

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

**5.1.1** Model Matematika pada penyebaran penyakit kolera disajikan dalam bentuk persamaan diferensial (5.1) sebagai berikut

$$\begin{aligned}\frac{dS}{dt} &= A - \phi S - \left( \beta_{hi} \frac{B_{hi}}{K_{hi} + B_{hi}} + \beta_{li} \frac{B_{li}}{K_{li} + B_{li}} \right) S + \eta V - \mu S \\ \frac{dV}{dt} &= \phi S - \left( \beta_{hi} \frac{B_{hi}}{K_{hi} + B_{hi}} + \beta_{li} \frac{B_{li}}{K_{li} + B_{li}} \right) \sigma V - \eta V - \mu V \\ \frac{dI}{dt} &= \left( \beta_{hi} \frac{B_{hi}}{K_{hi} + B_{hi}} + \beta_{li} \frac{B_{li}}{K_{li} + B_{li}} \right) S + \left( \beta_{hi} \frac{B_{hi}}{K_{hi} + B_{hi}} + \beta_{li} \frac{B_{li}}{K_{li} + B_{li}} \right) \sigma V \\ &\quad - (\mu + \gamma + d)I \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma I - \mu R \\ \frac{dB_{hi}}{dt} &= \xi I - (\chi + \omega) B_{hi} \\ \frac{dB_{li}}{dt} &= \chi B_{hi} - (\mu_p + \omega) B_{li}\end{aligned}\tag{5.1}$$

**5.1.2** Dari persamaan (5.1) di peroleh dua titik tetap yaitu titik tetpa bebas penyakit dan titik tetpa endemik. Titik kesetimbangan penyebaran penyakit kolera bersifat stabil asimtotik loka jika  $R_0 < 1$  dan tidak stabil jika  $R_0 > 1$ , sedangkan analisis titik kesetimbangan endemik telah di analisis melalui simulasi numerik.

**5.1.3** Hasil simulasi numerik menunjukkan bahwa

- a. Pada kondisi  $R_0 < 1$  jumlah penyebaran penyakit kolera akan berkurang dan pada saat tertentu menjadi tidak ada, sedangkan pada kondisi  $R_0 > 1$

jumlah penyebaran penyakit kolera akan bertambah sehingga dapat terjadi penyebaran penyakit kolera.

- b.** Peningkatan laju vaksinasi menyebabkan bilangan reproduksi dasar berkurang, hal ini dapat menjadi solusi untuk menekan penyebaran penyakit kolera. Selain itu diperlukan juga pembuatan vaksin yang dapat bertahan lama dalam tubuh manusia, agar tidak terjadi lagi peningkatan penyakit kolera.

## **5.2 Saran**

Pada penelitian selanjutnya, penulis menyarankan untuk membahas mengenai analisis kestabilan secara global mengenai penyebaran penyakit kolera.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anang Prayudi, 2006. *tingkat kewaspadaan serta faktor yang mempengaruhi pada sopir truk hauling shift siang dan malam kontraktor tambang batubara.* [http://eprints.ui.ac.id/48243/1/98533-T\(2017699Perbandingan\)20tingkat.pdf](http://eprints.ui.ac.id/48243/1/98533-T(2017699Perbandingan)20tingkat.pdf).(cited 20 Desember 2010).
- Anton, H. 1997. *Aljabar Linier Elementer* . Erlangga, Jakarta, 5th edition.
- Boyce, W. E. dan Diprima, R. C. 2001. *Elementary Differential equation and Boundary value problems.* 7<sup>th</sup> New York: John wiley and sons, Inc.
- Castillo-Chaves C, Song B. 2004. Dynamical Models of Tuberculosis and Their Applications. *Mathematical Biosciences and Engineering.* 1(2):361-404.
- Chitnis, N., Hyman, J., dan Cushing, J. 2008. Determining Important Parameters in the Spread of Malaria Through the Sensitivity Analysis of a Mathematical Model. *Bulletin of Mathematical Biology,* pages 70, 1272.
- Claudia, N. 2004. *Calculus for Biology and Medicine.* Pearson Education, New Jersey.
- C. Modnak, J. Wang and Z. Mukandavire, Simulating optimal vaccination times during cholera outbreaks, *Int. J. Biomath.,* 7 (2014), 1450014.
- C. T. Codeco, Endemic and epidemic dynamics of cholera: the role of the aquatic reservoir, *BMC Infect. Dis.,* 1 (2001), 114.
- Derouch, M and Boutayeb, A. 2008. *An Avian mathematical model.* *Applied mathematical science.* 36(2) :1749-1760.

- Driessche, P dan Watmough, J.2002. *Reproduction Numbers and Sub-threshold endemic Equilibrium for Compartmental Models of Disease Transmission*. Mathematical Biosciences. 180 :29-48.
- D. S. Merrell, S. M. Butler, F. Qadri, et al., Host-induced epidemic spread of the cholera bacterium, *Nature*, 417 (2002), 642645.
- Fisher, SD. 1990. *Complex Variables*. Wadsworth & Brooks, California (US).
- Fung ICH, Fitter DL, Borse RH, Meltzer MI, dan Tappero JW. 2013. *Modeling the Effect of Water, Sanitation, and Hygiene and Oral Cholera Vaccine Implementation in Haiti*. *American Journal Tropical Medicine and Hygiene*. 89(4):633640.
- J.Wang and C. Modnak, Modeling cholera dynamics with controls, *Canadian Appl. Math. Quart.*, 19 (2011), 255273.
- Kocak, H dan Hole, J. 1991. *Dynamic and Bifurcation*. Springer, New York.
- Kokomo, E., dan Emvudu, Y. 2019. Mathematical analysis and numerical simulation of an age-structured model of cholera with vaccination and demographic movements. *Nonlinear Analysis: Real World Applications*, 45, 142156. doi.org/10.1016/j.nonrwa.2018.06.011
- Lin, J., Xu, R., dan Tian, X. 2019. Transmission dynamics of cholera with hyperinfectious and hypoinfectious vibrios: Mathematical modelling and control strategies. *Mathematical Biosciences and Engineering*, 16(5), 43394358. doi.org/10.3934/mbe.2019216
- Merrell DS, Butler SM, Qadri F, Dolganov NA, Alam A, Cohen MB, Calderwood SB, Schoolnik GK, Camili A. 2002. *Host-induced epidemic spread of the cholera bacterium*. *Nature*. 417. 642645.
- Murray, J 2002 , *Mathematical Biology (Third Edition)*, New York, Springer.

- Nuha, A. R., dan Resmawan, R. 2020. Analisis Model Matematika Penyebaran Penyakit Kolera Dengan Mempertimbangkan Masa Inkubasi. *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Terapan*, 17(2), 212229. doi.org/10.22487/2540766X.2020.v17.i2.15200
- Olsder, G.J and Woude, J.W. vander. 2004. *Mathematical system theory*. Netherland :VVSD
- Panvilov, A. 2004. *Qualitative analysis of differential Equations*. Utrechth universitu, Utrecht.
- Perko, L. 2001. *Differential Equations and Dynamical Systems( Third Edition)*. Springer-Verlag, New York, 3th edition.
- Rahmi, N. *dinamika penyebaran penyakit kolera oleh bakteri Vibrio cholerae bertipe Hyperinfectious*. Thesis, Institut Pertanian Bogor, 2016.
- R.L.M. Neilan, E. Schaefer, H. Ga, et al., Modeling optimal intervention strategies for cholera, *Bull. Math. Biol.*, 72 (2010), 2004-2018.
- Soemartojo, N. 1987. *Kalkulus Lanjutan I*. Karunika Universitas Terbuka, Jakarta.
- Tian, X., Xu, R., dan Lin, J. (2019). *Mathematical analysis of a cholera infection model with vaccination strategy*. *Applied Mathematics and Computation*, 361, 517535. doi.org/10.1016/j.amc.2019.05.055
- Waldman RJ, Mintz ED, Papountz HE. 2013. *Cure for Cholera: Improving Access to Safe Water and Sanitation*. *New England Journal Medicine*. 368:592-594.
- WHO Media centre. Cholera, 2018. URL <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs107/en/>