

Sahruni SAHRUNI

IDENTIFIKASI JAMUR Candida sp PADA URINE PENDERITA DIABETES MELITUS MENGGUNAKAN VITEK MS (MASS SPEC...

 SKRIPSI DAN KTI

 SKRIPSI DAN KTI 2024

 Politeknik Kesehatan Kemenkes Makassar

Document Details

Submission ID

trn:oid::1:3000016469

Submission Date

Sep 6, 2024, 9:38 PM GMT+7

Download Date

Sep 6, 2024, 9:40 PM GMT+7

File Name

SKRIPSI_TAWWA....docx

File Size

2.8 MB

85 Pages

13,825 Words

87,488 Characters




26% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
 - ▶ Quoted Text
-

Top Sources

- 24%  Internet sources
 - 10%  Publications
 - 11%  Submitted works (Student Papers)
-

Top Sources

- 24% Internet sources
- 10% Publications
- 11% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Student papers	
	Badan PPSDM Kesehatan Kementerian Kesehatan	3%
2	Internet	
	123dok.com	2%
3	Internet	
	repo.poltekkes-medan.ac.id	2%
4	Internet	
	ecampus.poltekkes-medan.ac.id	1%
5	Internet	
	www.slideshare.net	1%
6	Student papers	
	Universitas Pelita Harapan	1%
7	Internet	
	e-journal.upr.ac.id	1%
8	Internet	
	www.repository.poltekkes-kdi.ac.id	1%
9	Internet	
	repositori.uma.ac.id	0%
10	Internet	
	myjurnal.poltekkes-kdi.ac.id	0%
11	Internet	
	repository.unhas.ac.id	0%

12	Internet	zulfitriani28.blogspot.com	0%
13	Student papers	Universitas PGRI Adi Buana Surabaya	0%
14	Internet	jurnal.upertis.ac.id	0%
15	Internet	jmk.stikesmitrakeluarga.ac.id	0%
16	Student papers	Sriwijaya University	0%
17	Internet	es.scribd.com	0%
18	Internet	brainly.co.id	0%
19	Internet	repository.uhn.ac.id	0%
20	Internet	eprints.ukh.ac.id	0%
21	Internet	www.sehatq.com	0%
22	Internet	repository.poltekkes-kdi.ac.id	0%
23	Publication	Fatima Az-zahro, Erna Kristinawati, Zainal Fikri. "Hubungan Antara Kandidiasis Pa..."	0%
24	Student papers	fkunisba	0%
25	Internet	qdoc.tips	0%

26	Internet	garuda.kemdikbud.go.id	0%
27	Internet	docplayer.info	0%
28	Internet	cacingbergerigi.blogspot.com	0%
29	Internet	repo.unand.ac.id	0%
30	Internet	repository.its.ac.id	0%
31	Internet	repository.umj.ac.id	0%
32	Internet	ejournal.stikku.ac.id	0%
33	Internet	repository.stikeshangtuh-sby.ac.id	0%
34	Internet	text-id.123dok.com	0%
35	Internet	www.alodokter.com	0%
36	Internet	jurnalmadanimedika.ac.id	0%
37	Student papers	Universitas Brawijaya	0%
38	Internet	etd.umy.ac.id	0%
39	Publication	Nina Marlina, Juli Ariko Sandhi, Rohayati Rohayati, Yogi Khoirul Abror. "HUBUN...	0%

40	Student papers	Universitas Islam Bandung	0%
41	Internet	jurnal.poltekkespalembang.ac.id	0%
42	Internet	repositori.uin-alaudidin.ac.id	0%
43	Internet	roboguru.ruangguru.com	0%
44	Internet	staidagresik.ac.id	0%
45	Internet	www.researchgate.net	0%
46	Internet	core.ac.uk	0%
47	Internet	doku.pub	0%
48	Internet	journal.um-surabaya.ac.id	0%
49	Internet	jurnal.stikescirebon.ac.id	0%
50	Internet	repository.unfari.ac.id	0%
51	Internet	eprints.poltekkesjogja.ac.id	0%
52	Internet	risetdata.blogspot.com	0%
53	Student papers	IAIN Syaikh Abdurrahman Siddik Bangka Belitung	0%

54	Internet	documents.mx	0%
55	Internet	journal.poltekkes-mks.ac.id	0%
56	Internet	journal2.stikeskendal.ac.id	0%
57	Internet	jurnal.untag-banyuwangi.ac.id	0%
58	Internet	medhypaputungan.wordpress.com	0%
59	Internet	repository.ub.ac.id	0%
60	Publication	Claudia Sindi, Betty Fitriyasti, Gangga Mahatma, Salmi Salmi. "Penurunan Kadar ...	0%
61	Publication	Emma Ismawatie, Roni Handayani, Yulita Maulani. "PENGARUH TERAPI OKSIGEN ...	0%
62	Internet	mamikos.com	0%
63	Internet	www.ejurnalmalahayati.ac.id	0%
64	Publication	Anik Puspita Ningrum, Muhammad Taufiq Qurrohman. "GAMBARAN JUMLAH KO...	0%
65	Internet	alyamuslimah.blogspot.com	0%
66	Internet	ejurnal.poltekkes-tjk.ac.id	0%
67	Internet	ejurnal.ung.ac.id	0%

68	Internet	repository.usd.ac.id	0%
69	Internet	www.ikadidiy.com	0%
70	Student papers	Universitas Sumatera Utara	0%
71	Internet	eprints.ums.ac.id	0%
72	Internet	id.123dok.com	0%
73	Internet	profesorku.com	0%
74	Internet	repository.poltekkesbengkulu.ac.id	0%
75	Internet	shareberitta.blogspot.com	0%
76	Publication	Annaas Budi Setyawan, Burhanto Burhanto. "Teh bawang dayak (Eleutherine am...	0%
77	Publication	Sandra Pebrianti, Nursiswati Nursiswati, Ghifani Sifa Azahra, Naomi Sella Aprilia. ...	0%
78	Internet	geograf.id	0%
79	Internet	www.biofarma.co.id	0%
80	Internet	www.wartatransparansi.com	0%
81	Internet	ai-care.id	0%

82	Internet	albanaherbl.wordpress.com	0%
83	Internet	indeksprestasi.blogspot.com	0%
84	Internet	lib.ui.ac.id	0%
85	Internet	ojs.iikpelamonia.ac.id	0%
86	Internet	surabaya.tribunnews.com	0%
87	Internet	www.scribd.com	0%
88	Student papers	Konsorsium PTS Indonesia - Small Campus	0%
89	Publication	Sarah Maulidia Amri, Iis Kurniati, Yuliansyah Mulya Sundara, Asep Dermawan. "P...	0%
90	Publication	Tri Bayu, Annelin Kurniati, Risky Hadi Wibowo. "Hubungan Lama Menderita Peny...	0%
91	Internet	dinkes.jogjaprov.go.id	0%
92	Internet	ejournal.itekes-bali.ac.id	0%
93	Internet	id.scribd.com	0%
94	Internet	idoc.pub	0%
95	Internet	kopikola.wordpress.com	0%

96	Internet	pdffox.com	0%
97	Internet	pubmed.ncbi.nlm.nih.gov	0%
98	Internet	qncobatbatuempedu.com	0%
99	Internet	repository.poltekkes-soepraoen.ac.id	0%
100	Internet	repository.unika.ac.id	0%
101	Internet	repository.unism.ac.id	0%
102	Publication	Amana F. Chusaeni, Gunawan Wibisono, Tira H. Skripsa. "Pengaruh Paparan Gas ...	0%
103	Publication	Eliantri Putralin. "Makna Ungkapan "Dua Atau Tuga Orang Berkumpul Dalam Na...	0%
104	Student papers	Padjadjaran University	0%
105	Publication	Wijonarko Wijonarko, Ferry Ferry. "Pencegahan Penyakit DM dan Komplikasinya ...	0%
106	Internet	adhkediri.ac.id	0%
107	Internet	aguskrisnoblog.wordpress.com	0%
108	Internet	batuandesit.info	0%
109	Internet	cahompong.blogspot.com	0%

110	Internet	digilib.unila.ac.id	0%
111	Internet	ejournal.unhi.ac.id	0%
112	Internet	gudangilmu.farmasetika.com	0%
113	Internet	ojs.amikom.ac.id	0%
114	Internet	repo.upertis.ac.id	0%
115	Internet	repository.ar-rum.ac.id	0%
116	Internet	repository.stikeswirahusada.ac.id	0%
117	Internet	repository.ummat.ac.id	0%
118	Internet	thousands-passed.xyz	0%
119	Internet	wenurstory.blogspot.com	0%
120	Internet	worldwidescience.org	0%
121	Internet	www.dosenpendidikan.co.id	0%
122	Publication	Helmi Aditya Wijaya, Anton Budhi Darmawan, Rani Afifah Nur Hestiyani, Nia Kris...	0%
123	Publication	Nur Hikmah Buchair, Ridwan Amiruddin, Indar Indar. "Pengaruh Konseling Home...	0%

124

Publication

Pomarida Simbolon, Samfriati Sinurat, Nagoklan Simbolon. "Pendidikan Kesehata... 0%

125

Publication

Satria Eureka Nurseskasatmata, Yeni Lufiana Novita Agnes, Idola Perdana Sulisty... 0%

126

Publication

Syaipuddin Syaipuddin, Yasir Haskas, Sitti Nurbaya, Selviana Tawil, Suhartatik Su... 0%

127

Internet

repository.poltekkes-tjk.ac.id 0%

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Diabetes melitus (DM) merupakan penyakit metabolik kronik yang ditandai dengan ketidakmampuan mengatur keseimbangan gula darah dalam sirkulasi secara optimal akibat tidak normalnya produksi insulin dalam tubuh sehingga mengakibatkan kadar glukosa dalam darah berlebih (Sulastri, 2022).

Penderita DM cenderung mengalami berbagai infeksi, hal ini dikarenakan penderita DM memiliki mekanisme pertahanan tubuh yang rendah, yang membuat mereka rentan terhadap infeksi, termasuk infeksi jamur. Jamur seringkali menjadi pemicu infeksi, terutama di negara-negara tropis. Istilah medis untuk penyakit yang disebabkan oleh jamur adalah mikosis. Salah satu jenis mikosis dengan tingkat kejadian tertinggi adalah kandidiasis (Ward, 2019). Pada penderita diabetes mellitus, infeksi jamur yang sering muncul adalah kandidiasis, yang disebabkan oleh jamur *Candida sp* (Trisnawati et al., 2022). Penderita diabetes mellitus mengalami infeksi kandidiasis pada tingkat sebesar 36,7%, yang disebabkan oleh keberadaan jamur *Candida albicans* (Bayu et al., 2022).

Infeksi kandidiasis dapat menyerang berbagai bagian tubuh, termasuk kulit, kuku, membran mukosa, saluran pencernaan (traktus gastrointestinal), dan bahkan dapat menyebabkan gangguan pada

2

17 sistemik tubuh. Jamur *Candida sp* merupakan jamur yang paling sering menyebabkan infeksi oportunistik pada manusia. Jamur ini umumnya merupakan bagian dari flora normal tubuh dan dapat ditemukan pada kulit, selaput lendir, saluran usus, saluran kemih, dan vagina (Anggraeni et al., 2022). Apabila Jamur *Candida sp* terdeteksi dalam sampel urine maka disebut *Candiduria*. *Candiduria* didefinisikan sebagai adanya ragi atau jamur dalam sampel urine yang menunjukkan sampel terdapat kolonisasi *Candida sp* (Nabili & Moazeni, 2022).

7 Pada individu yang menderita DM, terjadi peningkatan kadar glukosa yang berlebihan dalam urine, menciptakan kondisi yang mendukung pertumbuhan jamur. Kelemahan dalam sistem pertahanan imun pada penderita DM meningkatkan risiko infeksi. Selain itu, peningkatan glukosa dalam urine menyebabkan penurunan pH urine, yang merangsang pertumbuhan jamur yang awalnya flora normal menjadi patogen. 23 Frekuensi buang air kecil yang lebih tinggi pada penderita DM menciptakan kelembaban ekstra di area genital, memberikan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan jamur (Karwiti dkk., 2022).

7 Kadar glukosa darah tinggi dalam urine disebut glikosuria. DM dapat menyebabkan infeksi jamur karena adanya glukosa dalam urine menjadi habitat yang cocok bagi pertumbuhan jamur (Manihuruk & Napitupulu, 2023). Menurut Az-zahro dkk., (2021) Pada dinding vagina wanita penderita DM mengandung gula berlebih. Gula yang terkandung dalam urine tertumpuk pada vulva, sehingga menjadi makanan untuk 41

3

14 pertumbuhan jamur. Wanita dengan DM mungkin memiliki *Candida albicans* dalam urine mereka karena daerah genetalia mereka adalah tempat subur dan ideal untuk pertumbuhan jamur.

15 Pada penelitian yang dilakukan oleh Muhajir, dkk., (2020), jamur *Candida sp* ditemukan pada 8 sampel (26,7%) dari 30 sampel yang diperiksa dan tidak ditemukan jamur *Candida sp* pada 22 sampel (73,3%).

14 Hasil tersebut menunjukkan adanya jamur *Candida sp* pada urine penderita DM. Kemudian pada penelitian Karwiti dkk., (2022) menemukan

7 bahwa dari 45 penderita DM, 9 (20%) positif *Candida albicans* dan 36 (80%) negatif *Candida albicans*. Menurut hasil studi literatur Ngazizah &

7 Sobirin, (2023), kasus terkait *Candida sp* banyak ditemukan pada sampel urine penderita DM di beberapa tempat, yaitu sekitar 13-70% sampel positif *Candida sp*. Spesies *Candida* yang ditemukan pada sampel urine penderita DM antara lain: *Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Candida tropicalis*, *Candida parapsilosis*, *Candida kefir*, *Candida lusitanae*, *Candida guilhermondii*, *Candida dubliniensis*, *Candida krusei* dan *Candida auris*.

59 Kejadian DM menjadi perhatian bagi kita karena menurut prediksi *World Health Organization* (WHO), mengenai peningkatan jumlah penderita DM di dunia mengalami peningkatan dari 171 juta jiwa pada tahun 2000 menjadi 366 juta jiwa pada tahun 2030 (Nelma & Ratnalela, 2023). Menurut *Internasional Diabetes Federation* (IDF) sebanyak 463 juta orang pada usia 20-69 tahun di dunia yang menderita DM pada tahun 2019. Diperkirakan DM meningkat seiring bertambahnya usia penduduk

20

56

4

42 yaitu 19,95% atau setara dengan 111,2 juta orang pada umur 65-79 tahun. Pada tahun 2030 diprediksi penderita DM sebanyak 578 juta dan pada tahun 2045 sebanyak 700 juta jiwa (Kemenkes RI, 2020).

77 Menurut Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2018: dalam Soelistijo, 2021) prevalensi DM di Indonesia sebesar 8,5%. Selain itu, hampir semua provinsi di Indonesia mengalami peningkatan prevalensi DM pada tahun 2013-2018 (Manihuruk & Napitupulu, 2023). Prevalensi diabetes melitus di Sulawesi Selatan merupakan yang tertinggi ketiga di Indonesia. Pada tahun 2020, angka kejadian diabetes di Sulawesi Selatan mencapai 15,79%, dan DM merupakan penyebab kematian tertinggi di Sulawesi Selatan yaitu sebesar 41,56% (Syaipuddin et al., 2023).

126 Dalam mengidentifikasi jamur *Candida sp* yang menjamin pengobatan yang tepat dan efektif, metode identifikasi yang cepat dan akurat sangat penting salah satunya dengan menggunakan Vitek MS (*Mass Spectrometry*). Vitek MS merupakan instrumen yang digunakan untuk identifikasi mikroorganisme dengan menggunakan teknologi spektrometri massa. Instrumen ini dapat memberikan profil massa molekuler yang unik untuk setiap organisme, memungkinkan identifikasi yang cepat dan akurat (BioMerieux, 2019).

46 Berdasarkan uraian tersebut maka peneliti berkeinginan untuk
48 melakukan penelitian mengenai identifikasi jamur *Candida sp* pada urine penderita DM menggunakan Vitek MS.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam ini penelitian, yaitu apakah terdapat *Candida sp* pada urine penderita diabetes melitus menggunakan Vitek MS ?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi *Candida sp* pada urine penderita diabetes melitus.

2. Tujuan Khusus

- a. Untuk mengidentifikasi spora atau hifa jamur pada urine penderita diabetes melitus secara mikroskopik.
- b. Untuk mengidentifikasi pertumbuhan *Candida sp* pada urine penderita diabetes melitus pada media SDA.
- c. Untuk mengidentifikasi jenis *Candida sp* pada urine penderita diabetes melitus menggunakan Vitek MS.

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam membantu masyarakat untuk mengontrol kadar gula darah mereka agar tetap stabil. Selain itu, bagi individu yang menderita diabetes mellitus, menjaga kebersihan organ genital mereka menjadi suatu langkah penting untuk menghindari risiko infeksi yang disebabkan oleh jamur *Candida sp*.

2. Bagi Institusi

42 Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan menambah wawasan serta sebagai bahan informasi atau masukan kepada mahasiswa-mahasiswi Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Makassar khususnya jurusan Teknologi laboratorium medis.

3. Bagi Peneliti

83 Manfaat penelitian ini bagi peneliti ialah memperluas wawasan dan menambah pengetahuan serta menambah pengalaman bagi peneliti dalam melakukan pemeriksaan dibidang mikrobiologi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum tentang Diabetes Melitus (DM)

Kata "diabetes" berasal dari bahasa Yunani *diabētēs*, yang berarti "siphon" atau "mengalirkan". Kata ini merujuk pada salah satu gejala utama diabetes, yaitu sering buang air kecil (poliuria). Urine yang dikeluarkan penderita diabetes sering kali mengandung kadar gula (glukosa) yang tinggi. Kata "mellitus" berasal dari bahasa Latin *mellitus*, yang berarti "manis" atau "madu". Kata ini ditambahkan untuk menggambarkan rasa manis yang sering terdapat pada urine penderita diabetes. Sehingga, diabetes melitus dapat diartikan sebagai penyakit yang menyebabkan seseorang sering buang air kecil dengan urine yang mengandung kadar gula tinggi (Azwar, 2021).

DM adalah sekelompok penyakit metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia (kadar gula darah tinggi). Hiperglikemia ini disebabkan oleh kelainan sekresi insulin, gangguan kerja insulin, atau kedua-duanya. Secara klinis, diabetes terjadi ketika tubuh tidak lagi mampu memproduksi cukup insulin untuk mengkompensasi peningkatan resistensi insulin (Petersmann et al., 2019).

Pada DM terdapat defisiensi insulin yang dapat bersifat absolut atau relatif, serta terdapat gangguan fungsi insulin. Defisiensi insulin absolut mengindikasikan bahwa pankreas sama sekali tidak mampu menghasilkan

103 insulin, sehingga tubuh memerlukan suplai insulin eksternal. Di sisi lain, defisiensi insulin relatif menyiratkan bahwa pankreas masih mampu memproduksi insulin, baik dalam jumlah yang cukup maupun dalam jumlah yang kurang, namun fungsinya terganggu sehingga daya kerjanya menjadi lebih rendah (Declori, 2019).

22 DM adalah penyakit progresif kronis yang ditandai dengan ketidakmampuan tubuh untuk memetabolisme karbohidrat, lemak, dan protein secara efisien. Kondisi ini dapat menyebabkan hiperglikemia, yaitu peningkatan kadar gula darah. DM sering kali dikenal sebagai "gula tinggi," istilah yang umum digunakan baik oleh pasien maupun penyedia layanan kesehatan (Maria, 2021).

125 DM adalah gangguan kesehatan yang bersifat menahun atau penyakit kronis, dengan adanya gangguan metabolisme tubuh, yang ditandai dengan glukosa dalam darah atau melebihi batas normal (Kemenkes RI, 2020).

1 Patofisiologi Diabetes Melitus

1 Resistensi insulin dan kerusakan fungsi sel beta pankreas merupakan dua patofisiologi utama yang mendasari terjadinya kasus DM.

a. Resistensi insulin

Resistensi insulin adalah ketika sel-sel tubuh tidak responsif atau menolak sinyal yang dikirimkan oleh hormon insulin. Dampaknya adalah kurangnya respons tubuh terhadap insulin, yang

1 sering terjadi pada individu dengan berat badan berlebih atau
obesitas. Insulin tidak dapat berfungsi optimal di sel otot, lemak, dan
73 hati, sehingga pankreas harus memproduksi lebih banyak insulin
sebagai upaya kompensasi. Jika sel beta pankreas tidak mampu
menghasilkan insulin yang cukup untuk mengatasi resistensi insulin
yang meningkat, kadar glukosa darah cenderung meningkat,
2 menyebabkan hiperglikemia kronis. Hal ini dapat merusak sel beta
pada DM tipe 2 di satu sisi, dan memperburuk resistensi insulin di
1 sisi lain. Secara klinis, resistensi insulin mencerminkan adanya
konsentrasi insulin yang lebih tinggi dari normal yang diperlukan
untuk menjaga kadar glukosa darah tetap normal. Pada tingkat
seluler, resistensi insulin mencerminkan kemampuan yang tidak
memadai dalam transduksi sinyal insulin, mulai dari prereseptor,
reseptor, hingga postreseptor. (Sulastri, 2022).

2 Beberapa faktor yang diduga terlibat dalam patogenesis
resistensi insulin secara molekuler antara lain, Salah satu faktor
kunci adalah perubahan pada protein kinase B (Akt), yang dapat
mengganggu translokasi GLUT4 ke membran sel, sehingga
menurunkan penyerapan glukosa. Faktor lain yang berperan adalah
29 mutasi protein Insulin Receptor Substrate (IRS), yang dapat
mengganggu pengikatan insulin dan transduksi sinyal insulin.
29 Peningkatan fosforilasi serin dari protein IRS juga dapat
menghambat fungsi IRS dan menurunkan sensitivitas insulin.

97 Gangguan pada Phosphatidylinositol 3 Kinase (PI3 Kinase) dan protein kinase C (PKC) juga dapat mengganggu transduksi sinyal insulin dan menurunkan metabolisme glukosa. Terakhir, mekanisme molekuler dari inhibisi transkripsi gen IR (Insulin Receptor) dapat menyebabkan penurunan ekspresi reseptor insulin, yang ultimately, berujung pada resistensi insulin (Sulastri, 2022).

2 b. Kerusakan Sel Beta Pulau Langerhans Pankreas

1 Kerusakan pada sel β di pulau Langerhans pankreas pada DM tipe 1 terjadi sebagai akibat dari pembentukan autoantibodi. Mekanisme autoimun ini masih belum sepenuhnya dipahami, namun diperkirakan terkait dengan faktor genetik dan eksposur terhadap faktor lingkungan. Autoantibodi yang terbentuk akan menyebabkan kerusakan pada sel-sel β di pulau-pulau Langerhans pankreas dan menyebabkan infiltrasi limfosit. Kerusakan pada sel β ini tidak langsung terjadi, melainkan dapat berkembang selama bertahun-tahun tanpa menunjukkan gejala klinis karena umumnya baru terdeteksi setelah lebih dari 80% sel β mengalami kerusakan (Sulastri, 2022).

21 Normalnya, kadar gula darah diatur oleh hormon insulin yang diproduksi pankreas. Ketika makanan dicerna dan glukosa memasuki aliran darah, insulin membawa glukosa ke dalam sel dan mengubahnya menjadi energi. Namun, bagi penderita DM, tubuh tidak mampu mengubah glukosa menjadi energi karena kekurangan

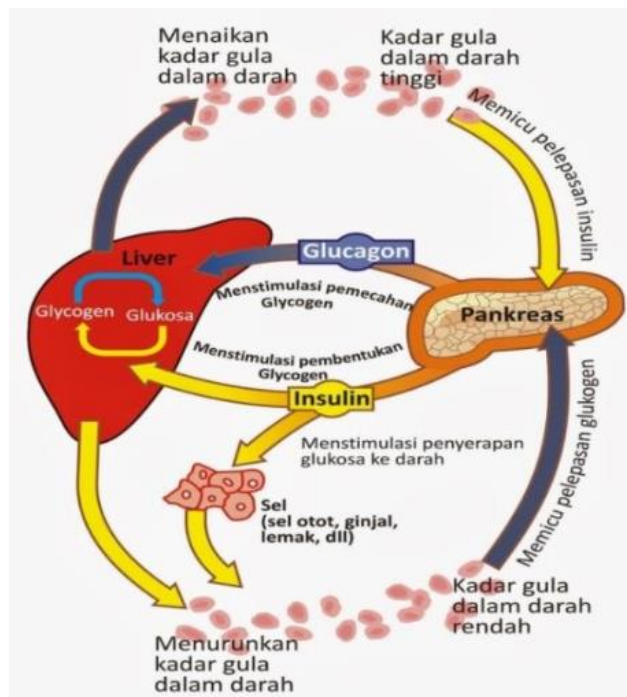
84

insulin. Hal ini terjadi karena glukosa tidak dapat masuk ke dalam sel tanpa bantuan insulin. Akibatnya, glukosa menumpuk dalam darah, menyebabkan hiperglikemia (Sulastri, 2022).

37

Kontrol glukosa darah dalam jangka panjang sangat dipengaruhi oleh kerusakan fungsi sel pankreas. Pada tahap awal setelah onset penyakit, pasien menunjukkan peningkatan glukosa darah setelah makan sebagai hasil dari resistensi insulin yang meningkat dan penurunan sekresi insulin pada fase awal. Namun, seiring berjalannya waktu, perkembangan kerusakan fungsi sel pankreas menyebabkan peningkatan glukosa darah yang bersifat permanen (Sulastri, 2022).

2



46

Gambar 2. 1 Patofisiologi diabetes melitus tipe 1 (Azwar, 2021)

Produksi insulin yang tidak mencukupi untuk melawan resistensi insulin dan hiperglikemia merupakan tanda disfungsi sel beta. Beberapa manifestasi dari disfungsi ini termasuk penurunan sekresi insulin tahap pertama yang cepat akibat peningkatan kadar glukosa plasma dan absennya pola sekresi insulin yang khas. Selain itu, terdapat bentuk kuantitatif kegagalan sel beta, seperti penurunan massa sel beta, degenerasi pulau Langerhans, dan penumpukan amiloid di dalam pulau tersebut. Berbagai faktor, termasuk obesitas, resistensi insulin, peradangan yang disebabkan oleh sitokin, dan konsumsi asam lemak jenuh dan bebas yang berlebihan, dapat menyebabkan kerusakan pada sel beta. Kehilangan massa dan fungsi sel beta berkontribusi pada DM melitus, baik tipe 1 maupun tipe 2 (Sulastri, 2022).

Interaksi antara faktor genetik dan lingkungan menyebabkan terjadinya disfungsi pada sel beta pankreas. Proses regenerasi dan kelangsungan hidup sel beta, mekanisme seluler yang mengatur sel beta, kapasitas adaptasi sel beta, ketidakmampuan mereka untuk memenuhi tuntutan metabolisme, dan proses apoptosis sel semuanya ikut memengaruhi jumlah dan kualitas sel beta pankreas (Sulastri, 2022).

Pada orang dewasa, sel beta memiliki umur sekitar 60 hari. Dalam kondisi normal, sekitar 0,5% dari sel beta mengalami apoptosis, namun proses ini seimbang dengan replikasi dan

neogenesis. Secara normal, ukuran sel beta relatif konstan, memastikan bahwa jumlah sel beta dipertahankan pada tingkat optimal selama masa dewasa. Namun, seiring bertambahnya usia, jumlah sel beta dapat menurun karena tingkat apoptosis melebihi tingkat replikasi dan neogenesis. Hal ini menjelaskan mengapa orang tua lebih rentan terhadap diabetes mellitus tipe 2 (Sulastris, 2022).

2. Klasifikasi Etiologi Diabetes Melitus

Tabel 2. 1 Klasifikasi Etiologi Diabetes Melitus

Klasifikasi	Keterangan
<i>Diabetes Melitus tipe 1</i>	Perusakan sel beta pankreas biasanya terkait dengan defisiensi insulin yang bersifat mutlak a. Autoimun b. Idiopatik
<i>Diabetes Melitus tipe 2</i>	Beragam, mulai dari yang didominasi oleh resistensi insulin dengan disertai defisiensi insulin relatif hingga yang didominasi oleh kelainan sekresi insulin dengan disertai resistensi insulin.
<i>Diabetes Gestasional</i>	Diabetes yang terdiagnosis selama trimester kedua atau ketiga kehamilan, di mana sebelumnya tidak ada tanda-tanda diabetes.
<i>Tipe spesifik yang berkaitan dengan penyebab lain</i>	a. Sindroma diabetes monogenik (diabetes neonatal, <i>maturity onset diabetes of the young</i> [MODY]) b. Penyakit eksokrin pankreas (fibrosis kistik, pankreatitis) c. Disebabkan oleh obat atau zat kimia (misalnya penggunaan glukokortikoid pada terapi HIV/AIDS atau setelah transplantasi organ).

(Sumber : Soelistijo, 2021)

3. Gejala dan Tanda Diabetes Melitus

Penderita DM mungkin mengalami sejumlah gejala, seperti poliuria (sering buang air kecil), polidipsia (haus berlebih), polifagia (nafsu makan meningkat), dan penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan, dapat dialami oleh orang yang memiliki diabetes mellitus. Selain itu, kesemutan di tangan atau kaki, gatal, penyembuhan luka yang lambat, keluhan kelelahan dan kurangnya energi, serta masalah penglihatan seperti penglihatan terganggu, termasuk dalam gejala-gejala lain dari DM. Di sisi lain, pasien DM tidak selalu menunjukkan gejala apa pun (Febrinasari dkk., 2020).

Gejala-gejala DM meliputi:

a. Poliuria (sering buang air kecil)

Poliuria merupakan kondisi ketika ekskresi urine setiap hari lebih dari 3 liter. Kondisi ini merupakan karakteristik utama gangguan metabolisme air ketika produksi urine pada orang dewasa berlebihan. Setiap peningkatan ekskresi urine disebut diuresis dan dapat disebabkan oleh asupan air yang berlebihan (polidipsi). Poliuria adalah satu di antara kerusakan homeostasis air yang masih dapat dikompensasi dengan kondisi lain, baik dalam hal berkurangnya konsentrasi urine akibat peningkatan asupan air yang berlebihan pada ekskresi urine.

Poliuria akibat DM atau gagal ginjal merupakan jenis poliuria primer dengan polidipsi sekunder. Dalam keadaan normal,

pengeluaran urine setiap hari sekitar 1,5 liter, tetapi pada pasien DM yang tidak terkontrol, pengeluaran urine menjadi lima kali lipatnya (Nugraha, 2022).

b. Polidipsi (banyak minum)

Keadaan ini dapat menyebabkan rasa haus yang berkelanjutan, mendorong penderita diabetes mellitus (DM) untuk minum secara berlebihan. Seiring dengan ekskresi urine yang meningkat, tubuh mengalami dehidrasi atau kekurangan cairan. Dalam upaya mengatasi masalah ini, tubuh akan meningkatkan produksi rasa haus, menyebabkan keinginan penderita untuk terus minum air, terutama yang dingin, manis, segar, dan dalam jumlah yang signifikan (Azwar, 2021).

c. Polifagia (merasa cepat lapar)

Nafsu makan yang meningkat (polifagi) dan perasaan kurang berenergi terkait dengan gangguan insulin pada penderita DM. Masalah insulin mengakibatkan penurunan asupan glukosa ke dalam sel tubuh dan, akibatnya, produksi energi yang berkurang. Hal ini menjadi penyebab utama perasaan kurang berenergi pada pasien. Selain itu, sel-sel tubuh mengalami kekurangan glukosa, memicu sinyal otak bahwa energi yang kurang disebabkan oleh kurangnya asupan makanan. Sebagai respons, tubuh berusaha meningkatkan asupan makanan dengan menimbulkan rasa lapar (Lestari dkk., 2021).

d. Berat badan menurun

99 Ketika tubuh kekurangan insulin, glukosa tidak dapat diakses dengan baik sebagai sumber energi. Hal ini menyebabkan tubuh beralih ke lemak dan protein sebagai alternatif. Pada penderita DM yang tidak terkontrol, glukosa yang tidak terpakai dibuang melalui urine, mengakibatkan hilangnya energi yang signifikan, hingga 2000 kalori per hari. Kondisi ini dapat memicu berbagai komplikasi, seperti 33 kesemutan, gatal-gatal, luka yang tidak kunjung sembuh pada kaki, gatal di daerah selangkangan pada wanita (*pruritus vulva*), dan rasa sakit pada ujung penis pada pria (*balanitis*) (Lestari dkk., 2021).

4. Diagnosis Diabetes Melitus

40 Tingkat glukosa darah dapat menjadi dasar untuk mendiagnosis DM. Pengujian glukosa darah dengan menggunakan enzim pada plasma darah vena adalah metode yang direkomendasikan untuk mengukur kadar glukosa. Meskipun pengambilan darah dari kapiler atau vena bisa digunakan, penting untuk memperhatikan berbagai standar diagnostik yang telah ditetapkan oleh WHO. Pengujian glukosa darah kapiler berguna untuk memantau hasil terapi. Dalam situasi di mana gejala klasik seperti poliuria (sering buang air kecil), polidipsia (haus berlebih), polifagia (nafsu makan meningkat), dan penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan muncul, sebaiknya timbul kecurigaan terhadap diabetes tipe 2. Pemeriksaan lebih lanjut dapat diperlukan untuk mengkonfirmasi diagnosis, dan diagnosis ditegakkan

berdasarkan hasil tes glukosa darah serta pertimbangan faktor risiko dan gejala lainnya. Itulah mengapa penting untuk mengikuti pedoman dan standar diagnostik yang berlaku untuk memastikan diagnosis yang akurat (Declori, 2019).

Tabel 2. 2 Kriteria Diagnosis Diabetes Melitus

Pemeriksaan glukosa plasma puasa sebesar 126 mg/dL atau lebih. Puasa diartikan sebagai kondisi tanpa asupan kalori minimal selama 8 jam.
atau
Pemeriksaan glukosa plasma 2 jam setelah Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) dengan beban glukosa 75 gram, dengan hasil sebesar 200 mg/dL atau lebih.
atau
Pemeriksaan glukosa plasma sewaktu yang menunjukkan kadar glukosa 200 mg/dL atau lebih, yang diukur pada saat terdapat keluhan klasik atau krisis hiperglikemia.
atau
Pemeriksaan HbA1c sebesar 6,5% atau lebih, menggunakan metode yang terstandarisasi oleh <i>National Glycohaemoglobin Standardization Program (NGSP)</i> dan <i>Diabetes Control and Complications Trial assay (DCCT)</i> .

(Sumber : Soelistijo, 2021)

Berikut tabel diagnosis DM berdasarkan tes laboratorium glukosa darah dan HbA1C.

Tabel 2. 3 Kadar Tes Laboratorium darah untuk Diagnosis Diabetes dan Prediabetes

Diagnosis	HbA1C (%)	GDP (mg/dl)	GDPP (mg/dl)
Diabetes	> 6,5	> 125	> 200
Prediabetes	5,7-6,4	100-125	140-199
Normal	< 5,7	< 100	< 140

(Sumber :Sulastri, 2022)

Keterangan :

GDP = glukosa darah puasa (puasa minimal 8 jam)

GDPP = glukosa darah postprandial (2 jam setelah makan)

Tabel 2. 4 Diagnosis Diabetes Melitus Berdasarkan Kadar Glukosa Darah

Jenis pemeriksaan glukosa darah	Spesimen	Bukan DM	Belum pasti DM	DM
Glukosa darah sewaktu (mg/dl)	Plasma vena	< 100	100-199	≥ 200
	Plasma kapiler	< 90	99-199	
Glukosa darah puasa (mg/dl)	Plasma vena	< 100	100-125	≥ 126
	Plasma kapiler	< 90	90-99	≥ 100

(Sumber : Sulastri, 2022)

5. Etiologi Diabetes Melitus

Di dalam pankreas, pulau Langerhans memainkan peran penting dalam regulasi kadar gula darah. Pulau Langerhans memiliki dua jenis sel utama, yaitu sel beta dan sel alfa. Sel beta bertanggung jawab untuk memproduksi insulin, hormon yang membantu sel tubuh menyerap glukosa dari darah. Di sisi lain, sel alfa menghasilkan glukagon, hormon yang meningkatkan kadar gula darah dengan merangsang pelepasan glukosa dari hati. Kedua jenis sel ini bekerja bersama secara harmonis untuk menjaga keseimbangan gula darah. Ketika kadar gula darah tinggi, sel beta melepaskan insulin untuk membantu sel tubuh menyerap glukosa. Sebaliknya, ketika kadar gula

darah rendah, sel alfa melepaskan glukagon untuk meningkatkan kadar gula darah (Sapra & Bhandari, 2023).

19 DM tipe 1 ditandai dengan kerusakan pada sel beta di pankreas, biasanya disebabkan oleh proses autoimun. Dalam kondisi ini, sel beta mengalami penghancuran total, mengakibatkan kurangnya atau bahkan tidak adanya insulin. Sebaliknya, DM tipe 2 melibatkan onset yang lebih gradual, dimana ketidakseimbangan antara kadar insulin yang dihasilkan dan sensitivitas insulin menyebabkan defisit fungsional insulin. Resistensi insulin pada DM tipe 2 dipengaruhi oleh berbagai faktor, umumnya berkembang dari kondisi seperti obesitas dan penuaan (Sapra & Bhandari, 2023).

24 Diabetes gestasional pada dasarnya adalah diabetes yang bermanifestasi selama kehamilan. Masih belum diketahui mengapa hal ini terjadi; namun, beberapa orang berspekulasi bahwa antigen HLA mungkin berperan, khususnya HLA DR2, 3, dan 4. Proinsulin yang berlebihan juga dianggap berperan dalam diabetes gestasional, dan beberapa orang berpendapat bahwa proinsulin dapat menginduksi stres sel beta. Yang lain percaya bahwa konsentrasi hormon yang tinggi seperti progesteron, kortisol, prolaktin, laktogen plasenta manusia, dan estrogen dapat memengaruhi fungsi sel beta dan sensitivitas insulin perifer (Sapra & Bhandari, 2023).

24 Beberapa endokrinopati, termasuk akromegali, sindrom Cushing, glukagonoma, hipertiroidisme, hiperaldosteronisme, dan

somatostatinoma, telah dikaitkan dengan intoleransi glukosa dan diabetes melitus, karena aksi glukogenik yang melekat pada hormon endogen yang disekresikan secara berlebihan pada sel (Sapra & Bhandari, 2023).

6. Epidemiologi Diabetes Melitus

Menurut perkiraan *Federasi Diabetes Internasional* (IDF) pada tahun 2019, jumlah individu yang mengidap DM di seluruh dunia antara usia 20 hingga 79 tahun mencapai 463 juta orang. Angka ini mencakup sekitar 9,3% dari total populasi dalam kelompok usia yang sama. Perlu dicatat bahwa prevalensi DM lebih tinggi pada pria (9,65%) dibandingkan dengan wanita (9%). Prevalensi DM cenderung meningkat seiring bertambahnya usia. Pada kelompok usia 65-79 tahun, sekitar 19,9% atau sekitar 111,2 juta orang dilaporkan mengidap DM. Proyeksi IDF menunjukkan bahwa angka ini diperkirakan akan terus meningkat, mencapai 578 juta pada tahun 2030 dan bahkan mencapai 700 juta pada tahun 2045. Peningkatan ini menciptakan kekhawatiran global yang memerlukan pemantauan yang cermat dan tindakan pencegahan yang efektif untuk mengatasi dampak kesehatan masyarakat yang semakin meningkat akibat DM (Kemenkes RI, 2020).

Menurut data dari Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018, 8,5% dari penduduk Indonesia yang berusia 15 tahun ke atas menderita diabetes. Kriteria diagnosis diabetes mellitus pada Riskesdas 2018 didasarkan pada konsensus Perhimpunan Endokrinologi

Indonesia (PERKENI), yang mengadopsi kriteria *American Diabetes Association* (ADA): kadar glukosa darah ≥ 126 mg/dL saat puasa, kadar glukosa darah ≥ 200 mg/dL dua jam setelah makan, dan kadar glukosa darah sewaktu (random) ≥ 200 mg/dL dengan gejala seperti poliuria, polidipsia, polifagia, dan penurunan berat badan (Kemenkes RI, 2020).

Menurut studi Riset Kesehatan Dasar (Riskesmas) tahun 2018, sebanyak 2% dari penduduk Indonesia yang berusia 15 tahun ke atas didiagnosis menderita DM oleh tenaga medis. Persentase ini lebih tinggi daripada prevalensi DM sebesar 1,5% pada populasi yang berusia 15 tahun ke atas, seperti yang dilaporkan oleh temuan Riskesmas tahun 2013. Di sisi lain, menurut tes kadar gula darah, prevalensi DM meningkat dari 6,9% pada tahun 2013 menjadi 8,5% pada tahun 2018. Artinya, hanya sekitar 25% dari penderita diabetes yang mengetahui bahwa mereka menderita DM, mengindikasikan adanya kesenjangan informasi atau kesadaran di kalangan penderita DM (Kemenkes RI, 2020).

B. Tinjauan Umum Urine

1. Definisi Urine

Urine merupakan produk limbah yang dibuat oleh ginjal dan kemudian dikeluarkan dari tubuh saat seseorang buang air kecil. Pengeluaran urine ini penting untuk menjaga keseimbangan cairan tubuh dan menghilangkan produk limbah atau molekul yang telah difilter oleh ginjal (Harlina, 2021).

Proses pembentukan urine melibatkan serangkaian tahap kompleks yang terjadi di dalam ginjal. Tahap pertama, filtrasi, terjadi di glomerulus, suatu struktur kecil yang terdiri dari kapiler darah dan sel-sel khusus. Di sini, darah mengandung zat sisa metabolisme, glukosa, asam amino, garam, air, dan ion didorong melalui glomerulus, menghasilkan urine primer yang mengandung semua zat dalam darah kecuali protein. Tahap kedua, reabsorpsi, terjadi di tubulus ginjal, di mana zat-zat yang masih dibutuhkan oleh tubuh seperti glukosa, asam amino, air, dan garam, diserap kembali ke dalam darah. Proses ini berlangsung secara aktif dan pasif. Tahap ketiga, augmentasi atau sekresi, terjadi di tubulus distal dan tubulus kolektivus, di mana zat sisa metabolisme yang tidak dibutuhkan oleh tubuh, seperti urea, asam urat, sisa obat, H^+ , dan NH_4^+ , dikeluarkan dari darah ke dalam tubulus ginjal. Hasilnya adalah urine sekunder, yang merupakan urine sebenarnya. Akhirnya, urine sekunder mengalir dari tubulus ginjal ke pelvis ginjal, ureter, kandung kemih, dan uretra, sebelum dikeluarkan dari tubuh melalui proses buang air kecil. Selain itu, beberapa faktor seperti zat diuretik, suhu, volume larutan dalam darah, dan emosi dapat mempengaruhi volume urine.

2. Komposisi Urine

Komposisi urine memiliki nilai penting dalam mencerminkan fungsi ginjal dalam menahan dan menyerap bahan-bahan esensial untuk keperluan metabolisme dasar dan menjaga homeostasis tubuh. Secara

normal, jumlah bahan yang diekskresikan dalam urine selama 24 jam mencakup 35 gram bahan organik dan 25 gram bahan anorganik.

Laki-laki dewasa memiliki kemampuan memproduksi urine sebanyak 9-22 ml per hari, sedangkan wanita sekitar 6-15 ml per hari. Komposisi urine yang sehat, diukur dalam gram per 24 jam atau per 1200 ml, mencakup glukosa kurang dari 0,005 mg; asam amino sebanyak 0,80 g; urea 25 g; kreatinin 1,5 g; asam urat 0,7 g; sodium (Na) 3,0 g; potassium (K) 1,7 g; calcium (Ca) 0,2 g; magnesium (Mg) 0,15 g; chloride (Cl) 6,3 g; phosphate (PO₄) 1,2 g; sulfate (SO₄) 1,4 g; dan karbonat 0-3 g. Informasi ini membantu menilai kesehatan ginjal dan memonitor kelangsungan fungsi ekskresi tubuh (Siregar, 2019).

3. Urine Penderita Diabetes Mellitus

Pada penderita DM terjadi peningkatan kadar glukosa yang berlebih dalam urine. Kondisi ini menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan jamur, terutama karena sistem pertahanan imun penderita DM cenderung rendah, meningkatkan risiko infeksi. Kenaikan kadar glukosa dalam urine juga mengakibatkan pH urine menjadi rendah, yang merangsang pertumbuhan jamur. Selain itu, frekuensi buang air kecil yang meningkat pada penderita DM menciptakan daerah genital yang lebih lembab, menjadi lingkungan yang subur bagi pertumbuhan jamur. Oleh karena itu, saat melakukan pemeriksaan urine pada penderita DM dengan uji spesifik menggunakan media pertumbuhan jamur, seringkali ditemukan spesies

Candida yang ditandai dengan keberadaan sel ragi yang berkecambah. Faktor ini mungkin disebabkan oleh adanya jamur yang ikut terbawa bersama urine yang dikeluarkan oleh penderita (Manihuruk & Napitupulu, 2023).

C. Tinjauan Umum tentang Jamur

1. Definisi Jamur

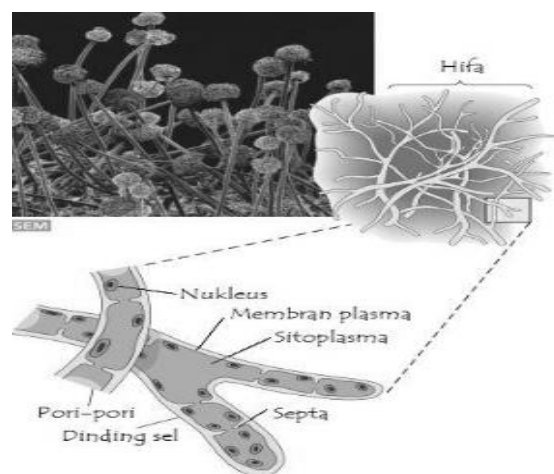
Jamur atau fungi adalah organisme eukariotik yang memiliki beberapa ciri khas, termasuk keberadaan membran inti sel (eukariotik), berkembang biak dengan spora (berspora), tidak dapat melakukan fotosintesis (tidak berklorofil), serta memiliki kemampuan bereproduksi secara seksual dan aseksual. Dari sekitar 200.000 spesies jamur di dunia, sekitar 100-200 spesies memiliki sifat patogen atau oportunistik patogen. Jamur-jamur ini memiliki potensi untuk menyebabkan penyakit mikosis pada manusia dan hewan (Delost, 2015). Jamur tidak berklorofil sehingga bersifat heterotrof dan berkembang biak secara seksual maupun aseksual (Muniroh & Elprida, 2016).

2. Morfologi Jamur

Jamur memiliki dua bentuk pertumbuhan dasar yang berbeda, yaitu kapang dan khamir. Khamir terdiri dari sel tunggal yang berbentuk bulat, lonjong, atau memanjang. Berkembang biak dengan membentuk tunas, hifa semu, dan koloni yang basah atau berlendir, dengan contoh spesies seperti *Saccharomyces cerevisiae* (ragi roti) dan *Candida albicans*. Sementara itu, kapang merupakan mikroorganisme

25
127
multiseluler yang memiliki miselium dan spora. Miselium terbentuk dari filamen-filamen yang disebut hifa, yang merupakan sel-sel memanjang dan bercabang. Koloni yang dibentuk oleh kapang dapat menyerupai kapas ("cottony", "woolly") atau padat ("velvety", "powdery"). Kapang memiliki ukuran lebih besar dibandingkan dengan khamir (Muniroh & Elprida, 2016).

Semua jamur memiliki enzim lisosim yang berfungsi untuk mencerna sel-sel yang rusak, membantu jamur patogen menyerang inangnya. Beberapa jenis jamur, seperti sel yeast, memiliki plasmid yang dapat digunakan dalam teknik rekayasa genetika untuk mengklon gen asing ke dalam sel yeast. Sel hifa pada jamur terpisah oleh sekat dinding yang disebut septa (septum: tunggal). Selama pertumbuhannya, hifa jamur membentuk struktur membelit-belit dan membentuk pola anyaman yang disebut miselium, yang dapat terlihat secara makroskopis sebagai suatu massa (Prayitno & Hidayati, 2020).



Gambar 2. 2 Morfologi Miselium dan Hifa Jamur Multiseluler
(Prayitno & Hidayati, 2020)

Yeast, seperti *Saccharomyces cerevisiae* (ragi roti), *Cryptococcus spp.*, dan *Roseus Sporobolomyces*, merupakan jamur uniseluler yang tidak memiliki struktur hifa dan berkembang biak melalui proses *budding*. Di sisi lain, jamur dimorfik, seperti *Candida albicans*, memiliki kemampuan untuk berubah antara bentuk hifa dan yeast, yang dipengaruhi oleh faktor seperti suhu, nutrisi, dan keasaman lingkungan (Prayitno & Hidayati, 2020).

Sel ragi umumnya memiliki tunas yang tumbuh dari satu atau lebih titik pada permukaan selnya. Proses ini dimulai dengan tunas yang muncul pada titik pertumbuhan tertentu, yang disebut sebagai budsite. Tunas tersebut kemudian memanjang seiring waktu sebelum akhirnya mengubah bentuknya menjadi bulat dengan sintesis komponen dinding baru yang menutupi seluruh permukaan sel. Selama proses ini, inti sel induk bergerak ke lokasi tunas dan mengalami pembelahan, menyebabkan satu inti tetap berada di sel induk, sementara inti yang lain berpindah ke sel anak yang baru terbentuk (Prayitno & Hidayati, 2020).

58 Sel khamir umumnya memiliki ukuran yang lebih besar daripada bakteri, meskipun ada khamir kecil yang ukurannya tidak lebih besar dari bakteri terbesar. Ukuran sel khamir bervariasi, mulai dari 1-5 μm lebar dan 5-30 μm panjang. Bentuk sel khamir dapat berupa telur, memanjang, atau bola, dan variasi ini dapat terjadi bahkan satu spesies

khamir. Seiring dengan variasi bentuk, khamir tidak dilengkapi dengan flagelum atau organel penggerak lainnya (Koes, 2014).

25 Tubuh jamur terdiri dari dua komponen utama: miselium dan spora. Miselium merupakan kumpulan filamen yang disebut hifa.

58 Dibandingkan dengan sel bakteri yang memiliki diameter sekitar 1 μm , hifa memiliki lebar yang lebih besar, yaitu 5-10 μm . Dari segi morfologi, hifa dapat dibedakan menjadi tiga jenis (Koes, 2014) :

a. Aseptat atau Senosit:

96 Ciri ini membuat hifa aseptat menjadi berbeda dari jenis hifa lainnya yang memiliki sekat-sekat yang membagi hifa menjadi sel-sel terpisah. Dalam struktur aseptat, inti sel dan sitoplasma dapat mengalir bebas di sepanjang seluruh panjang hifa tanpa adanya pembatas internal, memberikan karakteristik yang khas pada jenis jamur tertentu.

2 b. Septate dengan Sel-sel Uninukleat:

Hifa ini memiliki sekat yang membagi hifa menjadi ruang-ruang atau sel-sel yang berisi satu nukleus. Setiap sekat dilengkapi dengan pori yang memfasilitasi perpindahan nukleus dan sitoplasma antar sel.

c. Septate dengan Sel-sel Multinukleat:

Hifa ini juga memiliki sekat, tetapi setiap selnya berisi banyak nukleus. Meskipun ada sekat pada hifa, tidak selalu mengakibatkan

pemisahan sel secara individual, karena masih terdapat pori yang memungkinkan pertukaran material antar sel (Koes, 2014).

3. Peranan Jamur

a. Peranan menguntungkan

Jamur memiliki peran penting dalam kehidupan manusia dan lingkungan. Beberapa peran jamur yang menguntungkan antara lain: Sebagai pengurai, jamur pengurai bahan organik yang sangat efisien. Mereka memainkan peran penting dalam proses dekomposisi, mengurai bahan-bahan organik mati menjadi senyawa-senyawa sederhana yang dapat digunakan kembali oleh tanaman dan mikroorganisme lainnya. Proses ini membantu menjaga keseimbangan ekosistem dan mendaur ulang unsur-unsur penting. Peranan sebagai sumber makanan, beberapa jenis jamur dapat dikonsumsi langsung dan memiliki nilai gizi yang baik, kaya akan protein, asam amino esensial, serat, dan berbagai jenis vitamin seperti B1, B2, C, D, dan E. Peranan sebagai sumber Obat-obatan seperti beberapa jenis jamur menghasilkan senyawa bioaktif yang memiliki manfaat dalam pengobatan. Peranan sebagai bahan tambahan, jamur juga digunakan sebagai bahan tambahan dalam berbagai produk olahan, seperti dalam proses fermentasi, penghasil enzim, dan sebagai bahan tambahan dalam produksi makanan (Prasetyo & Husen, 2019).

Tabel 2. 5 Peran Jamur yang Menguntungkan

Spesies	Peranan
Bidang industri	
<i>Saccharomyces elipsoides</i>	Gliserol
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Fermentasi alkohol
<i>Aspergillus niger</i>	Sintesa asam sitrat, asam oksalat.
<i>Monascus purpureus</i>	produksi angkak (zat warna merah).
Produksi antibiotik	
<i>Penicillium notatum</i> dan <i>P. chrysogenum</i>	Penisilin
Sumber pangan	
<i>Agaricus competris</i> , <i>Auricularia polytrica</i> , <i>Traniella fuciformis</i> , <i>Volvaria volvacea</i> , <i>Pleurotus judae</i>	Champignon, jamur kuping hitam, jamur kuping putih, jamur merang, jamur kuping merah
Fermentasi tradisional	
<i>Rhizopus oligosporus</i>	tempe
<i>Neurospora sitophia</i>	oncom
<i>Aspergillus oryzae</i>	Kecap, oncom
<i>Zymomonas mobilis</i>	Tape, tuak
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	tape

(Sumber : Prasetyo & Husen, 2019)

b. Peranan merugikan

Beberapa peran jamur yang dapat merugikan antara lain: sebagai penghasil racun, beberapa jenis jamur dapat menghasilkan senyawa racun yang berbahaya bagi manusia. Peranan patogen pada Tanaman, kelompok jamur Oomycota merupakan patogen utama pada tanaman. Kerusakan pada Bahan Makanan, Beberapa jenis jamur dapat menyebabkan kerusakan pada bahan makanan.

Misalnya, jamur dapat menyebabkan busuk pada buah-buahan dan sayuran (Prasetyo & Husen, 2019).

Tabel 2. 6 Peran Jamur yang merugikan

Spesies	Peranan
Penyakit pada manusia	
<i>Candida albicans</i>	Penyebab sariawan dan Keputihan (candidiasis)
<i>Aspergillus fumigatus</i>	Penyebab penyakit saluran pernafasan (aspergillosis)
<i>Aspergillus nidulans</i>	Automikosis pada telinga
<i>Aspergillus flavus</i>	Penyebab kanker hati dan kacang tanah tengik
<i>Malassezia furfur</i>	Penyebab ketombe
<i>Microsporum</i>	Penyebab kurap
<i>Tinea versicolor</i>	Penyebab panu
<i>Tinea unguis</i>	Jamur pada Kuku
<i>Pneumonia carini</i>	Penyebab pneumonia
Penyakit pada tumbuhan	
<i>Albugo</i>	Parasite tumbuhan
<i>Penicillium expansum</i>	Apel busuk
<i>Synchytrium endobioticum</i>	Kutil kentang
<i>Bipolaris oryzae</i>	Bintik coklat pada padi
<i>Puccinia graminis</i>	Bercak Karat pada rerumputan
<i>Meliola mangiferae</i>	Bintik hitam pada daun mangga

(Sumber : Prasetyo & Husen, 2019)

D. Tinjauan Umum tentang *Candida sp*

1. Definisi *Candida sp*

Candida sp merupakan jamur dimorfik yang secara normal ditemukan di berbagai bagian tubuh manusia sebagai bagian dari flora normal, termasuk saluran pencernaan, pernafasan, vagina, uretra, kulit, dan di bawah kuku. Dalam kondisi normal, *Candida sp.* hidup dalam keseimbangan dengan mikroorganisme lain di tubuh. Namun,

120 ketika sistem kekebalan tubuh melemah, baik secara lokal maupun secara sistemik, *Candida sp* dapat mengalami pertumbuhan yang berlebihan dan menyebabkan infeksi yang dikenal sebagai kandidiasis. Beberapa faktor yang dapat menurunkan daya tahan tubuh dan meningkatkan risiko kandidiasis meliputi penggunaan antibiotik, diabetes, kehamilan, infeksi HIV/AIDS, stres, dan keganasan (Ward, 2019).

25 *Candida sp* dapat berkembang secara aseksual melalui proses tunas (budding) dan membentuk sel ragi (yeast) berbentuk oval dengan diameter sekitar 3-6 μm . Pada kondisi tertentu, *Candida sp* juga dapat mengubah bentuknya menjadi pseudohifa atau hifa sejati. Gejala kandidiasis dapat bervariasi tergantung pada lokasi infeksiya (Dewi dkk., 2018).

2. Klasifikasi *Candida sp*

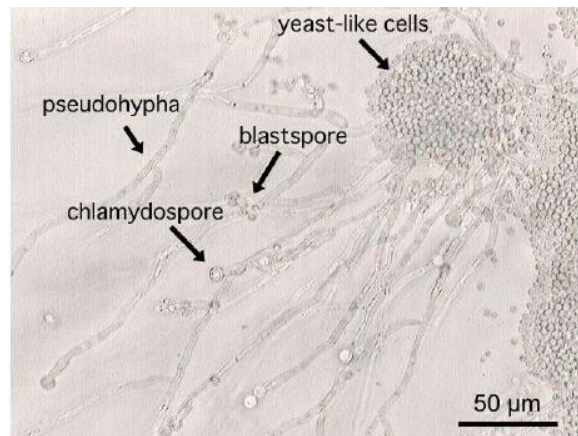
Klasifikasi jamur *Candida sp* (Delost, 2015), yaitu :

1 Kingdom : Fungi
Filum : *Ascomycota*
Subfilum : *Saccharomycotina*
Kelas : *Saccharomycetes*
Ordo : *Saccharomycetales*
Famili : *Saccharomycetaceae*
Genus : *Candida*

Genus *Candida* terdiri dari lebih dari 200 spesies, menjadikannya kelompok jamur ragi yang sangat beragam. Berbeda dengan banyak jamur lain, genus *Candida* umumnya tidak memiliki siklus seksual dan bereproduksi secara aseksual melalui tunas. Meskipun genus *Candida* beragam, tidak semua spesiesnya dapat menyebabkan infeksi pada manusia. Hanya beberapa spesies tertentu yang memiliki kemampuan untuk menjadi patogen dan menimbulkan penyakit. Berikut beberapa spesies *Candida* yang paling sering dikaitkan dengan infeksi pada manusia: *Candida albicans*, *Candida (Torulopsis) glabrata*, *Candida parapsilos*, *Candida tropicalis*, *Candida krusei*, *Candida kefyr*, dan juga spesies yang jarang menyebabkan infeksi, yaitu *Candida guilliermondii*, *Candida lusitaniae*, *Candida stellatoidea*, dan *Candida dubliniensis* (Fifendy, 2017: dalam (Situmorang, 2021)).

3. Morfologi *Candida sp*

Candida sp adalah sejenis jamur mikroskopis berukuran mungil, hanya sekitar 3-4 mikrometer, berbentuk oval atau bulat. Tidak seperti kebanyakan bakteri, ia berwarna gram positif dan tidak memiliki lapisan pelindung seperti kapsul. Uniknya, *Candida sp* dapat berubah bentuk. Biasanya ia berbentuk sel ragi tunggal, tapi ia juga bisa membentuk struktur seperti rantai yang disebut pseudohifa. Ini terjadi ketika tunas-tunasnya, yaitu cara ia berkembang biak, gagal terlepas dan malah menempel satu sama lain. Rantai ini memiliki lekukan atau penyempitan di antara sel-selnya (Koes, 2014).

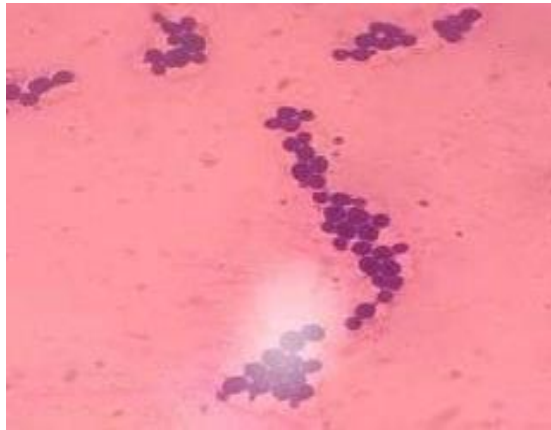


Gambar 2. 3 Jamur *Candida sp* menggunakan mikroskop cahaya (Harlina, 2021)

113 Infeksi jamur oleh *Candida sp* merupakan salah satu kasus yang
3 paling umum terjadi dan menyebar lebih luas dibandingkan dengan
4 infeksi jamur lainnya. *Candida sp* terutama *Candida albicans*, dapat
bersifat saprofit, yang berarti jamur tersebut dapat menjadi bagian dari
47 flora normal di berbagai area tubuh seperti kulit, selaput lendir mulut,
saluran pencernaan, saluran pernapasan, vagina, dan kuku. Meskipun
berperan sebagai flora normal, *Candida albicans* dan spesies *Candida*
lainnya juga memiliki sifat patogen, yang dapat menyebabkan infeksi
baik yang bersifat primer maupun sekunder (Geni dkk., 2020).



Gambar 2. 4 Koloni *Candida sp* pada media SDA pada suhu 37°C (Suraini, 2023)



15 **Gambar 2. 5 Jamur *Candida sp* pada hasil pewarnaan Gram (Suraini, 2023)**

4 Dalam proses isolasi jamur *Candida*, digunakan media agar khusus yang disebut Sabouraud Dextrose Agar (SDA). Media ini kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C.

Pertumbuhan koloni *Candida sp* pada media Sabouraud memiliki karakteristik khas, di antaranya koloni yang menonjol dari permukaan medium, bentuk bulat, permukaan koloni yang halus dan licin, warna putih kekuning-kuningan, serta memiliki bau yang khas mirip ragi. Dengan menggunakan media dan kondisi inkubasi tertentu, proses isolasi ini memungkinkan untuk mengidentifikasi dan mengamati sifat-sifat khas dari pertumbuhan koloni *Candida sp* (Koes, 2014).

4. Patogenesis *Candida sp*

93 Infeksi pada manusia dapat terjadi akibat jamur patogen oportunistik dari genus *Candida*. Bahkan, hampir 72% dari infeksi jamur nosokomial (penyakit yang diperoleh di rumah sakit) dan 15%

dari semua infeksi yang diperoleh di rumah sakit disebabkan oleh *Candida sp* (Situmorang, 2021).

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya infeksi *Candida* pada manusia dikategorikan ke dalam dua kelompok utama (Situmorang, 2021), yaitu :

a. Faktor Endogen

1) Perubahan fisiologi tubuh

Kehamilan, menopause, dan diabetes dapat menyebabkan perubahan hormonal dan keseimbangan mikroflora yang meningkatkan risiko infeksi *Candida*.

2) Penurunan sistem kekebalan tubuh

HIV/AIDS, kanker, dan penggunaan obat-obatan kortikosteroid dapat melemahkan sistem kekebalan tubuh dan membuat tubuh lebih rentan terhadap infeksi *Candida*.

3) Penyakit kronis

Diabetes, kanker, dan penyakit autoimun dapat meningkatkan risiko infeksi *Candida*.

4) Ketidakseimbangan mikroflora

Penggunaan antibiotik yang berlebihan dapat mengganggu keseimbangan mikroflora normal di tubuh, memungkinkan *Candida* untuk tumbuh berlebihan.

b. Faktor Eksogen

1) Penggunaan alat kesehatan

Penggunaan alat-alat kesehatan seperti kateter intravena dan ventilator dapat meningkatkan risiko infeksi *Candida*.

2) Kebersihan yang buruk

Kurangnya kebersihan pribadi dan lingkungan dapat meningkatkan risiko infeksi *Candida*.

3) Kelembaban tinggi

Lingkungan yang lembab dapat meningkatkan pertumbuhan *Candida*.

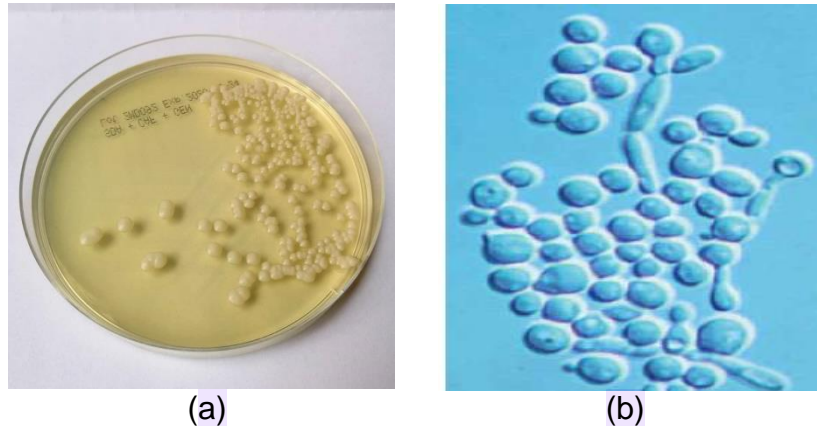
4) Penggunaan obat-obatan tertentu

Penggunaan obat-obatan seperti kortikosteroid dan pil KB dapat meningkatkan risiko infeksi *Candida*.

5. Spesies *Candida* Patogen

a. *Candida albicans*

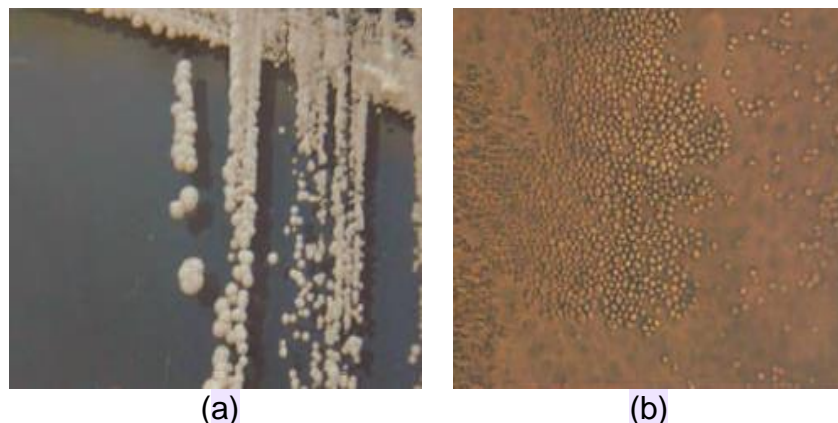
Candida albicans pada media SDA biasanya koloni berbentuk bulat, berwarna putih hingga krem halus, tidak memiliki bulu halus, seperti ragi. Secara mikroskopik, yaitu Blastokonidia tunas berbentuk bulat hingga subspherical, berukuran 2-7 x 3-8 μm , bentuk sel bulat dan dapat membentuk pseudohifa. (Kidd et al., 2016).



4
Gambar 2. 6 (a) Koloni *Candida albicans* pada media SDA (b) Secara Mikroskopik (www.infolabmed.com)

b. *Candida glabrata*

Candida glabrata pada media SDA biasanya koloni lebih kecil dan lebih bulat, berwarna putih hingga krem, umumnya berwarna hijau atau coklat, teksturnya lebih padat dan kering, halus, tidak memiliki bulu halus, seperti ragi. Ciri-ciri secara mikroskopik, yaitu bentuk sel oval atau hampir bulat, Blastokonidia tunas ellipsoidal, berukuran 3,9-6 x 2-4 μm . Tidak ada hifa semu atau klamidospora yang dihasilkan (Kidd et al., 2016).

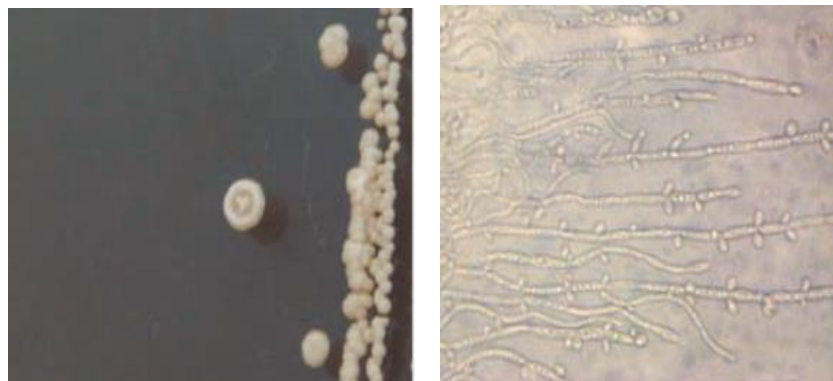


4
Gambar 2. 7 (a) Koloni *Candida glabrata* pada media SDA, (b) Secara Mikroskopik (www.microbenotes.com)

c. *Candida parapsilosis*

Jamur *Candida parapsilosis* adalah salah satu spesies dari genus *Candida*, yang merupakan kelompok jamur ragi yang dapat menyebabkan infeksi pada manusia dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah, terutama pada pasien yang berada di rumah sakit, bayi prematur, atau orang yang menggunakan kateter intravaskular.

Candida parapsilosis pada media SDA biasanya berbentuk bulat, berwarna putih sampai krem halus, tidak memiliki bulu halus, seperti ragi. Ciri-ciri secara mikroskopik, yaitu Ellipsoid, subglobose hingga blastokonidia tunas fusiform, $4 \times 3-6 \mu\text{m}$, dengan beberapa bentuk subglobose yang lebih besar. Bentuk sel oval hingga bulat,

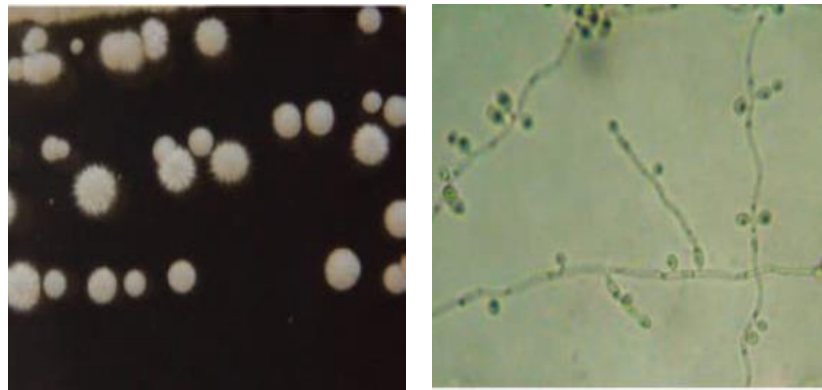


pseudohifa mungkin hadir namun lebih pendek, dan pada hifa terdapat septat yang terlihat (Kidd et al., 2016).

(a) (b)
Gambar 2. 8 (a) Koloni *Candida parapsilosis* pada Media SDA, (b)
Secara mikroskopik
(www.microbenotes.com)

d. *Candida tropicalis*

Candida tropicalis adalah jenis jamur yang dapat diidentifikasi melalui ciri-ciri morfologi pada media SDA. Koloni yang dihasilkan memiliki bentuk bulat, dengan variasi warna antara putih dan krem, serta memiliki permukaan yang umumnya halus dengan tekstur yang lembut. Secara mikroskopik, *Candida tropicalis* menunjukkan sel-sel seperti ragi berbentuk bulat hingga subspherical atau blastoconidia, dengan ukuran sekitar 3,5-7 x 5,5-10 μm . Selain itu, hifa pada jamur ini dapat memiliki septa yang terlihat, yaitu sekat-sekat yang



membagi hifa menjadi segmen-segmen terpisah (Kidd et al., 2016).

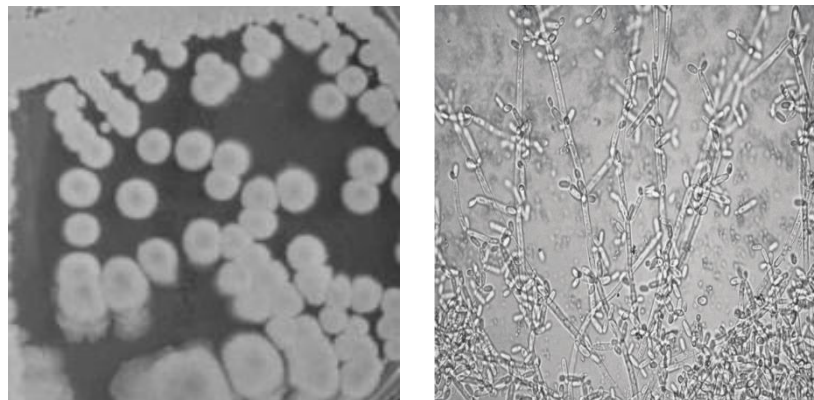
(a) (b)
Gambar 2. 9 (a) Koloni *Candida tropicalis* pada Media SDA, (b)
Secara mikroskopik
(www.microbenotes.com)

e. *Candida krusei*

Koloni *Candida krusei* pada media SDA umumnya menunjukkan karakteristik bentuk yang kurang rata, sering kali menyerupai krater atau kembang api. Ciri ini mencakup perbedaan dalam bentuk dan tekstur dari koloni jamur lain pada media tersebut.

Koloni tersebut mungkin tampak lebih tidak teratur dan memiliki permukaan yang kasar, menyerupai pola yang terbentuk oleh krater atau kembang api.

Secara mikroskopik, sel *Candida krusei* biasanya oval hingga bulat. Namun, bentuk selnya dapat bervariasi dan terkadang dapat muncul sebagai pseudohifa atau hifa pendek. Pseudohifa ini terdiri dari sel-sel yang tampak seperti hifa, tetapi tidak memiliki septa atau pembatas antarsel yang jelas. *Candida krusei* dapat membentuk spora, tetapi spora ini cenderung lebih kecil dibandingkan dengan



spora pada beberapa spesies *Candida* lainnya (Kidd et al., 2016).

(a)

(b)

Gambar 2. 10 (a) Koloni *Candida krusei* pada Media SDA, (b) Secara mikroskopik
(www.researchgate.net)

6. Gejala Klinis *Candida sp*

Gejala klinis *Candida sp* dapat bervariasi tergantung pada lokasi infeksi. *Candidiasis* mukosa, seperti sariawan di mulut atau keputihan pada vagina, menunjukkan infeksi pada selaput lendir. *Candidiasis* superfisial dapat terjadi pada kulit, seperti ruam atau infeksi

3 jamur pada kaki. Sementara itu, *Candidiasis* invasif merupakan infeksi yang menyebar ke organ dalam melalui aliran darah, dapat menyerang organ seperti hati, ginjal, jantung, dan otak, dengan tingkat kematian sekitar 50%. Beberapa faktor risiko infeksi *Candida* melibatkan kondisi medis seperti diabetes, HIV/AIDS, dan kanker, penggunaan obat kortikosteroid dan antibiotik dalam jangka waktu lama, obesitas, lingkungan dengan cuaca hangat dan lembab, serta kebersihan pribadi yang buruk dan kebiasaan jarang mengganti pakaian dalam. Identifikasi faktor-faktor risiko ini dapat menjadi kunci dalam pencegahan dan penanganan efektif terhadap infeksi *Candida sp.*

4 7. Infeksi yang disebabkan oleh *Candida sp*

Spesies *Candida* dapat menyebabkan berbagai penyakit pada beberapa lokasi tertentu, seperti :

a. Mulut

1) *Thrush*

21 Penyakit ini merupakan gangguan yang dapat merusak membran mukosa di dalam pipi, lidah, langit-langit, dan permukaan rongga mulut. Biasanya, kondisi ini lebih sering terjadi pada bayi. Salah satu gejalanya adalah munculnya pseudomembran atau bercak putih yang dapat terlepas dan meninggalkan bercak merah dan basah pada area yang terkena.

2) *Perleche*

Perleche ditandai lesi lembab dan bercelah dengan dasar eritematosa di sekitar sudut mulut. Lesi ini seringkali terjadi pada sudut-sudut bibir. Gejalanya mencakup retakan-retakan pada kulit, kelembaban yang berlebihan, dan dasar yang merah (Mulyana, 2021).

b. Genitalia wanita

Candida sp merupakan penyebab umum dari vulvovaginitis. Keadaan pH yang tidak asam menjadi faktor predisposisi terjadinya penyakit ini, di mana pH normal yang asam dijaga oleh bakteri vagina. Gejalanya mirip dengan sariawan, tetapi dapat menyebabkan iritasi, gatal yang hebat, dan pengeluaran sekret (Koes, 2014).

c. Genitalia pria

Penderita mendapatkan infeksi melalui kontak seksual dengan pasangan yang menderita vulvovaginitis. Gejalanya berupa erosi (luka lecet) dan pustula (bintik berisi nanah) pada glans penis.

d. Kulit

1) Intertrigo: Infeksi pada lipatan kulit, seperti di bawah ketiak, selangkangan, dan di bawah payudara. Gejalanya berupa ruam merah, gatal, dan lembab.

2) Paronychia: Infeksi pada lipatan kuku. Gejalanya berupa kemerahan, bengkak, dan nyeri di sekitar kuku.

3) Kandidiasis kronis: Infeksi jamur yang persisten pada kulit, kuku, dan selaput lendir..

e. Kuku

Onikomikosis: Infeksi jamur pada kuku. Gejalanya berupa kuku yang menebal, rapuh, dan berubah warna..

f. Paru dan organ lain

Infeksi jamur invasif, infeksi *Candida* yang menyebar ke aliran darah dan menyerang organ lain, seperti paru-paru, ginjal, jantung, dan otak. Infeksi ini dapat terjadi pada orang dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah.

g. Kandidiasis monokutan kronis

Infeksi jamur yang persisten pada kulit dan selaput lendir, disebabkan oleh kelainan sistem kekebalan tubuh atau hormonal, dikenal dengan istilah kandidiasis kronis. Gejala kandidiasis kronis seringkali mirip dengan intertrigo dan kandidiasis mukokutan. Kondisi ini dapat memengaruhi berbagai area tubuh, termasuk lipatan kulit, daerah genital, dan mukosa mulut (Mulyana, 2021).

E. Tinjauan Umum tentang Metode Identifikasi Jamur

1. Pemeriksaan langsung

Pemeriksaan langsung yaitu dengan cara mikroskopis menggunakan *Kalium Hidroksida* (KOH 10%) dimana pemeriksaan berupa skrining atau pemeriksaan langsung guna melihat spora jamur. Adapun kelebihan dari pemeriksaan yakni menggunakan cara yang

sederhana dan memperlihatkan kaitan antara bentuk dan jumlah jamur dengan kaitannya pada reaksi jaringan. Proses pemeriksaan langsung perlu dilakukan dengan segera sesaat sesudah bahan klinis didapatkan karena *Candida sp* memiliki sifat yang mampu berkembang dengan cepat pada suhu kamar akibatnya hasil akhir mampu memberikan hasil yang tidak sesuai berdasarkan keadaan klinis yang terjadi. Hasil pseudohifa dalam sediaan langsung ataupun sediaan apus dapat dilanjutkan dengan pemeriksaan kultur dalam penegakan keadaan kandidiasis (Widarti & Djasang, 2021).

Bahan yang diperiksa berasal dari sedimen urine individu yang menderita Diabetes Mellitus yang ditempatkan pada objek kaca dan kemudian ditambahkan KOH 10%, setelah itu diamati menggunakan mikroskop. Hasil pemeriksaan dianggap positif apabila di bawah mikroskop terlihat gambaran pseudohifa atau spora, yang menunjukkan adanya infeksi jamur yang sedang aktif. Jika tidak ditemukan spora atau hifa maka sampel tetap dilanjutkan dalam metode kultur.

2. Kultur

Pemeriksaan kultur merupakan pemeriksaan utama dalam mengisolasi jamur. Media ini tersusun dari bahan sintesis dan berbentuk padat (*solid*). Namun memiliki beberapa hambatan berupa biaya yang mahal serta waktu yang lama sehingga tidak secara rutin dilakukan.

Media SDA digunakan sebagai media selektif untuk mengisolasi jamur, dengan pH berkisar antara 5,0 hingga 5,6, yang mendukung pertumbuhan jamur. Untuk menciptakan lingkungan yang sesuai bagi jamur, media SDA dikombinasikan dengan konsentrasi yang tepat dan kemudian disuburkan. Komposisi media SDA melibatkan pepton 1%, dextrose 4%, dan agar 2%. *Mycological peptone* dalam media berperan dalam menyediakan nitrogen dan vitamin yang diperlukan untuk pertumbuhan jamur dalam SDA. Glukosa dalam konsentrasi yang tinggi dimasukkan pada media SDA dikarenakan dapat berperan sebagai penghasil energi dan agar berperan sebagai bahan pematat.

Pemeriksaan kultur jamur dilaksanakan dengan cara menanam sampel pada media SDA yang telah dicampur dengan larutan Kloramfenikol yang berfungsi sebagai penghambatan pertumbuhan bakteri, sementara membiarkan jamur dan kapang tumbuh. Lalu sampel diisolasi ke masing-masing media dengan cara disebar dipermukaan media SDA dan diinkubasi selama kurang lebih 14 hari dengan suhu 25-30°C (Prayoga dkk., 2023).

3. Vitek MS (*Mass Spectrometry*)

Alat Vitek MS digunakan dalam identifikasi mikroorganisme dengan cara mengukur massa molekul dari sampel mikroba yang diambil dari pasien. Alat ini menggunakan teknik *Matrix Assisted Laser Desorption Ionization Time-of-Flight* (MALDI-TOF) untuk menghasilkan spektrum massa molekul dari sampel mikroba. Kemudian, spektrum

massa molekul dari sampel mikroba dianalisis oleh algoritma khusus atau mengukur massa molekul dari molekul-molekul dalam sampel lalu membandingkan spektrum dengan database referensi untuk mengidentifikasi jenis mikroba yang ada (BioMerieux, 2019).

MALDI-TOF adalah sebuah teknologi spektrometri massa yang digunakan untuk mengidentifikasi mikroorganisme, termasuk bakteri dan jamur, berdasarkan pola spektrum massa dari protein-protein yang ada dalam sel-sel mikroba tersebut. Dengan MALDI-TOF, identifikasi mikroba dapat dilakukan dalam hitungan menit. Alat Vitek MS memiliki basis identifikasi mikrobiologi yang mencakup berbagai jenis mikroba, termasuk bakteri, jamur, mikrokokok, nokardia, mykoplasma, dan Brucella. Alat ini dapat diintegrasikan dengan lengkap mesin identifikasi mikrobiologi yang ada di laboratorium, memudahkan proses identifikasi mikrobiologi. Berikut adalah cara kerja alat Vitek MS (BioMerieux, 2019):

- a. Pengambilan sampel: Sampel mikroba diambil dari pasien dan ditempatkan pada plat khusus yang disiapkan untuk analisis.
- b. Persiapan sampel: Sampel diolah dengan menggunakan metode MALDI-TOF untuk menghasilkan spektrum massa molekul dari sampel mikroba.
- c. Analisis spektrum massa molekul: Spektrum massa molekul dari sampel mikroba dianalisis oleh algoritma khusus yang

membandingkan spektrum dengan database referensi untuk mengidentifikasi jenis mikroba yang ada.

- d. Hasil identifikasi: Hasil identifikasi jenis mikroba yang ada ditampilkan pada layar komputer dan dapat dicetak untuk keperluan dokumentasi.

Alat Vitek MS memiliki beberapa keuntungan, antara lain (BioMerieux, 2019) :

- a. Mengidentifikasi mikroba yang sulit: Alat ini mampu mengidentifikasi mikroba yang sulit dengan cepat dan akurat, seperti bakteri, dan jamur.
- b. Mengurangi biaya dan waktu: Kemampuan identifikasi mikrobiologi yang cepat dan akurat memungkinkan hasil laporan ke para dokter lebih cepat untuk memberikan perawatan yang lebih baik, sehingga membantu menghemat waktu dan biaya.
- c. Flexibilitas dan tracerabilitas: Alat Vitek MS memungkinkan pengguna untuk mengelola kemelirian identifikasi mikrobiologi dengan mudah dan menyediakan hasil laporan yang dapat diikuti.

Berdasarkan beberapa sumber yang ditemukan, terdapat beberapa kekurangan alat Vitek MS, antara lain (BioMerieux, 2019):

- a. Biaya yang mahal: Alat Vitek MS memiliki biaya yang relatif mahal, sehingga tidak semua laboratorium dapat membelinya.
- b. Keterbatasan database: Meskipun alat Vitek MS memiliki basis identifikasi mikrobiologi yang mencakup berbagai jenis mikroba,

namun database yang dimiliki masih terbatas dan belum mencakup semua jenis mikroba.

- c. Keterbatasan dalam identifikasi jamur: Alat Vitek MS memiliki keterbatasan dalam identifikasi jamur, terutama jamur yang sulit diidentifikasi.
- d. Keterbatasan dalam identifikasi strain: Alat Vitek MS memiliki keterbatasan dalam identifikasi strain dari suatu jenis mikroba.
- e. Keterbatasan dalam identifikasi mikroba yang jarang ditemukan: Alat Vitek MS memiliki keterbatasan dalam identifikasi mikroba yang jarang ditemukan atau belum terdaftar dalam database.



Gambar 2. 11 Alat Vitek MS
(BioMerieux, 2019)

Meskipun memiliki beberapa kekurangan, alat Vitek MS tetap menjadi alat yang sangat berguna dalam identifikasi mikroorganisme karena kemampuannya dalam mengidentifikasi mikroba yang sulit

dengan cepat dan akurat, membantu mengurangi biaya dan waktu, serta memberikan fleksibilitas dan tracerabilitas dalam pengelolaan identifikasi mikrobiologi (BioMerieux, 2019).

F. Tinjauan Umum tentang Media Pertumbuhan Jamur

1. Media Pertumbuhan

Media merupakan kombinasi bahan makanan alami dan sintetis (nutrisi) yang dibutuhkan mikroorganisme untuk berkembang biak secara *in vitro* di laboratorium. Mikroorganisme memanfaatkan media nutrisi dalam bentuk molekul kecil yang terorganisir untuk menghasilkan komponen sel. Media yang baik harus memiliki molekul kecil dan mudah larut di udara, mengandung unsur hara yang sesuai dengan kebutuhan dasar mikroorganisme seperti air, karbon, energi, mineral, dan faktor pertumbuhan, bebas dari senyawa penghambat, dan steril.

Media pertumbuhan mikroorganisme ialah campuran nutrisi yang digunakan suatu mikroorganisme untuk berkembang dan berkembang biak. Selain itu, media pertumbuhan dapat digunakan untuk menumbuhkan mikroorganisme, menghasilkan kultur murni. Komponen media pertumbuhan dapat diubah agar sesuai dengan tujuan dan mikroorganisme tertentu tergantung pada komposisi media.

Sabouraud Dextrose Agar (SDA) merupakan media kultur yang populer dan andal dalam dunia mikrobiologi. Media ini merupakan modifikasi dari Dextrose Agar yang dicetuskan oleh Sabouraud, dan

diformulasikan khusus untuk menumbuhkan berbagai jenis jamur, baik patogen maupun komensal, termasuk khamir.

Dextrose Agar digunakan untuk mendeteksi kandungan mikrobiologi kosmetik, pemeriksaan mikologi makanan, dan diagnosis Klinis penyakit ragi dan Jamur.

2. Karakteristik Media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA)

Media SDA memiliki beberapa karakteristik penting yang perlu diketahui, yaitu:

a. Konsistensi

Solid: SDA berbentuk padat (agar), memungkinkan koloni jamur tumbuh dan berkembang dengan mudah.

b. Fungsi

1) Selektif: SDA diformulasikan untuk mendukung pertumbuhan jamur secara selektif, menghambat pertumbuhan bakteri.

2) Pertumbuhan jamur: SDA menyediakan nutrisi dan kondisi ideal untuk pertumbuhan berbagai jenis jamur.

c. Bahan Penyusun

Sintetis: SDA tersusun dari bahan-bahan sintetis seperti pepton, dekstrosa, dan agar, yang diformulasikan khusus untuk kebutuhan jamur.

d. Wadah

Plate: SDA umumnya disimpan dalam wadah plate cawan petri, memudahkan observasi dan analisis koloni jamur.

3. Fungsi dan Komponen Media Sabouraud Dextrose Agar (SDA)

Media SDA merupakan media kultur yang populer dan serbaguna, banyak digunakan untuk menumbuhkan dan mempelajari jamur. Berikut beberapa fungsi utama media SDA, yaitu:

a. Isolasi Mikroorganisme

SDA ideal untuk mengisolasi jamur dari campuran mikroorganisme, seperti bakteri dan virus. Sifat selektifnya menghambat pertumbuhan bakteri, memungkinkan jamur berkembang secara optimal.

b. Perbanyak Mikroorganisme

SDA menyediakan nutrisi dan kondisi ideal untuk pertumbuhan berbagai jenis jamur. Hal ini memungkinkan perbanyak jamur untuk berbagai keperluan, seperti penelitian, diagnosis, dan industri.

c. Menguji Sifat Biologis

SDA dapat digunakan untuk mempelajari sifat biologis jamur, seperti morfologi, fisiologi, dan biokimia. Pertumbuhan jamur yang optimal di media SDA memudahkan pengamatan dan analisis sifat-sifat tersebut.

d. Menghitung Jumlah Mikroba

SDA dapat digunakan untuk menghitung jumlah jamur dalam sampel, seperti pada pemeriksaan klinis atau industri makanan. Teknik hitung koloni pada media SDA menghasilkan data kuantitatif tentang populasi jamur.

Komposisi Media SDA, yaitu:

- a. *Mycological peptone* (10 g): Menyediakan sumber nitrogen dan vitamin yang dibutuhkan untuk pertumbuhan jamur.
- b. *Glucose* (40 g): Berfungsi sebagai sumber energi utama bagi jamur.
- c. *Agar* (15 g): Berperan sebagai pemadat media, mengubahnya menjadi gel yang ideal untuk menampung koloni jamur (Harlina, 2021).

G. Kerangka Konsep

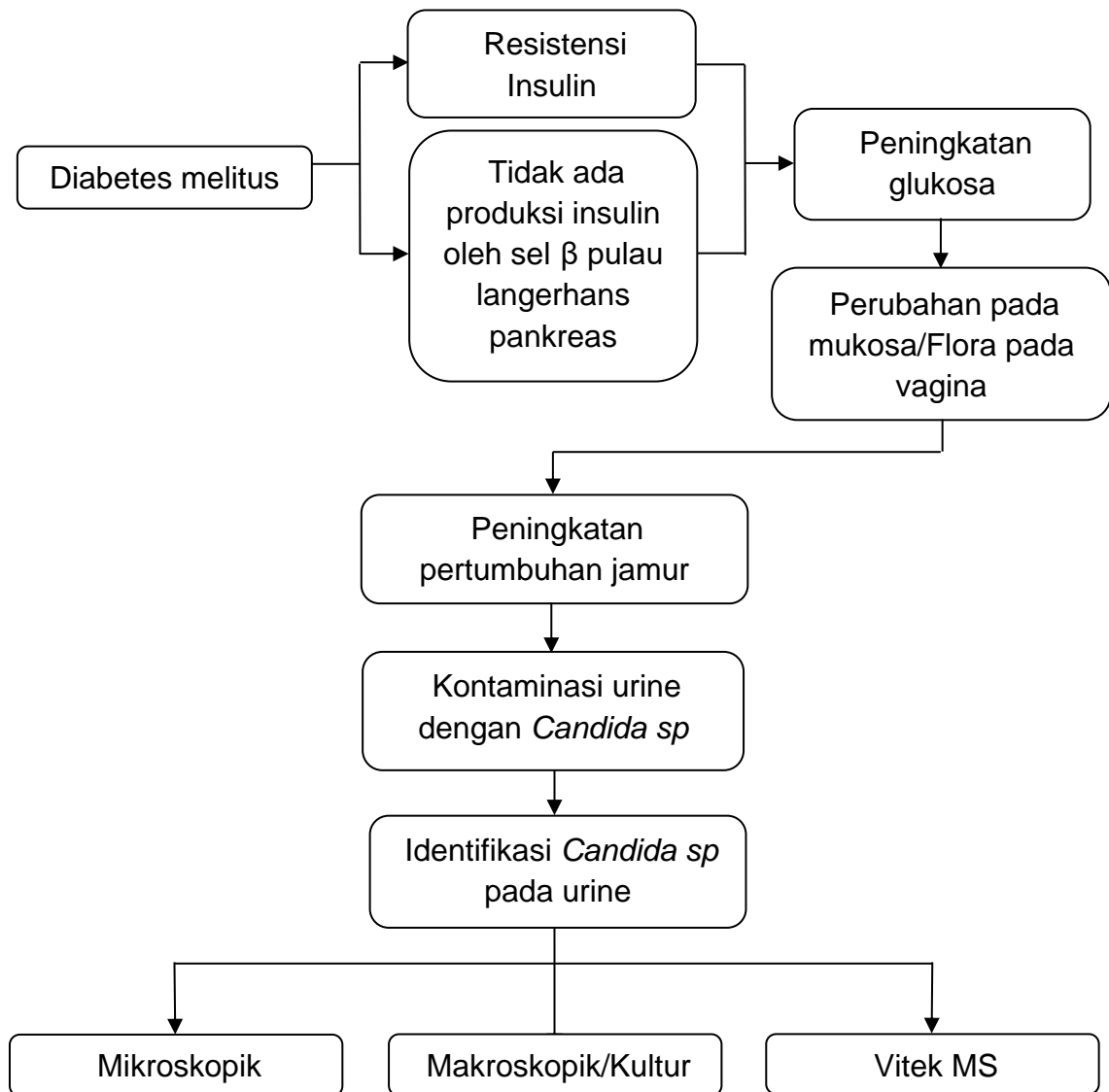
Diabetes melitus merupakan kondisi yang ditandai oleh tingginya kadar glukosa dalam tubuh. Kondisi ini dapat disebabkan oleh resistensi insulin atau produksi insulin yang tidak mencukupi oleh sel beta pankreas pulau Langerhans. Pada diabetes tipe 1, sistem kekebalan tubuh menyerang sel beta ini, mengakibatkan produksi insulin sangat terbatas atau bahkan tidak ada sama sekali. Akibatnya, peningkatan kadar glukosa darah dipicu oleh resistensi insulin atau kekurangan insulin. Individu yang menderita diabetes melitus memiliki kecenderungan lebih tinggi untuk mengalami berbagai jenis infeksi karena mekanisme pertahanan tubuh yang rendah, membuat mereka rentan terhadap infeksi, termasuk infeksi jamur.

Kadar gula darah yang meningkat ini dapat menciptakan lingkungan yang mendorong pertumbuhan mikroorganisme, termasuk *Candida sp.* Kadar glukosa yang tinggi juga dapat menyebabkan perubahan pada mukosa atau flora normal dalam vagina. Pertumbuhan yang berlebih dari

Candida sp ini dapat menyebabkan infeksi, termasuk di area vagina, yang dapat menyebabkan kontaminasi pada urine dengan *Candida sp*.

Mikroorganisme dalam urine, termasuk *Candida sp*, dapat diidentifikasi dengan menggunakan metode konvensional seperti pemeriksaan langsung secara mikroskopik guna melihat spora atau hifa jamur, kultur (makroskopik) untuk melihat koloni *Candida sp* dan juga teknik yang lebih modern dan lebih cepat seperti Vitek MS.

Identifikasi spesies *Candida* dalam urine pasien diabetes menggunakan metode Vitek MS merupakan langkah penting untuk meningkatkan pemahaman dan pengelolaan infeksi pada populasi ini. Selain itu, hasil identifikasi ini juga membantu dokter menentukan pengobatan yang tepat untuk mengatasi infeksi tersebut.



Gambar 2. 12 Kerangka Konsep Penelitian

H. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini :

H_0 = Tidak adanya pertumbuhan jamur *Candida sp* pada urine penderita DM.

H_a = Adanya pertumbuhan jamur *Candida sp* pada urine penderita DM.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian observasi laboratorium bersifat deskriptif yang bertujuan untuk mengidentifikasi *Candida sp* pada urine penderita diabetes melitus (DM) menggunakan Vitek MS (*Mass Spectrometry*).

B. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Makassar serta pemeriksaan menggunakan Vitek MS di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar.

2. Waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 27 Mei – 27 Juni Tahun 2024.

C. Populasi, Sampel Penelitian, Besaran Sampel, Teknik Pengambilan

Sampel dan Kriteria Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah penderita DM yang melakukan pemeriksaan di Rumah Sakit Umum Daerah Labuang Baji, Makassar.

2. Sampel Penelitian

Sampel dalam penelitian ini adalah urine penderita DM yang menjalani rawat inap dan rawat jalan di Rumah Sakit Umum Daerah Labuang Baji, Makassar.

3. Besaran Sampel

Besar sampel yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu 20 sampel penelitian. Penentuan jumlah sampel tersebut ditetapkan dengan melihat keterbatasan peneliti baik dari aspek waktu dan biaya sehingga untuk penelitian ini maka peneliti menetapkan jumlah sampel sebanyak 20.

4. Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan *purposive sampling* yaitu teknik pengambilan sampel di mana subjek penelitian dipilih berdasarkan kriteria sampel penelitian.

5. Kriteria Sampel

a. Kriteria Inklusi

- 1) Penderita DM tipe 1 dan tipe 2
- 2) Bersedia mengikuti penelitian dengan menandatangani *informed consent*.

b. Kriteria Eksklusi

- 1) Penderita DM baru (< 1 tahun)
- 2) Penderita DM yang mendapat pengobatan anti jamur

D. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

1. Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini adalah keberadaan *Candida sp* pada sampel urine DM.

2. Definisi Operasional

a. Penderita DM merupakan pasien yang menjalani rawat jalan dan rawat inap di Rumah Sakit Umum Daerah Labuang Baji yang didiagnosa oleh dokter berdasarkan rekam medik dan bersedia mengikuti penelitian dengan mengisi *informed consent*.

b. Pemeriksaan Vitek MS merupakan salah satu metode identifikasi mikroba berbasis spektrometri massa yang digunakan untuk mengidentifikasi fungi secara cepat dan akurat. Metode ini menggunakan teknologi *Matrix Assisted Laser Desorption Ionization Time-of-Flight* (MALDI-TOF) untuk menghasilkan spektrum massa molekul dari sampel mikroba yang dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Klinik Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar.

c. Pertumbuhan *Candida sp* dapat diidentifikasi melalui pengamatan koloni yang berbentuk bulat atau lonjong pada media SDA. Koloni ini memiliki permukaan yang halus, berwarna putih kekuningan, dan memberikan aroma ragi yang khas. Proses identifikasi jamur ini melalui karakteristik morfologi pada media pertumbuhan seperti SDA memainkan peran penting dalam memahami jenis dan sifat dari *Candida sp*. Pada pengamatan mikroskopis *Candida sp* dengan

melihat adanya spora atau pseudohifa pada sediaan mikroskopis menggunakan Kalium Hidroksida (KOH) 10% yang dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Makassar.

E. Instrumen Penelitian

1. Alat

Adapun peralatan yang akan digunakan adalah Vitek MS, erlenmeyer, gelas ukur, batang pengaduk, neraca analitik, lampu spiritus, cawan petri, ose, inkubator, autoclave, *Laminar Air Flow* (LAF), pot sampel, kamera, alat tulis dan *informed consent*.

2. Bahan

Adapun bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *aquadest*, media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA), antibiotik kloramfenikol dan *aluminium foil* dan sampel yang digunakan yaitu urine penderita DM.

F. Prosedur Penelitian

1. Tahap Pra Analitik

a. Sterilisasi Alat

Sebelum memulai pembuatan media, langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan sterilisasi terhadap peralatan yang akan digunakan. Peralatan tersebut meliputi erlenmeyer, gelas ukur, batang pengaduk, sendok tanduk, dan cawan petri. Sterilisasi dilakukan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama

15 menit. Langkah ini penting untuk menghilangkan mikroorganisme yang mungkin ada pada peralatan sehingga media yang dihasilkan bersih dan bebas dari kontaminasi sebelum digunakan dalam proses kultur mikroba (Dewi dkk., 2018).

b. Persiapan pengambilan Spesimen Urine

Langkah pertama adalah menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Pastikan bahwa semua peralatan yang diperlukan, seperti gelas laboratorium, pipet, dan wadah bermulut lebar, telah disterilkan untuk menghindari kontaminasi. Selain itu, pastikan bahwa area kerja juga bersih.

Sampel urine yang akan digunakan harus diambil pada waktu yang tepat. Pilih urine pagi setelah bangun tidur, sebelum makan atau minum apa pun. Urine pagi lebih diinginkan karena mencerminkan periode tanpa asupan cairan yang cukup lama, sehingga unsur-unsur dalam urine mengalami pemekatan yang baik untuk pemeriksaan sedimentasi. Gunakan teknik porsi tengah (*midstream urine*) untuk mengambil sampel. Pastikan bahwa wadah yang digunakan memiliki mulut yang lebar dan steril. Teknik ini bertujuan untuk mencegah kontaminasi urine dengan kuman yang mungkin berasal dari preniun, prostat, uretra, atau vagina. Dalam kondisi normal, urine seharusnya tidak mengandung bakteri, virus, atau organisme lainnya. Pastikan teknik pengambilan sampel dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan integritas dan

representativitas sampel urine yang akan diperiksa (Patricia dkk., 2022).

c. Pengambilan spesimen Urine

Pengambilan sampel dilakukan oleh pasien sendiri, karena pasien yang mengumpulkan sampel, penting untuk menjelaskan kepada mereka cara melakukannya. Sebagai contoh, pasien diabetes sebaiknya mencuci tangan dengan sabun dan mengeringkannya dengan menepuk-nepuk sebelum mengeluarkan sebagian urine pertama ke dalam toilet. Selanjutnya, alirkan sebagian urine ke dalam pot sampel tanpa menghentikan aliran urine. Pastikan bahwa urine yang dikumpulkan berasal dari pertengahan aliran. Setelah mengumpulkan porsi tengah, hentikan aliran urine dan lanjutkan dengan membuang sisa urine ke toilet. Tutup pot sampel urine dengan rapat untuk mencegah kontaminasi setelah pengumpulan (Fajarochwati, 2020).

1) Pada Pria

Penderita DM disarankan untuk membersihkan dan mengeringkan tangan mereka dengan sabun dan tisu. Jika penderita belum disunat, harus membersihkan uretra dengan menarik preputium ke belakang. Penderita yang sudah sunat, langsung mengumpulkan urine porsi tengah setelah membersihkan uretra dengan tisu lembab menuju kepala penis. Urine yang pertama keluar dibuang, tampung urine tengah tanpa

menghentikan aliran urine. Segera tutup rapat pot sampel (Fajarochwati, 2020).

2) Pada Wanita

Penderita DM perlu mencuci tangan mereka dengan sabun dan menggunakan tisu yang basah dan steril, lalu bersihkan daerah labia dan sekitarnya. Buang sejumlah urine pertama, kemudian kumpulkan urine bagian tengah, dan akhiri dengan membuang sisa urine terakhir setelah menghentikan aliran urine. Segera tutup rapat pot sampel (Fajarochwati, 2020).

d. Penyimpanan dan pengiriman sampel urine

Sampel urine yang telah diperoleh segera diperiksa dalam waktu 2 jam setelah pengambilan sampel urine. Apabila dilakukan penundaan pemeriksaan laboratorium maka urine harus disimpan dalam suhu 2-8°C dan penundaan tidak lebih dari 8 jam setelah pengambilan sampel urine. Saat mengirimkan sampel urine, pastikan untuk menggunakan wadah atau kantong yang tahan bocor dan aman. Selain itu, diberikan identitas atau informasi yang lengkap terkait pasien dan kondisi pengambilan sampel (Parwati dkk., 2022).

2. Tahap Analitik

a. Pemeriksaan Secara Mikroskopik

Spesimen urine yang telah dikumpulkan dari penderita DM disimpan dalam sebuah wadah, kemudian dimasukkan ke dalam tabung sentrifugasi sebanyak 5 ml, dan kemudian disentrifugasi pada

kecepatan 1500 rpm selama 10 menit. Supernatan dibuang, dan sedimen diambil sebagai sampel. Metode pemeriksaan mikroskopis dapat melibatkan penggunaan larutan KOH 10% yang akan melisis sel-sel host dan memperlihatkan pseudohifa atau spora jamur di bawah mikroskop. Jika tidak ditemukan spora atau pseudohifa maka sampel tetap dilanjutkan dalam metode kultur (Harlina, 2021).

b. Pembuatan Media *Sabauraud Dextrose Agar*

Langkah awal melibatkan penggunaan APD lengkap dan benar. Selanjutnya, persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dengan memastikan bahwa semuanya dalam kondisi baik. Timbang serbuk media (SDA) sebanyak 19,5 gram, yang dihitung berdasarkan rumus konsentrasi media dikalikan dengan volume yang akan dibuat (ml), kemudian masukkan serbuk media SDA ke dalam erlenmeyer. Tambahkan aquadest sebanyak 300 ml ke dalam erlenmeyer, lalu homogenkan campuran dengan menggunakan pemanasan pada hot plate dan aduk hingga larut. Penting untuk memastikan bahwa pelarut tidak sampai mendidih dan harus sempurna sehingga tidak ada kristal yang tersisa. Selanjutnya, periksa pH larutan sesuai petunjuk (pH 5,6) pada suhu 25°C. Tutup larutan dan sterilkan dalam autoclave pada suhu 121°C selama 15 menit. Keluarkan larutan dari autoclave ketika suhu mencapai 20°C dan tekanan di dalam autoclave mencapai 0°C. Setelah itu, tunggu hingga larutan mencapai suhu ruang (sekitar ±25°C) (Dewi dkk., 2018).

Setelah itu, campuran media yang sudah dihasilkan ditambahkan dengan antibiotik kloramfenikol dan kemudian dihomogenkan secara merata. Larutan yang sudah diperkaya dengan antibiotik kloramfenikol selanjutnya dituangkan ke dalam cawan petri steril dengan volume sekitar 15 - 20 ml. Selanjutnya, tunggu hingga media memadat di dalam cawan petri, dan setelah itu, simpan cawan petri pada suhu 4-8°C (Prayoga dkk., 2023).

c. Kultur Urine menggunakan Media SDA

Langkah pertama dalam prosedur ini adalah persiapan. Pastikan untuk menggunakan APD yang lengkap dan sesuai untuk melindungi diri dari kontaminasi. Siapkan semua alat dan bahan yang diperlukan, termasuk sampel urine dan media SDA. Pastikan kedua sampel tersebut berada pada suhu ruang sebelum memulai prosedur. Selanjutnya, lakukan sentrifugasi sampel urine. Masukkan 5 ml urine ke dalam tabung centrifuge dan centrifuge dengan kecepatan 1500 rpm selama 10 menit. Buang supernatan dan ambil sedimen sebagai sampel untuk inokulasi.

Pada tahap inokulasi, tuang sedimen urine ke media SDA dan ratakan dengan *spreader glass*. Pastikan untuk bekerja secara aseptis untuk menghindari kontaminasi. Tunggu hingga sampel sedikit kering sebelum membalik dan membungkus media. Inkubasi media pada suhu 37°C selama 1-2 hari. Setelah masa inkubasi selesai, amati pertumbuhan jamur pada media (Muhajir dkk., 2020).

d. Vitek MS

Sampel kultur *Candida sp* yang diperoleh kemudian dilanjutkan ke pemeriksaan menggunakan Vitek MS, yaitu dengan mengambil 1 buah koloni murni yang diduga adalah *Candida sp* pada media SDA menggunakan ose, lalu koloni diletakkan ditengah posisi spot atau *plate* MALDI dan ratakan. Setelah itu ditambahkan matriks 1 μ l, tunggu 1-2 menit. Masukkan data dan identitas pasien pada alat lalu diletakkan *plate* MALDI ke dalam Vitek MALDITOF MS. Proses pembacaan dimulai dan akan keluar hasil pembacaan dalam bentuk grafik dalam waktu 2 jam. Grafik hasil yang keluar akan dicocokkan berdasarkan grafik *database* yang tersimpan pada alat. (BBLK, 2018).

3. Tahap Pasca Analitik

Data yang diperoleh dengan pengamatan *Candida sp* dengan melihat pertumbuhan *Candida sp* pada media SDA dan hasil jenis *Candida sp* pada grafik hasil dari alat Vitek MS, kemudian data yang diperoleh dianalisis berdasarkan persentase hasil yang positif.

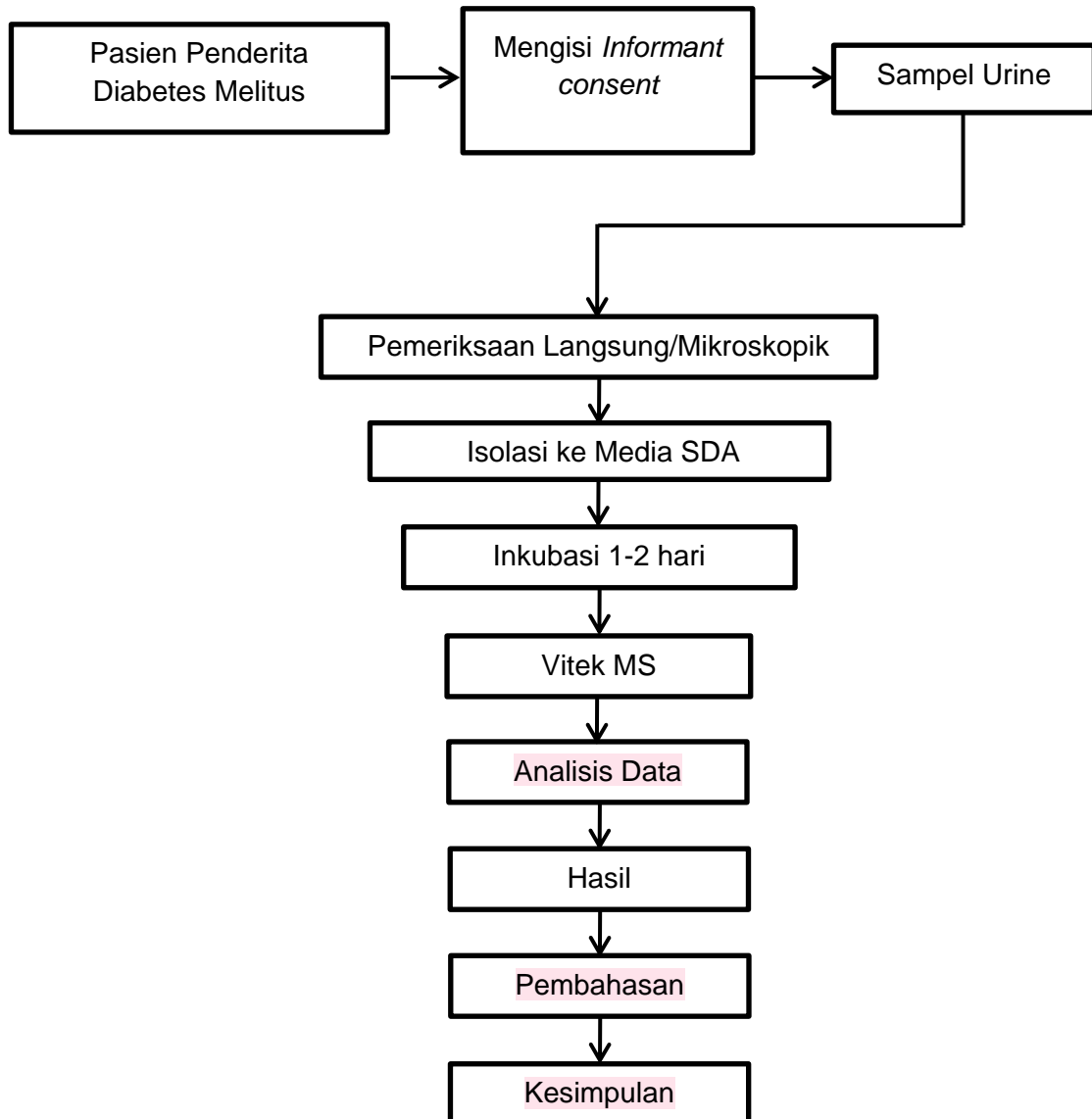
G. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara melihat pertumbuhan *Candida sp* pada media SDA dan hasil *Candida sp* pada grafik hasil dari alat Vitek MS.

H. Analisa Data

Data yang diperoleh pada penelitian ini disajikan secara deskriptif dalam bentuk gambar dan tabel kemudian dinarasikan.

I. Kerangka Operasional



Gambar 3. 1 Kerangka Operasional Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian identifikasi jamur *Candida sp* pada urine penderita diabetes mellitus menggunakan Vitek MS (*Mass Spectrometry*) telah dilaksanakan. Pengambilan sampel dilakukan di Rumah Sakit Labuang Baji pada tanggal 27 Mei - 13 Juni 2024. Identifikasi jamur *Candida sp* dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar pada tanggal 10 Juni - 14 Juni 2024. Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yakni identifikasi subjek penelitian/penderita DM, *informed consent*, proses pengambilan sampel, pengiriman sampel, penyiapan peralatan untuk identifikasi antara lain sterilisasi alat, pembuatan media, pemeriksaan secara mikroskopik, isolasi sampel pada media SDA dan identifikasi hasil kultur dengan menggunakan Vitek MS (*Mass Spectrometry*).

Tabel 4. 1 Hasil Pemeriksaan Urine Pasien DM Berdasarkan Karakteristik Jenis Kelamin Pasien

Jenis Kelamin	Frekuensi	Persentase (%)
Laki-laki	9	45
Perempuan	11	55
Total	20	100

Sumber : Data Primer, 2024

Berdasarkan karakteristik jenis kelamin subjek penelitian pada Tabel 4.1, terlihat bahwa prevalensi pertumbuhan *Candida sp* pada urine pasien DM lebih tinggi pada perempuan sebanyak 11 orang (55%) dibandingkan laki-laki sebanyak 9 orang (45%).

Tabel 4. 2 Hasil Pemeriksaan Urine Pasien DM Berdasarkan Karakteristik Umur

Klasifikasi Umur (Tahun)	Jumlah	Persentase (%)
Dewasa Muda (15-49)	4	20
Dewasa Tua (50-64)	9	45
Lansia (>65)	7	35
Total	20	100

Berdasarkan analisis Tabel 4.2, distribusi usia pasien dalam penelitian ini terbanyak pada kelompok usia dewasa tua. Kategori usia lansia sebanyak 7 orang (35%) berusia di atas 65 tahun. Sedangkan, kelompok usia dewasa muda (15-49 tahun) memiliki jumlah yang lebih sedikit.

Tabel 4. 3 Hasil Pemeriksaan Urine DM Secara Mikroskopik dan Kultur Pada Media SDA

Kode Sampel	Mikroskopis	Kultur (Media SDA)
S1	Negatif	Tumbuh
S2	Positif	Tumbuh
S3	Negatif	Tidak Tumbuh
S4	Positif	Tumbuh
S5	Positif	Tumbuh
S6	Negatif	Tumbuh
S7	Negatif	Tumbuh
S8	Negatif	Tumbuh
S9	Negatif	Tumbuh
S10	Negatif	Tumbuh
S11	Negatif	Tumbuh
S12	Negatif	Tumbuh
S13	Negatif	Tumbuh
S14	Negatif	Tumbuh
S15	Negatif	Tumbuh
S16	Negatif	Tumbuh
S17	Negatif	Tumbuh
S18	Negatif	Tidak Tumbuh
S19	Negatif	Tidak Tumbuh

S20	Negatif	Tidak Tumbuh
Keterangan : P = Perempuan, L = Laki-laki		

Sumber : Data Primer, 2024

Berdasarkan hasil pemeriksaan urine DM secara mikroskopik dan kultur pada media SDA pada Tabel 4.3 didapatkan bahwa pada pemeriksaan mikroskopis didapatkan 3 sampel yang memperlihatkan hifa atau spora jamur dan morfologi yang tampak dapat diidentifikasi bahwa hifa tersebut dari jamur candida. Sedangkan, 17 sampel tidak menunjukkan adanya hifa atau spora jamur saat diidentifikasi dengan menggunakan KOH 10%.



Gambar 4.1 Morfologi hifa jamur

Pada gambar terlihat morfologi dari Hifa jamur yang berbentuk seperti benang. Hifa terdiri dari sel-sel jamur yang panjang dan silindris. Hifa berfungsi untuk menyerap nutrisi dari lingkungan sekitar dan membentuk jaringan tubuh jamur. Beberapa hifa dapat bercabang dan

memiliki septa, yang memungkinkan aliran sitoplasma dan inti sel di antara sel-sel hifa

Tabel 4. 4 Sensitivitas dan Spesifisitas Mikroskopis dan Media SDA

Mikroskopis	Media SDA		total
	Tumbuh	Tidak tumbuh	
Positif	3	0	3
Negative	13	4	17
Total	16	4	20

Berdasarkan analisis Tabel 4.4 dari total 20 sampel, 3 sampel menunjukkan hasil positif pada mikroskopis dan menunjukkan adanya pertumbuhan pada media SDA, 13 sampel menunjukkan hasil negatif pada mikroskopis tetapi tumbuh pada media SDA, dan 4 sampel menunjukkan hasil negatif pada mikroskopis serta tidak menunjukkan pertumbuhan pada media SDA.

Tabel 4. 5 Hasil Identifikasi Kultur SDA Pada Vitek MS

Kode Sampel	Hasil Identifikasi
S1	<i>Trichosporon inkin</i>
S2	<i>Candida albicans</i>
S3	<i>Candida albicans</i>
S4	<i>Candida albicans</i>
S5	<i>Candida albicans</i>
S6	<i>Unidentified</i>
S7	<i>Unidentified</i>
S8	<i>Candida glabrata</i>
S9	<i>Candida albicans</i>
S10	<i>Candida glabrata</i>
S11	<i>Unidentified</i>
S12	<i>Unidentified</i>
S13	<i>Candida glabrata</i>
S14	<i>Trichosporon inkin</i>
S15	<i>Unidentified</i>
S16	<i>Trichosporon inkin</i>

Sumber : Data Primer, 2024

66

Berdasarkan Hasil Identifikasi Kultur SDA Pada Vitek MS pada Tabel 4.5 dari 16 sampel yang berhasil diidentifikasi, hasil menunjukkan bahwa *Candida albicans* adalah spesies yang paling umum ditemukan, terdapat pada sampel S2, S4, S5, S6, dan S10. Selain itu, *Candida glabrata* juga ditemukan pada sampel S9, S11, dan S14. *Trichosporon inkin* teridentifikasi pada sampel S1, S15, dan S17. Sementara itu, beberapa sampel tidak dapat diidentifikasi (*Unidentified*) seperti pada sampel S7, S8, S12, S13, dan S16.

Tabel 4. 6 Sensitivitas dan Spesifisitas Vitek MS

Identifikasi	Teridentifikasi	Tidak teridentifikasi	Total
Positif	11	0	11
Negatif	0	5	5
Total	11	5	16

Berdasarkan Tabel 4. 6 dari total 16 sampel yang dianalisis, sebanyak 11 sampel berhasil teridentifikasi sebagai spesies jamur tertentu (*Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Trichosporon inkin*), sementara 5 sampel tidak dapat diidentifikasi (*Unidentified*). Hasil analisis menunjukkan bahwa metode identifikasi Vitek MS memiliki sensitivitas sebesar 100%, yang berarti bahwa semua sampel yang positif (teridentifikasi) berhasil terdeteksi dengan benar oleh metode ini. Selain itu, spesifisitas metode ini juga mencapai 100%, menunjukkan bahwa semua sampel yang negatif (tidak teridentifikasi) berhasil diidentifikasi dengan benar tanpa adanya false positive.

B. Pembahasan

Identifikasi mikroorganisme merupakan langkah penting dalam diagnosis penyakit infeksi dan pengembangan strategi pengobatan yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi *Candida sp* pada urine penderita diabetes melitus. Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yakni proses persiapan pengambilan sampel, sterilisasi alat, pembuatan media, pemeriksaan secara mikroskopik, isolasi sampel dan identifikasi hasil kultur dengan menggunakan pengamatan Vitek MS (*Mass Spectrometry*).

Hasil pemeriksaan urine pasien DM berdasarkan karakteristik jenis kelamin pasien, didapatkan pertumbuhan *Candida sp* pada urine pasien DM yang lebih tinggi pada perempuan dengan 11 responden dibandingkan dengan laki-laki 9 responden. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Cahyaningrum et al., 2024) didapatkan dari 22 responden, perempuan sebanyak 17 responden, sedangkan laki-laki 5 responden. Hal ini disebabkan karena berbagai macam faktor salah satunya adalah keputihan yang berlebihan. Kadar glukosa yang tidak terkendali, dapat menyebabkan kadar gula di dinding vagina meningkat, sehingga menciptakan lingkungan yang sempurna untuk pertumbuhan jamur. Selain itu, penyakit DM dapat menyebabkan pH urin meningkat yang memudahkan tumbuhnya jamur (Trisnawati et al., 2022).

Hasil pemeriksaan urine pasien DM berdasarkan klasifikasi umur. Dewasa Muda (15-49 tahun), Dewasa Tua (50-64 tahun), dan Lansia (>65

tahun). Dari total 20 pasien yang diteliti, kelompok Dewasa Muda terdiri dari 4 pasien atau 20% dari total sampel. Hal ini menunjukkan bahwa prevalensi diabetes pada kelompok ini lebih rendah dibandingkan kelompok lainnya. Faktor-faktor seperti gaya hidup aktif, metabolisme yang lebih baik, dan akses yang baik terhadap informasi dan layanan kesehatan dapat berkontribusi pada rendahnya prevalensi diabetes di kelompok ini. Kelompok Dewasa Tua memiliki jumlah pasien terbanyak, yaitu 9 pasien atau 45% dari total sampel. Hal ini menandakan peningkatan risiko diabetes seiring bertambahnya usia. Faktor-faktor seperti penurunan aktivitas fisik, perubahan hormon, dan peningkatan resistensi insulin diduga menjadi penyebab tingginya prevalensi diabetes di kelompok ini. Kelompok Lansia terdiri dari 7 pasien atau 35% dari total sampel. Meskipun jumlahnya tidak sebanyak kelompok Dewasa Tua, angka ini tetap signifikan dan menunjukkan bahwa kelompok Lansia juga berisiko tinggi terhadap diabetes. Faktor risiko seperti penurunan fungsi pankreas, penyakit penyerta, serta efek jangka panjang dari pola makan dan gaya hidup menjadi penyebab utama tingginya prevalensi diabetes di kelompok ini. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Anwar & Jakaria, 2023) yang menyatakan bahwa penderita DM berada pada usia 55 – 64 tahun dengan frekuensi glukosa tidak terkontrol sebanyak 53,34%. Hal ini disebabkan gangguan pada sistem kekebalan tubuh, yang dapat membuat individu lebih rentan terhadap infeksi jamur.

123

67

80

Perubahan hormonal yang sering terjadi yang dapat mempengaruhi flora mikrobiota di saluran kemih dan meningkatkan risiko infeksi jamur.

Pemeriksaan secara mikroskopik menggunakan Uji KOH 10% untuk membantu deteksi dini infeksi jamur. KOH (*Kalium Hidroksida*) memiliki sifat yang mampu meningkatkan transparansi cairan urine dengan melarutkan komponen-komponen yang dapat mengaburkan pandangan mikroskopis, seperti sel-sel epitel yang mati atau sel-sel darah. Setelah melarutkan bahan-bahan organik, sampel urine yang kemudian diperiksa di bawah mikroskop. Tujuannya adalah untuk mendeteksi keberadaan hifa (benang jamur) atau spora (struktur reproduksi jamur) yang mungkin terdapat dalam urine pasien dengan DM.

Hasil pemeriksaan urine DM secara mikroskopik dan kultur pada media SDA, dari 20 sampel diuji, dengan masing-masing sampel diberikan kode dari S1 hingga S20. didapatkan 3 sampel menunjukkan hasil positif pada uji KOH 10%, sementara 17 sampel lainnya menunjukkan hasil negatif.

Pada media SDA, sebanyak 16 sampel menunjukkan adanya pertumbuhan mikroorganisme, sementara 4 sampel lainnya tidak menunjukkan adanya pertumbuhan, semua sampel yang positif pada uji KOH juga menunjukkan pertumbuhan mikroorganisme pada media SDA. Namun, dari 17 sampel yang negatif pada uji KOH, 13 sampel menunjukkan adanya pertumbuhan pada media SDA. Koloni yang tumbuh pada media SDA berbentuk bulat hingga oval dengan tepi yang tidak rata,

berwarna putih hingga krem tetapi dapat juga menjadi kuning kecoklatan seiring pertumbuhannya, kasar atau berbintik-bintik dengan permukaan yang tidak begitu halus (Widarti & Djasang, 2021).

Sensitivitas dan spesifisitas hasil mikroskopis dibandingkan dengan media SDA dalam mendeteksi infeksi. Dari 20 sampel yang diuji, 3 sampel positif pada mikroskopis dan tumbuh pada media SDA, 13 sampel negatif pada mikroskopis tetapi tumbuh pada media SDA, dan 4 sampel negatif pada mikroskopis dan tidak tumbuh pada media SDA. Sensitivitas metode mikroskopis dihitung dengan membagi jumlah True Positive (TP) dengan jumlah TP dan False Negative (FN).

Hal ini menandakan bahwa meskipun hasil uji KOH negatif, pertumbuhan mikroorganisme masih dapat terjadi karena mikroskopis tidak sensitif dalam mendeteksi jumlah jamur yang sangat sedikit dalam sampel. Hal ini bisa terjadi jika jumlah hifa atau spora *Candida* sangat rendah sehingga sulit terlihat di bawah mikroskop. Selain itu, kondisi lingkungan pada media SDA sangat mendukung pertumbuhan dan perkembangan jamur, memungkinkan *Candida* untuk berkembang biak meskipun dalam jumlah yang terbatas pada awalnya. *Candida* juga dapat hadir dalam bentuk sel hidup bebas (*budding yeast cells*) yang sulit untuk diidentifikasi secara langsung tanpa kultur. Hasil ini menunjukkan bahwa uji KOH 10% dapat digunakan sebagai alat deteksi awal keberadaan mikroorganisme, namun hasil negatif pada uji KOH tidak dapat dijadikan satu-satunya indikator tidak adanya mikroorganisme.

38 Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun metode mikroskopis sangat efektif dalam mendeteksi kasus positif infeksi, penggunaannya sebagai alat diagnostik tunggal mungkin tidak cukup andal untuk mengidentifikasi kasus negatif. Tingkat spesifisitas yang rendah dapat disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk keterbatasan dalam interpretasi mikroskopis, kontaminasi sampel, atau kondisi lain yang mempengaruhi hasil tes. Oleh karena itu, untuk diagnosis yang lebih akurat, disarankan untuk menggunakan metode mikroskopis bersama dengan metode diagnostik lain yang memiliki spesifisitas lebih tinggi.

Sebanyak 16 sampel diuji dengan masing-masing sampel diberikan kode dari S1 hingga S16. Hasil identifikasi menunjukkan adanya variasi dalam jenis mikroorganisme yang terdeteksi, yaitu *Trichosporon inkin*, *Candida albicans*, dan *Candida glabrata*, serta beberapa sampel yang tidak dapat diidentifikasi.

102 Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Candida albicans* adalah mikroorganisme yang paling banyak terdeteksi dalam penelitian ini, dengan 5 sampel (31,3%) menunjukkan hasil positif untuk *Candida albicans*. *Candida albicans* dikenal sebagai salah satu patogen yang paling umum dalam infeksi jamur pada manusia (Ngazizah & Sobirin, 2023). Pada pasien DM, kadar gula darah yang tinggi sering kali juga tercermin dalam kadar gula urine (glukosuria). Glukosa merupakan substrat nutrisi yang baik bagi pertumbuhan *Candida albicans*. 111 Lingkungan yang kaya gula dalam urine menciptakan kondisi ideal bagi 28

pertumbuhan dan perkembangan jamur ini. DM dapat menyebabkan disfungsi sistem imun, termasuk fagositosis yang kurang efektif dan produksi sitokin yang terganggu (Manihuruk & Napitupulu, 2023). Sistem kekebalan tubuh yang lemah membuat pasien DM lebih rentan terhadap infeksi, termasuk infeksi oleh *Candida albicans*.

Selain itu, *Trichosporon inkin* ditemukan pada 3 sampel (18,8%). *Trichosporon inkin* merupakan jamur yang dapat menyebabkan infeksi superfisial dan sistemik, terutama pada individu dengan sistem kekebalan tubuh yang terganggu. Kondisi lingkungan dalam saluran kemih pasien DM, seperti pH urine yang berubah, dapat mendukung pertumbuhan *Trichosporon inkin*. pH urine pada pasien DM sering kali lebih basa, yang bisa menjadi lingkungan yang mendukung pertumbuhan jamur ini. Hal ini dapat mengurangi populasi bakteri komensal yang biasanya membantu mengontrol pertumbuhan jamur, memberikan peluang bagi *Trichosporon inkin* untuk berkembang biak (Santos, et al, 2021).

Candida glabrata juga teridentifikasi pada 3 sampel (18,8%) dan sering ditemukan pada infeksi saluran kemih dan infeksi sistemik, terutama pada pasien yang menerima perawatan antibiotik jangka panjang. *Candida glabrata* dikenal memiliki tingkat resistensi yang lebih tinggi terhadap beberapa obat antijamur dibandingkan dengan spesies *Candida* lainnya. Resistensi ini dapat membuat infeksi lebih sulit diobati dan lebih mungkin terjadi pada pasien dengan sistem kekebalan yang lemah seperti pasien DM (Deng et al., 2023).

16 Hasil perhitungan menunjukkan bahwa metode VITEK MS memiliki sensitivitas sebesar 100%. Sensitivitas ini dihitung dengan membagi jumlah True Positive (TP) dengan jumlah TP dan False Negative (FN). Dalam penelitian ini, semua 11 sampel yang positif teridentifikasi dengan benar (TP = 11, FN = 0), sehingga sensitivitasnya adalah $11 / (11 + 0) = 100\%$. Ini menunjukkan bahwa metode VITEK MS sangat efektif dalam mendeteksi infeksi jamur pada sampel yang diuji.

Selain itu, spesifisitas metode VITEK MS juga mencapai 100%. Spesifisitas ini dihitung dengan membagi jumlah True Negative (TN) dengan jumlah TN dan False Positive (FP). Dari 5 sampel yang negatif, semuanya teridentifikasi dengan benar (TN = 5, FP = 0), sehingga spesifisitasnya adalah $5 / (5 + 0) = 100\%$. Ini menunjukkan bahwa metode ini tidak hanya efektif dalam mendeteksi infeksi tetapi juga sangat akurat dalam mengidentifikasi sampel yang tidak terinfeksi.

Namun, 5 sampel (31,3%) yang tidak teridentifikasi oleh sistem Vitek MS ini menunjukkan bahwa ada kemungkinan keberadaan mikroorganisme yang tidak dapat diidentifikasi oleh sistem database Vitek MS yang digunakan, atau bahwa jumlah mikroorganisme dalam sampel tersebut tidak mencukupi untuk identifikasi yang akurat. Keterbatasan ini menunjukkan perlunya metode tambahan atau konfirmasi dengan teknik identifikasi lainnya untuk memastikan tidak adanya mikroorganisme atau mendeteksi mikroorganisme yang mungkin tidak terdeteksi oleh Vitek MS.

Selain itu, proses identifikasi mikroorganisme menggunakan Vitek MS dapat memakan waktu yang cukup lama, terutama ketika menghadapi sampel dengan kompleksitas tinggi atau ketika terdapat banyak mikroorganisme yang berbeda dalam satu sampel. Ini bisa menjadi kendala dalam penanganan kasus-kasus yang memerlukan hasil segera atau dalam penelitian yang membutuhkan analisis cepat.

Kendala lainnya adalah biaya yang terkait dengan penggunaan peralatan dan reagen Vitek MS yang relatif tinggi. Hal ini dapat menjadi hambatan dalam penggunaan rutin alat ini di laboratorium dengan anggaran terbatas atau dalam konteks penelitian yang memerlukan analisis dalam skala besar.

44 Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memperkuat temuan ini dan mengeksplorasi metode VITEK MS dalam konteks diagnostik yang lebih luas. Ini termasuk pengujian pada kondisi klinis yang berbeda dan dengan jumlah sampel yang lebih besar. Selain itu, integrasi metode VITEK MS dengan teknik molekuler dapat memberikan pendekatan diagnostik yang lebih komprehensif dan meningkatkan ketepatan diagnosis infeksi jamur. Hal ini penting untuk pengelolaan yang lebih baik dan penanganan yang lebih efektif terhadap infeksi jamur di lingkungan klinis.

17

2

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil :

1. Pengamatan yang telah dilakukan dari 20 sampel 3 sampel (15%) menunjukkan hasil positif pada uji KOH 10%, sementara 17 sampel (85%) lainnya menunjukkan hasil negatif.
2. Pada media SDA, sebanyak 16 sampel (80%) menunjukkan adanya pertumbuhan mikroorganisme, sementara 4 sampel (20%) lainnya tidak menunjukkan pertumbuhan
3. Hasil identifikasi menggunakan Vitek MS menunjukkan adanya variasi dalam jenis mikroorganisme yang terdeteksi, yaitu *Trichosporon inkin*, *Candida albicans*, dan *Candida glabrata*, serta beberapa sampel yang tidak dapat diidentifikasi.

1

B. Saran

Mengingat banyaknya kelemahan dan keterbatasan yang peneliti hadapi dalam melakukan penelitian ini, maka dapat disarankan untuk peneliti selanjutnya :

1. Mengembangkan metode identifikasi yang lebih sensitif dan spesifik, serta melakukan verifikasi tambahan terhadap sampel yang tidak dapat diidentifikasi dengan Vitek MS dan melibatkan lebih banyak sampel dan analisis multivariat dapat memberikan wawasan yang

lebih mendalam tentang epidemiologi dan karakteristik mikrobiologi infeksi jamur pada populasi pasien tertentu.

3. 2. Bagi masyarakat terutama bagi penderita DM agar lebih menjaga hygiene genetalia dengan membersihkan genetalia secara teratur, mengupayakan kondisi yang kering agar tidak lembab dan basah pada alat genetalia, mengganti celana dalam dan pembalut secara teratur, membersihkan dubur setelah buang air besar dari arah depan kebelakang dan mencuci dengan sabun, sehingga kejadian kandidiasis dapat dihindari.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, D., Dwi Endraswari, P., Rusli, M., & Pohan Kawilarang, A. (2022). Epidemiology and Risk Factors for Candiduria in Hospitalized Patients at Dr. Soetomo Hospital, Surabaya, Indonesia. *International Journal of Research Publications*, 115(1), 424–433.
- Anwar, A. Y., & Jakaria, F. (2023). Pola Pertumbuhan Jamur Candida Spp. pada Urine Penderita Diabetes Melitus dengan Glukosa Terkontrol dan Tidak Terkontrol: Penelitian Laboratorium. *Health Information: Jurnal Penelitian*, 15(3), e1134. <https://doi.org/10.36990/hijp.v15i3.1134>
- Az-zahro, F., Kristinawati, E., & Fikri, Z. (2021). Hubungan Antara Kandidiasis Pada urine Wanita Penderita Diabetes Mellitus Dengan Nilai Positivitas Glukosuria Di Wilayah Kerja Puskesmas Narmada. *Jurnal Analis Medika Biosains (JAMBS)*, 8(2), 92.
- Azwar. (2021). *Terapi Non Farmakologi Pada Pasien Diabetes Melitus*. Gowa: Pustaka Taman Ilmu.
- Bayu, T., Kurniati, A., & Wibowo, R. H. (2022). Hubungan Lama Menderita Penyakit dan Kadar Glukosa Darah Terhadap Kejadian Kandidiasis Oral Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Di Rumah Sakit Harapan dan Doa (RSHD) Kota Bengkulu. *Jurnal Kedokteran Raflesia*, 8(2), 66–75.
- BBLK. (2018). *Pedoman Pemeriksaan Vitek MS*. Makassar: Balai Besar Laboratorium Kesehatan.
- BioMerieux. (2019). Mass Spectrometry VITEK MS (hal. 1–129).
- Cahyaningrum, A., Manu, T. T., Khusuma, A., Teknologi, J., Medis, L., Mataram, P. K., & Info, A. (2024). Identifikasi Sel Ragi (Candida sp.) pada Sedimen Urine dengan Menggunakan Metode Preparat Basah dan Preparat Gram pada Penderita Diabetes Melitus, 3(1), 52–58.
- Declori, E. (2019). *Diabetes Melitus Tipe 2*. Padang: Pusat Penerbitan Bagian Ilmu Penyakit Dalam Universitas Andalas.
- Delost, D. M. (2015). *Introduction To Diagnostik Microbiology For The Laboratory Sciences*. (O. H. Ong, D. Ramadhani, & M. Mirawati, Trans.). Sudbury, Massachusetts: Jones & Bartlett Learning, LLC.
- Deng, R., Meng, X., Li, R., Wang, A., & Song, Y. (2023). Asymptomatic Candida glabrata urinary tract infection in an immunocompetent young female A case report. *Medicine (United States)*, 102(20), E33798. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000033798>

- Dewi, U. N., Hadijah, S., & Askar, M. (2018). *Buku Ajar Penuntun Praktikum Mikologi*. Makassar: Unit Penelitian Poltekkes Makassar.
- Fajarochwati, M. (2020). *Gambaran Jenis Bakteri Pada Kultur Urine Pasien Infeksi Saluran Kemih Di RS Primier Jatinegara*. Poltekkes Jakarta III.
- Febrinasari, P. R., Sholikah, A. T., Pakha, N. D., & Putra, E. S. (2020). *Buku Saku Diabetes Melitus Untuk Awam (1 ed.)*. Surakarta: UNS Press.
- Geni, L., Winita, R., & Istiqomah, A. A. (2020). Pemeriksaan Jamur Candida Sp Pada Rongga Mulut Lansia Di Panti Sosial Tresna Werdha Budi Mulia 1 Cipayung Jakarta Timur. *Anakes : Jurnal Ilmiah Analis Kesehatan*, 6(2), 202–211.
- Harlina. (2021). *Gambaran Jamur Candida sp Dalam Urin Penderita Diabetes Melitus Di RSUD Sawahlunto*. Universitas Perintis Indonesia.
- Karwiti, W., Garini, A., & Akbar, B. M. (2022). The Ppresence Of Candida albicans In Urine Of Diabetes Mellitus At Bhayangkara Hospital Palembang, 4, 99–105.
- Kemendes RI. (2020). Tetap Produktif, Cegah Dan Atasi Diabetes Mellitus. *pusat data dan informasi kementerian kesehatan RI*. Infodatin Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI.
- Kidd, S., Halliday, C., Alexiou, H., & Ellis, D. (2016). *Descriptions Of Medical Fungi* (Third edit). Australia: The National Library of Australia.
- Koes, I. (2014). *Bakteriologi, Mikologi dan Virologi*. Bandung: Alfabeta.
- Lestari, Zulkarnain, & Sijid, S. A. (2021). Diabetes Melitus: Review Etiologi, Patofisiologi, Gejala, Penyebab, Cara Pemeriksaan, Cara Pengobatan dan Cara Pencegahan. *UIN Alauddin Makassar*, (November), 237–241.
- Manihuruk, F. N., & Napitupulu, L. (2023). Gambaran Candida Albican dalam Urine pada Wanita Penderita Diabetes Mellitus di Lingkungan Perumahan River Park Kelurahan Mangga Kecamatan Medan. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 4(3), 2103–2110.
- Maria, I. (2021). *Asuhan Keperawatan Diabetes Mellitus Dan Asuhan Keperawatan Stroke (1 ed.)*. Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- Muhajir, N. F., Nadifah, F., Arisandi, D., & Susliyanti, M. (2020). Identifikasi Candida sp Dalam Urine Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Di Puskesmas Ngemplak 2 Kabupaten Sleman Yogyakarta. *Jurnal Mitra*

Kesehatan, 3(1), 41–46.

Mulyana, F. (2021). Gambaran Jamur *Candida albicans* Pada Saliva Penderita Diabetes Melitus Systematic Review. Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan.

Muniroh, H., & Elprida, S. (2016). *Praktikum Parasitologi dan Mikologi*. Jakarta: EGC.

Nabili, M., & Moazeni, M. (2022). Identification of *Candida* species isolated from hospitalized patients with candiduria. *Medical Mycology*, 60(Supplement_1).

Nelma, & Ratnalela, I. (2023). Edukasi Dan Deteksi Dini Diabetes Mellitus Sebagai Upaya Mengurangi Revalensi Serta Resiko Penyakit Degeneratif Pada Masyarakat Di Desa Mbaruai Kecamatan Biru – Biru Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Mitra Prima (JMP)*, 5.

Ngazizah, F. N., & Sobirin, M. (2023). Identifikasi Spesies *Candida* Sp. Pada Urine Penderita Diabetes Mellitus. *Journal of Biotropical Research and Nature Technology*, 1(2), 90–95.

Nugraha, G. (2022). *Kimia Klinik, Urinalisis, & Cairan Tubuh : Teknologi Laboratorium Medik*. Jakarta: EGC.

Parwati, P. A., Bintari, N. W. D., & Prihatiningsih, D. (2022). Penilaian Hasil Pemeriksaan Sedimen Urine Dengan Variasi Pengawet. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 3(3), 5445–5452.

Patricia, V., Yani, A., & Haifa, N. P. (2022). Gambaran *Candida albicans* Pada Urine Penderita Diabetes Mellitus Di Puskesmas Neglasari. *Journal of Medical Laboratory and Science*, 2(1), 16–22.

Petersmann, A., Müller-Wieland, D., Müller, U. A., Landgraf, R., Nauck, M., Freckmann, G., ... Schleicher, E. (2019). Definition, Classification and Diagnosis of Diabetes Mellitus. *Experimental and Clinical Endocrinology and Diabetes*, 127(Suppl 1), S1–S7.

Prasetyo, E. A., & Husen, H. S. (2019). *Buku Ajar Mikrobiologi*. Temanggung: Desa Pustaka Indonesia.

Prayitno, A. T., & Hidayati, N. (2020). *Mikrobiologi Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)* (1 ed.). Malang: Media Nusa Creative.

Prayoga, A., Bastian, B., & Aristoteles, A. (2023). Perbedaan Jumlah Koloni Jamur *Candida albicans* Pada Media Sabouraud Dextrose Agar (SDA) dan Media Modifikasi Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* lamk). *Journal of Indonesian Medical Laboratory and*

Science (JoIMedLabS), 4(1), 78–86.

- Santos, F. A., Leite-Andrade, M. C., Vasconcelos, M. A., Alves, A. I., Buonafina-Paz, M. D., Araújo-Neto, L. N., ... Neves, R. P. (2021). Trichosporon Inkin Fungemia Case Report: Clinical and Laboratory Management. *Future Microbiology*, 17. Diambil dari <https://doi.org/10.2217/fmb-2021-0017>
- Sapra, A., & Bhandari, P. (2023). *Diabetes*. Southern Illinois University: StatPearls Publishing. Diambil dari <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551501/>
- Siregar, J. P. D. R. (2019). *Hubungan Kadar Gula Darah Dengan Proteinuria Pada Pasien Diabetes Melitus Di Laboratorium Rumah Sakit Umum Djohlam Binjai*. Universitas Medan Area.
- Situmorang, J. (2021). *Gambaran Jamur Candida sp Pada Urine Penderita Diabetes Melitus Systematic Review*. Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan.
- Soelistijo, S. (2021). Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia 2021. *Global Initiative for Asthma*, 46.
- Sulastris. (2022). *Buku Pintar Perawatan Diabetes Mellitus* (1 ed.). Jakarta: CV Trans Info Media.
- Suraini, A. S. (2023). Prevalence Of Candida albicans Saliva Of Diabetes Melitus Patients In Mohammad Natsir Hospital Solok City. *Jurnal Biologi Makassar*, 8(1), 51–59.
- Syaipuddin, Haskas, Y., Nurbaya, S., Tawil, S., & Suhartatik. (2023). Management Of Diabetes Self Management Education (DSME) As An Effort To Prevent Complications In People With Diabetes Mellitus In Kassi Kassi Village, Makassar City. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 6(Dm), 3554–3563.
- Trisnawati, A., Bintari, N.W.D., & Sudarma, N. (2022). Gambaran Candida albicans dalam Urine Pasien Diabetes Melitus Perempuan di Puskesmas 1 Denpasar Timur. *ARTERI: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 3(4), 126–131.
- Ward, D. (2019). *Microbiology An Infection Prevention and Control for Nursing Students* (Ed.1). Yogyakarta: Rapha Publishing.
- Widarti, & Djasang, S. (2021). *Bahan Ajar Mikologi*. Makassar: Unit Penelitian Poltekkes Kemenkes Makassar.

