

## Kestabilan model penularan penyakit malaria di Indonesia

Susila Bahri<sup>1</sup>, Sri Ayu Ningsih<sup>2</sup>, Narwen<sup>3</sup>

<sup>1), 2), 3)</sup> Matematika, Universitas Andalas

**Abstrak.** Nyamuk *Anopheles sp.* lebih menyukai lingkungan tropis dan subtropis Indonesia. Menurut informasi Kementerian Kesehatan (Kemenkes), terdapat 415.140 kasus malaria di Indonesia pada tahun 2022. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tingkat penularan penyakit malaria di Indonesia. Model matematika dapat dijadikan alternatif untuk menggambarkan permasalahan yang muncul guna memahami dinamika penularan malaria di Indonesia. Model *SIR* (*Susceptible, Infected, Recovery*), yang merupakan versi modifikasi dari model yang telah ada. Model ini memiliki dua titik equilibrium yaitu titik equilibrium bebas penyakit dan titik equilibrium endemik penyakit. Hasil penelitian ini menggunakan analisis kestabilan pada kedua titik equilibrium. Hasil menunjukkan bahwa kedua titik equilibrium tersebut stabil asimtotik.  $R_0 = 0,0046$ ,  $\lambda_1 = -0,000017$ ,  $\lambda_2 = -0,0022$ , dan  $\lambda_3 = -2,04 \times 10^{-5}$ . Dapat disimpulkan dari hasil tersebut bahwa bilangan reproduksi dasar bernilai  $R_0 < 1$ , yang berarti penyakit malaria di Indonesia tidak akan menyebar dan pada akhirnya penyakit malaria akan hilang dari Indonesia.

**Kata kunci:** Kestabilan Model, Malaria, Model *SIR*

### A. Pendahuluan

Menurut proyeksi demografis dalam Laporan Malaria Dunia 2018 yang dikeluarkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), terdapat 212 juta kasus malaria dan 435.000 kematian terkait malaria secara global (Sriporo, K, et al., 2020). Dengan digigit nyamuk *Anopheles betina* yang membawa parasit Plasmodium, manusia dapat tertular malaria, penyakit menular yang berpotensi fatal (Talapko, J., et al., 2019).

Nyamuk *Anopheles sp.* lebih menyukai lingkungan tropis dan subtropis Indonesia. Menurut informasi Kementerian Kesehatan (Kemenkes), terdapat 415.140 kasus malaria pada tahun 2022. Jika dibandingkan tahun sebelumnya, jumlah kasus tersebut meningkat 36,29% (Widi, 2023). Mengingat tingginya angka penularan malaria, maka pencegahan malaria sangatlah penting. Kementerian Kesehatan RI berpesan, Penyakit malaria dapat dicegah dengan beberapa cara, seperti dengan rutin membersihkan lingkungan dengan air mengalir dan membersihkan barang-barang rumah tangga, mengunci tempat air jika tidak digunakan, menggunakan obat nyamuk dan

kelambu untuk mencegah gigitan saat Anda tidur, serta menghindari aktivitas di dekat rumah. air saat Anda tidur. karena nyamuk pembawa penyakit malaria lebih aktif pada malam hari (Kemenkes, 2022).

Dalam beberapa dekade terakhir, sebuah temuan penting mengenai dinamika penularan model malaria dan pengendalian optimal telah muncul. Khamis et al. (2018); Olaniyi et al. (2018); Bakare dan Abolarin (2018); Joshi et al. (2015); Munzir et al. (2018); Otieno et al. (2016); Panja dan Mondal (2018); dan Romero-Leiton et al. (2018) adalah beberapa contoh. Dengan mempertimbangkan berbagai skenario, masing-masing investigasi di atas menunjukkan hasil yang signifikan terhadap dinamika model malaria.

Model matematika dapat dijadikan alternatif untuk menggambarkan permasalahan yang muncul guna memahami dinamika penularan malaria di Indonesia. Sejumlah ilmuwan telah menciptakan model matematika untuk mewakili masalah penularan malaria. Model matematika dipisahkan menjadi empat tipe kompartemen dalam salah satu eksperimen Osman dan Adu (2017), yaitu individu saat rentan (S), individu saat terkena (E), individu saat menular (I), dan individu saat sembuh (R). Model penularan malaria manusia – nyamuk *SEIR – SEI* kemudian diperhitungkan. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Osman dan Adu (2017), pada penelitian ini ingin menyederhanakan model menjadi tiga kompartemen yaitu *SIR (Susceptible, Infected, Recovery)* sehingga dapat dilihat dengan jelas pengaruh dari kompartemen S, kompartemen I, dan kompartemen R. Model yang digunakan pada penelitian ini adalah model yang dimodifikasi dari Hidayati, et al. tahun 2017. Model dimodifikasi dengan penambahan parameter  $\omega$  yaitu tingkat orang yang pulih kembali menjadi individu yang rentan. Penelitian ini berfokus pada apakah penyakit malaria menyebar di masyarakat tanpa mempertimbangkan individu yang telah diobati atau tanpa mempertimbangkan masa inkubasi. Dengan hanya menggunakan model *SIR*, sudah dapat dilihat bahwa suatu penyakit akan menyebar atau hilang dari populasi.

## **B. Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan teknik penelitian kuantitatif. Pendekatan yang dikenal dengan penelitian retrospektif-prospektif digunakan dalam penelitian ini. Data sekunder yang digunakan

dalam proses pengumpulan data masing-masing disediakan oleh Badan Pusat Statistik dan Kementerian Kesehatan.

Pada bagian ini dijelaskan tentang metodologi atau tahapan-tahapan yang harus dilakukan untuk melihat dinamika penularan penyakit malaria di Indonesia. Berikut tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu,

1. Mengumpulkan referensi yang relevan dengan pembahasan.
2. Mengkonstruksi model modifikasi *SIR* penyakit malaria.
3. Menentukan titik equilibrium penularan penyakit malaria.
4. Menentukan bilangan reproduksi dasar ( $R_0$ ).
5. Melakukan analisis kestabilan pada titik equilibrium bebas penyakit dan titik equilibrium endemik penyakit.
6. Menentukan nilai parameter dan nilai awal variabel model modifikasi *SIR*.
7. Menentukan nilai ( $R_0$ ), nilai eigen, dan kestabilan titik equilibrium dari nilai yang didapatkan.
8. Menarik kesimpulan.

### C. Hasil dan Pembahasan

#### Model Dasar Penyebaran Penyakit

Pada tahun 1927, Kermack dan McKendrick menciptakan versi pertama model dasar penyebaran penyakit. Populasi dibagi menjadi tiga kategori dalam model ini: rentan, terinfeksi, dan pulih. Model ini dibuat berdasarkan anggapan sistem tertutup (tidak ada migrasi, kelahiran, atau kematian), populasi yang homogen, dan gagasan bahwa penyakit menyebar melalui kontak antara orang yang rentan dan yang terkena dampak (Bastin, 2018). Model *SIR* dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\frac{dS}{dt} = -\beta SI, \frac{dI}{dt} = \beta SI - \alpha I \text{ dan } \frac{dR}{dt} = \alpha I \quad (1)$$

dimana  $S$  adalah jumlah orang yang rentan,  $I$  adalah jumlah orang yang terinfeksi,  $R$  adalah jumlah orang yang sembuh,  $\beta$  adalah angka penularan penyakit, dan  $\alpha$  adalah angka kesembuhan penyakit. Seluruh populasi dapat dinyatakan dengan:

$$N = S + I + R \quad (2)$$

### **Bilangan Reproduksi Dasar ( $R_0$ )**

Angka reproduksi dasar ( $R_0$ ) adalah proporsi orang yang tertular infeksi setelah melakukan kontak dengan orang yang terinfeksi. Apakah suatu populasi bebas penyakit atau tercemar penyakit ditentukan oleh parameter ambang batas, kadang-kadang disebut sebagai bilangan reproduksi dasar. Bergantung pada nilai ( $R_0$ ), keadaan selanjutnya akan terwujud. (Driessche, 2008).

1. Malaria tidak menyebar dan akhirnya punah jika  $R_0 < 1$ .
2. Malaria akan menyebar dan berubah menjadi pandemi jika  $R_0 > 1$ .
3. Malaria akan menjadi endemik jika  $R_0 = 1$ .

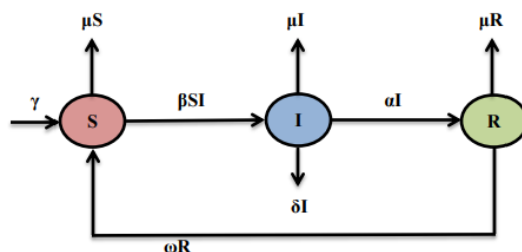
Pendekatan Matriks Generasi Berikutnya digunakan untuk menentukan bilangan reproduksi fundamental. Pendekatan Matriks Generasi Berikutnya dibangun dengan menggunakan kumpulan orang sakit.

### **Model Modifikasi *SIR* Penyakit Malaria**

Penyakit menular dikategorikan ke dalam tiga kategori demografis menurut model *SIR* yang dimodifikasi. Pertama, istilah “rentan” mengacu pada berapa banyak populasi yang rentan terhadap malaria. Faktor kedua adalah proporsi penduduk yang terinfeksi malaria. Ketiga, jumlah orang yang berhasil mengatasi penyakit malaria disebut dengan kesembuhan. Model dimodifikasi berdasarkan asumsi sebagai berikut:

1. Terdapat kelahiran alami
2. Terdapat kematian alami untuk setiap subpopulasi rentan, subpopulasi terinfeksi, dan subpopulasi sembuh.
3. Penyakit ditularkan melalui kontak dengan nyamuk.
4. Individu yang terinfeksi malaria bisa sembuh.
5. Individu yang terinfeksi malaria juga bisa mengalami kematian.
6. Individu yang sudah sembuh dapat terkena penyakit kembali.
7. Individu yang berobat semuanya sudah sembuh.

Berikut adalah diagram modifikasi *SIR* penularan penyakit malaria.



**Gambar 1.** Diagram Model Modifikasi *SIR*

Sistem persamaan diferensial nonlinier berikut dapat digunakan untuk menjelaskan model *SIR* penularan malaria yang dimodifikasi:

$$\frac{dS}{dt} = \gamma - \beta SI - \mu S + \omega R; \frac{dI}{dt} = \beta SI - (\alpha + \delta + \mu)I; \frac{dR}{dt} = \alpha I - (\mu + \omega)R \quad (3)$$

Dengan keterangan parameter yaitu:  $\gamma$  = angka kelahiran;  $\beta$  = penularan malaria;  $\alpha$  = kesembuhan malaria;  $\omega$  = masyarakat yang sudah pulih kembali menjadi masyarakat rentan;  $\mu$  = angka kematian alami;  $\delta$  = kematian akibat infeksi malaria.

### Titik Equilibrium Bebas Penyakit

$E^0 = (S^0, I^0, R^0)$  digunakan untuk menyatakan keadaan setimbang bebas penyakit. Titik equilibrium bebas penyakit menunjukkan situasi di mana tidak ada penyebaran penyakit ke seluruh populasi (Sinaga, dkk., 2021). Oleh karena itu diperoleh titik equilibrium bebas penyakit:

$$E^0 = (S^0, I^0, R^0) = \left( \frac{\gamma}{\mu}, 0, 0 \right) \quad (4)$$

### Titik Equilibrium Endemik

Titik kesetimbangan endemik direpresentasikan sebagai  $E^* = (S^*, I^*, R^*)$ . Titik equilibrium endemik menggambarkan situasi dimana populasi tertular. Oleh karena itu titik equilibrium endemik:

$$E^* = (S^*, I^*, R^*)$$

$$E^* = \left( \frac{(\alpha + \delta + \mu)}{\beta}, \frac{(\lambda\beta - \alpha\mu - \delta\mu - \mu^2)}{\beta(\alpha\mu + \delta\mu + \mu^2 + \omega\delta + \omega\mu)}, \frac{\alpha(\gamma\beta - \alpha\mu - \delta\mu - \mu^2)}{\beta(\alpha\mu + \delta\mu + \mu^2 + \omega\delta + \omega\mu)} \right) \quad (5)$$

### Bilangan Reproduksi Dasar ( $R_0$ )

Bilangan reproduksi dasar yaitu

$$R_0 = \frac{\beta\gamma}{\mu(\alpha+\delta+\mu)} \quad (6)$$

Setelah didapatkan titik kesetimbangan maka selanjutnya akan dilihat kestabilan titik kesetimbangan.

### Kestabilan Titik Equilibrium Bebas Penyakit

Jika  $\lambda_i < 0$ , dimana  $i = 1,2,3,\dots,n$ , titik kesetimbangan bebas penyakit dianggap stabil asimtotik. Akibatnya, semua nilai eigennya negatif.

$$(i) \quad \lambda_1 < 0 \rightarrow -\mu < 0$$

$$(ii) \quad \lambda_2 < 0. \text{ Perhatikan bahwa,}$$

$$\frac{\beta\gamma}{\mu} - (\alpha + \delta + \mu) < 0$$

$$\frac{\beta\gamma}{\mu} < (\alpha + \delta + \mu)$$

$$\frac{\beta\gamma}{\mu(\alpha+\delta+\mu)} < 1$$

$$R_0 < 1$$

Memenuhi jika  $R_0 < 1$

$$(iii) \quad \lambda_3 < 0 \rightarrow -\mu - \omega < 0$$

Titik equilibrium bebas penyakit stabil asimtotik jika (i), (ii), dan (iii) bernilai negatif.

### Kestabilan Titik Equilibrium Endemik

Persamaan karakteristik dari matriks  $J_{E^*}$ , yaitu

$$\lambda^3 + S\lambda^2 + T\lambda + P = 0 \quad (7)$$

Nilai eigen dari persamaan (7) akan negatif jika,

$$(i) \quad S > 0$$

$$(ii) \quad T > 0$$

$$(iii) \quad P > 0$$

$$(iv) \quad ST - P > 0$$

Dengan demikian, titik equilibrium endemik stabil asimtotik jika syarat (i), (ii), (iii), dan (iv) terpenuhi.

### Kasus Malaria di Indonesia

#### 1. Nilai Variabel

Menurut informasi Badan Pusat Statistik (BPS), akan ada 275.770.000 orang yang tinggal di Indonesia pada tahun 2022 (BPS, 2023). Perkiraan jumlah kasus malaria di Indonesia pada tahun 2022 adalah 415.140 kasus (Kemenkes, 2023). Menurut informasi Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, sebanyak 229.015 orang mencari pertolongan medis antara Januari 2022 hingga Agustus 2022.  $S = N - I - R$  menghasilkan jumlah penduduk rentan, maka nilai S adalah 275.125.845

Nilai parameter dinyatakan sebagai berikut.

**Tabel 1.** Nilai parameter

Parameter	Nilai
Laju Kelahiran ( $\gamma$ )	0,000044
Laju Kematian Alami ( $\mu$ )	0,0000041
Penularan Malaria ( $\beta$ )	0,00229
Kesembuhan Malaria ( $\alpha$ )	0,0000034
Masyarakat yang sudah pulih kembali menjadi masyarakat rentan ( $\omega$ )	0,00000032
Kematian akibat infeksi malaria ( $\delta$ )	0,000017

Nilai awal sistem (3) dalam bentuk proporsi pada waktu  $t = t_0$  diberikan oleh nilai  $s(0)$ ,  $i(0)$ , dan  $r(0)$ , dimana  $s = \frac{S}{N}$  menunjukkan proporsi populasi rentan,  $i = \frac{I}{N}$ , proporsi penduduk yang terinfeksi, dan  $r = \frac{R}{N}$ , proporsi penduduk yang sembuh. Berikut adalah daftar nilai awal variabel dari Tabel 2.

**Tabel 2.** Nilai awal variabel

Variabel	Nilai
$N(0)$	1
$s(0)$	0,998
$i(0)$	0,0012
$r(0)$	0,0008

### Simulasi Model *SIR* Penularan Penyakit Malaria di Indonesia

Pembaruan model *SIR* penularan malaria di Indonesia dibuat dengan mengganti nilai parameter pada Tabel 1. menjadi sistem (3),

$$\frac{ds}{dt} = 0,000044 - 0,0000041si - 0,000017s + 0,0000034r$$

$$\frac{di}{dt} = 0,0000041si - (0,00229 + 0,00000032 + 0,000017)i$$

$$\frac{dr}{dt} = 0,00229i - 0,000017r - 0,0000034r$$

dengan nilai awal  $s(0) = 0,998$ ;  $i(0) = 0,0012$  dan  $r(0) = 0,0008$

Titik equilibrium bebas penyakit yaitu  $E^0 = (2,58; 0; 0)$ . Kestabilan titik equilibrium bebas penyakit diperoleh;

(i)  $R_0 < 1$

$$R_0 = \frac{\beta\gamma}{\mu(\alpha + \delta + \mu)}$$

$$R_0 = \frac{1,804 \times 10^{-10}}{1,7 \times 10^{-5}(2,3 \times 10^{-3})} = 0,0046$$

Karena nilai  $R_0 < 1$  sehingga syarat (i) terpenuhi.

(ii)  $\lambda_1 < 0$

$$\lambda_1 = -\mu = -0,000017$$

Karena nilai  $\lambda_1 < 0$  sehingga syarat (ii) terpenuhi.

(iii)  $\lambda_2 < 0$

$$\lambda_2 = \frac{\beta\gamma}{\mu} - (\alpha + \delta + \mu)$$

$$\lambda_2 = \frac{1,804 \times 10^{-10}}{1,7 \times 10^{-5}} - 2,3 \times 10^{-3} = -0,0022$$

Karena nilai  $\lambda_2 < 0$  sehingga syarat (iii) terpenuhi.

(iv)  $\lambda_3 < 0$

$$\lambda_3 = -\mu - \omega$$

$$\lambda_3 = -0,000017 - 0,000034 = -2,04 \times 10^{-3}$$

Karena nilai  $\lambda_3 < 0$  sehingga syarat (iv) terpenuhi.

Titik kesetimbangan bebas penyakit stabil asimtotik karena (i), (ii), (iii), dan (iv) terpenuhi.



Selanjutnya, titik equilibrium endemik yaitu  $E^* = (S^*, I^*, R^*)$  yang bernilai  $(560,97; -4,975; -558,75)$ . Kestabilan titik equilibrium endemik diperoleh:

$$(i) \quad S > 0$$

$$S = \beta(I^* - S^*) + \alpha + \delta + 3\mu + \omega$$

$$S = -0,0023 + 0,00229 + 0,0000032 + 5,1 \times 10^{-5} + 0,0000034$$

$$S = 4,466 \times 10^{-5}$$

Karena nilai  $S > 0$  sehingga syarat (i) terpenuhi.

$$(ii) \quad T > 0$$

$$T = \beta I^*(\mu + \omega - 2\beta S^* + (\alpha + \delta + \mu)) - \beta S^*(2\mu + \omega) + (\alpha + \delta + \mu)(2\mu + \omega) + \mu(\mu + \omega)$$

$$T = 4,63 \times 10^{-8} - 8,6 \times 10^{-8} + 8,602 \times 10^{-8} + 3,468 \times 10^{-10}$$

$$T = 4,66 \times 10^{-8}$$

Karena nilai  $T > 0$  sehingga syarat (ii) terpenuhi.

$$(iii) \quad P > 0$$

$$P = \beta S^*(-\mu^2 - \mu\omega) + (\beta I^*(\mu + \omega) + \mu^2 + \mu\omega)(\alpha + \delta + \mu) - \omega\beta I^*\alpha$$

$$P = 5,086 \times 10^{-13} - 1,488 \times 10^{-12} + 1,58 \times 10^{-13}$$

$$P = -8,219 \times 10^{-13}$$

Karena nilai  $P < 0$  sehingga syarat (iii) tidak terpenuhi.

$$(iv) \quad ST - P > 0$$

$$ST - P = 4,466 \times 10^{-5}(4,66 \times 10^{-8}) - (-8,219 \times 10^{-13}) = 2,901 \times 10^{-12}$$

Karena nilai  $ST - P > 0$  sehingga syarat (iv) terpenuhi.

Dari keempat syarat, kestabilan equilibrium endemik terdapat satu syarat yang tidak terpenuhi yaitu pada syarat (iii) sehingga disimpulkan titik equilibrium endemik tidak stabil.

#### D. Simpulan

Sistem persamaan diferensial nonlinier berikut dapat digunakan untuk menjelaskan model *SIR* penularan malaria yang dimodifikasi:  $\frac{dS}{dt} = \gamma - \beta SI - \mu S + \omega R$ ;  $\frac{dI}{dt} = \beta SI - (\alpha + \delta + \mu)I$ ;  $\frac{dR}{dt} = \alpha I - (\mu + \omega)R$ . Temuan tersebut menunjukkan bahwa malaria di Indonesia tidak akan menyebar dan pada akhirnya akan hilang selama kesetimbangan bebas penyakit tercapai.

## Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. 2023. Jumlah Penduduk Pertengahan Tahun (Ribuan Jiwa) 2021-2023. <https://www.bps.go.id/indicator/12/1975/1/jumlah-penduduk-pertengahan-tahun.html>, diakses pada 13 Mei 2023.
- Bakare, E. A., & Abolarin, O. E. (2018). Optimal control of malaria transmission dynamics with seasonality in rainfall. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 119(3), 519-539
- Bastin, G. (2018). Lectures on mathematical modelling of biological systems. *GBIO2060*.
- Hidayati, R., Faisal, F., & Yulida, Y. (2017). Model Matematika Pada Penyebaran Malaria di Kalimantan Selatan. *EPSILON: JURNAL MATEMATIKA MURNI DAN TERAPAN*, 11(2).
- Joshi, H. R., Lenhart, S., Hota, S., & Augusto, F. B. (2015). Optimal control of an SIR model with changing behavior through an education campaign.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2022. Data Kematian dengan Malaria Januari - Mei 2022. [https://p2pm.kemkes.go.id/publikasi/infogra\\_s/data-kematian-dengan-malaria-januari-mei-2022](https://p2pm.kemkes.go.id/publikasi/infogra_s/data-kematian-dengan-malaria-januari-mei-2022), diakses pada 13 Mei 2023.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2022. Info Malaria per September 2022 [https://p2pm.kemkes.go.id/publikasi/infogra\\_s/info-malaria-per-september-2022](https://p2pm.kemkes.go.id/publikasi/infogra_s/info-malaria-per-september-2022), diakses pada 13 Mei 2023.
- Khamis, D., El Mouden, C., Kura, K., & Bonsall, M. B. (2018). Optimal control of malaria: combining vector interventions and drug therapies. *Malaria Journal*, 17(1), 1-18.
- Munzir, S., Nasir, M., & Ramli, M. (2018, January). Optimal control for Malaria disease through vaccination. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 300, No. 1, p. 012045). IOP Publishing.
- Olaniyi, S., Okosun, K. O., Adesanya, S. O., & Areo, E. A. (2018). Global stability and optimal control analysis of malaria dynamics in the presence of human travelers. *The Open Infectious Diseases Journal*, 10(1).
- Osman, M., & Adu, I. (2017). Simple mathematical model for malaria transmission. *Journal of Advances in Mathematics and Computer Science*, 25(6), 1-24.
- Otieno, G., Koske, J. K., & Mutiso, J. M. (2016). Cost effectiveness analysis of optimal malaria control strategies in Kenya. *Mathematics*, 4(1), 14.
- Panja, P., Kumar Mondal, S., & Chattopadhyay, J. (2018). Stability, bifurcation and optimal control analysis of a malaria model in a periodic environment. *International Journal of Nonlinear Sciences and Numerical Simulation*, 19(6), 627-642.
- Romero-Leiton, J. P., Montoya-Aguilar, J. M., & Ibargüen-Mondragón, E. (2018). An optimal control problem applied to malaria disease in Colombia. *Applied mathematical sciences*, 12(6), 279-292.
- SINAGA, L. P., KARTIKA, D., & NASUTION, H. (2021). *Pengantar Sistem Dinamik*. Amal Insani Publisher.
- Sriporn, K., Tsai, C. F., Tsai, C. E., & Wang, P. (2020). Analyzing Malaria Disease Using Effective Deep Learning Approach. *Diagnostics*, 10(10), 744.
- Talapko, J., Skrlec, I., Alebi, T., Juki, M., & Vev, A. (2019). Malaria: The Past and the Present. *Microorganism*, 7(6), 179.
- Van den Driessche, P., & Watmough, J. (2008). Further notes on the basic reproduction number. *Mathematical epidemiology*, 159-178.
- Widi, Shilvina. 2023. Kasus Malaria Indonesia Melonjak pada 2022 <https://dataindonesia.id/kesehatan/detail/kasus-malaria-indonesia-melonjak-3629-pada-2022>, diakses pada 13 Maret 2023.