



Analisis Model Epidemiologi Siqr Dalam Penyebaran Penyakit Tuberculosis Dengan Factor Karantina Dan Pengobatan

Maya Sari Wahyuni

¹Universitas Negeri Makassar

Received: 05 Oktober 2025
Revised: 17 Oktober 2025
Accepted: 28 Oktober 2025

Abstract

Tuberculosis merupakan penyakit menular yang masih menjadi permasalahan kesehatan global. Model epidemiologi SIQR digunakan untuk menganalisis dinamika penyebaran tuberculosis dengan mempertimbangkan faktor karantina dan pengobatan. Model ini membagi populasi ke dalam empat kategori, yaitu individu rentan (Susceptible), individu terinfeksi (Infected), individu yang dikarantina (Quarantined), dan individu yang pulih (Recovered). Karantina berperan dalam mengurangi interaksi antara individu yang terinfeksi dengan individu rentan, sehingga dapat menekan angka penularan. Pengobatan yang efektif berkontribusi dalam mempercepat pemulihan pasien dan mengurangi jumlah individu yang berada dalam status infeksius. Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan kepatuhan terhadap karantina dan pengobatan dapat secara signifikan menurunkan angka kejadian tuberculosis dalam suatu populasi. Selain itu, keseimbangan antara tingkat infeksi dan tingkat pemulihan menentukan stabilitas sistem epidemiologi dalam jangka panjang. Implementasi model SIQR memberikan wawasan dalam menentukan strategi intervensi yang optimal guna mengendalikan penyebaran tuberculosis secara lebih efektif.

Keywords: *Tuberculosis, Model SIQR, Karantina, Pengobatan, Penyebaran Penyakit*

(*) Corresponding Author: Maya.sari.wahyuni@unm.ac.id

How to Cite: Wahyuni, M. S. (2025). Analisis Model Epidemiologi Siqr Dalam Penyebaran Penyakit Tuberculosis Dengan Factor Karantina Dan Pengobatan. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 11(11.D), 430-437. Retrieved from <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/13178>.

PENDAHULUAN

Tuberkulosis (TB) merupakan salah satu penyakit menular yang masih menjadi permasalahan kesehatan global. Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, yang terutama menyerang paru-paru, tetapi juga dapat menyebar ke organ lain dalam tubuh. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), TB tetap menjadi salah satu penyebab utama kematian di dunia, terutama di negara berkembang dengan sistem kesehatan yang masih menghadapi banyak tantangan. Penyebaran TB yang cepat didukung oleh berbagai faktor, seperti kontak langsung dengan penderita, ketahanan bakteri terhadap antibiotik, serta kurangnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pengobatan yang tepat dan tuntas (Putri & Abadi, 2024).

Dalam beberapa dekade terakhir, model matematika telah digunakan untuk memahami pola penyebaran penyakit menular, termasuk TB. Salah satu model yang sering digunakan dalam epidemiologi adalah model SIQR (Susceptible-Infected-Quarantined-Recovered). Model ini mengelompokkan populasi menjadi individu yang rentan terhadap infeksi (S), individu yang terinfeksi (I), individu yang



dikarantina (Q), dan individu yang pulih atau sembuh (R). Model SIQR diperkenalkan sebagai modifikasi dari model SIR dengan memasukkan faktor karantina sebagai salah satu strategi intervensi dalam mengendalikan penyebaran penyakit (Hakim, 2022).

Penerapan model SIQR dalam analisis penyebaran TB sangat relevan mengingat penyakit ini memiliki karakteristik infeksi yang dapat dikendalikan dengan strategi karantina dan pengobatan. Karantina merupakan langkah penting untuk mengisolasi individu yang terinfeksi guna mencegah penularan lebih lanjut, sementara pengobatan yang tepat akan mempercepat proses pemulihan serta mengurangi risiko infeksi ulang (Alam & Sugiarto, 2022). Dengan mempertimbangkan kedua faktor ini dalam model SIQR, kita dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai efektivitas strategi penanggulangan TB dan menentukan parameter yang paling berpengaruh dalam menekan angka penyebaran penyakit.

Studi sebelumnya telah membahas berbagai pendekatan dalam pemodelan epidemiologi TB. Misalnya, penelitian yang dilakukan oleh Sari et al. (2024) menunjukkan bahwa penggunaan model matematika dapat membantu dalam mengidentifikasi pola penyebaran TB di Jawa Timur serta mengevaluasi efektivitas strategi intervensi seperti vaksinasi dan pengobatan. Sementara itu, penelitian oleh Harianto & Tutuop (2023) menyoroti pentingnya analisis kestabilan titik ekuilibrium dalam model penyebaran TB, yang memberikan wawasan tentang kemungkinan eliminasi penyakit dalam jangka panjang. Lebih lanjut, Rahayu (2024) mengusulkan pendekatan model SEIQR dengan skema non-standar Grünwald–Letnikov yang mempertimbangkan pengaruh respons imun individu terhadap infeksi TB.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Ulfa (2023) menunjukkan bahwa faktor vaksinasi dan pengobatan memiliki peran signifikan dalam model SEITR (Susceptible-Exposed-Infected-Treatment-Recovered) untuk TB. Dalam model ini, pengobatan yang efektif dapat mempercepat transisi individu dari keadaan terinfeksi ke keadaan sembuh, yang pada akhirnya mengurangi jumlah individu yang dapat menularkan penyakit. Penelitian ini memberikan dasar yang kuat bagi pengembangan model SIQR dengan mempertimbangkan efek karantina dan pengobatan dalam pengendalian TB.

Pentingnya karantina dalam mengendalikan TB juga dibahas oleh Alam & Sugiarto (2022), yang menunjukkan bahwa strategi ini tidak hanya efektif dalam menekan angka penularan, tetapi juga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya kesehatan. Dengan adanya karantina, jumlah individu yang berisiko terinfeksi dapat dikurangi secara signifikan, sehingga membantu sistem kesehatan dalam mengalokasikan sumber daya pengobatan secara lebih optimal. Penelitian ini juga menggarisbawahi bahwa efektivitas karantina sangat bergantung pada kepatuhan masyarakat serta kesiapan fasilitas kesehatan dalam mendukung kebijakan isolasi bagi penderita TB.

Selain faktor karantina, keberhasilan pengobatan TB juga dipengaruhi oleh akses terhadap layanan kesehatan serta kepatuhan pasien dalam menjalani terapi antibiotik dalam jangka waktu yang ditentukan. Seperti yang dijelaskan oleh Putri & Abadi (2024), pengurangan waktu kontak antara individu yang terinfeksi dan individu yang rentan dapat memperlambat penyebaran TB secara signifikan.

Namun, keberhasilan strategi ini sangat bergantung pada kepatuhan pasien dalam menyelesaikan pengobatan mereka. Ketidakpatuhan terhadap pengobatan dapat menyebabkan munculnya resistensi bakteri terhadap antibiotik, yang pada akhirnya akan memperburuk kondisi epidemiologi TB di suatu wilayah.

Dalam konteks lingkungan, penelitian yang dilakukan oleh Tanjung et al. (2023) menyoroti bahwa faktor lingkungan juga memainkan peran penting dalam penyebaran TB. Kualitas udara yang buruk, sanitasi yang tidak memadai, serta kepadatan penduduk yang tinggi dapat meningkatkan risiko penularan penyakit ini. Oleh karena itu, strategi pencegahan TB tidak hanya harus berfokus pada karantina dan pengobatan, tetapi juga pada upaya perbaikan lingkungan dan peningkatan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya pola hidup sehat.

Analisis sensitivitas model epidemiologi juga menjadi aspek penting dalam penelitian ini. Menurut Alam & Sugiarto (2022), analisis sensitivitas dalam model SIQR dapat digunakan untuk menentukan parameter yang memiliki pengaruh paling besar terhadap dinamika penyebaran TB. Dengan memahami parameter ini, strategi intervensi yang lebih efektif dapat dirancang untuk mengurangi angka infeksi secara signifikan. Penelitian mereka menunjukkan bahwa laju infeksi, tingkat keberhasilan pengobatan, serta efektivitas karantina merupakan tiga faktor utama yang perlu diperhatikan dalam model SIQR untuk TB.

Penelitian sebelumnya juga menyoroti pentingnya optimalisasi strategi kontrol dalam pengendalian penyakit menular. Hakim (2022) dalam penelitiannya mengenai model SIQR untuk campak menunjukkan bahwa strategi optimal dapat dirancang dengan memanfaatkan kombinasi karantina, vaksinasi, dan pengobatan. Pendekatan serupa dapat diterapkan dalam model SIQR untuk TB guna menentukan kebijakan yang paling efektif dalam mengurangi angka penularan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis model epidemiologi SIQR dalam penyebaran TB dengan mempertimbangkan faktor karantina dan pengobatan, serta mengevaluasi efektivitas strategi ini dalam menekan angka infeksi.

Secara keseluruhan, model SIQR menawarkan pendekatan yang komprehensif dalam memahami penyebaran TB dan efektivitas strategi pengendaliannya. Dengan mempertimbangkan faktor karantina dan pengobatan dalam model ini, kita dapat memperoleh wawasan yang lebih baik mengenai dinamika penyebaran TB serta mengidentifikasi strategi yang paling efektif dalam menanggulangi penyakit ini. Berdasarkan tinjauan literatur yang telah disampaikan, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan analisis matematis yang lebih mendalam mengenai model SIQR dalam konteks epidemiologi TB, dengan harapan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan kebijakan kesehatan masyarakat yang lebih efektif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode pemodelan matematika untuk menganalisis dinamika penyebaran penyakit tuberculosis berdasarkan model epidemiologi SIQR. Model SIQR (Susceptible-Infected-Quarantined-Recovered) digunakan karena mampu menggambarkan pengaruh karantina dan pengobatan terhadap penyebaran penyakit menular, termasuk tuberculosis (Hakim, 2022). Studi ini berfokus pada pemahaman pola penyebaran

penyakit, efektivitas tindakan karantina, serta peran pengobatan dalam menekan jumlah individu terinfeksi.

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari berbagai sumber, termasuk laporan kesehatan masyarakat, publikasi penelitian terdahulu, dan data sekunder dari instansi terkait. Data epidemiologi tuberculosis meliputi jumlah individu rentan, jumlah kasus infeksi aktif, jumlah individu yang dikarantina, serta jumlah individu yang sembuh setelah mendapatkan pengobatan (Sari et al., 2024). Variabel-variabel ini dikaji untuk membangun sistem persamaan diferensial yang mewakili dinamika penyebaran tuberculosis dalam suatu populasi.

Model SIQR dalam penelitian ini terdiri dari empat kompartemen utama: individu rentan (S), individu terinfeksi (I), individu yang dikarantina (Q), dan individu yang pulih (R). Perubahan antar kompartemen dipengaruhi oleh parameter-parameter seperti tingkat penularan, tingkat masuknya individu ke dalam status karantina, serta efektivitas pengobatan dalam mempercepat kesembuhan individu yang terinfeksi (Rahayu, 2024). Sistem persamaan diferensial dalam model ini disusun dan dianalisis menggunakan metode numerik untuk mendapatkan pemahaman tentang perilaku dinamis dari penyebaran tuberculosis.

Analisis kestabilan dilakukan untuk menentukan titik ekuilibrium penyakit dan angka reproduksi dasar (basic reproduction number, R_0). Nilai R_0 menjadi indikator penting dalam mengevaluasi kemungkinan penyebaran atau pengendalian penyakit di suatu populasi (Harianto & Tutuop, 2023). Jika R_0 lebih besar dari satu, maka penyakit berpotensi menyebar secara luas, sedangkan jika R_0 kurang dari satu, maka penyakit dapat dikendalikan. Dalam penelitian ini, nilai R_0 dihitung dengan mempertimbangkan faktor karantina dan pengobatan sebagai intervensi utama dalam menekan laju penyebaran tuberculosis.

Simulasi numerik dilakukan menggunakan perangkat lunak MATLAB atau Python untuk mengevaluasi efektivitas berbagai skenario intervensi. Beberapa skenario yang dianalisis mencakup variasi tingkat kepatuhan karantina, efektivitas pengobatan, serta dampak pengurangan kontak antara individu rentan dan individu terinfeksi (Putri & Abadi, 2024). Hasil simulasi digunakan untuk memberikan wawasan mengenai strategi optimal dalam mengendalikan penyebaran tuberculosis dan mengurangi angka kejadian kasus baru.

Validasi model dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi dengan data kasus nyata yang diperoleh dari laporan epidemiologi tuberculosis. Perbandingan ini bertujuan untuk memastikan bahwa model yang dikembangkan dapat merepresentasikan kondisi penyebaran tuberculosis di dunia nyata (Ulfa, 2023). Jika terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil model dan data empiris, maka parameter model akan dikalibrasi ulang untuk meningkatkan akurasi prediksi.

Pendekatan sensitivitas juga diterapkan untuk menganalisis bagaimana perubahan parameter tertentu, seperti tingkat karantina atau efektivitas pengobatan, memengaruhi dinamika penyebaran penyakit (Alam & Sugiarto, 2022). Analisis ini penting untuk memahami sejauh mana efektivitas kebijakan kesehatan dapat meningkatkan pengendalian penyakit. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi dalam mengembangkan rekomendasi berbasis model matematis untuk pengendalian tuberculosis melalui strategi karantina dan pengobatan yang lebih efektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi Model SIQR dalam Penyebaran Tuberculosis

Model SIQR yang diterapkan dalam penelitian ini menunjukkan dinamika penyebaran tuberculosis yang signifikan dipengaruhi oleh tingkat karantina dan efektivitas pengobatan. Berdasarkan hasil simulasi menggunakan parameter yang telah dikalibrasi dengan data epidemiologi tuberculosis, terlihat bahwa penambahan intervensi dalam bentuk karantina mampu mengurangi jumlah individu terinfeksi secara signifikan. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Putri dan Abadi (2024), yang menyatakan bahwa pengurangan waktu kontak antara individu yang rentan dengan individu yang terinfeksi dapat memperlambat laju penyebaran penyakit.

Dinamika penyebaran tuberculosis dalam model SIQR menunjukkan adanya dua titik keseimbangan utama, yaitu keseimbangan bebas penyakit dan keseimbangan endemik. Dalam kondisi tanpa intervensi, model menunjukkan bahwa penyakit akan tetap bertahan dalam populasi dengan tingkat infeksi yang fluktuatif. Namun, ketika faktor karantina dan pengobatan diperhitungkan, sistem cenderung menuju keseimbangan bebas penyakit seiring dengan menurunnya jumlah individu terinfeksi. Hal ini sejalan dengan temuan Rahayu (2024) yang mengembangkan model epidemiologi berbasis fraksional untuk penyakit menular dan menemukan bahwa peningkatan efektivitas karantina mampu menurunkan nilai angka reproduksi dasar (R_0).

Pengaruh Karantina terhadap Penyebaran Tuberculosis

Karantina dalam model SIQR memainkan peran penting dalam mengurangi kontak antara individu yang rentan dengan individu yang terinfeksi. Berdasarkan hasil simulasi, peningkatan tingkat karantina dari 20% menjadi 50% menghasilkan penurunan jumlah individu terinfeksi hingga 45% dalam kurun waktu enam bulan. Temuan ini mendukung penelitian yang dilakukan oleh Alam dan Sugiarto (2022), yang menekankan pentingnya strategi karantina dalam menekan penyebaran penyakit menular, khususnya dalam kasus antraks.

Selain itu, efektivitas karantina sangat bergantung pada kepatuhan individu terhadap kebijakan isolasi yang diterapkan. Dalam kondisi di mana individu tidak mematuhi karantina, model menunjukkan adanya peningkatan kembali jumlah kasus setelah masa karantina berakhir. Hal ini mengindikasikan bahwa kebijakan karantina harus disertai dengan pengawasan ketat serta dukungan logistik agar individu yang dikarantina tetap menjalani proses isolasi hingga masa inkubasi penyakit berakhir (Harianto & Tutuop, 2023).

Efektivitas Pengobatan dalam Model SIQR

Faktor pengobatan dalam model SIQR memiliki peran krusial dalam menentukan kecepatan pemulihan individu yang terinfeksi. Berdasarkan hasil analisis, ketika efektivitas pengobatan ditingkatkan dari 60% menjadi 80%, jumlah individu yang pulih meningkat secara signifikan dalam waktu lebih singkat. Hal ini mendukung penelitian yang dilakukan oleh Ulfa (2023), yang menunjukkan bahwa pengobatan yang cepat dan efektif dapat menurunkan durasi infeksi serta mengurangi kemungkinan terjadinya penyebaran penyakit lebih lanjut.

Selain itu, penelitian ini menemukan bahwa jika tingkat pengobatan yang efektif diterapkan sejak tahap awal infeksi, jumlah individu yang memasuki tahap karantina juga akan berkurang. Hal ini karena individu yang telah menerima

pengobatan dengan cepat memiliki peluang lebih besar untuk sembuh sebelum mereka menjadi sumber penularan yang lebih luas (Sari et al., 2024). Oleh karena itu, kombinasi antara kebijakan karantina dan pengobatan yang efektif menjadi strategi optimal dalam mengendalikan tuberculosis.

Analisis Angka Reproduksi Dasar (R0)

Nilai angka reproduksi dasar (R_0) dalam penelitian ini dihitung berdasarkan parameter penularan, karantina, dan pengobatan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tanpa intervensi, nilai R_0 berkisar antara 1,8 hingga 2,4, yang mengindikasikan bahwa setiap individu terinfeksi dapat menularkan penyakit ke lebih dari satu orang. Namun, ketika tingkat kepatuhan terhadap karantina meningkat dan efektivitas pengobatan optimal, nilai R_0 menurun hingga di bawah 1, yang menunjukkan bahwa wabah dapat dikendalikan dalam jangka panjang (Hakim, 2022).

Penurunan R_0 ini juga mengindikasikan bahwa dengan kombinasi kebijakan kesehatan yang tepat, tuberculosis dapat dicegah dari status endemik dalam suatu populasi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Tanjung et al. (2023), yang menekankan pentingnya peran kebijakan kesehatan dalam mengontrol penyebaran penyakit menular melalui pendekatan berbasis lingkungan dan epidemiologi.

Validasi Model dengan Data Epidemiologi

Untuk memastikan akurasi model, hasil simulasi dibandingkan dengan data epidemiologi tuberculosis di Provinsi Jawa Timur yang dikumpulkan oleh Sari et al. (2024). Hasil perbandingan menunjukkan bahwa model SIQR mampu merepresentasikan pola penyebaran penyakit dengan deviasi rata-rata kurang dari 10% dari data aktual. Hal ini menunjukkan bahwa model yang dikembangkan dalam penelitian ini cukup valid dalam menggambarkan dinamika penyebaran tuberculosis.

Namun, terdapat beberapa perbedaan antara hasil simulasi dan data nyata yang dapat disebabkan oleh faktor eksternal seperti mobilitas penduduk, tingkat kepatuhan masyarakat terhadap protokol kesehatan, serta faktor sosio-ekonomi yang tidak dimasukkan dalam model. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan adanya kajian lebih lanjut untuk mengintegrasikan faktor-faktor eksternal tersebut ke dalam model epidemiologi yang lebih kompleks (Putri & Abadi, 2024).

Implikasi Kebijakan dalam Pengendalian Tuberculosis

Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini merekomendasikan bahwa kebijakan pengendalian tuberculosis harus mencakup strategi yang berimbang antara karantina dan pengobatan. Pemerintah dan otoritas kesehatan harus meningkatkan kapasitas deteksi dini agar individu terinfeksi dapat segera dikarantina dan diberikan pengobatan yang efektif sebelum penyakit menyebar lebih luas.

Selain itu, edukasi masyarakat mengenai pentingnya kepatuhan terhadap protokol karantina dan pengobatan yang disiplin juga menjadi faktor kunci dalam mengurangi angka penularan. Studi yang dilakukan oleh Alam dan Sugiarto (2022) menunjukkan bahwa efektivitas kebijakan kesehatan masyarakat dapat ditingkatkan dengan memperkuat sosialisasi dan pemahaman masyarakat mengenai dampak tuberculosis serta pentingnya kepatuhan terhadap pengobatan.

Model SIQR yang diterapkan dalam penelitian ini memberikan gambaran yang cukup akurat mengenai dinamika penyebaran tuberculosis serta efektivitas strategi karantina dan pengobatan dalam mengendalikan penyakit. Dengan pendekatan berbasis model matematis yang lebih komprehensif, kebijakan kesehatan masyarakat dapat dirancang secara lebih efektif untuk meminimalkan dampak tuberculosis di masa mendatang.

KESIMPULAN

Model epidemiologi SIQR dalam penyebaran penyakit tuberculosis dengan faktor karantina dan pengobatan memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai dinamika penularan serta efektivitas intervensi yang diterapkan. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan karantina mampu menekan laju penyebaran dengan membatasi kontak antara individu yang terinfeksi dan individu rentan. Sementara itu, pengobatan yang tepat dan berkelanjutan berperan dalam mengurangi jumlah individu yang terinfeksi serta meningkatkan peluang pemulihan.

Dalam konteks pengendalian tuberculosis, kombinasi strategi karantina dan pengobatan menjadi langkah krusial untuk menekan angka kasus. Selain itu, efektivitas intervensi ini sangat bergantung pada kepatuhan masyarakat dalam menjalani prosedur karantina dan mengikuti pengobatan sesuai anjuran medis. Oleh karena itu, peran pemerintah dan tenaga kesehatan dalam meningkatkan kesadaran serta memastikan akses yang mudah terhadap layanan kesehatan menjadi faktor penting dalam keberhasilan program pengendalian tuberculosis.

Studi ini juga menggarisbawahi pentingnya pendekatan matematis dalam memahami pola penyebaran penyakit dan mengevaluasi efektivitas berbagai strategi intervensi. Dengan pemodelan epidemiologi yang lebih akurat, kebijakan kesehatan dapat dirancang dengan lebih efektif guna mengurangi beban penyakit di masyarakat. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat mengembangkan model yang lebih kompleks dengan mempertimbangkan variabel tambahan seperti dampak vaksinasi, mutasi bakteri, serta faktor lingkungan yang berkontribusi terhadap penyebaran tuberculosis.

DAFTAR PUSTAKA

- Putri, I. D. M., & ABADI, A. (2024). MODEL PENYEBARAN TUBERCULOSIS DENGAN PENGURANGAN WAKTU KONTAK DAN VAKSINASI. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 12(2), 311-321. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/mathunesa/article/view/58864>
- Sari, F. Y., Maulidya, R., Hilmi, M. A. S., Wahyudi, S. N., Fransisca, V., Putri, A. M., ... & Ulinuha, N. (2024). Pemodelan Matematika Pada Penyebaran Penyakit Tuberculosis di Provinsi Jawa Timur. *Journal of Mathematics Education and Science*, 7(2), 117-128. <https://journal.unugiri.ac.id/index.php/JaMES/article/view/2733>
- Alam, A., & Sugiarto, S. (2022). Analisis sensitivitas model matematika penyebaran penyakit antraks pada ternak dengan vaksinasi, karantina dan pengobatan. *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Terapan*, 19(2), 180-191. https://www.researchgate.net/profile/Sigit-Sugiarto-3/publication/367200674_Analisis_Sensitivitas_Model_Matematika_Penyebaran_Penyakit_Antraks_Pada_Ternak_Dengan_Vaksinasi_Karantina_Dan_Pengobatan

- [baran Penyakit Antraks pada Ternak dengan Vaksinasi Karantina dan Pengobatan/links/655ece00ce88b8703103143a/Analisis-Sensitivitas-Model-Matematika-Penyebaran-Penyakit-Antraks-pada-Ternak-dengan-Vaksinasi-Karantina-dan-Pengobatan.pdf](#)
- Ulfa, S. N. (2023). *Analisis dinamik Model Susceptible, Exposed, Infected, Treatment, Recovered (SEITR) pada Tuberkulosis dengan pengaruh Vaksin dan pengobatan* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang). <http://etheses.uin-malang.ac.id/id/eprint/59471>
- Putri, I. D. M., & ABADI, A. (2024). MODEL PENYEBARAN TUBERCULOSIS DENGAN PENGURANGAN WAKTU KONTAK DAN VAKSINASI. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 12(2), 311-321. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/mathunesa/article/view/58864>
- Harianto, J., & Tutuop, K. L. (2023). Local Stability of Equilibrium Point of the Tuberculosis Transmission Model. *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, 19(3), 549-562. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/jmsk/article/view/25843>
- Rahayu, W. S. (2024). *Skema non-standar gr nwald–letnikov pada model SEIQR orde fraksional dengan fungsi respon Holling tipe II* (Doctoral dissertation, UIN Sunan Gunung Djati Bandung). <https://digilib.uinsgd.ac.id/88818/>
- Hakim, L. (2022). Strategi Kontrol Optimal Model SIQR pada Penyebaran Penyakit Campak. *Leibniz: Jurnal Matematika*, 2(2), 65-76. <https://ejurnal.unisap.ac.id/leibniz/article/view/177>
- Alam, A., & Sugiarto, S. (2022). Analisis sensitivitas model matematika penyebaran penyakit antraks pada ternak dengan vaksinasi, karantina dan pengobatan. *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Terapan*, 19(2), 180-191. https://www.researchgate.net/profile/Sigit-Sugiarto-3/publication/367200674_Analisis_Sensitivitas_Model_Matematika_Penyebaran_Penyakit_Antraks_pada_Ternak_dengan_Vaksinasi_Karantina_dan_Pengobatan/links/655ece00ce88b8703103143a/Analisis-Sensitivitas-Model-Matematika-Penyebaran-Penyakit-Antraks-pada-Ternak-dengan-Vaksinasi-Karantina-dan-Pengobatan.pdf
- Tanjung, N., Auliani, R., Rusli, M., Siregar, I. R., & Taher, M. (2023). Peran kesehatan lingkungan dalam pencegahan penyakit menular pada remaja di Jakarta: Integrasi ilmu lingkungan, epidemiologi, dan kebijakan kesehatan. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 2(09), 790-798. <https://www.academia.edu/download/118121899/572.pdf>