

Article Review

# Efektivitas Adaptasi Teknologi pada Kinerja Sistem Surveilans Malaria di Era COVID-19 untuk Negara Berkembang: Sebuah Kajian Sistematis

Valerie Josephine Dirjayanto<sup>1\*</sup>, Celina Azhura Harmen<sup>1</sup>, Muhammad Athallah Arsyaf<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia, Depok-Indonesia

\* corresponding author: [vjosephine8@gmail.com](mailto:vjosephine8@gmail.com)

**Abstract**—Due to the limitations of the current malaria surveillance system, the use of technology for diagnostics and treatment is an important factor in controlling the number of malaria cases at local and national levels. However, studies on the effectiveness of the implementation of technology-assisted surveillance systems have yet to be found. The literature search was conducted based on the Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis (PRISMA). This systematic review was conducted using PubMed, Scopus, ScienceDirect, Cochrane, Google Scholar, and EBSCOHost databases. Assessment of study bias and methodology was carried out with the National Institutes of Health (NIH) Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies. The literature search yielded 9 literatures with a total subject of 322,168. The usage of technology in malaria surveillance system has been shown to shorten the time of discovery, reporting, case follow-up response. The interventions also improve the completeness and accuracy of the data and improve user-supervisor coordination while also receiving positive responses from the users. This study demonstrates the effectiveness of implementing a technology-based malaria surveillance system in developing countries in the COVID-19 era. Further research with larger and uniform population is needed to strengthen the evidence for successful implementations.

**Keyword:** malaria, surveillance, mobile health, low resource countries, covid-19

**Abstrak**—Mengingat keterbatasan sistem surveilans malaria yang ada saat ini, penggunaan teknologi dalam melakukan pelaporan diagnostik maupun pengobatan kasus merupakan faktor penting dalam menentukan pengendalian jumlah kasus malaria pada tingkat lokal dan nasional. Namun, kajian mengenai efektivitas penggunaannya masih belum dapat ditemukan. Pencarian literatur studi dilakukan berdasarkan the Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis (PRISMA). Kajian sistematis ini dilakukan melalui database dan. Penilaian bias dan metodologi studi dilakukan dengan National Institutes of Health (NIH) Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies. Pencarian literatur menghasilkan 9 literatur dengan total subjek 322.168 orang. Penggunaan teknologi dalam sistem surveilans malaria terbukti mempersingkat waktu penemuan, waktu pelaporan, hingga waktu respon follow-up kasus. Selain meningkatkan kelengkapan dan keakuratan data, teknologi tersebut juga membantu koordinasi pengguna dengan supervisor dan mendapatkan respon positif dari pengguna. Kajian sistematis ini menunjukkan efektivitas penerapan sistem surveilans malaria berbasis teknologi pada negara berkembang di era COVID-19. Penelitian lanjut dengan populasi yang besar dan seragam dibutuhkan untuk memperkuat bukti kesuksesan penerapan.

**Kata Kunci:** malaria, surveilans, mobile health, negara sumber daya rendah, covid-19

## PENDAHULUAN

Malaria adalah satu penyakit endemik yang menyebabkan lebih dari 409,000 kematian pada tahun 2019 [1]. Lebih dari setengah populasi dunia riskan tertular oleh malaria yang berpotensi besar menurunkan produktivitas dan kemaslahatan manusia [2]. Walaupun insidensi malaria telah mengalami penurunan cukup signifikan dari 80 kasus menjadi 58 kasus (per 1000 populasi yang rentan) sejak 2000, perkembangan positif ini telah mengalami stagnasi semenjak tahun 2019 [3]. Para pakar memiliki kekhawatiran bahwa kecenderungan ini akan semakin diperparah oleh disrupsi yang disebabkan pandemi COVID-19. Sebuah analisis pemodelan yang dirancang oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mengestimasi adanya peningkatan morbiditas dan mortalitas pada malaria masing-masing sebesar >20% dan >50% [4]. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya pengendalian dan pengobatan malaria karena fasilitas kesehatan yang sedang kewalahan dengan penyebaran virus SARS-CoV-2 [5,6]. Berdasarkan World Malaria Report 2020, peningkatan mortalitas malaria yang disebabkan oleh pandemi COVID-19 menambahkan 47.000 kematian dari seluruh angka kematian tahun ini [4]. Kebanyakan dari kematian tersebut berasal dari daerah Sub-Sahara Afrika. Tentunya,

kemunduran ini bertentangan dengan Strategi Malaria WHO yang menargetkan reduksi malaria sebanyak 90% pada tahun 2030 [7]. Oleh karena itu, diperlukan intervensi dan sistem surveilans malaria yang inovatif agar dapat menghadapi tantangan-tantangan yang ada di negara berkembang, terutama pada daerah dengan sumberdaya terbatas. Indonesia merupakan negara kedua di Asia Pasifik dengan jumlah kasus malaria terbanyak (10.4%) setelah India [7]. Indonesia juga merupakan satu-satunya negara di wilayah ini yang gagal mengurangi 40% dari angka mortalitasnya pada tahun 2020, dengan pengurangan hanya berhasil mendekati 37% [7]. Terlebih lagi, seperempat dari semua kematian malaria di Asia Pasifik berasal dari Indonesia [7]. Menurut Bridges *et al*, sistem surveilans malaria sangat penting karena dapat memetakan penyebaran kasus malaria, memastikan pemeriksaan dan pengobatan malaria yang adekuat, dan mencegah munculnya resistensi obat-obatan antimalaria [8,9]. Jika sistem surveilans berfungsi dengan baik, pasien dapat lebih patuh terhadap pengobatan dan mempercepat waktu penanganan kasus atau *follow up* [10,11]. Selama masa pandemi, implementasi dari sistem surveilans yang ada saat ini menjadi kurang efektif karena adanya pembatasan pelayanan kesehatan [12]. Banyak pasien yang enggan datang ke fasilitas kesehatan karena takut terpapar oleh virus SARS-CoV-2, dan harus menempuh jarak yang jauh dan biaya transportasi yang mahal [13,14]. Sistem surveilans yang ada saat ini masih mengandalkan pelaporan berbasis kertas yang tidak tersentralisasi pada tingkat nasional. Hal ini menyebabkan kendala pada keakuratan dan ketepatan waktu data yang diberikan [15]. Oleh sebab itu, diperlukan suatu alternatif baru agar surveilans dapat tetap dilaksanakan secara konsisten selama masa pandemi COVID-19.

Pada negara seperti Indonesia, surveilans malaria merupakan salah satu bagian penting untuk mengurangi angka mortalitas yang tinggi. Akan tetapi, penelitian atau peninjauan sistematis mengenai surveilans malaria masih sangatlah minim di Indonesia (4%) jika dibandingkan dengan epidemiologi dan transmisi (42%) [16]. Kondisi ini membuktikan perlunya lebih banyak eksplorasi ilmiah mengenai sistem surveilans yang ada, terutama bagaimana memperbaikinya. Dengan perkembangan zaman, penggunaan teknologi dalam bidang kedokteran seperti mHealth memiliki peran penting dalam meningkatkan upaya pemerintah untuk menekan jumlah kasus malaria di tengah pandemi COVID-19. Penggunaan telepon genggam melalui *Short Messaging Service* (SMS) untuk melaporkan kasus malaria atau pengambilan gambar untuk analisis hasil pemeriksaan diagnostik RDT dapat ditemukan pada literature [17,18]. Akan tetapi, belum ada kajian sistematis yang mengevaluasi efektivitas penggunaan *mHealth* dan teknologi dalam surveilans malaria. Dengan demikian, diharapkan kajian ini dapat meningkatkan efektivitas surveilans berbasis teknologi dalam mengurangi angka mortalitas yang disebabkan oleh malaria di tengah pandemi COVID-19.

## METODE

### Strategi pencarian

Pencarian literatur studi dilakukan berdasarkan *the Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis* (PRISMA) [1]. Kami melakukan pencarian pada beberapa *database* termasuk PubMed, Scopus, ScienceDirect, Cochrane, Google Scholar, dan EBSCOHost, menelusuri studi yang dipublikasi hingga 5 Januari 2022 dengan kata kunci sebagai berikut: ("Malaria"[Mesh]) AND ("Telemedicine"[Mesh] OR telemonitoring OR telehealth OR mobile OR e-health). Ilustrasi pencarian data dielaborasi pada **Gambar 1**.

### Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Untuk keperluan pencarian, kami menentukan beberapa kriteria inklusi: (1) Desain studi, uji klinis atau observasional kohort maupun potong lintang; (2) Populasi studi, tenaga kesehatan atau pasien pada daerah endemis malaria; (3) Intervensi, surveilans malaria

berbasis teknologi, termasuk *mobile*, SMS, alat *virtual*, maupun *remote*; (4) Hasil studi, termasuk waktu pelaporan kasus malaria, akurasi dan kelengkapan pelaporan, respon *follow-up*, dan sebagainya.

Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi berikut: (1) Studi yang dipublikasi lebih dari 10 tahun terakhir; (2) Studi dalam bahasa selain Inggris maupun Indonesia; (3) Desain studi tidak sesuai, seperti komentari, editorial, maupun abstrak; (4) Data tidak lengkap maupun tidak dapat diekstraksi.

### Ekstraksi Data

Ekstraksi data dilakukan oleh ketiga *reviewer* independen, dengan perbedaan penilaian diselesaikan berdasarkan konsensus. Data berikut diekstraksi dari studi yang diinklusi: (1) Penulis dan tahun studi; (2) Karakteristik studi, termasuk desain, lokasi, dan durasi studi; (3) Tipe intervensi, termasuk aplikasi teknologi, frekuensi intervensi, dan metode intervensi; (4) Hasil studi, termasuk parameter, nilai pada kontrol, nilai pada intervensi, dan signifikansi statistik.

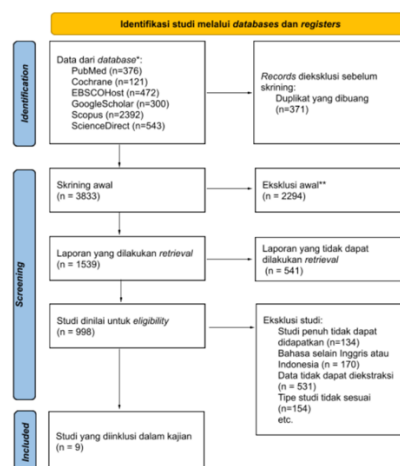
### Penilaian Kualitas Studi

Penilaian bias dan metodologi studi dilakukan dengan *National Institutes of Health (NIH) Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies* yang membagi studi menjadi kualitas baik, sedang, atau buruk [2]. Instrumen ini terdiri atas 14 kriteria yang menentukan bias potensial dalam setiap studi.

## HASIL DAN BAHASAN

### Seleksi Studi

Proses seleksi studi dideskripsikan dalam **Gambar 1**. Pencarian awal dari keenam *database* menghasilkan 4.204 studi, kemudian dengan pembuangan duplikat menghasilkan 3.833 studi. Dari studi yang dinilai berdasarkan kriteria inklusi, terdapat 134 studi penuh yang tidak dapat diambil, 170 studi dengan bahasa selain Inggris atau Indonesia, 531 studi dengan data yang tidak dapat diekstraksi, dan 154 studi dengan desain tidak sesuai. Dengan demikian, terdapat sembilan studi sesuai kriteria inklusi dan eksklusi yang dilibatkan dalam kajian ini.



Gambar 1. Strategi pencarian literatur.

### Karakteristik dan Hasil Studi

Kami mengkaji total sembilan studi dengan detail karakteristik seperti tergambar pada **Tabel 1** yang terdapat di bagian **Lampiran**. Studi tersebut dipublikasi pada tahun 2014-

2021, dengan tipe studi terdiri atas 2 studi pilot observasional, 6 studi kohort, dan 1 studi potong lintang. Lokasi studi adalah negara-negara endemis malaria termasuk di Afrika Selatan, Zambia, Kenya, Myanmar, India, dan Bhutan. Hasil yang diekstraksi meliputi waktu dan kecepatan pelaporan, respon *follow-up*, jumlah kasus, kelengkapan dan keakuratan pelaporan, serta hasil-hasil lainnya dengan parameter yang sesuai.

### **Kualitas Studi**

Hasil penilaian berdasarkan *National Institutes of Health (NIH) Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies* menunjukkan bahwa secara umum kualitas studi cukup, dengan 6 studi memiliki kualitas sedang dan 3 studi memiliki kualitas baik. Di antara seluruh studi, kualitas yang kurang memadai terdapat di kriteria 5, yakni perhitungan besar sampel, dan kriteria 10, yakni pengukuran sampel yang berulang kali. Hal ini tidak dapat dihindari akibat desain studi. Detail penilaian bias studi dapat dilihat pada **Tabel 2** di bagian **lampiran**.

### **Waktu penemuan dan pelaporan kasus**

Berdasarkan studi Quan *et al*, didapatkan waktu pendataan kasus yang lebih cepat hampir 7 kali lipat pada kelompok intervensi dibandingkan dengan kelompok control [20]. Hal ini selaras dengan studi Baloyi *et al* [21], Hamainza *et al* [17], Davies *et al* [22], Baliga *et al* [22], Oo *et al* [23], Githinji *et al* [24], dan Moore *et al* [26], yakni jarak waktu antara penemuan dan pelaporan kasus lebih cepat pada kelompok yang menggunakan teknologi. Pelaporan kasus yang tepat waktu sangat penting untuk penanganan kasus Malaria. Hal ini sesuai dengan konsep Program Malaria Global dari WHO yang dibentuk pada tahun 2012, yaitu inisiatif berjudul “T3: Test-Treat-Track” [27]. Inisiatif ini meningkatkan fokus dari penanganan malaria tidak hanya pada tes dan pengobatan, namun juga pada sistem surveilans yang akurat dan tepat waktu. Salah satu kunci dari sistem surveilans yang baik adalah sistem pelaporan kasus yang harus dilakukan waktu 24 jam [28].

Beberapa studi yaitu studi Baloyi *et al*, Davies *et al*, Baliga *et al*, dan Oo *et al* menunjukkan peningkatan jumlah kasus yang dilaporkan di bawah 24 jam [21-24]. Selain itu, studi Githinji *et al* menunjukkan peningkatan jumlah kasus yang dilaporkan di bawah 27% hingga 87% dibandingkan control [23]. Yang menarik dari hasil ini adalah tiga studi hanya memerlukan telepon genggam dalam penggunaannya yang tentunya meningkatkan efisiensi pelaporan [22,24,25].

Selain itu, pada studi Hamainza *et al*, Quan *et al*, , Githinji *et al*, dan Moore *et al*, didapatkan pelaporan kasus yang dapat dilakukan dalam waktu sekitar 7 hari [19,20,25,26]. Hal ini selaras dengan studi yang dilakukan Zhou *et al mengenai* desain surveilans dan respons malaria di Tiongkok yang menyatakan bahwa 7 hari adalah waktu yang ideal untuk investigasi kasus baru malaria dalam upaya menurunkan risiko transmisi [29].

Terkait dengan sistem surveilans, di negara berkembang seperti Afrika Selatan, sistem berbasis kertas masih menjadi sarana primer. Namun, ketepatan waktu dalam pelacakan kasus sukar tercapai karena masalah logistik seperti lamanya waktu dalam mengisi formulir laporan, proses pengantaran data ke tempat pusat data, proses pemasukkan data ke sistem surveilans digital [22]. Selain masalah logistik, kurangnya tenaga kesehatan di negara berkembang merupakan masalah yang signifikan. Di negara berkembang, satu tenaga kesehatan setiap harinya menangani >30 pasien [21]. Banyaknya pasien ini tentunya dapat menjadi salah satu faktor yang menyebabkan pelaporan kasus tidak menjadi prioritas. Masalah surveilans tentunya menjadi mengalami hambatan yang lebih lanjut pada masa pandemi COVID-19 ini. Pandemi tentunya menyebabkan kenaikan jumlah pasien yang dirawat di rumah sakit serta

perubahan fokus sistem kesehatan. Oleh karena itu, penggunaan teknologi dalam sistem surveilans diharapkan dapat mengatasi permasalahan-permasalahan ini [31].

Selain waktu penemuan dan pelaporan kasus malaria, studi Tobgay *et al*, juga menemukan peningkatan pendataan kasus demam pada kelompok intervensi dibandingkan kelompok control [31]. Hasil ini signifikan karena demam merupakan salah satu gejala dari malaria yang mirip dengan gejala penyakit lainnya [32]. Hasil studi ini kemungkinan dapat membantu mencegah adanya salah diagnosis pada pasien demam. Selain itu, sistem pendataan kasus demam ini juga dapat dimanfaatkan di saat pandemi COVID-19. Dari hasil kajian Wilairatana *et al*, salah satu hambatan dari kontrol malaria adalah kemiripan gejala klinis COVID-19 dengan gejala klinis pada fase awal malaria, salah satunya adalah demam.<sup>33</sup> Sistem pendataan Tobgay *et al* ini tentunya dapat membantu bukan hanya deteksi malaria namun juga membantu skrining suspek COVID-19.

### **Respon *follow-up***

Berdasarkan strategi eliminasi malaria WHO, kasus-kasus yang telah dilaporkan sebaiknya di-*follow-up* dalam waktu 48 jam karena malaria merupakan penyakit yang dapat mengalami perburukan dalam waktu singkat [34]. Pada studi Quan *et al*, penggunaan teknologi terbukti mempercepat waktu *follow-up* hampir 2 kali lipat pada kelompok intervensi dibandingkan dengan kelompok kontrol dengan kasus rata-rata di *follow-up* 2,5 hari setelah pelaporan kasus. Walaupun rata-rata waktu *follow-up* kasus masih belum memenuhi standar dari WHO, 52% kelompok intervensi sudah di *follow-up* dengan tepat waktu (kurang dari 48 jam) yang tentunya menunjukkan hasil yang menjanjikan [20].

Selain itu, studi Githinji *et al* juga menemukan peningkatan jumlah kasus diobati pada kelompok intervensi hingga hampir 2 kali lipat dibandingkan dengan kelompok kontrol [25]. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi dapat mencegah adanya kasus yang tidak ditangani walaupun sudah terkonfirmasi positif yang merupakan masalah besar pada penanganan malaria karena 70% kasus yang tidak ditangani berakhir dengan kematian.<sup>33</sup> Selama pandemi COVID-19 pengobatan pasien terkonfirmasi juga semakin krusial karena pasien malaria yang tidak mendapatkan pengobatan akan lebih berisiko untuk mengalami gejala dan komplikasi yang berat dari COVID-19 [33].

Selain respon *follow-up* dan jumlah kasus yang diobati, studi Baliga *et al* juga menemukan adanya peningkatan pada kelengkapan pengobatan hingga 98% pada kelompok intervensi [23]. Kelengkapan pengobatan ini dinilai dari proses *follow-up* hingga ke eradikasi parasit secara keseluruhan. Hal ini dapat membantu mengurangi kasus ketidaklengkapan pengobatan malaria yang dapat menyebabkan resistensi obat antimalaria [7].

Dari beberapa studi ini dapat disimpulkan penggunaan teknologi untuk surveilans kasus malaria tidak hanya dapat membantu peningkatan respon *follow-up*, namun juga peningkatan jumlah kasus yang mendapatkan pengobatan, serta kelengkapan proses pengobatan.

### **Jumlah kasus**

Berdasarkan studi Baliga *et al*, terdapat penurunan kasus Malaria pada kelompok intervensi hingga sebanyak 30% dibandingkan kelompok kontrol. Intervensi pada kelompok ini juga menurunkan *slide positivity rate* (SPR) yaitu angka dari kasus yang terkonfirmasi per 100 suspek, dari 15,4% menjadi 10,4%. Selain itu juga didapatkan peningkatan deteksi kasus terkonfirmasi pada tahun kedua hingga 8,6% [24]. Intervensi ini dapat dinilai mencapai kesuksesan karena penurunan jumlah kasus selaras dengan salah objektif strategi eliminasi WHO [37].

Selain itu, pada tahun 2020, pandemi COVID-19 menyebabkan perburukan progres eliminasi malaria. Terdapat peningkatan total kasus malaria dari 227 juta pada 2019 menjadi 241 juta pada 2020. Selain itu, angka kematian juga naik dari 558.000 pada 2019 menjadi 627.000 pada 2020. Sekitar 2/3 dari peningkatan angka kematian ini disebabkan oleh permasalahan pencegahan, diagnosis, dan pengobatan malaria selama pandemik [38].

### **Kelengkapan dan keakuratan pelaporan**

Lima dari sembilan studi (Moore *et al*, Tobgay *et al*, Oo *et al*, Davies *et al*, Githinji *et al*) yang termasuk dalam kajian sistematis ini melaporkan kelengkapan dan keakuratan pelaporan sebagai salah satu indikator performa pada penggunaan *mHealth* atau intervensi teknologi lainnya dalam suatu sistem surveilans malaria [22-26]. Menurut Tobgay *et al*, inakurasi yang ditemukan pada data pelaporan yang diambil dari sistem informasi yang ia gunakan hanya sebesar 3.06% [31]. Hasil ini juga sesuai dengan penelitian lain yang dilakukan oleh Oo *et al* yang menunjukkan kelengkapan pelaporan yang meningkat pada intervensi teknologi jika dibandingkan dengan kelompok tanpa intervensi, walaupun perbedaannya tidak signifikan ( $p < 0,01$ ) [24]. Perbaikan ini dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti faktor logistik, administrasi, dan insentif yang ditawarkan [38,39]. Dalam sudut pandang logistik, penggunaan aplikasi pada perangkat genggam memerlukan pelatihan khusus yang biasanya diberikan sebelum periode intervensi dimulai. Hal ini memberikan dampak yang positif pada kualitas sumberdaya manusia terutama kemampuan dalam melaporkan data dengan tepat [38]. Pada beberapa studi, pelatihan yang diberikan tidak hanya terbatas pada pengoperasian aplikasi saja tetapi juga meliputi materi tambahan lainnya seperti pengelolaan sistem surveilans yang baik, keahlian diagnostik malaria, serta manajemen dan tata laksana malaria [40]. Tentunya persiapan pra-intervensi seperti ini juga memperbaiki kemampuan para petugas kesehatan dalam melakukan identifikasi dan merawat pasien malaria. Sedangkan jika ditinjau dalam sudut pandang administratif, pergeseran dari “kertas dan pulpen” menuju teknologi digital mengurangi beban kerja yang harus dipikul oleh petugas kesehatan [40]. Tentunya pelaporan data yang sebelumnya harus direkapitulasi berulang kali sebelum akhirnya dapat dikirimkan ke tingkat pusat dipermudah dengan pengisian yang bersifat ‘satu pintu’. Hal ini mengurangi kesalahan yang dapat terjadi pada saat pemindahan data yang dilakukan berkali-kali [41]. Pengisian data juga lebih terstandarisasi karena kolom-kolom yang harus dilengkapi sama antara satu instansi dengan yang lain. Tidak jarang pula pelaporan dengan data yang tidak lengkap atau keliru akan dikembalikan atau ditolak sampai kesalahan tersebut dibenarkan [41]. Hal ini lebih mudah untuk dilakukan karena algoritma komputer dapat dengan lihai mengevaluasi data sebelum, sesudah, dan pada saat data itu dikirimkan. Data yang berhasil dikirimkan kemudian dapat diakses kembali oleh semua pihak yang bersangkutan, termasuk pada tingkat instansi dan daerah. Dengan demikian, ketergantungan pada arsip berbasis kertas akan semakin berkurang dan proses pelaporan data dapat berlangsung lebih efektif dan efisien [41].

Studi Moore *et al* juga menemukan perbaikan signifikan pada keakuratan pelaporan diagnostik terutama dalam hal spesifisitas dan sensitivitas interpretasi hasil tes RDT yang diunggah dan dianalisis secara visual oleh suatu aplikasi berbasis web [25]. Dengan adanya komponen tambahan selain interpretasi manual, interpretasi terkomputerisasi dapat mengkonfirmasi ulang bacaan awal dari hasil tes RDT yang sudah dilakukan [25]. Fitur penangkapan gambar yang diperlukan untuk melakukan analisis dan pelaporan tes diagnostik juga memudahkan dokumentasi dari semua hasil tes pada suatu database yang tersentralisasi. Database ini kemudian dapat digunakan kembali untuk *machine learning* aplikasi yang sedang dikembangkan menuju sistem surveilans yang lebih pintar dan akurat [42].



Namun, dua studi oleh Davies *et al* dan Githinji *et al* menemukan hasil yang berbeda. Menurutnya, penggunaan teknologi dalam pelaporan kasus malaria justru memiliki dampak negatif pada kelengkapan dan keakuratan data yang diberikan [22,25]. Pada 87 fasilitas kesehatan yang ikut serta dalam program 'SMS for Life'-nya Githinji *et al*, hanya 58% dari data tersebut yang akurat jika dibandingkan kembali pada saat validasi data di akhir studi [25]. Hasil studi lain yang dilaksanakan oleh Davies *et al*, menyatakan bahwa kelengkapan pelaporan pada populasi intervensi (berbasis teknologi USSD) 39% lebih buruk jika dibandingkan dengan kontrol (berbasis kertas) [22]. Beberapa alasan yang menyebabkan kesalahan yang terjadi pada umumnya bersifat kesalahan manusia (*human error*) seperti metode penghitungan yang salah, kurangnya pengertian pengoperasian aplikasi, dan *typing error* [25]. Selain itu, banyak dari petugas kesehatan yang sudah mendapatkan pelatihan dan bertanggung jawab atas penggunaan aplikasi tetapi akhirnya mendelegasikan tugas mereka ke anggotanya yang lain [25]. Kebanyakan dari anggota tersebut belum terlatih dengan benar untuk menggunakan aplikasi alhasil menyebabkan banyak kesalahan teknis dalam data pelaporan yang mereka berikan. Maka dari itu, diperlukan adanya fitur pengaman dan validasi yang baik agar prosedur pelaporan melalui intervensi jarak jauh seperti yang ditinjau pada kajian sistematis ini dapat lebih dipatuhi oleh para pihak-pihak yang bersangkutan.

### Hasil lain

Selain itu dalam beberapa studi yang telah ditinjau, ada beberapa parameter lain yang juga dilaporkan. Salah satu studi mencoba mengukur kontinuitas intervensi dan mendapatkan lebih dari 90% pengguna ingin melanjutkan sistem surveilans berbasis teknologi yang diberikan (Baloyi *et al*) [21]. Perubahan perilaku yang disebabkan oleh perangkat teknologi menunjukkan adanya perubahan pada kepatuhan petugas kesehatan dalam pemantauan kasus malaria. Maka pengaruh implementasi teknologi dalam pelaporan dan pencatatan pasien malaria bersifat jangka panjang dan berkelanjutan [23]. Perubahan tersebut juga mempermudah pemerintah dalam melakukan pembenahan yang memang diperlukan di masa yang akan datang [43]. Kemudian Tobgay *et al* juga menemukan bahwa teknologi yang ia gunakan diterima dengan cukup baik oleh para petugas kesehatan yang menggunakannya terutama dalam hal operasional dan mekanisme sistem surveilans.<sup>31</sup> Jika perubahan yang diajukan mudah dimengerti maka transisi dari kebiasaan sebelumnya menuju suatu metode baru juga dapat terlaksana dengan lebih mudah. Maka dari itu, diperlukan sinergi yang baik antara teknologi dan manusia agar mencegah perlawanan yang tidak diinginkan terhadap suatu sistem surveilans [44]. Dengan demikian, sistem tersebut dapat berfungsi secara maksimal tanpa memerlukan biaya atau waktu yang banyak. Pada salah satu studi lain, Oo *et al* juga menemukan bahwa integrasi teknologi mempermudah komunikasi dengan supervisor karena informasi tidak lagi disampaikan secara tradisional tetapi lebih runtut dan teratur melalui suatu system [24]. Hal ini berpengaruh besar dalam koordinasi wilayah terutama pada saat mencegah terjadinya wabah malaria dimana pertukaran informasi yang efektif didasari oleh komunikasi yang terjalin dengan baik. Dengan bantuan sistem daring, batasan seperti jarak atau keterbatasan waktu tidak lagi menjadi suatu masalah ketika ingin berkomunikasi dengan pihak-pihak terkait.

### Kelebihan dan Kekurangan Studi

Sebagai kelebihan, kajian sistematis ini merupakan studi pertama yang secara komprehensif menilai aplikasi teknologi dalam surveilans malaria. Namun, terdapat juga beberapa kekurangan termasuk kurang seragamnya desain studi termasuk terdapatnya 2 studi pilot. Kemudian, beberapa studi juga memiliki parameter yang berbeda untuk menilai hasil kesuksesan surveilans.

## SIMPULAN

Sebagai simpulan, kajian sistematik ini menunjukkan efektivitas dari penerapan sistem surveilans malaria berbasis teknologi pada era COVID-19. Terkait dengan efektivitas waktu, intervensi ini mempersingkat waktu penemuan, pelaporan, hingga respon *follow-up* kasus sehingga pasien yang terkonfirmasi dapat ditangani dengan lebih cepat. Intervensi ini juga menurunkan jumlah kasus serta meningkatkan kelengkapan dan keakuratan data pada beberapa studi. Hal ini tentunya selaras dengan target program malaria global yang dicetuskan WHO. Selain itu, intervensi ini juga didukung keberlanjutan penggunaannya oleh pengguna dan diterima dengan baik karena kemudahan dalam mengoperasikannya. Intervensi juga mempermudah koordinasi pengguna dengan *supervisor* yang terkendala jarak sehingga sangat cocok digunakan pada kondisi terisolasi.

Selama masa pandemi, pembatasan pelayanan kesehatan, ketakutan pasien untuk datang ke fasilitas kesehatan, serta kendala pada jarak dan transportasi tentunya berdampak pada penanganan malaria nasional. Sistem surveilans yang menggunakan kertas tentunya membutuhkan waktu yang lebih lama serta adanya kemungkinan masalah pada keakuratan data. Oleh karena itu, sistem surveilans malaria berbasis teknologi ini dapat menjadi alternatif yang baru untuk membantu negara berkembang mengeliminasi malaria.

## SARAN

Kami merekomendasikan studi statistika lebih lanjut dengan populasi yang besar dan seragam untuk memperkuat bukti sebagai basis kesuksesan penerapan. Jika buktinya sudah cukup kuat, aplikasi surveilans ini cocok untuk diaplikasikan dalam skala nasional di negara endemis termasuk Indonesia, mengingat perkembangan teknologi yang semakin mutakhir akhir-akhir ini serta peluang praktis penerapan sesuai persebaran malaria semasa pandemi COVID-19.

## PUSTAKA ACUAN

1. World Health Organization. World malaria report 2021 [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2021 [cited 2022 Jan 25]. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/350147>
2. Elyazar IRF, Hay SI, Baird JK. *Malaria* Distribution, Prevalence, Drug Resistance and Control in Indonesia. *Adv Parasitol*. 2011;74:41–175.
3. Liu Q, Jing W, Kang L, Liu J, Liu M. Trends of the global, regional and national incidence of malaria in 204 countries from 1990 to 2019 and implications for malaria prevention. *J Travel Med*. 2021 Mar 24;28(5):taab046.
4. World Health Organization. World malaria report 2020: 20 years of global progress and challenges [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2020 [cited 2022 Jan 25]. 247 p. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/337660>
5. Zawawi A, Alghanmi M, Alsaady I, Gattan H, Zakai H, Couper K. The impact of COVID-19 pandemic on malaria elimination. *Parasite Epidemiol Control*. 2020 Oct 20;11:e00187.
6. Hussein MIH, Albashir AAD, Elawad OAMA, Homeida A. Malaria and COVID-19: unmasking their ties. *Malaria Journal*. 2020 Desember;19(1):457.
7. World Health Organization. Global technical strategy for malaria 2016–2030 [Internet]. 2021 update. Geneva: World Health Organization; 2021 [cited 2022 Jan 25]. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/342995>
8. Bridges DJ, Winters AM, Hamer DH. Malaria elimination: surveillance and response. *Pathog Glob Health*. 2012 Aug;106(4):224–31.



9. Lourenço C, Tatem AJ, Atkinson PM, Cohen JM, Pindolia D, Bhavnani D, et al. Strengthening surveillance systems for malaria elimination: a global landscaping of system performance, 2015–2017. *Malaria Journal*. 2019 Sep 18;18(1):315.
10. World Health Organization. Disease surveillance for malaria control: an operational manual. *Surveillance épidémiologique aux fins de la lutte antipaludique: manuel opérationnel* [Internet]. 2012 [cited 2022 Jan 25]; Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44851>
11. Di Gennaro F, Marotta C, Locantore P, Pizzol D, Putoto G. Malaria and COVID-19: Common and Different Findings. *Tropical Medicine and Infectious Disease*. 2020 Sep;5(3):141.
12. Taylor S, Landry CA, Rachor GS, Paluszek MM, Asmundson GJG. Fear and avoidance of healthcare workers: An important, under-recognized form of stigmatization during the COVID-19 pandemic. *Journal of Anxiety Disorders*. 2020 Oct;75:102289.
13. Ajayi IO, Ajumobi OO, Falade C. Malaria and COVID-19: commonalities, intersections and implications for sustaining malaria control. *Pan Afr Med J*. 2020;37(Suppl 1):1.
14. Chuma J, Okungu V, Molyneux C. Barriers to prompt and effective malaria treatment among the poorest population in Kenya. *Malaria Journal*. 2010 Mei;9(1):144.
15. World Health Organization. Malaria surveillance, monitoring and evaluation: a reference manual [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2018 [cited 2022 Jan 25]. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272284>
16. World Health Organization. What will the future look like for malaria surveillance, diagnosis and treatment? [cited 2022 Jan 26]; Available from: <https://www.who.int/indonesia/news/detail/26-04-2021-what-will-the-future-look-like-for-malaria-surveillance-diagnosis-and-treatment>
17. Hamainza B, Killeen GF, Kamuliwo M, Bennett A, Yukich JO. Comparison of a mobile phone-based malaria reporting system with source participant register data for capturing spatial and temporal trends in epidemiological indicators of malaria transmission collected by community health workers in rural Zambia. *Malar J*. 2014 Dec 12;13:489.
18. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ* [Internet]. 2009 Jul 21 [cited 2021 Aug 25];339:b2535. Available from: <https://www.bmj.com/content/339/bmj.b2535>
19. Ma L-L, Wang Y-Y, Yang Z-H, Huang D, Weng H, Zeng X-T. Methodological quality (risk of bias) assessment tools for primary and secondary medical studies: what are they and which is better? *Military Medical Research* [Internet]. 2020 Feb 29 [cited 2022 Jan 12];7(1):7. Available from: <https://doi.org/10.1186/s40779-020-00238-8>
20. Quan V, Hulth A, Kok G, Blumberg L. Timelier notification and action with mobile phones-towards malaria elimination in South Africa. *Malar J* [Internet]. 2014 Apr 21 [cited 2022 Jan 12];13(1):1–8. Available from: <https://malariajournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1475-2875-13-151>
21. Baloyi RE, Shandukani MB, Graffy R, Misiani E, Mayet N, Mabunda E, et al. Evaluating a 24-h mobile reporting system for malaria notifications in comparison with a paper-based system in South Africa, 2015. *Malaria Journal*. 2018 Agustus;17(1):308.
22. Davies C, Graffy R, Shandukani M, Baloyi E, Gast L, Kok G, et al. Effectiveness of 24-h mobile reporting tool during a malaria outbreak in Mpumalanga Province, South Africa. *Malaria Journal*. 2019 Feb 21;18(1):45.
23. Baliga BS, Baliga S, Jain A, Kulal N, Kumar M, Koduvattat N, et al. Digitized smart surveillance and micromanagement using information technology for malaria elimination in Mangaluru, India: an analysis of five-year post-digitization data. *Malaria Journal*. 2021 Mar 8;20(1):139.

24. Oo W, Win H, Cutts JC, Kyawt MW, Kaung MT, Oo MC, et al. A mobile phone application for malaria case-based reporting to advance malaria surveillance in Myanmar: a mixed methods evaluation. *Malar J.* 2021 Dec;20(1):167.
25. Githinji S, Kigen S, Memusi D, Nyandigisi A, Wamari A, Muturi A, et al. Using mobile phone text messaging for malaria surveillance in rural Kenya. *Malar J.* 2014 Mar 19;13:107
26. Moore C, Scherr T, Matoba J, Sing'anga C, Lubinda M, Thuma P, et al. mHAT app for automated malaria rapid test result analysis and aggregation: a pilot study. *Malar J.* 2021 Dec;20(1):237.
27. Scaling up diagnostic testing, treatment and surveillance for malaria. 2012 [cited 2022 Jan 28]; Available from: [www.who.int](http://www.who.int)
28. Department of Health Republic of South Africa. Surveillance guidelines for malaria elimination and prevention of reintroduction for south africa[Internet]. South Africa: Department of Health Republic of South Africa;2012[cited 2022 Jan 28]. Available from: [https://www.nicd.ac.za/assets/files/Surveillance%20Guidelines%20for%20Malaria%20Elimination%20and%20Prevention%20of%20Reintroduction%20for%20South%20Africa%20\(2012\).pdf](https://www.nicd.ac.za/assets/files/Surveillance%20Guidelines%20for%20Malaria%20Elimination%20and%20Prevention%20of%20Reintroduction%20for%20South%20Africa%20(2012).pdf)
29. Zhou S Sen, Zhang S Sen, Zhang L, Rietveld AEC, Ramsay AR, Zachariah R, et al. China's 1-3-7 surveillance and response strategy for malaria elimination: Is case reporting, investigation and foci response happening according to plan? *Infect Dis Poverty* [Internet]. 2015 Dec 10 [cited 2022 Jan 28];4(1):1–9. Available from: <https://idpjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40249-015-0089-2>
30. Moynihan R, Sanders S, Michaleff ZA, Scott AM, Clark J, To EJ, et al. Impact of COVID-19 pandemic on utilisation of healthcare services: a systematic review. *BMJ Open* [Internet]. 2021 Mar 1 [cited 2022 Jan 28];11(3):e045343. Available from: <https://bmjopen.bmj.com/content/11/3/e045343>
31. Tobgay T, Samdrup P, Jamtsho T, Mannion K, Ortega L, Khamsiriwatchara A, et al. Performance and user acceptance of the Bhutan febrile and malaria information system: report from a pilot study. *Malar J.* 2016 Dec;15(1):52.
32. Crutcher JM, Hoffman SL. Malaria. S B, editor. *Med Microbiol* [Internet]. 1996 [cited 2022 Jan 28]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK8584/>
33. Wilairatana P, Masangkay FR, Kotepui KU, Milanez GDJ, Kotepui M. Prevalence and characteristics of malaria among COVID-19 individuals: A systematic review, meta-analysis, and analysis of case reports. *PLoS Negl Trop Dis* [Internet]. 2021 Oct 1 [cited 2022 Jan 28];15(10):e0009766. Available from: <https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0009766>
34. World Health Organization. Management of severe malaria – A practical handbook[Internet]. 3rd edition. Geneva: World Health Organization; 2012 [cited 2022 Jan 28]. Available from: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/79317/9789241548526\\_eng.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/79317/9789241548526_eng.pdf)
35. Lubell Y, Staedke SG, Greenwood BM, Kanya MR, Molyneux M, Newton PN, et al. Likely health outcomes for untreated acute febrile illness in the tropics in decision and economic models; a Delphi survey. *PLoS One.* 2011;6(2).
36. World Health Organization. Guidelines for the Treatment of Malaria[Internet]. Geneva: World Health Organization; 2015[cited 2022 Jan 28]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK294441/>
37. United Nations. COVID contributed to 69,000 malaria deaths WHO finds, though 'doomsday scenario' averted [Internet]. New York: United Nations[cited 2022 Jan 28]. Available from: <https://news.un.org/en/story/2021/12/1107162>

38. Njeru I, Kareko D, Kisangau N, Langat D, Liku N, Owiso G, et al. Use of technology for public health surveillance reporting: opportunities, challenges and lessons learnt from Kenya. *BMC Public Health*. 2020 Jul 13;20(1):1101.
39. Nsoesie EO, Kluberg SA, Mekaru SR, Majumder MS, Khan K, Hay SI, et al. New digital technologies for the surveillance of infectious diseases at mass gathering events. *Clinical Microbiology and Infection*. 2015 Feb 1;21(2):134–40.
40. Feroz A, Jabeen R, Saleem S. Using mobile phones to improve community health workers performance in low-and-middle-income countries. *BMC Public Health*. 2020 Jan 13;20(1):49..
41. Zeleke AA, Worku AG, Demissie A, Otto-Sobotka F, Wilken M, Lipprandt M, et al. Evaluation of Electronic and Paper-Pen Data Capturing Tools for Data Quality in a Public Health Survey in a Health and Demographic Surveillance Site, Ethiopia: Randomized Controlled Crossover Health Care Information Technology Evaluation. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2019 Feb 11;7(2):e10995.
42. Cabatuan M, Manguerra M. Machine learning for disease surveillance or outbreak monitoring: A review. In: 2020 IEEE 12th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM). 2020. p. 1–6.
43. Pley C, Evans M, Lowe R, Montgomery H, Yacoub S. Digital and technological innovation in vector-borne disease surveillance to predict, detect, and control climate-driven outbreaks. *The Lancet Planetary Health*. 2021 Oct 1;5(10):e739–45.
44. Safi S, Thiessen T, Schmailzl KJ. Acceptance and Resistance of New Digital Technologies in Medicine: Qualitative Study. *JMIR Res Protoc*. 2018 Dec 4;7(12):e11072.

LAMPIRAN

**Tabel 1**  
*Karakteristik Studi dan Hasil*

No.	Penulis; Tahun	Desain studi	Lokasi studi	Durasi studi	Populasi		Intervensi			Hasil				
					Jumlah	Karakteristik	Aplikasi Teknologi	Frekuensi	Metode	Parameter	Nilai pada Kontrol	Nilai Intervensi	Signifikan si P	
1	Quan et al; 2014	Pilot	Afrika Selatan	8 bulan	- 23 pasien -1 tenaga kesehatan dengan teknologi	Tenaga kesehatan dengan pengalamanan minimal dengan teknologi	ODK collect, SMS	Setiap kasus baru	Pengumpulan data ke server pusat hingga ke investor lokal	Waktu pendataan kasus	Waktu diagnosis ke follow-up kasus yang di follow-up tepat waktu (48 jam)	35.2 (7-78)	7.3 (2-19)	
2	Tobgay et al	Pilot	Bhutan	1 tahun	- 714 pasien - Asisten kesehatan - Teknisian - malaria	Asisten kesehatan dan teknisi malaria dilatih selama 13 minggu oleh tim riset menggunakan	BFMIS	Setiap kasus baru	Registrasi kasus, notifikasi kasus malaria, investasi kasus, follow-up	Registri kasus	Notifikasi kasus	Rata-rata: 2592	Rata-rata: 4,25	Rata-rata: 1,75 (Peningkatan di ¾ area)



						n	manajer nasional dan provinsi, investor kasus, dan MIS nasional	kan sistem dan laporan dalam 2 menit Keinginan melanjutkan pemakaian sistem	94%				
								Masalah koneksi	18,50%				
5	David et al; 2019	Retrospektif kohort	Afrika Selatan	25 minggu	100 kasus malaria	Pada fasilitas kesehatan di Busch buckbridge, Mpumalanga	<i>MalariaConnect (USSD) mobile phone</i>	Setiap kali ada kasus malaria	Surveilans mobile dengan teknologi USSD selama 24 jam	Ketepatan waktu pelaporan	5.65 hari	0.63 hari	<0.05
										Kelengkapan pelaporan	100%	61%	<0.05
6	Baliga et al; 2019	Prospektif kohort	India	2 tahun	-70 field worker -85 penyedia layanan kesehatan (rumah		GIS-tagged TABs (software)	Setiap kasus baru	Input data surveilans aktif dan pasif, manajemen kasus, aktivitas anti-larva ke dalam	<i>Annual blood examination rate (ABER)</i>	13,82%	32,80%	36%
										Kecepatan laporan kasus baru			



					sakit , dsb)				pada 24 jam			
									Kece pata n lapor an kasus baru pada 72 jam		80%	
									Kelen gkap an peng obat an dan eradi kasi paras it		98%	
									Kasu s tidak terde teksi pada tahu n kedu a	11,3 0%	2,70 %	
									<i>Slide Positi vity Rate</i>	15,5 0%	10,4 0%	
									Redu ksi kasus mala ria		30%	
7	Oo et al; 20 21	Pros pek tif Koh ort	My an mar	1 ta h u n	152 6 ICM V pad a 152	Dilatih untuk melap orkan hasil melalu i PBR	Aplika si mobil e phon e MCBR	Input data melalu i aplikas i MCBR dan	Lapor an hasil rapid test dala m 24	0%	63%	

				7 dan desa MCBR dalam 8 statistik es				mengakses data melalui log-in ke DHIS2	jam Kelen gkap an laporan deng an 5 elemen data	49,780/49.788 (99.98%)	41,040 (100%)	<0.01	
									Jumlah pengeluaran out-of-pocket dalam MMK (mean)	2401	4661		
									Kemudahan dalam berkomunikasi dengan supervisor		91,7		
									Pengeluaran per tahun	\$190,19	\$301,55		
8	Git hin jiet al; 20	Pros pek Koh ort	Ke ny a	26 in gg u	- 87 Fasil itas Kese hata n	Petug as Kese atan Daera h yang	SMS for Life	Sat u kali Se min ggu	Nomor khusus akan mengir imkan pengin			58%	NA



si  
RDT  
  
Batas  
Dete  
ksi  
Parasit 6  $\mu$ L 15  $\mu$ L  
pada  
RDT

BFMIS, *The Bhutan Febrile and Malaria Information System*; MIS, *malaria information system*; NDOH, *National Department of Health*; USSD, *Unstructured Supplementary Service Data*; GIS, *geographic information system*; TABs, *Android-based tablets*; MCBR, *malaria case-based reporting*; DHIS, *district health information system*; ICMV, *integrated community malaria volunteers*; RDT, *rapid diagnostic test*

**Tabel 2**

*Tabel Hasil Penilaian Studi*

Studi	Kriteria 1	Kriteria 2	Kriteria 3	Kriteria 4	Kriteria 5	Kriteria 6	Kriteria 7	Kriteria 8	Kriteria 9	Kriteria 10	Kriteria 11	Kriteria 12	Kriteria 13	Kriteria 14	Konklus i
Quan 2014	Ya	Ya	NR	Tidak	Tidak	Ya	Ya	NA	Ya	Tidak	Ya	NA	NR	Ya	Cukup
Tobgay 2016	Ya	Ya	NR	Ya	Tidak	Ya	Ya	NA	Ya	Tidak	Ya	NA	NR	Ya	Cukup
Haminaza 2014	Ya	Ya	NR	Ya	Ya	Ya	Ya	NA	Ya	Tidak	Ya	NA	NR	Ya	Cukup
Githinji 2014	Ya	Ya	Ya	Tidak	Ya	Ya	Ya	NA	Ya	Ya	Ya	NA	Ya	Ya	Baik
Moor e 2021	Ya	Ya	Ya	Ya	Tidak	Ya	Ya	NA	Ya	Tidak	Ya	NA	Ya	Ya	Cukup
Baloyi 2018	Ya	Ya	Ya	Ya	Tidak	Tidak	Ya	NA	Ya	Ya	Ya	NR	Tidak	Ya	Cukup
Davies 2019	Ya	Ya	Ya	Ya	Tidak	Ya	Ya	NA	Ya	Ya	Ya	NR	Ya	Ya	Baik
Baliga 2019	Ya	Ya	Ya	Ya	Tidak	Ya	Ya	NA	Ya	Ya	Ya	NR	Ya	Tidak	Cukup
Oo 2021	Ya	Ya	Ya	Ya	Tidak	Ya	Ya	NA	Ya	Ya	Ya	NR	Ya	Ya	Baik

Kualitas dinilai dengan 0 untuk buruk (0–4 dari 14 pertanyaan), i untuk cukup (5–10 dari 14 pertanyaan), atau ii untuk baik (11–14 dari 14 pertanyaan); NA: Not Applicable (Tidak Berlaku), NR: Not Reported (Tidak dilaporkan)