

## BAB IV

### PENUTUP

#### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan tujuan penelitian, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Model matematika penyebaran penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) tipe  $SI_1I_2RS$  dengan laju insidensi saturasi disajikan dalam bentuk sistem persamaan diferensial nonlinier sebagai berikut:

$$\frac{ds_h}{dt} = \Lambda_h - \frac{2\beta_h b n i_v s_h}{1 + \alpha_h i_v} - \mu_h s_h + \theta_h r_h,$$

$$\frac{di_{1h}}{dt} = \frac{\beta_h b n i_v s_h}{1 + \alpha_h i_v} - (\mu_h + \gamma_h + \sigma_h) i_{1h},$$

$$\frac{di_{2h}}{dt} = \frac{\beta_h b n i_v s_h}{1 + \alpha_h i_v} - (\mu_h + \delta_h) i_{2h},$$

$$\frac{dr_h}{dt} = \gamma_h i_{1h} + \delta_h i_{2h} - (\mu_h + \theta_h) r_h,$$

$$\frac{ds_v}{dt} = \Lambda_v - \frac{\beta_v b (i_{1h} + i_{2h}) s_v}{1 + \alpha_v (i_{1h} + i_{2h})} - \mu_v s_v,$$

$$\frac{di_v}{dt} = \frac{\beta_v b (i_{1h} + i_{2h}) s_v}{1 + \alpha_v (i_{1h} + i_{2h})} - \mu_v i_v.$$

2. Terdapat dua titik ekuilibrium pada model ini yaitu titik ekuilibrium bebas penyakit yaitu  $T^0(s_h, i_{1h}, i_{2h}, r_h, s_v, i_v) = \left( \frac{\Lambda_h}{\mu_h}, 0, 0, 0, \frac{\Lambda_v}{\mu_v}, 0 \right)$ , sedangkan titik ekuilibrium endemik adalah

$$T^*(s_h, i_{1h}, i_{2h}, r_h, s_v, i_v) = (s_h^*, i_{1h}^*, i_{2h}^*, r_h^*, s_v^*, i_v^*)$$

dengan

$$\begin{aligned} s_h^* &= \frac{\Lambda_h}{\mu_h + K\lambda_h^*}, & r_h^* &= \frac{\lambda_h^* s_h^*}{\mu_h + \theta_h} \left( \frac{\gamma_h}{A_1} + \frac{\delta_h}{A_2} \right), \\ i_{1h}^* &= \frac{\lambda_h^* s_h^*}{A_1}, & s_v^* &= \frac{\Lambda_v}{\lambda_v^* + \mu_v}, \\ i_{2h}^* &= \frac{\lambda_h^* s_h^*}{A_2}, & i_v^* &= \frac{\lambda_v^* \Lambda_v}{\mu_v(\lambda_v^* + \mu_v)}. \end{aligned}$$

dimana

$$\begin{aligned} \lambda_h^* &= \frac{\mu_v^2 \mu_h (R_0^2 - 1)}{\mu_v^2 K + \mu_v^2 \alpha_v \Lambda_h C + \mu_v \Lambda_h C \beta_v b + \alpha_h \Lambda_v \Lambda_h C \beta_v b}, \\ \lambda_v^* &= \frac{\beta_v b I_h^*}{1 + \alpha_v I_h^*}. \end{aligned}$$

Bilangan reproduksi dasar ( $\mathcal{R}_0$ ) telah ditentukan menggunakan pendekatan *next generation matrix* dan dirumuskan sebagai berikut:

$$\mathcal{R}_0 = b \sqrt{\frac{\beta_h \beta_v n \Lambda_h \Lambda_v}{\mu_h \mu_v^2} \left( \frac{1}{\mu_h + \gamma_h + \sigma_h} + \frac{1}{\mu_h + \delta_h} \right)}.$$

3. Analisis sensitivitas yang dilakukan terhadap  $\mathcal{R}_0$  berhasil mengidentifikasi parameter-parameter yang paling berpengaruh dalam mempercepat atau memperlambat penyebaran DBD. Berdasarkan indeks sensitivitas, diketahui bahwa parameter rata-rata gigitan nyamuk ( $b$ ) memiliki indeks sensitivitas positif dengan magnitudo terbesar, yang berarti peningkatan nilai  $b$  akan mempercepat penyebaran penyakit secara paling signifikan. Parameter laju transmisi dari nyamuk ke manusia ( $\beta_h$ ) dan laju transmisi dari manusia ke nyamuk ( $\beta_v$ ) juga memiliki pengaruh positif yang cukup besar. Di sisi lain, parameter laju

kematian alami nyamuk ( $\mu_v$ ) memiliki indeks sensitivitas negatif dengan magnitudo terbesar, yang berarti peningkatan  $\mu_v$  justru akan memperlambat penyebaran penyakit. Ini berarti parameter dengan indeks positif jika dinaikkan akan memperbesar  $\mathcal{R}_0$ , sehingga mempercepat penyebaran DBD. Sebaliknya, parameter dengan indeks negatif jika dinaikkan akan memperkecil  $\mathcal{R}_0$ , sehingga memperlambat penyebaran DBD.

4. Hasil simulasi numerik untuk nilai parameter dasar menunjukkan bahwa sistem berada pada kondisi endemik ( $\mathcal{R}_0 = 5,3835 > 1$ ), di mana proporsi individu rentan menurun tajam pada awal wabah, proporsi individu sembuh meningkat pesat, dan proporsi individu terinfeksi (baik gejala berat maupun ringan) mencapai puncak kemudian stabil pada nilai positif. Kondisi ini mengindikasikan bahwa tanpa adanya intervensi eksternal, penyakit DBD akan menetap secara permanen dalam populasi. Selanjutnya, hasil simulasi sensitivitas secara kualitatif mengonfirmasi bahwa penurunan parameter rata-rata gigitan nyamuk ( $b$ ) memberikan dampak paling besar dalam menekan puncak infeksi dan mampu mengarahkan sistem menuju kondisi bebas penyakit, sedangkan intervensi pada parameter laju transmisi ( $\beta_h$ ) memerlukan penurunan yang jauh lebih besar untuk mencapai efek eliminasi yang sama. Berdasarkan interpretasi ini, rekomendasi prioritas intervensi yang paling efektif dalam strategi pengendalian DBD adalah upaya pengendalian vektor yang berfokus pada pengurangan kontak antara

nyamuk dan manusia, seperti penggunaan kelambu, *lotion* anti-nyamuk, pemasangan kawat kasa, serta pemberantasan sarang nyamuk (PSN). Intervensi ini secara langsung menurunkan parameter  $b$  yang merupakan faktor paling dominan dalam dinamika penularan, sehingga diharapkan paling efisien dalam menurunkan nilai  $\mathcal{R}_0$  hingga kecil dari satu dan mengeliminasi penyakit dari populasi.

