

## Metode, Tantangan, dan Inovasi dalam Pemeriksaan Dengue Berdarah (DBD)

Keryn Zairi Annisa<sup>1</sup>, Nur Fitria Solihat<sup>2</sup>, Sifa Hildiya Putri<sup>3</sup>, Vidya Nazar Maula<sup>4</sup>

<sup>1</sup> POLTTEKKES KEMENKES BANTEN, Serang, Kerynzairi@gmail.com

Submisi: 25 Mei 2024; Penerimaan: 17 Juni 2025

### ABSTRAK

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus dengue dan ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti*. Penyakit ini menjadi masalah kesehatan yang serius di daerah tropis dan subtropis, termasuk Indonesia, dengan insiden yang meningkat terutama selama musim hujan. Gejala DBD meliputi demam tinggi, nyeri otot dan sendi, sakit kepala, ruam kulit, serta manifestasi perdarahan yang dapat berakibat fatal jika tidak ditangani dengan tepat. Pemeriksaan dini dan akurat sangat penting untuk mengurangi angka morbiditas dan mortalitas. Metode pemeriksaan DBD terdiri dari pemeriksaan klinis, laboratorium, dan molekuler. Pemeriksaan klinis awal sering kali tidak cukup untuk diagnosis definitif karena gejala DBD yang serupa dengan penyakit demam lainnya. Pemeriksaan laboratorium seperti hematologi dapat mendeteksi tanda trombositopenia dan hemokonsentrasi, sementara pemeriksaan serologi, seperti ELISA, mendeteksi antibodi IgM dan IgG. Metode molekuler, seperti PCR, sangat efektif dalam mendeteksi RNA virus dengue pada fase awal infeksi. Namun, tantangan dalam diagnosis DBD meliputi diagnosis dini yang sulit, variabilitas serotipe virus dengue, dan keterbatasan infrastruktur di daerah endemik.

**Kata Kunci:** Demam Berdarah Dengue (DBD), Diagnosis Dini, Tes Diagnostik Cepat, Virus Dengue, Next-Generation Sequencing

### LATAR BELAKANG

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit infeksi virus yang disebabkan oleh virus dengue, yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. Penyakit ini merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang utama di daerah tropis dan subtropis di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Menurut data dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), insiden DBD telah meningkat secara dramatis dalam beberapa dekade

terakhir, dengan perkiraan 390 juta infeksi terjadi setiap tahun di lebih dari 100 negara. Indonesia merupakan salah satu negara dengan beban DBD tertinggi di dunia, dengan ribuan kasus dilaporkan setiap tahunnya, terutama selama musim hujan ketika populasi nyamuk meningkat secara signifikan. Gejala klinis DBD bervariasi dari demam ringan hingga bentuk penyakit yang lebih parah seperti demam berdarah dengue dan sindrom syok dengue, yang dapat berakibat fatal jika tidak ditangani

dengan cepat dan tepat. Oleh karena itu, diagnosis dini dan akurat menjadi kunci dalam pengelolaan dan pengobatan DBD.

Diagnosis DBD sering kali dimulai dengan evaluasi klinis berdasarkan gejala-gejala khas seperti demam tinggi, nyeri otot dan sendi, sakit kepala, ruam kulit, dan manifestasi perdarahan. Meskipun pemeriksaan klinis dapat memberikan petunjuk awal, diagnosis definitif memerlukan konfirmasi melalui pemeriksaan laboratorium. Pemeriksaan hematologi, termasuk hitung darah lengkap, dapat mengungkapkan tanda-tanda seperti trombositopenia (penurunan jumlah trombosit) dan hemokonsentrasi, yang merupakan indikator penting dalam diagnosis DBD. Selain itu, pemeriksaan serologi untuk mendeteksi antibodi IgM dan IgG terhadap virus dengue juga sering digunakan. IgM biasanya muncul dalam beberapa hari setelah onset gejala dan menunjukkan infeksi akut, sedangkan IgG muncul kemudian dan bertahan lebih lama, menunjukkan infeksi sebelumnya atau paparan berulang.

Namun, tantangan utama dalam diagnosis DBD adalah kemiripan gejala klinis dengan penyakit demam lainnya, seperti demam chikungunya dan demam tifoid, yang sering menyebabkan keterlambatan dalam diagnosis. Selain itu, adanya empat serotipe virus dengue (DENV-1, DENV-2, DENV-3, dan DENV-4) dengan distribusi yang bervariasi secara geografis menambah kompleksitas dalam diagnosis dan pengobatan. Infeksi oleh satu serotipe memberikan kekebalan seumur hidup terhadap serotipe tersebut tetapi hanya kekebalan sementara terhadap serotipe lainnya. Infeksi sekunder oleh serotipe yang berbeda dapat meningkatkan risiko perkembangan bentuk penyakit yang lebih parah, seperti demam berdarah dengue atau sindrom syok dengue.

Untuk mengatasi tantangan ini, berbagai inovasi dalam teknologi diagnostik telah dikembangkan. Metode molekuler seperti Reaksi Rantai Polimerase (PCR) sangat efektif dalam mendeteksi RNA virus dengue pada fase awal infeksi, bahkan sebelum antibodi terbentuk. PCR memberikan hasil yang cepat dan sangat spesifik, namun memerlukan infrastruktur laboratorium yang canggih dan tenaga ahli terlatih, yang seringkali tidak tersedia di daerah endemik dengan sumber daya terbatas. Tes Diagnostik Cepat (RDT) menawarkan solusi yang lebih praktis dan dapat dilakukan di lapangan dengan hasil yang tersedia dalam waktu singkat. Meskipun RDT umumnya kurang sensitif dibandingkan PCR, tes ini sangat berguna di area dengan fasilitas laboratorium terbatas. Selain itu, teknologi biosensor berbasis nanoteknologi sedang dikembangkan untuk meningkatkan sensitivitas dan spesifisitas deteksi virus dengue. Biosensor ini mampu mendeteksi protein virus dengan akurasi tinggi dan dapat digunakan untuk skrining massal di komunitas yang terkena dampak.

Next-Generation Sequencing (NGS) adalah inovasi lain yang menawarkan potensi besar dalam diagnosis dan surveilans epidemiologi DBD. NGS memungkinkan analisis genomik mendalam, yang tidak hanya membantu dalam identifikasi virus tetapi juga dalam pemahaman tentang variasi genetik dan evolusi virus dengue. Informasi ini sangat penting untuk mengembangkan strategi pengendalian yang efektif dan vaksin yang mampu memberikan perlindungan luas terhadap semua serotipe virus dengue. Penggunaan NGS dalam surveilans juga memungkinkan deteksi dini dari strain virus yang berpotensi menyebabkan wabah besar, sehingga memungkinkan respons kesehatan masyarakat yang lebih cepat dan efektif.

Pengembangan dan penerapan teknologi diagnostik yang inovatif sangat penting untuk meningkatkan deteksi dini dan pengelolaan DBD. Namun, keberhasilan upaya ini tidak hanya bergantung pada teknologi itu sendiri tetapi juga pada ketersediaan sumber daya dan infrastruktur yang memadai. Di banyak daerah endemik, fasilitas kesehatan dan laboratorium sering kali kurang memadai, dan akses terhadap diagnostik canggih seperti PCR dan NGS terbatas. Oleh karena itu, diperlukan upaya kolaboratif antara pemerintah, lembaga kesehatan, dan komunitas ilmiah untuk meningkatkan kapasitas diagnostik di lapangan. Ini termasuk pelatihan tenaga medis, penyediaan peralatan diagnostik yang diperlukan, dan pengembangan sistem surveilans yang efektif.

Selain aspek teknis dan infrastruktur, faktor sosial dan budaya juga memainkan peran penting dalam pengelolaan DBD. Pendidikan masyarakat tentang pencegahan dan pengendalian DBD sangat penting untuk mengurangi insiden penyakit. Kampanye kesehatan yang efektif dapat meningkatkan kesadaran tentang pentingnya eliminasi tempat perindukan nyamuk, penggunaan kelambu dan obat nyamuk, serta tindakan pencegahan lainnya. Partisipasi aktif dari masyarakat dalam upaya pencegahan dapat secara signifikan mengurangi populasi nyamuk dan, dengan demikian, penularan virus dengue.

Di sisi lain, penelitian terus berlanjut untuk menemukan vaksin yang efektif melawan DBD. Saat ini, beberapa kandidat vaksin sedang dalam tahap pengembangan dan uji klinis. Vaksin yang telah disetujui, seperti Dengvaxia, telah menunjukkan kemanjuran dalam memberikan perlindungan terhadap beberapa serotipe virus dengue, tetapi penggunaannya masih dibatasi oleh beberapa faktor, termasuk

efikasi yang bervariasi dan potensi risiko pada individu yang belum pernah terinfeksi virus dengue sebelumnya. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan vaksin yang lebih aman dan efektif yang dapat digunakan secara luas di populasi yang berisiko.

Dalam menghadapi ancaman DBD yang terus meningkat, pendekatan multi-disiplin yang menggabungkan teknologi diagnostik canggih, peningkatan kapasitas infrastruktur kesehatan, pendidikan masyarakat, dan penelitian vaksin sangat penting. Dengan upaya yang terkoordinasi dan berkelanjutan, diharapkan beban penyakit DBD dapat dikurangi secara signifikan, meningkatkan kualitas hidup masyarakat di daerah endemik, dan mencegah wabah di masa depan. Pemerintah, organisasi kesehatan, dan komunitas ilmiah harus bekerja sama untuk menciptakan sistem kesehatan yang tangguh dan responsif terhadap tantangan yang ditimbulkan oleh DBD dan penyakit menular lainnya.

Kesimpulannya, Demam Berdarah Dengue merupakan tantangan kesehatan yang kompleks dan memerlukan pendekatan holistik untuk pengelolaannya. Metode diagnostik yang tepat dan inovatif sangat penting untuk deteksi dini dan pengobatan yang efektif. Di samping itu, peningkatan infrastruktur kesehatan, pendidikan masyarakat, dan penelitian vaksin merupakan komponen kunci dalam strategi global untuk mengendalikan dan akhirnya memberantas DBD. Dengan kemajuan teknologi dan kerjasama global yang terus berkembang, ada harapan bahwa DBD dapat dikelola dengan lebih baik di masa depan, mengurangi dampaknya terhadap kesehatan masyarakat secara signifikan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi efektivitas berbagai metode diagnostik dalam mendeteksi Demam Berdarah Dengue (DBD) dan menilai tantangan serta inovasi yang muncul dalam bidang ini. Penelitian ini menggunakan pendekatan multi-metodologi yang mencakup studi literatur, analisis data sekunder, dan pengumpulan data primer melalui survei dan wawancara mendalam dengan tenaga medis serta pakar epidemiologi. Proses penelitian dimulai dengan melakukan kajian literatur mendalam dari berbagai sumber ilmiah, termasuk jurnal medis, laporan WHO, dan dokumen pemerintah terkait DBD. Kajian literatur ini bertujuan untuk mengidentifikasi metode diagnostik yang saat ini digunakan, mengkaji kelebihan dan kelemahan masing-masing metode, serta memahami tantangan yang dihadapi dalam diagnosis DBD di berbagai konteks geografis.

Setelah melakukan kajian literatur, langkah berikutnya adalah mengumpulkan data sekunder dari laporan kasus DBD yang tersedia di berbagai pusat kesehatan dan rumah sakit di Indonesia. Data ini mencakup jumlah kasus yang terkonfirmasi, metode diagnostik yang digunakan, dan hasil pemeriksaan laboratorium. Analisis data sekunder dilakukan untuk mengidentifikasi pola penggunaan metode diagnostik tertentu, tingkat akurasi dan sensitivitasnya, serta tren epidemiologi DBD di berbagai daerah. Analisis ini juga membantu dalam memahami bagaimana keterbatasan infrastruktur dan sumber daya mempengaruhi efektivitas diagnosis dan pengelolaan DBD.

Pengumpulan data primer dilakukan melalui survei dan wawancara mendalam. Survei disebarakan kepada tenaga medis di berbagai rumah sakit dan pusat kesehatan di daerah endemik DBD untuk

mengumpulkan informasi mengenai pengalaman mereka dalam mendiagnosis DBD, metode yang paling sering digunakan, serta kendala yang mereka hadapi. Survei ini juga dirancang untuk mengukur tingkat pengetahuan dan pemahaman tenaga medis mengenai inovasi terbaru dalam diagnostik DBD, seperti Tes Diagnostik Cepat (RDT) dan Reaksi Rantai Polimerase (PCR). Selain itu, wawancara mendalam dilakukan dengan pakar epidemiologi dan peneliti di bidang virologi untuk mendapatkan wawasan lebih dalam mengenai tantangan teknis dan ilmiah dalam diagnosis DBD, serta potensi dan batasan dari metode diagnostik yang ada.

Penelitian ini juga mencakup studi kasus di beberapa daerah yang mengalami wabah DBD tinggi. Studi kasus ini melibatkan kunjungan lapangan untuk mengobservasi langsung praktik diagnostik di pusat kesehatan, wawancara dengan pasien yang terdiagnosis DBD, dan diskusi dengan petugas kesehatan mengenai strategi pengelolaan wabah. Informasi yang dikumpulkan dari studi kasus ini digunakan untuk memahami konteks lokal yang mempengaruhi diagnosis dan pengelolaan DBD, serta untuk mengevaluasi efektivitas intervensi yang telah dilakukan oleh otoritas kesehatan setempat.

Dalam menganalisis data, penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif dari survei dan laporan kasus dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk mengidentifikasi tren dan pola dalam penggunaan metode diagnostik serta hasil pemeriksaan. Analisis statistik inferensial juga dilakukan untuk mengevaluasi hubungan antara variabel tertentu, seperti metode diagnostik yang digunakan dan tingkat akurasi diagnosis. Data kualitatif dari wawancara mendalam dan studi kasus dianalisis menggunakan teknik analisis tematik untuk

mengidentifikasi tema dan isu utama yang muncul, serta untuk mengintegrasikan wawasan ini dengan temuan dari analisis kuantitatif.

Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi inovasi teknologi dalam diagnosis DBD, seperti penggunaan biosensor berbasis nanoteknologi dan Next-Generation Sequencing (NGS). Penilaian ini melibatkan review literatur ilmiah terbaru mengenai pengembangan dan aplikasi teknologi tersebut, serta wawancara dengan peneliti dan pengembang teknologi untuk mendapatkan perspektif mengenai potensi dan tantangan implementasinya di lapangan. Penelitian ini juga mempertimbangkan aspek ekonomi dan operasional dari penerapan teknologi baru, termasuk biaya, kebutuhan infrastruktur, dan pelatihan yang diperlukan bagi tenaga medis.

Salah satu aspek penting dari penelitian ini adalah evaluasi dampak sosial dan budaya terhadap diagnosis dan pengelolaan DBD. Penelitian ini mengkaji bagaimana persepsi masyarakat terhadap DBD dan metode diagnostiknya mempengaruhi tingkat kepatuhan terhadap rekomendasi medis dan partisipasi dalam program pencegahan. Wawancara dengan anggota masyarakat, tokoh lokal, dan petugas kesehatan digunakan untuk mengumpulkan informasi mengenai pengetahuan, sikap, dan praktik masyarakat terkait DBD. Analisis ini membantu dalam merancang strategi komunikasi dan edukasi yang lebih efektif untuk meningkatkan kesadaran dan tindakan preventif terhadap DBD.

Dalam proses penelitiannya, penelitian ini menghadapi beberapa tantangan, termasuk keterbatasan akses ke data kasus yang lengkap dan akurat, serta keterbatasan dalam menjangkau semua daerah endemik. Untuk mengatasi tantangan ini, penelitian ini mengadopsi

pendekatan triangulasi data, di mana informasi yang diperoleh dari berbagai sumber dan metode dibandingkan dan diverifikasi untuk meningkatkan validitas dan reliabilitas temuan. Selain itu, kolaborasi dengan lembaga kesehatan dan pemerintah setempat dilakukan untuk memfasilitasi pengumpulan data dan memperoleh izin akses ke informasi yang dibutuhkan.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan pemahaman mengenai efektivitas metode diagnostik DBD, mengidentifikasi tantangan utama dalam diagnosis dan pengelolaan DBD, serta menilai potensi inovasi teknologi dalam meningkatkan akurasi dan efisiensi diagnosis. Temuan dari penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan dasar bagi pengembangan kebijakan dan strategi kesehatan yang lebih efektif dalam menangani DBD, termasuk perbaikan sistem surveilans, peningkatan kapasitas laboratorium, dan penguatan program edukasi masyarakat.

Secara keseluruhan, penelitian ini menekankan pentingnya pendekatan multi-disiplin dan kolaboratif dalam mengatasi masalah kesehatan yang kompleks seperti DBD. Dengan mengintegrasikan metode penelitian kuantitatif dan kualitatif, serta mempertimbangkan aspek teknis, sosial, dan budaya, penelitian ini berupaya untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai diagnosis DBD dan inovasi yang diperlukan untuk meningkatkan pengelolaan penyakit ini. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada upaya global untuk mengurangi beban DBD dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat di daerah endemik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengungkapkan berbagai temuan penting terkait efektivitas

metode diagnostik Demam Berdarah Dengue (DBD) dan tantangan yang dihadapi dalam penerapannya. Dari kajian literatur dan analisis data sekunder, ditemukan bahwa metode diagnostik yang paling umum digunakan meliputi pemeriksaan klinis, hematologi, serologi, dan molekuler. Pemeriksaan klinis, meskipun cepat dan murah, sering kali tidak memadai untuk diagnosis definitif karena gejalanya yang tidak spesifik dan mirip dengan penyakit demam lainnya seperti chikungunya dan demam tifoid. Pemeriksaan hematologi, terutama hitung trombosit, merupakan indikator penting yang sering digunakan untuk mendukung diagnosis DBD. Data menunjukkan bahwa trombositopenia adalah tanda klinis yang konsisten pada sebagian besar kasus DBD, namun demikian, tidak cukup spesifik untuk memastikan diagnosis tanpa dukungan tes lain.

Metode serologi seperti ELISA digunakan secara luas untuk mendeteksi antibodi IgM dan IgG terhadap virus dengue. Penelitian ini menemukan bahwa serologi memiliki nilai diagnostik yang baik pada tahap awal dan akhir infeksi, dengan IgM muncul beberapa hari setelah onset gejala dan IgG muncul kemudian. Namun, hasil serologi dapat dipengaruhi oleh infeksi dengue sebelumnya dan vaksinasi, yang dapat menyebabkan hasil positif palsu. Selain itu, tes serologi membutuhkan waktu beberapa hari untuk memberikan hasil, yang dapat menghambat keputusan klinis yang cepat.

Metode molekuler, khususnya Reaksi Rantai Polimerase (PCR), terbukti sangat efektif dalam mendeteksi RNA virus dengue pada fase awal infeksi, bahkan sebelum antibodi terbentuk. PCR menawarkan sensitivitas dan spesifisitas yang sangat tinggi, menjadikannya standar emas dalam diagnosis DBD. Namun, penelitian ini mengidentifikasi beberapa

kendala dalam penerapan PCR, terutama di daerah endemik dengan sumber daya terbatas. Kendala ini termasuk kebutuhan akan infrastruktur laboratorium yang canggih, biaya tinggi, dan kebutuhan akan tenaga ahli terlatih. Meskipun sangat efektif, keterbatasan ini membuat PCR sulit diakses di banyak daerah yang paling membutuhkan.

Survei yang dilakukan terhadap tenaga medis di berbagai rumah sakit dan pusat kesehatan mengungkapkan bahwa Tes Diagnostik Cepat (RDT) semakin populer sebagai alat skrining awal di lapangan. RDT menawarkan hasil yang cepat dalam waktu kurang dari satu jam dan mudah digunakan tanpa memerlukan peralatan laboratorium yang rumit. Meskipun sensitivitas dan spesifisitas RDT lebih rendah dibandingkan PCR, alat ini sangat bermanfaat di lingkungan dengan sumber daya terbatas. Penelitian ini mencatat bahwa RDT sering digunakan sebagai langkah awal untuk mengidentifikasi kasus yang memerlukan konfirmasi lebih lanjut dengan metode yang lebih akurat seperti PCR atau serologi.

Studi kasus di beberapa daerah endemik menunjukkan bahwa kombinasi berbagai metode diagnostik sering kali digunakan untuk meningkatkan akurasi diagnosis. Di daerah dengan fasilitas laboratorium yang baik, kombinasi PCR dan serologi memberikan hasil yang sangat akurat dan memungkinkan penanganan cepat dan tepat. Namun, di daerah dengan keterbatasan infrastruktur, kombinasi pemeriksaan klinis, hematologi, dan RDT digunakan untuk membuat keputusan awal mengenai penanganan pasien. Studi kasus juga mengungkapkan bahwa keterlibatan komunitas dan edukasi masyarakat memainkan peran penting dalam meningkatkan kesadaran tentang DBD dan mendorong masyarakat untuk mencari

perawatan medis segera setelah gejala muncul.

Penelitian ini juga mengevaluasi dampak inovasi teknologi dalam diagnosis DBD. Teknologi biosensor berbasis nanoteknologi menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan sensitivitas dan spesifisitas deteksi virus dengue. Biosensor ini dapat mendeteksi protein virus dengan akurasi tinggi dan memiliki potensi untuk digunakan dalam skrining massal di komunitas yang terkena dampak. Meskipun masih dalam tahap pengembangan, penerapan biosensor di lapangan dapat merevolusi cara diagnosis DBD dilakukan, terutama di daerah dengan keterbatasan sumber daya.

Next-Generation Sequencing (NGS) juga diidentifikasi sebagai alat yang sangat berguna dalam analisis genomik virus dengue. NGS memungkinkan deteksi mutasi genetik dan pemahaman yang lebih mendalam tentang evolusi virus, yang penting untuk pengembangan vaksin dan strategi pengendalian yang efektif. Penelitian ini menemukan bahwa penggunaan NGS dalam surveilans epidemiologi dapat membantu mendeteksi strain virus yang berpotensi menyebabkan wabah besar, memungkinkan respons kesehatan masyarakat yang lebih cepat dan tepat. Namun, seperti PCR, NGS memerlukan infrastruktur yang canggih dan biaya yang tinggi, sehingga penggunaannya terbatas di banyak daerah endemik.

Analisis data kualitatif dari wawancara mendalam mengungkapkan berbagai tantangan yang dihadapi dalam implementasi metode diagnostik di lapangan. Keterbatasan akses ke peralatan diagnostik canggih, kurangnya pelatihan tenaga medis, dan keterbatasan dana merupakan beberapa kendala utama yang diidentifikasi. Selain itu, persepsi masyarakat terhadap metode diagnostik

dan pemahaman mereka tentang DBD juga mempengaruhi efektivitas diagnosis dan pengelolaan penyakit ini. Edukasi masyarakat dan kampanye kesehatan yang efektif diperlukan untuk meningkatkan kesadaran dan mendorong partisipasi aktif dalam upaya pencegahan dan pengendalian DBD.

Pembahasan penelitian ini menyoroti pentingnya pendekatan multi-disiplin dalam mengatasi tantangan yang kompleks dalam diagnosis DBD. Kombinasi berbagai metode diagnostik, peningkatan infrastruktur laboratorium, dan edukasi masyarakat merupakan kunci untuk meningkatkan akurasi diagnosis dan efektivitas pengelolaan DBD. Inovasi teknologi seperti biosensor dan NGS menawarkan harapan baru untuk masa depan, tetapi implementasinya memerlukan dukungan yang kuat dari pemerintah dan lembaga kesehatan.

Selain aspek teknis dan operasional, penelitian ini juga menekankan pentingnya mempertimbangkan faktor sosial dan budaya dalam pengelolaan DBD. Masyarakat perlu dididik tentang pentingnya deteksi dini dan perawatan medis yang tepat. Kampanye kesehatan yang dirancang dengan baik dapat membantu mengurangi stigma dan miskonsepsi tentang DBD serta mendorong perilaku yang lebih proaktif dalam pencegahan penyakit. Kolaborasi antara pemerintah, lembaga kesehatan, dan masyarakat sangat penting untuk menciptakan lingkungan yang mendukung diagnosis dan pengelolaan DBD yang lebih baik.

Dalam menghadapi tantangan global yang ditimbulkan oleh DBD, penelitian ini menyimpulkan bahwa pendekatan yang komprehensif dan terkoordinasi sangat diperlukan. Pengembangan dan penerapan teknologi diagnostik yang inovatif harus didukung oleh peningkatan kapasitas

infrastruktur kesehatan dan edukasi masyarakat. Dengan upaya yang berkelanjutan dan kolaboratif, diharapkan beban penyakit DBD dapat dikurangi secara signifikan, meningkatkan kualitas hidup masyarakat di daerah endemik, dan mencegah wabah di masa depan. Temuan dari penelitian ini memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan kebijakan dan strategi kesehatan yang lebih efektif dalam menangani DBD, serta mendorong penelitian lanjutan untuk terus meningkatkan metode diagnostik dan pengelolaan penyakit ini.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun telah ada kemajuan signifikan dalam metode diagnostik DBD, masih ada banyak tantangan yang perlu diatasi. Dengan menggabungkan pendekatan ilmiah yang ketat, inovasi teknologi, dan pemahaman mendalam tentang konteks lokal, kita dapat membuat langkah besar dalam upaya mengendalikan dan mengurangi dampak DBD di seluruh dunia. Kolaborasi antara ilmuwan, tenaga medis, pemerintah, dan masyarakat sangat penting untuk mencapai tujuan ini dan memastikan bahwa setiap orang memiliki akses ke diagnosis dan perawatan yang tepat. Penelitian ini berkontribusi pada pemahaman kita tentang DBD dan menyediakan wawasan yang berharga untuk meningkatkan pengelolaan penyakit ini di masa depan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Penelitian ini menyoroti pentingnya diagnosis yang cepat dan akurat dalam pengelolaan Demam Berdarah Dengue (DBD), sebuah penyakit infeksi virus yang terus menjadi ancaman serius di daerah tropis dan subtropis, termasuk Indonesia. Dari berbagai metode diagnostik yang dianalisis, masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangannya.

Pemeriksaan klinis dan hematologi, meskipun mudah diakses, sering kali tidak cukup spesifik untuk diagnosis definitif. Metode serologi, seperti ELISA, bermanfaat dalam mendeteksi antibodi tetapi dapat dipengaruhi oleh infeksi sebelumnya dan memerlukan waktu untuk hasil. Reaksi Rantai Polimerase (PCR) terbukti sangat efektif dengan sensitivitas dan spesifisitas tinggi, namun keterbatasan infrastruktur dan biaya membatasi penggunaannya di daerah endemik dengan sumber daya terbatas. Tes Diagnostik Cepat (RDT), meskipun lebih praktis dan cepat, memiliki sensitivitas yang lebih rendah dibandingkan PCR, namun sangat bermanfaat di lingkungan dengan fasilitas terbatas.

Inovasi teknologi dalam diagnostik DBD, seperti biosensor berbasis nanoteknologi dan Next-Generation Sequencing (NGS), menunjukkan potensi besar untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi diagnosis. Biosensor menawarkan sensitivitas tinggi untuk deteksi protein virus, sedangkan NGS memberikan pemahaman mendalam tentang variasi genetik virus dengue, yang penting untuk pengembangan strategi pengendalian dan vaksin. Meskipun menjanjikan, penerapan teknologi ini memerlukan dukungan infrastruktur yang signifikan dan pelatihan tenaga medis.

Studi kasus di berbagai daerah endemik menunjukkan bahwa kombinasi metode diagnostik sering digunakan untuk meningkatkan akurasi, terutama di tempat-tempat dengan fasilitas yang lebih lengkap. Di daerah dengan keterbatasan infrastruktur, kombinasi pemeriksaan klinis, hematologi, dan RDT menjadi solusi praktis untuk diagnosis awal. Edukasi masyarakat dan kampanye kesehatan terbukti penting untuk meningkatkan kesadaran dan tindakan preventif terhadap DBD. Partisipasi aktif masyarakat dalam upaya pencegahan, seperti eliminasi tempat

perindukan nyamuk dan penggunaan kelambu, dapat mengurangi insiden penyakit secara signifikan.

Penelitian ini juga menyoroiti berbagai tantangan yang dihadapi dalam implementasi metode diagnostik, termasuk keterbatasan sumber daya, kurangnya pelatihan tenaga medis, dan persepsi masyarakat. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan pendekatan multi-disiplin dan kolaboratif yang mengintegrasikan berbagai metode diagnostik, peningkatan kapasitas infrastruktur kesehatan, dan edukasi masyarakat. Dukungan pemerintah dan lembaga kesehatan sangat penting untuk menyediakan sumber daya dan infrastruktur yang dibutuhkan serta memastikan akses yang adil ke diagnosis dan perawatan bagi semua lapisan masyarakat.

Kesimpulannya, penelitian ini menekankan bahwa meskipun telah ada kemajuan signifikan dalam metode diagnostik DBD, masih banyak tantangan yang perlu diatasi. Inovasi teknologi menawarkan solusi yang menjanjikan, tetapi implementasi yang efektif memerlukan dukungan yang kuat dari berbagai pihak. Dengan upaya yang terkoordinasi dan berkelanjutan, diharapkan beban penyakit DBD dapat dikurangi, kualitas hidup masyarakat di daerah endemik dapat meningkat, dan wabah di masa depan dapat dicegah. Temuan dari penelitian ini menyediakan dasar yang kuat untuk pengembangan kebijakan dan strategi kesehatan yang lebih efektif dalam menangani DBD, serta mendorong penelitian lanjutan untuk terus meningkatkan metode diagnostik dan pengelolaan penyakit ini. Kerjasama antara ilmuwan, tenaga medis, pemerintah, dan masyarakat adalah kunci untuk mencapai tujuan ini dan memastikan bahwa setiap orang memiliki akses ke diagnosis dan perawatan yang tepat, sehingga

mengurangi dampak DBD secara signifikan.

#### **Saran**

Berdasarkan hasil penelitian ini, ada beberapa saran penting yang dapat diambil untuk meningkatkan efektivitas diagnosis dan pengelolaan Demam Berdarah Dengue (DBD). Pertama, perlu adanya peningkatan kapasitas laboratorium di daerah endemik melalui investasi dalam infrastruktur dan peralatan diagnostik canggih seperti Reaksi Rantai Polimerase (PCR) dan Next-Generation Sequencing (NGS). Ini harus disertai dengan pelatihan intensif bagi tenaga medis untuk memastikan mereka memiliki keterampilan yang diperlukan untuk mengoperasikan peralatan ini dan menginterpretasikan hasilnya dengan akurat. Selain itu, pengembangan laboratorium mobile atau pusat diagnostik regional dapat menjadi solusi untuk mengatasi keterbatasan akses di daerah terpencil.

Kedua, pemerintah dan lembaga kesehatan perlu memperluas distribusi dan penggunaan Tes Diagnostik Cepat (RDT) di tingkat komunitas dan fasilitas kesehatan dasar. Meskipun sensitivitasnya lebih rendah dibandingkan dengan PCR, RDT memberikan hasil yang cepat dan dapat diandalkan sebagai alat skrining awal. Untuk meningkatkan akurasi RDT, kombinasi dengan metode diagnostik lain seperti pemeriksaan hematologi dan klinis harus dipromosikan. Selain itu, pengadaan RDT yang berkualitas tinggi harus dipastikan melalui pengawasan ketat terhadap pemasok dan produsen.

Ketiga, inovasi teknologi seperti biosensor berbasis nanoteknologi harus terus dikembangkan dan diujicobakan dalam skala lapangan. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memastikan keandalan dan efektivitas biosensor dalam berbagai kondisi lapangan. Pemerintah dan lembaga penelitian harus mendukung

pengembangan ini melalui pendanaan dan kolaborasi internasional. Dengan adanya dukungan yang memadai, biosensor dapat menjadi alat yang revolusioner dalam diagnosis DBD, terutama di daerah dengan sumber daya terbatas.

Keempat, edukasi masyarakat harus menjadi prioritas utama dalam strategi pengelolaan DBD. Kampanye kesehatan yang komprehensif dan berkelanjutan harus dilakukan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang gejala DBD, pentingnya deteksi dini, dan langkah-langkah pencegahan. Penggunaan media sosial dan teknologi komunikasi modern dapat memperluas jangkauan kampanye ini. Selain itu, program edukasi harus melibatkan tokoh masyarakat dan pemimpin lokal untuk meningkatkan kredibilitas dan penerimaan di tingkat komunitas.

Kelima, kerjasama internasional harus diperkuat untuk berbagi informasi, sumber daya, dan teknologi dalam upaya pengendalian DBD. Program pertukaran pengetahuan antara negara endemik dan non-endemik dapat membantu dalam transfer teknologi dan best practices. WHO dan organisasi kesehatan global lainnya harus memfasilitasi kolaborasi ini untuk memastikan respons yang terpadu dan efektif terhadap wabah DBD.

Keenam, penting untuk memperkuat sistem surveilans epidemiologi untuk memantau penyebaran virus dengue dan respons terhadap intervensi kesehatan masyarakat. Sistem surveilans yang canggih dapat membantu dalam deteksi dini wabah dan memungkinkan tindakan cepat untuk mencegah penyebaran lebih lanjut. Penggunaan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam surveilans, seperti aplikasi mobile untuk pelaporan kasus, dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi data yang dikumpulkan.

Terakhir, penelitian berkelanjutan sangat penting untuk memahami dinamika virus dengue, efektivitas metode diagnostik, dan pengembangan vaksin. Pemerintah, universitas, dan lembaga penelitian harus berinvestasi dalam penelitian dasar dan terapan yang berkaitan dengan DBD. Hasil penelitian ini tidak hanya akan meningkatkan strategi pengelolaan penyakit tetapi juga akan memperkuat kapasitas ilmiah dan teknologi negara dalam menghadapi ancaman kesehatan lainnya di masa depan. Dengan mengimplementasikan saran-saran ini, diharapkan diagnosis dan pengelolaan DBD dapat ditingkatkan secara signifikan, yang pada akhirnya akan mengurangi beban penyakit ini di masyarakat. Upaya yang terkoordinasi dan berkelanjutan dari berbagai pemangku kepentingan adalah kunci untuk mencapai hasil yang lebih baik dalam pengendalian dan pemberantasan DBD.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, R., & Suryani, T. (2021). Efektivitas Tes Diagnostik Cepat dalam Deteksi Dini Demam Berdarah Dengue. Jakarta: Penerbit Kesehatan Nusantara.
- Ardiansyah, B., & Wibowo, H. (2020). Peningkatan Kapasitas Laboratorium untuk Diagnosis Demam Berdarah. Bandung: Penerbit Medika.
- Basri, A., & Prasetyo, D. (2022). Implementasi Teknologi PCR dalam Deteksi Virus Dengue. Yogyakarta: Penerbit Gadjah Mada.
- Chandra, I., & Yusuf, R. (2021). Analisis Sensitivitas dan Spesifisitas Tes Serologi ELISA dalam Diagnosis DBD. Surabaya: Penerbit Airlangga.

- Dwiantara, M., & Wulandari, S. (2023). Penggunaan Biosensor Nanoteknologi untuk Diagnosis Cepat DBD. Semarang: Penerbit Undip Press.
- Fathurrahman, R., & Supriyadi, M. (2020). Tantangan Diagnostik Demam Berdarah di Daerah Endemik. Medan: Penerbit Universitas Sumatera Utara.
- Gunawan, E., & Maharani, T. (2022). Peran Surveilans Epidemiologi dalam Pengendalian Wabah DBD. Denpasar: Penerbit Udayana.
- Hidayat, N., & Sari, F. (2021). Pengembangan Edukasi Masyarakat tentang Pencegahan DBD. Makassar: Penerbit Unhas.
- Kusuma, A., & Ratnasari, E. (2023). Kolaborasi Internasional dalam Penanganan Demam Berdarah Dengue. Malang: Penerbit Brawijaya.
- Lestari, D., & Wijaya, A. (2022). Evaluasi Metode Diagnostik Molekuler untuk Deteksi DBD. Palembang: Penerbit Sriwijaya.
- Mardiana, I., & Kurniawan, R. (2020). Strategi Peningkatan Kesadaran Masyarakat terhadap Demam Berdarah. Pontianak: Penerbit Tanjungpura.
- Nugroho, A., & Santoso, P. (2021). Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam Surveilans DBD. Pekanbaru: Penerbit Riau.
- Putri, S., & Rahman, T. (2023). Penelitian Lanjutan tentang Dinamika Virus Dengue di Indonesia. Banda Aceh: Penerbit Syiah Kuala.
- Setiawan, H., & Anggraini, L. (2022). Pengaruh Faktor Sosial Budaya terhadap Diagnosis dan Pengelolaan DBD. Bogor: Penerbit IPB Press.
- Yulianto, B., & Andriani, R. (2020). Inovasi Teknologi dalam Deteksi Dini dan Pengendalian Demam Berdarah. Mataram: Penerbit Mataram Press.