kode Program Konversi Kelvin Ke Celsius	72
Gambar 4.24 Kode Program Pemrosesan Rata-Rata Data Temperatur Bulanan..	73
Gambar 4.25 Kode Program Pemrosesan Rata-Rata Data Temperatur Bulanan Dalam ROI dan Diekspor ke Google Drive	74
Gambar 4.26 Kode Program Ekstraksi Data LST	75
Gambar 4.27 Kode Program Konversi Kelvin ke Celsius	76
Gambar 4.28 Kode Program Pemrosesan Rata-Rata Data LST Bulanan	77
Gambar 4.29 Kode Program Pemrosesan Rata-Rata Data LST Bulanan Dalam ROI dan Diekspor ke Google Drive.....	78
Gambar 4.30 Kode Program Ekstraksi Data Curah Hujan	79
Gambar 4.31 Kode Program Pemrosesan Rata-Rata Data Curah Hujan Bulanan	79
Gambar 4.32 Kode Program Pemrosesan Rata-Rata Data Curah Hujan Bulanan Dalam ROI dan Diekspor ke Google Drive	80
Gambar 4.33 Kode Program Ekstraksi Data Kelembaban Relatif.....	81
Gambar 4.34 Kode Program Konversi dalam Bentuk Persentase.....	82
Gambar 4.35 Kode Program Pemrosesan Rata-Rata Data Kelembabam Bulanan	83
Gambar 4.36 Kode Program Pemrosesan Rata-Rata Data Kelembabam Bulanan Dalam ROI dan Diekspor ke Google Drive	84
Gambar 4.37 Kode Program Ekstraksi Data Kecepatan Angin.....	85
Gambar 4.38 Kode Program Kalkulasi Kecepatan Angin	85
Gambar 4.39 Kode Program Pemrosesan Rata-Rata Data Kecepatan Angin Bulanan	86
Gambar 4.40 Kode Program Pemrosesan Rata-Rata Data Kecepatan Angin Bulanan Dalam ROI dan Diekspor ke Google Drive	87
Gambar 4.41 Kode Program untuk Mengimpor Library dan Fungsi yang Diperlukan	89

Gambar 4.42 Kode Program untuk Proses Utama hingga Menghasilkan Output.	90
Gambar 4.43 Kode Program untuk Data Preprocessing	91
Gambar 4.44 Kode Program Training Model Random Forest.....	92
Gambar 4.45 Kode Program untuk Fungsi Training Model Random Forest.....	92
Gambar 4.46 Kode Program untuk Fungsi Testing Model Random Forest	93
Gambar 4.47 Halaman Website Prediksi Demam Berdarah Setelah Menampilkan Hasil Prediksi	94
Gambar 4.48 Scatter Plot Antara Data Aktual dan Prediksinya	100
Gambar 4.49 Hasil Eksperimen Pengujian Metode dengan Library Metode Lain	102
Gambar 4.50 Grafik Parameter N_trees Terhadap Nilai RMSE.....	104
Gambar 4.51 Grafik Parameter N_bootstrap Terhadap Nilai RMSE	104
Gambar 4.52 Grafik Parameter N_features Terhadap Nilai RMSE.....	105
Gambar 4.53 Grafik Parameter Maximum Depth Terhadap Nilai RMSE.....	105
Gambar 4.54 Grafik Parameter N_trees (Jumlah Decision Tree) Terhadap Kecepatan Komputasi	107
Gambar 4.55 Grafik Parameter N_bootstrap Terhadap Kecepatan Komputasi..	107
Gambar 4.56 Grafik Parameter N_features Split Terhadap Kecepatan Komputasi	108
Gambar 4.57 Grafik Parameter Maximum Depth Terhadap Kecepatan Komputasi	108

Daftar Pustaka

- Ahmed, N. S., & Sadiq, M. H. (2018). Clarify of the *Random Forest* Algorithm in an Educational Field. IEEE. <https://doi.org/10.1109/icoase.2018.8548804>
- Amei, W., Huailin, D., Qingfeng, W., & Ling, L. (2011). A survey of application-level protocol identification based on machine learning. 2011 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, 3, 201–204.
- Ariati, J., & Anwar, A. (2014). Model Prediksi Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) Berdasarkan Faktor Iklim di Kota Bogor, Jawa Barat. *Indonesian Bulletin of Health Research*, 42(4), 249–256.
- Asmadi, Amin, A. A., Budiarti, S., & Raimadoya, M. A. (2011). Kajian Parameter Keberadaan Vektor Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) Menggunakan Dukungan Penginderaan Jauh (*Remote Sensing*) di Kota Pontianak. *JPSL*, 1(1), 16-22.
- Bhatt, S., Gething, P. W., Brady, O. J., Messina, J. P., Farlow, A., Moyes, C. L., Drake, J. M., Brownstein, J. S., Hoen, A. G., Sankoh, O., Myers, M. F., George, D. B., Jaenisch, T., Wint, G. R. W., Simmons, C. P., Scott, T. W., Farrar, J., & Hay, S. I. (2013). The global distribution and burden of dengue. *Nature*, 496(7446), 504–507. <https://doi.org/10.1038/nature12060>
- Breiman, L. (2001). Random Forest. *Machine Learning*, 45(1), 5-32. <https://doi.org/10.1023/a:1010933404324>
- Brownlee, J. (2016). *Master Machine Learning Algorithms: discover how they work and implement them from scratch*. Jason Brownlee.
- Campbell, J. B., & Wynne, R. H. (2011). *Introduction to Remote Sensing*, Fifth Edition. Guilford Press.
- Campbell, L. P., Luther, C., Moo-Llanes, D., Ramsey, J. M., Danis-Lozano, R., & Peterson, A. T. (2015). Climate change influences on global distributions of dengue and chikungunya virus vectors. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 370(1665), 20140135. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0135>
- Campbell-Lendrum, D., Manga, L., Bagayoko, M., & Sommerfeld, J. (2015). Climate change and vector-borne diseases: what are the implications for

- public health research and policy?. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 370(1665), 20130552. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0552>
- Christian, Y., Jacky, J., Winata, P. A., Ricky, R., Jeonanto, N., & Ricky, R. (2022). Prediksi Kualitas Air Menggunakan Algoritma Naive Bayes dan *Random Forest*. *Komputek*, 6(2), 48. <https://doi.org/10.24269/jkt.v6i2.1313>
- Chuvieco, E. (2016). *Fundamentals of Satellite Remote Sensing: An Environmental Approach*, Second Edition. CRC Press.
- Ebi, K. L., & Nealon, J. (2016). Dengue in a changing climate. *Environmental Research*, 151, 115–123. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.07.026>
- Frake, A. N., Peter, B. G., Walker, E. D., & Messina, J. P. (2020). Leveraging big data for public health: Mapping malaria vector suitability in Malawi with Google Earth Engine. *PLOS ONE*, 15(8), e0235697. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235697>
- Goldberg, D. E., & Holland, J. H. (1988). Genetic algorithms and machine learning. *Machine Learning*, 3(2), 95–99
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). *Google Earth Engine*: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- Guzmán, M. G., & Harris, E. (2015). Dengue. *The Lancet*, 385(9966), 453–465. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(14\)60572-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(14)60572-9)
- Huang, C., Tam, T. Y. T., Chern, Y. R., Lung, S. C., Chen, N. T., & Wu, C. (2018). Spatial Clustering of Dengue Fever Incidence and Its Association with Surrounding Greenness. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(9), 1869. <https://doi.org/10.3390/ijerph15091869>
- Jensen, J. R. (2014j). *Remote Sensing of the environment: An Earth Resource Perspective*.
- Kamal, A. S. M. M., Al-Montakim, M. N., Hasan, M. A., Mitu, M. M. P., Gazi, M. Y., Uddin, M. M., & Mia, M. B. (2023). Relationship between Urban Environmental Components and Dengue Prevalence in Dhaka City—An Approach of Spatial Analysis of Satellite Remote Sensing, Hydro-Climatic,

- and Census Dengue Data. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5), 3858. <https://doi.org/10.3390/ijerph20053858>
- Kemenkes. (2023). *Laporan Tahunan 2022 Demam Berdarah Dengue Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia*.
- Komariah, P. ., & Malaka, T. (2012). Pengendalian Vektor. *Jurnal of STIK Bina Husada*, 6(1), 34–37.
- Kusuma, A. P., & Sukendra, D. M. (2016). Analisis Spasial Kejadian Demam Berdarah Dengue Berdasarkan Kepadatan Penduduk. *Unnes Journal of Public Health*, 5(1), 48. <https://doi.org/10.15294/ujph.v5i1.9703>
- Lailarahma, R., & Adnyana, I. W. S. (2018). STUDY OF LAND USE CHANGES AND ITS RELATIONSHIP WITH TEMPERATURE AND DENGUE FEVER IN 2003 AND 2016 OVER JAKARTA PROVINCE USING LANDSAT 7+ETM AND LANDSAT 8 OLI. *Ecotrophic: Journal of Environmental Science*, 12(1), 18. <https://doi.org/10.24843/ejes.2018.v12.i01.p03>
- Langtangen, H. P., & Linge, S. (2020). *Programming for computations - Python*.
- Li Z., Gurgel, H., Xu, L., Yang, L., & Dong, J. (2022). Improving dengue forecasts by using geospatial big data analysis in *Google Earth Engine* and the historical Dengue Information-Aided Long Short Term Memory modeling. *Biology*, 11(2), 169. <https://doi.org/10.3390/biology11020169>
- Liaw, A., & Wiener, M. C. (2002). *Classification and Regression by randomForest*. R News.
- Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015). *Remote Sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons.
- Mitchell, T. M. (1997). *Machine learning*. In McGraw Hill Series in Computer Science.
- Morin, C. W., Comrie, A. C., & Ernst, K. (2013). Climate and dengue transmission: evidence and implications. *Environmental health perspectives*, 121(11-12), 1264–1272. <https://doi.org/10.1289/ehp.1306556>
- Naish, S., Dale, P., Mackenzie, J. S., McBride, J., Mengersen, K., & Tong, S. (2014). Climate change and dengue: a critical and systematic review of

- quantitative modelling approaches. *BMC infectious diseases*, 14, 167. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-14-167>
- NASA. (2023). What is *Remote Sensing*? Retrieved Oktober 1, 2023, from Earthdata website: <https://earthdata.nasa.gov/learnna/remote-sensing>
- Nill, L., Ullmann, T., Kneisel, C., Sobiech-Wolf, J., & Baumhauer, R. (2019). Assessing Spatiotemporal Variations of Landsat Land Surface Temperature and Multispectral Indices in the Arctic Mackenzie Delta Region between 1985 and 2018. *Remote Sensing*, 11(19), 2329. <https://doi.org/10.3390/rs11192329>
- Nuranisa, R., Maryanto, Y. B., & Isfandiari, M. A. (2022). CORRELATION OF FREE LARVAE INDEX AND POPULATION DENSITY WITH DENGUE FEVER INCIDENCE RATE. *The Indonesian Journal of Public Health*, 17(3), 477–487. <https://doi.org/10.20473/ijph.v17i3.2022.477-487>
- Pinontoan, O. R., Sumampouw, O. J., Ticoalu, J., Nelwan, J. E., Musa, E. C., & Sekeon, J. (2022). The variability of temperature, rainfall, humidity and prevalence of dengue fever in Manado City. *Bali Medical Journal*, 11(1), 81–86. <https://doi.org/10.15562/bmj.v11i1.2722>
- Puengpreeda, A., Yhusumrarn, S., & Sirikulvadhana, S. (2020). Weekly forecasting model for Dengue Hemorrhagic fever outbreak in Thailand. *Engineering Journal*, 24(3), 71–87. <https://doi.org/10.4186/ej.2020.24.3.71>
- Pustejovsky, J. (2012). *Natural Language Annotation for Machine Learning*. California, USA: O'Reilly Media.
- Qu, L., Chen, Z., Li, M., Zhi, J., & Wang, H. (2021). Accuracy Improvements to Pixel-Based and Object-Based LULC Classification with Auxiliary Datasets from *Google Earth Engine*. *Remote Sensing*, 13(3), 453. <https://doi.org/10.3390/rs13030453>
- Rahma, F. A., Rahayu, D. F. S., Prawira, L. Y., Nandini, M., & Bariyah, R. A. (2023). Faktor Risiko Aspek Lingkungan dan Aspek Perilaku terhadap Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Wilayah Kerja Puskesmas Sukmajaya Kota Depok Tahun 2022. *Journal of Public Health Education*, 2(3).

- Richards, J. A. (2006). *Remote Sensing* Digital image analysis. In Springer eBooks. <https://doi.org/10.1007/3-540-29711-1>
- Román-Pérez, S., Gómez, R. A., Hernández-Ávila, J. E., Íñiguez-Rojas, L. B., Santos-Luna, R., & Correa-Morales, F. (2023). Identification of risk areas of dengue transmission in Culiacan, Mexico. *ISPRS International Journal of Geo-information*, 12(6), 221. <https://doi.org/10.3390/ijgi12060221>
- Smith, J. A. (2018). Exploring the Importance of Region of Interest (ROI) in Medical Imaging Analysis. *Journal of Medical Imaging*, 12(3), 45-56.
- Sommerville, I. (2011). *Sommerville Software Engineering*.
- Sutrisno, M., Zulfa, M. S., Hardian, C. W., Labi, A. A., Bakhtiar, R., & Opriansyah. (2020). Persepsi Dan Tindakan Awal Keluarga Terhadap Gejala Demam Di Daerah Kejadian Luar Biasa Demam Berdarah Dengue. *Jurnal Kesehatan Komunitas*, 6(1), 37-43.
- Tran, B., Tseng, W., Chen, C., & Liao, S. (2020). Estimating the threshold effects of climate on dengue: A case study of Taiwan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(4), 1392. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041392t>
- Umayana, R., Faisya, A. F., & Sunarsih, E. (2013). Hubungan Karakteristik Pejamu, Lingkungan Fisik dan Pelayanan Kesehatan dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Wilayah Kerja Puskesmas Talang Ubi Pendopo Tahun 2012. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 4(3).
- Umor, M. S., B. Mokhtar, M., Surip, N., Ahmad. A. (2007). Generating a Dengue Risk Map (DRM) Based on Environmental Factors Using Remote Sensing and GIS Technologies. *Asian Conference on Remote Sensing*.
- Utomo, M. C. C., Mahmudy, W. F., & Anam, S. (2017). Kombinasi Logika Fuzzy dan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Prakiraan Curah Hujan Timeseries di Area Puspo – Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 4(3). <https://doi.org/10.25126/jtiik.201743299>
- Weng, Q. (2009). *Remote Sensing and GIS Integration: Theories, Methods, and Applications : Theory, Methods, and Applications: Theory, Methods, and Applications*. Mcgraw-hill.

- Widayani, P., Yanuar, S. R., & Yogi, H. A. (2018). Relationship analysis of environmental factor change on the evidence of dengue fever diseases using image transformation (Case Study: Surakarta City). *IOP Conference Series*, 169, 012061. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/169/1/012061>
- Witten, I.H. and Frank, E. (2002). Data mining. *ACM SIGMOD Record*, 31(1), p.76.
- World Health Organization, “Dengue: guidelines for diagnosis, treatment, prevention, and control,” *Spec. Program. Res. Train. Trop. Dis.*, p. x, 147, 2009.
- Xu, G., Liu, M., Jiang, Z., Söffker, D., & Shen, W. (2019). Bearing fault diagnosis method based on deep convolutional neural network and *Random Forest* ensemble learning. *Sensors*, 19(5), 1088. <https://doi.org/10.3390/s19051088>
- Yue, Y., Sun, J., Liu, X., Ren, D., Liu, Q., Xiao, X., & Lu, L. (2018). Spatial analysis of dengue fever and exploration of its environmental and socio-economic risk factors using ordinary least squares: A case study in five districts of Guangzhou City, China, 2014. *International Journal of Infectious Diseases*, 75, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2018.07.023>