

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hepatitis merupakan jenis peradangan sel-sel hati, yang bisa disebabkan oleh infeksi (virus, bakteri, parasite), obat-obatan (termasuk obat tradisional), konsumsi alkohol, lemak yang berlebihan dan penyakit autoimun. Virus hepatitis dibagi menjadi infeksi akut dan infeksi kronis. Ketika seseorang baru pertama kali terinfeksi virus hepatitis, maka kondisi tersebut disebut dengan infeksi akut. Seseorang yang mengalami infeksi akut gejala-gejala yang dirasakan yaitu demam, lemas, mual, kuningnya bagian putih mata, kulit dan air seni. Apabila selama enam bulan gejala tersebut tidak berangsur membaik selama proses penyembuhan maka dapat diagnosis seseorang tersebut menjadi infeksi kronis (Infodatin, 2014).

Hepatitis B merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus Hepatitis B yang dapat berkembang menjadi penyakit kronis, yang mengakibatkan pengerasan hati (*liver cirrhosis*) dan dapat berkembang menjadi kanker hati (*carcinoma hepatocellular*) (Depkes RI, 2002). Ada lima jenis hepatitis yaitu hepatitis A,B,C,D,dan E dari lima jenis hepatitis penyakit hepatitis B paling banyak ditemukan di dunia dan paling berbahaya dibandingkan penyakit jenis lainnya, karena hepatitis B dapat membunuh penderitanya secara perlahan-lahan. Hal ini dikarenakan virus hepatitis B dapat bertahan lama dan menetap di dalam tubuh penderita penyakit hepatitis B (Robbi, 2018).

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memperkirakan 354 juta orang di seluruh dunia hidup dengan penyakit hepatitis B atau C dan setiap tahunnya ada satu juta orang meninggal karena hepatitis. Di Indonesia diperkirakan sekitar dua puluh juta orang yang menderita hepatitis dengan prevalensi tertinggi pada kasus hepatitis B. CDA *Fondation* mencatat angka kematian akibat hepatitis B mencapai 51.100 orang setiap tahunnya. Menurut data BPJS Kesehatan terdapat 2.159 orang meninggal akibat Sirois dan kanker hati, yang merupakan dampak dari hepatitis kronis (Kemenkes, 2023).

Penularan virus hepatitis B secara umum terjadi secara vertikal (dari ibu yang positif menderita hepatitis B kepada bayinya) dan horizontal (dari individu yang positif menderita hepatitis B kepada individu lainnya). Pada daerah endemik seperti di Indonesia penularan hepatitis B umumnya terjadi secara vertikal terutama saat masa perinatal dan 95% bayi yang tertular saat masa perinatal akan menjadi hepatitis B kronik. Pencegahan penularan dari ibu ke anak yaitu dengan cara Deteksi Dini Hepatitis B (DDHB) pada ibu hamil menggunakan tes *Rapid Diagnostic Test (RDT) Hepatitis B Surface Antigen (HBsAg)*. DDHB bertujuan menemukan sedini mungkin ibu hamil terinfeksi hepatitis B, kemudian ditindaklanjuti dengan serangkaian upaya terhadap bayi dari ibu terdeteksi HBsAg reaktif tersebut yang didahului dengan pemberian vitamin K1 kemudian vaksin hepatitis B (HB0) dan hepatitis B immunoglobulin (HBIG) sebelum 24 jam setelah kelahiran. HBIG merupakan serum antibody spesifik hepatitis B yang memberikan perlindungan langsung kepada bayi (Dinas Kesehatan Provinsi Jambi, 2022).

Apabila ibu hamil sudah terinfeksi hepatitis B, dampaknya pada janin adalah dapat menyebabkan kelahiran premature, *abortus* (keguguran), hingga infeksi hepatitis B setelah lahir. Jika terinfeksi hepatitis B sejak bayi, maka resiko terjadinya penyakit hati akut semakin besar dengan ciri tubuh bayi yang dilahirkan kuning. Penularan hepatitis B dari ibu ke bayi dapat dicegah dengan deteksi virus hepatitis B pada ibu hamil dan vaksinasi. Vaksin hepatitis B diberikan setelah lahir, karena vaksin hepatitis B merupakan tindakan pencegahan yang sangat efektif yang dapat memutus rantai penularan dari ibu ke bayi segera setelah lahir (Leni et al., 2021). Risiko penularan hepatitis B dengan hasil HBsAg positif berbahaya bagi janin ibu karena akan mengancam keselamatan ibu dan bayi. Selain itu, risiko penularan infeksi hepatitis B saat melahirkan juga dapat terjadi, yaitu tenaga medis yang membantu ibu hamil saat melahirkan (Duggio, 2020).

Perkembangan ilmu pengetahuan dalam bidang kedokteran dalam pencegahan penyakit agar tidak meluas yaitu melalui vaksinasi, selain itu dalam bidang matematika juga dapat memberikan pengaruh penting untuk mencegah penyebaran penyakit, yaitu dengan model matematika. Model matematika merupakan salah satu cara yang dapat membantu mempermudah penyelesaian masalah dalam kehidupan nyata. Pemodelan matematika bermanfaat untuk menyederhanakan suatu masalah nyata menjelaskan keterkaitan antara faktor-faktor penting yang terlihat dalam suatu fenomena alam, membuat ramalan/prediksi, serta model matematika dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan dan kebijakan (Syam et al., 2020).

Salah satu model matematika untuk mempresentasikan suatu persoalan atau kasus yang cukup kompleks ke dalam bentuk matematika yaitu model SIR. Model SIR merupakan model epidemi yang mempunyai karakteristik yaitu individu rentan terhadap penyakit (*Susceptible*), individu yang terinfeksi penyakit (*Infecteed*), individu yang telah sembuh dan memiliki kekebalan (imun) terhadap penyakit (*Recovered*). Seiring berkembangnya waktu, selain model SIR terdapat beberapa model yang telah di modifikasi untuk mempresentasikan suatu persoalan atau kasus yang cukup kompleks ke dalam bentuk matematika yaitu model SEIR, SVEIR, MSEIR, SITA, dan lain-lain. Model-model digunakan sesuai dengan asumsi yang dibentuk pada model (Wanda et al., 2014).

Menurut Widyaningrum (2012) banyak fenomena yang melahirkan model matematika yang di dalamnya mengandung laju perubahan yang membutuhkan persamaan diferensial. Persamaan diferensial berperan penting dalam model matematika untuk memecahkan masalah yang dibentuk model tersebut. Asumsi model matematika dijabarkan pada persamaan diferensial sehingga membentuk sistem persamaan diferensial sebagai langkah awal dalam menyelesaikan model matematika.

Pada permasalahan penyebaran hepatitis B ini, pemodelan dilakukan untuk melihat struktur kualitatif penyebaran penyakit hepatitis B dalam kurun waktu tertentu dengan analisis dinamik. Model $SEIR_1VR_2$ yang digunakan terdiri dari populasi *Susceptible* (*S*) adalah populasi individu yang rentan terhadap penyakit, populasi *Exposed* (*E*) adalah

populasi individu yang mengalami masa inkubasi tetapi belum bisa menularkan penyakitnya, populasi *Infected* (I) adalah populasi individu yang sudah terinfeksi dan dapat menularkan penyakitnya, populasi *Recovered1* (R_1) adalah populasi individu yang telah sembuh dari penyakit tetapi belum menerima vaksin, populasi *Vaccinated* (V) adalah populasi individu yang telah sembuh dan memperoleh vaksin, populasi *Recovered2* (R_2) adalah populasi individu yang telah sembuh dari penyakit dan telah memperoleh vaksin. Suatu populasi rentan dapat terinfeksi hepatitis B dan dengan vaksinasi dapat mencegah individu yang rentan agar tidak terinfeksi penyakit hepatitis B. Apabila sudah terinfeksi akan dilakukan pengobatan dengan menggunakan obat untuk menekan virus hepatitis B sehingga virus tersebut tidak terdeteksi, selanjutnya jika virus sudah tidak terdeteksi maka individu sembuh dan akan mendapatkan vaksinasi untuk meningkatkan kekebalan tubuh. Penyusunan model penyebaran penyakit hepatitis B ini didasari oleh model $SEIR_1VR_2$ yang mengelompokkan individu-individu kedalam beberapa subpopulasi berdasarkan status kesehatan dari masing-masing populasi.

Proses pemodelan matematika penyebaran suatu penyakit, dilakukan dengan cara titik kesetimbangan (ekuilibrium). Titik kesetimbangan dibagi menjadi dua yaitu titik keseimbangan bebas penyakit, yang merupakan suatu kondisi dimana tidak ada lagi penyakit yang menyerang seseorang atau tidak ada individu yang terserang penyakit dan titik kesetimbangan endemik, yang merupakan suatu kondisi dimana penyakit selalu ada dan mewabah dalam populasi tersebut (selalu ada individu yang terserang penyakit). Kemudian mencari bilangan reproduksi dasar (R_0) sebagai penentu apakah suatu penyakit mewabah atau tidak dalam suatu populasi. Setelah itu perlu dilakukan analisis kestabilan dari titik keseimbangan tersebut karena dari analisis tersebut dapat menunjukkan apakah penyakit tersebut akan endemik dalam suatu populasi atau tidak (Robbi, 2018).

Penelitian terdahulu mengenai penyebaran penyakit hepatitis B yaitu penelitian yang dilakukan oleh Hasanah (2019), peneliti mengembangkan model $SEIV$, dengan tujuan untuk mengetahui kestabilan titik kesetimbangan dan keberadaan bifurkasi pada model. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Subhatul dan Nusantara (2020), peneliti mengembangkan model $SEIVR$, dimana model tersebut orang yang telah divaksin bisa berpindah kekompartemen *Recovered* dan model ini focus pada pembahasan analisis stabilitas penyebaran penyakit.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model matematika $SEIR_1VR_2$ pada kasus penyebaran penyakit hepatitis B pada ibu hamil dan bayi yang telah dilahirkannya di Provinsi Jambi?
2. Bagaimana titik kesetimbangan dan analisis kestabilan titik kesetimbangan model matematika $SEIR_1VR_2$ pada penyebaran penyakit hepatitis B pada ibu hamil dan bayi yang telah dilahirkannya di Provinsi Jambi?

3. Bagaimana *Basic Reproduction Number* pada penyebaran penyakit hepatitis B pada ibu hamil dan bayi yang telah dilahirkannya di Provinsi Jambi?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, penulis membatasi daerah yang akan diteliti yaitu daerah Provinsi Jambi dengan penderita yaitu ibu hamil dan bayi yang telah dilahirkannya. Analisis yang dilakukan pada model matematika yaitu mencari titik kesetimbangan, mencari nilai *Basic Reproduction Number* (R_0). Selanjutnya meneliti lebih lanjut kestabilan titik kesetimbangannya.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dibentuk maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengkonstruksi bentuk model $SEIR_1VR_2$ untuk penyebaran penyakit hepatitis B pada ibu hamil dan bayi yang telah dilahirkannya.
2. Menganalisis titik kesetimbangan dan melakukan analisis kestabilan titik kesetimbangan dari model $SEIR_1VR_2$ untuk penyebaran penyakit hepatitis B pada ibu hamil dan bayi yang telah dilahirkannya.
3. Mengidentifikasi dan menemukan Basic Reproduction Number dari penyebaran penyakit hepatitis B pada ibu hamil dan bayi yang telah dilahirkannya di Provinsi Jambi .

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis, sebagai penerapan ilmu matematika dalam menyelesaikan masalah yang terjadi dimasyarakat dan mengetahui penggunaan model $SEIR_1VR_2$ serta simulasinya pada kasus penyebaran penyakit hepatitis B pada ibu hamil dan janinnya di Provinsi Jambi.
2. Bagi Pemerintah Provinsi Jambi, memberikan informasi mengenai penyebaran penyakit hepatitis B pada ibu hamil dan janinnya di Provinsi Jambi yang terjadi dimasa sekarang hingga di masa yang akan datang.
3. Bagi umum, memeberikan informasi mengenai penyebaran penyakit hepatitis B pada ibu hamil dan janinnya di Provinsi Jambi.