BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang dilakukan terhadap model penyebaran penyakit DBD tipe SIR dengan larvasida, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Model yang dihasilkan mampu menggambarkan penyebaran penyakit demam berdarah *dengue* (BDB) Tipe SIR dengan larvasida.
2. Titik kesetimbangan yang diperoleh ada dua yaitu titik kesetimbangan bebas penyakit dan titik kesetimbangan endemik.
3. Titik kesetimbangan bebas penyakit stabil ketika $\mathcal{R}_0 < 1$.
4. Hasil simulasi menunjukkan bahwa meningkatnya proporsi kematian larva karena pengaruh penggunaan larvasida (k) menyebabkan nilai $\mathcal{R}_0$ menurun, sehingga membantu menekan laju penyebaran penyakit dalam populasi.
5. Hasil simulasi juga menunjukkan bahwa meningkatnya proporsi kematian larva karena pengaruh penggunaan larvasida (k) memberi pengaruh terhadap masing-masing populasi. Adapun yang terjadi pada populasi nyamuk yaitu, jumlah populasi nyamuk akuatik semakin berkurang sehingga populasi nyamuk rentan dan nyamuk terinfeksi juga berkurang. Pengaruh yang terjadi pada jumlah populasi manusia, yaitu jumlah populasi manusia kelas rentan dan kelas terinfeksi mengalami penurunan, sedangkan jumlah populasi manusia kelas sembuh meningkat.

5.2 Saran

Pada penelitian ini tidak dibahas mengenai analisis titik kesetimbangan endemik (Analisis global) dari “Model Penyebaran Penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) Tipe SIR dengan Larvasida”. Oleh karena itu, penulis menyarankan kepada pembaca yang tertarik dengan masalah ini agar pada penelitian selanjutnya menyertakan analisis global dan simulasi kestabilannya.

DAFTAR PUSTAKA

Aini, A. N., & Shodiqin, A. 2014. "Analisis Kestabilan dan Simulasi Model Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD)". AKSIOMA: *Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 5(2/september).

Binsasi, E., Bano, E.N., Salsinha, C.N. 2021. "Analisis model penyebaran penyakit demam berdarah dengue di kota kefamenanu". STATMAT (Jurnal Statistika dan Matematika): Vol. 3, No. 1, January 2021.

Bustamam, A., Aldila, D., & Yuwanda, A. 2018. "Understanding dengue control for short-and long-term intervention with a mathematical model approach". *Journal of Applied Mathematics*, 2018.

CNN Indonesia. 2019. "Kasus Meningkat Indonesia Waspada DBD". https://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20190131142925-255-365417/kasus-meningkat-indonesia-waspada-dbd/. Diakses 30 April 2021 14:40.

CNN Indonesia. 2020. "Hingga Juli, Kemenkes Catat 71 Ribu Kasus DBD". https://www.cnnindonesia.com/nasional/20200712091335-20-523662/hingga-juli-kemenkes-catat-71-ribu-kasus-dbd/. Diakses 30 April 2021 14:45.

Diekmann, O. dan Heesterbeek, J.A.P. 2000. *Mathematical Epidemiology of Infectious Disease: Model Building, Analysis and Interpretation.* New York: Wiley.

Driessche, PVD., Watmough , J. 2002. "Reproduction numbers and sub-threshold endemic equilibria for compartmental models of disease transmission". *Mathematical Biosciences*. 180: 29-48. PII: S0025- 5564(02)00108-6.

Edelstein-Keshet L. 2005. *Mathematical Models in Biology*. New York: Random House.

Garcia, G. A., David, M. R., *et al*. 2018. "The impact of insecticide applications on the dynamics of resistance: The case of four Aedes sp. populations from different Brazilian regions". PLoS Negl Trop Dis, 12(2), e0006227. doi:10.1371/journal.pntd.0006227.

Giesecke, J. 2002. *Moderen Infectious Disease Epidemiology*, Second Edition, Florida: CRC Press.

Indrawati, I. 2012. "Analisis dinamik untuk kestabilan dari model SIR dengan perlambatan waktu". Skripsi S1. Jurusan matematika :Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Infodatin Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI. (2017). "Situasi Penyakit Demam Berdarah di Indonesia Tahun 2017". http://www.depkes.go.id/download.php?file=download/pusdatin/infodatin/Info/ Datin Situasi-Demam-Berdarah-Dengue.pdf. Diakses pada 30 April 2021 15:07.

Kementerian Kesehatan RI. 2019. Buletin Jendela Epidemilogi: Demam Berdarah Dengue, Volume 2. Jakarta: Pusat Data dan Surveilans Epidemiologi.

Kolo, S.M.D., Gergonius, F., & Silvana, D.R Neno. 2018. "Efektivitas Biolarvasida Ekstrak Daun Sirsak dan Serai Wangi terhadap Larva Nyamuk Aedes aegypti". Jurnal Saintek Lahan Kering. 1 (1):11-13.

Leon SJ. 1998. *Aljabar Linier & Aplikasinya*: Erlangga.

Murray, J. 2002. *Biology : An Introduction (3rd ed.).* New York Berlin Heidelberg: SpringerVerlag.

Ningsih, S. 2017. "Kontrol optimal penyebaran penyakit demam berdarah dengue melalui vaksinasi dan fogging". Skripsi. Universitas Hasanuddin Makassar.

Oktaviani, V., Usy Ariyani., Krisdiyanta. 2016. "Pemetaan epidemiologi sebaran penderita demam berdarah dengue". Poltekkes jambi, Jambi. XIII (5).

Perko, Lawrence. 2001. *Differential Equations and Dynamical Systems*. 3rd. New York: Springer.

Rumengan, A. P. 2010. "Uji Larvasida Nyamuk (Aedes sp.) Dari Ascidian (Didemnum Molle)". Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis, 6(2), 83-86.

Soedarto. 2012. *Demam Berdarah Dengue*. Sagung Seto, Jakarta

Sucipto Dani, C. 2011. *Vektor Penyakit Tropis.* Yogyakarta : Gosyen Publishing.

Sukohar A, 2014. "Demam berdarah dengue". Medula. Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Bandar Lampung. 2(2):1-15.

Sumantri Arif. 2008. "Model Pencegahan Berbasis Lingkungan Terhadap Penyakit Demam Berdarah Dengue Propinsi DKI Jakarta", Disertasi Program Doktor Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Sekolah Pascasarjana IPB Bogor.

Tu PNV. 1994. *Dynamical System: An Introduction with Applications in Economics and Biology*. New York: Springer-Verlag.

T, Azizah, & R, Faizah. 2010. "Analisi Faktor Resiko Kejadian Demam Berdarah Dengue di Desa Mojosongo Kabupaten Boyolali". Eksplanasi, 1-9.

Windawati, S., Shodiqin, A., Aini, A. N. 2020. "Analisis model matematika penyebaran penyakit demam berdarah dengan pengaruh fogging". AKSIOMA: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika, vol. 02. No. 01

Wiggins, S. 2009. *Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos*. Second Edition. Springer-Verlag. New York.

Zulpikar. 2018. "Analisis model matematika penyebaran penyakit Demam Berdarah Dengue dengan treatmen". Skripsi S1. UIN SUSKA RIAU

LAMPIRAN

Lampiran 1 Penentuan titik kesetimbangan

```
(*Titik Kesetimbangan*)

Clear[k, μh, nh, βhb, βvb, sh, ih, rh, av, sv, iv, γh, α, μv, qa, μa];

(* Definisikan sistem persaman diferensial 4.1 *)
f1[sh_, ih_, rh_, av_, sv_, iv_] := μh nh - (βhb / nh) iv sh - μh sh;
f2[sh_, ih_, rh_, av_, sv_, iv_] := (βhb / nh) iv sh - (μh + γh) ih;
f3[sh_, ih_, rh_, av_, sv_, iv_] := γh ih - μh rh;
f4[sh_, ih_, rh_, av_, sv_, iv_] :=
  α (1 - k av) (sv + iv) - (qa + μa) av;
f5[sh_, ih_, rh_, av_, sv_, iv_] := qa av - (βvb / nh) ih sv - μv sv;
f6[sh_, ih_, rh_, av_, sv_, iv_] := (βvb / nh) ih sv - μv iv;
sol =
  FullSimplify[
    Solve[{f1[sh, ih, rh, av, sv, iv] == 0,
      f2[sh, ih, rh, av, sv, iv] == 0, f3[sh, ih, rh, av, sv, iv] == 0,
      f4[sh, ih, rh, av, sv, iv] == 0, f5[sh, ih, rh, av, sv, iv] == 0,
      f6[sh, ih, rh, av, sv, iv] == 0}, {sh, ih, rh, av, sv, iv}]] //
   FullSimplify;
sol[[1]]
```

$\{sh \to nh,\ ih \to 0,\ rh \to 0,\ av \to 0,\ sv \to 0,\ iv \to 0\}$

```
sol[[2]]
```

$$\left\{sh \to nh,\ ih \to 0,\ rh \to 0,\ av \to \frac{qa\,\alpha - (qa + \mu a)\,\mu v}{k\,qa\,\alpha},\ sv \to \frac{qa\,\alpha - (qa + \mu a)\,\mu v}{k\,\alpha\,\mu v},\ iv \to 0\right\}$$

```
sol[[3]]
```

$$\left\{sh \to nh + \frac{nh\,(\gamma h + \mu h)\,\mu v}{\beta vb\,\mu h},\ ih \to -\frac{nh\,\mu v}{\beta vb},\ rh \to -\frac{nh\,\gamma h\,\mu v}{\beta vb\,\mu h},\ av \to 0,\right.$$

$$\left. sv \to \frac{nh\,\mu h\,(\gamma h + \mu h)\,\mu v}{\beta hb\,\beta vb\,\mu h + \beta hb\,(\gamma h + \mu h)\,\mu v},\ iv \to -\frac{nh\,\mu h\,(\gamma h + \mu h)\,\mu v}{\beta hb\,\beta vb\,\mu h + \beta hb\,(\gamma h + \mu h)\,\mu v}\right\}$$

```
(*Titik kesetimbangan endemik*)

sol[[4]]
```

$$\left\{sh \to \frac{k\,nh^2\,\alpha\,\mu v\,(\beta vb\,\mu h + (\gamma h + \mu h)\,\mu v)}{\beta vb\,(qa\,\beta hb\,(\alpha - \mu v) - \beta hb\,\mu a\,\mu v + k\,nh\,\alpha\,\mu h\,\mu v)},\right.$$

$$ih \to \frac{nh\,\mu h\,\left(qa\,\alpha\,\beta hb\,\beta vb - \beta hb\,\beta vb\,(qa + \mu a)\,\mu v - k\,nh\,\alpha\,(\gamma h + \mu h)\,\mu v^2\right)}{\beta vb\,(\gamma h + \mu h)\,(qa\,\beta hb\,(\alpha - \mu v) - \beta hb\,\mu a\,\mu v + k\,nh\,\alpha\,\mu h\,\mu v)},$$

$$rh \to \frac{nh\,\gamma h\,\left(qa\,\alpha\,\beta hb\,\beta vb - \beta hb\,\beta vb\,(qa + \mu a)\,\mu v - k\,nh\,\alpha\,(\gamma h + \mu h)\,\mu v^2\right)}{\beta vb\,(\gamma h + \mu h)\,(qa\,\beta hb\,(\alpha - \mu v) - \beta hb\,\mu a\,\mu v + k\,nh\,\alpha\,\mu h\,\mu v)},$$

$$av \to \frac{qa\,\alpha - (qa + \mu a)\,\mu v}{k\,qa\,\alpha},\ sv \to \frac{(\gamma h + \mu h)\,(qa\,\beta hb\,(\alpha - \mu v) - \beta hb\,\mu a\,\mu v + k\,nh\,\alpha\,\mu h\,\mu v)}{k\,\alpha\,\beta hb\,(\beta vb\,\mu h + (\gamma h + \mu h)\,\mu v)},$$

$$\left. iv \to \frac{\mu h\,\left(qa\,\alpha\,\beta hb\,\beta vb - \beta hb\,\beta vb\,(qa + \mu a)\,\mu v - k\,nh\,\alpha\,(\gamma h + \mu h)\,\mu v^2\right)}{k\,\alpha\,\beta hb\,\mu v\,(\beta vb\,\mu h + (\gamma h + \mu h)\,\mu v)}\right\}$$

Lampiran 2 Perhitungan $\mathcal{R}_0$ dengan parameter k ditingkatkan

```
(*Perhitungan ℛ0 dengan parameter k ditingkatkan*)

Clear[μh, nh, βhb, βvb, sh, ih, rh, av, γh, sv, α, k, μv, qa, iv, μa];
μh = 0.0000457;
b = 0.5;
βh = 0.75;
βv = 1;
γh = 0.1428;
nh = 47802;
qa = 0.1;
μa = 0.1;
α = 10;
μv = 0.25;
```

$$Ro = \left(\frac{\beta h\, b\, \beta v\, b\, (qa\, \alpha - (qa + \mu a)\, \mu v)}{nh\, k\, \alpha\, (\gamma h + \mu h)\, \mu v^2}\right);$$

```
TableForm[Table[{k, Ro}, {k, 0.02, 0.05, 0.01}],
 TableHeadings → {None, {"k", "Ro"}}]
```

k	Ro
0.02	0.0020869
0.03	0.00139127
0.04	0.00104345
0.05	0.00083476

Lampiran 3 Simulasi pengaruh penggunaan larvasida

```
Clear[sol3, plot3, u, v, w, μh,  p, n, Chb, Teh, γh, Cvb, Tev, μv, Sh, Eh,
  Ih, Ev, Iv, Rh, Sv];
Needs["PlotLegends`"];
μh = 0.0000457;
b = 0.5;
βv = 1;
βh = 0.75;
γh = 0.1428;
nh = 47802;
qa = 0.1;
μa = 0.1;
α = 10;
μv = 0.25;
T = 50;
sol3[u_, k_, b_] := First[u /. With[{Chb = b βh, Cvb = b βv}, NDSolve[
      {Sh'[t] == μh nh - (Chb / nh) Iv[t] Sh[t] - μh Sh[t],
       Ih'[t] == (Chb / nh) Iv[t] Sh[t] - (μh + γh) Ih[t],
       Rh'[t] == γh Ih[t] - μh Rh[t],
       Av'[t] == α (1 - k Av[t]) (Sv[t] + Iv[t]) - (qa + μa) Av[t],
       Sv'[t] == qa Av[t] - (Cvb / nh) Ih[t] Sv[t] - μv Sv[t],
       Iv'[t] == (Cvb / nh) Ih[t] Sv[t] - μv Iv[t],
       Sh[0] == 47800, Ih[0] == 2, Rh[0] == 0, Av[0] == 100, Sv[0] == 50, Iv[0] == 5},
      {Sh, Ih, Rh, Av, Sv, Iv}, {t, 0, T}]]];

plot3[u_, v_, w_, uu_String] :=
  Plot[Evaluate [Table[sol3[u, i, 0.60], {i, 0.02, 0.05, 0.01}]],
   {t, 0, T}, PlotRange → {{0, T}, {v, w}}, AxesLabel → {"Hari t", uu},
   PlotStyle → {{Thick, Brown}, {Thick, Red}, {Thick, Blue}, {Thick, Green}},
   PlotLegend → {"k =0.02", "k =0.03", "k =0.04", "k =0.05"},
   LegendPosition → {1, -0.3}, LegendTextSpace → 3, LegendSize → 0.5,
   ShadowBackground → White];
plot3[Sh[t], 47785, 47800, "Sh(t)"]
plot3[Ih[t], 0, 6, "Ih(t)"]
plot3[Rh[t], 0, 11, "Rh(t)"]
plot3[Av[t], 0, 100, "Av(t)"]
plot3[Sv[t], 0, 50, "Sv(t)"]
plot3[Iv[t], 0, 5, "Iv(t)"]
```

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 16 Juli 1997 di Haulasi, sebagai anak ke-1 dari 3 bersaudara, dari pasangan Bapak Godlif Leltakaeb dan Ibu Yohana Mnaka. Penulis mengikuti pendidikan sekolah dasar di SDK Haulasi sampai tamat dan berijazah tahun 2010, Penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri Haulasi dan berijazah tahun 2013, Penulis melanjutkan pendidikan pada SMA Pelita Karya Kefamenanu, sampai tamat dan berijazah pada tahun 2016.

Pada tahun 2017 Penulis mendaftarkan diri pada Fakultas Pertanian (FAPERTA) Program Studi Matematika Universitas Timor lewat jalur SBMPTN hingga selesainya penyusunan skripsi ini.

Kefamenanu, 2022

Adriana leltakaeb