

Nanopartikel Perak dari Ekstrak Kulit Nanas: Potensi Antifungal terhadap *Malassezia furfur* ATCC 14521

Eliya Mursyida ^{1*}, Yashi Putri Anjeli ²

^{1,2} Fakultas Kedokteran, Universitas Abdurrah, Pekanbaru, Indonesia

eliya_mursyida@univrab.ac.id ^{1*}, yashi.putri.a.19@student.univrab.ac.id ²

Alamat: Jln. Riau Ujung, No. 73, Pekanbaru, Riau

Korespondensi penulis: eliya_mursyida@univrab.ac.id

Abstract. *Malassezia furfur* is a lipophilic fungus commonly found in tropical regions with high humidity, particularly on human skin. One of the diseases caused by this fungus is Pityriasis versicolor (tinea versicolor). Treatment for this condition typically involves the use of azole-based drugs, either topically or systemically. However, the emergence of azole-resistant *Malassezia furfur* strains has reduced treatment efficacy. Thus, the development of new antifungal agents is necessary, one of which utilizes nanotechnology such as biologically synthesized silver nanoparticles (AgNPs), which are environmentally friendly and utilize waste materials. Pineapple peel is a type of waste that contains active compounds like flavonoids, alkaloids, tannins, and saponins, which have the potential to inhibit the growth of *Malassezia furfur*. This study aimed to characterize the biosynthesis of silver nanoparticles from pineapple peel infusion and evaluate their antifungal activity against *Malassezia furfur* at optimal concentrations and durations. Using a post-test only with control group design, the research involved preparing pineapple peel infusion, synthesizing silver nanoparticles, characterizing them using UV-Vis spectrophotometry, and testing antifungal activity with the well diffusion method. The results indicated the formation of AgNPs, marked by a color change from yellow to dark yellow with wavelengths of 320-340 nm. Antifungal activity tests showed the largest inhibition zone at a 1:6 ratio (11 mm) and the smallest at a 1:2 ratio (2.38 mm). In conclusion, silver nanoparticles synthesized from pineapple peel infusion demonstrated antifungal activity against *Malassezia furfur*.

Keywords: *Malassezia*, Mildew, Pityriasis, Antifungal

Abstrak. *Malassezia furfur* adalah jamur lipofilik yang sering ditemukan di wilayah tropis dengan kelembapan tinggi, terutama pada kulit manusia. Salah satu penyakit yang disebabkan oleh jamur ini adalah *Pityriasis versicolor* (panu). Pengobatan penyakit ini biasanya menggunakan obat golongan azol baik secara topikal maupun sistemik. Namun, munculnya strain *Malassezia furfur* yang resisten terhadap azol mengakibatkan penurunan efektivitas pengobatan. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan agen antijamur baru, salah satunya melalui nanoteknologi seperti nanopartikel perak berbasis metode biologi yang ramah lingkungan dan memanfaatkan bahan limbah. Kulit nanas merupakan salah satu limbah yang mengandung senyawa aktif seperti flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin, yang berpotensi menghambat pertumbuhan *Malassezia furfur*. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaraktisasi biosintesis nanopartikel perak dari infusa kulit nanas serta mengevaluasi daya hambatnya terhadap *Malassezia furfur* pada konsentrasi dan waktu optimum. Menggunakan desain post-test only with control group, penelitian dimulai dengan pembuatan infusa kulit nanas, sintesis nanopartikel perak, karakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis, dan uji aktivitas antijamur dengan metode sumuran. Hasil menunjukkan terbentuknya AgNP ditandai perubahan warna kuning ke kuning kehitaman dengan panjang gelombang 320-340 nm. Uji aktivitas antijamur mengungkapkan diameter hambat terbesar pada rasio 1:6 (11 mm) dan terendah pada rasio 1:2 (2,38 mm). Kesimpulannya, nanopartikel perak dari infusa kulit nanas efektif sebagai agen antijamur terhadap *Malassezia furfur*.

Kata kunci: *Malassezia*, Jamur, *Pityriasis*, Antijamur

1. LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara beriklim tropis dengan tingkat kelembapan tinggi, sehingga menjadi lingkungan yang baik bagi pertumbuhan tanaman dan mikroba, termasuk jamur *Malassezia furfur*. Jamur lipofilik ini umumnya ditemukan pada kulit manusia sehat dengan prevalensi sekitar 75-98% (Ahmad & Ervianti, 2022). Dalam

kondisi tertentu, *Malassezia furfur* dapat berubah dari bentuk ragi menjadi miselium patogenik, yang menyerang stratum korneum. Invasi ini menyebabkan kerusakan struktur stratum korneum, yang memicu penyakit *Pityriasis versicolor* atau dikenal sebagai panu. Gejala penyakit ini meliputi makula berbatas tegas dengan warna hipopigmentasi atau hiperpigmentasi, sering disertai rasa gatal ringan. Lesi biasanya ditemukan di dada, punggung, lengan atas, wajah, atau lipatan kulit (Hald *et al.*, 2015).

Di Indonesia, kasus *Pityriasis versicolor* mencapai 40-50% dari penyakit kulit, meskipun prevalensi sebenarnya tidak diketahui karena banyak penderita yang tidak mencari pengobatan (Helga *et al.*, 2021). Kondisi ini lebih sering ditemukan pada remaja dan dewasa muda karena peningkatan produksi sebum dan lingkungan kulit yang kaya lipid seperti wajah, kulit kepala, dan punggung. Di negara berkembang, prevalensi pada anak usia 13 tahun mencapai 60%, usia 14-15 tahun sekitar 8-18%, dan usia 5-9 tahun hanya 1% (Apriliana & Heviana, 2018). Penelitian lainnya Aritonang *et al.*, (2022) mendapatkan bahwa dari 10 sampel yang diambil dari kerokan kulit pemulung di tempat pembuangan akhir (TPA) Muara Fajar Pekanbaru ditemukan sebanyak 7 orang yang terinfeksi *Pityriasis versicolor*.

Kasus *Pityriasis versicolor* sering diobati dengan menggunakan antijamur golongan azol, tetapi resistensi terhadap obat ini telah dilaporkan. Misalnya, resistensi terhadap itrakonazol, flukonazol, klotrimazol, dan ketokonazol masing-masing mencapai 78%, 63%, 52%, dan 43% (Pote *et al.*, 2020). Selain itu, penggunaan ketokonazol juga dapat menimbulkan efek samping seperti eritema, kulit kering, sensasi terbakar, serta gangguan sistemik seperti diare dan hepatotoksik (Gaol *et al.*, 2022; Shi *et al.*, 2015).

Kemajuan dalam nanoteknologi menawarkan solusi dalam mengatasi resistensi antijamur. Nanopartikel, terutama yang berbasis logam, memiliki sifat unik dan dapat disintesis melalui metode fisika, kimia, atau biologi. Metode biologi atau green synthesis dianggap ramah lingkungan, hemat biaya, dan lebih aman karena tidak menggunakan bahan kimia berbahaya (Maryani *et al.*, 2017).

Kulit nanas termasuk limbah yang kaya metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, saponin, dan tanin, memiliki potensi aktivitas antijamur (Komala *et al.*, 2019). Desa Kualu Nanas Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar merupakan desa yang menghasilkan banyak buah nanas dengan limbah berupa kulit nanas (Titisari *et al.*, 2020). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa ekstrak etanol kulit nanas efektif menghambat pertumbuhan *Pityrosporum ovale* dan *Candida albicans* pada konsentrasi 15% dengan diameter rata-rata zona hambat yaitu 11,99mm dan 11,55mm dengan kategori zona

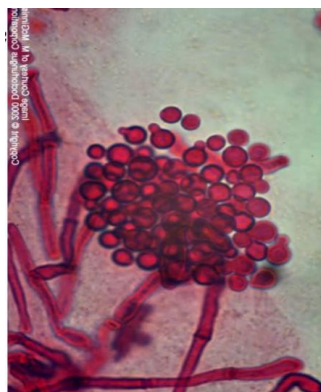
hambat kuat (Yusuf *et al.*, 2020). Namun, penelitian lain sebelumnya mengungkapkan bahwa cuka nanas dengan konsentrasi 4000 µg/mL belum mampu menghambat *Malassezia furfur* (Gaol *et al.*, 2022).

Melihat keterbatasan metode sintesis nanopartikel secara kimia dan fisika, serta belum efektifnya agen antijamur berbasis nanas terhadap *Malassezia furfur*, penelitian ini bertujuan mengembangkan biosintesis nanopartikel perak dari kulit nanas sebagai solusi potensial untuk mengatasi *Malassezia furfur*.

2. KAJIAN TEORITIS

Malassezia furfur merupakan jamur yang menginfeksi stratum korneum dari epidermis yang biasanya terdapat pada orang yang sering beraktivitas dan banyak mengeluarkan keringat. *Malassezia furfur* mudah menginfeksi pada kulit seseorang yang sudah terkontaminasi oleh keringat yang dapat disebabkan oleh kolonisasi jamur lipofilik dimorfik dalam waktu yang lama, disertai dengan kurangnya kesadaran dan kebersihan diri, serta lingkungan sekitar. Oleh karena itu, jamur ini dapat menyebabkan penyakit yaitu *Pityriasis versicolor* (Aritonang *et al.*, 2022).

Morfologi *Malassezia furfur* menunjukkan sel ragi dengan bentuk lonjong atau bulat bertunas (4-8µm), hifa pendek, bersekat dan memiliki cabang, dengan diameternya sekitar 2,5-4µm, dan memiliki panjang yang bervariasi (Gambar 1). *Malassezia furfur* biasanya bisa dikenal sebagai spaghetti, *meat ball*, dan pada kulit penderita *Malassezia furfur* tampak hifa pendek, kering, dan spora bulat yang berwarna putih hingga berwarna krem saat diamati di bawah mikroskop (Sutanto *et al.*, 2019).



Gambar 1. Mikroskopik *Malassezia furfur* (Dewi & Warganegara, 2016)

Pityriasis versicolor atau disebut dengan panu merupakan infeksi jamur dari genus *Malassezia* pada kulit, yang dapat dilihat pada perubahan warna kulit bercak lebih terang, lebih gelap atau kemerahan dari warna kulit sekitarnya (Radila, 2022). Perubahan tersebut

diakibatkan oleh jamur lipofilik dimorfik dari flora normal pada kulit yang dapat menyebabkan infeksi (Januwarsih *et al.*, 2022).

Pityriasis versicolor terjadi pada keadaan flora jamur dan *host* yang terganggu keseimbangannya yang diakibatkan oleh faktor endogen dan eksogen. Dimana, pada faktor endogen dapat disebabkan oleh genetik, produksi kelenjar sebacea yang berlebihan, malnutrisi, dan pemakaian obat-obatan, sedangkan faktor eksogen disebabkan oleh suhu yang tinggi dan kelembapan pada kulit sehingga memudahkan jamur tumbuh. Oleh karena itu, suhu dan kelembapan yang tinggi dapat memproduksi sebum (keringat) oleh kelenjar sebacea yang berlebihan sehingga memudahkan terjadinya pertumbuhan jamur *Malassezia furfur* (Pramono dan Soleha, 2018).

Pityriasis versicolor dilihat pada gambaran klinis berupa makula berwarna merah (*patch*), warna putih hingga berwarna kecoklatan yang muncul dengan rasa gatal pada saat berkeringat. Orang yang berkulit putih akan terlihat lesi yang lebih gelap dari pada kulit sekitarnya, sedangkan orang yang berkulit gelap akan terlihat lesi akan berwarna lebih putih. Pada awalnya akan terlihat berwarna merah atau makula berbatas tegas, kemudian area hipopigmentasi dan tertutup skuama halus yang tampaknya terlihat tidak jelas (Januwarsih *et al.*, 2022). Oleh karena itu, kelainan kulit bermacam-macam terutama pada tubuh bagian atas seperti muka, lengan, dada, perut, dan lain-lain dapat berupa bercak yang bulat-bulat kecil (*nummular*) (Sutanto *et al.*, 2019).

Diagnosis *Pityriasis versicolor* dapat dilakukan pemeriksaan langsung dengan kerokan kulit yang ada kelainan menggunakan KOH 10%. Apabila yang terinfeksi *Malassezia furfur* tampak sekelompok sel ragi spora dengan bentuk lonjong uniseluler atau bulat bertunas (*buds form*), hifa pendek, berseptum dan kadang bercabang dengan bentuk seperti *spaghetti* dan *meal*. Pemeriksaan menggunakan sinar ultraviolet (lampu *Wood's*), bila kulit yang terkena *Pityriasis versicolor* disinari, maka kulit akan berfluoresensi berwarna hijau kebiru-biruan maka disebut *Wood's light* positif (Sutanto *et al.*, 2019).

Pityriasis versicolor dapat diobati dengan menggunakan antijamur golongan azol yaitu ketokonazol. Ketokonazol adalah turunan dari imidazol sistemik bersifat lipofilik yang bekerja dengan cara berikatan dengan C-14 α -demetilase atau enzim P-450 sitokrom yang dapat menghambat dimetilasi lanosterol berupa ergosterol. Penghambatan tersebut dapat mengganggu fungsi membran sel jamur dan menghilangnya intraseluler esensial sel jamur sehingga menyebabkan pertumbuhan jamur terganggu (Kimberly & Rini, 2022).

Nanas merupakan tanaman yang dapat hidup di daerah yang beriklim tropis, memiliki ciri batang pendek dengan panjang 25-50cm dan lebar 2-5cm, daun yang keras ramping sedikit berduri yang tumbuh menjadi buah berukuran sedang hingga besar, dan tinggi sekitar 1-1,5m (Gambar 2). Kulit nanas diketahui memiliki senyawa aktif seperti flavonoid, saponin, tanin, dan alkaloid sebagai antijamur. Berdasarkan analisis fitokimia kulit nanas menunjukkan bahwa tanin (5,12%), flavonoid (18,8%), dan saponin (5,29%) memiliki sifat fitokimia yang paling banyak (Hikal *et al.*, 2021; Pranatasari *et al.*, 2021; Putri & Zulkarnain, 2022). Senyawa flavonoid merupakan golongan flavonon dengan gugus oglikosida dan dihiroflavonol pada berat basah sedangkan gugus orto dihidroksil pada berat kerrang (Setiawan *et al.*, 2016).

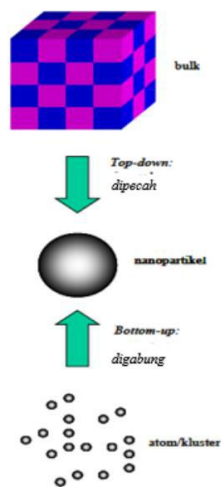


Gambar 2. Tanaman Nanas (Dokumentasi Pribadi)

Nanopartikel dapat disintesis melalui dua proses yaitu proses *top-down* dan proses *bottom-up* (Gambar 3). Pada proses *top-down* mengganti partikel yang ukurannya lebih besar dari nano menjadi nanopartikel, sedangkan pada proses *bottomup* mengganti partikel yang ukurannya lebih kecil dari nano menjadi nanopartikel. Proses ini digunakan dalam berbagai metode seperti metode fisika, kimia, dan biologis (Oktavia & Sutoyo, 2021).

Metode biologi telah menjadi metode alternatif untuk mensintesis nanopartikel perak yaitu dengan memanfaatkan tumbuhan yang mengandung metabolit sekunder dan mikroorganisme seperti bakteri, dan jamur sebagai zat pereduksi. Diketahui bahwa tumbuhan yang mengandung metabolit sekunder memiliki peran penting dalam mereduksi ion logam (Zhang *et al.*, 2016). Metode biologis juga menghasilkan nanopartikel murni tidak seperti metode kimia dimana nanopartikel yang dihasilkan terkontaminasi dengan bahan kimia yang digunakan pada proses tersebut (Chugh *et al.*, 2018). Dimana ekstrak tanaman bekerja sebagai zat pereduksi alami (bioreduktor) untuk mensintesis nanopartikel perak dan memberikan solusi alternatif yang ramah lingkungan, murah, dan mudah.

Nanopartikel perak dibuat dengan cara mereduksi ion Ag^+ menjadi Ag^0 . Proses ini terjadi karena adanya transfer elektron dari zat pereduksi menuju ion perak (Arzi *et al.*, 2020).



Gambar 3. Proses Sintesis Nanopartikel (AgNP) (Jannah *et al.*, 2014)

Nanopartikel perak dapat dikarakterisasi salah satunya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Spektrofotometer digunakan untuk mengkonfirmasi pembentukan nanopartikel perak dan melihat jumlah nanopartikel perak yang terbentuk sesuai dengan nilai absorbansi yang diperoleh (Maryani *et al.*, 2017). Menurut penelitian Tapa *et al.*, (2016) dengan panjang gelombang 200-800 pada ekstrak batang sagu baruk mempunyai puncak spektrum absorpsi pada panjang gelombang 250nm dengan nilai absorbansi yaitu 1,37. Selain spektrofotometer UV-Vis, karakteristik nanopartikel perak bisa diamati menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) (Dewi *et al.*, 2019).

Mekanisme nanopartikel perak dalam aktivitas antijamur adalah dengan melepaskan ion dari nanopartikel berupa gugus protein yang dapat mempengaruhi fungsi membran protein esensial, mengganggu permeabilitas sel, serta menghambat dan menekan pertumbuhan jamur. Jadi, nanopartikel dan ion yang dilepaskan dapat mengganggu transpor elektron, oksidatif protein, dan mengubah potensial membran. Pelepasan tersebut mempengaruhi beberapa faktor seperti ukuran nanopartikel yang lebih kecil menunjukkan laju pelepasan ion yang cepat. Oleh karena itu, konsentrasi ion nanopartikel yang lebih tinggi, laju pelepasan ion nanopartikel yang lebih cepat dan luas permukaannya yang lebih besar dapat menyebabkan kerusakan yang lebih tinggi terhadap antijamur (Cruz-Luna *et al.*, 2021).

3. METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan desain penelitian *post test only with control group* secara *in vitro*.

Sampel Penelitian

Sampel tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit nanas yang diperoleh dari Desa Kualu Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Mikroba uji pada penelitian ini menggunakan isolat *Malassezia furfur* ATCC14521 yang diperoleh dari Universitas Abdurrah.

Cara kerja

a. Pembuatan Infusa Kulit Nanas

Pembuatan infusa kulit nanas mengikuti pada penelitian Siampa *et al.*, (2020) yang telah dimodifikasi. Kulit nanas yang tidak busuk dan tidak rusak sebanyak 2kg dicuci bersih dengan air mengalir, lalu dipotong-potong kecil. Selanjutnya, sebanyak 400g kulit nanas direbus dengan 800mL akuades dalam Erlenmeyer 1000mL dengan perbandingan 1:2 selama 5 menit. Setelah itu, rebusan didiamkan pada suhu ruang, lalu disaring menggunakan kertas Whatmann No.1. Infusa kulit nanas siap digunakan untuk proses biosintesis nanopartikel perak.

b. Pembuatan Larutan Perak (AgNO_3) 1mM

Pembuatan larutan nanopartikel perak mengikuti penelitian Putri & Zulkarnain (2022) yang sudah dimodifikasi. Pembuatan larutan perak dilakukan dengan mengambil sebanyak 42,25mg AgNO_3 dan dilarutkan ke dalam 25mL akuades. Larutan tersebut diaduk hingga homogen sehingga didapatkan konsentrasi AgNO_3 1mM.

c. Biosintesis Nanopartikel Perak dari Infusa Kulit Nanas

Biosintesis nanopartikel perak mengacu pada penelitian Haryani *et al.*, (2016) yang telah dimodifikasi. Infusa kulit nanas dicampurkan dengan larutan AgNO_3 1mM sebanyak 10mL dan kulit nanas 20mL untuk konsentrasi 1:2, 40mL untuk konsentrasi 1:4, dan 60mL untuk konsentrasi 1:6. Campuran diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 150rpm pada suhu ruang selama 3 jam, 6 jam, dan 24 jam. Larutan nanopartikel perak hasil biosintesis, selanjutnya digunakan untuk karakterisasi dan uji daya hambat.

d. Karakteristik Nanopartikel Perak

Karakteristik nanopartikel perak dilakukan dengan mengikuti protokol Haryani *et al.*, (2016) yang dimodifikasi. Hasil biosintesis nanopartikel perak dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 300-700nm. Hasil karakterisasi diamati berdasarkan konsentrasi dan waktu optimum pembentukan nanopartikel.

e. Uji Daya Hambat

1) Pembuatan Larutan Standar McFarland 0,5

Pembuatan larutan standar McFarland 0,5 mengacu pada penelitian Tomi *et al.*, (2022) yang dimodifikasi. Dimana, sebanyak 9,95mL larutan H_2SO_4 1% diambil menggunakan mikropipet, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi steril dan ditambahkan 0,05mL larutan $BaCl_2$ 1%, selanjutnya dihomogenkan sampai terbentuk larutan yang keruh. Larutan ini setara dengan kekeruhan sel 10^8 CFU/mL.

2) Pembuatan Suspensi *Malassezia furfur*

Pembuatan suspensi jamur mengacu pada penelitian Tomi *et al.*, (2022) yang sudah dimodifikasi. Sebanyak 1 ose atau lebih biakan jamur pada medium PDA diambil, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi larutan NaCl 0,9%, lalu dihomogenkan sehingga kekeruhannya sama dengan larutan standar McFarland 0,5.

3) Pembuatan Kontrol Positif

Pembuatan larutan kontrol positif dilakukan dengan cara, sebanyak 1 tablet ketokonazol 200mg digerus hingga halus, lalu ditimbang sebanyak 0,05g dan ditambahkan 10mL akuades (Rahmawati & Rasiyanto, 2019).

4) Uji Daya Hambat Nanopartikel Perak Infusa Kulit Nanas dengan Metode Difusi Sumuran

Uji daya hambat mengacu pada penelitian Permatasari (2018) yang telah dimodifikasi. Suspensi jamur yang sudah sesuai standar McFarland diswab pada medium PDA menggunakan kapas lidi steril, lalu didiamkan selama 5-10 menit agar suspensi dapat meresap. Selanjutnya, medium dilubangi menggunakan *cork borer* dengan ukuran 6mm sebanyak 5 lubang. Masing-masing sumuran dimasukkan sebanyak 20 μ L kontrol positif (ketokonazol), kontrol negatif (akuades), nanopartikel perak infusa kulit nanas perbandingan 1:2, 1:4, dan 1:6 pada masing-masing jam ke-3, ke-6 dan ke-24, lalu diinkubasi selama 24-48jam

pada suhu 35°C. Setelah waktu inkubasi, zona hambat yang terbentuk di sekitar sumuran diukur menggunakan jangka sorong. Lalu data dihitung dengan formula diameter zona hambat dikurangi diameter sumuran. Penelitian ini dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan.

Analisis Data

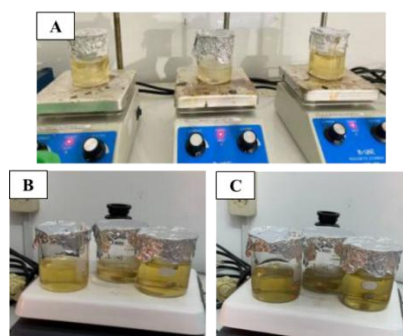
Hasil uji daya hambat nanopartikel perak infusa kulit nanas yang diperoleh diuji menggunakan uji *One Way ANOVA*, dan dilanjutkan dengan uji *Post hoc Bonferroni*, serta disajikan dalam bentuk gambar dan tabel.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Biosintesis Nanopartikel Perak Infusa Kulit Nanas

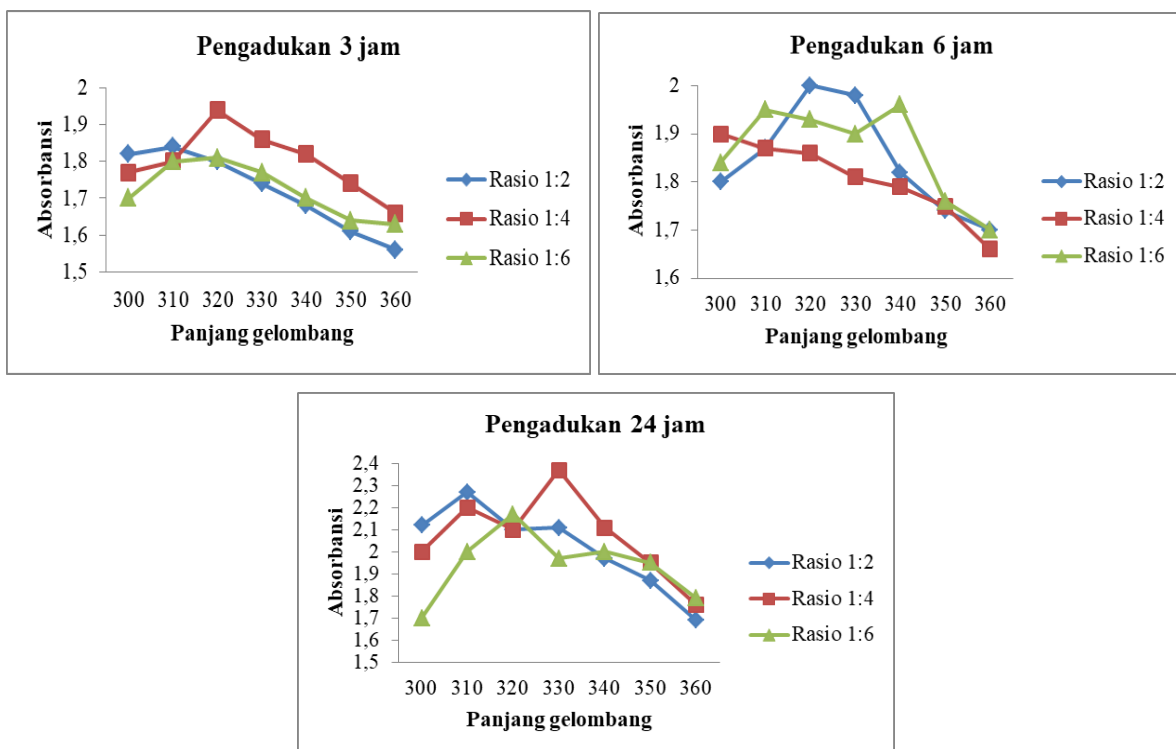
Hasil biosintesis nanopartikel perak infusa kulit nanas didapatkan bahwa infusa kulit nanas yang digunakan sebagai pereduksi biologi ion logam mengalami perubahan warna dari kuning bening hingga menjadi kuning pekat kehitaman (Gambar 4). Hal ini sesuai dengan penelitian Siregar *et al.*, (2021) yang mendapatkan bahwa biosintesis nanopartikel ekstrak kulit nanas mengalami perubahan warna larutan dari kuning jernih menjadi kuning kecoklatan (kehitaman), hal ini dikarenakan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada infusa kulit nanas berperan sebagai pereduksi Ag^+ menjadi Ag^0 . Selain itu, perubahan warna juga dapat menggambarkan nilai absorbansi nanopartikel perak, dimana semakin pekat warna nanopartikel perak maka diindikasikan nilai absorbansi yang dihasilkan semakin tinggi.

Hasil karakterisasi nanopartikel perak menggunakan spektrofotometer UV-Vis didapatkan konsentrasi dan waktu optimum pada rasio 1:4 pada pengadukan 3 jam dengan panjang gelombang 320nm (1,94), sedangkan pada waktu pengadukan 6 jam didapatkan konsentrasi optimum pada rasio 1:2 dengan panjang gelombang 320nm (2,00), dan pada pengadukan 24 jam dengan konsentrasi optimum didapatkan pada rasio 1:4 dengan panjang gelombang yaitu 330nm (2,37) (Gambar 5).



Gambar 4. Biosintesis Nanopartikel Perak Infusa Kulit Nanas

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Sari *et al.*, (2017) yang mengatakan bahwa waktu biosintesis mempengaruhi proses pembentukan nanopartikel perak, karena semakin lama waktu pengadukan biosintesis nanopartikel perak maka nilai absorbansinya akan meningkat. Penelitian Chuchita *et al.*, (2018) mengatakan bahwa konsentrasi dibawah optimum belum dapat mereduksi Ag^+ menjadi Ag^0 , sehingga AgNP yang terbentuk kecil. Namun, jika konsentrasi yang dihasilkan tinggi dan melebihi konsentrasi optimum, maka dapat mereduksi partikel Ag^+ dalam waktu yang cepat sehingga mempercepat pertumbuhan partikel dan menyebabkan terjadinya aglomerasi yang mengakibatkan AgNPs membesar sehingga ukuran AgNPs menjadi lebih bervariasi.



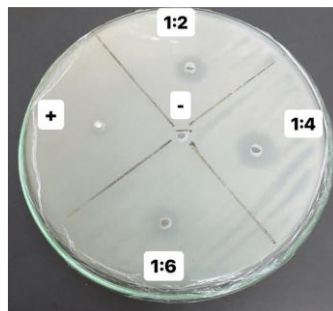
Gambar 5. Hasil karakterisasi nanopartikel perak menggunakan spektrofotometri Uv-Vis

Menurut penelitian Haryani *et al.*, (2016) biosintesis nanopartikel perak ekstrak kulit nanas mendapatkan bahwa panjang gelombang optimum pada nanopartikel perak terukur berkisaran 400nm. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian ini, panjang gelombang dengan absorbansi tertinggi hanya pada 330nm. Hal ini dikarenakan hasil sintesis yang terbentuk pada panjang gelombang 300-350nm merupakan nanopartikel perak (Ag^+), sedangkan sampel yang terbentuk pada panjang gelombang 370nm-400nm merupakan ion perak (Ag^0). Menurut Oktaviani *et al.*, (2015) panjang gelombang 300-350nm didapatkan belum secara keseluruhan dapat mereduksi Ag^+ tereduksi menjadi Ag^0 . Penelitian Chuchita *et al.*, (2018) mengatakan bahwa terjadinya penurunan panjang gelombang dikarenakan proses nukleasi koloid pada perak telah selesai dan mencapai bentuk, serta

ukuran partikel yang kecil dan stabil pada waktu sintesis maksimum. Sehingga jika penelitian ini dilanjutkan hingga waktu pengadukan 48jam hal ini dapat mengakibatkan nilai absorbansi dan panjang gelombang turun.

Uji Daya Hambat Nanopartikel Perak Infusa Kulit Nanas terhadap *Malassezia furfur*

Hasil uji daya hambat didapatkan bahwa nanopartikel perak infusa kulit nanas dapat menghambat pertumbuhan jamur *Malassezia furfur* yang ditandai dengan terbentuknya zona hambat di sekitar sumuran (Gambar 6). Hal ini dikarenakan di dalam nanopartikel perak sudah mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, saponin, dan tanin. Sehingga mekanisme antijamur diawali dengan nanopartikel perak masuk ke dalam sel jamur yang menyebabkan terjadinya denaturasi protein, membran, dan asam deoksiribonukleat (DNA), dan mengganggu penyerapan nutrisi kemudian mengeluarkan ROS, seperti anion superoksida (O_2^-), hidrogen peroksida (H_2O_2), radikal hidroksil (OH), dan asam hipoklorat (HOCl). Kemudian ROS memiliki efek genotoksik yang dapat menghancurkan DNA, sehingga menyebabkan kematian sel (Cruz-Luna *et al*, 2021).



Gambar 6. Hasil zona hambat biosintesis nanopartikel perak infusa kulit nanas terhadap *Malassezia furfur* pada pengadukan 24 jam

Hasil analisis deskriptif daya hambat nanopartikel perak infusa kulit nanas dapat dilihat pada gambar 6. Dimana, daya hambat yang paling tinggi terdapat pada rasio 1:6 dengan rata-rata daya hambat yaitu 11mm pada waktu pengadukan selama 24 jam, sedangkan daya hambat yang paling rendah terdapat pada rasio 1:2 dengan rata-rata 2,32mm pada pengadukan selama 6 jam. Pada kontrol negatif tidak ada terdapat daya hambat disetiap pengadukan (Tabel 1). Penelitian Kasabe *et al.*, (2021) mendapatkan bahwa biosintesis nanopartikel perak ekstrak nanas mampu menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* pada rasio 1:1 dengan rata-rata zona hambat yaitu 3,2mm. Jika dibandingkan dengan penelitian ini, rata-rata zona hambat lebih besar yaitu 11,55mm pada rasio 1:6 dengan waktu pengadukan 24 jam. Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh besar ukuran biosintesis nanopartikel perak, seperti pada penelitian Siregar *et al.*, (2021).

Tabel 1. Rata-rata Diameter Zona Hambat Biosintesis Nanopartikel Perak Infusa Kulit Nanas Terhadap Jamur *Malassezia furfur*

Perlakuan	N	Min	Max	Mean±SD
Pengadukan 3 jam				
1:2	3	4,15	6,6	5,03±1,36
1:4	3	3,35	4,6	4,48±1,13
1:6	3	2	3,35	2,6±0,67
*Kontrol (+)	3	2	6,55	4,3±2,2
*Kontrol (-)	3	0	0	0±0
Pengadukan 6 jam				
1:2	3	1,6	3,35	2,32±0,91
1:4	3	4,35	5,60	4,98±0,62
1:6	3	2,3	4,35	3,25±1,03
*Kontrol (+)	3	2	2,55	2,3±0,28
*Kontrol (-)	3	0	0	0±0
Pengadukan 24 jam				
1:2	3	3	5,3	4,2±1,1
1:4	3	5,05	6,4	5,87±0,72
1:6	3	9,85	13,15	11±1,83
*Kontrol (+)	3	0	4,1	3,58±0,48
*Kontrol (-)	3	0	0	0±0

Pada uji *One Way ANOVA* didapatkan bahwa adanya perbedaan yang bermakna pada masing-masing kelompok perlakuan dengan *p value* <0,05. Pada uji lanjut *Post hoc Bonferroni* pada pengadukan selama 3 jam tidak didapatkan perbedaan yang bermakna pada masing-masing kelompok perlakuan dengan *p value* >0,05. Pada pengadukan 6 jam didapatkan adanya perbedaan bermakna pada pada rasio 1:2 dengan rasio 1:4, rasio 1:4 dengan 1:2, rasio 1:4 dengan K(+) dan K(+) dengan 1:4 diperoleh *p value* <0,05. Pada pengadukan 24 jam didapatkan adanya perbedaan bermakna pada rasio 1:2 dengan 1:6, rasio 1:4 dengan 1:6, rasio 1:6 dengan 1:2, rasio 1:6 dengan 1:4, rasio 1:6 dengan K(+) dan kontrol (+) dengan rasio 1:6 yang diperoleh *p value* <0,05 (Tabel 2).

Tabel 2. Uji *Post hoc* Diameter Zona Hambat Biosintesis Nanopartikel Perak Infusa Kulit Nanas Terhadap Jamur *Malassezia furfur*

Perlakuan	1:2	1:4	1:6	Kontrol (+)
Pengadukan 3 jam				
1:2		1,000	0,414	1,000
1:4	1,000		0,737	1,000
1:6	0,414	0,737		1,000
Kontrol (+)	1,000	1,000	1,000	
Pengadukan 6 jam				
1:2		0,036*	0,879	1,000
1:4	0,036*		0,415	0,049*
1:6	0,879	0,415		1,000
Kontrol (+)	1,000	0,049*	1,000	

Pengadukan 24 jam				
1:2		0,331	0,001*	1,000
1:4	0,331		0,020*	0,064
1:6	0,001*	0,020*		0,000*
Kontrol (+)	1,000	0,064	0,000*	

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Biosintesis nanopartikel perak dari infusa kulit nanas menunjukkan karakteristik nanopartikel perak dengan panjang gelombang 300-360nm dengan nilai absorbansi sekitar 1,6-2,3. Biosintesis nanopartikel perak mampu menghambat pertumbuhan *Malassezia furfur* dengan zona hambat tertinggi pada rasio 1:6 dengan waktu pengadukan 24 jam dengan diameter zona hambat yaitu 11mm dan terendah pada rasio 1:2 dengan waktu pengadukan 6 jam dengan diameter zona hambat yaitu 2,32mm.

DAFTAR REFERENSI

- Ahmad, Z., & Ervianti, E. (2022). Dermoscopic examination in *Malassezia* folliculitis. *Berkala Ilmu Kesehatan Kulit dan Kelamin*, 34(2), 130–136. <https://doi.org/10.20473/bikk.v34.2.2022.130-136>
- Apriliana, E., & Heviana, L. N. (2018). Penggunaan kunyit (*Curcuma domestica*) sebagai terapi *Pityriasis versicolor*. *J Agromedicine*, 5(1), 473–477.
- Aritonang, B. N. R. S., Hartini, H., Yuliandari, A., Naranz, A., & Yola, S. (2022). Identifikasi *Malassezia furfur* pada kerokan kulit petani sawit PT Panca Surya Garden. Dalam *Prosiding Rapat Kerja Nasional AIPTLMI* (hlm. 1–10). Yogyakarta: AIPTLMI-IASMLT.
- Arzi, D. S., Wisnuwardhani, H. A., & Rusnadi, R. (2020). Kajian pustaka sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak tanaman sebagai bioreduktor dan aplikasinya. Dalam *Prosiding Farmasi* (Vol. 6, hlm. 362–370). Bandung: FMIPA Unisba. <https://doi.org/10.29313/v6i2.23041>
- Chuchita, Santoso, S. J., & Suyanta. (2018). Sintesis nanopartikel dari perak nitrat dengan tirosin sebagai reduktor dan agen pengkaping untuk membentuk nanokomposit film AgNPs-poli asam laktat sebagai antibakteri. *Berkala MIPA*, 25(2), 140–153.
- Chugh, H., Sood, D., Chandra, I., Tomar, V., Dhawan, G., & Chandra, R. (2018). Role of gold and silver nanoparticles in cancer nano-medicine. *Artificial Cells, Nanomedicine and Biotechnology*, 46(sup1), 1210–1220. <https://doi.org/10.1080/21691401.2018.1449118>
- Cruz-Luna, A. R., Cruz-Martínez, H., Vásquez-López, A., & Medina, D. I. (2021). Metal nanoparticles as novel antifungal agents for sustainable agriculture: Current advances and future directions. *Journal of Fungi*, 7(1033), 1–20. <https://doi.org/10.3390/jof7121033>

- Dewi, D. A. P., & Warganegara, E. (2016). Manfaat bawang putih (*Allium sativum* Linn.) pada pengobatan infeksi fungal *Tinea versicolor* (Panu). *Majority*, 5(1), 33–37. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:90227907>
- Dewi, K. T. A., Kartini, K., Sukweenadhi, J., & Avanti, C. (2019). Karakter fisik dan aktivitas antibakteri nanopartikel perak hasil green synthesis menggunakan ekstrak air daun sendok (*Plantago major* L.). *Pharmaceutical Sciences and Research*, 6(2), 69–81. <https://doi.org/10.7454/psr.v6i2.4220>
- Gaol, T. R. L., Kurniati, I. D., & Rakhmawatie, M. D. (2022). Aktivitas antifungi cuka nanas (*Ananas comosus*) pada pertumbuhan jamur *Malassezia furfur*. *Biomedika*, 14(2), 136–146. <https://doi.org/10.23917/biomedika.v14i2.18564>
- Hald, M., Arendrup, M. C., Svejgaard, E. L., Lindskov, R., Foged, E. K., & Saunte, D. M. L. (2015). Evidence-based Danish guidelines for the treatment of *Malassezia*-related skin diseases. *Acta Dermato-Venereologica*, 95(1), 12–19. <https://doi.org/10.2340/00015555-1825>
- Haryani, Y., Kartika, G. F., Yuharmen, Y., Putri, E. M., Alchalish, D. T., & Melanie, Y. (2016). Pemanfaatan ekstrak air rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* Linn. var. *rubrum*) pada biosintesis sederhana nanopartikel perak. *Chimica et Natura Acta*, 4(3), 151–155. <https://doi.org/10.24198/cna.v4.n3.10989>
- Helga, P., Sinaga, G. K., & Dewi, S. P. A. (2021). *Pityriasis versicolor* atipikal: Sebuah laporan kasus. *Collaborative Medical Journal (CMJ)*, 4(3), 20–24.