

Metode Molekuler untuk Mendeteksi Mikroba Penyebab Penyakit Patogen

Syazili Mustofa¹, Putri Adilla²

¹Bagian Biokimia dan Biologi Molekuler, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

²Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung.

Abstrak

Penyakit patogen adalah salah satu penyakit yang menjadi masalah penting bagi kesehatan masyarakat, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia. Penyakit ini terjadi ketika mikroorganisme penyebab penyakit menginfeksi jaringan tubuh hospes kemudian memperbanyak diri dan memberikan reaksi terhadap organisme yang diserang karena racun yang dihasilkannya. Beberapa jenis patogen penyakit dapat disebabkan oleh virus, bakteri, jamur dan parasit. Deteksi bakteri patogen sebagai sumber infeksi masih berpegang pada metode isolasi pada biakan media murni dan mikroskopik yang diikuti dengan reaksi biokimia. Namun pada penggunaan teknik yang telah ada, beberapa bakteri sulit dilakukan isolasi pada media biakan murni sehingga menjadi tantangan tersendiri untuk mengembangkan metode lain untuk mengidentifikasi sumber infeksi tersebut. Selama ini identifikasi dan deteksi bakteri patogen hanya dilakukan pengamatan berdasarkan gejala klinis dan riwayat kejadian penyakit, serta karakteristik morfologi dan fisiologi. Namun, cara tersebut kurang efisien sehingga diperlukan teknik yang dapat mendeteksi bakteri patogen dengan cepat dan akurat. Ada beberapa jenis metode yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi bakteri patogen yaitu, metode yang menargetkan asam nukleat, metode berbasis imunologi, dan metode berbasis biosensor.

Kata kunci: Patogen, Infeksi, Mikroba, Metode Molekuler

Molecular Methods for Detecting Microbes Causing Pathogenic Diseases

Abstract

Pathogenic diseases are diseases that are an important problem for public health, especially in developing countries like Indonesia. This disease occurs when disease-causing microorganisms infect the host's body tissue and then multiply and react to the organism being attacked because of the toxins they produce. Several types of disease pathogens can be caused by viruses, bacteria, fungi and parasites. Detection of pathogenic bacteria as a source of infection still relies on isolation methods in pure media culture and microscopic analysis followed by biochemical reactions. However, when using existing techniques, it is difficult to isolate some bacteria in pure culture media, making it a challenge to develop other methods to identify the source of the infection. So far, identification and detection of pathogenic bacteria has only been carried out by observation based on clinical symptoms and history of disease, as well as morphological and physiological characteristics. However, this method is less efficient so a technique is needed that can detect pathogenic bacteria quickly and accurately. There are several types of methods that can be used to identify pathogenic bacteria, namely, methods that target nucleic acids, immunology-based methods, and biosensor-based methods.

Key words: Pathogens, Infections, Microbes, Molecular Methods

Korespondensi: Dr. Si. dr. Syazili Mustofa, M. Biomed., alamat Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, HP 081929345909, e-mail:syazilimustofa.dr@gmail.com.

Pendahuluan

Penyakit patogen adalah salah satu penyakit yang menjadi masalah penting bagi kesehatan masyarakat, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia. Penyakit ini terjadi ketika mikroorganisme penyebab penyakit menginfeksi jaringan tubuh hospes kemudian memperbanyak diri dan memberikan reaksi terhadap organisme yang diserang karena racun yang dihasilkannya. Beberapa jenis patogen penyakit dapat disebabkan oleh virus, bakteri, jamur dan parasit.¹

Penyakit yang disebabkan oleh penyakit patogen pada manusia merupakan ancaman

besar terhadap kesehatan masyarakat di seluruh dunia. 600 juta orang (hampir 1 dari 10 orang) jatuh sakit karena mengonsumsi makanan yang terkontaminasi, dan di antara mereka 420.000 orang meninggal setiap tahunnya, yang mengakibatkan hilangnya 33 juta nyawa. Penyakit yang ditularkan melalui air menjadi permasalahan global, yang menyebabkan kerugian finansial hampir USD 12 miliar dan lebih dari 2,2 juta kematian setiap tahunnya. Penyakit yang ditularkan melalui air dan makanan membebani sistem layanan kesehatan serta mempengaruhi

perekonomian global, sehingga menghambat pembangunan sosio-ekonomi.²

Deteksi bakteri patogen sebagai sumber infeksi masih berpegang pada metode isolasi pada biakan media murni dan mikroskopik yang diikuti dengan reaksi biokimia. Namun pada penggunaan teknik yang telah ada, beberapa bakteri sulit dilakukan isolasi pada media biakan murni sehingga menjadi tantangan tersendiri untuk mengembangkan metode lain untuk mengidentifikasi sumber infeksi tersebut.³

Selama ini identifikasi dan deteksi bakteri patogen hanya dilakukan pengamatan berdasarkan gejala klinis dan riwayat kejadian penyakit, serta karakteristik morfologi dan fisiologi. Namun, cara tersebut kurang efisien sehingga diperlukan teknik yang dapat mendeteksi bakteri patogen dengan cepat dan akurat. Ada beberapa jenis metode yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi bakteri patogen yaitu, metode yang menargetkan asam nukleat, metode berbasis imunologi, dan metode berbasis biosensor.⁴

Isi

Penyakit infeksi dapat terjadi ketika organisme penyebab penyakit menyerang jaringan tubuh inang, memperbanyak diri, dan menyebabkan reaksi terhadap organisme yang diinfeksi karena racun yang dihasilkannya. Virus, bakteri, jamur, dan parasit merupakan agen yang dapat menyebarkan dan menyebabkan penyakit infeksi. Pembawa infeksi, juga dikenal sebagai pembawa parasit, bakteri, atau virus, yang dapat membawa dan menginfeksi dengan atau tanpa gejala klinis. Infeksi dapat muncul dengan gejala yang khusus atau tidak bergejala. Berdasarkan gejala klinis yang ditimbulkan penyakit infeksi dapat diklasifikasikan dalam beberapa kategori yaitu, ringan, sedang, atau berat. Selain itu, berdasarkan lamanya penyakit tersebut menginfeksi tubuh inang penyakit infeksi dapat dikategorikan secara akut dan kronis. Infeksi akut (seperti cacar atau campak) dapat menginfeksi tubuh inang dalam waktu yang singkat. Infeksi kronis (seperti tuberkulosis dan brucellosis) dapat bertahan lama bahkan

selama bertahun-tahun.⁵

Virus, bakteri, jamur, dan parasit merupakan agen yang dapat menyebarkan dan menyebabkan penyakit infeksi. Pembawa infeksi, juga dikenal sebagai pembawa parasit, bakteri, atau virus, yang dapat membawa dan menginfeksi dengan atau tanpa gejala klinis.⁵

Bakteri adalah organisme bersel satu yang dapat dilihat melalui mikroskop dan dapat tumbuh di berbagai lingkungan yang beragam. Bakteri termasuk ke dalam klasifikasi organisme prokariota jika dilihat dari jenis selnya. Prokariota merupakan organisme yang hanya memiliki satu sel dan struktur dalam sel yang sederhana. Bakteri mempunyai DNA atau nukleoid berbentuk seperti benang dan dapat mengapung bebas. Sedangkan organisme eukariotik mempunyai DNA yang terbungkus dalam dinding seluler yang disebut nukleus.¹

Virus adalah agen penyakit yang dapat menyebabkan infeksi dan memiliki ukuran kecil yang dapat berkembang biak hanya di dalam sel yang masih hidup, seperti bakteri, manusia, tumbuhan, atau hewan. Kata virus sendiri berasal dari bahasa Latin, yang berarti "cairan berlendir" atau "racun". Hal ini dikarenakan virus dapat menghasilkan racun pada sel hidup yang di infeksinya.¹

Jamur adalah organisme yang termasuk dalam klasifikasi eukariotik dan heterotrof. Hal ini menunjukkan bahwa jamur mendapatkan energi yang berasal dari zat organik. Berbeda dengan tanaman autotrof yang mendapatkan energinya langsung dari cahaya. Jamur dapat berkembang biak dengan cara seksual dan aseksual dan dapat menyerang tanaman dan hewan sehingga menyebabkan beberapa penyakit.¹

Protozoa adalah organisme bersel satu yang dapat dilihat melalui *mikroskop*. Protozoa dapat bersifat sebagai parasit dan berkembang biak pada manusia, yang memungkinkan terjadinya infeksi. Protozoa dapat menginfeksi melalui beberapa cara yaitu, vektor arthropoda (misalnya, melalui gigitan nyamuk atau lalat pasir) dapat mengirim protozoa yang hidup di dalam darah atau jaringan tubuh manusia ke orang lain. fecal-oral (melalui makanan atau air yang terkontaminasi atau kontak orang-ke-orang).¹

Tabel 1. Proses Infeksi Penyakit Patogen

Jenis Penyebaran	Cara Penyebaran
Kontak langsung	Kontak langsung dengan inang yang terinfeksi, termasuk melalui hubungan seksual
Kontak tidak langsung	Menyentuh benda yang telah tercemar
Kontak droplet	Terpapar batuk atau bersin dari orang yang telah terinfeksi
Jalur fekal-oral	Mengonsumsi makanan atau minuman yang telah tercemar
Penularan melalui udara	Penularan spora patogen yang terbawa oleh angin
Penularan oleh vektor	Organisme pembawa patogen dari satu hospes ke hospes lainnya
Penularan fomite	Organisme pembawa infeksi seperti bakteri, virus, jamur, dan parasit
Penularan lingkungan	Infeksi nosokomial yang dapat terjadi di rumah sakit

Dalam metode deteksi bakteri patogen sebagian besar bergantung pada identifikasi unsur mikrobiologi dan biokimia yang tepat. Ada beberapa jenis metode yaitu, metode yang menargetkan asam nukleat, metode berbasis imunologi, dan metode berbasis biosensor.

Metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR) merupakan teknologi biologi molekuler yang dapat mengamplifikasi runutan DNA atau RNA spesifik menjadi jutaan kopi yang disebut amplicon. Metode ini dapat digunakan untuk deteksi secara cepat, spesifik dan sensitif pada bakteri tertentu yang sifatnya fastidious yaitu bakteri yang sulit tumbuh dan butuh waktu lama untuk pertumbuhannya.⁶

Teknik PCR juga dapat digunakan ketika metode diagnosis lain tidak memadai, sulit dilakukan, keterbatasan waktu dan dana, serta dapat mengurangi risiko infeksi bagi staf laboratorium. Aplikasi PCR kini telah banyak dimanfaatkan untuk laboratorium mikrobiologi. Teknik PCR ini mampu melakukan uji diagnostik terhadap bakteri dengan sensitif dan spesifik serta lebih menghemat waktu dibanding uji-uji diagnostik lainnya. Metode PCR dapat mendeteksi mikroorganisme dalam jumlah kecil. Metode PCR juga mudah untuk diduplikasi dan distandarisasi. Sensitivitas dan spesifitas metode PCR dalam deteksi sampel dapat dipakai untuk studi epidemiologi dan taksonomi bakteri.⁷

Metode ELISA (*Enzyme linked Immunosorbent Assay*) merupakan analisis kuantitatif yang menunjukkan reaksi antigen-antibodi melalui perubahan warna yang diperoleh dengan menggunakan konjugat terkait enzim dan substrat enzim. Metode ELISA digunakan dalam mengidentifikasi keberadaan dan konsentrasi molekul dalam cairan biologis. Dalam mengidentifikasi suatu molekul tertentu, ELISA kit yang digunakan harus spesifik terhadap antigen tersebut.⁸

Biosensor dapat didefinisikan sebagai sistem pengukuran untuk deteksi analit yang menggabungkan komponen biologis dengan detektor fisikokimia. Deteksi analit bergantung pada desain dan tujuan biosensor. Biasanya, metode biosensor digunakan untuk mendeteksi biomolekul seperti asam nukleat, protein, dan sel yang berhubungan dengan penyakit. Hal ini dimungkinkan karena tiga komponen utama yang dimiliki oleh Teknik ini yaitu, elemen sensitif biologis, elemen detektor, dan perangkat pembaca. Enzim, mikroorganisme, organel, antibodi, dan asam nukleat digunakan untuk mendeteksi biomolekul. Selain itu, peneliti harus mengidentifikasi persyaratan untuk memperoleh perangkat yang berfungsi sesuai tujuan penggunaan.⁹

Pada tingkat klinis, metode biosensor diterapkan untuk mendeteksi biomolekul terkait penyakit. Perangkat ini dapat memantau penanda biokimia suatu penyakit

dalam cairan tubuh, seperti air liur, darah, atau urin.¹⁰ Biosensor dapat diterapkan untuk banyak tujuan diagnostik klinis lainnya, seperti kolesterol, penanda yang berkaitan dengan penyakit kardiovaskular, penanda biologis kanker atau tumor, respons alergi, infeksi bakteri, virus, dan jamur penyebab penyakit. Selain itu, biosensor juga dapat digunakan untuk mendeteksi bakteri dan virus pada makanan dan air yang berpotensi menjadi sumber penyakit.¹¹

Ringkasan

Penyakit patogen adalah salah satu penyakit yang menjadi masalah penting bagi kesehatan masyarakat, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia. Selama ini identifikasi dan deteksi bakteri patogen hanya dilakukan pengamatan berdasarkan gejala klinis dan riwayat kejadian penyakit, serta karakteristik morfologi dan fisiologi. Namun, cara tersebut kurang efisien sehingga diperlukan teknik yang dapat mendeteksi bakteri patogen dengan cepat dan akurat. Ada beberapa jenis metode yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi bakteri patogen yaitu, metode yang menargetkan asam nukleat, metode berbasis imunologi, dan metode berbasis biosensor.

Simpulan

Pada penggunaan teknik yang telah ada, beberapa bakteri sulit dilakukan isolasi pada media biakan murni sehingga menjadi tantangan tersendiri untuk mengembangkan metode lain untuk mengidentifikasi sumber infeksi tersebut. Dalam metode deteksi bakteri patogen ada beberapa jenis metode yaitu, metode yang menargetkan asam nukleat yaitu *Polymerase Chain Reaction* (PCR), metode berbasis imunologi yaitu ELISA (*Enzyme linked Immunosorbent Assay*), dan metode berbasis biosensor.

Daftar Pustaka

1. Joegijantoro R. Penyakit Infeksi. Edisi 1. Intimedia. 2019.
2. Ali MT, Mahmud S, Mohsin M, Mian AU, Islam A, Ahmed FF. Knowledge, Attitude, and Practices Toward Food Safety Among Students In Bangladesh: A Cross-Sectional

Web-Based Study. *Heliyon*. 2023;9(4):1-16.

3. Khairi, Amalia N, Nursofiah S, Rukminiati Y, Mursinah. Apakah Perkembangan Metode Deteksi Molekuler Era 4.0 Mampu Menggantikan Pemeriksaan Bakteri Secara Konvensional. *Seminar Nasional Riset Kesehatan*. 2020;15(5):380-385.
4. Muh A, Sukenda, Harris E, Sukadi MF, Yuhana, M. Identifikasi Molekuler Bakteri Patogen dan Desain Primer PCR. *Jurnal Budidaya Perairan*. 2013;1(3):43-50.
5. Soedarto S. *Mikrobiologi Kedokteran*. Edisi 1. Sagung Seto. 2015
6. Khamesipour F, Doosti A, Taheri H. Molecular Detection Of *Brucella Spp* In The Semen, Testis and Blood Samples Of Cattle And Sheep. *J Pure Appl Microbiol*. 2013;7(3):495-500.
7. Noor SM, Sudarmono PP, Kusumawati A, Karuniawati A. Deteksi Brucellosis Pada Susu Sapi Dengan Uji Polymerase Chain Reaction (PCR). *J Kedokteran Hewan*. 2015;9(2):64-66.
8. Aydin Suleyman. 2015. A Short History, Principles, and Types of ELISA, and our Laboratory Experience with Peptide/Protein Analyses Using ELISA. *Peptides*. 2015;12(7):4-15.
9. Chao J, Zhu D, Zhang Y, Wang L, Fan C, Chao S. DNA Nanotechnology-Enabled Biosensors. *Biosensor Electron*. 2016;7(6):68-79.
10. Srinivasan B, Tung S. Development and Applications of Portable Biosensors. *J Lab Autom*. 2015;20(2):365-389.
11. Selvarajan S, Alluri NR., Chandrasekhar A, Kim SJ. Unconventional Active Biosensor Made Of Piezoelectric BaTiO₃ Nanoparticles For Biomolecule Detection. *Actuators B Chem*. 2017;253(1):1180-1187.