

Uji Aktivitas Inhibitor Enzim Tirosinase Ekstrak Etanol Buah Kecombrang (*Etlingera elatior* (Jack) R.M. Smith) Dengan Metode KLT Bioautografi

*Tyrosinase Enzyme Inhibitor Activity Test of Ethanol Extract of Kecombrang Fruit (*Etlingera elatior* (Jack) R.M. Smith) Using Bioautography TLC Method*

Nisrina Muslihin¹, Rika Hartati² & Defri Rizaldy³

^{1,2}Program Studi Farmasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Indonesia

^{2,3}Departemen Biologi Farmasi, Sekolah Farmasi, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

Disubmit: 27 Mei 2024; Diproses: 01 September 2024; Diaccept: 15 November 2024; Dipublish: 30 November 2024

*Corresponding author: E-mail: nisrinamuslihin0596@gmail.com

Abstrak

Buah kecombrang (*Etlingera elatior* (Jack) R.M. Smith) dikenal memiliki kandungan senyawa bioaktif yang berpotensi digunakan sebagai inhibitor enzim tirosinase, yang berperan penting dalam pengembangan agen pencerah kulit dan pengobatan hiperpigmentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengstandarisasi simplisia dan ekstrak etanol buah kecombrang serta menguji aktivitas inhibitor enzim tirosinase menggunakan metode KLT bioautografi. Hasil standarisasi menunjukkan kadar air simplisia sebesar $4,93 \pm 0,05\%$ dan ekstrak sebesar $9,59 \pm 0,39\%$, kadar abu total simplisia sebesar $6,09 \pm 0,05\%$ dan ekstrak sebesar $3,98 \pm 0,05\%$, serta kadar abu tidak larut asam simplisia sebesar $5,45 \pm 0,23\%$ dan ekstrak sebesar $1,82 \pm 0,01\%$. Kadar sari larut air pada simplisia tercatat $7,24 \pm 0,16\%$, sementara kadar sari larut etanol sebesar $5,12 \pm 0,12\%$. Pengamatan mikroskopis menunjukkan adanya fragmen pengenal seperti rambut penutup, kolenkim, epidermis dengan stomata, dan penebalan tipe tangga. Uji aktivitas inhibitor tirosinase dengan metode KLT bioautografi menunjukkan adanya zona putih pada plat KLT yang mengindikasikan kemampuan ekstrak etanol buah kecombrang dalam menghambat aktivitas enzim tirosinase.

Kata Kunci: *Etlingera Elatior*; Enzim Tirosinase; Hiperpigmentasi; KLT Bioautografi.

Abstract

*Combrang fruit (*Etlingera elatior* (Jack) R.M. Smith) is known to contain bioactive compounds that have the potential to be used as inhibitors of the tyrosinase enzyme, which plays an important role in the development of skin lightening agents and the treatment of hyperpigmentation. This research aims to standardize simplicia and ethanol extracts of kecombrang fruit and test the activity of tyrosinase enzyme inhibitors using the bioautography TLC method. The standardization results showed that the water content of simplicia was $4.93 \pm 0.05\%$ and the extract was $9.59 \pm 0.39\%$, the total ash content of simplicia was $6.09 \pm 0.05\%$ and the extract was $3.98 \pm 0.05\%$, and the insoluble ash content of simplicia acid was $5.45 \pm 0.23\%$ and the extract was $1.82 \pm 0.01\%$. The water soluble essence content in simplicia was recorded at $7.24 \pm 0.16\%$, while the ethanol soluble essence content was $5.12 \pm 0.12\%$. Microscopic observation shows the presence of identifying fragments such as covering hairs, collenchyma, epidermis with stomata, and ladder-type thickenings. The tyrosinase inhibitor activity test using the TLC bioautography method showed the presence of a white zone on the TLC plate which indicated the ability of the ethanol extract of kecombrang fruit to inhibit the activity of the tyrosinase enzyme.*

Keywords: *Etlingera Elatior*; Tyrosinase Enzyme; Hyperpigmentation; TLC Bioautography.

DOI: 10.51849/j-bikes.v%vi%i.96

Rekomendasi mensitasi :

Muslihin.N., Hartati.R., & Rizaldy.D., 2024, Uji Aktivitas Inhibitor Enzim Tirosinase Ekstrak Etanol Buah Kecombrang (*Etlingera elatior* (Jack) R.M. Smith) Dengan Metode KLT Bioautografi. *Jurnal Kebidanan, Keperawatan dan Kesehatan (J-BIKES)*, 4 (2): Halaman. 174-181

PENDAHULUAN

Kulit adalah bagian tubuh manusia terluar yang memiliki peran sebagai proteksi tubuh. Kulit yang terkena paparan sinar UV secara terus menerus akan mengakibatkan hiperpigmentasi. Hiperpigmentasi merupakan gangguan pada kulit yang disebabkan melanin yang diproduksi oleh tubuh meningkat dan melanin yang didistribusikan tidak merata, hal inilah yang menyebabkan kulit terlihat gelap (Aprilliani, 2018).

Penggelapan kulit ada karena adanya pembentukan pigmen melanin dikulit melalui oksidasi tirosin yang dibentuk oleh enzim tirosinase membentuk L-DOPA yang kemudian akan membentuk melanin. Salah satu cara untuk menghambat proses terbentuknya melanin adalah dengan melakukan penghambatan aktifitas tirosinase. Tirosinase adalah enzim yang berperan dalam pembentukan warna kulit dengan proses melanogenesis (Sagala dkk., 2019).

Tirosinase adalah enzim yang berperan mengkatalisis dua reaksi utama dalam biosintesis melanin yaitu hidroksilasi L-tirosin, menjadi L-dopa dan oksidasi L-dopa menjadi dopakuinon selanjutnya akan berpolimerasi membentuk dopakrom yang kemudian menjadi melanin, penghambat tirosinase yang telah populer di masyarakat adalah hidrokuinon dan asam kojat (Aprilliani, 2018).

Inhibisi tirosinase adalah salah satu strategi untuk mencegah hiperpigmentasi kulit. (Gazali dkk., 2014). Penghambat tirosinase yang telah populer di masyarakat adalah hidrokuinon dan asam kojat. Namun hidrokuinon dan asam kojat

diketahui bersifat karsinogenik (Miyazawa & Tamura, 2007). Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk mencari alternatif senyawa penghambat tirosinase yang lebih aman dan efektif, salah satunya melalui pemanfaatan tanaman obat seperti kecombrang.

Kecombrang (*Etlingera elatior*), tanaman asli Indonesia dari keluarga Zingiberaceae, telah dikenal sebagai tanaman dengan berbagai manfaat, baik dalam kuliner maupun pengobatan tradisional. Tanaman ini mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti flavonoid, terpenoid, dan fenol, yang berpotensi sebagai agen antioksidan dan anti-penuaan (Farida, S., & Maruzy, A., 2016). Berdasarkan penelitian Sahidin dkk., 2019, buah kecombrang diketahui mengandung berbagai senyawa kimia, terutama senyawa aromatik yang berpotensi farmakologis. Dalam studi tersebut, ekstrak metanol dari buah kecombrang menunjukkan adanya beberapa senyawa penting seperti asam vanilat, asam p-hidroksibenzoat dan asam kumarat. Oleh karena itu, kecombrang dapat menjadi sumber potensial dalam pengembangan bahan alami untuk mencegah hiperpigmentasi dan penuaan kulit.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan standarisasi simplisia dan ekstrak etanol buah kecombrang, serta menguji aktivitas inhibitor tirosinase dari ekstrak tersebut menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) bioautografi. Standarisasi simplisia bertujuan untuk memastikan kualitas bahan baku yang digunakan dalam ekstraksi, sedangkan ekstrak etanol

diharapkan dapat melarutkan senyawa aktif dari tanaman tersebut. Metode KLT bioautografi digunakan untuk menguji kemampuan ekstrak dalam menghambat aktivitas tirosinase, yang dapat diamati melalui pembentukan zona putih pada pelat kromatografi (Zhou, 2016).

METODE PENELITIAN

Material

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi oven, alat penggiling simplisia, timbangan analitik, seperangkat alat maserasi, erlenmeyer, rotary vacuum evaporator, penangas air, corong pisah, tabung reaksi, pipet tetes, cawan porselen, kurs, pipet volumetrik, pipet mikro, chamber, batang pengaduk, vial, corong, mortar, dan alat-alat gelas lainnya yang umum digunakan di laboratorium.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi simplisia buah *E. elatior*, etanol 96%, n-heksana, amonia, kloroform, bismut subnitrat, asam klorida, merkuri klorida, serbuk magnesium, amil alkohol, besi (III) klorida, formaldehida, natrium hidroksida, anhidrida asetat, asam sulfat, dimetil sulfoksida, kalium iodida, natrium asetat, gelatin, eter, kertas saring bebas abu, L-Dopa (Sigma Aldrich), tirosinase dari jamur (Sigma Aldrich), dapar fosfat pH 6,8, KLT silika gel GF254, kapas bebas lemak, aquades, kertas saring, aluminium foil, dan kertas perkamen.

Rancangan Penelitian

Penyiapan Simplisia

Preparasi sampel dimulai dengan pengumpulan dan pemilihan buah *E. elatior* yang dipilih dari bagian tanaman lainnya. Selanjutnya dilakukan pencucian, sortasi basah, perajangan, pengeringan,

sortasi kering, dan penggilingan untuk menghasilkan simplisia yang siap untuk diekstraksi.

Penyiapan Ekstrak

Simplisia buah kecombrang diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96% selama 3 x 24 jam. Pelarut diganti setiap 24 jam dengan sesekali pengadukan untuk memastikan proses ekstraksi berjalan dengan optimal. Setelah proses ekstraksi selesai, filtrat yang diperoleh kemudian dipekatkan menggunakan rotary vacuum evaporator hingga menjadi ekstrak kental.

Standardisasi Simplisia dan Ekstrak

Standardisasi simplisia yang dilakukan meliputi pemeriksaan mikroskopik, penetapan kadar air, susut pengeringan, kadar abu total, kadar abu tidak larut asam, kadar sari larut air, dan kadar sari larut etanol untuk memastikan kualitas bahan baku yang digunakan. Sementara itu, ekstrak juga dianalisis untuk memastikan konsistensi dan komposisi senyawa aktif yang terkandung.

Penapisan Fitokimia

Penapisan fitokimia dilakukan pada simplisia dan ekstrak untuk mendeteksi adanya golongan senyawa bioaktif, seperti flavonoid, saponin, steroid/triterpenoid, tannin, kuinon, alkaloid, dan kumarin. Penapisan ini penting untuk mengetahui potensi senyawa bioaktif yang dapat berperan sebagai inhibitor tirosinase.

Uji Aktivitas Inhibitor Tirosinase

1. Pembuatan Larutan Dapar Fosfat 0,067 M pH 6,8

Dapar fosfat pH 6,8 dibuat dengan cara menimbang 2,72 g KH_2PO_4 dan memasukkannya ke dalam labu ukur 100 ml. Ditambahkan air suling hingga garis

batas dan dikocok hingga homogen. Kemudian, 0,8 g NaOH ditimbang dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, lalu ditambahkan air suling hingga garis batas dan dikocok hingga homogen. Larutan KH_2PO_4 0,2 M sebanyak 62,5 mL dan NaOH 0,2 M sebanyak 28 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, kemudian ditambahkan air suling hingga garis batas sehingga diperoleh dapar fosfat 0,2 M. Larutan dapar fosfat 0,2 M sebanyak 33,5 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan air suling hingga garis batas. pH larutan kemudian diukur dengan pH meter. Jika pH belum mencapai 6,8, NaOH 1 M atau HCl 1 N ditambahkan sedikit demi sedikit hingga mencapai pH yang diinginkan.

2. Pembuatan Larutan L-Dopa

Sebanyak 39,438 mg L-Dopa dilarutkan dalam 10 mL dapar fosfat sehingga konsentrasi L-Dopa yang dihasilkan adalah 20 mM. Larutan ini kemudian diencerkan untuk mendapatkan konsentrasi 4,5 mM.

3. Pembuatan Larutan Tirosinase

Enzim tirosinase sebanyak 25 KU dilarutkan dengan 1 mL dapar fosfat untuk mendapatkan konsentrasi 25.000 U/mL. Untuk uji inhibisi aktivitas tirosinase, dibuat larutan enzim dengan konsentrasi 75 U/mL.

4. Penyiapan Sampel

Sebanyak 10 mg ekstrak ditimbang dan dilarutkan dengan 50 μL DMSO 100%, kemudian ditambahkan 950 μL larutan dapar fosfat. Diperoleh larutan stok ekstrak dengan konsentrasi 10.000 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Untuk pengujian, konsentrasi sampel dibuat 250 $\mu\text{g}/\text{mL}$ dengan cara pengenceran.

5. Uji aktivitas inhibitor enzim tyrosinase

Uji aktivitas inhibitor tirosinase dilakukan secara kualitatif menggunakan metode KLT bioautografi (Zhou dkk., 2016). Dalam metode ini, sampel diambil menggunakan mikropipet dan ditotolkan pada plat KLT, kemudian dikeringkan di udara terbuka. Setelah itu, plat KLT disemprotkan dengan enzim tirosinase dan L-Dopa, kemudian diinkubasi selama 10 menit. Pengamatan dilakukan untuk mendeteksi adanya zona putih (clear zone) pada latar belakang gelap. Zona putih ini menunjukkan bahwa sampel memiliki kemampuan untuk menghambat aktivitas enzim tirosinase.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi

Sampel buah *E. elatior* yang telah dibentuk menjadi simplisia kering diekstraksi dengan menggunakan metode ekstraksi dingin, yaitu maserasi dengan pelarut etanol. Metode maserasi dipilih untuk mencegah rusaknya senyawa akibat adanya pemanasan pada metode panas serta mekanisme pengerjaannya yang lebih praktis dan sederhana. Pemilihan etanol sebagai pelarut dikarenakan pelarut etanol bersifat universal dalam menarik senyawa-senyawa organik baik yang bersifat polar dan nonpolar akibat adanya gugus hidroksil (OH) sebagai gugus polar dan gugus alkil (CH_3) sebagai gugus nonpolar serta pelarut etanol mempunyai titik didih yang relatif rendah sehingga mudah dipisahkan dengan cara penguapan.

Maserasi dilakukan selama 3×24 jam dimana tiap 24 jam dilakukan pergantian pelarut baru yang bertujuan untuk

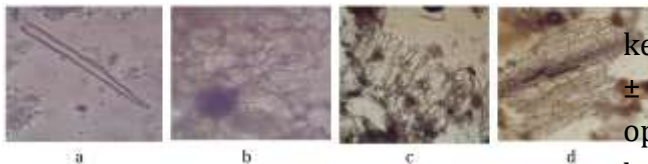
memaksimalkan proses penarikan senyawa metabolit dan meminimalkan senyawa metabolit yang tertinggal di dalam sampel. Filtrat hasil maserasi kemudian dipekatkan sehingga didapatkan rendemen sampel seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Rendemen ekstrak etanol buah kecombrang

Bobot Simplisia (g)	Bobot Ekstrak (g)	Rendemen (%)
100	3,67	3,67

Standardisasi Simplisia dan Ekstrak Pengamatan mikroskopis

Pengamatan mikroskopis dilakukan terhadap simplisia buah kecombrang untuk memperoleh informasi mengenai struktur morfologi dan karakteristik sel-sel yang ada dalam bahan tersebut. Pengamatan mikroskopis dilakukan terhadap fragmen pengenal antara lain rambut penutup, kolenkim, epidermis dengan stomata, dan epidermis dengan penebalan tipe tangga.



Gambar 1. Mikroskopis Simplisia Buah *E. elatior* a) Rambut Penutup; b) Kolenkim, c) Epidermis dengan Stomata, d) Epidermis dengan penebalan tipe tangga

Pemeriksaan mikroskopis ini penting untuk menentukan kualitas simplisia yang digunakan dalam proses ekstraksi, karena keberadaan struktur-struktur ini dapat mempengaruhi efektivitas ekstraksi senyawa bioaktif dari simplisia buah kecombrang. Identifikasi morfologi ini juga memberikan gambaran mengenai

karakteristik alami tanaman dan membantu memastikan bahwa bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sesuai dengan spesies yang dimaksud (Fennell dkk.,, 2004). Sebagai tambahan, pengamatan mikroskopis yang mendalam terhadap karakteristik morfologi dapat menjadi dasar untuk perbandingan bahan baku dan kualitas ekstrak yang dihasilkan.

Susut pengeringan

Susut pengeringan simplisia buah kecombrang menunjukkan nilai $6,67 \pm 0,13\%$, yang mengindikasikan kadar air yang relatif rendah pada bahan baku tersebut. Dalam Farmakope Herbal Indonesia (FHI), parameter susut pengeringan memiliki peranan yang sangat penting dalam menilai kualitas simplisia. Susut pengeringan ini menggambarkan kadar air yang ada dalam bahan baku, yang mempengaruhi kestabilan dan kualitas simplisia tersebut.

Kadar air

Pengujian kadar air simplisia buah kecombrang yang menunjukkan nilai $4,93 \pm 0,05\%$ mencerminkan pengeringan yang optimal sesuai standar FHI, yang bertujuan untuk meningkatkan stabilitas senyawa bioaktif dalam simplisia. Sementara itu, kadar air pada ekstrak yang sedikit lebih tinggi ($9,59 \pm 0,39\%$) dapat dijelaskan oleh proses ekstraksi menggunakan pelarut etanol. Etanol memiliki sifat sebagai pelarut polar yang dapat menarik komponen-komponen polar dari bahan baku, termasuk air. Meskipun kadar air pada ekstrak lebih tinggi, hal ini masih dapat diterima karena proses penguapan pelarut etanol pada tahap penguapan ekstrak dapat

mengurangi kadar air lebih lanjut. Sebagai tambahan, stabilitas senyawa bioaktif dalam ekstrak tetap terjaga jika kadar air berada dalam batas yang sesuai (Wahyudi dkk.,, 2020).

Kadar abu total

Hasil pengujian kadar abu total pada simplisia buah kecombrang menunjukkan nilai $6,09 \pm 0,05\%$, yang mengindikasikan adanya kandungan material anorganik atau mineral dalam jumlah yang cukup signifikan pada bahan baku tersebut. Kadar abu total ini umumnya mencerminkan keberadaan garam mineral yang ada dalam simplisia, dan kadar yang lebih tinggi pada simplisia bisa disebabkan oleh pengaruh proses pengeringan atau jenis tanah tempat tanaman tumbuh. Sementara itu, kadar abu total pada ekstrak buah kecombrang adalah $3,98 \pm 0,05\%$, yang lebih rendah dibandingkan dengan simplisia. Penurunan kadar abu total pada ekstrak ini menunjukkan bahwa sebagian besar komponen mineral yang tidak larut dalam pelarut etanol telah terpisah selama proses ekstraksi. Kadar abu yang lebih rendah pada ekstrak ini juga mencerminkan kemurnian ekstrak, karena menunjukkan bahwa komponen utama yang terlarut dalam etanol lebih dominan dibandingkan dengan bahan-bahan anorganik.

Kadar Abu Tidak Larut Asam

Hasil pengujian kadar abu tidak larut asam pada simplisia buah kecombrang menunjukkan nilai $5,45 \pm 0,23\%$, yang mengindikasikan adanya residu anorganik yang tidak dapat larut dalam asam. Nilai ini mencerminkan kandungan bahan

mineral atau unsur asing yang tidak mudah dilarutkan atau bahan-bahan anorganik lainnya, yang kemungkinan berasal dari tanah atau debu yang menempel pada bahan baku. Sementara itu, kadar abu tidak larut asam pada ekstrak menunjukkan nilai yang jauh lebih rendah, yaitu $1,82 \pm 0,01\%$. Penurunan ini mengindikasikan bahwa proses ekstraksi menggunakan pelarut etanol mampu menghilangkan sebagian besar senyawa anorganik yang tidak larut asam. Nilai kadar abu tidak larut asam yang rendah pada ekstrak penting untuk memastikan bahwa ekstrak yang dihasilkan tidak mengandung banyak kontaminan anorganik, yang dapat memengaruhi stabilitas dan keamanan produk akhir.

Kadar Sari Larut Air

Hasil pengujian kadar sari larut air pada simplisia buah kecombrang menunjukkan nilai $7,24 \pm 0,16\%$, yang mengindikasikan bahwa simplisia mengandung sejumlah senyawa polar yang larut dalam air, seperti flavonoid, fenol, dan senyawa hidrofilik lainnya. Kandungan sari larut air ini penting karena menunjukkan potensi ekstrak untuk menghasilkan senyawa aktif yang mudah larut dalam air.

Kadar Sari Larut Etanol

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar sari larut etanol pada simplisia buah kecombrang adalah $5,12 \pm 0,12\%$. Nilai ini relatif lebih rendah dibandingkan kadar sari larut air, yang menunjukkan bahwa simplisia buah kecombrang memiliki kandungan senyawa polar yang lebih dominan.

Penapisan Fitokimia

Penapisan fitokimia adalah metode yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan golongan senyawa metabolit sekunder dalam bahan alam, yang memiliki potensi sebagai bahan aktif dengan efek biologis tertentu. Pada penelitian terhadap simplisia dan ekstrak etanol buah kecombrang, penapisan fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi jenis-jenis senyawa kimia yang terkandung dalam bahan tersebut, yang dapat berperan sebagai senyawa bioaktif. Hasil penapisan fitokimia pada simplisia dan ekstrak etanol buah kecombrang menunjukkan adanya kandungan beberapa metabolit sekunder yang penting, yaitu flavonoid, saponin, tanin, steroid, dan kumarin.

Uji Aktivitas Inhibitor Enzim Tirosinase

Uji aktivitas inhibitor enzim tirosinase pada ekstrak etanol buah kecombrang dilakukan secara kualitatif menggunakan KLT bioautografi. KLT bioautografi memiliki keunggulan dalam mengidentifikasi senyawa aktif secara sensitif dan efisien dengan memanfaatkan zona putih (clear zone) yang muncul pada plat KLT setelah inkubasi dengan enzim tirosinase dan L-Dopa. Zona putih ini menunjukkan bahwa senyawa dalam ekstrak dapat menghambat konversi L-Dopa menjadi dopamin yang dikatalisis oleh tirosinase, yang menjadi indikasi adanya aktivitas inhibitor tirosinase (Zhou dkk., 2016). Hasil uji inhibitor enzim tirosinase menggunakan KLT bioautografi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. KLT Bioautografi Ekstrak Etanol Buah E. Elatior

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol buah kecombrang dapat menghasilkan zona putih yang signifikan, yang mengindikasikan bahwa senyawa dalam ekstrak tersebut memiliki kemampuan untuk menghambat aktivitas enzim tirosinase. Kemampuan ini kemungkinan terkait dengan kandungan metabolit sekunder dalam buah kecombrang, seperti flavonoid, fenol, dan terpenoid, yang telah diketahui memiliki aktivitas biologis termasuk penghambatan enzim tirosinase. Flavonoid, misalnya, diketahui memiliki kemampuan menghambat enzim tirosinase dengan mekanisme kompetitif pada situs aktif enzim tersebut, yang mengurangi konversi tirosin menjadi melanin (Saraswati dkk., 2016).

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah hasil standardisasi simplisia dan ekstrak etanol buah kecombrang menunjukkan kadar air simplisia sebesar $4,93 \pm 0,05\%$ dan ekstrak sebesar $9,59 \pm 0,39\%$, kadar abu total simplisia sebesar $6,09 \pm 0,05\%$ dan ekstrak sebesar $3,98 \pm 0,05\%$, serta kadar abu tidak larut asam simplisia sebesar $5,45 \pm 0,23\%$ dan ekstrak sebesar $1,82 \pm 0,01\%$. Kadar sari larut air pada simplisia tercatat $7,24 \pm 0,16\%$, sementara kadar sari larut etanol sebesar $5,12 \pm 0,12\%$. Pengamatan

mikroskopis menunjukkan adanya fragmen pengenal seperti rambut penutup, kolenkim, epidermis dengan stomata, dan penebalan tipe tangga. Simplisia dan ekstrak etanol buah kecombrang menunjukkan adanya kandungan beberapa metabolit sekunder yang penting, yaitu flavonoid, saponin, tanin, steroid, dan kumarin. Uji aktivitas inhibitor tirosinase dengan metode KLT bioautografi menunjukkan adanya zona putih pada plat KLT yang mengindikasikan kemampuan ekstrak etanol buah kecombrang dalam menghambat aktivitas enzim tirosinase

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilliani, A. (2018). Uji inhibisi aktivitas enzim tirosinase beberapa jenis tumbuhan anggota suku Zingiberaceae. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 14(1), 46-57
- Farmakope Herbal Indonesia. (2017). *Farmakope Herbal Indonesia edisi I*. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia.
- Fennell, C. W., Lindsey, K. L., McGaw, L. J., & Grace, O. M. (2004). The role of plant secondary metabolites in the management of human disease: A review. *Phytotherapy Research*, 18(9), 705-718.
- Gazali, M., P. Zamani, N., & Batubara, I. (2014). Potensi limbah kulit buah Nyirih *Xylocarpus granatum* sebagai inhibitor tirosinase. *Depik*, 3(3), 187-194.
- Miyazawa, M., dan Tamura, N. (2007): Inhibitory Compound of Tyrosinase Activity from the Sprout of *Polygonum hydropiper* L. (Benitade), *Journal Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 30(3) 595—597.
- Rossi, A., & Perez, S. (2011). Tyrosinase inhibitors: Potential use in the treatment of hyperpigmentation. *Dermatology Therapy*, 24(4), 339-347.
- Sahidin, S., Salsabila, S., Wahyuni, W., Fristiody, A., & Imran, I. (2019). Potensi antibakteri ekstrak metanol dan senyawa aromatik dari buah wualae (Etingera elatior). *Jurnal Kimia Valensi*, 5(1), 1-7.
- Sagala, Z., Pratiwi, R. W., Azmi, N. U., & Maap. (2019). Uji Aktivitas Inhibisi terhadap Enzim Tirosinase dari Ekstrak Etanol Daun Pepaya (*Carica papaya* L .) Secara In Vitro. *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*, 7(2), 34-38.
- Farida, S., & Maruzy, A. (2016). Kecombrang (Etingera elatior): Sebuah tinjauan penggunaan secara tradisional, fitokimia dan aktivitas farmakologinya. *Torch Ginger: A Review of Its Traditional Uses, Phytochemistry and Pharmacology*. 9(1), 19-28
- Wahyudi, S., Wijayanti, D., & Setiawati, R. (2020). Stabilitas senyawa bioaktif dalam ekstrak tanaman obat: Pengaruh kadar air dan metode ekstraksi. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 38(4), 189-196.
- Zhou, J., Tang, Q., Wu, T., & Cheng, Z. (2016). Improved TLC bioautographic assay for qualitative and quantitative estimation of tyrosinase inhibitors in natural products. *Phytochemical Analysis*, 28(5), 426-433.