

## ISOLASI DAN IDENTIFIKASI MOLEKULER *CANDIDA ALBICANS* DARI SEKRET KEPUTIHAN MENGGUNAKAN METODE PCR

## ISOLATION AND MOLECULAR IDENTIFICATION OF *CANDIDA ALBICANS* FROM VAGINAL DISCHARGE USING PCR

Anggun Sophia<sup>\*1</sup>, Suraini<sup>1</sup>, Vetra Susanto<sup>1</sup> Niken<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Perintis Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Syedza Saintika

(Email: [anggunshophia@gmail.com](mailto:anggunshophia@gmail.com))

### ABSTRAK

*Candida albicans* merupakan salah satu patogen utama penyebab keputihan patologis pada perempuan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi *C. albicans* dari sekret vagina penderita keputihan menggunakan metode konvensional dan konfirmasi molekuler berbasis Polymerase Chain Reaction (PCR). Sebanyak lima sampel sekret vagina dikumpulkan dan dikultur pada media selektif. Hasil isolasi menunjukkan empat sampel dengan kode (SC2-SC5) memperlihatkan karakteristik koloni yang sesuai dengan *C. albicans*, sedangkan satu sampel (SC1) menunjukkan karakteristik yang mengarah pada genus *Aspergillus*. Identifikasi konvensional melalui pengamatan makroskopis, mikroskopis dan uji *germ tube* mengonfirmasi bahwa empat isolat merupakan kandidat kuat *C. albicans*. Identifikasi molekuler menggunakan primer spesifik daerah *Internal Transcribed Spacer* (ITS) menunjukkan bahwa hanya satu isolat menghasilkan pita DNA yang jelas pada ukuran  $\pm 600$  bp, yang merupakan ukuran spesifik fragmen ITS *C. albicans*. Isolat SC3 terkonfirmasi sebagai *C. albicans* berdasarkan analisis molekuler. Temuan ini menegaskan pentingnya pemeriksaan berbasis PCR untuk meningkatkan akurasi identifikasi jamur.

**Kata kunci :** *Isolasi; identifikasi; Candida albicans; keputihan; molekuler.*

### ABSTRACT

*Candida albicans* is one of the major pathogenic fungi responsible for pathological vaginal discharge in women. This study aimed to isolate and identify *C. albicans* from vaginal discharge samples using conventional methods and molecular confirmation based on Polymerase Chain Reaction (PCR). A total of five vaginal discharge samples were collected and cultured on selective media. The isolation results showed that four samples (SC2–SC5) exhibited colony characteristics consistent with *C. albicans*, while one sample (SC1) demonstrated morphological features suggestive of the genus *Aspergillus*. Conventional identification through macroscopic and microscopic examination, as well as the germ tube test, confirmed that the four isolates were strong candidates for *C. albicans*. Molecular identification using specific primers targeting the *Internal Transcribed Spacer* (ITS) region indicated that only one isolate produced a distinct DNA band at approximately  $\pm 600$  bp, which corresponds to the specific ITS fragment size for *C. albicans*. The SC3 isolate was confirmed as *C. albicans* based on molecular analysis. These findings highlight the importance of PCR-based confirmation to improve the accuracy of fungal identification, particularly in cases of pathological vaginal discharge.

**Keywords :** *Isolation; identification; Candida albicans; vagina discharge; molecular.*

## PENDAHULUAN

Keputihan merupakan masalah kesehatan yang sering dialami wanita. Keputihan umumnya bersifat fisiologis, namun keputihan dapat berkembang menjadi infeksi karena adanya mikroorganisme patogen seperti *Candida albicans* (Hamida *et al.*, 2024). Keputihan merupakan keluarnya cairan dari vagina dalam keadaan normal (fisiologis) dan keadaan tidak normal (patologis) (Hanifah *et al.*, 2023). Keputihan normal biasanya tidak berbau, berwarna bening, kental, lengket dan tidak menunjukkan gejala apapun, sedangkan keputihan abnormal sering kali berwarna kuning, hijau, atau keabuan, berbau tidak sedap, keluar dalam jumlah banyak, dan dapat disertai gejala seperti gatal, disuria, dan nyeri panggul (Rao & Mahmood, 2020). Keputihan terjadi karena terganggunya flora normal vagina yang mengakibatkan ketidakseimbangan Ph vagina, disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor internal (hormon estrogen dan progesteron) dan faktor eksternal (kurangnya kebersihan) (Putri *et al.*, 2019). *C. albicans* dapat tumbuh dilingkungan lembab dan hangat pada suhu 25-37°C dengan Ph asam 5,6. Perubahan kelembapan dan Ph genitalia dari Ph normal 3,5-4,5 ke Ph yang asam dapat menyebabkan pertumbuhan *C. albicans* lebih cepat dan banyak yang beresiko menyebabkan infeksi (Hamida *et al.*, 2024).

*C. albicans* merupakan jamur oportunistik yang berperan sebagai penyebab utama terjadinya infeksi invasif (Purwitaningsih and Setya, 2023). *C. albicans* memiliki ciri-ciri morfologi berbentuk blastospora, hifa dan pseudohifa (Sophia, Suraini and Arhesta, 2024). *C. albicans* berperan aktif dalam perkembangan infeksi karena faktor virulensinya. Salah satu mekanisme penting adalah kemampuan untuk mengalami perubahan bentuk dari ragi menjadi hifa, yang memungkinkan jamur menempel, menginvasi mukosa vagina dan menembus jaringan lebih dalam. Selain itu, *C. albicans* juga menghasilkan berbagai enzim dan molekul virulen seperti adhesin, proteinase aspartil dan fosfolipase yang berfungsi untuk meningkatkan kemampuan melekat, merusak jaringan serta membentuk pori pada membran sel inang (Zhao *et al.*, 2024).

Metode diagnosis yang tepat sangat penting untuk mendeteksi infeksi *C. albicans* pada kasus keputihan yang memiliki gejala mirip dengan beberapa infeksi lain. Terdapat berbagai metode untuk mendeteksi *C. albicans*, mulai dari pemeriksaan kultur dan uji mikroskopis. Metode kultur mikrobiologi digunakan sebagai standar diagnostik karena relatif mudah dan murah (Dubey *et al.*, 2024). Untuk mendapatkan hasil yang akurat pemeriksaan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) perlu dilakukan untuk mendeteksi *C. albicans* yang memiliki sensitivitas tinggi, memberikan hasil spesifik dengan cepat dan akurat (Miladiarsi *et al.*, 2023). PCR telah diakui sebagai metode yang cepat dan akurat untuk mendeteksi *Candida* karena memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi (Mahdizade *et al.*, 2024). Penelitian sebelumnya menggunakan metode PCR berbasis wilayah ITS menunjukkan keakuratan dalam mendeteksi spesies *Candida* (Mahdavi *et al.*, 2024). Namun, penelitian ini dilakukan berbeda karena menggunakan isolat klinis untuk memberikan validasi yang lebih dalam. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi *C. albicans* dari sekret vagina penderita keputihan menggunakan metode konvensional dan konfirmasi molekuler berbasis *Polymerase Chain Reaction*. Deteksi molekuler ini penting untuk meningkatkan akurasi identifikasi *C. albicans*, terutama pada kasus keputihan patologis, sekaligus mengevaluasi efektivitas PCR sebagai metode yang sensitif dalam mendeteksi keberadaan jamur secara spesifik.

## BAHAN DAN METODE

Sampel isolat *C. albicans* diisolasi langsung dengan cara mengambil sampel sekret dari dinding vagina penderita keputihan menggunakan swab steril. Kultur jamur menggunakan media *Sabouraud dextrose agar* guna mendeteksi keberadaan *C. albicans* secara makroskopis dan mikroskopis. Secara makroskopis, koloni berbentuk bulat lonjong dengan tepi halus, berwarna putih krem hingga kuning pucat, dan permukaannya halus. Mikroskopis dilakukan dengan metode *slide culture*, biakan jamur dioleskan pada kaca objek, ditetesi larutan LPCB, lalu ditutup *cover*

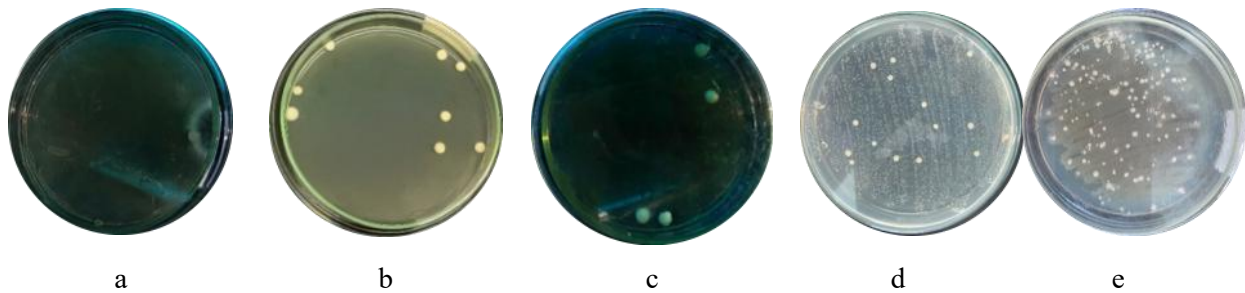
glass. Pemeriksaan mikroskopis menunjukkan sel berbentuk oval atau bulat, serta adanya sel ragi, blastospora dan klamidospora. Pemeriksaan *germ tube* dilakukan pada isolat yang dicurigai *C. albicans*. Diambil satu ose isolat kemudian diinokulasikan pada media cair serum dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 1-2 jam. Hasil positif uji *germ tube* untuk *C. albicans* ditunjukkan oleh munculnya struktur seperti tabung yang panjang yang berkecambah seperti raket.

Identifikasi lanjutan dilakukan menggunakan teknik molekuler *Polymerase Chain Reaction* untuk memastikan spesies jamur secara spesifik guna mendukung diagnosa yang akurat. *Pertama* dilakukan preparasi sampel jamur, isolat murni jamur dikulturkan pada 100 ml media cair potato dextrose broth dan diinkubasi pada suhu ruang 7-14 hari. Pellet sel/hifa jamur dipanen dengan cara disentrifugasi. Kultur cair sebanyak 1,5 ml dimasukkan kedalam microtube 1,5 ml steril, kemudian disentrifugasi pada kecepatan 10.000 rpm selama 1 menit. Supernatan dibuang hingga yang tersisa didalam microtube adalah pellet sel/hifa jamur saja (kegiatan ini diulang 2x hingga ukuran pellet didasar microtube memiliki diameter  $\pm 0,2-0,5$  cm, jika ukuran pellet tidak mencapai diameter tersebut maka dipanen hingga 10x. supernatan dibuang setiap kali disentrifugasi). Selanjutnya ditambahkan 300  $\mu$ L digestion solution ke dalam microtube yang berisi pellet sel/hifa jamur. *Kedua* Ekstraksi DNA, dilakukan sesuai dengan petunjuk teknis yang terdapat pada kit ekstraksi DNA (Yulianingsih, Basri and Jakaria, 2022). *Ketiga*, Amplifikasi DNA dengan metode PCR, amplifikasi DNA dilakukan dengan metode PCR dalam volume campuran reaksi sebanyak 25  $\mu$ L. Campuran reaksi terdiri dari *goat green master mix* 12,5  $\mu$ L, *nuclease free water* 8,5  $\mu$ L dan primer ITS 4 dan ITS 1 masing-masing 1  $\mu$ L, lalu ditambahkan 2  $\mu$ L DNA template. Campuran tersebut kemudian dimasukkan ke dalam alat

*Thermal Cycler* untuk amplifikasi DNA daerah ITS rDNA jamur *Candida albicans*. Pengaturan suhu pada mesin PCR ditetapkan sebagai berikut: 2 menit pada 95°C untuk pra denaturasi, diikuti dengan 35 siklus yang terdiri dari 45 detik pada 95°C untuk denaturasi, 45 detik pada 55°C untuk proses *annealing*, 1 menit pada 72°C untuk *extension* dan 5 menit pada 72°C untuk final *extension*, serta suhu penyimpanan tahap akhir adalah 8°C. *Keempat* Elektroforesis gel agarose, sampel dielektroforesis pada gel agarose 1%. Elektroforesis dijalankan menggunakan tegangan 100 volt dan waktu 30 menit. Dokumentasi dilakukan pada UV-transiluminator pada Gel Documentation System (Biometra, Jerman).

## HASIL

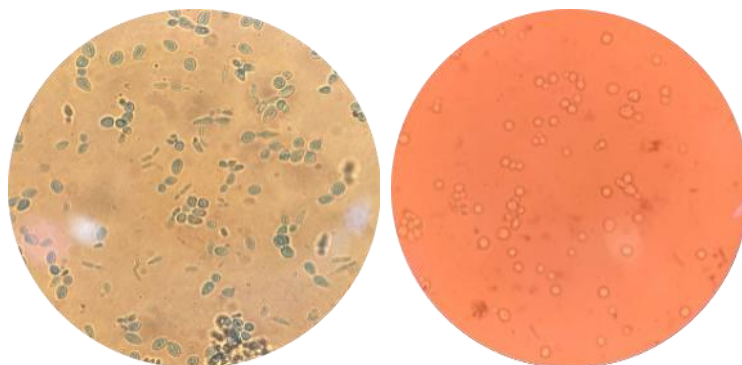
Isolat *C. albicans* diisolasi dari sekret dinding vagina penderita keputihan, dengan total 5 sampel yang diberi kode SC1, SC2, SC3, SC4 dan SC5. Sampel diambil dari pasien yang menunjukkan gejala klinis keputihan patologis lender berwarna putih pekat, gatal, iritasi serta bau tidak sedap. Identifikasi awal dilakukan secara konvensional melalui pengamatan makroskopis, mikroskopis serta uji *germ tube* untuk menilai karakter morfologi dan kemampuan pembentukan hifa awal. Hasil pengamatan ditampilkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Isolat *C. albicans* yang diisolasi dari sekret dinding vagina penderita keputihan (a) isolat SC1 menunjukkan hasil negatif Candida (b) isolat SC2, (c) isolat SC3, (d) isolat SC4 dan (e) isolat SC5 menunjukkan karakteristik morfologi yang diduga *C. albicans*

Hasil pengamatan makroskopis terhadap lima sampel sekret dinding vagina penderita keputihan menunjukkan adanya variasi karakteristik koloni yang cukup jelas. Empat isolat (SC2, SC3, SC4 dan SC5) menunjukkan ciri morfologi koloni yang konsisten dengan *C. albicans*, yaitu permukaan koloni yang cembung, berbentuk bulat

berkilau, berwarna putih kekuningan serta mengeluarkan aroma yang khas ragi. Sementara itu, satu sampel (SC1) menunjukkan karakteristik koloni yang berbeda secara mencolok dengan tekstur yang lebih serabut, warna koloni kehijauan serta pertumbuhan koloni yang menyebar, ciri ini mengarah kuat genus *Aspergillus*.



Gambar 2. *C. albicans* (a) mikroskopis dan (b) uji *germ tube*

Secara mikroskopis dengan pewarnaan *Lactophenol Cotton Blue*, empat isolat yang diduga *C. albicans* menunjukkan struktur sel ragi berbentuk bulat. Hasil uji *germ tube* pada keempat isolat juga menunjukkan hasil positif, ditandai dengan terbentuknya sel ragi atau blastospora yang menyerupai raket, sebagai ciri khas *C. albicans*. Selanjutnya, keempat

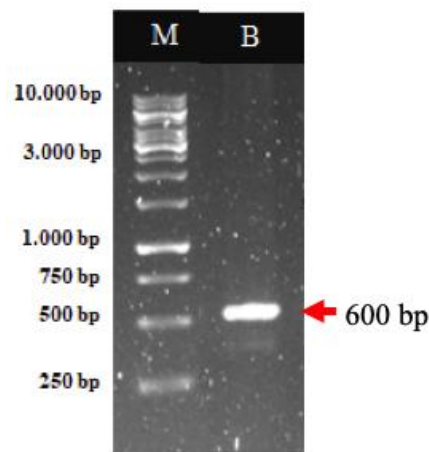
isolat positif ini dilakukan identifikasi molekuler menggunakan metode Polymerase Chain Reaction. Amplifikasi DNA dilakukan melalui reaksi PCR, kemudian hasilnya dianalisis menggunakan elektroforesis dan ditampilkan pada Tabel 1.



Tabel 1. Hasil Polymerase Chain Reaction per Sampel Positif Kultur

Kode Sampel	Hasil Kultur	Hasil PCR	Ukuran Pita	Keterangan
SC2	Positif	Negatif	-	Tidak ada pita
SC3	Positif	Positif	600 bp	Terdapat pita tunggal
SC4	Positif	Negatif	-	Tidak ada pita
SC5	Positif	Negatif	-	Tidak ada pita

Berdasarkan Tabel 1, dari empat isolat yang menunjukkan hasil positif pada kultur, hanya satu isolat yang terkonfirmasi positif melalui PCR. Hasil visualisasi pita DNA dari isolat SC3 ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Visualisasi Hasil Amplifikasi

(M: Marker 1kb Gen ruler (ThermoScientific, USA) B: Produk PCR Gen ITS Isolat SC3

Keberadaan pita DNA pada ukuran  $\pm 600$  bp mengindikasikan bahwa isolat yang diperoleh merupakan *C. albicans*, sesuai dengan target amplifikasi gen ITS yang umum digunakan untuk identifikasi spesies jamur. Temuan ini mengonfirmasi bahwa isolat yang terdeteksi melalui adalah *Candida albicans*.

Hasil visualisasi menunjukkan bahwa hanya DNA dari isolat jamur SC3 berhasil diisolasi, yang ditandai dengan munculnya pita pada posisi yang sama dengan marker  $\lambda$  DNA. Data kuantifikasi sampel DNA genom jamur dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Kuantifikasi Sampel DNA Genom Jamur

Kode Sampel	Konsentrasi (ng/ $\mu$ l)	Absorbansi A260/A230	Absorbansi A260/A280
SC3	221	2,093	2,167

Tabel 2 menunjukkan data tentang konsentrasi dan kemurnian DNA sampel. Konsentrasi DNA diukur dalam satuan ng/ $\mu$ l. Sementara itu, kemurnian DNA dinilai berdasarkan rasio serapan cahaya pada panjang gelombang 260/230 nm dan 260/280 nm. Untuk rasio 260/230 nm, DNA dianggap murni jika nilainya berada antara 2,0 hingga 2,2.

Berdasarkan hasil pengukuran, DNA pada sampel SC3 telah memenuhi kriteria murni.

## PEMBAHASAN

*Candida albicans* adalah jamur paling patogen di antara spesies *Candida* lainnya dan dikenal sebagai salah satu penyebab utama keputihan patologis (Hamida *et al.*, 2024). Infeksi umumnya terjadi ketika keseimbangan flora normal vagina terganggu oleh berbagai

faktor seperti penggunaan antibiotik jangka panjang, pemakaian pembersih kewanita-an yang tidak sesuai, perubahan hormonal, kebersihan area genital yang kurang optimal, hingga penurunan sistem imun. Kondisi ini menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan berlebih *C. albicans*, sehingga memunculkan gejala keputihan tidak normal berupa lendir putih pekat, rasa gatal, iritasi dan bau tidak sedap. Secara patogenetik, *C. albicans* memiliki kemampuan adaptasi dan virulensi yang tinggi, sehingga mampu berkembang dari organisme komensal menjadi patogen oportunistik. Jamur ini dapat beralih dari bentuk ragi menjadi hifa atau pseudohifa, yang berperan penting dalam proses adhesi, kolonisasi, dan penetrasi ke jaringan mukosa. Selain itu, *C. albicans* menghasilkan berbagai faktor virulensi seperti adhesin, proteinase aspartil, dan fosfolipase yang memungkinkan jamur menempel kuat pada epitel vagina, merusak jaringan, serta menembus membran sel inang (Zhao et al., 2024). Aktivitas virulensi ini tidak hanya memicu inflamasi lokal, tetapi juga berkontribusi terhadap tingkat keparahan keputihan patologis. Dengan demikian, dominansi *C. albicans* dalam vagina dapat mengganggu keseimbangan mikroorganisme normal dan meningkatkan risiko infeksi berulang (Supenah et al., 2024).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, isolat *C. albicans* berhasil diperoleh dari sampel sekret vagina penderita keputihan melalui metode identifikasi konvensional. Pengamatan makroskopis memperlihatkan koloni berwarna putih hingga krem dengan permukaan halus dan tekstur lembut, sedangkan pengamatan mikroskopis menunjukkan sel berbentuk bulat lonjong dengan tunas (*budding*). Selain itu, uji *germ tube* menunjukkan terbentuknya struktur tabung atau kecambah yang menyerupai raket, yang merupakan ciri khas *C. albicans*. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya (Sophia, Suraini and Arhesta, 2024), yang menyatakan bahwa pembentukan blastospora

dan *germ tube* merupakan indikator penting dalam membedakan *C. albicans* dari spesies *Candida* lainnya. *Germ tube* juga dikenal sebagai salah satu virulensi penting karena berperan dalam proses invasi jaringan inang (Sophia, Suraini and Pangestu, 2021).

Identifikasi molekuler dilakukan untuk memastikan bahwa isolat yang diuji benar merupakan *C. albicans*. Proses ini dilakukan dengan metode PCR menggunakan primer spesifik yang menargetkan daerah ITS, yang merupakan wilayah konservatif dan umum digunakan dalam identifikasi jamur. Hasil visualisasi PCR pada sampel sekret vagina penderita keputihan ditunjukkan adanya pita DNA yang jelas. Ukuran estimasi produk amplifikasi gen ITS adalah  $\pm 600$  bp. Hasil penelitian ini diperkuat oleh temuan visualisasi PCR yang menunjukkan munculnya pita DNA yang jelas pada ukuran  $\pm 600$  bp, yang merupakan ukuran fragmen ITS untuk *C. albicans* (Sophia, Suraini and Arhesta, 2024). Temuan ini konsisten dengan berbagai penelitian sebelumnya yang juga melaporkan bahwa amplifikasi daerah ITS pada *C. albicans* menghasilkan fragmen pada rentang panjang yang serupa. Amplifikasi DNA isolat *C. albicans* menghasilkan fragmen spesifik berukuran 665 bp (Yulianingsih, Basri and Jakaria, 2022).

Variasi ukuran fragmen PCR untuk *C. albicans* memang dapat terjadi, bergantung pada wilayah genetik yang ditargetkan dan primer yang digunakan. Dalam literatur, fragmen amplifikasi gen *C. albicans* umumnya berada pada kisaran 350-670 bp, termasuk target ITS2 atau gen ribosom yang dapat menghasilkan fragmen antara 350-410 bp, sedangkan target gen spesifik lainnya dapat mencapai  $\pm 670$  bp.

Penelitian lain menunjukkan satu pita DNA berukuran  $\pm 700$  bp pada isolat *C. albicans* (Mohammed and Lazim, 2024). Sementara itu, Anwar et al. (2022) melaporkan ukuran fragmen sebesar 665 bp pada hasil amplifikasi PCR isolat *C. albicans*. Konsistensi temuan dari berbagai penelitian ini menegaskan bahwa variasi ukuran pita PCR masih berada dalam rentang yang dapat diterima untuk identifikasi spesifik *C. albicans*. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini konsisten dengan literatur yang

ada dan menegaskan bahwa penggunaan primer ITS merupakan pendekatan molekuler untuk mendeteksi *C. albicans*, dengan visualisasi pita DNA pada kisaran  $\pm 600$  bp sebagai indikator utama keberhasilan amplifikasi spesifik. Dengan demikian, temuan ini menunjukkan konsistensi dengan hasil penelitian sebelumnya yang mengindikasikan bahwa amplifikasi spesifik dapat diandalkan untuk identifikasi *C. albicans*.

## KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil melakukan isolasi dan identifikasi *C. albicans* dari lima sampel sekret keputihan. Berdasarkan pemeriksaan kultur, empat dari lima sampel menunjukkan pertumbuhan koloni yang mengarah pada *C. albicans* dan terkonfirmasi melalui pengamatan makroskopis, mikroskopis, serta uji *germ tube*. Identifikasi molekuler menggunakan metode PCR hanya satu isolat yang memberikan hasil positif dengan munculnya pita DNA berukuran  $\pm 600$  bp, sesuai dengan fragmen ITS khas *C. albicans*. Temuan ini menunjukkan bahwa metode PCR berbasis primer ITS merupakan teknik yang sensitif dan spesifik untuk memastikan keberadaan *C. albicans* serta penting digunakan sebagai konfirmasi identifikasi pada isolat yang diperoleh dari hasil kultur konvensional.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, A.Y., Jakaria, F., Erlangga, P., dan Artati, A. (2022) 'Deteksi Jamur *Candida* Spp. Pada Swab Mulut Penderita Diabetes Mellitus Di Uptd Diabetes Center Kota Ternate', *Jurnal Media Analisis Kesehatan*, 13(2), p. 140. Available at: <https://doi.org/10.32382/mak.v13i2.3039>.
- Dubey, D., Rath, S., Subhadarshini, S. S., Purohit, G. K., Tripathy, D., Panigrahi, R., Palai, S., & Samanta, D. S. (2024). Exploring rapid molecular methods for diagnosing *Candida* species infecting humans: A narrative review. *Microbes and Infectious Diseases*, 5(1), 331 - 341. <https://doi.org/10.21608/MID.2023.239051.1624>.
- Hamida, I. (2024). Hubungan Personal Hygiene Dan Keberadaan *Candida albicans* dengan Gejala Keputihan Pada Remaja (Literatur Review). *Jurnal 'Aisyiyah Medika*, 1(2).
- Hanifah, H., Herdiana, H., and Jayatni, I. (2023). Hubungan Personal Hygiene, Aktivitas Fisik Dan Tingkat Stres Terhadap Kejadian Keputihan Pada Remaja Putri Kelas Xii Di Sma Darussalam Kabupaten Garut Tahun 2023. *Sentri: Jurnal Riset Ilmiah*, 2(10), 4318 - 4331. <https://doi.org/10.55681/sentri.v2i10.1671>.
- Mahdavi, F., Fatemi, M., Rahimi, H. M., Niyyati, M., Yedegar, A., and Mirjalali, H. (2024) 'Identification of *Candida albicans* and non-MRSA *Staphylococcus aureus* in free-living amoebae isolated from the hospital wards; an alarm for distribution of nosocomial infections via FLA', *International Journal of Environmental Health Research*. Taylor & Francis, 34(11), pp. 3749–3759. doi: 10.1080/09603123.2024.2323131.
- Mahdizade, A. H., Hoseinnejad, A., Ghazanfari, M., Boozhmehrabi, M. J., Bahreiny, S. S., Abastabar, M., Galbo, R., Giuffre, L., Haghani, I., and Orazio, R. (2024) 'The TAC1 Gene in *Candida albicans*: Structure, Function, and Role in Azole Resistance: A Mini-Review', *Microbial Drug Resistance*, 30(7), pp. 288–296. doi: 10.1089/mdr.2023.0334.
- Miladiarsi, Rahman, I. W., Santi, and Nurfadila. (2023). Uji Diagnostik Jamur Dermatofita Pada Luka Kaki Penderita Diabetes Melitus dengan Metode PCR (Polymerase Chain Reaction). *Jurnal Biotech*, 11(1), 119.
- Mohammed, I. and Lazim, K. (2024) 'Biotechniques for *Candida* Species Detection in the Oral Cavity of Diabetic Patients: Microbial and Molecular Studies'.
- Putri, L. B., Yunitasari, E., and Rachmawati,



- P. D. (2019). Pendidikan Kesehatan Jigsaw dan Make a Match dalam Mencegah Fluor Albus pada Remaja Pondok Pesantren. *Pedimaternat Nursing Journal*, 5(1), 109. <https://doi.org/10.20473/pmnj.v5i1.12364>.
- Rao, V. L., and Mahmood, T. (2020). Vaginal discharge. *Obstetrics, Gynaecology and Reproductive Medicine*, 30(1), 11 - 18. <https://doi.org/10.1016/j.ogrm.2019.10.004>.
- Sophia, A., Suraini, S. and Arhesta, S. (2024) 'Deteksi Gen Jamur *Candida albicans* pada Saliva Penderita Diabetes Melitus Dengan Metode Polymerase Chain Reaction', *Jurnal Kesehatan Perintis (Perintis's Health Journal)*, 11(2), pp. 110–119.
- Sophia, A., Suraini, S., and Pangestu, M. W. (2021). Ekstrak Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix* D.C) Mampu Menghambat Pertumbuhan *Candida albicans*. *Jurnal Kesehatan Perintis (Perintis's Health Journal)*, 8(2), 159 - 165. <https://doi.org/10.33653/jkp.v8i2.643>.
- Supenah, P., Alam, M., Putri, W. C., Jl, A., Tarbiyatul, P., Sumber, K., and Jawa, C. (2024). Gambaran Pemeriksaan *Candida albicans* pada Sekret Vagina Ibu Hamil di Rumah Sakit Muhammadiyah Kota Cirebon Akademi Analis Kesehatan An Nasher Cirebon, *Indonesia*. 1(3).
- Yulianingsih, A., Basri, A. and Jakaria, F. (2022). Deteksi Gen Jamur *Candida* spp. pada Swab Tenggorok Penderita Tuberculosis dengan Metode Polymerase Chain Reaction, *Health Information : Jurnal Penelitian*, 14(1), pp. 19–26. doi: 10.36990/hijp.v14i1.459.
- Zhao, Y., Wang, P., Sun, X., Zhao, M., Chen, Y., and Gao, X. (2024). *Candida albicans* Infection disrupts the metabolism of vaginal epithelial cells and inhibits cellular glycolysis. *Microorganisms*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/microorganisms12020292>