

Potensi Waste Organic Product (WOP) FST 1310 terhadap Pertumbuhan *Candida albicans* Penyebab Kandidiasis

Potential of the Waste Organic Product (WOP) FST 1310 on the Growth of the Fungi *Candida albicans* Causes Candidiasis

FIRDAUS RAMADHAN^{1,2}, MUHAMMAD RADIAN GHOZA^{2,5}, DINDA RAMA HARIBOWO^{3,4}, DANIA REFIA RISKA SHOLEHA^{2,5}, KARTIKA^{2,5}, ANGGITA RANA SASMITA LESTARI^{2,5}, ASWIR FIKRIWANSYAH^{2,5}, LILY SURAYYA EKA PUTRI^{4,5*}, LIDIA ANGGITA RAMADHANI⁶, IRAWAN SUGORO⁷

¹Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Farmasi Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN), Jakarta Selatan 12630, Indonesia

²Kelompok Studi GENOM, Prodi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Tangerang Selatan 15412, Indonesia

³Pusat Laboratorium Terpadu (PLT), Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Tangerang Selatan 15412, Indonesia

⁴Eco Enzyme Team, UI Greenmetric, Depok, Indonesia

⁵Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Tangerang Selatan 15412, Indonesia

⁶Laboratorium Botani dan Farmakognosi, Fakultas Farmasi Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN), Jakarta Selatan 12630, Indonesia

⁷Organisasi Riset Tenaga Nuklir, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Tangerang Selatan 15314, Indonesia

Diterima 4 September 2024/Diterima dalam Bentuk Revisi 27 Oktober 2024/Disetujui 4 Februari 2025

Candida albicans is an agent that causes candidiasis which can cause health problems in human's organs. This study aims to determine the antifungal activity and inhibition zone diameter of Waste Organic Product (WOP) FST 1310 against *Candida albicans*. This type of research is experimental, using the Kirby-Bauer agar diffusion method with 6 treatments: P1: 100%, P2: 80%, P3: 60%, and P4: 40%, along with 2 controls, P5: nystatin (positive control) and P6: distilled water (negative control). The results showed that the WOP FST 1310 from orange peel had a larger inhibition zone diameter compared to the vegetable-derived. For the vegetable-derived eco-enzyme, the highest inhibition zone diameter was at a 100% concentration with an average of 3.7 mm. Meanwhile, for the orange peel eco-enzyme, the highest inhibition zone diameter was at a 40% concentration with an average of 5.3 mm.

Key words: *Candida albicans*, Ecoenzym, WOP FST 1310

PENDAHULUAN

Kandidiasis adalah infeksi yang sering terjadi pada individu dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah atau infeksi oportunistik disebabkan oleh jamur dari genus *Candida*. Lebih dari 200 spesies *Candida* yang dapat menyebabkan infeksi, tetapi hanya sekitar 20 spesies yang menyebabkan infeksi pada manusia. Infeksi ini dapat menyerang rongga mulut, vagina, penis dan bagian lainnya (Arya & Rafiq 2023). Kandidiasis sering terjadi pada bayi yang baru lahir, pasien AIDS dan pada orang dengan penggunaan antibiotik spektrum luas. Salah satu jenis

jamur yang sering menyebabkan Kandidiasis adalah *Candida albican* (Hani *et al.* 2015).

Candida albicans berbentuk sel ragi lonjong, bertunas, berukuran 4-6 mikrometer yang menghasilkan pseudomiselium, baik dalam biakan maupun dalam jaringan dan eksudat (Jawetz & Adelberg's 2013). Bagian tubuh yang sering infeksi yang paling sering disebabkan oleh *C. albicans* dapat menyerang tubuh seperti mulut, organ intim, dan saluran pencernaan. Beberapa faktor predisposisi dapat mengubah sifat saprofit *C. albicans* menjadi patogen (Irianto 2013). *Candida albicans* menjadi penyebab utama kandidiasis genital (Tomo 2020). Kandidiasis vagina menyebabkan gatal dan rasa terbakar serta keluarnya cairan seperti keju dari vagina. Infeksi ini dapat menyebar ke bagian tubuh

*Penulis Korespondensi:
E-mail: lily.surayya@uinjkt.ac.id

lainnya yang dapat menimbulkan demam bersama dengan gejala lainnya (Arya & Rafiq 2023). *Candida albicans* dapat mengkolonisasi vagina pada wanita premenopause, hamil, sehat tanpa gejala dan wanita dengan kandidosis vagina akut (Mendling 2015).

Beberapa penelitian telah melaporkan mengenai keberadaan *C. albicans* di air, misalnya dalam air toilet di sekolah, toilet umum, kolam renang dan tempat lainnya (Irianto 2013). *Candida albicans* dapat ditransmisikan melalui hubungan seksual dan non-seksual. Transmisi non-seksual dapat terjadi akibat penggunaan toilet secara umum yang memiliki kondisi sanitasi yang buruk (Omisi 2016). Pertumbuhan *C. albicans* sangat dipengaruhi oleh frekuensi pengurasan bak air pada toilet (Maori *et al.* 2013). Hal ini disebabkan air yang tergenang di toilet umum mengandung 70% *C. albicans*, sedangkan air yang mengalir dari keran di toilet umum mengandung kurang lebih 10-20% jamur pemicu rasa gatal bahkan keputihan (Deswani 2018).

Berbagai macam jenis obat antijamur telah banyak diproduksi dan dijual dipasaran untuk mengobati infeksi *C. albicans*. Namun, obat-obatan tersebut memiliki efek samping seperti alergi, rasa mual, dan pada beberapa kasus menimbulkan iritasi. Penggunaan obat yang terlalu lama akan menimbulkan resistensi jamur tersebut terhadap obat. Beberapa obat antijamur yang mengalami resistensi terhadap *C. albicans* seperti flukonazol dan azol yang sering digunakan untuk pengobatan infeksi ini (Mawahdah *et al.* 2022). Oleh karena itu, diperlukan suatu cara alami untuk mencegah permasalahan tersebut salah satunya dengan Waste Organic Product (WOP) FST 1310. Ekoenzim WOP FST 1310 mengandung alkaloid yang bersifat antimikroba dan mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Alkaloid sebagai antibakteri memiliki mekanisme penghambat yang akan mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri (Larasati *et al.* 2020).

Waste Organic Product (WOP) FST 1310 merupakan produk ekoenzim yang dibuat oleh tim Fakultas Sains dan Teknologi (FST) UIN Syarif Hidayatullah dalam rangka mengurangi sampah organik di sekitar lingkungan kampus. Produk ini dibuat dengan bahan kulit jeruk (WOP FST 1310 KJ) dan sisa sayuran (WOP FST 1310 SY). Bahan tersebut masing-masing dikombinasikan dengan air dan molase dengan perbandingan 3:10:1 yang kemudian difermentasi selama 90 hari (Sari *et al.* 2023). Produk ini mengandung senyawa yang bermanfaat sebagai obat untuk antibakteri, antimikroba dan anti-inflamasi. Bahan-bahan yang berbeda dari sisa-sisa sayuran dan buah menghasilkan aktivitas enzim dan aktivitas antimikroba yang berbeda sehingga dapat digunakan sebagai agen penghambat atau pembunuh mikroba

patogen. Kulit jeruk telah diketahui memiliki aktivitas antijamur. Dalam penelitian Mamma & Paul (2014) melaporkan kulit jeruk manis (*Citrus sinensis*) mengandung antioksidan alami, pektin, produksi etanol, asam organik, essential oils, dan prebiotik protein sel tunggal. Lebih lanjut, Liew *et al.* (2018) melaporkan kulit jeruk manis (*Citrus sinensis*) juga kaya akan vitamin C, serat, flavonoid, dan fenolik.

Penilaian terhadap efektivitas antimikroba beberapa produk ekoenzim telah dilakukan oleh Anitasari (2021). Temuan dari evaluasi tersebut menunjukkan bahwa ketiga produk ekoenzim, yaitu Da, Db, dan Sb, memiliki rata-rata diameter zona hambat terhadap *C. albicans* masing-masing sebesar (20,35 mm), (20,3 mm), dan (0,5 mm). Dengan sifat ekoenzim yang dapat menjadi inhibitor mikroba patogen maka ekoenzim memiliki kegunaan sebagai antibakteri, antifungi, insektisida, dan pembersih atau disinfektan (Neupane & Khadka 2019), sehingga penelitian ini bertujuan Waste Organic Product (WOP) FST 1310 dari sisa kulit sayuran (WOP FST 1310 SY) dan kulit jeruk (WOP FST 1310 KJ) yang diolah menjadi disinfektan memiliki potensi untuk menghambat atau membunuh *C. albicans*.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian. Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus-Oktober 2023. Lokasi penelitian bertempat di Laboratorium Mikrobiologi, Pusat Laboratorium Terpadu, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.

Alat dan Bahan. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik (Ohaus), labu erlenmeyer (Pyrex), cawan petri (Pyrex), *beaker glass* (Pyrex), gelas ukur (Pyrex), spatula, labu ukur (Pyrex), tabung reaksi (Pyrex), rak tabung, pipet ukur, *stopwatch*, ose, *vortex mixer* (Thermolyne), mikropipet 100-1.000 μ L (Dragon Lab), autoklaf (ALP), magnetic stirrer, jangka sorong, *hot plate* (IKA), *centrifuge tube*, mikrotip, pinset, *Laminar Air Flow* (LAF) Cabinet (Lokal), batang *drygalski*, Spektrofotometer UV-Vis (GeneQuant Pro), *Syringe* (). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari *Waste Organic Product* (WOP) FST 1310, air, alkohol (Seino), isolat murni *C. albicans* (Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia), akuades, Potato Dextrose Agar (PDA) (Merck), kertas cakram steril dibentuk menyerupai *disk* (Whatman), nystatin (PT Ifars), NaCl 0,9% (PT Widyatama Bhakti).

Metode Penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah eksperimental. Uji aktivitas antijamur menggunakan metode Kirby Bauer difusi agar. Penelitian ini menggunakan rancangan acak

lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan dengan 3 kali pengulangan. Perlakuan meliputi konsentrasi WOPFST 1310 yang digunakan terdiri dari P1: 100%, P2: 80%, P3: 60%, dan P4: 40% dengan 2 kontrol yaitu P5: nystatin (kontrol positif) dan P2: Akuades (kontrol negatif).

Tahapan Penelitian.

Pembuatan Konsentrasi Ekoenzim WOP FST 1310. Sebanyak 50 ml ekoenzim WOP FST 1310 KJ dan SY telah dibuat sesuai prosedur Sari *et al.* (2023), kemudian dilakukan pemisahan konsentrasi pada ekoenzim WOPFST 1310 KJ dan SY. Ekoenzim WOP FST 1310 sebanyak 10 ml dilarutkan menggunakan aquades steril dengan konsentrasi yang berbeda yaitu 100%, 80%, 60%, 40%.

Peremajaan *Candida albicans*. Koloni *C. albicans* diambil dengan menggunakan ose steril, lalu diinokulasikan pada media *Potato Dextrose Agar* miring dengan cara digores, setelah itu diinkubasi pada suhu ruang selama 72-96 jam.

Pembuatan Suspensi *Candida albicans*. Pembuatan suspensi dilakukan dengan diambil satu ose masing-masing biakan *C. albicans* yang berumur 72-96 jam, kemudian dicampurkan ke dalam tabung reaksi yang berisi larutan NaCl 0,9% sebanyak 10 ml. Suspensi dihomogenkan selama 15 detik. Selanjutnya, dilakukan pengukuran kekeruhan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 530 nm dan angka absorpsi 0,5-0,6 sampai didapat kekeruhan suspensi sesuai dengan kekeruhan larutan standar Mc. Farland 0,5 ($1 \times 10^7 - 5 \times 10^8$ sel/ml) (WHO 2009).

Pembuatan Kontrol Positif dan Kontrol Negatif. Kertas cakram steril dibentuk menyerupai *disk* dengan diameter 6 mm kemudian diberi antifungal nystatin 100 U/*disk* digunakan sebagai kontrol positif dan akuades untuk kontrol negatif. Kontrol positif dibuat dengan cara meneteskan antifungal ke *disk* sebanyak 2-3 tetes kemudian dikering-anginkan. Sementara itu, kontrol negatif dilakukan dengan cara merendam *disk* ke dalam akuades kemudian dikering-anginkan.

Pembuatan *Disk* Ekoenzim. *Disk* disterilkan dalam autoklaf dengan suhu 121°C selama 30 menit, kemudian dicelupkan ke dalam ekoenzim WOP FST 1310. Sebelum diletakkan pada media uji, *disk* didiamkan dalam LAF Cabinet selama 15 menit. Setelah selesai, *disk* diletakkan pada permukaan medium yang sudah berisi mikroba uji (Oktovia & Banjarbaru 2017).

Uji Kirby-Bauer. Cawan petri berisi PDA dibagi menjadi 6 bagian menggunakan spidol. Sebanyak 0,1 ml larutan suspensi *C. albicans* 1×10^8 CFU/ml dimasukkan menggunakan mikropipet dan diratakan menggunakan *drygalsky*. Sebanyak 4 *disk* ekoenzim dan 2 *disk* kontrol diletakkan di atas media

PDA kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 72-168 jam. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Zona bening diamati dan diukur disekitar *disk* uji (CLSI 2020).

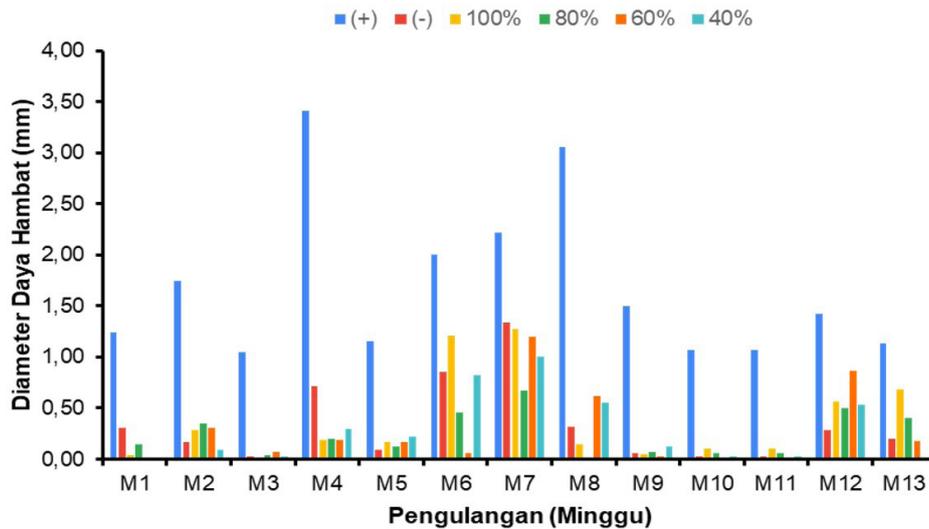
Data Analysis. Untuk mengetahui pengaruh diameter zona hambat terhadap pertumbuhan *C. albicans*, maka dilakukan olah data dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 3 pengulangan. Uji statistik dilakukan menggunakan uji *Kruskal-Wallis* dan untuk melihat perlakuan yang memberikan pengaruh dilanjutkan dengan *Pos Hoc Test*. Untuk melihat korelasi sifat kimia-fisika ekoenzim dilakukan uji korelasi pearson. Semua uji statistik menggunakan software IBM SPSS 23.0.

HASIL

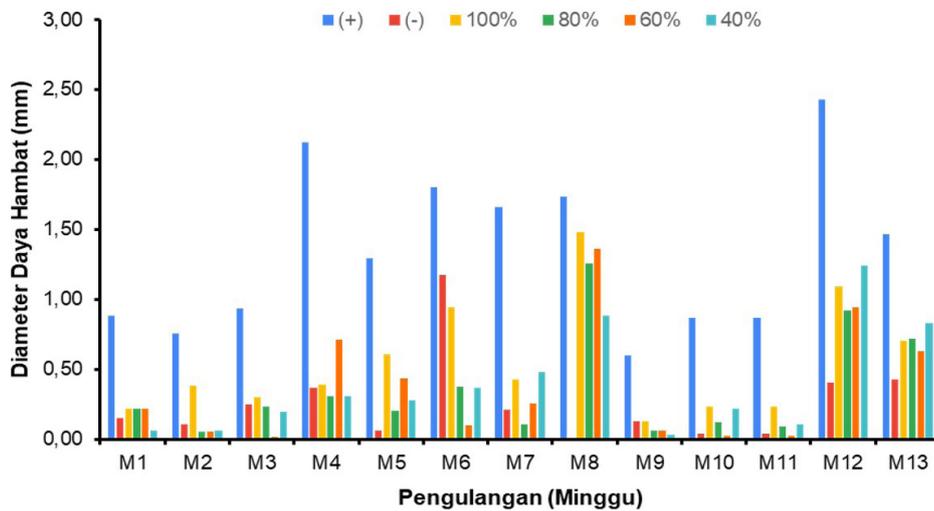
Pengukuran DDH (Diameter Daya Hambat) dengan Berbagai Konsentrasi. Berdasarkan hasil penelitian WOP FST 1310 dengan pemberian konsentrasi yang berbeda diperoleh daya hambat terhadap *C. albicans* (Gambar 1 dan 2). Kontrol positif yang digunakan adalah Nystatin konsentrasi 100.000 IU/ml yang menunjukkan adanya zona bening di sekitar *blank disk*.

Hasil dari penentuan diameter daya hambat ekoenzim WOP FST 1310 menunjukkan bahwa pada ekoenzim WOP FST 1310 KJ memiliki diameter daya hambat yang lebih besar dibandingkan dengan ekoenzim WOP FST 1310 SY. Pada ekoenzim WOP FST 1310 SY, diameter daya hambat tertinggi dihasilkan pada konsentrasi 100% dengan rata-rata 3,7 mm. Sementara itu, pada ekoenzim WOP FST 1310 KJ diameter daya hambat tertinggi dihasilkan pada konsentrasi 40% dengan rata-rata 5,3 mm. Untuk diameter daya hambat yang memiliki persentase terendah dari ekoenzim WOP FST 1310 SY yaitu pada konsentrasi 80% dengan rata-rata 2,3 mm. Sementara itu, pada ekoenzim WOP FST 1310 KJ diameter daya hambat terendah dihasilkan pada konsentrasi 80% dengan rata-rata 2,2 mm.

Optimasi WOPFST 1310 Meliputi Pengukuran pH, TDS, dan Kekeruhan (100%). Berdasarkan hasil penelitian ekoenzim WOP FST 1310 dengan pemberian konsentrasi yang berbeda terdapat pengujian fisika-kimia (Tabel 1). Hubungan antara pH dengan diameter daya hambat berkorelasi negatif. Hal ini menandakan semakin rendah nilai pH maka akan meningkatkan diameter daya hambat ekoenzim WOP FST 1310 terhadap isolat uji. Kondisi pH WOP FST 1310 pada seluruh sampel yaitu asam dengan memiliki rata-rata pH 3,4 (Gambar 3). TDS didapatkan pada akhir bulan ke-3 (minggu ke-13) masa pengamatan, dengan nilai TDS sebesar 3235



Gambar 1. Hasil diameter daya hambat ekoenzim WOP FST 1310 KJ terhadap pertumbuhan *C. albicans* dengan rerata 13 kali percobaan triplo



Gambar 2. Hasil diameter daya hambat ekoenzim WOP FST 1310 SY terhadap pertumbuhan *C. albicans* dengan rerata 13 kali percobaan triplo

Tabel 1. Tabel nilai pH, TDS, dan kekeruhan ekoenzim WOP FST 1310 selama 13 kali percobaan/minggu

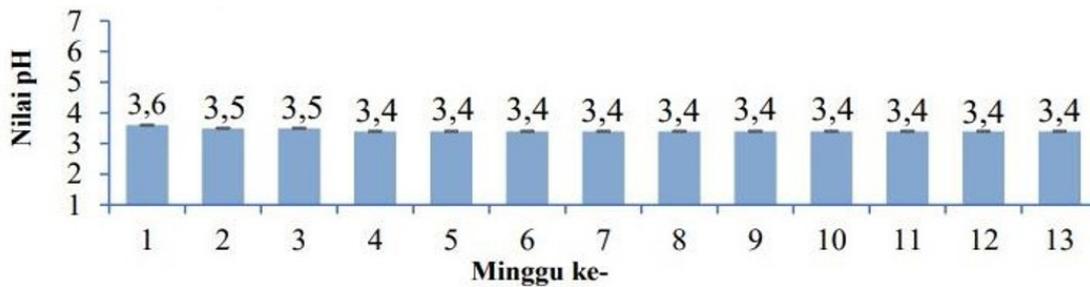
Percobaan/Minggu ke-	pH	TDS (mg/L)	Kekeruhan/TSS (NTU)
1	3,6	2740	99
2	3,5	2670	111
3	3,5	2850	257
4	3,4	2830	268
5	3,4	2880	411
6	3,4	2885	422
7	3,4	2897	420
8	3,4	3140	478
9	3,4	3025	538
10	3,4	3201	602
11	3,4	3070	544
12	3,4	3140	620
13	3,4	3235	683

mg/L NTU (Gambar 4). Nilai kekeruhan tertinggi didapatkan pada akhir bulan ke-3 (minggu ke-13) masa pengamatan, dengan nilai kekeruhan sebesar

683 NTU (Gambar 5). Nilai kekeruhan ekoenzim selama masa penyimpanan 3-6 bulan (13 minggu) juga cenderung mengalami peningkatan.

PEMBAHASAN

Ekoenzim WOPFST 1310 KJ dengan konsentrasi 100% mampu memberikan daya hambat tertinggi terhadap khamir *C. albicans* menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekoenzim maka zona hambat yang terbentuk akan semakin besar karena banyaknya komponen bioaktif yang terkandung di dalamnya (Rahmawati 2014). Diameter daya hambat terendah dari kedua ekoenzim tidak terdapat pada konsentrasi 40% dapat disebabkan karena adanya beberapa pengaruh faktor lain yang dapat mempengaruhi ukuran diameter daya hambat, yaitu ketebalan media pertumbuhan agar, kondisi kultur



Gambar 3. Nilai pH ekoenzim WOP FST 1310



Gambar 4. Nilai TDS ekoenzim WOP FST 1310



Gambar 5. Nilai TDS ekoenzim WOP FST 1310

murni, kondisi inkubasi dan kecepatan difusi agar (Sari *et al.* 2014).

Pada umumnya, diameter daya hambat ekoenzim cenderung meningkat sebanding dengan meningkatnya konsentrasi. Namun, diameter daya hambat dari ekoenzim WOP FST 1310 KJ menunjukkan bahwa konsentrasi yang lebih kecil dapat memberikan pengaruh yang lebih besar. Hal ini juga terjadi pada penelitian Elifah (2010) dan Ambarwati (2007), dengan hasil diameter zona hambat tidak selalu berbanding lurus dengan naiknya konsentrasi, hal tersebut dapat terjadi karena terdapat perbedaan kecepatan difusi senyawa yang terdapat dalam *paper disk* pada media agar serta jenis dan konsentrasi senyawa ekoenzim WOP FST 1310 yang berbeda. Jenis dan konsentrasi senyawa antimikroba yang berbeda dapat memberikan diameter daya hambat yang berbeda pada lama waktu tertentu (Ningtyas 2012).

Berdasarkan diameter daya hambat, kategori zona hambat antifungi terbagi dalam empat golongan yaitu lemah, sedang, kuat dan sangat kuat. Rentang diameter kategori lemah adalah kurang dari 5 mm, rentang

diameter kategori sedang adalah 5-10 mm, rentang diameter kuat adalah 10-20 mm, dan rentang diameter kategori sangat kuat adalah lebih dari 20 mm. Oleh karena itu, diameter daya hambat ekoenzim WOPFST 1310 SY pada konsentrasi 100% termasuk kategori sedang, sedangkan yang lainnya termasuk dalam kategori lemah (Kumowal *et al.* 2019). Ekoenzim WOP FST 1310 KJ memiliki diameter daya hambat yang lebih besar dibandingkan ekoenzim WOP FST 1310 SY, hal ini dikarenakan hasil fermentasi dari kulit jeruk dapat menghasilkan asam organik lain seperti etanol.

Kandungan selulosa pada kulit jeruk akan dihidrolisis menjadi glukosa yang kemudian menjadi alkohol pada proses fermentasi. Konsentrasi etanol yang rendah dapat memperlambat pertumbuhan khamir, sedangkan konsentrasi etanol yang tinggi dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan khamir karena dapat merusak membran sel khamir. Apabila membran sel khamir rusak, maka pertumbuhan dan perkembangan sel khamir menjadi terganggu (Maryam *et al.* 2017).

Bahan baku pembuatan ekoenzim yang berasal dari sayur dan kulit jeruk mengandung senyawa metabolit sekunder yang memiliki sifat antibakteri dan antifungal seperti flavonoid, saponin, terpenoid, dan alkaloid (Hariyanti *et al.* 2023). Senyawa flavonoid dan saponin memiliki sifat polar sehingga dapat larut dalam air, sedangkan senyawa terpenoid dan alkaloid memiliki sifat non polar sehingga dapat larut pada pelarut organik seperti eter dan alkohol (Julianto 2019; Reiza *et al.* 2019). Penggunaan jenis pelarut dengan perbedaan polaritas dapat memberikan pengaruh terhadap rendemen yang dihasilkan. Ekoenzim WOP FST 1310 dibuat dengan menggunakan pelarut air, sehingga senyawa terpenoid dan alkaloid tidak dapat larut dan tidak berdifusi dengan baik pada media cawan yang menyebabkan diameter daya hambat yang dihasilkan tergolong kategori lemah hingga sedang. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Verdiana *et al.* (2018) mengenai pengaruh jenis pelarut terhadap rendemen ekstrak, yang menunjukkan bahwa jenis pelarut yang digunakan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap rendemen ekstrak kulit lemon.

Berdasarkan data statistika uji Kruskal-Wallis dan uji lanjut Mann-Whitney menyatakan bahwa pada perbandingan antar perlakuan yaitu kontrol (+) antibiotik nystatin, kontrol negatif (-) akuades, ekoenzim WOPFST 1310 konsentrasi 100%; ekoenzim WOPFST 1310 konsentrasi 80%; ekoenzim WOPFST 1310 konsentrasi 60%; dan ekoenzim WOPFST 1310 konsentrasi 40% menunjukkan adanya beda nyata signifikan antara ekoenzim WOP FST 1310 dengan kontrol (+) dan kontrol (-) yang dapat dilihat dari kekuatan daya hambat pertumbuhan *C. albicans*.

Optimasi WOP FST 1310 Meliputi Pengukuran pH, TDS, dan Kekeruhan (100%). Penurunan pH dan peningkatan total asam dikarenakan karbohidrat telah diubah menjadi asam organik, sehingga terjadi penurunan pH signifikan pada WOP FST 1310 yang menunjukkan adanya aktivitas selulolitik mikroorganisme yang menghidrolisis selulosa. Mikroorganisme ini menghasilkan selulosa enzim selama proses fermentasi sebagai respon terhadap keberadaan selulosa berasal dari bahan limbah buah/sayuran yang digunakan. Proses ini terjadi ketika terdapat kontak langsung antara sel-sel mikroorganisme dan permukaan yang mengandung selulosa (Widiani & Novitasari 2023).

Menurut Win (2011) fermentasi ekoenzim berhasil jika terbentuk larutan ekoenzim dengan pH di bawah 4 sehingga nilai pH tersebut dapat memberi pengaruh terhadap pertumbuhan *C. albicans*. Pada beberapa fungi, lingkungan yang terlalu asam atau terlalu basa tidak dapat mendukung pertumbuhan fungi secara maksimal atau bahkan miselium tidak tumbuh sama sekali (Ngaing *et al.* 2023). Sementara itu menurut Sophia dan Suraini (2023), pH optimum untuk

pertumbuhan *C. albicans* memiliki variasi antara 4,5-6,5 sehingga asam yang pekat mampu menghambat pertumbuhan khamir *C. albicans*.

Total Dissolved Solid (TDS) merupakan penanda jumlah padatan terlarut atau konsentrasi jumlah ion kation dan anion di dalam air. Bahan yang digunakan pada proses fermentasi juga berpengaruh terhadap nilai TDS. Akumulasi bahan organik dan gula yang digunakan untuk substrat dalam proses fermentasi menjadi penyebab tingginya TDS pada ekoenzim. Banyaknya sumber karbon dan jumlah sel mikroorganisme yang cenderung meningkat, membuat produk ini mampu menghambat pertumbuhan mikroba uji setelah 3 bulan masa penyimpanan setelah produk siap digunakan. Uji korelasi pearson menunjukkan bahwa TDS berkorelasi positif terhadap diameter zona hambat. Total Padatan Terlarut (TDS) menunjukkan kandungan bahan-bahan yang terlarut dalam larutan. Komponen yang terkandung dalam buah terdiri atas komponen-komponen yang larut air, seperti glukosa (Farikha *et al.* 2013). Jumlah padatan terlarut pada sebuah medium dapat mengindikasikan bahan organik yang belum terdegradasi sempurna (Retnosari & Shovitri 2013). Bahan organik dapat menjadi sumber karbon yang meningkatkan potensi tumbuhnya bakteri (Sukenda & Harris 2006). Hal ini mengindikasikan masih tersedianya sumber karbon bagi bakteri selama penyimpanan 3-6 bulan.

TSS adalah padatan yang ada pada larutan tetapi tidak terlarut, yang mengakibatkan keruh pada larutan, dan tidak dapat langsung mengendap pada dasar larutan. Semakin tinggi nilai padatan terlarutnya, maka semakin tinggi juga kekeruhannya (Aneta *et al.* 2021). Selain dipengaruhi oleh padatan terlarut pada ekoenzim, bertambahnya nilai kekeruhan juga dapat disebabkan oleh jumlah sel mikroba di dalamnya yang meningkat. Berdasarkan uji korelasi pearson, nilai kekeruhan ekoenzim WOPFST 1310 berkorelasi positif terhadap diameter zona hambat WOP FST 1310. Dengan demikian menunjukkan bahwa cemaran organik yang terdapat dalam ekoenzim memiliki jumlah yang sedikit sehingga dapat dikatakan bahwa ekoenzim merupakan cairan yang memiliki kualitas yang baik karena memiliki padatan tersuspensi yang rendah (Wikaningrum *et al.* 2022).

Potensi Antifungi Enzim WOP FST 1310 dan Korelasi dengan Penyakit Kandidiasis. Daya hambat Ekoenzim WOP FST 1310 terhadap *C. albicans* disebabkan oleh kandungan zat aktif yang terdapat dalam kulit buah dan sayur, seperti flavonoid, tanin, saponin, alkaloid, polifenol, dan triterpenoid. (Nurul *et al.* 2022). Zat-zat ini berfungsi sebagai antifungal yang dapat membentuk kompleks dengan dinding sel jamur dan menghambat pertumbuhannya. Selain itu, Ekoenzim WOP FST 1310 juga memiliki pH asam

yaitu 3,4 yang dapat menghambat pertumbuhan jamur yang lebih menyukai lingkungan basa. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Andayani (2016) dan Putra (2014) yang menggunakan ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) sebagai daya hambat pertumbuhan mikroba termasuk *C. albicans*, ekstrak kulit manggis dan ekoenzim WOPFST 1310 memiliki kesamaan dalam kedua bahan tersebut mengandung zat aktif yang dapat merusak membran sel DNA pada jamur diantaranya yaitu flavonoid, tanin, saponin, alkaloid, polifenol, dan triterpenoid yang terdapat juga pada Ekoenzim WOP FST 1310.

Ekoenzim WOP FST 1310 mengandung asam organik yaitu asam asetat dan asam laktat yang memiliki efek penghambatan terhadap pertumbuhan *C. albicans*, bahkan dapat membunuh secara menyeluruh. Asam asetat berperan dalam menghambat pertumbuhan mikroba, sedangkan asam laktat memiliki efek untuk menghambat pertumbuhan kandidiasis pada *C. albicans*. Hal ini sejalan dengan penelitian Sari *et al.* (2023) yang menemukan bahwa ekstrak ekoenzim WOP FST 1310 dari kulit buah dan sayur efektif dalam menghambat pertumbuhan *C. albicans* pada konsentrasi 12,5% dan dapat membunuhnya pada konsentrasi 25%.

Selain berasal dari bahan-bahan yang ramah lingkungan, ekoenzim juga memiliki potensi sebagai solusi alami juga tingkat toksisitas rendah terhadap manusia, sehingga aman digunakan sebagai alternatif pengobatan. Ini berbeda dengan beberapa obat antijamur yang dapat memiliki efek samping yang lebih kuat. Hasil ini menunjukkan bahwa ekoenzim WOP FST 1310 berpotensi sebagai antifungi alami yang dapat digunakan dalam pengobatan atau pencegahan infeksi jamur (Sari *et al.* 2023).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Pusat Laboratorium Terpadu (PLT), Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta yang telah memberikan aksesibilitas laboratorium dan perangkatnya dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andayani R. 2016. Potensi daya hambat ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) terhadap pertumbuhan *Candida albicans*. *Journal of Syiah Kuala Dentistry Society* 1:13-20.
- Aneta R, Umboh JML, Sondakh RC. 2021. Analisis tingkat kekeruhan, total dissolved solids (tds) dan kandungan *Escherichia coli* pada air sumur di desa arakan kecamatan tatapaan. *Jurnal KESMAS* 10:106-111.
- Anitasari SD, Sari DNR. 2021. The activities of combination citrus hystrixtapeel extract and carica papayaleaves extract against *Candida albicans* and *Escherichia coli*. *Medicra Journal of Medical Laboratory Science/Technology* 4:17-21. <https://doi.org/10.21070/medicra.v4i1.1359>
- Ambarwati, 2007. "Kajian Actinomyces Yang Berpotensi Menghasilkan Antibiotika Dari Rhizosfer Putri Malu (*Mimosa pudica* L.) Dan Kucing-Kucingan (*Acalypha indica* L.)". *Jurnal sains dan teknologi*. Vol 8 (1) : hal 1-14.
- Arya NR, Rafiq NB. 2023. *Candidiasis*. Treasure Island: StatPearls Publishing
- [CLSI] Clinical and Laboratory Standard International. 2004. Method for Antifungal Disk Diffusion Susceptibility Testing of Yeasts, Approved Guideline. CLSI document M44-A. CLSI, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania.
- Deswani NS. 2018. Asuhan Keperawatan Prenatal dengan Pendekatan Neurosains. Malang: Wineka Media.
- Elifah E. 2010. Uji Antibakteri Fraksi Aktif Ekstrak Metanol Daun Senggani (*Melastoma candidum* D. Don) Terhadap *Escherichia coli* dan *Bacillus subtilis* serta Profil Kromatografi Lapis Tipisnya [Skripsi]. Surakarta Indonesia: Universitas Negeri Surakarta.
- Farikha IN, Anam C, Widowati E. 2013. Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan penstabil alami terhadap karakteristik fisikokimia sari buah naga merah (*hylocereus polyrhizus*) selama penyimpanan. *Jurnal Teknosains Pangan* 2:30-38.
- Hani U, Hosakote G, Shivakumar, Vaghela R, Osmani RAM, Shrivastava A. 2015. Candidiasis: a fungal infection-current challenges and progress in prevention and treatment. *Infectious Disorders-Drug Targets* 15:42-52. <https://doi.org/10.2174/18715265156661503201620365>
- Hariyanti D, Prasetya F, Siregar VO. 2023. Identifikasi metabolit sekunder minyak atsiri kulit jeruk manis pontianak (*Citrus nobilis* Lour.) menggunakan metode ekstraksi Microwave Hydrodistillation. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences* 17:27-31. <https://doi.org/10.25026/mpc.v17i1.686>
- Irianto K. 2013. *Parasitologi Medis (Medical Parasitology)*. Bandung: Alfabeta.
- Jawetz M, Adelberg S. 2013. *Mikrobiologi Kedokteran*. 25th ed. Jakarta: Salemba Medika.
- Julianto TS. 2019. *Fitokimia: Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Kumowal S, Fatimawali, Jayanto I. 2019. Uji aktivitas antibakteri nanopartikel ekstrak lengkuas putih (*Alpinia galanga* (L.) Willd) terhadap bakteri *Klebsiella pneumoniae*. *Pharmakon* 8:781-790. <https://doi.org/10.35799/pha.8.2019.29354>
- Larasati D, Puji Astuti A, Triwahyuni Maharani E. 2020. Uji Organoleptik Produk Eco- Enzyme dari Limbah Kulit Buah (Studi Kasus di Kota Semarang). Semarang, Indonesia: Seminar Nasional Edusainstek.
- Liew SS, Ho WY, Yeap SK, Bin Sharifudin SA. 2018. Phytochemical composition and in vitro antioxidant activities of *Citrus sinensis* peel extracts. *PeerJ* 8:1-16. <https://doi.org/10.7717/peerj.5331>
- Mamma D, Paul C. 2014. Biotransformation of citrus by-products into value added products. *Waste and Biomass Valorization* 5:529-549. <https://doi.org/10.1007/s12649-013-9250-y>
- Maori L, Agbor VO, Ahmed WA. 2013. The prevalence of bacterial organisms on toilet door handles in Secondary Schools in Bokkos LGA, Jos, Plateau State, Nigeria. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences* 8:85-91. <https://doi.org/10.9790/3008-0848591>
- Maryam BM, Mohammed SSD, Ayodeji OA. 2017. Screening of fermentative potency of yeast isolates from indigenous sources for dough leavening. *International Journal of Microbiology and Biotechnology* 2:12-17. <https://doi.org/10.11648/j.ijmb.20170201.13>
- Mawahdah R, Ananingsih PD, Wahdini S, Adawiyah R, Metutia AP. 2022. *Candidiasis vulvovaginalis* pada pasien SLE. *Indonesian Journal for Health Sciences* 6:65-71. <https://doi.org/10.24269/ijhs.v6i2.4934>
- Mendling W. 2015. Guideline: vulvovaginal candidosis (AWMF 015/072), S2k (excluding chronic mucocutaneous candidosis). *Mycoses* 58:1-15. <https://doi.org/10.1111/myc.12292>
- Ngaing RS, Warganda, Listiawati A. 2023. Pengaruh frekuensi pemberian pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan hasil jamur tiram putih pada media serbuk gergaji. *Jurnal Sains Pertanian Equator* 12:284-291. <http://dx.doi.org/10.26418/jsp.v12i2.6132>
- Ningtyas AIL. 2012. Perbedaan konsentrasi dan uji aktivitas antibakteri ekstrak etanolik batang pisang kluthuk (*Musa balbisiana* Colla) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* [Skripsi]. Surakarta, Indonesia: Universitas Sebelas Maret.

- Nurul U, Army A, Iwan D. 2022. Studi kandungan senyawa metabolit sekunder beberapa ekstrak tai anjing (*Usnea* sp.) dan uji bioaktivitasnya terhadap *Candida albicans*. *Jurnal Chemica* 23:90-98. <https://doi.org/10.35580/chemica.v23i1.34077>
- Oktovia DH, Banjarbaru K. 2017. Uji aktivitas bakteri menggunakan metode cakram *disk* (*Kirby Bauer*). Laporan Penelitian. Banjarmasin: Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan.
- Omisi IG. 2016. Impact of shared sanitation toilets on candidiasis infection among females in Auchi Community, Edo State, Nigeria [Thesis]. Kumasi, Ghana: Kwame Nkrumah University of Science and Technology.
- Putra INK. 2014. Potensi ekstrak tumbuhan sebagai pengawet produk makanan. *Media Ilmiah Teknologi Pangan* 1:81-95.
- Rahmawati. 2014. Interaksi ekstrak daun lidah buaya (*Aloe vera* L.) dan daun sirih (*Piper betle* L.) terhadap daya hambat *Staphylococcus aureus* secara *in vitro*. *Jurnal EduBio Tropika* 2:121-186.
- Reiza IA, Rijai L, Mahmudah F. 2019. Skrining fitokimia ekstrak etanol kulit nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences* 10:104-108. <https://doi.org/10.25026/mpc.v10i1.371>
- Retnosari A, Shovitri M. 2013. Kemampuan isolat *Bacillus* sp. dalam mendegradasi limbah tangki septik. *Jurnal Sains dan Seni POMITS* 2 :7-11.
- Sari AF, Putri LSE, Haribowo DR, Tamala AR, Sugoro I, Mujiyanto A, Ramadhan F. 2023. Isolasi dan identifikasi mikroorganisme dari produk ekoenzim WOP FST 1310. *Jurnal Penelitian Sains* 25:249-255. <https://doi.org/10.56064/jps.v25i3.876>
- Sari EV, Maruf WF, Sumardianto. 2014. Kajian senyawa bioaktif ekstrak teripang hitam (*Holothuria edulis*) basah dan kering sebagai antibakteri alami. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* 3:16-24.
- Sukenda P, Harris E. 2006. Pengaruh pemberian sukrosa sebagai sumber karbon dan probiotik terhadap dinamika populasi bakteri dan kualitas air media budidaya udang vaname, *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 5:179-190.
- Sophia A, Suraini. 2023. Efektivitas aquabidest dan limbah air AC sebagai pelarut media SDA untuk pertumbuhan *Candida albicans*. *Jurnal Biologi Makassar* 8:2528-7168.
- Tamo SPB. 2020. Candida infections: Clinical features, diagnosis and treatment. *Infect Dis Clin Microbiol* 2:91-102. <https://doi.org/10.36519/idcm.2020.0006>
- Verdiana M, Widarta IWR, Permana IDGM. 2018. Pengaruh jenis pelarut pada ekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah lemon (*Citrus limon* (Linn.) Burm F.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* 7:213-222. <https://doi.org/10.24843/itepa.2018.v07.i04.p08>
- [WHO] World Health Organization. 2009. Laboratory Manual for Diagnosis of Fungal Opportunistic Infections in HIV/AIDS Patients. World Health Organization.
- Widiani N, Novitasari A. 2023. Produksi dan karakterisasi eco-enzym dari limbah organik dapur. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)* 14:110-116. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v14i1.7779>
- Wikaningrum T, Hakiki R, Astuti MP, Ismail Y, Sidjabat FM. 2022. The eco enzyme application on industrial waste activated sludge degradation. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology* 5:115-133. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v5i2.13535>
- Win YC, 2011. Ecoenzyme Activating the Earth's Self- Healing Power. Alih Bahasa : Gan Chiu Har. Malaysia : Summit Print SDN.