

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Bawang merah (*Allium ascalonicum* Linn.) adalah tanaman potensial yang dapat dikembangkan di Indonesia. Bawang merah termasuk sayuran serbaguna yang digunakan sebagai bumbu pelengkap masakan, bahan industri makanan dan obat tradisional. Hasil produksi bawang merah masih kurang optimal, bahkan sering berkurang produktivitasnya karena serangan hama dan penyakit yang biasanya menimbulkan kerusakan yang dikendalikan (Putrasamedja & Suwandi, 1996).

Menurut (Udiarto et al., 2005), terdapat hama yang menyerang tanaman bawang merah antara lain orong-orong (*Gryllotalpa* spp.), ulat bawang (*Spodoptera exigua*), ulat grayak (*Spodoptera litura*), lalat pengorok daun (*Liriomyza chinensis*) dan thrips (*Thrips tabaci*). Sedangkan penyakit bawang merah yang sering ditemukan adalah penyakit bercak ungu (*Alternaria porri*), antraknos (*Colletotricum gloeosporioides*), bercak daun *Cercospora* (*Cercospora duddiae*), busuk daun (*Peronospora destructor*), penyakit layu atau busuk umbi (*Fusarium oxysporum*) (Semangun, 2016). Berdasarkan data statistik organisme pengganggu tanaman (OPT) 2021, *Spodoptera exigua* dan penyakit bercak ungu adalah hama dan penyakit dengan luas serangan terbesar di Indonesia dengan total luas tambah serangan (LTS) masing-masing penyakit adalah 4.051,49 ha dan 1.531,56 ha. Dikarenakan luasnya serangan tersebut maka harus dilakukan pengendalian terhadap serangan penyakit tersebut.

Penggunaan pestisida merupakan upaya yang umum dilakukan untuk mengendalikan serangan *Alternaria porri* pada tanaman bawang merah (Muksin et al., 2016). Serangan penyakit dikendalikan dengan melakukan manipulasi lingkungan yaitu melakukan pergantian penanaman dengan tanaman yang bukan

inangnya atau tingkat keinangnya dibawah tanaman inang, menanam benih bebas penyakit (berasal dari tanaman tidak terinfeksi, tidak rapuh dan kulit tidak terkelupas/luka dan warna mengkilap), drainase yang berfungsi dengan baik untuk mencegah lahan tergenang atau banjir, mencegah pathogen menempel di daun dengan mencuci atau menyiram setelah hujan. Secara biologis, pengendalian dapat dilakukan dengan menggunakan pupuk organik yang ditambahkan agens hayati *Thricoderma sp* di semua lubang tanam. Secara fisik/mechanis, pengendalian dilakukan dengan pencabutan atau pemusnahan dan sanitasi dengan membakar tanaman yang terinfeksi (DEPTAN Buleleng, 2020).

Model matematika penyebaran hama dan penyakit bawang merah beberapa kali dibahas dalam penelitian sebelumnya. Mutmainnah dkk (2017) mengembangkan pemodelan matematika SIR penyebaran hama dan penyakit pada tanaman bawang merah dengan membagi populasi dalam 6 kompartemen yaitu populasi ulat (U), populasi jamur (J), populasi bawang merah rentan (S), populasi bawang merah terinfeksi (I_H), populasi bawang merah terinfeksi penyakit bercak daun (I_P) dan populasi bawang merah yang bebas hama dan penyakit (R). Subpopulasi ulat dan jamur menyerang subpopulasi bawang merah rentan sebesar α_1, α_2 sehingga mengalami penurunan, laju kelahiran ulat daun dan jamur diasumsikan sama sebesar ψ_1, ψ_2 , tingkat rekrutmen bawang merah sebesar B , laju transmisi hama ulat dan penyakit masing-masing sebesar β_1, β_2 . Bawang merah mengalami kematian akibat serangan hama ulat dan penyakit serta kematian secara alami dengan nilai masing-masing sebesar V_1, V_2 dan μ . Subpopulasi teinfeksi hama ulat dan penyakit mengalami penyembuhan masing-masing sebesar γ_1, γ_2 dengan interval waktu pengamatan dibuat dalam tahun.

Berdasarkan asumsi diatas diperoleh model penyebaran hama dan penyakit pada tanaman bawang merah sebagai berikut:

$$\frac{dU}{dt} = \psi_1 U \left(1 - \frac{U}{K}\right)$$

$$\frac{dJ}{dt} = \psi_2 J \left(1 - \frac{J}{K}\right)$$

$$\begin{aligned}\frac{dS}{dt} &= S(B + \alpha_1 U + \alpha_2 J - \beta_1 I_H - \beta_2 I_P - \mu) \\ \frac{dI_H}{dt} &= I_H(\beta_1 S - (\mu + V_1) - \rho - \gamma_1) \\ \frac{dI_P}{dt} &= I_P(\beta_2 S - (\mu + V_2) - \gamma_2) + \rho I_H \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma_1 I_H + \gamma_2 I_P - \mu R\end{aligned}$$

Dalam penelitian tersebut didapatkan tiga titik kritis, yaitu: (1) Titik kritis yang memperlihatkan bawang merah palu bebas hama dan penyakit. Titik kritis tersebut tidak stabil sehingga seluruh populasi ulat daun, jamur *Alternaria porri* dan bawang merah akan habis. (2) Titik kritis kedua memperlihatkan bahwa bawang merah Palu bebas hama, dimana titik kritis tersebut stabil dengan syarat $\beta_1 < \beta_2$ yang memberi arti bahwa tingkat serangan hama ulat daun tidak boleh melebihi tingkat serangan penyakit bercak ungu. (3) Titik kritis ketiga memperlihatkan bawang merah palu yang endemik, dengan titik kritis tersebut tidak stabil yang berarti titik kritis tersebut akan ditinggalkan. Setelah melakukan analisis kestabilan diperoleh kedua titik kritis yang tidak stabil tersebut bersifat tidak menetap, sedangkan titik kritis bebas hama dan penyakit akan menetap dalam populasi.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Lestari A, dkk (2020), mengembangkan penelitian Mutmainnah, dkk (2017) dengan menambahkan subpopulasi bawang merah yang terinfeksi oleh hama ulat dan penyakit. Penelitian tersebut dibagi menjadi 6 subpopulasi yaitu subpopulasi ulat (U), subpopulasi bawang merah rentan (B_S), subpopulasi bawang merah terinfeksi ulat (B_U), subpopulasi terinfeksi penyakit (B_J), subpopulasi terinfeksi hama ulat dan penyakit (B_M) dan subpopulasi sembuh atau bebas dari hama dan penyakit (R). Diasumsikan bahwa hama ulat memakan bawang merah yang rentan dengan tingkat β dan akan menurun karena kematian alami dengan tingkat μ_1 . Konsumsi bawang merah rentan menyebabkan pertumbuhan ulat dengan tingkat α . *Alternaria porri* berlimpah tersedia di lingkungan sehingga kompartemen populasi ini tidak perlu dipertimbangkan. Bawang merah rentan berkurang karena

adanya serangan ulat dan penyakit dengan laju β_U dan β_J . Subpopulasi bawang merah rentan, terinfeksi dan sembuh berkurang karena adanya kematian alami sebesar μ , kematian akibat serangan hama dan penyakit sebesar μ_m dan mengalami pemulihan sebesar γ_m . Berdasarkan asumsi tersebut diperoleh model matematika:

$$\begin{aligned}\frac{dU}{dt} &= \alpha\beta_U\beta_S U - \mu_1 U \\ \frac{dB_S}{dt} &= r_S B_S \left(1 - \frac{B_S + B_J + B_M + B_U}{K}\right) - \beta_U B_S U - \beta_J B_S B_J \\ \frac{dB_U}{dt} &= \beta_U B_S U - (\mu_U + \mu + \gamma_U) B_U - \beta_{UJ} B_U B_J \\ \frac{dB_J}{dt} &= \beta_J B_S B_J - (\mu_J + \mu + \gamma_J) B_J - \beta_{JU} B_J U \\ \frac{dB_M}{dt} &= \beta_{UJ} B_U B_J + \beta_{JU} B_J U - (\mu_M + \mu + \gamma_M) B_M \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma_U B_U + \gamma_J B_J + \gamma_M B_M - \mu R\end{aligned}$$

Model ini memiliki lima titik kritis, yaitu kepunahan seluruh populasi (E_0), titik kepunahan hama ulat bulu dan bercak ungu (E_1), titik kritis tidak ada bawang merah yang terinfeksi penyakit (E_2), titik kritis bebas hama ulat (E_3) dan titik kritis koeksistensi (E_4). Jika titik kritis (E_1) stabil, maka (E_2) dan (E_3) tidak stabil. Titik kritis (E_0) dan (E_4) tidak stabil dan titik kritis lainnya stabil bersyarat. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa keberadaan ulat bercak ungu sangat dipengaruhi oleh laju pemangsaan dan infeksi, sehingga sebaiknya penyebaran kedua organisme pengganggu tanaman bawang merah ini harus dicegah.

Sesuai dengan pemaparan dari penelitian terdahulu, belum ada yang membahas model matematika penyebaran penyakit pada populasi bawang merah dan populasi ulat. Dimana ulat berperan sebagai vektor yang menyebarkan penyakit pada populasi bawang merah rentan, serta menambahkan parameter perlakuan penyemprotan pestisida yang dilakukan pada populasi rentan. Oleh karena itu, penelitian ini dikembangkan dengan menggunakan model matematika

SIR dengan menambahkan populasi ulat yang berperan sebagai vektor menjadi model SI-SIIR. Model SI-SIIR pada penelitian ini dimodifikasi dari model yang dibuat oleh Lestari A, dkk (2020) dengan menambahkan populasi ulat dan menambahkan parameter tingkat perlakuan pestisida.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka disimpulkan judul penelitian ini adalah “Analisis Stabilitas Model Matematika Pengendalian Hama dan Penyakit pada Tanaman Bawang Merah”.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana modifikasi model matematika pengendalian hama dan penyakit pada tanaman bawang merah dengan ulat sebagai vector penyebaran penyakit?
2. Apakah bawang merah di Sumatera Utara bebas dari hama dan penyakit?
3. Bagaimana analisis kestabilan model matematika pengendalian hama dan penyakit pada tanaman bawang merah yang dimodifikasi?
4. Bagaimana simulasi model matematika pengendalian hama dan penyakit pada tanaman bawang merah?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data kasus serangan hama (*Spodoptera exigua*) dan penyakit bercak ungu (*Alternaria porri*) di Sumatera Utara yang diambil dari Kementerian Pertanian Republik Indonesia 2021.
2. Tidak ada tanaman bawang merah yang terinfeksi sekaligus oleh dua penyakit tanaman.
3. Populasi bersifat tertutup

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dalam penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui modifikasi model matematika pengendalian hama dan penyakit pada tanaman bawang merah dengan ulat sebagai vector penyebaran.
2. Untuk mengetahui bawang merah di Sumatera Utara bebas atau tidak dengan Bilangan Reproduksi Dasar.
3. Untuk mengetahui kestabilan model matematika pengendalian hama dan penyakit pada tanaman bawang merah dengan melihat nilai eigen.
4. Mensimulasikan secara numerik model matematika pengendalian hama dan penyakit pada tanaman bawang merah dengan metode Runge-Kutta orde 4.

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini, diharapkan mempunyai manfaat antara lain :

1. Bagi peneliti
Sebagai sarana untuk meningkatkan pemahaman tentang masalah model matematika khususnya dalam model pengendalian hama dan penyebaran penyakit pada tanaman bawang merah.
2. Bagi Pembaca
Sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian selanjutnya dalam bidang analisis kestabilan model matematika pengendalian penyebaran hama dan penyakit pada tanaman bawang merah.