

## VSEIR Mathematical Model on Anthrax Disease Dissemination in Animal Population with Vaccination and Treatment Effects

### Model Matematika VSEIR Penyebaran Penyakit Antraks pada Populasi Hewan dengan Efek Vaksinasi dan Pengobatan

Nurfitria Prawandani<sup>1\*</sup>, Syamsuddin Toaha<sup>2\*</sup>, Kasbawati<sup>3\*</sup>

#### Abstract

This research aims to determine the equilibrium point and analyze the stability of VSEIR model in anthrax disease with vaccination and treatment effects. It also aims to measure the sensitivity level of anthrax disease deployment to proportion vaccination effect and proportion treatment effect through the amount of  $\mathcal{R}_0$ . The research method used is a qualitative method by determining the basic reproduction number ( $\mathcal{R}_0$ ) via the next generation method to analyze the stability of non-endemic and endemic equilibrium point. The non-endemic equilibrium point is said to asymptotically stable if  $\mathcal{R}_0 < 1$  and unstable if  $\mathcal{R}_0 > 1$ . The stability of non-endemic and endemic equilibrium points are obtained by using the Routh-Hurwitz criteria. The sensitivity analysis shows that the proportion of vaccination effects on new-born animals and treatment on infected animals can reduce the spread of anthrax virus and also eliminate endemic condition. Numerical simulations are also performed to show the effect of vaccination of new-born animals, and treatment of infected animal at anthrax disease deployment.

**Keywords:** Basic Reproduction Number, Equilibrium Point, Routh-Hurwitz Criteria, Vaccination, Treatment.

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan titik kesetimbangan dan menganalisis kestabilan dari model VSEIR pada penyakit antraks dengan efek vaksinasi dan pengobatan. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengukur tingkat sensitivitas penyebaran penyakit antraks terhadap proporsi efek vaksinasi dan pengobatan melalui besaran  $\mathcal{R}_0$ . Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif dengan menentukan bilangan reproduksi dasar ( $\mathcal{R}_0$ ) yang diperoleh dari metode *next generation matrix* untuk menganalisis kestabilan dari titik kesetimbangan non-endemik dan endemik. Titik kesetimbangan non-endemik dikatakan stabil asimtotik lokal jika  $\mathcal{R}_0 < 1$ , dan tidak stabil jika  $\mathcal{R}_0 > 1$ . Kestabilan titik kesetimbangan non-endemik dan endemik diperoleh dengan menggunakan kriteria Routh-Hurwitz. Dari analisis sensitivitas menunjukkan bahwa proporsi efek vaksinasi hewan yang baru lahir dan pengobatan pada hewan yang telah terinfeksi dapat mengurangi penyebaran virus antraks dan juga menghilangkan kondisi endemik. Simulasi numerik dilakukan untuk menunjukkan tingkat efek vaksinasi hewan yang baru lahir, dan pengobatan hewan yang telah terinfeksi pada penyebaran penyakit antraks.

**Kata kunci:** Bilangan Reproduksi Dasar, Titik Kesetimbangan, Kriteria Routh-Hurwitz, Vaksinasi, Pengobatan.

\* Program Studi Magister Matematika, FMIPA-UNHAS

Email: <sup>1</sup>nurfitria@fity.nf@gmail.com, <sup>2</sup>syamsuddint@gmail.com, <sup>3</sup>kasbawati@gmail.com