

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Identifikasi Masalah

Dalam kehidupan sehari-hari, penyebaran *Rhipicephalus sanguineus* dapat menjadi permasalahan bagi pemilik hewan peliharaan anjing. Dampak emosional maupun kerugian secara materi dapat dirasakan akibat kematian seekor anjing. Oleh karena itu, dengan menggunakan pemodelan matematika, dapat diketahui faktor yang berdampak pada nilai subpopulasi terinfeksi (I) dan subpopulasi sembuh (R) sehingga bisa dilakukan pencegahan pada faktor yang menyebabkan nilai subpopulasi terinfeksi meningkat, serta melakukan penerapan pada faktor yang dapat menyebabkan nilai subpopulasi sembuh meningkat.

3.2 Pembentukan Model

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengembangan dari model SIR (*Susceptible-Infected-Recovered*), yaitu model SITR (*Susceptible-Infected-Treated-Recovered*). Dalam model ini, terdapat penambahan kompartemen populasi yaitu T (*Treated*) yang merupakan kompartemen bagi populasi yang telah menerima pengobatan dengan jenis obat *Fipronil* yang memiliki efektivitas 100%.

3.2.1 Model Matematika Penyebaran *Rhipicephalus sanguineus* pada Anjing dengan Faktor Pengobatan Fipronil

Adapun asumsi-asumsi yang digunakan dalam pembentukan model pada penelitian ini adalah:

- 1) Jumlah populasi konstan. Diasumsikan tidak ada individu yang masuk maupun keluar dari populasi.
- 2) Setiap individu yang lahir memiliki peluang yang sama untuk melakukan kontak dengan individu lain, artinya populasi diasumsikan homogen.
- 3) Laju kelahiran dan kematian alami diasumsikan sama.
- 4) Infestasi kutu terjadi ketika individu rentan berinteraksi secara langsung dengan individu yang terinfeksi.

- 5) Obat yang digunakan dalam pengendalian ektoparasit *Rhipicephalus sanguineus* adalah *Fipronil*.
- 6) Pengobatan dilakukan sesuai dosis yang dianjurkan oleh aturan pemakaian obat.
- 7) Individu yang berada di sub populasi R dapat berpindah kembali ke sub populasi S, artinya tidak ada imunitas terhadap ektoparasit *Rhipicephalus sanguineus*.

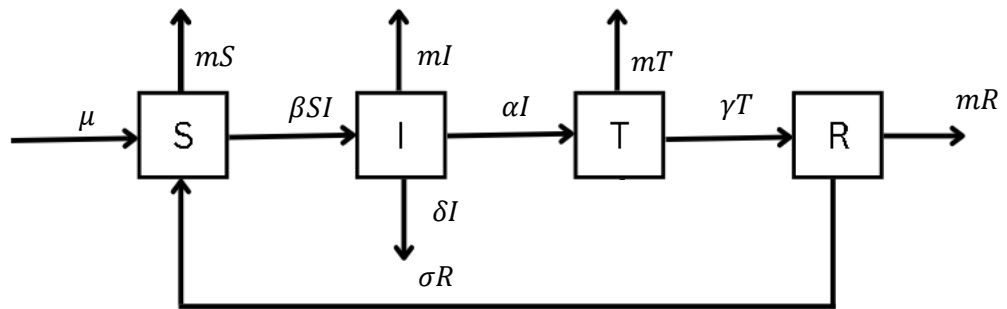
Dalam model matematika penyebaran *Rhipicephalus sanguineus* pada anjing dengan faktor pengobatan fipronil, populasi dibagi menjadi 4 sub populasi. Sub populasi pertama yaitu sub populasi yang rentan terinfeksi oleh *Rhipicephalus sanguineus* atau disebut sebagai kompartemen *Susceptible* (S). Kemudian terdapat sub populasi *Infected* (I) yang merupakan sub populasi yang telah terinfeksi oleh *Rhipicephalus sanguineus*. Sub populasi berikutnya adalah sub populasi *Treated* (T), merupakan sub populasi yang telah terinfeksi dan diberikan pengobatan *Fipronil*. Terakhir, sub populasi *Recovered* (R) adalah sub populasi berisi individu yang telah sembuh dari infeksi *Rhipicephalus sanguineus*.

Pada keadaan nyata, terdapat banyak faktor yang mempengaruhi laju perubahan masing-masing populasi. Berikut adalah beberapa parameter yang digunakan dalam penelitian ini:

- 1) β merupakan laju perpindahan individu dari sub populasi rentan (S) menjadi sub populasi terinfeksi (I).
- 2) μ merupakan laju kelahiran dan kematian alami individu.
- 3) α merupakan laju perpindahan individu dari sub populasi terinfeksi (I) menjadi sub populasi yang sedang (T).
- 4) γ merupakan laju perpindahan individu dari sub populasi terobati (T) menjadi sub populasi sembuh (R).
- 5) δ merupakan laju kematian akibat penyakit yang diderita.
- 6) σ merupakan laju perpindahan individu dari sub populasi sembuh (R) menjadi sub populasi yang rentan.

3.2.2 Diagram Transfer dan Penjelasan Model Matematika Penyebaran *Rhipicephalus sanguineus* pada Anjing dengan Faktor Pengobatan Fipronil

Proses penyebaran *Rhipicephalus sanguineus* pada anjing dengan faktor pengobatan fipronil disajikan dalam diagram berikut:



Gambar 3.1 Diagram model matematika penyebaran *Rhipicephalus sanguineus* pada anjing dengan faktor pengobatan *Fipronil*

3.2.3 Variabel dan Parameter yang Digunakan Dalam Model Matematika Penyebaran *Rhipicephalus sanguineus* pada Anjing dengan Faktor Pengobatan Fipronil

Berikut variabel dan parameter yang digunakan dalam model penyebaran *Rhipicephalus sanguineus* pada anjing:

Tabel 3.1 Daftar Variabel yang Digunakan

No.	Variabel	Definisi	Syarat	Satuan
1	$N(t)$	Jumlah Populasi Individu pada waktu ke-t	$N(t) \geq 0$	Individu
2	$S(t)$	Jumlah Individu rentan terinfeksi pada waktu ke-t	$S(t) \geq 0$	Individu
3	$I(t)$	Jumlah Individu yang terinfeksi pada waktu ke-t	$I(t) \geq 0$	Individu
4	$T(t)$	Jumlah Individu yang diberikan obat pada waktu ke-t	$T(t) \geq 0$	Individu
5	$R(t)$	Jumlah Individu yang telah sembuh dari infeksi pada waktu ke-t	$R(t) \geq 0$	Individu

Tabel 3.2 Daftar Parameter yang Digunakan

No.	Parameter	Definisi	Syarat	Satuan	Sumber
1	μ	Laju kelahiran alami	$0 \leq \mu \leq 1$	individu/hari	Melalui penelitian pribadi
2	m	Laju kematian alami	$0 \leq m \leq 1$	1/hari	Melalui penelitian pribadi
3	β	Laju perpindahan dari sub populasi individu rentan menjadi sub populasi individu terinfeksi (laju penularan)	$0 \leq \beta \leq 1$	1/hari/individu	Melalui penelitian pribadi
4	α	Laju perpindahan dari sub populasi individu terinfeksi menjadi sub populasi individu yang sedang menerima pengobatan (laju pengobatan)	$0 \leq \alpha \leq 1$	1/hari	Melalui penelitian pribadi
5	δ	Laju kematian akibat penyakit individu	$0 \leq \delta \leq 1$	1/hari	Melalui penelitian pribadi
6	γ	Laju perpindahan individu dari sub populasi sedang menerima pengobatan menjadi sub populasi individu sembuh (laju kesembuhan)	$0 \leq \gamma \leq 1$	1/hari	Melalui penelitian pribadi
7	σ	Laju perpindahan individu dari sub populasi sembuh menjadi sub populasi rentan	$0 \leq \sigma \leq 1$	1/hari	Melalui penelitian pribadi

3.3 Titik Ekuilibrium dan Bilangan Reproduksi Dasar

3.3.1 Titik Ekuilibrium

Titik ekuilibrium pada model SITR diperoleh pada kondisi banyak individu pada seluruh sub populasi bernilai nol atau $\frac{dS}{dt} = 0, \frac{dI}{dt} = 0, \frac{dT}{dt} = 0, \frac{dR}{dt} = 0$.

3.3.2 Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit dan Endemik

Titik ekuilibrium bebas penyakit diperoleh ketika tidak ada penyakit dalam populasi atau dengan kata lain, tidak ada individu yang terinfeksi ($I = 0$).

Jadi, untuk dapat memenuhi titik ekuilibrium bebas penyakit, substitusi $I = 0$

ke seluruh persamaan dari titik ekuilibrium. Sedangkan titik ekuilibrium endemik diperoleh ketika kondisi ($I \neq 0$).

3.3.3 Bilangan Reproduksi Dasar

Penyakit atau infestasi ektoparasti tidak akan menyebar ketika banyak individu yang terinfeksi menurun. Oleh karena itu, menentukan bilangan reproduksi dasar (R_0) dalam penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan analisis terhadap kondisi $\frac{dI}{dt} < 0$. Setelah nilai R_0 ditemukan, jika $R_0 < 1$ maka banyak individu yang terinfestasi oleh ektoparasit akan berkurang dan penyakit akan punah. Jika $R_0 > 1$, maka banyak individu yang terinfestasi oleh ektoparasit bertambah dan penyakit dapat menyebar.

3.4 Validasi

Proses validasi dilakukan dengan verifikasi antara hasil analisa kualitatif model dengan solusi numerik. Solusi yang diperoleh dari model kemudian disimulasikan dengan menggunakan grafik dan dibandingkan dengan hasil analitik yang telah dilakukan. Solusi disimulasikan berdasarkan model dan nilai parameternya.

3.5 Penarikan Kesimpulan

Membuat penarikan kesimpulan dari interpretasi solusi yang telah dilakukan agar solusi dapat diterapkan di kehidupan sehari-hari.