

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan simulasi numerik yang telah dilakukan, didapat simpulan sebagai berikut:

1. Model kompartemen penyebaran penyakit *Dengue* tanpa dan dengan pengaruh *Aedes-Wolbachia* dapat dibuat dengan mendekati proses penyebaran penyakit *Dengue* pada kondisi sesungguhnya.
2. Model penyebaran penyakit *Dengue* tanpa pengaruh *Aedes-Wolbachia* memiliki tiga titik kesetimbangan. Titik pertama merupakan titik kesetimbangan bebas penyakit saat hanya terdapat sub populasi manusia rentan, titik kedua merupakan titik kesetimbangan bebas penyakit saat terdapat sub populasi manusia rentan, sub populasi *Aedes* rentan dan dalam fase akuatik. Sedangkan titik ketiga merupakan titik kesetimbangan endemik. Titik kesetimbangan model matematika tanpa pengaruh *Aedes-Wolbachia* dapat terjadi jika kondisi kestabilannya terpenuhi.
3. Model penyebaran penyakit *Dengue* dengan pengaruh *Aedes-Wolbachia* memiliki empat titik kesetimbangan. Titik pertama dan kedua merupakan titik bebas penyakit saat hanya terdapat sub populasi manusia rentan, sub populasi *Aedes* dan *Aedes-Wolbachia* pada fase akuatik, dan sub populasi *Aedes* dan *Aedes-Wolbachia* rentan. Titik ketiga dan keempat merupakan titik kesetimbangan endemik.
4. Berdasarkan simulasi numerik, dalam jangka waktu panjang sub populasi manusia terinfeksi pada model matematika dengan pengaruh *Aedes-Wolbachia* lebih sedikit dibandingkan dengan tanpa *Aedes-Wolbachia*. Jadi, strategi pelepasan nyamuk *Aedes-Wolbachia* di Kota Bandung dapat dilakukan untuk mengurangi penyebaran penyakit *Dengue*.
5. Analisis sensitivitas bilangan reproduksi dasar pada model penyebaran penyakit *Dengue* tanpa pengaruh *Aedes-Wolbachia* dalam keadaan $\mathfrak{R}_0 < 1$, parameter laju reproduksi *Aedes* (ρ_N) memiliki pengaruh paling besar pada kenaikan \mathfrak{R}_0 dan laju kematian *Aedes* (μ_N) memiliki pengaruh paling besar terhadap penurunan \mathfrak{R}_0 . Sedangkan dalam keadaan $\mathfrak{R}_0 > 1$, parameter peluang transmisi (T_N) memiliki pengaruh paling besar pada kenaikan \mathfrak{R}_0 dan laju kematian *Aedes* (μ_N) memiliki pengaruh paling besar pada penurunan \mathfrak{R}_0 .
6. Analisis sensitivitas bilangan reproduksi dasar pada model penyebaran penyakit *Dengue* dengan pengaruh *Aedes-Wolbachia* dalam keadaan $\mathfrak{R}_0 < 1$ menunjukkan bahwa parameter peluang transmisi (T_N) merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap kenaikan \mathfrak{R}_0 dan laju kematian *Aedes-Wolbachia* (μ_W) memiliki pengaruh paling besar terhadap penurunan \mathfrak{R}_0 . Sedangkan dalam keadaan $\mathfrak{R}_0 > 1$, indeks sensitivitas menunjukkan bahwa parameter laju kematian *Aedes-Wolbachia* (μ_W) memiliki pengaruh paling besar pada kenaikan \mathfrak{R}_0 . Sedangkan laju pemulihan manusia (σ) memiliki pengaruh paling besar pada penurunan \mathfrak{R}_0 .

7. Berdasarkan analisis sensitivitas, jika model dengan pengaruh *Aedes-Wolbachia* diterapkan di Bandung maka penanganan selanjutnya dapat lebih difokuskan untuk mengurangi penderita penyakit *Dengue* secara optimal yaitu dengan mempercepat laju pemulihan manusia.

5.2 Saran

Pada pembahasan berikutnya penulis menyarankan untuk melakukan analisis kestabilan untuk titik kesetimbangan ketiga pada model matematika tanpa pengaruh *Aedes-Wolbachia* dan untuk titik kesetimbangan pada model matematika dengan pengaruh *Aedes-Wolbachia*, serta menganalisa keterkaitan parameter yang berpengaruh secara signifikan pada kedua model tersebut. Selain itu, juga dapat dibahas model penyebaran penyakit *Dengue* dengan pengaruh tipe bakteri *Wolbachia* yang lain, selain *WMel* dan *WMelPop*.

DAFTAR REFERENSI

- [1] WHO (2009) *Dengue Guidelines for Diagnosis, Treatment, Prevention, and Control*. WHO Press, Geneva.
- [2] Yang, H. M., Macoris, Andrighetti, dan Wanderley, D. M. (2009) Assessing the effects of temperature on the population of aedes aegypti, the vector of dengue. *Epidemiology and Infection*, **137**, 1188–1202.
- [3] Ritchie, S. A., Hanna, J. N., Hills, S. L., Piispanen, J. P., dan McBride, W. J. H. (2002) Dengue control in north queensland, australia: Case recognition and selective indoor residual spraying. *Dengue Bulletin*, **26**, 7–12.
- [4] Montella, I. R., Martins, A. J., Viana-Medeiros, P. F., Lima, J. B. P., Braga, I. A., dan Valle, D. (2007) Insecticide resistance mechanisms of brazilian aedes aegypti populations from 2001 to 2004. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* *77*, **3**, 467–477.
- [5] Ooi, E., Goh, K., dan Gubler, D. J. (2006) Dengue prevention and 35 years of vector control in singapore. *Emerging Infectious Diseases* *12*, **6**, 887–893.
- [6] McMeniman, C. J., Lane, R. V., Cass, B. N., Sidhu, M., dan O’Neill, S. L. (2009) Stable introduction of a life shortening wolbachia infection into the mosquito aedes aegypti. *Science* *323*, **591**, 141–144.
- [7] Walker, T., Johnson, P., Moreira, L. A., Ormaetxe, I. I., dan Frentiu, F. D. (2011) The wmel wolbachia strain blocks dengue and invades caged aedes aegypti populations. *Nature*, **476**, 450–453.
- [8] Ndi, M. Z., Hickson, R. I., dan Mercer, G. N. (2012) Modelling the introduction of wolbachia into aedes aegypti to reduce dengue transmission. *The ANZIAM Journal*, **53**, 213–227.
- [9] University, M. (2018) World mosquito program. <http://www.eliminatedengue.com/yogyakarta/berita/view/news/1157/pg/1>. Diakses pada 17 Juni 2019.
- [10] Candra, A. (2010) Demam berdarah *Dengue*: Epidemiologi, patogenesis, dan faktor resiko penularan. *Vector-borne Disease Studies*, **2**, 110–119.
- [11] WHO (2012) *Global Strategy for Dengue Prevention and Control 2012-2020*. WHO Press, Geneva.
- [12] MOH (2016) *Indonesia health profile of 2015*. Ministry of Health, 2016.
- [13] Bandung, B. P. S. K. (2013) Kota bandung dalam angka 2013. ppid.bandung.go.id. Diakses pada 10 Oktober 2018.
- [14] Keman, S. (2007) Perubahan iklim global, kesehatan manusia dan pembangunan berkelanjutan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, **3**, 195–204.

-
- [15] Hilgenboecker, K., Hammerstein, P., Telschow, A., dan Werren, J. H. (2008) How many species are infected with wolbachia? a statistical analysis of current data. *FEMS Microbiology Letters*, **281**, 215–220.
- [16] Frentiu, F. D., Zakir, T., Walker, T., Popovici, J., Pyke, A. T., A van den Hurk, E. A. M., dan O’Neill, S. L. (2014) Limited dengue virus replication in field-collected aedes aegypti mosquitoes infected with wolbachia. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, **8**, 1–10.
- [17] Bian, G., Xu, Y., Lu, P., Xie, Y., dan Xi, Z. (2010) The endosymbiotic bacterium wolbachia induces resistance to dengue virus in aedes aegypti. *PLoS Pathogen*, **6**, 1–10.
- [18] DiPrima, R. C. dan Boyce, W. E. (2009) *Elementary Differential Equations and Boundary Problems*, 8th edition. John Wiley and Sons, Inc, United States.
- [19] Budhi, W. S. (2001) *Kalkulus peubah banyak dan penggunaannya*. ITB, Bandung.
- [20] Li, J. dan Ma, Z. (2009) *Dynamical Modeling and Analysis of Epidemics*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore.
- [21] Driessche, P. dan Watmough, J. (2002) Reproduction numbers and sub-threshold endemic equilibria for compartmental models of disease transmission. *Mathematical Biosciences*, **180**, 29–48.
- [22] Rodrigues, H. S., Monteiro, M. T. T., dan Torres, D. F. M. (2013) Sensitivity analysis in a dengue epidemiological model. *Hindawi Publishing Corporation: Conference Papers in Mathematics*, **2013**.
- [23] Ndi, M. Z., Hickson, R., Allingham, D., dan Mercer, G. (2014) Modelling the transmission dynamics of dengue in the presence of wolbachia. *Mathematical Biosciences*, 1–39.
- [24] Kristiani, F. dan Samat, N. A. (2019) The mathematical modelling of sir-s contagion model of dengue disease which considers the blood type o factor human compartment: A theoretical simulation. *Journal of Statistics and Management Systems*, **22**, 425–446.
- [25] Pongsumpun, P. (2009) Age structured model for symptomatic and asymptomatic infections of dengue disease. *International Journal of Modelling and Simulation*, **2**, 199–205.