

AKTIVITAS ANTIFUNGI CUKA NANAS (*Ananas comosus*) PADA PERTUMBUHAN JAMUR *Malassezia furfur*

ANTIFUNGAL ACTIVITY OF PINEAPPLE VINEGAR (*Ananas comosus*) ON *Malassezia furfur* GROWTH

Tefia Riswanda Lumban Gaol¹, Ika Dyah Kurniati², Maya Dian Rakhmawatie²

¹Graduated Student, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Semarang

²Bagian Biomedik, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Semarang

Korespondensi: Maya Dian Rakhmawatie. Alamat email: mayadianr@unimus.ac.id

ABSTRAK

Malassezia furfur merupakan flora normal yang terdapat pada kulit manusia, namun dapat menjadi patogen pada pasien immunosupresi. Di Indonesia, penyakit kulit pityriasis versicolor (hampir 50% penyakit kulit) disebabkan oleh *M. furfur*. Ketokonazol merupakan obat yang paling umum digunakan untuk pengobatan infeksi *M. furfur*, namun diketahui memiliki efek samping kerusakan hati. Oleh sebab itu perlu dilakukan pengembangan antijamur yang lebih aman. Cuka nanas mempunyai potensi sebagai antijamur karena mengandung senyawa saponin dan tanin. Penelitian ini melakukan uji kadar hambat minimal (KHM) cuka nanas dengan metode two-fold dilution pewarnaan Resazurin Microplate Assay (REMA). Konsentrasi cuka nanas yang digunakan berada pada rentang 62.5- 4000 µg/mL. Analisis regresi digunakan untuk menilai hubungan antara konsentrasi cuka nanas dengan pertumbuhan jamur *M. furfur*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi cuka nanas 4000 µg/mL belum dapat menghambat pertumbuhan jamur *M. furfur*. Namun, berdasarkan hasil uji regresi linier sederhana, diketahui terdapat hubungan antara peningkatan konsentrasi cuka nanas terhadap pertumbuhan jamur dengan persamaan garis $y = -0,000097x + 5,88$ dan nilai korelasi determinasi (R^2) $0,729 = 72,9\%$ ($p=0,000$). Peningkatan dosis uji cuka nanas mungkin dapat bermanfaat untuk menghambat pertumbuhan jamur *M. furfur*.

Kata Kunci: Antijamur, Cuka Nanas, *Malassezia Furfur*, Resazurin Microplate Assay.

ABSTRACT

Malassezia furfur is normal flora found on human skin, but can be pathogenic in immunosuppressed patients. In tropical areas such as Indonesia, pityriasis versicolor skin disease (almost 50% of skin diseases) is caused by *M. furfur*. Ketoconazole is commonly drug for the treatment of *M. furfur* infection, but it's known to have hepatotoxic effects. Therefore, it's necessary to develop safer antifungals. Pineapple vinegar has potential as an antifungal because it contains saponins and tannins. Minimum inhibitory concentration (MIC) of pineapple vinegar was carried out using two-fold dilution method and Resazurin Microplate Assay (REMA) staining. The concentration range of pineapple vinegar used is 62.5- 4000 g/mL. Regression analysis was used to assess the relationship between pineapple vinegar concentration and the growth of the *M. furfur*. The concentration of pineapple vinegar 4000 g/mL could not inhibit the growth of the *M. furfur*. However, based on a linear regression test, there is a relationship between increasing the concentration of pineapple vinegar on the growth of *M. furfur*, with regression line equation $y = -0.000097x + 5.88$ and (R^2) $0.729 = 72.9\%$ ($p = 0.000$). Increasing the dose of pineapple vinegar may be useful for inhibiting the growth of the *M. furfur*.

Keywords: Antifungal, *Malassezia furfur*, pineapple vinegar, pityriasis versicolor, resazurin microplate assay

How to Cite: Gaol, T., Kurniati, I., & Rakhmawatie, M. (2022). Aktivitas Antifungi Cuka Nanas (*Ananas comosus*) Pada Pertumbuhan Jamur *Malassezia furfur*. *Biomedika*, 14(2), 136-146. doi: <https://doi.org/10.23917/biomedika.v14i2.18564>

DOI: <https://doi.org/10.23917/biomedika.v14i2.18564>

PENDAHULUAN

Infeksi akibat jamur *pityriasis versicolor* atau yang disebut dengan penyakit panu, sering dijumpai di Indonesia. Hal tersebut disebabkan karena Indonesia mempunyai iklim tropis dengan suhu hangat dan kelembaban yang tinggi. Kondisi tersebut menyebabkan jamur mudah tumbuh, sehingga penduduk Indonesia lebih rentan terkena infeksi jamur pada kulit (Rahmawati dan Rasiyanto, 2019).

Prevalensi *pityriasis versicolor* yang disebabkan oleh jamur *Malassezia furfur* di negara-negara tropis, termasuk Indonesia dilaporkan mencapai 50% dari total jumlah penduduk. Pada tahun 2014, infeksi kulit *Pityriasis versicolor* menempati urutan ke-2 penyakit kulit terbanyak di Jakarta setelah dermatitis (Mustofa, 2014), namun laporan terakhir di Palu, kejadian infeksi *Pityriasis versicolor* pada lima tahun terakhir berada pada urutan ke-4 dari keseluruhan pasien dengan infeksi dermatofitosis. Infeksi ini banyak ditemukan pada penduduk dengan sosial ekonomi yang rendah, serta berhubungan dengan rendahnya higienitas (Sofyan *et al.*, 2022). Penyakit *ptyriasis versicolor* sendiri termasuk dalam infeksi oportunistik (Vandeputte *et al.*, 2012).

Malassezia furfur merupakan salah satu spesies lipofilik dan dimorfik menular. Organisme ini dapat memiliki dua struktur, terutama bentuk *yeast* dan *mold*. Saat menginvasi jaringan, jamur *M. furfur* berbentuk miselium, yaitu bentuk *mold* (Sugawara dan Nikaido, 2016).

Patogenesis jamur *M. furfur* dimulai saat jamur mengenai kulit manusia. Awalnya, infeksi ini bermanifestasi sebagai sel khamir, yang akan berubah menjadi patogen setelah menjadi miselium dan mengakibatkan timbulnya lesi (Sihombing dan Saraswati, 2018). Perkembangan ini dipicu oleh keadaan yang berbeda, termasuk kelembaban dan suhu yang tinggi, keringat berlebihan, dan keadaan immunosupresi (Gupta dan Foley, 2015). Lesi hipopigmentasi disebabkan karena adanya asam azaleat yaitu asam dikarboksilat yang diproduksi oleh jamur dari genus *Malassezia*, yang bersifat menghambat enzim tyrosinase dalam produksi melanin (Gaitanis *et al.*, 2012). Jamur dari genus *Malassezia* juga memproduksi *pityriacitrin* yang dapat mengabsorpsi sinar ultraviolet sehingga membuat jamur *M. furfur* lebih resisten terhadap sinar matahari (Bramono dan Budimulja, 2013).

Infeksi *ptyriasis versicolor* dapat diterapi dengan obat kimia. Antijamur yang bekerja pada membran sterol sel jamur adalah jenis antijamur yang sering digunakan dalam praktik klinis, diantaranya adalah obat golongan azol, polyenes, dan alilamin. (Minarni dkk, 2020)

Obat antijamur yang biasa digunakan untuk infeksi akibat *M. furfur* adalah obat golongan azol, diantaranya ketokonazol, itrakonazol, klotrimazol, mikonazol, dan flukonazol. Obat-obat tersebut, terutama ketokonazol dapat mempunyai efek samping berupa mual, diare, kembung, hingga bersifat hepatotoksik. Selain itu, penggunaan obat antijamur yang tidak tepat juga dapat menyebabkan peningkatan resistensi (Tanu, 2011). Oleh sebab itu, diperlukan alternatif antijamur dari bahan alami untuk mengurangi kejadian efek samping yang dapat terjadi. Salah satu yang menarik untuk diteliti adalah penggunaan cuka buah sebagai antijamur.

Cuka buah merupakan salah satu hasil bioteknologi pemanfaatan buah yang hasil panennya berlimpah. Bentuk cuka termasuk salah satu hasil olahan buah yang tidak mengubah kualitas produk akhir (María Luzón-Quintana *et al.*, 2021). Salah satu cuka buah, yaitu cuka apel telah teruji bermanfaat pada hambatan jamur *M.*

furfur secara *in vitro* (Itsa dkk, 2018). Kadar hambat cuka apel yang disebutkan pada beberapa penelitian diantaranya adalah konsentrasi 50% (diameter zona hambat 23 mm) (Arun *et al.*, 2019) dan konsentrasi 75% (diameter zona hambat 11,75 mm) (Syafina *et al.*, 2020).

Buah lain yang dapat dikembangkan sebagai antijamur adalah nanas. Ekstrak kulit nanas diketahui dapat menghambat pertumbuhan jamur *M. furfur* dengan kadar hambat minimal 12,5% (Rahmasari, 2018), namun hingga saat ini uji efektivitas cuka nanas terhadap *M. furfur* belum pernah dilakukan. Buah nanas jika dibandingkan dengan apel, memiliki keunggulan lebih mudah didapatkan karena mudah untuk tumbuh di Indonesia dengan iklim tropis (Bartholomew *et al.*, 2018).

Berdasarkan uraian diatas, diperlukan penelitian untuk melakukan uji aktivitas cuka nanas terhadap pertumbuhan jamur *M. furfur*. Penelitian ini juga melakukan analisis fitokimia kandungan senyawa yang terdapat pada cuka nanas.

METODE

Jenis dan Obyek Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental *in vitro* dengan rancangan *the post-test only control group design*. Obyek uji

aktivitas cuka nanas adalah jamur *M. furfur* yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. Cuka nanas yang diuji adalah produk organik dari Vinega. Penelitian ini telah mendapat persetujuan komisi etik Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Semarang dengan nomor 151/EC/FK/2021.

Uji Aktivitas Antijamur Cuka Nanas terhadap Jamur *M. furfur*

Uji kadar hambat minimal (KHM) dilakukan dengan metode *two fold microdilution* serta pewarnaan *Resazurin Microplate Assay* (REMA). Konsentrasi cuka nanas (Vinega) yang digunakan adalah 4000,0 µg/mL; 2000,0 µg/mL; 1000,0 µg/mL; 500,0 µg/mL; 250,0 µg/mL; 125,0 µg/mL; dan 62,5 µg/mL. Pemilihan konsentrasi uji berdasarkan beberapa penelitian yang menyatakan cuka buah secara umum mempunyai aktivitas antimikroba pada konsentrasi 0,1 hingga 10% (Elhage *et al.*, 2021).

Pada uji aktivitas antijamur cuka nanas, suspensi uji *M. furfur* yang digunakan adalah 5×10^4 colony forming unit (cfu)/mL. Setelah penambahan cuka nanas, mikroplate diinkubasi pada suhu 37°C selama 72 jam. Pembacaan hasil uji dilakukan dengan pewarnaan resazurin 0,025% (Sigma Aldrich). Resazurin yang

berwarna biru atau ungu dapat tereduksi menjadi warna merah muda akibat adanya pertumbuhan mikroba (Guerin *et al.*, 2001). Uji KHM dilakukan selama 3 hari, dengan masing-masing replikasi sebanyak 4 kali.

Untuk memastikan validitas hasil uji, digunakan kontrol antijamur yang terdiri dari media *Saboraud Dextrose Broth* (SDB, Merck Millipore), biakan jamur, dan ketokonazol (Phapros Tbk.) dengan konsentrasi 16,0 µg/mL; 8,0 µg/mL; 4,0 µg/mL; 2,0 µg/mL; 1,0 µg/mL; 0,5 µg/mL; dan 0,25 µg/mL. Uji KHM antijamur dilakukan dengan metode yang sama dengan uji KHM cuka nanas. Selain itu, dilakukan uji terhadap kontrol pertumbuhan berisi media SDB dan biakan jamur, serta kontrol sterilitas yang berisi media SDB dan cuka nanas.

Penentuan nilai Kadar Hambat Minimum (KBM) ditentukan dengan menggoreskan 1 ose (1 µL) dari masing-masing tabung hasil uji KHM ke media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA, Merck Millipore). Biakan diinkubasi selama 72 jam pada suhu 37°C, selanjutnya dilakukan perhitungan koloni jamur dengan *colony counter* (Funke Gerber 8500).

Analisis Fitokimia Cuka Nanas

Skrining senyawa flavonoid dilakukan dengan memasukkan 1 mL cuka nanas ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 1 g serbuk Magnesium (Merck) dan larutan HCl pekat (38%, Merck). Adanya senyawa flavonoid ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi warna kuning, jingga atau merah bata (Wahid dan Safwan, 2020). Untuk uji saponin, cuka nanas sebanyak 2 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan dengan air dan di kocok selama 10 menit. Senyawa positif saponin ditandai dengan adanya buih setinggi 1-10 cm yang tidak hilang (Natalia *et al.*, 2017). Analisis senyawa tanin dilakukan dengan mengambil 1 mL cuka ditambah dengan gelatin 1% dalam NaCl. Apabila terbentuk endapan berwarna putih, maka sampel mengandung tanin. Pengujian terpenoid dilakukan dengan menambahkan 2 mL cuka nanas dengan 3 tetes HCl pekat (Merck) dan 1 tetes H₂SO₄ pekat (Merck). Positif terpenoid terjadi apabila terbentuk warna merah atau ungu pada sampel uji (Ergina *et al.*, 2014).

Analisis data

Nilai KHM ditentukan dari konsentrasi terkecil cuka nanas untuk menghambat pertumbuhan jamur *M. furfur*. Untuk uji KBM

dilakukan dengan melihat konsentrasi terkecil cuka nanas yang menyebabkan ketiadaan pertumbuhan jamur *M. furfur* pada cawan petri agar. Uji keamatan hubungan antara konsentrasi cuka nanas dengan jumlah koloni jamur *M. furfur* dianalisis menggunakan uji regresi linier.

HASIL DAN PEMBAHASAN

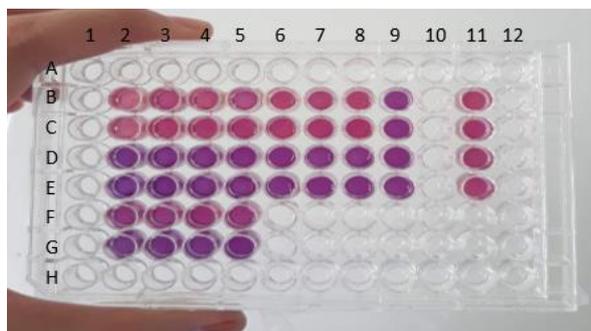
Penelitian ini didahului dengan uji fitokimia terhadap cuka buah nanas. Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui kandungan golongan senyawa aktif yang terdapat pada cuka nanas.

Cuka nanas Vinega positif mengandung saponin dan tannin, namun tidak mengandung senyawa flavonoid dan terpenoid ([Tabel 1](#)). Saponin dan tanin diketahui memiliki aktivitas antijamur melalui perusakan sterol pada membran sel. Saponin juga dapat menurunkan tegangan permukaan pada membran sterol sel jamur hingga permeabilitasnya meningkat, cairan intraseluler tertarik keluar hingga akhirnya menghilangkan nutrisi, zat metabolisme dan protein dalam sel, dan sel jamur mengalami kematian (Jalianto *et al.*, 2015). Senyawa tanin mampu menghambat biosintesis ergosterol yang merupakan sterol utama penyusun membran (Arifin dkk, 2018).

Tabel 1. Hasil Uji Fitokimia Cuka Nanas

No	Jenis Uji Fitokimia	Rujukan Hasil Positif	Hasil Uji Cuka Nanas
1.	Uji Flavonoid	Kuning, Jingga, atau Merah bata	(-) Negatif 
2.	Uji Saponin	Busa Stabil	(+) Positif 
3.	Uji Tanin	Terdapat Endapan Putih	(+) Positif 
4.	Uji Terpenoid	Terbentuk warna merah atau ungu	(-) Negatif 

Berdasarkan uji fitokimia, cuka nanas terdeteksi golongan senyawa yang mempunyai potensi antijamur. Setelah dilakukan uji kadar hambat minimum menggunakan metode pewarnaan *resazurin*, didapatkan hasil bahwa cuka nanas tidak dapat menghambat pertumbuhan jamur *M. furfur* pada konsentrasi uji terbesar (4000 µg/mL) ([Gambar 1](#)).



Gambar 1. Hasil uji KHM cuka nanas dan ketokonazol terhadap pertumbuhan *M. furfur* menggunakan metode mikrodilusi pewarnaan *resazurin*.

Keterangan:
Sumuran B2-B8 dan C2-C8 adalah sumuran uji cuka nanas, dengan rincian B2/C2 cuka nanas dengan

konsentrasi 4000 µg/mL; sumuran B3/C3 konsentrasi 2000 µg/mL; sumuran B4/C4 konsentrasi 1000 µg/mL; sumuran B5/C5 konsentrasi 500 µg/mL; sumuran B6/C6 konsentrasi 250 µg/mL; sumuran B7/C7 konsentrasi 125 µg/mL; dan sumuran B8/C8 konsentrasi 62,5 µg/mL. Sumuran B9 dan C9 adalah kontrol sterilitas cuka nanas. Sumuran D2-D8 dan E2-E8 adalah sumuran uji ketokonazol, dengan rincian D2/E2 ketokonazol dengan konsentrasi 16 µg/mL; sumuran D3/E3 konsentrasi 8 µg/mL; sumuran D4/E4 konsentrasi 4 µg/mL; sumuran D5/E5 konsentrasi 2 µg/mL; sumuran D6/E6 konsentrasi 1 µg/mL; sumuran D7/E7 konsentrasi 0,5 µg/mL; dan sumuran D8/E8 konsentrasi 0,25 µg/mL. Sumuran D9 dan E9 adalah kontrol sterilitas ketokonazol; B11 -E11 adalah kontrol pertumbuhan *M. furfur*; F2-F5 adalah kontrol pelarut; dan G2-G5 adalah kontrol sterilitas media.

Ketokonazol digunakan sebagai kontrol obat positif. Hasil nilai KHM dari kontrol obat ketokonazol adalah 0,25 µg/ml. Nilai KHM tersebut menunjukkan bahwa isolat *M. furfur* yang digunakan masih sensitif terhadap ketokonazol (Leong *et al.*, 2017).

Hasil penelitian uji aktivitas antijamur *M. furfur* menunjukkan semua konsentrasi cuka nanas tidak dapat menghambat pertumbuhan jamur *M. furfur*, ditunjukkan dengan perubahan warna *resazurin* dari biru keunguan menjadi merah muda. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi cuka nanas tertinggi masih terdapat pertumbuhan jamur *M. furfur*. Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan cuka apel. Penelitian yang dilakukan oleh Syafina *et al.* (2020), menunjukkan bahwa cuka apel mampu menghambat dan membunuh jamur *M. furfur*.

Perbedaan hasil uji cuka nanas dengan cuka apel dapat terjadi karena adanya perbedaan jenis senyawa antijamur yang terkandung di dalamnya. Cuka nanas pada penelitian ini hanya positif memiliki kandungan senyawa saponin dan tanin, sedangkan pada cuka apel selain kedua jenis senyawa tersebut, juga mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, dan glikosida (Syafina *et al.*, 2020). Perbedaan konsentrasi cuka dan metode penelitian uji KHM yang digunakan juga dapat mempengaruhi perbedaan hasil dari aktivitas cuka nanas dan cuka apel. Pada penelitian Syafina *et al.* (2020), metode uji KHM yang digunakan adalah metode difusi cakram. Kadar hambat minimal cuka apel untuk menghambat pertumbuhan *M. furfur* pada penelitian tersebut adalah 25% b/v (setara dengan 250000 µg/mL), atau dapat dikatakan 62,5 kali lebih besar dibandingkan konsentrasi uji terbesar pada penelitian ini (4000 µg/mL).

Berdasarkan hasil penelitian ini, jika dibandingkan dengan hasil uji fitokimia cuka nanas pada penelitian Praveena dan Estherlydia (2014), cuka nanas pada penelitian tersebut selain mengandung saponin dan tannin juga terdeteksi adanya senyawa potensi antijamur lain seperti flavonoid dan terpenoid (Praveena dan Estherlydia, 2014). Hal ini salah satunya dapat

disebabkan karena perbedaan metode pembuatan cuka. Proses pengolahan buah menjadi cuka ada beberapa tahap. Setiap tahap pengolahan dapat berdampak pada penurunan kadar total flavonoid dari produk yang dihasilkan (Bakir *et al.*, 2016). Pada penelitian Praveena dan Estherlydia (2014), cuka dibuat menggunakan kulit dan buah nanas yang di fermentasikan secara mandiri, sedangkan pada penelitian ini cuka nanas tidak diketahui proses pembuatannya.

Setelah uji kadar hambat minimal, penelitian ini dilanjutkan dengan melakukan uji kadar bunuh minimum cuka nanas terhadap pertumbuhan jamur *M. furfur*. Hasil perhitungan koloni jamur pada setiap konsentrasi cuka nanas dan obat ketokonazol digunakan untuk melihat hubungan peningkatan dosis dengan aktivitas bunuh jamur *M. furfur*.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Rerata ± Standar Deviasi (SD) Log Koloni Jamur *M.furfur* Setelah Perlakuan Cuka Nanas

No.	Konsentrasi Cuka Nanas (µg/mL)	Nilai Rerata ± SD Log Koloni <i>M. furfur</i>
1.	4000	5,58 ± 0,108
2.	2000	5,58 ± 0,233
3.	1000	5,72 ± 0,067
4.	500	5,78 ± 0,098
5.	250	5,87 ± 0,043
6.	125	5,92 ± 0,031
7.	62,5	5,99 ± 0,031
8.	Kontrol Pertumbuhan	6,23 ± 0,057

Berdasarkan hasil uji KBM, konsentrasi 4000 µg/mL cuka nanas belum mampu

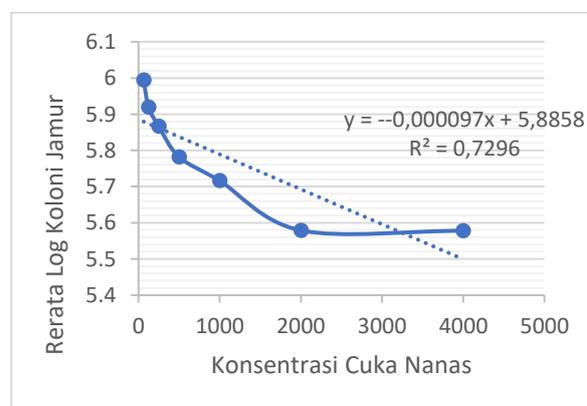
membunuh jamur *M. furfur*. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan konsentrasi cuka nanas menyebabkan penurunan jumlah log koloni jamur. Rata-rata log jumlah koloni *M. furfur* yang tertinggi adalah 5,99 yaitu pada konsentrasi cuka nanas 62,5 µg/mL, dan terendah adalah 5,58 yaitu pada konsentrasi 4000 µg/mL ([Tabel 2](#)).

Selanjutnya dilakukan uji regresi linier sederhana antara konsentrasi cuka nanas dengan log jumlah koloni jamur *M. furfur*. Hasil dari uji korelasi diperoleh persamaan garis regresi $y = -0,000097x + 5,88$. Hasil nilai korelasi determinasi (R^2) didapatkan $0,729 = 72,9\%$ ($p=0,000$). Hal ini menunjukkan bahwa variasi variabel pertumbuhan jamur *M. furfur* dapat dijelaskan oleh variabel konsentrasi cuka nanas sebesar 72,9% ([Gambar 2](#)).

Hasil uji regresi linier menjelaskan bahwa terdapat keeratan hubungan antara konsentrasi cuka nanas dengan pertumbuhan jamur *M. furfur*. Persamaan kurva regresi linear tersebut dapat digunakan peneliti lain untuk dasar penetapan konsentrasi uji cuka nanas dalam menghambat pertumbuhan *M. furfur* atau secara umum untuk uji aktivitas antijamur lainnya.

Nilai konsentrasi suspensi jamur uji (y) dapat dihitung untuk mendapatkan perkiraan

nilai konsentrasi cuka nanas (x). Misalnya diinginkan penurunan jumlah koloni sebesar 90% dari jumlah suspensi jamur awal 5×10^4 cfu/mL (nilai y), maka akan didapatkan nilai konsentrasi cuka nanas (nilai x) sebesar 22474 µg/mL atau 2,25% (b/v). Konsentrasi tersebut dapat digunakan oleh peneliti lain sebagai dasar penentuan dosis antijamur lainnya, namun peningkatan konsentrasi cuka nanas untuk terapi infeksi topikal *pytyriasis versicolor* atau antijamur perlu memperhatikan resiko efek samping. Cuka nanas diketahui mengandung asam asetat (Samad *et al.*, 2016). Peningkatan konsentrasi asam asetat berpotensi toksik pada kulit. Asam asetat pada cuka diketahui dapat menyebabkan resiko kulit terbakar dan eritema terutama penggunaan oleh anak-anak (Elhage *et al.*, 2021).



Gambar 2. Kurva regresi linier antara konsentrasi cuka nanas dengan log jumlah koloni jamur *M. furfur*.

Tabel 3. Hasil perhitungan rerata ± standar deviasi (SD) log koloni jamur *M. furfur* setelah mendapat perlakuan ketokonazol

No.	Konsentrasi ketokonazol (µg/mL)	Nilai rerata ± SD Log Koloni <i>M. furfur</i>
1.	16	0 ± 0
2.	8	1,15 ± 2,30
3.	4	0 ± 0
4.	2	0 ± 0
5.	1	2,50 ± 2,90
6.	0,5	3,68 ± 2,49
7.	0,25	3,86 ± 2,57

Hasil uji KBM kontrol obat ketokonazol, diketahui bahwa ketokonazol mulai membunuh *M. furfur* pada konsentrasi terendah 2 µg/mL (Tabel 3). Namun pada konsentrasi 8 µg/mL kembali timbul pertumbuhan koloni jamur *M. furfur*. Hal tersebut dapat disebabkan karena adanya fenomena toleransi antijamur, yaitu sub populasi sel jamur yang dapat tumbuh lambat pada konsentrasi di atas nilai KHM (Fisher *et al.*, 2022). Mekanisme toleransi tersebut dapat disebabkan karena respons fisiologis yang muncul secara heterogen di antara populasi sel, seperti misalnya pada beberapa sel *Candida albicans* yang dapat melakukan sintesis sphingolipid sebagai mekanisme bertahan dari penipisan ergosterol yang diinduksi azol (Berman and Krysan, 2020). Fenomena toleransi ini berbeda dengan mekanisme resistensi pada antijamur golongan azol. Jamur mempunyai mekanisme resisten terhadap antijamur golongan azol karena adanya ekspresi pompa effluks, yang

menghasilkan peningkatan transportasi antijamur ke luar sel (Hokken *et al.*, 2019).

Hasil dari uji korelasi antara konsentrasi obat ketokonazol dengan log koloni jumlah jamur *M. furfur* adalah persamaan garis regresi $y = -0,184x + 2,43$. Nilai korelasi determinasi (R^2) didapatkan $0,175 = 17,5\%$ ($p=0,027$). Hal ini menunjukkan bahwa variasi variabel pertumbuhan jamur *M. furfur* tidak berhubungan dengan penambahan konsentrasi ketokonazol.

SIMPULAN DAN SARAN

Pada uji fitokimia cuka nanas pada penelitian ini, ditemukan golongan senyawa yang berpotensi sebagai antijamur yaitu saponin dan tannin. Konsentrasi cuka nanas terbesar yaitu 4000 µg/mL belum dapat menghambat pertumbuhan atau membunuh jamur *M. furfur*, oleh sebab itu, disimpulkan pada penelitian ini tidak ditemukan nilai KHM dan KBM cuka buah nanas terhadap pertumbuhan jamur *M. furfur*.

Berdasarkan hasil analisis KBM menggunakan persamaan regresi, ditemukan adanya hubungan yang kuat antara konsentrasi cuka nanas terhadap pertumbuhan *M. furfur* (R^2) 0,729 ($p=0,000$) dengan persamaan $y = -0,000097x + 5,88$. Persamaan garis regresi linear tersebut dapat digunakan oleh peneliti lain untuk menentukan konsentrasi uji cuka nanas dalam

menghambat pertumbuhan *M. furfur* atau sebagai antijamur lainnya.

Sekunder pada Daun Palado yang Diekstraksi dengan Pelarut Air dan Etanol. *Akademika Kimia*. Vol. 3(3). Pp= 165–72.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z., Khotimah, S., dan Rahmayanti, S. 2018. Aktivitas Antijamur Ekstrak Etil Asetat Daun Mangga Bacang (*Mangifera foetida* L.) terhadap *Candida albicans* secara In Vitro. *Jurnal Cerebellum*. Vol. 4(3). Pp= 1106–19.
- Arun, P. P. S., Vineetha, Y., Waheed, M., and Ravikanth, K. 2019. Quantification of the minimum amount of lemon juice and apple cider vinegar required for the growth inhibition of dandruff causing fungi *Malassezia furfur*. *International Journal of Scientific Research in Biological Sciences*. Vol. 6(2). Pp= 144–7.
- Bakir, S., Toydemir, G., Boyacioglu, D., Beekwilder, J., and Capanoglu, E. 2016. Fruit antioxidants during vinegar processing: Changes in content and in vitro bio-accessibility. *International Journal of Molecular Sciences*. Vol. 17(10).
- Bartholomew, D., Pull, R., and Rohrbach, K. 2018. *The pineapple botany, production and uses* (2nd ed.). CABI.
- Berman, J., and Krysan, D. J. 2020. Drug resistance and tolerance in fungi. In *Nature Reviews Microbiology* (Vol. 18, Issue 6. Pp= 319–31. Nature Research.
- Bramono, K., dan Budimulja, U. 2013. *Dermatomikosis Suoerfisialis* (S. Suyoso, W. Indriatmi, L. Ramali, S. Widaty, dan E. Ervianti, Eds.; 2nd ed.). FKUI.
- Elhage, K. G., st. Claire, K., and Daveluy, S. 2021. Acetic acid and the skin: a review of vinegar in dermatology. In *International Journal of Dermatology*. John Wiley and Sons Inc.
- Ergina, Nuryanti, S., dan Pursitasari, I. D. 2014. Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder pada Daun Palado yang Diekstraksi dengan Pelarut Air dan Etanol. *Akademika Kimia*. Vol. 3(3). Pp= 165–72.
- Fisher, M. C., Alastruey-Izquierdo, A., Berman, J., Bicanic, T., Bignell, E. M., Bowyer, P., Bromley, M., Brüggemann, R., Garber, G., Cornely, O. A., Gurr, S. J., Harrison, T. S., Kuijper, E., Rhodes, J., Sheppard, D. C., Warris, A., White, P. L., Xu, J., Zwaan, B., and Verweij, P. E. 2022. Tackling the emerging threat of antifungal resistance to human health. In *Nature Reviews Microbiology*. Nature Research.
- Gaitanis, G., Magiatis, P., Hantschke, M., Bassukas, I. D., and Velegriaki, A. 2012. The *Malassezia* genus in skin and systemic diseases. *Clinical Microbiology Reviews*. Vol. 25(1). Pp= 106–141.
- Guerin, T. F., Mondido, M., McClenn, B., and Peasley, B. 2001. *Application of resazurin for estimating abundance of contaminant-degrading microorganisms*.
- Gupta, A. K., and Foley, K. A. 2015. Antifungal treatment for pityriasis versicolor. *Journal of Fungi*, 1(1). Pp= 13–29.
- Hokken, M. W. J., Zwaan, B. J., Melchers, W. J. G., and Verweij, P. E. 2019. Facilitators of adaptation and antifungal resistance mechanisms in clinically relevant fungi. In *Fungal Genetics and Biology*. Vol. 132. Academic Press Inc.
- Tanu, I. 2011. dalam *Farmakologi dan Terapi FK UI* 5th ed. Gaya Baru, Jakarta.
- Itsa, N. S., Sukohar, A., dan Anggraini, D. I. 2018. Pemanfaatan Cuka Sari Apel Sebagai Terapi Antifungi Terhadap Infeksi *Candida albicans* (Kandidiasis). *Majority*. Pp= 290–5.
- Jalianto, Khotimah, S., dan Raharjo, W. 2015. *Uji Aktivitas Antijamur Ekstrak Etanol Biji Buah Langsung (Lansium domesticum Corr.) Terhadap Jamur Candida*

- albicans* Secara In Vitro. Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Praveena, J.R., and Estherlydia, D. 2014. Comparative study of phytochemical screening and antioxidant capacities of vinegar made from peel and fruit of pineapple (*Ananas comosus* L.). *International Journal of Pharma and Bio Sciences*. Vol. 5(4). Pp= B394–B403.
- Leong, C., Buttafuoco, A., Glatz, M., and Bosshard, P. P. 2017. Antifungal Susceptibility Testing of *Malassezia* spp. with an Optimized Colorimetric Broth Microdilution Method. *Journal of Clinical Microbiology*. Vol. 55(6). Pp= 1883–93.
- María Luzón-Quintana, L., Castro, R., and Durán-Guerrero, E. 2021. *Biotechnological Processes in Fruit Vinegar Production*.
- Minarni, A., Widarti, W., dan Rahman, R. 2020. Uji Daya Hambat Beberapa Jenis Obat Antijamur Pada Jamur Yang Di Isolasi Dari Kuku Kaki. *Jurnal Media Analisis Kesehatan*. Vol. 11(2). P= 119.
- Mustofa, A. 2014. *Prevalensi Dan Faktor Resiko Terjadinya Pityriasis Versicolor Pada Polisi Lalu Lintas Kota Semarang*. Universitas Diponegoro.
- Natalia, D., Rahmayanti, S., dan Aisyah. 2017. Uji Aktivitas Antijamur Ekstrak Etanol Umbi Bawang Dayak (*Eleutherine americana* (Aubl.) Merr. Ex K. Heyne.) terhadap *Malassezia furfur* secara In Vitro. *Jurnal Untan*. Vol. 5(1).
- Wahid, A. R., dan Safwan. 2020. Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Terhadap Ekstrak Tanaman Ranting Patah Tulang (*Euphorbia tirucalli* L.). *Jurnal Ilmu Kefarmasian*. Vol. 1(1).
- Rahmasari, D. S. 2018. *Pengaruh Pemberian Ekstrak Kulit Nanas (Ananas Comosus) Terhadap Pertumbuhan Koloni Jamur Malassezia Furfur Secara In Vitro* [Universitas Muhammadiyah Malang].
- Rahmawati, A., dan Rasiyanto, E. 2019. Potensi Estrak Daun Miana (*Coleus atropurpureus*) Menghambat Pertumbuhan *Malassezia furfur* pada Penderita Pityriasis versicolor. *Medula*. Vol. 6(3). Pp= 627–634.
- Samad, A., Azlan, A., and Ismail, A. 2016. Therapeutic effects of vinegar: A review. In *Current Opinion in Food Science*. Vol. 8. Pp= 56–61. Elsevier Ltd.
- Sihombing, M. A., dan Saraswati, I. 2018. Uji Efektivitas Antijamur Ekstrak Biji Pepaya (*Carica Papaya* L.) Terhadap Pertumbuhan *Malassezia Furfur* Secara In Vitro. *Diponegoro Medical Journal*. Vol. 7(2) Pp= 724–732.
- Sofyan, A., Hikmah Buchair, N., Ilmu, B., Kulit, K., Kelamin, D., Kedokteran, F., dan Tadulako, U. 2022. *Preventif: Jurnal Kesehatan Masyarakat Penyakit Kulit Dan Kelamin Akibat Infeksi Jamur Di Poliklinik RSUD Undata Palu Tahun 2013-2021*. Vol. 13. Pp= 384–392.
- Sugawara, E., dan Nikaido, H. 2016. *Ilmu Penyakit Kulit dan Kelamin* (Sp. K. Dr. dr. Sri Linuwih SW Menaldi, Sp. K. Prof. dr. Kusmarinah Bramono, PhD, dan Sp. K. Dr. dr. Wresti Indriatmi, M.Epid, Eds.; 7th ed., Vol. 58, Issue 12). Badan Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Syafina, B. S., Zulfa, F., dan Simanjuntak, K. 2020. Uji Efektivitas Cuka Apel Terhadap Pertumbuhan *Malassezia furfur* Secara In Vitro Dengan Metode Difusi Perforasi. *Seminar Nasional Riset Kedokteran*. Pp= 202–207.
- Vandeputte, P., Ferrari, S., and Coste, A. T. 2012. Antifungal resistance and new strategies to control fungal infections. *International Journal of Microbiology*, 2012. Pp= 1–26