

EFEKTIVITAS *RAPID DIAGNOSTIC TEST* (RDT) DALAM DETEKSI *CRYPTOSPORIDIUM* PADA SAMPEL KLINIS: SEBUAH KAJIAN LITERATUR

Calista Eka Putri A¹, Afifa Rahma Thabita¹, Dian Ajeng Daimah¹, Putri Daniella Novitria Sudjarno¹, Bandar Rahmatari², Ratna Wahyuni^{1*}

¹Departemen Kesehatan Fakultas Vokasi Universitas Airlangga

²Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Muhammadiyah Surabaya

[*Email Korespondensi : ratna.wahyuni@vokasi.unair.ac.id]

Abstract: Effectiveness of Rapid Diagnostic Tests (RDT) for Detecting *Cryptosporidium* in Clinical Sample. *Cryptosporidiosis* is an opportunistic protozoan infection that can cause severe diarrhea, especially in children and individuals with weakened immune systems. Rapid diagnosis is crucial for controlling this disease, particularly in areas with limited laboratory facilities. This study aimed to evaluate the effectiveness of Rapid Diagnostic Tests (RDTs) in detecting *Cryptosporidium* in clinical samples through a literature review. A total of 18 articles meeting the inclusion criteria were analyzed from the PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, ASM Journals, and Elsevier databases. The results showed that RDTs have high specificity (88.4%–100%), but sensitivity varies widely (35%–100%) depending on the type of kit, geographic location, and parasite load. RDTs are considered practical, rapid, and do not require complex laboratory equipment, but are limited in identifying specific *Cryptosporidium* species. RDTs have the potential to be used as an initial screening method, requiring confirmation using PCR or microscopy.

Keywords: *Cryptosporidium*, Rapid Diagnostic Test, RDT, Diagnosis, Clinical Samples

Abstrak: Efektivitas Rapid Diagnostic Test (RDT) dalam Deteksi *Cryptosporidium* pada Sampel Klinis. *Cryptosporidiosis* adalah infeksi protozoa oportunistik yang dapat menyebabkan diare berat, terutama pada anak-anak dan individu dengan sistem imun lemah. Diagnosis cepat sangat penting untuk pengendalian penyakit ini, terutama di daerah dengan keterbatasan fasilitas laboratorium. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas *Rapid Diagnostic Test* (RDT) dalam mendeteksi *Cryptosporidium* pada sampel klinis melalui kajian literatur. Sebanyak 18 artikel yang memenuhi kriteria inklusi dianalisis dari database PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, ASM Journals, dan Elsevier. Hasil menunjukkan bahwa RDT memiliki spesifisitas tinggi (88,4%–100%), namun sensitivitasnya sangat bervariasi (35%–100%) tergantung pada jenis kit, lokasi geografis, dan beban parasit. RDT dinilai praktis, cepat, dan tidak memerlukan peralatan laboratorium kompleks, namun terbatas dalam mengidentifikasi spesies *Cryptosporidium* secara spesifik. RDT berpotensi digunakan sebagai metode skrining awal dengan tetap memerlukan konfirmasi menggunakan PCR atau mikroskopi.

Kata Kunci: *Cryptosporidium*, Rapid Diagnostic Test, RDT, Diagnosis, Sampel Klinis

PENDAHULUAN

Cryptosporidium merupakan protozoa parasit yang termasuk dalam filum Apicomplexa. Infeksi yang disebabkan oleh parasit ini dikenal sebagai *Cryptosporidiosis*. Parasit ini memiliki siklus hidup yang terdiri atas fase aseksual, seksual, dan pembentukan ookista matang yang

bersifat infeksi (Dragomirova, 2022). Berdasarkan hasil studi epidemiologi yang melibatkan lebih dari 22.000 anak berusia di bawah lima tahun di beberapa negara Afrika dan Asia, *cryptosporidiosis* dilaporkan sebagai penyebab diare berat kedua yang paling sering ditemukan serta berhubungan dengan peningkatan

risiko kematian pada anak usia 12–23 bulan (Kotloff et al., 2013). Parasit ini pertama kali dideskripsikan pada awal abad ke-20, dengan *Cryptosporidium muris* dan *Cryptosporidium parvum* sebagai spesies yang pertama kali diidentifikasi.

Cryptosporidiosis merupakan salah satu penyebab utama diare pada bayi dan anak-anak. Infeksi ini umumnya menimbulkan diare encer yang bisa menjadi parah dan berkepanjangan. Infeksi protozoa usus pada umumnya dapat bersifat kronis dan menimbulkan gangguan gastrointestinal berupa diare, meskipun sebagian individu yang terinfeksi tidak menunjukkan gejala klinis (Rahman Jabal et al., 2020). Gejala lain yang sering menyertai meliputi nyeri perut, mual, muntah, serta demam ringan. Selain itu, gejala non-spesifik seperti nyeri otot (myalgia), kelelahan, rasa tidak nyaman secara umum (malaise), sakit kepala, dan penurunan nafsu makan (anoreksia) juga dapat muncul (Current & Garcia, 1991). Di Indonesia, data mengenai prevalensi *Cryptosporidiosis* pada manusia masih sangat terbatas. Menurut laporan Wijayanti (Wijayanti, 2018), *Cryptosporidiosis* menempati posisi ketiga sebagai penyebab kesakitan dan kematian anak yang berkaitan dengan diare. Diperkirakan, kasus diare akibat infeksi parasit *Cryptosporidium spp.* berkisar antara 4 hingga 11%.

Cryptosporidium spp. merupakan protozoa usus oportunistik yang pada individu dengan sistem imun normal umumnya bersifat tanpa gejala atau hanya menimbulkan gangguan ringan, tetapi pada individu imunokompromais seperti penderita HIV dapat menyebabkan diare kronis atau berkepanjangan (Ryan & Hijjawi, 2015). Mekanisme patogenesis *Cryptosporidium* diawali oleh invasi parasit ke sel epitel usus yang mengakibatkan kerusakan mukosa, atrofi vili, peningkatan permeabilitas usus, serta memicu respons inflamasi dan sekresi cairan sehingga menimbulkan diare berair (Hatimi et al., 2025). Penularan protozoa ini dapat berlangsung secara terus-menerus melalui jalur fekal-oral dari

inang yang terinfeksi. Transmisi dapat terjadi antar hewan, dari hewan ke manusia (zoonosis), dari manusia ke hewan, maupun antar manusia (antroponosis). Selain itu, infeksi juga dapat menyebar melalui kontak dengan benda yang terkontaminasi ookista *Cryptosporidium*, seperti air, makanan, permukaan benda mati (fomites) termasuk pakaian dan alas kaki, serta kemungkinan melalui inhalasi (Bouزيد et al., 2013).

Diagnosis *Cryptosporidiosis* perlu ditegakkan melalui pemeriksaan laboratorium karena gejala klinis yang ditimbulkan sering kali tidak khas dan dapat menyerupai berbagai infeksi saluran pencernaan lainnya. Pemeriksaan mikroskopis feses masih menjadi metode yang umum digunakan untuk mendeteksi ookista *Cryptosporidium*. Selain itu, metode imunologi dan molekuler juga telah dikembangkan untuk meningkatkan ketepatan diagnosis. Setiap metode tersebut memiliki keunggulan dan keterbatasan masing-masing, baik dari segi sensitivitas, spesifisitas, biaya, kebutuhan alat, maupun keterampilan tenaga laboratorium. Oleh karena itu, diperlukan metode diagnostik yang lebih praktis, cepat, dan mudah diaplikasikan, terutama pada daerah dengan keterbatasan sarana laboratorium (Immanuela Toemon, 2022).

Salah satu metode yang berkembang untuk mendeteksi *Cryptosporidium* adalah Rapid Diagnostic Test (RDT) berbasis imunokromatografi. RDT menawarkan beberapa keunggulan, seperti waktu pemeriksaan yang singkat, prosedur sederhana, tidak memerlukan peralatan laboratorium kompleks, serta lebih mudah digunakan pada fasilitas kesehatan dengan sumber daya terbatas (Wijayanti, 2018). Dengan karakteristik tersebut, RDT berpotensi digunakan sebagai metode skrining awal untuk membantu deteksi *Cryptosporidiosis* secara lebih cepat. Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa performa RDT untuk mendeteksi *Cryptosporidium* masih bervariasi. Nilai sensitivitas dan spesifisitas yang dilaporkan berbeda-beda, bergantung

pada jenis kit yang digunakan, karakteristik sampel, beban parasit, metode pembandingan, serta kondisi geografis dan epidemiologis setempat.

Meskipun berbagai penelitian telah mengevaluasi performa RDT untuk *Cryptosporidium*, hasil yang diperoleh masih menunjukkan variasi sensitivitas dan spesifisitas yang cukup besar. Sebagian besar penelitian terdahulu juga hanya berfokus pada evaluasi satu jenis kit tertentu atau dilakukan pada populasi spesifik, seperti anak dengan diare, pasien dengan malnutrisi, maupun individu dengan gangguan sistem imun. Akibatnya, hingga saat ini belum banyak kajian yang secara komprehensif membandingkan kinerja berbagai kit RDT pada populasi dan wilayah geografis yang berbeda, sekaligus menelaah keunggulan dan keterbatasannya sebagai metode diagnosis. Oleh karena itu, kajian literatur ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas Rapid Diagnostic Test (RDT) dalam mendeteksi *Cryptosporidium* pada sampel klinis berdasarkan hasil penelitian yang telah dipublikasikan. Hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai potensi pemanfaatan RDT sebagai alternatif pemeriksaan yang lebih efisien.

METODE

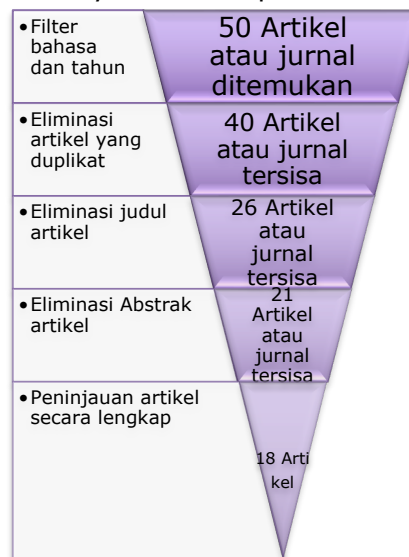
Penelitian ini merupakan studi literatur (*library research*) yang bersifat deskriptif kualitatif. Studi literatur dilakukan dengan menelaah dan menganalisis hasil-hasil penelitian terdahulu yang relevan mengenai efektivitas Rapid Diagnostic Test (RDT) dalam mendeteksi *Cryptosporidium* pada sampel klinis, baik berupa feses, urin, maupun cairan tubuh lainnya.

Penelitian ini dilaksanakan secara daring (online) melalui penelusuran database ilmiah internasional dan nasional. Database yang digunakan antara lain PubMed, Scencedirect, Google Scholar, Elsevier dan ASM Journals. Proses pengumpulan literatur dilakukan selama periode bulan Mei 2025.

Penelitian ini mengaplikasikan metode tinjauan pustaka untuk

menemukan, menganalisis, dan mengkombinasikan hasil-hasil penelitian yang relevan dengan tema yang dibahas. Pencarian sumber dilakukan melalui database seperti PubMed, Google Scholar, dan ScienceDirect dengan menggunakan kata kunci yang relevan dengan topik kajian. Artikel yang dicari dibatasi pada publikasi dalam bahasa Indonesia dan Inggris, yang tersedia dalam format teks lengkap, serta diterbitkan dalam periode waktu yang telah ditentukan.

Pada pencarian awal, ditemukan 50 artikel dari ketiga database tersebut. Setelah itu, dilakukan proses identifikasi dan penyaringan berdasarkan kriteria yang sudah ditetapkan sebelumnya. Kriteria inklusi mencakup artikel penelitian asli yang relevan dengan tema, tersedia dalam bentuk teks lengkap, dan memiliki metode yang jelas. Sedangkan, kriteria eksklusi mencakup artikel yang sama, artikel yang tidak sejalan dengan fokus kajian, artikel yang tidak tersedia dalam format teks lengkap, serta artikel yang tidak memenuhi syarat tahun penerbitan.



Gambar 1. Diagram Alur PRISMA Seleksi Artikel.

Dari total 50 artikel yang berhasil ditemukan, sebanyak 32 artikel dihilangkan dari daftar, yang terdiri dari 10 artikel yang sama, 14 artikel yang tidak relevan dengan tema, 5 artikel yang tidak tersedia dalam format teks

lengkap, dan 3 artikel yang tidak memenuhi ketentuan tahun penerbitan maupun desain penelitian. Setelah proses pemilihan selesai, ada 18 artikel yang memenuhi semua kriteria yang dijadikan sebagai sumber informasi dalam tinjauan pustaka ini.

Pemilihan artikel dilakukan secara terorganisir dan ditampilkan dalam diagram alur PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) untuk memberikan penjelasan yang jelas mengenai tahap-tahap identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan inklusi artikel yang digunakan dalam penelitian ini.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh artikel ilmiah dan publikasi terkait penggunaan *Rapid Diagnostic Test* dalam deteksi *Cryptosporidium* pada sampel klinis. Sampel yang digunakan dalam studi ini adalah artikel yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan yaitu: Kriteria inklusi sampel feses dalam jurnal mencakup individu dengan gejala gastrointestinal seperti diare atau memiliki riwayat diare, pasien dengan malnutrisi, pasien HIV. Sampel feses segar atau beku yang dikumpulkan dan disimpan sesuai prosedur laboratorium. Sampel feses memiliki volume cukup untuk pengujian. Sebaliknya, kriteria eksklusi mencakup sampel dari individu yang tidak sesuai populasi target. Sampel feses padat, bocor, atau tercemar. Sampel tidak disimpan atau diangkut sesuai protocol. Volume sampel tidak memadai untuk pengujian. Sampel dengan status infeksi yang tidak dapat dipastikan.

Teknik sampling yang digunakan adalah *purposive sampling*, yaitu pemilihan literatur secara sengaja berdasarkan kesesuaian topik dan kualitas artikel. Artikel yang terpilih dievaluasi menggunakan kriteria yang jelas dan relevan dengan fokus penelitian.

Pengumpulan data dilakukan dengan menelusuri kata kunci seperti "*Cryptosporidium*", "*Rapid Diagnostic Test*", "*RDT*", "*detection*", dan "*clinical sample*" di berbagai database. Setiap

artikel yang memenuhi kriteria diekstraksi informasinya, meliputi judul, penulis, tahun terbit, tujuan, metode penelitian, jenis RDT yang digunakan, sampel uji, serta hasil pengujian (sensitivitas, spesifisitas, Positive Predictive Value (PPV) dan Negative Predictive Value (NPV)).

Analisis data dilakukan secara deskriptif-kualitatif. Informasi yang diperoleh dibandingkan dan disintesis untuk menjawab pertanyaan penelitian, yaitu bagaimana efektivitas RDT dalam mendeteksi *Cryptosporidium*. Bila tersedia data numerik (seperti sensitivitas dan spesifisitas), dilakukan tabulasi untuk memudahkan interpretasi.

Data yang diperoleh dari berbagai sumber literatur disajikan dalam bentuk tabel dan narasi deskriptif. Tabel digunakan untuk merangkum hasil studi terdahulu mengenai jenis RDT, sensitivitas, spesifisitas, dan sampel yang digunakan. Narasi digunakan untuk membahas kelebihan, keterbatasan, serta perbandingan antar metode diagnostik yang ditemukan dalam literatur.

HASIL

Variasi Jenis Sampel

Bitilinyu-Bangoh et al. menguji 295 sampel feses dalam penelitiannya yang dikumpulkan dari anak-anak dengan malnutrisi akut berat dan diare. Sampel disimpan pada suhu -80°C dalam waktu 30 menit hingga 1 jam setelah pengambilan. Sebanyak 175 sampel dikumpulkan di Malawi dan 120 sampel di Kenya. Sampel-sampel tersebut dikirim ke Belanda dalam kondisi yang terkontrol. Sebanyak 120 sampel dari Kenya digunakan, sedangkan dari Malawi hanya 116 dari 175 sampel yang digunakan dalam pengujian karena jumlah sampel feses tidak mencukupi untuk dilakukan tiga jenis tes RDT. Sebanyak 236 sampel tersebut lalu diuji dengan 3 kit komersial yaitu QUIK-CHEK yang diproduksi oleh TechLab (Amerika Serikat; Lot: 1016037; tanggal kadaluarsa 1 April 2018); RIDA-QUICK yang diproduksi oleh R-Biopharm (Jerman; Lot: M52.37; tanggal kadaluarsa: Mei 2018); dan DUO-Strip

yang diproduksi oleh Coris BioConcept (Belgia; Lot: 36464L1602; tanggal kadaluarsa: 15 November 2017). Kinerja rapid test dilaporkan dalam hal sensitivitas dan spesifisitas menggunakan hasil PCR real-time multiplex sebagai standar acuan.

Van den Bossche et al. melakukan penelitian dengan dua pendekatan yaitu studi retrospektif dan prospektif. Pada studi retrospektif, sebanyak 30 sampel feses beku yang telah disimpan pada suhu -20°C selama 1 bulan hingga 5 tahun dianalisis. Sampel tersebut mencakup infeksi tunggal dan campuran dari *G. lamblia*, *C. hominis*, *C. parvum*, *E. histolytica*, dan spesies lain seperti *E. dispar* dan *E. hartmanni*. Sedangkan dalam studi prospektif, digunakan 70 sampel feses segar yang dikumpulkan dari pasien di klinik rawat jalan Institute of Tropical Medicine, Antwerp, Belgia, serta dari sampel yang dikirim melalui pos atau dari laboratorium lain antara April hingga Agustus 2013. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil dari ImmunoCard STAT!@CGE terhadap standar acuan berupa mikroskopis, ELISA (ProSpecT), serta PCR untuk masing-masing parasit.

Manouana et al. melakukan penelitian dengan menguji 596 sampel feses yang dikumpulkan dari anak-anak berusia di bawah 5 tahun dengan diare atau riwayat diare dalam 24 jam terakhir. Pengambilan sampel dilakukan antara Mei 2017 hingga April 2018 di empat negara Afrika Sub-Sahara: Gabon (192 sampel), Ghana (132 sampel), Tanzania (189 sampel), dan Madagaskar (83 sampel). Setiap anak memberikan sampel feses segar yang disimpan dalam wadah kedap udara dan tidak bocor. Sampel tersebut diangkut dalam kotak pendingin (4°C) dan dianalisis dalam waktu 24 jam. Sebagian sampel (250 mg atau 250 μL) disimpan pada suhu -20°C dan -80°C untuk analisis lebih lanjut menggunakan PCR. Pengujian dilakukan menggunakan alat diagnostik cepat (Rapid Diagnostic Test/RDT) CerTest Crypto yang diproduksi oleh CerTest BIOTEC S.L, Spanyol. Sebagai standar acuan, dilakukan deteksi DNA *Cryptosporidium* menggunakan dua

metode PCR: real-time PCR (qPCR) dan PCR-RFLP.

Penelitian Otero-Rodriguez et al. dilakukan menggunakan sampel feses dari 315 orang dengan HIV yang tinggal di Iquitos, Peru, yang dikumpulkan antara Oktober 2023 hingga Mei 2024. Setiap sampel diproses melalui preparasi awal berupa homogenisasi dan pengenceran untuk memastikan distribusi protozoa yang merata serta meminimalkan kontaminan. Sampel kemudian dianalisis menggunakan tiga metode diagnostik, salah satunya adalah immunochromatography test (ICT) CerTest® dari Certest Biotec, Zaragoza, Spanyol, untuk mendeteksi protozoa usus yaitu *Cryptosporidium* spp., *Giardia duodenalis*, dan *Entamoeba histolytica/dispar*. Selain ICT, sampel juga diperiksa menggunakan metode konvensional berupa pewarnaan Lugol's iodine dan modified Ziehl-Neelsen (MZN).

Penelitian dari Sabooni et al. menguji 205 sampel feses dari pasien anak dan dewasa yang mengalami gejala gastrointestinal seperti diare atau feses cair. Sampel dikumpulkan dalam wadah steril dan dikirim ke Laboratorium Mikrobiologi Hamad General Hospital dalam waktu ≤ 2 jam, sementara sampel yang mengalami keterlambatan pemeriksaan disimpan pada 4°C . Semua sampel yang konsistensinya lunak hingga diare memenuhi kriteria inklusi dan digunakan dalam pengujian. Untuk pemeriksaan rapid test, peneliti memakai ICT merk Crypto + Giardia (Biotec, Spain). Sekitar 0,5 g feses (atau 125 μL jika cair) dicampur dengan buffer pengencer, kemudian tiga tetes suspensi diteteskan pada kartu uji sebelum dibaca setelah 10 menit sesuai instruksi pabrikan.

Penelitian dari Hendawy et al. menggunakan total 106 sampel feses yang berasal dari tiga kelompok, yaitu 56 sampel positif *Cryptosporidium parvum* yang sebelumnya telah dikonfirmasi melalui pewarnaan Ziehl-Neelsen, 30 sampel dengan infeksi parasit lain, serta 20 sampel negatif dari individu sehat. Sampel dikumpulkan dalam kondisi terkontrol dan terlebih dahulu diproses

menggunakan metode Merthiolate Iodine Formaldehyde Concentration (MIFC) serta pemeriksaan mikroskopis, sehingga status infeksi setiap sampel dapat ditentukan secara akurat sebelum dilakukan pengujian rapid test. Tidak seperti penelitian yang memakai kit komersial, studi ini menggunakan ICT buatan sendiri yang dikembangkan di laboratorium. ICT tersebut dirakit menggunakan membran nitroselulosa, *sample pad*, *conjugate pad* yang mengandung antibodi anti-*Cryptosporidium* berlabel nanopartikel silika, serta *absorbent pad*. Untuk prosedur pengujian, sekitar 20 mg sampel feses dihomogenisasi dengan 200 µL buffer lisis, kemudian sebanyak 100 µL suspensi diteteskan pada area aplikasi strip ICT. Hasil pemeriksaan diamati dalam rentang 3–10 menit, sesuai karakteristik kerja lateral flow assay. Pendekatan ini memungkinkan peneliti mengevaluasi performa kit buatan sendiri terhadap sampel positif, negatif, dan sampel dengan infeksi parasit lain, sekaligus membandingkannya dengan metode sandwich ELISA sebagai standar pembandingan.

Penelitian Campos-Ruiz et al. menggunakan 21.688 sampel feses yang diperiksa pada bagian Mikrobiologi dan Parasitologi Hospital Universitari Germans Trias i Pujol, Spanyol, selama periode Juni 2016 hingga Maret 2019. Seluruh sampel merupakan feses segar yang dikumpulkan dari pasien dengan keluhan gastrointestinal atau ketika dokter meminta pemeriksaan parasitologi. Sampel-sampel tersebut berasal dari berbagai kelompok usia, mulai dari bayi berusia 1,5 bulan hingga lansia usia 89 tahun, dengan distribusi kasus positif banyak ditemukan pada kelompok usia muda. Setelah pengambilan, sampel diproses sesuai prosedur laboratorium rutin sehingga kualitas sampel tetap terjaga. Sampel feses ini pertama kali diuji menggunakan RIDA®QUICK *Cryptosporidium*/Giardia (RDT berbasis ICT). Setiap sampel yang memberikan hasil ICT positif kemudian diproses lebih lanjut menggunakan metode konfirmasi mikroskopis. Untuk

keperluan ini, sampel difiksasi menggunakan Mini Parasep® SF (solvent-free) sebelum dilakukan sentrifugasi dan pembuatan preparat. Sedimen yang diperoleh kemudian diwarnai menggunakan auramine fluoresen yang memungkinkan visualisasi oocista *Cryptosporidium* spp. secara jelas di bawah mikroskop fluoresen.

Johansen et al. melaporkan hasil penelitiannya dengan menganalisis 912 sampel feses dari anak berusia di bawah 5 tahun yang mengalami diare atau disentri di Jimma Medical Centre dan Serbo Health Centre, Ethiopia. Sampel dikumpulkan segera setelah pengambilan dan disimpan pada suhu 4°C sebelum dilakukan pemeriksaan. Dari keseluruhan sampel, 878 sampel dianalisis menggunakan metode light-emitting diode fluorescence microscopy dengan pewarnaan auramine-phenol (LED-AP), sedangkan 760 sampel dianalisis menggunakan rapid test berupa *Cryptosporidium* EZ VUE lateral-flow test strip yang diproduksi oleh TECHLAB (Blacksburg, Virginia, Amerika Serikat). Pada pemeriksaan menggunakan *Cryptosporidium* EZ VUE test strip, sampel feses dicampurkan dengan buffer yang disediakan dalam kit sesuai petunjuk produsen, kemudian campuran tersebut diaplikasikan pada area sampel pada strip uji. Hasil pengujian dibaca secara visual setelah proses reaksi selesai. Pemeriksaan dilakukan dua kali setiap minggu sesuai jadwal operasional laboratorium yang telah ditetapkan dalam penelitian tersebut.

Immuno-chromatographic Lateral Flow Assay

Berbagai alat diagnostik berbasis RDT seperti RIDA-QUICK, DUO-Strip, ImmunoCard STAT!®CGE, dan CerTest Crypto bekerja dengan prinsip immuno-chromatographic lateral-flow assay untuk mendeteksi antigen parasit intestinal dalam sampel feses. Seluruh kit menggunakan antibodi spesifik yang telah dilabeli partikel berwarna seperti lateks atau emas koloid yang berikatan dengan antigen bila terdapat dalam

sampel. Kompleks antigen-antibodi kemudian bermigrasi secara kapiler melalui membran nitroselulosa menuju zona uji dan ditangkap oleh antibodi penangkap, menghasilkan garis visual sebagai indikator positif. CerTest® Crypto + Giardia + Entamoeba dirancang untuk mendeteksi tiga patogen sekaligus melalui antibodi spesifik: Anti-Crypto MAb untuk *Cryptosporidium*, antibodi terhadap α 1-giardin atau CWP1 untuk *Giardia*, serta antibodi terhadap antigen *Entamoeba histolytica/dispar*. Setelah sampel feses dicampur buffer dan diaplikasikan, kompleks antigen-antibodi bermigrasi dan menghasilkan garis berwarna dalam sekitar 10 menit. Pada Rapid Test Crypto + Giardia (Biotech, Spain), mekanisme serupa terjadi: antigen yang ada dalam sampel berikatan dengan antibodi berlabel pada conjugate pad, lalu kompleksnya tertangkap pada test line (T) membentuk garis merah, sedangkan garis kontrol hijau (C) muncul untuk memvalidasi aliran reagen. Metode ICT ini memungkinkan deteksi cepat tanpa mikroskopik, pewarnaan, atau ekstraksi DNA.

Beberapa kit menerapkan modifikasi teknologi untuk meningkatkan sensitivitas, seperti Rapid Homemade Immunochromatographic Test untuk *Cryptosporidium parvum* yang menggunakan antibodi berlabel nanopartikel grafena. Pada kit ini, sampel yang telah diencerkan diteteskan ke sample pad dan bergerak melalui

membran nitroselulosa; antigen berikatan dengan antibodi berlabel grafena pada conjugate pad, kemudian kompleksnya tertangkap di test line yang mengandung antigen CPA terikat (BSA-CPA), menghasilkan garis merah. Sisa konjugat bergerak ke control line dengan antibody goat anti-human IgG untuk memastikan validitas uji, dan hasil dapat dibaca dalam 3-10 menit baik secara visual maupun menggunakan strip reader. Kit seperti Cryptosporidium EZ VUE (TECHLAB) juga menggunakan prinsip aliran lateral, di mana campuran feses dan buffer diaplikasikan ke kaset untuk memungkinkan migrasi reagen sepanjang membran, dan hasil ditentukan berdasarkan garis kontrol dan garis uji. Meskipun tiap kit memiliki perbedaan target antigen, jenis antibodi, dan sistem pelabelan, seluruh RDT ini memiliki keunggulan utama berupa kemudahan penggunaan, waktu reaksi singkat, dan kemampuan deteksi antigen secara langsung dari sampel feses tanpa memerlukan prosedur laboratorium lanjutan.

Untuk melihat rangkuman lengkap mengenai performa diagnostik rapid diagnostic test (RDT) yang dilaporkan dalam ketiga studi tersebut, khususnya berdasarkan nilai sensitivitas dan spesifitas, dapat merujuk pada Tabel 1. Tabel ini menyajikan perbandingan kinerja diagnostik masing-masing alat uji.

Tabel 1. Kinerja Beberapa RDT untuk Deteksi *Cryptosporidium*

No.	RDT	Jumlah Sampel	Sensitivitas (%)	Spesifitas (%)	Referensi
1.	RIDA-QUICK	236	72.3	88.9	Bitilinyu-Bangoh <i>et al.</i> (2019)
2.	DUO-Strip	236	57.5	97.9	Bitilinyu-Bangoh <i>et al.</i> (2019)
3.	ImmunoCard STAT!@CGE	70	100.0	95.4	Van den Bossche <i>et al.</i> (2015)
4.	CerTest Crypto	596	49.57	92.52	Manouana <i>et al.</i> (2020)
5.	CerTest® Crypto+ Giardia+Entamoeba	315	49.6	92,5	Otero-Rodriguez <i>et al.</i> (2025)
6.	Rapid test Crypto+Giardia Biotech	205	86,1	100	Sabooni <i>et al.</i> (2025)
7.	Rapid Homemade Immunochromatographic	106	96,4	92	Hendawy <i>et al.</i> (2025)

8.	RIDA® QUICK Cryptosporidium/Giardia	21.688	93	99	Campos- Ruiz <i>et al.</i> (2023)
9.	Cryptosporidium EZ VUE	912	89	99	Johansen <i>et al.</i> (2020)
	Rata-rata	2707	77.05	95,25	

PEMBAHASAN

Variasi Nilai Sensitivitas dan Spesifisitas

Variasi sensitivitas dan spesifisitas Rapid Diagnostic Test (RDT) untuk deteksi *Cryptosporidium* menunjukkan hasil yang tidak konsisten antarpelelitian. Perbedaan tersebut terlihat pada berbagai negara, populasi penelitian, dan jenis kit yang digunakan. Bitilinyu-Bangoh *et al.* melaporkan bahwa tiga jenis RDT yaitu QUIK-CHEK, RIDA-QUICK, dan DUO-Strip memiliki sensitivitas yang lebih rendah dibandingkan klaim pabrikan. Nilai sensitivitas yang diperoleh berkisar antara 42,9% di Malawi hingga 76,9% di Kenya. Namun, nilai spesifisitas tetap tinggi yaitu 88,4%–100%. QUIK-CHEK memiliki sensitivitas 70,2% dan spesifisitas 98,4%. RIDA-QUICK memiliki sensitivitas 72,3% dan spesifisitas 88,9%. DUO-Strip memiliki sensitivitas 57,5% dan spesifisitas 97,9%. Hasil yang berbeda dilaporkan oleh Van den Bossche *et al.* Beberapa alat yang dievaluasi menunjukkan sensitivitas hingga 100%. Akan tetapi, DUO-Strip tetap menunjukkan sensitivitas yang lebih rendah yaitu 66,7%. Seluruh kit yang diuji memiliki spesifisitas tinggi yaitu 95,2%–100%. Temuan ini menunjukkan bahwa perbedaan performa RDT lebih banyak dipengaruhi oleh sensitivitas dibandingkan spesifisitas. Manouana *et al.* juga menemukan variasi sensitivitas yang cukup besar antarwilayah. Sensitivitas RDT mencapai 72,22% di Madagaskar. Sensitivitas tersebut menurun menjadi 52% di Ghana, 50% di Gabon, dan 35,29% di Tanzania. Sebaliknya, nilai spesifisitas relatif stabil yaitu 86%–94%. RDT CerTest Crypto memiliki sensitivitas rata-rata 49,57% dan spesifisitas 92,52%. Hasil tersebut menunjukkan

bahwa kemampuan RDT dalam mendeteksi kasus positif masih bervariasi. Variasi ini mengindikasikan adanya beberapa faktor yang dapat memengaruhi sensitivitas RDT pada berbagai penelitian.

Variasi sensitivitas RDT pada berbagai penelitian menunjukkan bahwa kemampuan deteksi metode ini dipengaruhi oleh karakteristik sampel yang diperiksa. Salah satu faktor yang berperan adalah rendahnya jumlah ookista atau beban parasit dalam sampel feses. Manouana *et al.* (2020) menjelaskan bahwa sensitivitas RDT yang rendah kemungkinan berkaitan dengan rendahnya densitas parasit pada sampel yang diperiksa. Kondisi tersebut menyebabkan jumlah antigen yang tersedia untuk dideteksi menjadi terbatas sehingga meningkatkan kemungkinan hasil negatif palsu. Sabooni *et al.* (2025) juga menunjukkan bahwa performa tes imunokromatografi dipengaruhi oleh *parasite burden* sehingga kemampuan deteksi dapat menurun pada sampel dengan tingkat infeksi yang rendah. Temuan ini sejalan dengan Johansen *et al.* (2021) yang melaporkan penurunan sensitivitas RDT pada sampel dengan kadar antigen yang rendah. Selain itu, Campos-Ruiz *et al.* (2023) menjelaskan bahwa ekskresi ookista yang bersifat intermiten dan jumlah ookista yang rendah dalam feses dapat memengaruhi keberhasilan deteksi *Cryptosporidium*. Oleh karena itu, rendahnya konsentrasi antigen dalam feses dapat menyebabkan antigen berada di bawah batas deteksi alat sehingga sensitivitas RDT menjadi berkurang.

Faktor lain yang dapat memengaruhi sensitivitas adalah variasi spesies dan genotipe *Cryptosporidium*. Sabooni *et al.* (2025) menjelaskan bahwa kit ICT yang digunakan terutama menargetkan *Cryptosporidium parvum*. Perbedaan distribusi spesies pada suatu wilayah dapat memengaruhi

kemampuan kit dalam mengenali antigen target. Temuan tersebut didukung oleh Bitilinyu-Bangoh et al. (2019) yang menjelaskan bahwa performa kit dapat dipengaruhi oleh perbedaan spesies *Cryptosporidium* yang beredar pada populasi penelitian. Beberapa genotipe bahkan dilaporkan tidak memiliki seluruh protein target yang dikenali oleh antibodi pada kit sehingga dapat meningkatkan kemungkinan hasil negatif palsu. Selain karakteristik parasit, kualitas penyimpanan dan penanganan sampel juga berperan dalam menjaga stabilitas antigen sebelum pemeriksaan dilakukan. Sabooni et al. (2025) menyebutkan bahwa proses transportasi, penyimpanan sampel, serta kualitas alat dapat memengaruhi akurasi hasil pemeriksaan. Kondisi penyimpanan yang kurang optimal berpotensi menurunkan jumlah antigen yang tersedia untuk dideteksi sehingga sensitivitas RDT dapat berkurang. Faktor-faktor tersebut dapat menjelaskan mengapa sensitivitas RDT menunjukkan variasi yang cukup besar antarpenelitian meskipun nilai spesifisitasnya relatif tinggi

Tingginya nilai spesifisitas *Rapid Diagnostic Test* (RDT) berbasis imunokromatografi (ICT) dalam berbagai studi di atas secara umum didukung oleh penggunaan antibodi penarget antigen spesifik dan minimnya reaktivitas silang dengan patogen gastrointestinal lainnya. Berdasarkan data telaah literatur, penggunaan antibodi monoklonal spesifik (MAb) secara eksplisit terkonfirmasi pada kit CerTest® dalam studi Otero-Rodriguez et al. (2025), yang menggunakan *Anti-Crypto MAb clone CR23* untuk mengikat antigen *Cryptosporidium* secara akurat. Kemampuan kit dalam meminimalkan atau meniadakan reaktivitas silang dengan patogen penyebab diare non-*Cryptosporidium* juga ditegaskan dalam penelitian Sabooni et al. (2025) sebagai faktor utama yang menghasilkan nilai spesifisitas sempurna hingga 100%. Manouana et al. (2020) menambahkan secara teoritis bahwa tingginya nilai spesifisitas ini mengonfirmasi bahwa alat uji berbasis ICT sangat andal dan dapat dipercaya untuk mendeteksi sampel

yang memang negatif atau bebas dari infeksi *Cryptosporidium*.

Namun, karakteristik antibodi dan potensi reaktivitas silang antar-spesies dalam genus yang sama tetap memberikan dinamika tersendiri terhadap nilai spesifisitas ini. Bitilinyu-Bangoh et al. (2019) menjelaskan bahwa antibodi yang digunakan pada kit RDT umumnya bersifat spesifik untuk spesies tertentu (*species-specific*), bukan untuk keseluruhan genus. Kendati demikian, sifat *species-specific* ini tidak sepenuhnya mengeklusi reaktivitas silang antar-spesies dalam genus *Cryptosporidium*, mengingat kit tersebut di lapangan terbukti tetap mampu mendeteksi infeksi *C. parvum* sekaligus *C. hominis* secara bersamaan. Di samping faktor antibodi, tingginya angka spesifisitas (mencapai 99%) juga dipengaruhi oleh kemampuan alat uji, seperti yang dilaporkan oleh Johansen et al. (2020) dalam membedakan secara tegas antara kasus infeksi klinis kriptosporidiosis dosis tinggi dengan sampel negatif atau sampel yang hanya membawa sisa DNA densitas rendah tanpa gejala klinis.

Di sisi lain, beberapa RDT berbasis ICT menunjukkan performa lebih baik ketika diuji menggunakan standar acuan yang lebih sensitif. ICT Crypto + Giardia dari Biotech-Spain memiliki sensitivitas 94,3% dan spesifisitas 100% menurut pabrikan, dan validasi Sabooni et al. tetap menunjukkan sensitivitas tinggi (86,1%) dan spesifisitas sempurna ketika dibandingkan PCR multiplex, lebih tinggi mikroskopi pada sampel dengan beban oosista rendah. Namun, kinerja RDT tidak selalu stabil untuk semua target dalam satu kit; CerTest Crypto + Giardia + Entamoeba menunjukkan sensitivitas *Cryptosporidium* sangat rendah (3,5%) meskipun sensitivitas dan spesifisitas untuk *Giardia* dan *Entamoeba* tinggi ($\kappa = 0,87-0,91$), mengindikasikan masalah pada antibodi anti-*Cryptosporidium* dalam formulasi kit tersebut. Penggunaan teknologi konjugat yang lebih canggih terbukti meningkatkan performa, sebagaimana terlihat pada ICT buatan Hendawy et al. yang menggunakan nanopartikel

grafena, dengan sensitivitas 96,4% dan spesifisitas 92%, lebih tinggi daripada sandwich ELISA (92,9% dan 90%). Campos-Ruiz et al. melaporkan bahwa RIDA-QUICK memiliki sensitivitas tinggi (93%) dan mampu mendeteksi ookista rendah, tetapi hanya 70,14% hasil positif terkonfirmasi dengan mikroskopi auramine, menunjukkan potensi false positive serta keterbatasan auramine pada ekskresi ookista yang intermiten. Sementara itu, studi Johansen et al. menemukan sensitivitas RDT sekitar 89% dan spesifisitas 99% dibanding standar acuan komposit (qPCR, ELISA, qIFAT), dengan penurunan sensitivitas pada sampel yang mengandung antigen rendah. Secara keseluruhan, temuan berbagai studi menegaskan bahwa performa RDT dipengaruhi jenis antibodi, kualitas kit, stabilitas antigen di feses, kondisi penyimpanan, serta variasi epidemiologi lokal. Meskipun spesifisitas RDT umumnya tinggi, sensitivitasnya tidak stabil, sehingga penggunaan RDT sebagai skrining sebaiknya tetap diikuti metode konfirmasi seperti PCR atau mikroskopi fluoresens untuk memastikan diagnosis *Cryptosporidium* yang akurat.

Di Indonesia pemanfaatan Rapid Diagnostic Test (RDT) memiliki potensi yang besar untuk mendukung diagnosis kriptosporidiosis. Keberadaan protozoa penyebab diare masih ditemukan pada masyarakat Indonesia, sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian di Kelurahan Antang, Kota Makassar yang melaporkan adanya protozoa enterik sebagai penyebab diare pada masyarakat setempat (Jabal et al., 2020). Pemeriksaan molekuler seperti PCR memang memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi, namun penggunaannya masih terbatas karena memerlukan peralatan khusus, tenaga laboratorium yang terlatih, serta biaya yang relatif mahal (Wijayanti, 2017). Kondisi tersebut menjadi tantangan bagi fasilitas kesehatan di wilayah terpencil dan kepulauan yang belum memiliki akses terhadap laboratorium molekuler. Oleh karena itu, RDT berpotensi menjadi alternatif diagnostik yang lebih praktis untuk diterapkan pada fasilitas kesehatan primer maupun daerah

terpencil yang belum memiliki fasilitas PCR. Penggunaan metode diagnosis cepat juga dapat mendukung penemuan kasus dan kegiatan surveilans penyakit parasitik secara lebih luas di Indonesia (Wijayanti, 2017).

Keunggulan dan Kelemahan RDT

Keunggulan RDT terletak pada kecepatan dan kemudahan penggunaannya yang tidak memerlukan peralatan laboratorium yang kompleks atau operator dengan keahlian tertentu. Penelitian oleh Bitilinyu-Bangoh et al. menunjukkan bahwa tiga jenis RDT komersial (QUIK-CHEK, RIDA-QUICK, dan DUO-Strip) memiliki spesifisitas tinggi dalam mendeteksi *Cryptosporidium spp.*, berkisar antara 88,4% hingga 100%, serta seluruh alat menunjukkan akurasi diagnostik yang dapat diterima (AUC > 0,7) di sebagian besar kasus. Studi Manouana et al. juga mengkonfirmasi temuan serupa, dimana CerTest Crypto menunjukkan spesifisitas tinggi hingga 92,5%, menjadikannya berguna sebagai alat pendeteksi awal di rumah sakit anak di Afrika Sub-Sahara. Keunggulan RDT dalam penelitian Campos-Ruiz et al. adalah kemampuan deteksi yang cepat dan mudah tanpa memerlukan mikroskop maupun keahlian khusus, serta sensitivitas yang cukup tinggi (~93%) sehingga efektif digunakan sebagai metode skrining awal untuk mengurangi beban kerja laboratorium.

Kelemahan RDT adalah sensitivitasnya yang bervariasi dan cenderung rendah dibandingkan metode referensi seperti PCR. Dalam studi Bitilinyu-Bangoh et al., sensitivitas RDT untuk mendeteksi *Cryptosporidium spp.* hanya berkisar antara 42,9% hingga 76,9%, tergantung pada lokasi geografis dan jenis kit yang digunakan. Sementara itu, CerTest Crypto dalam studi Manouana et al. hanya memiliki sensitivitas sebesar 49,6% yang menunjukkan kemungkinan besar kasus infeksi ringan atau dengan beban parasit rendah tidak terdeteksi. Hasil ini juga dikonfirmasi dalam studi Van den Bossche et al. yang mengevaluasi ImmunoCard STAT!®CGE, di mana

sensitivitas untuk *Cryptosporidium spp.* mencapai 100% dalam studi retrospektif tetapi turun menjadi 69,2% pada sampel prospektif. Variabilitas sensitivitas ini sebagian besar disebabkan oleh rendahnya konsentrasi parasit dalam sampel feses serta keterbatasan spesifisitas antibodi pada kit yang hanya mengenali jenis tertentu seperti *C. parvum* atau *C. hominis*, dan tidak optimal untuk mendeteksi spesies lain atau varian genetik yang jarang muncul. RDT juga tidak mampu memberikan informasi *Cryptosporidium* hingga tingkat spesies. Kelemahan RDT dalam penelitian Campos-Ruiz et al. berupa potensi false-positive yang cukup besar, spesifisitas yang bervariasi tergantung kondisi sampel, serta keterbatasan dalam membedakan spesies *Cryptosporidium* maupun menilai jumlah ookista, sehingga tetap diperlukan konfirmasi menggunakan mikroskop fluoresen untuk memastikan hasil diagnosis.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur, Rapid Diagnostic Test (RDT) untuk deteksi *Cryptosporidium* pada sampel klinis menunjukkan spesifisitas yang tinggi yaitu 88,4%–100%. Sensitivitas RDT masih bervariasi yaitu 35%–100%. Variasi tersebut dipengaruhi oleh jenis kit, kualitas sampel, dan kondisi pengujian. RDT memiliki keunggulan berupa waktu pemeriksaan yang cepat dan prosedur yang praktis. Metode ini juga tidak memerlukan peralatan laboratorium yang kompleks. Oleh karena itu, RDT layak digunakan sebagai metode skrining awal untuk mendukung deteksi dini *Cryptosporidium*. Penggunaan RDT dapat membantu proses diagnosis terutama pada fasilitas kesehatan dengan sumber daya terbatas. Namun, hasil pemeriksaan tetap perlu dikonfirmasi menggunakan PCR atau pemeriksaan mikroskopis untuk meningkatkan akurasi diagnosis.

Berdasarkan hasil studi literatur ini, disarankan agar penggunaan Rapid Diagnostic Test (RDT) dalam deteksi *Cryptosporidium* pada sampel klinis tetap dikombinasikan dengan metode

konfirmasi seperti PCR atau pemeriksaan mikroskopis, terutama pada kasus dengan beban parasit rendah. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengevaluasi performa RDT dengan jumlah sampel yang lebih besar, variasi spesies *Cryptosporidium* yang lebih luas, serta mempertimbangkan faktor geografis dan kondisi penyimpanan kit. Selain itu, pengembangan RDT dengan sensitivitas yang lebih tinggi dan kemampuan identifikasi hingga tingkat spesies sangat diperlukan untuk meningkatkan akurasi diagnosis dan mendukung pengendalian penyakit secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Bouزيد, M., Hunter, P. R., Chalmers, R. M., & Tyler, K. M. (2013). *Cryptosporidium* pathogenicity and virulence. *Clinical Microbiology Reviews*, 26(1), 115–134. <https://doi.org/10.1128/cmr.00076-12>
- Bitilinyu-Bangoh, J., Voskuijl, W., Thitiri, J., Menting, S., Verhaar, N., Mwalekwa, L., et al. (2019). Performance of three rapid diagnostic tests for the detection of *Cryptosporidium* spp. and *Giardia duodenalis* in children with severe acute malnutrition and diarrhoea. *Infectious Diseases of Poverty*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40249-019-0609-6>
- Campos-Ruiz, M., Flamarich, C., Fernández-Navarro, A., Roure, S., Martin, L., Pillado, P., Cardona, P.-J., & Fernández-Rivas, G. (2023). Clinical performance of lateral flow assay for *Cryptosporidium* spp. diagnosis. *Biomedicine*, 11(8), 2140. <https://doi.org/10.3390/biomedicine11082140>
- Current, W. L., & Garcia, L. S. (1991). Cryptosporidiosis. *Clinical Microbiology Reviews*, 4(3), 325–358. <https://doi.org/10.1128/cmr.4.3.325>
- Dragomirova, P. V. (2022). Cryptosporidiosis: History, Etiology, Biology, Pathogenesis and Pathoanatomy - A Review. *Journal of Biomedical and Clinical Research*, 15(1), 22–29.

- <https://doi.org/10.2478/jbcr-2022-0003>
- Formenti, F., Perandin, F., Bonafini, S., Degani, M., & Bisoffi, Z. (2015). Evaluation of the new ImmunoCard STAT!® CGE test for the diagnosis of amebiasis. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, *108*, 171–174. <https://doi.org/10.1007/s13149-015-0434-5>
- Hatimi, F. I., Mutiara, H., Islami, S., & Sukohar, A. (2025). Cryptosporidium Infection in Human: Pathogenesis, Diagnosis, and Therapy. *Medical Profession Journal of Lampung*, *15*(1), 57–62. <https://doi.org/10.53089/MEDULA.V15I1.1261>
- Hendawy, M. A., Aly, I. R., Zalat, R. S., & Mohamed, S. S. (2025). Development of rapid home-made immunochromatographic test for diagnosis of *Cryptosporidium parvum*. *Egyptian Journal of Medical Microbiology*, *34*(1), 195–203. <https://doi.org/10.21608/ejmm.2024.332062.1365>
- Immanuela Toemon, A. (2022). Perbandingan Metode Pemeriksaan Diagnosis Laboratorium Protozoa Usus. *Jurnal Kedokteran Universitas Palangka Raya*, *7*(2), 840–847. <https://doi.org/10.37304/JKUPR.V7I2.587>
- Jabal, A. R., Ratnasari, A., Rusli, N. M., Djazarie, N. M. Z., & Bara, M. P. (2020). Prevalensi protozoa penyebab diare di Kelurahan Antang, Kota Makassar. *Jurnal Medika: Karya Ilmiah Kesehatan*, *5*(2), 641. <https://doi.org/10.35728/jmkik.v5i2.641>
- Johansen, Ø. H., Abdissa, A., Zangenberg, M., Mekonnen, Z., Eshetu, B., Bjørang, O., Alemu, Y., Sharew, B., Langeland, N., Robertson, L. J., & Hanevik, K. (2021). Performance and operational feasibility of two diagnostic tests for cryptosporidiosis in children (CRYPTO-POC): A clinical, prospective, diagnostic accuracy study. *The Lancet Infectious Diseases*, *21*(5), 722–730. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30556-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30556-9)
- Kotloff, K. L., Nataro, J. P., Blackwelder, W. C., Nasrin, D., Farag, T. H., Panchalingam, S., et al. (2013). Burden and aetiology of diarrhoeal disease in infants and young children in developing countries (the Global Enteric Multicenter Study, GEMS): A prospective, case-control study. *The Lancet*, *382*(9888), 209–222. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60844-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60844-2)
- Manouana, G. P., Lorenz, E., Ngwese, M. M., Moure, P. A. N., Ascofaré, O. M., Akenten, C. W., et al. (2020). Performance of a rapid diagnostic test for the detection of *Cryptosporidium* spp. in African children admitted to hospital with diarrhea. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *14*(7), 0008448. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008448>
- Otero-Rodriguez, S., Pinedo-Cancino, V., Casapia-Morales, M., Villacorta-Pezo, V.-Y., Mego-Campos, S., Parráquez-de-la-Cruz, J., Merino, E., Clark, E. H., & Ramos-Rincón, J.-M. (2025). Prevalence of intestinal protozoa among patients living with HIV in the Peruvian Amazon. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, *10*, 324. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed10110324>
- Ryan, U., & Hijjawi, N. (2015). New developments in *Cryptosporidium* research. *International Journal of Parasitology*, *45*(6), 367–373. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2015.01.009>
- Sabooni, S., Salah, H., Singh, R., Al-Qadi, K., Taj-Aldeen, S. J., & Ibrahim, E. (2025). Comparison of four diagnostic techniques for *Cryptosporidium* detection in Qatar. *Qatar Medical Journal*, *2025*(3), 78. <https://doi.org/10.5339/qmj.2025.78>
- Van den Bossche, D., Cnops, L., Verschueren, J., & Van Esbroeck, M. (2015). Comparison of four rapid diagnostic tests, ELISA, microscopy and PCR for the detection of *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium* spp. and *Entamoeba histolytica* in feces. *Journal of Microbiological Methods*, *110*, 78–84.

<https://doi.org/10.1016/j.mimet.2015.01.016>

Wijayanti, T. (2018). Kriptosporidiosis di Indonesia. *BALABA: Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*, 73-82. <http://doi.org/10.22435/blb.V13i1.4540>. 73-82

Package Insert

CerTest Biotec, S.L. (n.d.). *Crypto + Giardia + Entamoeba Rapid Test: One-Step Combo Card Test-Specifications*. CerTest Biotec.

R-Biopharm AG. (2010). *RIDA®QUICK Cryptosporidium/Giardia Combi (Package insert)*. R-Biopharm AG.

Techlab, Inc. (2023). *Giardia/Cryptosporidium Quik Chek™ (Package insert)*. Techlab, Inc.