

**AKTIVITAS ENZIM LAKASE DAN MANGAN PEROKSIDASE (MnP)
DARI JAMUR PANGAN LOKAL SEBAGAI PENDEGRADASI MELANIN
DAN APLIKASINYA UNTUK PEMUTIH ALAMI KULIT**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains*



**SITI NURFALINDA
20032097/2020**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2024**

PERSETUJUAN SKRIPSI

AKTIVITAS ENZIM LAKASE DAN MANGAN PEROKSIDASE (MnP) DARI JAMUR PANGAN LOKAL SEBAGAI PENDEGRADASI MELANIN DAN APLIKASINYA UNTUK PEMUTIH ALAMI KULIT

Nama : Siti Nurfalinda
NIM : 20032097
Program Studi : Biologi
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 16 Februari 2024

Mengetahui:
Kepala Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S. Si., M. Biomed
NIP. 197508152006042001

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Dr. Dwi Hilda Putri, S. Si., M. Biomed.
NIP. 197508152006042001

Pembimbing II



Ade Andriani, Ph.D.
NIP. 19850404200922002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Siti Nurfalinda
NIM : 20032097
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

AKTIVITAS ENZIM LAKASE DAN MANGAN PEROKSIDASE (MnP) DARI JAMUR PANGAN LOKAL SEBAGAI PENDEGRADASI MELANIN DAN APLIKASINYA UNTUK PEMUTIH ALAMI KULIT

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 23 Februari 2024

Tim Penguji

Nama
Ketua : Dr. Dwi Hilda Putri, S. Si., M. Biomed
Anggota : Dezi Handayani, M. Si.
Anggota : Afifatul Achyar, M. Si.

Tanda tangan


SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Siti Nurfalinda
NIM/TM : 20032097/2020
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya dengan judul "Aktivitas Enzim Lakase Dan Mangan Peroksidase (MnP) Dari Jamur Pangan Lokal Sebagai Pendegradasi Melanin Dan Aplikasinya Untuk Pemutih Alami Kulit" adalah benar merupakan karya sendiri, bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang ditulis dan diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 23 Februari 2024

Mengetahui
Ketua Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S. Si., M. Biomed
NIP. 197508152006042001

Saya yang menyatakan



METERAI
TEMPEL
D62E0AKX797454808
Siti Nurfalinda
NIM. 20032097

AKTIVITAS ENZIM LAKASE DAN MANGAN PEROKSIDASE (MnP) DARI JAMUR PANGAN LOKAL SEBAGAI PENDEGRADASI MELANIN DAN APLIKASINYA UNTUK PEMUTIH ALAMI KULIT

Siti Nurfalinda

ABSTRAK

Penggunaan produk pemutih akan mempengaruhi kadar melanin di dalam kulit. Beberapa produk pemutih kulit biasanya menggunakan bahan kimia dalam menurunkan kadar melanin yang dapat memicu kanker. Maka diperlukan alternatif lain penghasil senyawa yang dapat mendegradasi melanin seperti jamur pangan menghasilkan enzim ligninolitik seperti lignin peroksidase, lakase, dan mangan peroksidase (MnP) untuk dekolorisasi (penghilangan warna) melanin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas lakase dan MnP yang diekstrak dari jamur pangan lokal serta mengetahui aktivitas sinergi lakase dan MnP dalam mendegradasi melanin.

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Sebanyak 14 jamur pangan lokal diuji kemampuannya untuk menghasilkan lakase dan MnP sebagai pemutih alami kulit. Dipilih 2 isolat dengan memiliki aktivitas lakase tinggi untuk dipekatkan menggunakan filter *amicon*. Enzim hasil pemekatan digunakan kembali untuk pengujian aktivitas lakase dan MnP, selanjutnya diuji aktivitas dalam mendegradasi melanin.

Aktivitas lakase yang tinggi terdapat 2 isolat diantaranya isolat *Coprinus comatus* (CC) dan *Volvariella volvacea* (VV). Sedangkan, aktivitas MnP yang tinggi terdapat 3 isolat terdiri dari isolat polipi, *Macrocybe*, dan *A. auricula* (KP). Hasil uji kemampuan degradasi melanin dari jamur terpilih terdapat adanya sinergi antara enzim lakase dan MnP dalam mendegradasi melanin di jam ke-6.

Kata Kunci: Lakase, Mangan Peroksidase (MnP), Degradasi Melanin, Jamur Pangan Lokal

**ACTIVITY OF LAKASE AND MANGAN PEROKSIDASE (MnP)
ENZYMS FROM LOCAL FOOD MUSHROOMS AS MELANIN
DEGRADING ENZYMES AND THEIR APPLICATIONS FOR NATURAL
SKIN WHITENING**

Siti Nurfalinda

ABSTRACT

The use of whitening products will affect melanin levels in the skin. Some skin whitening products usually use chemicals in reducing melanin levels which can trigger cancer. So, another alternative is needed to produce compounds that can degrade melanin such as food fungi that produce ligninolytic enzymes such as lignin peroxidase, laccase, and manganese peroxidase (MnP) to decolorize melanin. This study aims to determine the activity of laccase and MnP extracted from local food fungi and to determine the synergy activity of laccase and MnP in degrading melanin.

This research is a descriptive study. A total of 14 local food fungi were tested for their ability to produce laccase and MnP as a natural skin whitener. Two isolates with high laccase activity were selected to be concentrated using an amicon filter. The concentrated enzymes were reused for laccase and MnP activity testing, then tested for activity in degrading melanin.

High laccase activity is found in 2 isolates including *Coprinus comatus* (CC) and *Volvariella volvacea* (VV) isolates. Meanwhile, high MnP activity is found in 3 isolates consisting of polypi isolates, *Macrocybe*, and *Auricularia auricula* (KP). The test results of the melanin degradation ability of the selected fungi showed a synergy between laccase and MnP enzymes in degrading melanin at the 6th hour.

Keywords: Laccase, Manganese Peroxidase (MnP), Melanin Degradation, Local Food Mushrooms

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Aktivitas Enzim Lakase dan Mangan Peroksidase (MnP) dari Jamur Pangan sebagai Pendegradasi Melanin dan Aplikasinya untuk Pemutih Alami Kulit”. Shalawat beriring salam untuk arwah Nabi Muhammad SAW sebagai junjungan umat seluruh alam.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada.

1. Ibu Dr. Dwi Hilda Putri, M.Biomed. selaku dosen pembimbing pertama dari Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang yang telah memberikan kesempatan dan membimbing, serta meluangkan tenaga, waktu, dan pikiran dalam proses penyusunan proposal hingga penyelesaian skripsi.
2. Ibu Ade Andriani, Ph.D. selaku pembimbing kedua dari Badan Riset dan Inovasi Nasional yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran, dan kesabaran dalam memberikan arahan kepada penulis selama menyusun proposal, melaksanakan penelitian, hingga menyelesaikan skripsi.
3. Ibu Dezi Handayani, M.Si. dan Ibu Afifatul Achyar, S.Si., M.Si. selaku tim penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan kritik dan saran dalam penulisan skripsi.

4. Ibu Prof. Linda Advinda, M.Kes. selaku penasihat akademik yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan selama proses perkuliahan.
5. Bapak ibu dosen Departemen Biologi FMIPA UNP yang telah memberikan ilmu, pengalaman dan wawasannya.
6. Kedua orang tua tercinta, adik, dan keluarga yang senantiasa memberikan doa dan dukungan yang selalu mengiringi langkah penulis.
7. Mahasiswa sarjana dari Kelompok Riset Enzim untuk Kesehatan dan Kosmetik, Priestly Magdalena Syeba Panjaitan, Bunga Salsabila Fairuz, dan Aisyah Qurota A'yun yang telah membantu penulis baik di dalam maupun di luar laboratorium dan menjadi partner kerja, serta teman yang memberikan semangat selama proses pelaksanaan penelitian di Badan Riset dan Inovasi Nasional.
8. Peneliti dari Kelompok Riset Enzim untuk Kesehatan dan Kosmetik, Eva Agustriana, M.Si. yang telah memberikan arahan kepada penulis dan membantu penulis dalam proses pelaksanaan penelitian di Badan Riset dan Inovasi Nasional
9. Para mahasiswa sarjana dan pascasarjana dari Laboratorium Preparasi Lantai 2 Gedung Genomik dan Cryo-EM, Khaerunissa, Asriani Usman, Destrianti Adelina L. Tobing, Grecya Nora Lima Hutabarat, Munna Afidatin, Kanaya Dwi Kintamany, Fiqih Maulana Ardiansyah, Aisyah Virgina Putri, Fathiya Rizqi, Firyal Nida Khasna, Rima Agnes Widya Astuti, dan Putri Kaisa Naila telah menjadi teman dan membantu penulis selama melaksanakan penelitian di Badan Riset dan Inovasi Nasional
10. Mahasiswa sarjana dari Kelompok Riset Bioflavour Mikroba, Titi Dwi Sari

yang telah menjadi teman dan membantu penulis selama melaksanakan penelitian di Badan Riset dan Inovasi Nasional.

11. Para peneliti dari Kelompok Riset Enzim Terkait Karbohidrat, Nuryati, Rike Rachmayati, M.Si., Siti Eka Yulianti, M.Si., dan Dr.Eng. Nanik Rahmani, serta dari Kelompok Riset Rekayasa Enzim Ekstremofil, Fina Amreta Laksmi, M.Sc.,Ph.D. yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian di Badan Riset dan Inovasi Nasional.
12. Sahabat penulis, Siti Qori'ah dan Asriatul Azzahara yang telah berikan bantuan dalam mengurangi kejenuhan selama perkuliahan hingga penyusunan skripsi disemester ini.
13. Teman-teman penelitian "Udin Squad", Dila, Ony, Jihan, Silvy, Ayu, Suci, Cece, dan Rika yang telah bekerjasama selama penelitian berlangsung.
14. Teman-teman penulis "Anak Pamulang", Della, Ila, Ara, dan Mona yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga bantuan Bapak/Ibu serta rekan-rekan dapat bernilai ibadah dan mendapatkan pahala dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna dan memerlukan perbaikan karena pengalaman dan pengetahuan penulis yang terbatas. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan digunakan di kemudian hari untuk perkembangan ilmu pengetahuan yang lebih baik.

Padang, 28 Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Jamur Pangan	6
B. Enzim Ligninolitik Ekstraseluler	7
C. Melanin.....	12
D. Degradasi Melanin	15
BAB III METODE PENELITIAN	17
A. Jenis Penelitian.....	17
B. Waktu dan Tempat Penelitian	17
C. Alat dan Bahan	17
D. Prosedur Penelitian.....	18
E. Analisis Data	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
A. Hasil Pengamatan	24
B. Pembahasan	26
BAB V PENUTUP	32
A. Kesimpulan.....	32
B. Saran.....	32
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Siklus yang Dikatalisis oleh Lakase. a) Reaksi langsung b) Reaksi tidak langsung (Agrawal <i>et al.</i> , 2018)	9
2. Struktur Molekul dan Situs Aktif MnP (Carmona-Ribeiro <i>et al.</i> , 2015).....	10
3. Siklus Katalitik MnP (Hofrichter, 2002)	12
4. Struktur Melanosit (Mescher, 2010).....	13
5. Diagram Melanosit (Mescher, 2010).....	14
6. Perbandingan antara Aktivitas Enzim lakase dan MnP Jamur Pangan Lokal	24
7. Perbandingan Aktivitas Enzim Lakase dan MnP dari Jamur <i>C. comatus</i> dan <i>V. volvacea</i> Sebelum dan Setelah Pemekatan. A) Aktivitas Enzim Lakase, B) Aktivitas Enzim MnP	25
8. Hasil Analisis Degradasi Melanin Menggunakan Enzim Jamur <i>C. comatus</i> dan <i>V. volvacea</i>	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil peremajaan 14 jenis jamur pangan	40
2. Prosedur penyiapan larutan uji aktivitas enzim ligninolitik	41
3. Data Hasil Aktivitas Lakase.....	43
4. Data Hasil Aktivitas Mangan Peroksidase (MnP)	49
5. Data Aktivitas Lakase Hasil Pemekatan	55
6. Data Aktivitas MnP Hasil Pemekatan.....	56
7. Data Degradasi Melanin.....	57

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Produk perawatan kulit dan kosmetik dari Korea Selatan merupakan salah satu dari 10 produk kecantikan teratas di pasar kecantikan global. Nilai penjualan produk kecantikan ini pada tahun 2017 lebih dari 13 miliar USD. Indonesia merupakan konsumen yang menggunakan produk kosmetik Korea Selatan terbesar di dunia, dengan angka penjualan pada tahun 2012 mencapai 1,029 miliar USD, kemudian naik menjadi 1,557 miliar USD pada tahun 2019, dan diprediksi akan naik lagi sebesar 2,077 miliar USD pada tahun 2023 (Gumiwang, 2019). Salah satu produk kosmetik Korea Selatan yang diminati oleh konsumen Indonesia adalah produk *skincare whitening* untuk pemutih kulit.

Kulit merupakan organ tubuh terluar yang banyak terkena radikal bebas, terutama terkena paparan sinar matahari (UV). Kulit yang terpapar sinar UV dalam waktu lama dan berkelanjutan dapat menyebabkan hiperpigmentasi (Mustika *et al.*, 2020). Pigmentasi kulit disebabkan oleh sel-sel melanosit yang menghasilkan melanin di lapisan basal epidermis melalui proses melanogenesis (Sturm *et al.*, 2001). Melanosit mengandung tiga enzim melanogenik yang spesifik seperti *tyrosinase*, *tyrosinase protein 1* (TRP 1) dan *tyrosinase protein 2* atau *dopachrone tautomerase* (Dct). Melanin merupakan polimer berpigmen yang memberikan warna coklat pada kulit, rambut, dan mata (Soyata & Chaerunisaa, 2021).

Produk pemutih akan mempengaruhi kadar melanin di dalam kulit, dengan cara mendegradasi melanin atau menghambat aktivitas enzim *tyrosinase*. Beberapa produk pemutih kulit biasanya menggunakan bahan kimia seperti hidrokuinon,

mequinol dan monobenzileter (Shin *et al.*, 2019). Penggunaan zat kimia dalam menurunkan kadar melanin pada kulit dapat memicu kanker (Draelos, 2007). Oleh karena itu, diperlukan alternatif sumber senyawa aktif lain yang dapat digunakan sebagai pemutih kulit. Salah satu bahan alam yang dapat menghasilkan senyawa yang dapat mendegradasi melanin adalah jamur pangan.

Jamur pangan adalah jamur yang dijadikan bahan makanan. Contoh jamur pangan yang biasa dikonsumsi yaitu jamur tiram, jamur kancing, jamur shiitake, dan jamur kuping (Sujarit *et al.*, 2021). Ekstrak bioaktif dari jamur memiliki sifat bioaktif yang dapat digunakan dalam pengembangan formulasi perawatan kulit. Selain untuk produk pemutih kulit, jamur juga diyakini memiliki efek mengurangi garis-garis halus, keriput, penuaan, tekstur kulit, fotoproteksi, dan pigmentasi (Taofiq *et al.*, 2016; Wu *et al.*, 2016). Senyawa bioaktif yang terdapat pada jamur pangan bersifat sebagai antikolagenase, antioksidan, antielastase, antihialuronidase, antiinflamasi, dan aktivitas anti-tirosinase (Taofiq *et al.*, 2018).

Jamur pangan menghasilkan berbagai macam enzim, sesuai dengan aktivitas metabolismenya. Untuk dekolonisasi (penghilangan warna) melanin digunakan enzim ligninolitik seperti lignin peroksidase, lakase, dan mangan peroksidase (MnP) (Emami *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2014; Rajhans *et al.*, 2020; Sosa-Martínez *et al.*, 2020; Yin *et al.*, 2019). Berdasarkan hasil penelitian Shin *et al.*, (2019) diketahui bahwa enzim ligninolitik mendegradasi melanin melalui sirkulasi hidrogen peroksidase dan efek lainnya (Shin *et al.*, 2019). Masing-masing enzim ligninolitik memiliki mekanisme dan fungsi khusus dalam mendegradasi melanin.

Lakase adalah enzim ligninolitik yang dapat mengoksidasi Cu yang terlibat dalam pengikatan silang monomer dan pemecahan polimer majemuk. Enzim ini

dapat mengoksidasi berbagai macam bahan kimia aromatik dan non-aromatik yang termasuk dalam kelompok enzim oksidase polifenol (Reksohadwinoto *et al.*, 2017). Jamur penghasil lakase memiliki kapasitas untuk mengurangi warna polutan mikro senyawa fenol (Forootanfar *et al.*, 2012; Margot *et al.*, 2013). Lakase mengandung empat atau lebih atom tembaga dan dapat mereduksi empat elektron dari O₂ menjadi H₂O yang dibarengi dengan oksidasi senyawa fenolik (Andriani *et al.*, 2019).

Jamur juga memproduksi enzim MnP sebagai penghilang pewarna. MnP adalah peroksidase glikoprotein yang bergantung pada H₂O₂ yang terdiri dari heme sebagai kofaktor dan termasuk dalam keluarga oksidoreduktase (Kumar & Arora, 2022). Enzim MnP ditemukan di sebagian jamur dan beberapa bakteri. Enzim MnP memiliki sifat spesifik, yang bertindak seperti oksidase dan peroksidase (Singh *et al.*, 2011). Selain itu, MnP juga mengkatalisis berbagai senyawa non-fenolik seperti hidrokarbon aromatik polisiklik (PAH) melalui oksidasi dengan adanya H₂O₂ sebagai oksidan menjadi Mn²⁺ menjadi Mn³⁺ (Shin *et al.*, 2005; Steffen *et al.*, 2002). MnP digunakan untuk degradasi melanin sebagai cara baru yang efektif dalam memutihkan kulit (Zhong *et al.*, 2015). Enzim peroksidase dapat mendegradasi melanin dengan cara enzim berikatan dengan struktur melanin (Shin *et al.*, 2019).

Penelitian Songulashvili *et al.* (2007), menyatakan bahwa ekspresi aktivitas enzim (lakase dan MnP) bergantung pada spesies jamur. Spesies dari genus *Trametes* mengekspresikan aktivitas lakase yang relatif tinggi. *Phellinus robustus* penghasil MnP yang terbaik. *Omphalotus olearius* mampu menghasilkan laccase dan MnP tingkat tinggi, sedangkan *Hypsizygus marmoreus* hanya

menghasilkan lakase. Pada penelitian (Andriani *et al.*, 2019) menyatakan bahwa, jamur busuk putih (WRF), kelompok basidiomycota, yang telah terbukti memiliki kemampuan yang sangat potensial dalam produksi enzim ligninolitik. Jamur busuk putih dapat menghasilkan Laccase dan MnP untuk mendegradasi lignin dan selulosa pada substrat alaminya.

Kelompok Riset Jamur *Edible*, Pusat Riset Mikrobiologi Terapan, Organisasi Riset Hayati dan Lingkungan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) telah mengoleksi beberapa jamur pangan yang bersumber dari beberapa daerah di Indonesia. Identifikasi dan karakterisasi sudah dilakukan terhadap koleksi ini. Belum dilakukan penelitian yang mempelajari potensi jamur-jamur pangan ini dalam menghasilkan enzim yang berperan sebagai pemutih alami. Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah disampaikan, maka dilakukan penelitian yang berjudul: Aktivitas enzim lakase dan mangan peroksidase (MnP) dari jamur pangan lokal sebagai pendegradasi melanin dan aplikasinya untuk pemutih alami kulit.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka dapat dirumuskan permasalahan pada penelitian ini:

1. Bagaimana aktivitas enzim lakase yang diekstrak dari jamur pangan lokal?
2. Bagaimana aktivitas enzim MnP yang diekstrak dari jamur pangan lokal?
3. Bagaimana aktivitas sinergi enzim lakase dan MnP dalam mendegradasi melanin?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui aktivitas enzim lakase yang diekstrak dari jamur pangan lokal

2. Mengetahui aktivitas enzim MnP yang diekstrak dari jamur pangan lokal
3. Mengetahui aktivitas sinergi enzim lakase dan MnP dalam mendegradasi melanin

D. Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini dapat bermanfaat terhadap pengetahuan tentang bahan baku alami untuk produk kecantikan dengan memanfaatkan jamur sebagai bahan baku.
2. Penelitian ini mengetahui manfaat jamur yang dapat menghambat produksi melanin secara berlebihan, membuat kulit terlihat cerah.
3. Penelitian ini dapat sebagai terobosan masa yang akan datang. Jamur menjadi sebagai pemutih alami yang biasa dipakai untuk membantu melindungi kulit terkena paparan sinar UV.