

**EFEK ANTIJAMUR EKSTRAK DAGING IKAN  
GABUS (*Channa striata*) TERHADAP  
*Candida albicans***

**SKRIPSI**



**Oleh:  
Zakiah Aini  
04031282025027**

**BAGIAN KEDOKTERAN GIGI DAN MULUT  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2024**

**EFEK ANTIJAMUR EKSTRAK DAGING IKAN  
GABUS (*Channa striata*) TERHADAP  
*Candida albicans***

**Diajukan sebagai persyaratan untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Kedokteran Gigi Universitas Sriwijaya**

**Oleh:  
Zakiah Aini  
04031282025027**

**BAGIAN KEDOKTERAN GIGI DAN MULUT  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2024**

**HALAMAN PERSETUJUAN  
DOSEN PEMBIMBING**

Skripsi yang berjudul:

**EFEK ANTIJAMUR EKSTRAK DAGING IKAN  
GABUS (*Channa striata*) TERHADAP  
*Candida albicans***

Diajukan sebagai persetujuan untuk memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran Gigi  
Universitas Sriwijaya

Palembang, 31 Mei 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Desen Pembimbing II



drg. Muhammad Al Farisvi, Sp.PM.



drg. Ade Puspa Sari, Sp.PM.  
NIP. 197910142022212001

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**EFEK ANTIJAMUR EKSTRAK DAGING IKAN  
GABUS (*Channa striata*) TERHADAP  
*Candida albicans***

Disusun oleh:  
Zakiah Aini  
04031282025027

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Tim Penguji  
Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut  
Tanggal 31 bulan Mei tahun 2024  
Yang terdiri dari:

Pembimbing I,

Pembimbing II,



drg. Muhammad Al Farisyi, Sp.PM.



drg. Ade Puspa Sari, Sp.PM.  
NIP. 197910142022312901

Penguji I,

Penguji II,



drg. Rahmatullah Irfani, Sp.PM.  
NIP. 198308282012121001



drg. Tyas Hestiningsih, M.Biomed  
NIP. 198812022015042002



Mengetahui,  
Ketua Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut

Drg. Siti Ruslana Puspa Dewi, M.Kes  
NIP. 198012022006042002



## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan:

1. Karya tulis saya, skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (SKG), baik di Universitas Sriwijaya maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Isi pada karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pelaksanaan prosedur penelitian yang dilakukan dalam proses pembuatan karya tulis ini adalah sesuai dengan prosedur penelitian yang tercantum.
5. Hasil penelitian yang dicantumkan pada karya tulis adalah benar hasil yang didapatkan pada saat penelitian, dan bukan hasil rekayasa.
6. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Palembang, 17 Mei 2024  
Yang membuat pernyataan,



Zakiah Aini  
NIM 04031282025027

## HALAMAN PERSEMBAHAN

إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ  
يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ

“ Sesungguhnya Allah tidak akan merubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah nasibnya”

QS 13:11

**Untuk :**  
Buya, Umi, Yuk Ahda, dan saya sendiri

## KATA PENGANTAR

Puji bagi Allah SWT karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Efek Antijamur Ekstrak Daging Ikan Gabus (*Channa striata*) terhadap *Candida albicans*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi guna meraih gelar Sarjana Kedokteran Gigi di Universitas Sriwijaya. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang turut membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi, khususnya kepada:

1. Allah SWT dan Rasulullah SAW yang telah memberikan Hidayah, kemampuan, kelancaran, dan kesehatan kepada saya dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
2. Buya, Umi, Yuk Ahda, Kak Emir, dan dua keponakan kecilku yang tiada hentinya memberikan kasih sayang, dukungan, semangat, doa, dan motivasi kepada penulis.
3. Dr. H. Syarif Husin, M.S. selaku Dekan Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya yang telah memberikan izin penelitian dan bantuan dalam penyelesaian skripsi.
4. drg. Siti Rusdiana Puspa Dewi, M.Kes selaku Ketua Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya yang telah memberikan izin penelitian, bantuan dan dukungan selama penyelesaian skripsi.
5. drg. Rani Purba, Sp.Pros selaku dosen pembimbing akademik yang telah senantiasa memberikan masukan, saran, motivasi, dukungan dan doa selama masa perkuliahan.
6. drg. Muhammad Al Farisyi, Sp.PM dan drg. Ade Puspa Sari, Sp.PM selaku dosen pembimbing skripsi yang telah senantiasa meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, doa, semangat, dan motivasi selama penyusunan skripsi, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
7. drg. Rahmatullah Irfani, Sp.PM dan drg. Tyas Hestningsih, M.Biomed sebagai dosen penguji yang telah memberikan ilmu, saran, dan masukan selama penyusunan skripsi.
8. Staf dosen Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu serta bimbingan yang bermanfaat selama proses perkuliahan.
9. Seluruh staf tata usaha di Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya yang telah memberikan bantuan dalam mengurus berkas-berkas dan menyediakan sarana pendukung yang dibutuhkan selama proses pendidikan dan penyelesaian skripsi.
10. Kepala dan seluruh staf Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Palembang khususnya Mbak Tri dan Kak Khilda yang telah memberikan arahan, bantuan, dan masukan selama penelitian skripsi.
11. Muhammad Ilham Satria yang telah mendengarkan keluh kesah, memberikan dukungan, dan semangat dalam penyusunan skripsi ini

12. Keluarga besar nek anang nek ine, sepupu (tarisa) yang telah memberikan semangat, doa, dan dukungan kepada penulis.
13. Sahabatku *gaess*, Sya'baniyah Nurita Sari, Syarifah Nabila, Sabita An Nafisah, Widy Nabila, Utari Tanisa, dan Sabilla Maghfira yang selalu memberikan canda, tawa, semangat, dan informasi sejak SMP sampai sekarang.
14. Keyges (Ruby, Hanna, Beby, Raihan, Mira) yang selalu memberikan canda, tawa, semangat, motivasi, dan saling menguatkan selama masa perkuliahan, penyusunan skripsi dan seterusnya.
15. Pong's (Elda, Nuzla, Nafisah) yang selalu memberikan semangat, bantuan, dan motivasi sejak SMA sampai sekarang.
16. Wanita Sukarya ( windy, feby, farah) yang selalu memberikan semangat, bantuan, dan motivasi sejak SMA sampai sekarang.
17. Teman-teman SIERADONTIA BKGM 2020 yang telah menemani berjuang bersama selama masa perkuliahan.
18. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penyusunan skripsi ini yang namanya belum bisa disebutkan satu persatu dalam penyusunan skripsi ini.
19. *Last but not least, I want to thank you for believing in me and doing all this hard work. Thank you for being a strong person. I was proud of myself for doing better than I realized.*

Akhir kata semoga Allah melimpahkan berkah dan rahmat-Nya atas segala keterlibatan dalam membantu penyelesaian skripsi ini dan semoga bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, 17 Mei 2024



Zakiah Aini  
NIM. 04031282025027



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>4</b>
1.3.1 Tujuan Umum .....	4
1.3.2 Tujuan Khusus .....	4
<b>1.4 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>4</b>
1.4.1 Manfaat Teoritis .....	4
1.4.2 Manfaat Praktis .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 <i>Candida albicans</i> .....</b>	<b>6</b>
2.1.1 Klasifikasi <i>Candida albicans</i> .....	7
2.1.2 Morfologi dan Identifikasi .....	7
2.1.3 Kandidiasis Oral.....	8
<b>2.2 Ikan Gabus (<i>Channa striata</i>) .....</b>	<b>10</b>
2.2.1 Klasifikasi Ikan Gabus .....	11
2.2.2 Morfologi Ikan Gabus .....	11
2.2.3 Kandungan Ikan Gabus .....	12
2.2.4 Kandungan Asam Amino dan Asam Lemak pada Ikan Gabus.....	12
2.2.5 Asam Amino dan Asam Lemak sebagai Antijamur.....	14
2.2.6 Peranan Ikan Gabus Bagi Kesehatan .....	15
2.2.7 Proses Ekstraksi Ikan Gabus .....	16
<b>2.3 Antijamur.....</b>	<b>17</b>
2.3.1 Antijamur Sintetik (Nistatin).....	17
2.3.2 Antijamur Alami .....	17

<b>2.4</b>	<b>Uji Daya Antijamur <i>Candida albicans</i></b> .....	<b>18</b>
2.4.1	Uji Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Uji Bunuh Minimum (KBM)	18
2.4.2	Uji Zona Hambat Jamur <i>Candida albicans</i> .....	19
<b>2.5</b>	<b>Kerangka Teori</b> .....	<b>20</b>
<b>2.6</b>	<b>Hipotesis</b> .....	<b>20</b>
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....		<b>21</b>
<b>3.1</b>	<b>Jenis Penelitian</b> .....	<b>21</b>
<b>3.2</b>	<b>Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	<b>21</b>
3.2.1	Tempat Penelitian.....	21
3.2.2	Waktu Penelitian .....	21
<b>3.3</b>	<b>Subjek Penelitian</b> .....	<b>21</b>
3.3.1	Besar Sampel Penelitian.....	21
<b>3.4</b>	<b>Objek Penelitian</b> .....	<b>22</b>
3.4.1	Kriteria Inklusi .....	22
3.4.2	Kriteria Eksklusi.....	23
<b>3.5</b>	<b>Variabel Penelitian</b> .....	<b>23</b>
3.5.1	Variabel terikat .....	23
3.5.2	Variabel bebas .....	23
<b>3.6</b>	<b>Kerangka Konsep</b> .....	<b>23</b>
<b>3.7</b>	<b>Definisi Operasional</b> .....	<b>23</b>
<b>3.8</b>	<b>Alat dan Bahan Penelitian</b> .....	<b>24</b>
3.8.1	Alat Penelitian .....	24
3.8.2	Bahan Penelitian.....	25
<b>3.9</b>	<b>Prosedur Penelitian</b> .....	<b>25</b>
3.9.1	Preparasi Sampel .....	25
3.9.2	Pembuatan Ekstrak Daging Ikan Gabus.....	26
3.9.3	Pembuatan Variasi Konsentrasi Ekstrak .....	26
3.9.4	Pembuatan Media Pertumbuhan .....	28
3.9.5	Suspensi Jamur <i>Candida albicans</i> .....	28
3.9.6	Pembuatan Suspensi Jamur <i>Candida albicans</i> .....	29
3.9.7	Uji Daya Antijamur Ekstrak Daging Ikan Gabus .....	29
<b>3.10</b>	<b>Analisis Data</b> .....	<b>32</b>
<b>3.11</b>	<b>Alur Penelitian</b> .....	<b>33</b>
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....		<b>34</b>
<b>4.1</b>	<b>Hasil</b> .....	<b>34</b>
4.1.1	Hasil Uji Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) .....	34
4.1.2	Hasil Uji Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM).....	36
4.1.3	Hasil Uji Zona Hambat .....	37
<b>4.2</b>	<b>Pembahasan</b> .....	<b>39</b>

<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>44</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>44</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>44</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>52</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kandungan Asam Amino pada Daging Ikan Gabus .....	12
Tabel 2 Kandungan Asam Lemak pada Daging Ikan Gabus .....	13
Tabel 3. Definisi Operasional .....	23
Tabel 4. Kategori Aktivitas Penghambatan Pertumbuhan Jamur .....	32
Tabel 5. Hasil Uji Konsentrasi Hambat Minimum .....	35
Tabel 6. Hasil Uji Konsentrasi Bunuh Minimum .....	36
Tabel 7. Zona hambat yang terbentuk pada setiap kelompok.....	38
Tabel 8. Hasil uji one way ANOVA zona hambat.....	38
Tabel 9. Hasil uji <i>Post Hoc Tukey</i> zona hambat ekstrak daging ikan gabus sebagai antijamur terhadap <i>Candida albicans</i> . .....	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Biofilm <i>Candida albicans</i> .....	6
Gambar 2. Ikan Gabus ( <i>Channa striata</i> ).....	12
Gambar 3. Pengukuran Diameter Zona Hambat .....	31
Gambar 4. Hasil uji KHM .....	34
Gambar 5. Hasil uji KBM .....	36
Gambar 6. Hasil pengujian zona hambat .....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian .....	52
Lampiran 2. Prosedur Pembuatan Ekstrak Daging Ikan Gabus .....	54
Lampiran 3. Prosedur Uji KHM dan KBM Ekstrak Daging Ikan Gabus .....	56
Lampiran 4. Prosedur Uji Zona Hambat Ekstrak Daging Ikan Gabus.....	57
Lampiran 5. Hasil Analisis Data .....	58
Lampiran 6. Persetujuan Etik.....	61
Lampiran 7. Surat Izin Penelitian.....	62
Lampiran 8. Surat Keterangan Selesai Penelitian .....	65
Lampiran 9. Lembar Bimbingan .....	67

# EFEK ANTIJAMUR EKSTRAK DAGING IKAN GABUS (*Channa striata*) TERHADAP *Candida albicans*

Zakiah Aini  
Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut  
Fakultas Kedokteran Universitas

## ABSTRAK

**Latar belakang:** *Candida albicans* merupakan flora normal di dalam rongga mulut manusia, tetapi jika ada faktor predisposisi *Candida albicans* dapat menjadi patogen. Efek samping pengobatan antijamur dapat menimbulkan resistensi obat sehingga dibutuhkan bahan alternatif. Ikan gabus atau *Channa striata* lebih dikenali sebagai *striped snakehead* merupakan jenis ikan asli perairan tawar Indonesia yang menjadi ikan konsumsi populer di Asia dan daging ikan gabus dilaporkan mengandung senyawa asam amino dan asam lemak yang mempunyai aktivitas antijamur. **Tujuan:** Tujuan penelitian ini adalah mengetahui adanya efek antijamur ekstrak daging ikan gabus (*Channa striata*) terhadap jamur *Candida albicans*. **Metode:** penelitian ini merupakan penelitian *eksperimental laboratoris* secara *in vitro* dengan rancangan penelitian *Post-test only control group design*. Kelompok uji terdiri dari ekstrak daging ikan gabus konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100% yang didapatkan dengan metode maserasi. Kelompok kontrol terdiri dari kontrol positif (Nistatin) dan kontrol negatif (akuades). Uji efek antijamur ekstrak daging ikan gabus dilakukan dengan metode dilusi cair untuk uji konsentrasi hambat minimum (KHM), dilusi padat untuk uji konsentrasi bunuh minimum (KBM), dan metode difusi cakram untuk uji zona hambat. **Hasil:** Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak daging ikan gabus memiliki efek antijamur terhadap *Candida albicans* dengan KHM pada konsentrasi 100% dan KBM juga pada konsentrasi 100%. Untuk zona hambat terbesar pada konsentrasi 100% (16,10 mm). **Kesimpulan:** Ekstrak daging ikan gabus (*Channa striata*) memiliki efek antijamur terhadap *Candida albicans*.

**Kata Kunci:** Antijamur, *Candida albicans*, Ekstrak daging ikan gabus.

**Antifungal Effectiveness of Snakehead Fish  
(*Channa striata*) Meat Extract  
Against *Candida albicans***

**Zakiah Aini**

*Department of Dentistry*

*Faculty of Medicine of Sriwijaya University*

**ABSTRACT**

**Background:** *Candida albicans* is normal flora in the human oral cavity, but if there are predisposing factors *Candida albicans* can become a pathogen. Side effects of antifungal treatment can cause drug resistance so alternative ingredients are needed. Snakehead fish or *Channa striata*, better known as Snakehead fish, is a type of fish native to fresh waters in Indonesia which is a popular food fish in Asia and snakehead fish meat is reported to contain amino acid and fatty acid compounds which have antifungal activity. **Objectives:** The aim of this study was to determine the antifungal activity of various concentrations of Snakehead Fish (*Channa striata*) Meat Extract Against *Candida albicans*. **Methods:** This study is an *in vitro* experimental laboratory study with a post-test only control group study design. The test group consisted of Snakehead Fish (*Channa striata*) meat extract at concentrations of 25%, 50%, 75%, and 100% obtained using the maceration method. The control group consisted of a positive control (Nystatin) and a negative control (aquadest). The antifungal activity test of Snakehead Fish (*Channa striata*) meat extract was dilution method for the minimum inhibitory concentration (MIC) test, solid dilution for the minimum bactericidal concentration (MBC) test, and tested using the disc diffusion method for the inhibition zone test. **Results:** The results of this study showed that Snakehead Fish (*Channa striata*) Meat Extract has antifungal potency towards *Candida albicans* with MIC at a concentration of 100%, and MBC also at a concentration of 100%. the largest average inhibition zone at a concentration of 100% (16.10 mm). **Conclusion:** Snakehead Fish (*Channa striata*) meat extract has antifungal potency towards *Candida albicans*.

**Keywords:** Antifungal, *Candida albicans*, Snakehead Fish meat extract.



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

*Candida albicans* merupakan flora normal di dalam rongga mulut manusia.<sup>1</sup> Berdasarkan prevalensi di United Kingdom *Candida albicans* yang terdapat dalam rongga mulut neonatus sebanyak 45%, anak-anak 45-65%, orang dewasa 30-45% dan orang tua 74%.<sup>2</sup> Pada umumnya, jamur ini hidup secara komensal, tetapi jika ada faktor predisposisi *Candida albicans* dapat menjadi patogen.<sup>3</sup> Faktor predisposisi yang dapat membantu proses pertumbuhan *Candida albicans* seperti penggunaan antibiotik dalam jangka waktu yang panjang, gangguan fungsi imun, penderita diabetes yang tidak terkontrol, pemakaian gigi tiruan, xerostomia, defisiensi zat besi dan asam fosfat.<sup>4</sup>

Kandidiasis oral merupakan infeksi jamur pada rongga mulut yang disebabkan oleh jamur *Candida albicans*.<sup>5</sup> Kandidiasis dapat dibedakan berdasarkan persentase klinisnya, yaitu kandidiasis pseudomembran akut, kandidiasis atrofi kronis, kandidiasis atrofi akut, kandidiasis keratosis kronis, dan angular cheilitis.<sup>4</sup> Lesi kandidiasis mulut yang disebabkan oleh *Candida albicans* dapat ditemukan pada bagian rongga mulut seperti mukosa mulut, orofaring, dan lidah. Pengobatan kandidiasis oral didasarkan pada jenis kandidiasis dan tingkat keparahan infeksi.<sup>5</sup>

Perawatan yang umum dilakukan akibat jamur *Candida albicans* yaitu Nistatin. Nistatin merupakan obat lini pertama pada perawatan kandidiasis oral dalam bentuk topikal.<sup>5</sup> Nistatin menghambat pertumbuhan jamur melalui interaksi dengan ergosterol pada membran sel jamur, yang menyebabkan penurunan permeabilitas membran secara selektif dan kematian sel jamur.<sup>6</sup> Pemberian dengan

pengobatan antijamur dapat menimbulkan resistensi obat pada *Candida albicans*.<sup>7</sup> Oleh karena itu, obat tradisional menjadi pilihan alternatif yang dapat digunakan untuk pembuatan obat antijamur baru. Salah satu bahan alternatif yang diduga memiliki efek antijamur adalah ikan gabus.

Ikan gabus atau *Channa striata* lebih dikenali sebagai *striped snakehead* merupakan jenis ikan asli perairan tawar Indonesia yang menjadi ikan konsumsi populer di Asia.<sup>8</sup> Indonesia khususnya di daerah Sumatera, Kalimantan dan Jawa, ikan gabus memiliki banyak manfaat bagi masyarakat baik dari segi nilai ekonomisnya maupun dalam bidang kesehatan.<sup>9</sup> Habitat ikan gabus ada di muara sungai, danau, rawa bahkan bisa hidup di perairan rendah oksigen.<sup>10</sup> Ikan gabus memiliki kandungan gizi tidak jauh berbeda dengan jenis ikan tawar lainnya, yaitu menjadi sumber protein yang bermanfaat bagi tubuh dan memiliki nilai cerna protein ikan mencapai lebih dari 90% kemudahan pencernaannya.<sup>11</sup> Ikan gabus (*Channa striata*) merupakan salah satu bahan pangan potensial yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber antioksidan karena memiliki kandungan gizi yang tinggi.<sup>9</sup>

Kandungan gizi dalam 100 gram ikan gabus mengandung protein (76,9%), lemak (1,70%), air (13,61%), dan karbohidrat (3,53%).<sup>12</sup> Dalam beberapa penelitian ikan gabus mempunyai kadar protein yang sangat tinggi dibandingkan dengan ikan air tawar lainnya. Kadar protein yang tinggi terutama albumin, asam amino esensial, dan asam lemak esensial yang terdapat dalam daging ikan gabus sangat baik untuk kesehatan.<sup>13</sup> Manfaat ikan gabus dalam bidang kesehatan yang disebut sebagai *medicinal freshwater fish*, digunakan untuk mempercepat proses penyembuhan luka.<sup>14</sup> Menurut penelitian Nofriyanti dkk (2020), emulgel minyak

ikan gabus pada konsentrasi F3 yaitu 15% memiliki kemampuan penyembuhan luka bakar yang lebih cepat dengan persentase penyembuhan luka 100% pada hari ke 15.<sup>15</sup> Ikan gabus juga memiliki manfaat biomedik yang sangat menguntungkan seperti anti-inflamasi, antinosisseptif, serta antimikroba yaitu antibakteri dan antijamur ringan yang signifikan.<sup>14,16</sup>

Asam amino yang dikandung dalam daging ikan gabus berupa leusin, lisin, alanin, histidin, valin, arginin, threonin dan asam amino lainnya.<sup>13</sup> Wibisana Adkk. (2015), melaporkan bahwa aktivitas antijamur dari asam amino D-lisin dan D-alanin juga dievaluasi terhadap *Candida albicans*. Kedua asam amino tersebut menunjukkan aktivitas antijamur sedang dengan nilai KHM berturut-turut, 39 dan 18  $\mu\text{g } \mu\text{L}^{-1}$ . Kombinasi dua asam amino dengan amfoterisin B dapat menurunkan MIC hingga 6 kali lipat.<sup>17</sup> Asam amino dapat memberikan efek antijamur dengan menyebabkan kerusakan enzim pada sel jamur.<sup>18</sup> Sedangkan kandungan asam lemak yang dimiliki daging ikan gabus dalam aktivitas antijamurnya dapat merusak integritas membran sehingga meningkatkan fluiditas membran yang menyebabkan protein intraseluler tidak terkontrol dan kematian sel.<sup>19</sup>

Menurut penelitian Palanivel, *et al.* (2019), ekstrak kolagen dari ikan gabus (*Channa striata*) dengan konsentrasi maksimum 100 $\mu\text{l}$  menghasilkan spektrum yang luas terhadap antijamur dan menunjukkan resistensi yang lebih besar terhadap *Candida albicans*.<sup>20</sup> Hasil ini didukung oleh penelitian Atif, *et al.* (2015), menunjukkan antijamur dari ekstrak daging ikan gabus dengan etanol 95% memiliki hasil yang lebih tinggi apabila dibandingkan pada kelompok kontrol.<sup>21</sup> Penelitian serupa oleh Budiari, *et al.* (2018), ekstrak fillet dari ikan gabus (*Channa striata*) dengan dua pelarut yaitu akuades dan etanol 50% (akuades:etanol = 1:1)

menunjukkan bahwa ekstraksi akuades menghasilkan protein dengan berat molekul tinggi lebih banyak dibandingkan ekstraksi etanol 50%.<sup>22</sup> Berdasarkan hal tersebut, peneliti tertarik untuk meneliti efek antijamur ekstrak daging ikan gabus terhadap *Candida albicans*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah ekstrak daging ikan gabus memiliki efek antijamur terhadap *Candida albicans* secara *in vitro*.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya efek antijamur ekstrak daging ikan gabus (*Channa striata*) terhadap jamur *Candida albicans* secara *in vitro*.

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

1. Mengetahui Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dari ekstrak daging ikan gabus terhadap jamur *Candida albicans*.
2. Mengetahui Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) dari ekstrak daging ikan gabus terhadap jamur *Candida albicans*.
3. Mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi ekstrak daging ikan gabus terhadap luas zona hambat jamur *Candida albicans* secara *in vitro*.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Manfaat Teoritis**

Memberikan pengetahuan ilmiah dalam kedokteran gigi mengenai efek antijamur ekstrak daging ikan gabus terhadap jamur *Candida albicans*.

### **1.4.2 Manfaat Praktis**

1. Bagi Mahasiswa, penelitian ini dapat menjadi sumber informasi lebih dan referensi yang dapat digunakan untuk penelitian lebih lanjut.

2. Bagi Masyarakat dan Dokter Gigi, dapat memberikan informasi dalam pengembangan dan penggunaan obat antijamur alternatif dengan ekstrak daging ikan gabus (*Channa striata*).
3. Bagi institusi, penelitian ini dilakukan untuk melaksanakan visi dan misi Fakultas Kedokteran Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut (BKGM) yaitu unggul dalam bidang penelitian obat tradisional dan herbal (*Channa striata*).

## DAFTAR PUSTAKA

1. Samaranayake L. Essential Microbiology for Dentistry. 2018.
2. Patel M. Oral Cavity and *Candida albicans*: Colonisation to The Development of Infection. *Pathogens*. 2022;11(335).
3. Regezi, Sciubba, Jordan. Oral Pathology: Clinical Pathologic Correlations, 7th ed. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2017. 104–108 p.
4. Suryaningsih A, Chumaeroh S, Benyamin B. Uji Efektifitas Ekstrak Anggur Merah (*Vivits vinivera*) terhadap Pertumbuhan *Candida albicans* secara In Vitro. *J Ilm Farm*. 2015;6.
5. Hakim L, Ramadhian MR. Kandidiasis Oral. *Majority*. 2015;4(8).
6. Scheibler E, Garcia MCR, Medina da Silva R, Figueiredo MA, Salum FG, Cherubini K. Use of Nystatin and Chlorhexidine in Oral Medicine: Properties, Indications and Pitfalls with Focus on Geriatric Patients. *Gerodontology*. 2017;0(0):1–8.
7. Costa-de-oliveira S, Rodrigues AG. *Candida albicans* Antifungal Resistance and Tolerance in Bloodstream Infections: The Triad Yeast-Host-Antifungal. *Microorganisms*. 2020;8(154).
8. Muthmainnah D. The Length-Weight Relationship and Condition Factor of Striped Snakehead (*Channa striata* Bloch, 1793) Grow Out in Swamp pond, South Sumatra Province. *J Ilmu Ilmu Perairan, Pesisir, dan Perikan*. 2013;2(3):184–90.
9. Hidayat KW, Prabowo W, Amelia G, Supanto D. Pembenuhan Ikan Gabus (*Channa striata*) secara Alami Pada Bak Beton di Balai Pengembangan Teknologi Perikanan Budidaya (BPTPB) Cangkringan Daerah Istimewa Yogyakarta. *Samakia J Ilmu Perikan*. 2019;10(2):83–93.
10. Jamal BF, Umar NA, Budi S. Analisis Kandungan Albumin Ikan Gabus *Channa Striata* pada Habitat Sungai dan Rawa di Kabupaten Marowali. *J Aquac Environ*. 2022;5(1):14–20.
11. Fitriyani E, Nuraenah N, Deviarni IM. Perbandingan Komposisi Kimia, Asam Lemak, Asam Amino Ikan Toman (*Channa micropeltes*) dan Ikan Gabus (*Channa Striata*) dari Perairan Kalimantan Barat. *Manfish J*. 2020;1(2).
12. Karnila R, Mahardika N, Edison. Analisis Komposisi Kimia Daging dan Tepung Ikan Gabus (*Channa striata*). *J online Mhs*. 2017;1–8.
13. Asfar M, Tawali AB, Mahendradatta M. Potensi Ikan Gabus (*Channa striata*) sebagai Sumber Makanan Kesehatan (Review). *Pros Semin Nas Teknol Ind II*. 2014;
14. Alviodinasyari R, Pribadi ES, Soejoedono RD. Kadar Protein Terlarut

- dalam Albumin Ikan Gabus (*Channa striata* dan *Channa micropeltes*) Asal Bogor. *J Vet.* 2019;20(3):436–44.
15. Nofriyanti, Sinata N, Mistawati A. Formulasi dan Uji Aktivitas Emulgel Minyak Ikan Gabus (*Channa striata*) sebagai Penyembuh Luka Bakar. *J Farm Galen (Galenika J Pharmacy).* 2020;6(2):253–68.
  16. Rahman M, Molla M, Sarker M, Chowdhury S, Shaikh M. Snakehead Fish (*Channa striata*) and Its Biochemical Properties for Therapeutics and Health Benefit. *SF J Biotechnol Biomed Eng.* 2018;1(1).
  17. Wibisana A, Mustika IP. Tinjauan, D-Asam Amino Oksidase dari Mikroba: Produksi dan Aplikasi. *J Bioteknologi Biosains Indones.* 2015;2(2):88–96.
  18. Jastrzębowska K, Gabriel I. Inhibitors of Amino Acids Biosynthesis as Antifungal Agents. *Amino Acids.* 2015;47:227–49.
  19. Guimarães A, Venâncio A. The Potential of Fatty Acids and Their Derivatives as Antifungal Agents: A Review. *Toxins (Basel).* 2022;14(188):1–21.
  20. Palanivel A, Prakash M, Gunasekaran G, Arulprakash A, Loganathan K. Antimicrobial and Hemolytic Activity of the Fish Collagen Extracted from Freshwater Snakehead Fish *Channa striatus*. *Int J Pharm Biol Sci.* 2019;9(2):683–90.
  21. Atif AB, Zahri MK, Nordin S, Esa AR, Zilfalil BA, Rao USM, et al. Comparative Analysis of The Antibacterial, Antifungal, Antiproliferative and Cyclic Response Element (CRE) Induced Expression of Downstream Luc Gene Activities of *Monopterus albus* and *Channa striatus* extracts. *J Appl Pharm Sci.* 2015;5(1):042–7.
  22. Budiari S, Chasanah E, Suhartono MT, Palupi NS. Angiotensin Converting Enzyme (ACE) Inhibitory Activity of Crude and Fractionated Snakehead (*Channa striata*) Meat Extract. *Squalen Bull Mar Fish Postharvest Biotechnol.* 2018;13(2):57.
  23. Talapko J, Juzbašić M, Matijević T, Pustijanac E, Bekić S, Kotris I, et al. *Candida albicans*-The Virulence Factors and Clinical Manifestations of Infection. *J Fungi.* 2021;7(2):1–19.
  24. Pereira R, dos Santos Fontenelle RO, de Brito EHS, de Morais SM. Biofilm of *Candida albicans*: Formation, Regulation and Resistance. *J Appl Microbiol.* 2021;131(1):11–22.
  25. Sardi JCO, Scorzoni L, Bernardi T, Fusco-Almeida AM, Mendes Giannini MJS. *Candida* species: Current Epidemiology, Pathogenicity, Biofilm Formation, Natural Antifungal Products and New Therapeutic Options. *J Med Microbiol.* 2013;62(PART1):10–24.
  26. McManus BA, Coleman DC. Molecular Epidemiology, Phylogeny and Evolution of *Candida albicans*. *Infect Genet Evol.* 2014;21:166–78.

27. Makhfirah N, Fatimatuzzahra C, Mardina V, Fanani Hakim R. Pemanfaatan Bahan Alami sebagai Upaya Penghambat *Candida albicans* pada Rongga Mulut. *J Jeumpa*. 2020;7(2):400–13.
28. Tong CYW, Rosmarin Caryn S Armine. Tutorial Topics in Infection for the Combined Infection Training Programme [Internet]. Oxford: Oxford University Press; 2019. Available from: <https://academic.oup.com/book/41801>
29. Glick M. *Burket's ORAL MEDICINE*, 12th ed. People's Medical Publishing. USA; 2015.
30. Wulandari AA, Nurjazuli, Adi MS. Faktor Risiko dan Potensi Penularan Tuberkulosis Paru di Kabupaten Kendal , Jawa Tengah. *J Kesehat Lingkung Indones*. 2015;14(1).
31. Lestari PE. Peran Faktor Virulensi pada Patogenesis Infeksi *Candida albicans*. *Bagian Ilmu Biomedik Lab Mikrobiol Fak Kedokt Gigi Univ Jember*. 2010;7(2):113–7.
32. Marh P, Martin M. *Oral Microbiology* 5th ed. Vol. 21, Stroke. Edinburg: Elsevier; 2009. 166–9, 170–3, 176–8 p.
33. Duzgunes N. *Medical Microbiology and Immunology for Denstistry*. 4th Ed. Vol. 15, *Journal of Chemical Information and Modeling*. USA: Quintessence Publishing co; 2016. 170–2, 177–8 p.
34. Liu N, Zhang N, Zhang S, Zhang L, Liu Q. Phloretin inhibited the Pathogenicity and Virulence Factors Against *Candida albicans*. *Bioengineered*. 2021;12(1):2420–31.
35. Kumar D, Kumar A. Molecular Determinants Involved in *Candida albicans* Biofilm Formation and Regulation. *Mol Biotechnol*. 2023;(0123456789).
36. Henriques M, Silva S. *Candida albicans* Virulence Factors and its Pathogenicity. *Microorganisms*. 2021;9(4):11–3.
37. Achmad H, Thahir H, Rieuwpassa I, Mardiana AA, Oktawati S, Samad R, et al. The Effectiveness of *Channa striata* Extract Antimicrobial Effect on Periopathogen Bacteria (*Porphyromonas gingivalis* and *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*). *Syst Rev Pharm*. 2020;11(4):319–23.
38. Mustafa A, Widodo M, Kristianto Y. Albumin and Zinc Content of Snakehead Fish (*Channa striata*) Extract and its Role in Health. *IEESE Int J Sci Technol*. 2012;1(1).
39. Akbar J. Pemeliharaan Ikan Gabus (*Channa striata*) dalam Kolam Sulfat Masam. Fatmawaty, editor. Vol. 53, *Journal of Chemical Information and Modeling*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press; 2020. 38 p.
40. Mohd Shafri MA, Abdul Manan MJ. Therapeutic Potential of The Haruan (*Channa striatus*): From Food to Medicinal Uses. *Malays J Nutr*. 2012;18(1):125–36.



41. Mustafa A, Sujuti H, Permatasari N, Aris Widodo M. Determination of Nutrient Contents and Amino acid Composition of Pasuruan *Channa striata* Extract. *IJSTE*. 2013;2(4):1–11.
42. Dahlan-Daud CK, Mat Jais AM, Ahmad Z, Md Akim A, Adam A. Amino and Fatty Acid Compositions in Haruan Traditional Extract (HTE). *Bol Latinoam y del Caribe Plantas Med y Aromat*. 2010;9(5):414–29.
43. Umage AM, Pontoh J, Momuat LI. Penentuan Kandungan Lemak dan Komposisi Asam-asam Lemak pada Bagian Ikan Gabus (*Channa striata*) Budidaya dan Liar. *Chem Prog*. 2020;12(1):26–32.
44. Prahesty FD, Maulana IT, Dasuki UA. Profil Kandungan Asam Lemak Ikan Nilem (*Osteochillus hasselti*) dan Ikan Gabus (*Channa striata*) menggunakan Kromatografi Gas Spektroskopi Massa. *Pros Farm*. 2017;3(2):407–14.
45. Suprayitno E, Dwi Sulistiyati T. *Metabolisme Protein* [Internet]. Malang: UB Press; 2017. 1–2 p. Available from: [https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=iXZODwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=pengertian+kandungan+asam+amino&ots=UVqUXZC MXf&sig=qaLPIC9xwrQIpA0uI4gd-YCseo&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=iXZODwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=pengertian+kandungan+asam+amino&ots=UVqUXZC MXf&sig=qaLPIC9xwrQIpA0uI4gd-YCseo&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
46. Bardaweel SK, Darwish RM, Alzweiri MH, Al-Hiari YM. Synergism and Efficacy of Some Naturally Occurring D-Amino Acids Against Clinically Relevant Bacterial and Fungal Species. *Jordan J Pharm Sci*. 2014;7(3):199–213.
47. Pohl CH, Kock JLF, Thibane VS. Antifungal free fatty acids: a review. *Sci against Microb Pathog Curr Res Technol Adv*. 2011;1(January 2011):61–71.
48. Lee JH, Kim YG, Khadke SK, Lee J. Antibiofilm and Antifungal Activities of Medium-chain Fatty Acids Against *Candida albicans* via Mimicking of The Quorum-sensing Molecule Farnesol. *Microb Biotechnol*. 2020;0(0):1–14.
49. Huang CB, Ebersole JL. A Novel Bioactivity of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Their Ester Derivatives. *Mol Oral Microbiol*. 2010;25(1):75–80.
50. Rosyidi RM, Januarman, Priyanto B, Islam AA, Hatta M, Bukhari A. The Effect of Snakehead Fish (*Channa striata*) Extract Capsule to The Albumin Serum Level of Post-operative Neurosurgery Patients. *Biomed Pharmacol J*. 2019;12(2):893–9.
51. Mahalia LD, Ramadhani J. Utilization of Shredded Snakehead Fish in an Effort to Prevent Stunting in Children in Palangka Raya. *Linguist Cult Rev*. 2022;6(May):174–81.
52. Hassan RDP, Wewengkang DS, Rumondor EM. *Aktivitas Antimikroba*

- Ekstrak dan Fraksi Spons *Stylissa carteri* yang Diambil di Desa Tumbak Kecamatan Posumaen Minahasa Tenggara Sulawesi Utara Terhadap *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Candida albicans*. *J Biotechnol Conserv WALLACEA*. 2022;02(02):71–8.
53. Komala O, . Y, Siwi FR. Aktivitas Antijamur Ekstrak Etanol 50% dan Etanol 96% Daun Pacar Kuku *Lawsonia inermis L* terhadap *Trichophyton mentagrophytes*. *Ekologia*. 2020;19(1):12–9.
  54. Aji N. Pengaruh Pelarut Campur Etil dan N-heksan terhadap rendemen dan Kandungan Metabolit Sekunder Ekstrak Daun Bidara Arab (*Ziziphus sphina-christi L*). *Pharmacoscript*. 2019;2(1):1–8.
  55. Lyu X, Zhao C, Yan ZM, Hua H. Efficacy of Nystatin for The Treatment of Oral Candidiasis: A Systematic Review and Meta-analysis. *Drug Des Devel Ther*. 2016;10:1161–71.
  56. Kumari S, Yadav S. Study of Antifungal Activity of Epidermal Mucus of Three Fresh Water Fishes. *Ann Biol*. 2020;36(1):75–80.
  57. Weinstein MP, Lewis II JS. The Clinical and Laboratory Standards Institute Subcommittee on Antimicrobial Susceptibility Testing: Background, Organization, Functions, and Processes. *J Clin Microbiol*. 2020;58(3):1–7.
  58. Parvekar P, Palaskar J, Metgud S, Maria R, Dutta S. The Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal concentration (MBC) of Silver Nanoparticles Against *Staphylococcus aureus*. *Biomater Investig Dent*. 2020;7(1):105–9.
  59. Soleha TU. Uji Kepekaan Terhadap Antibiotik. *Juke Unila*. 2015;5(9):121.
  60. Ningtias RI, Setyowati DI, Handayani ATW. Efektivitas Ekstrak Black Garlic dalam Menghambat Pertumbuhan *Candida albicans*. *Pustaka Kesehat*. 2020;8(3):153.
  61. Sari NKY, Sumadewi NLU. Potensi Ekstrak Daun Akasia (*Acacia auriculiformis*) sebagai Antifungi pada *Candida albicans* dan Identifikasi Golongan Senyawanya. *J Biol Sci*. 2019;6(2):143–7.
  62. Nurhayati LS, Yahdiyani N, Hidayatulloh A. Perbandingan Pengujian Aktivitas Antibakteri Starter Yogurt dengan Metode Difusi Sumuran dan Metode Difusi Cakram. *J Teknol Has Peternak*. 2020;1(2):41.
  63. Salmatia S, Isamu KT, Sartinah A. Pengaruh Proses Perebusan dan Pengukusan terhadap Kandungan Albumin dan Proksimat Ikan Gabus (*Channa striata*). *J Fish Protech*. 2020;3(1):67.
  64. Yuwana KT, Sukrama IDM, Fatmawati NND. Pengaruh Pemberian Kombinasi Ekstrak Etanol Bunga Tahi Kotok (*Tagetes erecta l.*) dan Daun Jamblang (*Syzygium cumini l.*) terhadap Pertumbuhan Bakteri Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) dan Multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* secara. *Intisari Sains Medis*. 2021;12(1):445.

65. Nurfitri Saridewi M, Bahar M, Anisah A. Uji Efektivitas Antibakteri Perasan Jus Buah Nanas (*Ananas comosus*) terhadap Pertumbuhan Isolat Bakteri Plak Gigi di Puskesmas Kecamatan Tanah Abang Periode April 2017. *Biog J Ilm Biol.* 2018;5(2):104–10.
66. Pasaribu DMR, Sudrajat SE, Buarlele HJ. Aktivitas Zona Hambat Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum americanum*) terhadap *Candida albicans*. *J Kedokt Meditek.* 2019;24(68):50–9.
67. Sari NKY, Permatasari AAAP, Sumadewi NLU. Uji Aktivitas Anti Fungi Ekstrak Daun Kamboja Putih (*Plumeria acuminata*) terhadap Pertumbuhan Jamur *Candida albicans*. *J Media Sains.* 2019;3(1):29.
68. Soleman D, Setiawan N. Aktivitas Antifungi Ekstrak Metanol Kulit Batang Jambu Mete terhadap *Candida albicans*. *JC-T (Journal Cis-Trans) J Kim dan Ter.* 2017;1(2):25–9.
69. Ornay AK De, Prehananto H, Dewi ASS. Daya Hambat Pertumbuhan *Candida albicans* dan Daya Bunuh *Candida albicans* Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum sanctum* L.). *J Wiyata.* 2017;4(1):78–83.
70. MST Siagan Roy, Mirna Ilza MS. Pembuatan Konsentrat Protein Daging Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Menggunakan Pelarut Rtanol dengan Konsentrasi Berbeda. *J Online Mhs.* 2018;1–10.
71. Gloria Rambat L, Waworuntu O, Gunawan PN, Studi Pendidikan Dokter Gigi P. Uji Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) Perasan Murni Bawang Putih terhadap Pertumbuhan (*Allium sativum*) *Candida albicans*. *J Ilm Farm.* 2017;6(1):16–23.
72. . A, Nasution AI, Rahmania N. Konsentrasi Hambat dan Bunuh Minimum Ekstrak Serai (*Cymbopogon citratus*) terhadap *Candida albicans*. *Cakradonya Dent J.* 2018;9(1):55–61.
73. Kuplińska A, Rząd K. Molecular Targets for Antifungals in Amino Acid and Protein Biosynthetic Pathways [Internet]. Vol. 53, *Amino Acids*. Springer Vienna; 2021. 961–991 p. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00726-021-03007-6>