



**UJI ORGANOLEPTIK DAN KEAMANAN PANGAN SERTA ANALISIS ZAT GIZI EKSTRAK IKAN GABUS  
(*CHANNA STRIATA*) DAERAH ALIRAN SUNGAI MAHAKAM SEBAGAI TERAPI ADJUVAN PENYAKIT  
PARU OBSTRUKSI KRONIS**

*Organoleptic and Food Safety Test and Nutritional Analysis of Snakehead Fish Extract (*Channa Striata*)  
from Mahakam River Basin as an Adjuvant Therapy for Chronic Obstructive Pulmonary Disease*

**Achmed Forest Khan<sup>1</sup>, Yulia Lanti Retno Dewi<sup>2</sup>, Lusi Oka Wardhani<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa S2 Ilmu Gizi Universitas Sebelas Maret

<sup>2</sup>Bagian Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret

<sup>3</sup>Bagian Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret

E-mail: achmedforestkhan@student.uns.ac.id

Diterima: 17-05-2025

Direvisi: 02-06-2025

Disetujui terbit: 01-09-2025

## ABSTRACT

Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) incidence is rising globally, projected to reach 600 million cases by 2050, underscoring the need for integrated therapies including nutritional support. This study evaluates snakehead fish extract from local fishermen in the Mahakam River Basin, East Kalimantan, as Indonesia's largest producer, as a potential adjuvant therapy for COPD, compared to commercial products. Efficacy was assessed via organoleptic testing (hedonic scale, randomized design), food safety analysis (heavy metals, microbiological contaminants, and chemical contaminants), and nutrient composition (macronutrients, micronutrients, and amino acids). Organoleptic data were analyzed using the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U tests; the Friedman test identified the top-performing groups. Results showed significantly higher consumer acceptance for the local extract than commercial alternatives. The extract fully complied with BPOM Indonesia's food safety standards, with no hazardous contaminants detected. Nutritional analysis revealed high levels of essential amino acids, proteins, and micronutrients, supporting its role in improving dietary therapy for COPD patients. These findings confirm that locally sourced snakehead fish extract from the Mahakam River Basin is a safe, acceptable, and nutritionally rich adjuvant option, offering a sustainable, regionally appropriate alternative to imported products for COPD management.

**Keywords:** *Channa striata*, nutrition analysis, food safety, COPD

## ABSTRAK

Angka kejadian PPOK terus meningkat dan diproyeksikan mencapai 600 juta kasus global pada 2050, sehingga memerlukan pendekatan terapi komprehensif, termasuk dukungan nutrisi. Penelitian ini bertujuan membuktikan bahwa Ekstrak Ikan Gabus (EIG) dari DAS Mahakam, Kalimantan Timur penghasil terbesar di Indonesia dapat menjadi alternatif terapi adjuvan yang lebih baik dibanding produk komersial, dilihat dari uji organoleptik, keamanan pangan, dan komposisi gizi. Uji organoleptik menggunakan metode hedonik dengan rancangan acak lengkap; keamanan pangan dianalisis melalui laboratorium untuk logam berat, kontaminan mikrobiologis, dan kimia; serta analisis zat gizi mencakup makronutrien, mikronutrien, dan asam amino. Data organoleptik dianalisis dengan uji *Kruskal-Wallis*, dilanjutkan uji *Mann-Whitney* untuk kelompok yang berbeda signifikan ( $p < 0,05$ ), dan uji Friedman untuk menentukan perlakuan terbaik. Hasil menunjukkan EIG lokal memiliki daya terima konsumen lebih tinggi dibanding produk komersial luar Kalimantan Timur. EIG memenuhi semua standar keamanan pangan BPOM RI dan mengandung nutrisi esensial yang berpotensi meningkatkan kualitas terapi diet pasien PPOK. Kesimpulannya, EIG dari sumber lokal DAS Mahakam merupakan alternatif terapi adjuvan yang aman, diterima baik, dan bernutrisi tinggi untuk mendukung pengelolaan PPOK.

**Kata kunci:** EIG, analisis gizi, keamanan pangan, PPOK

Doi: 10.36457/gizindo.v48i2.1110

[www.persagi.org/ejournal/index.php/Gizi\\_Indon](http://www.persagi.org/ejournal/index.php/Gizi_Indon)

## PENDAHULUAN

Penyakit paru obstruksi kronik adalah penyakit pada paru yang bersifat kronik dengan tanda hambatan aliran udara di saluran nafas bersifat progresif non-reversibel atau reversibel parsial yang terdiri dari bronkitis kronik dan emfisema atau gabungan keduanya, tanda lainnya adalah penurunan aliran udara yang persisten dengan gejala awal muncul sesak nafas pada saat beraktivitas, sedangkan fase akhir rasa sesak dapat muncul pada saat istirahat.<sup>1</sup> Dari data WHO secara global kasus PPOK mencapai 251 juta di tahun 2016 berdasarkan laporan *Global Burden of Disease Study*, Angka kematiannya sekitar 3,17 juta jiwa di tahun 2015 yang merupakan 5 persen dari kematian global di dunia, sedangkan di Indonesia prevalensi PPOK mencapai 3,7 persen (9,2 juta penduduk).<sup>2</sup>

Pengelolaan PPOK (Penyakit Paru Obstruktif Kronik) kini semakin komprehensif dengan integrasi *oral nutrition support* sebagai terapi adjuvan untuk memperbaiki status gizi, meningkatkan fungsi otot pernapasan, dan mengurangi peradangan kronis. Suplementasi protein tinggi dan asam amino rantai cabang (BCAA) telah menunjukkan manfaat dalam meningkatkan massa otot dan kapasitas latihan pada pasien PPOK.<sup>3</sup> Selain itu, pemberian omega-3 secara oral membantu menurunkan biomarker inflamasi seperti IL-6 dan TNF- $\alpha$ , serta meningkatkan toleransi olahraga.<sup>4</sup> Antioksidan seperti N-acetylcysteine (NAC) juga tetap menjadi bagian penting dalam pendekatan nutrisi karena kemampuannya dalam mengurangi frekuensi eksaserbasi akut.<sup>5</sup> Di Indonesia, bahan alami seperti ekstrak ikan gabus (*Channa striata*) mulai diteliti karena potensinya dalam meningkatkan penyembuhan jaringan dan mendukung fungsi imun melalui kandungan protein bioaktifnya.<sup>6</sup> Integrasi berbagai pendekatan nutrisi ini menjadi strategi penting dalam penatalaksanaan holistik pasien PPOK untuk meningkatkan kualitas hidup dan mencegah progresivitas penyakit. Provinsi Kalimantan Timur merupakan daerah penghasil ikan gabus yang paling banyak di Indonesia, mencapai 37.797 ton produksi ikan gabus dari 94.769 ton produksi di Indonesia, yang berarti

hampir 40 persen produksi ikan gabus Indonesia berasal dari provinsi Kalimantan Timur.<sup>7</sup>

Ikan gabus (*Channa striata*) memiliki potensi sebagai bahan pangan fungsional untuk mendukung kondisi pasien PPOK karena kandungan protein tinggi, asam amino esensial lengkap, serta kemampuannya dalam meningkatkan sintesis albumin dan fibrinogen yang berperan dalam penyembuhan jaringan serta fungsi imun.<sup>6</sup> Selain itu, ekstrak ikan gabus telah menunjukkan efek anti-inflamasi dan pro-reparatif yang relevan dengan kondisi peradangan kronis seperti pada PPOK.<sup>8</sup> Pada penelitian ekstrak ikan gabus dengan menggunakan ikan gabus dari daerah kota Malang dan sekitarnya yang dilakukan di polinik Paru RS dr. Saiful Anwar Malang Jawa Timur didapatkan hasil bahwa ekstrak ikan gabus dapat meningkatkan kualitas hidup pada pasien PPOK stabil yang mengalami *muscle wasting* dengan pemberian 6 kapsul ekstrak ikan gabus atau setara dengan 3000mg setiap harinya selama 12 minggu terhadap indikator kadar leptin, adiponektin dan skor COPD *Assessment Test*.<sup>9</sup>

Ikan gabus merupakan bahan makanan sumber protein hewani yang memiliki banyak manfaat kesehatan, namun tingkat konsumsi ikan secara keseluruhan di Indonesia masih relatif rendah dibandingkan potensi sumber daya perikanan yang dimiliki dikarenakan kurangnya pemahaman masyarakat tentang manfaat mengkonsumsi ikan, kurang lancarnya distribusi ikan, belum optimalnya sarana dan prasarana serta mitos yang berkembang di masyarakat.<sup>15</sup> Selain rendahnya tingkat konsumsi ikan di Indonesia masalah lainnya adalah proses pemasakan ternyata juga mempengaruhi kandungan gizi yang terkandung dalam ikan gabus tersebut. Menurut Sundari, Almayhuri dan Lamid (2015) pengolahan bahan pangan memiliki tujuan untuk meningkatkan daya terima dan standar mutu keamanan pangan dari suatu produk bahan makanan, namun proses pemasakkan bahan pangan dengan menggunakan panas ternyata menyebabkan penurunan kadar zat gizi bahan pangan dibandingkan bahan mentahnya, dimana tinggi rendahnya suhu yang digunakan dan waktu proses pemasakkan menjadi faktor penentu dari penurunan kandungan gizi bahan pangan tersebut.<sup>16</sup> Proses pengolahan yang tepat diperlukan dalam proses pembuatan ekstrak ikan gabus sehingga mampu memiliki daya

terima yang baik serta dapat memenuhi standar mutu keamanan pangan diperlukan agar ekstrak ikan gabus dapat memberikan manfaat pada pasien dengan penyakit infeksi kronis terutama pada pasien PPOK.

## METODE PENELITIAN

### Proses Pembuatan Ekstrak Ikan Gabus

Cair ekstrak ikan gabus tradisional dibuat dengan alat ekstraksi dari Kabupaten Singasari, provinsi Jawa Timur yang telah memenuhi syarat pemenuhan aspek cara pembuatan obat tradisional yang baik untuk usaha kecil obat tradisional dengan nomor B-ST.04.03.431B.01.21.01.01.693 yang telah dikeluarkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Republik Indonesia. Bahan baku utama ikan gabus didapatkan dari nelayan lokal yang memancing ikan gabus di sungai dan rawa di kota Samarinda Kalimantan Timur dan sekitarnya.

Proses ekstraksi dimulai dari proses resting ikan gabus minimal selama 1 jam, kemudian proses pembersihan ikan gabus yang diawali dengan mematikan ikan gabus dengan memukul pangkal kepala ikan gabus hingga ikan gabus pingsan, kemudian memisahkan kepala ikan gabus dan isi perut ikan gabus serta membuang sisik, sirip dan ekor ikan gabus. Sebelum di masukkan kedalam mesin ekstraksi, ikan di cuci hingga bersih menggunakan air mengalir dan sikat kemudian dibuat 3 sayatan di setiap sisinya.

Proses ekstraksi dilakukan selama 10 jam dengan kondisi suhu mesin yang terjaga di suhu 70°C. ekstrak ikan gabus yang dihasilkan berwarna kuning cerah dengan tekstur yang kental. Ekstrak ikan gabus yang dihasilkan langsung di tuangkan ke dalam kemasan botol yang sudah melewati proses sterilisasi yang kemudian segera di simpan ke dalam freezer dibawah suhu -15°C dan dapat disimpan selama 2 tahun dalam kondisi beku. Seluruh proses ekstraksi ikan gabus yang dilakukan sudah sesuai dengan standar BPOM yang di tandai dengan ekstrak ikan gabus yang sudah memiliki izin edar sesuai dengan ketentuan BPOM nomor 7 tahun 2023 tentang kriteria dan tatalaksana registrasi obat kuasi memuat acuan standar

untuk ekstrak ikan gabus yang terbuat dalam bentuk serbuk oral maupun cairan obat dalam yang mengatur mengenai standar daya terima dan keamanan pangan produk ekstrak ikan gabus.<sup>12</sup>

### Uji Organoleptik

Penelitian uji organoleptik merupakan penelitian eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 taraf perlakuan yaitu jeruk manis:kunyit:air mineral placebo, jeruk manis:kunyit:bubuk ekstrak ikan gabus komersial, dan jeruk manis:kunyit:cair ekstrak ikan gabus tradisional yang kemudian diberi kode 360, 361 dan 362. Pengujian organoleptik dilakukandengan metode uji hedonik dengan 9 skala (9=amat sangat suka, 8=sangat suka, 7=suka, 6=agak suka, 5=netral, 4=agak tidak suka, 3=tidak suka, 2=sangat tidak suka, 1=amat sangat tidak suka).<sup>17</sup> Parameter penilaian yang dilakukan adalah penampakan, warna, rasa, aroma, tekstur dan penerimaan secara keseluruhan. Dibutuhkan minimal 15 panelis cukup terlatih berdasarkan ISO 11056:2021.<sup>18</sup> Dalam pembagian tingkat keterampilan, Bappenas menyebutkan bahwa kelompok "cukup terlatih" meliputi pekerja yang telah bekerja selama 1–3 tahun dan memiliki keahlian praktis tetapi belum bersertifikasi.<sup>19</sup> Penelitian ini dilakukan kepada 18 nutrisisionis/dietisien dengan minimal pengalaman kerja lebih dari sama dengan 3 tahun sebagai tenaga gizi di Instalasi Gizi RSUD Abdoel Wahab Sjahranie Samarinda pada bulan November 2024. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan kelayakan etik No. 223/KEPK-FK/VIII/2024 oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Mulawarman Samarinda.

### Uji Laboratorium untuk Bahaya Pangan dan Analisis Zat Gizi

Penelitian keamanan pangan dan analisis gizi menggunakan studi observational analitik. Uji laboratorium dilakukan pada laboratorium Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan di Samarinda untuk analisis keamanan pangan, laboratoium PT. Saraswanti Indo Genetech di Bogor dan Surabaya untuk asam amino esensial, kalsium dan pengulangan uji Angka Lempeng Total, Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Unmul di Samarinda. Uji laboratorium yang dilakukan adalah analisa karbohidrat, lemak, protein,

kelembapan, debu, gula total, kalsium, L-alanin, L-arginin, L-asam aspartat, glisin, L-asam glutamat, L-histidin, L-isoleusin, L-leusin, L-lisin, L-valin, L-fenilalanin, L-prolin, L-serin, L-treonin, L-tirosin, pH, bobot jenis, volume terpindahkan, ethanol, methanol, arsen, cadmium, timbal, merkuri, zinc, besi, angka lempeng total, jamur, kapang, eschericia coli, enterobacteriaceae, clostridium, salmonella, dan shigella.

### Analisis Data

Setelah dilakukan uji organoleptik yang didapatkan dari hasil penilaian panelis cukup terlatih kemudian dianalisa menggunakan *Kruskal Wallis*, Untuk hasil yang berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan akan dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*. Untuk mengetahui taraf perlakuan terbaik dilakukan uji *Friedman Rank Test*. Analisis statistik dilakukan menggunakan SPSS. Pada uji keamanan pangan dan analisis zat gizi menggunakan metode deskriptif terhadap parameter uji keamanan pangan dan analisis zat gizi untuk memenuhi persyaratan yang ditentukan oleh BPOM yang dilakukan pada cair ekstrak ikan gabus.<sup>12</sup>

## HASIL

### Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan kepada 18 orang panelis yang berprofesi sebagai nutrisisionis dan dietisien yang terdiri dari 8 pria dan 10 wanita dengan pengalaman kerja minimal 3 hingga 29 tahun. Berdasarkan hasil uji *Kruskal-Wallis* seperti yang terlihat pada lampiran Tabel 1 didapatkan perbedaan yang signifikan hanya pada parameter warna ( $P < 0,05$ ), sedangkan pada 5 parameter lainnya tidak didapatkan perbedaan yang signifikan yaitu penampakan, rasa, aroma, tekstur dan penerimaan secara keseluruhan. Kemudian dari hasil analisa lanjutan menggunakan uji *Mann Whitney* didapatkan kode taraf perlakuan 361 berbeda secara signifikan dibandingkan dengan kode taraf perlakuan 360 dan 362 ( $P < 0,05$ ), seperti yang terlihat pada lampiran Tabel 2. Dari hasil Friedman Test didapatkan kode taraf perlakuan terbaik adalah 360 kemudian disusul oleh 362 dan pada urutan terakhir adalah 361, seperti yang tersaji pada lampiran Tabel 3.

Tabel 1  
Perbandingan Mutu Organoleptik Ekstrak Ikan Gabus Pada 3 Kelompok Perlakuan engan Uji *Kruskal Wallis*

| Variabel Pengamatan           | Nilai Uji Statistik |
|-------------------------------|---------------------|
| Penampakan                    | 0.065               |
| Warna                         | 0.045*              |
| Rasa                          | 0.565               |
| Aroma                         | 0.635               |
| Tekstur                       | 0.635               |
| Penerimaan Secara Keseluruhan | 0.807               |

Keterangan : (\*) : significancy  $p < 0.05$

Tabel 2  
Perbedaan Rata-rata Tiga Jenis Perlakuan Ekstrak Ikan Gabus dengan Uji *Mann-Whitney*

| Parameter | Nilai Mean Uji Hedonik Sampel |               |               |
|-----------|-------------------------------|---------------|---------------|
|           | 360                           | 361           | 362           |
| Warna     | 6.50 ± 1.200a                 | 5.28 ± 1.742b | 6.44 ± 1.617a |

Keterangan : huruf a,b; notasi huruf ama berarti tidak ada perbedaan nyata pada taraf uji *Kruskal-Wallis*

Tabel 3  
Hasil Uji *Friedman*

| Parameter        | Kelompok Taraf Perlakuan |      |      |
|------------------|--------------------------|------|------|
|                  | 360                      | 361  | 362  |
| <i>Mean Rank</i> | 2,58                     | 1,67 | 1,75 |

Tabel 4  
Hasil Uji Analisis Zat Gizi tiap 100g Cair Ekstrak Ikan Gabus

| Parameter         | Hasil      | Parameter       | Hasil        |
|-------------------|------------|-----------------|--------------|
| Energi Total      | 82,82 kkal | L-Prolin        | 201,86 mg    |
| Protein Kasar     | 18,8 g     | L-Histidin      | <29,51 mg    |
| Lemak             | 0,78 g     | L-Isoleusin     | 108,14 mg    |
| Total Karbohidrat | 0,15 g     | L-Leusin        | 278,78 mg    |
| Total Gula        | 0 g        | L-Valin         | 133,02 mg    |
| Kalsium           | 11,65 mg   | L-Lisin         | 236,26 mg    |
| Zinc              | 0,23 mg    | L-Fenilalanin   | 197,95 mg    |
| Besi              | 0,33 mg    | L-Asam Glutamat | 272,69 mg    |
| L-Alanin          | 331,32 mg  | L-Serin         | 73,57 mg     |
| L-Arginin         | 135,29 mg  | L-Treonin       | 33,16 mg     |
| L-Asam Aspartat   | 154,64 mg  | L-Tirosin       | Not Detected |
| Glisin            | 269,99 mg  |                 |              |

### Analisis Keamanan Pangan

Hasil uji cemaran logam berat arsen, cadmium dan timbal adalah negatif, arsen  $\leq 5$  ppm, cadmium  $\leq 0,3$  ppm dan timbal  $\leq 10$  ppm, sedangkan merkuri didapatkan 0,070 ppm. Hasil uji mikrobiologi didapatkan angka lempeng total <10 koloni/g, kapang dan khamir  $9,5 \times 10^2$  koloni/g, *eschericia coli* < 10APM/g, dan *enterobacteriaceae*  $10^2$ APM/g, sedangkan untuk *clostridium*, *salmonella*, dan *shigella* didapatkan negatif Hasil uji cemaran kimia etanol dan metanol didapatkan negatif.

### Analisis Zat Gizi dan Uji Lainnya

Hasil analisis zat gizi yang dilakukan adalah analisis proksimat, *trace element*, asam amino esensial dan pengujian lainnya dalam upaya memenuhi regulasi yang ditentukan oleh BPOM tentang kriteria dan tata laksana obat kuasi serta SNI tentang ekstrak ikan gabus (*Channa striata*). Hasil uji laboratorium terkait zat gizi dan uji lainnya tersaji dalam lampiran Tabel 4.

### BAHASAN

Masyarakat Kalimantan Timur gemar mengkonsumsi ikan gabus karena rasanya enak, berdaging tebal dan tidak memiliki banyak tulang yang dapat dijadikan sebagai bahan baku produk olahan dan tersedia hampir sepanjang tahun.<sup>20</sup> Ikan gabus dapat dengan mudah ditemui mulai dari rawa, danau hingga sungai kecil di sekitar DAS Mahakam yang dapat ditangkap secara liar maupun dibudi daya oleh nelayan disekitar DAS Mahakam.<sup>20</sup> Pengolahan ikan gabus dapat meningkatkan daya terima ikan gabus namun dapat mengurangi kandungan zat gizi yang terkandung dalam ikan gabus.<sup>16</sup> Kandungan gizi yang optimal memerlukan pengolahan yang tepat yaitu pemanasan pada suhu 70°C agar dapat membunuh bakteri sehingga aman untuk dikonsumsi, sesuai dengan proses ekstraksi cair ekstrak ikan gabus yang dilakukan oleh peneliti.<sup>21</sup>

Dalam upaya memastikan daya terima yang baik dari hasil ekstraksi cair ekstrak ikan gabus diperlukan uji organoleptik atau sensori dengan membandingkannya menggunakan produk komersial serupa yang sudah dikonsumsi secara umum. Uji hedonik merupakan salah satu jenis uji organoleptik dengan tujuan melihat bagaimana sikap panelis terhadap sifat-sifat produk atau tes afektif.<sup>22</sup> Dari hasil uji organoleptik didapatkan tidak ada perbedaan yang bermakna pada parameter penampakan, rasa, aroma, tekstur dan penerimaan secara keseluruhan dengan nilai signifikansi  $p > 0,05$  berdasarkan uji statistik *Kruskal-Wallis*. Perbedaan yang signifikan hanya pada warna dengan nilai signifikansi  $p = 0,045$  ( $p < 0,05$ ), dan ketika dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney* didapatkan produk komersial yang berbeda signifikan dengan kelompok placebo dan tradisional. Secara kasat mata terlihat jelas bahwa ekstrak ikan gabus komersial berwarna kuning keruh pucat, sedangkan perlakuan lainnya berwarna kuning cerah. Untuk mengetahui perlakuan terbaik dilakukan uji *Friedman Test* dan didapatkan kelompok perlakuan terbaik adalah placebo kemudian diikuti kelompok perlakuan tradisional dengan warna kuning cerah, sedangkan kelompok perlakuan urutan terakhir atau yang paling tidak disukai adalah produk komersial dengan warna kuning keruh dan pucat.<sup>23</sup>

Didapatkan kesimpulan bahwa daya terima produk olahan tradisional lebih baik dibandingkan dengan produk olahan komersial, sehingga cair ekstrak ikan gabus tradisional lebih dapat diterima oleh pasien dengan penyakit kronis khususnya penyakit PPOK dibandingkan dengan produk komersial yang sudah biasa dikonsumsi oleh pasien pada umumnya. Meskipun produk cair ekstrak ikan gabus tradisional lebih baik dari segi daya terima, namun dari segi penyimpanan bubuk ekstrak ikan gabus komersial lebih unggul karena memiliki stabilitas lebih baik dan dapat disimpan dalam suhu ruang sedangkan produk cair ekstrak ikan gabus tradisional harus disimpan dalam kondisi beku pada suhu  $-15^{\circ}\text{C}$ .<sup>24</sup> Sehingga masing-masing produk lahan memiliki kelebihan dan kekurangan yang akan menjadi bahan pertimbangan dalam menentukan pilihan produk olahan ekstrak ikan gabus.

Dalam aspek keamanan pangan dari cemaran logam berat, mikrobiologi dan kimia

harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan pada SNI 8074:2014 tentang ekstrak albumin ikan gabus (*Channa striata*) dan PERB POM no. 7 tahun 2023 tentang kriteria dan tata laksana registrasi obat kuasi.<sup>12,13</sup> Arsenik digolongkan sebagai karsinogen yang dapat memicu terjadinya kanker kandung kemih, kanker ginjal, kanker paru-paru dan kanker kulit, paparan arsenik dalam jangka waktu lama menyebabkan komplikasi seperti diabetes, penyakit jantung dan keracunan sistem saraf, sedangkan pada wanita hamil menyebabkan kecacatan janin dan pada anak dapat mengganggu perkembangan.<sup>25</sup> Dalam studi epidemiologi didapatkan bahwa asupan cadmium melalui makanan berhubungan dengan risiko kanker endometrium, payudara dan prostat yang lebih tinggi serta osteoporosis pada manusia.<sup>25</sup>

Timbal adalah senyawa beracun yang menimbulkan gejala kerusakan ginjal, lemahnya jari, pergelangan tangan dan kaki, anemiamikrositik, berkurangnya denyut jantung, keguguran pada wanita hamil, mengurangi kesuburan pria, gangguan pembentukan sinapsis di korteks otak besar, gangguan tidur pada anak kecil dan terlambatnya pubertas pada anak perempuan.<sup>25</sup> Akumulasi merkuri dalam tubuh dapat menyebabkan tremor, parkinson, gangguan lensa mata berwarna abu-abu, rusaknya sistem syaraf, terjadinya infiltrasi lymphocytes, melanomakrofag, gangguan fungsi ginjal, jika sudah parah menyebabkan nekrosis, pada wanita hamil menyebabkan cacat bawaan, kerusakan DNA dan kromosom, pada bayi mengganggu perkembangan otak dan sistem saraf bayi.<sup>26</sup> Dari hasil laboratorium terkait cemaran logam berat tidak terdeteksi arsen, cadmium dan timbal, sedangkan merkuri didapatkan 0,070 ppm. Dengan persyaratan masing-masing cemaran logam berat arsen  $\leq 5$  ppm, cadmium  $\leq 0,3$  ppm, timbal  $\leq 10$  ppm dan merkuri  $\leq 0,5$  ppm menjadikan ekstrak cair ikan gabus aman dikonsumsi bagi pasien PPOK.

Angka Lempeng Total (ALT) adalah pemeriksaan mikrobiologi yang dilakukan dengan menghitung jumlah mikroba pada sampel melalui pengenceran berseri (*serial dilution*) dan inokulasi sampel pada media melalui metode tuang (*pour plate*) atau metode sebar (*spread plate*), kemudian total mikroba yang telah diketahui dapat dibandingkan dengan standar yang berlaku untuk menganalisis lebih

lanjut kelayakan sampel berdasarkan mutu mikrobiologi.<sup>27</sup> Jamur terbagi menjadi 2 jenis yaitu Khamir (*yeast*) dan kapang (*mould*), perbedaan keduanya terletak pada bentuknya dimana khamir berbentuk uniseluler dan dapat tumbuh dan berkembang biak lebih cepat dibandingkan kapang yang tumbuh dengan membentuk filamen. Gangguan kesehatan yang diakibatkan oleh spora kapang adalah asma alergi rinitis dan sinusitis, sedangkan gangguan kesehatan dari khamir dapat terjadi jika terjadi pertumbuhan berlebihan yang dapat menyebabkan infeksi mulut, tenggorokan dan usus.<sup>28</sup> *Enterobacteriaceae* adalah bakteri gram negatif dengan endotoksin dan eksotoksin sehingga menjadi salah satu jenis bakteri patogen dengan sifat oportunistik, contoh bakteri ini adalah *Clostridium*, *Eschericia coli*, *Salmonella*, dan *Shigella* yang pada umumnya merupakan bakteri penyebab diare.<sup>29</sup> *Clostridium* menyebabkan diare cair melalui racun yang dapat ditularkan melalui makanan, *Eschericia coli* merupakan penyebab umum diare yang merupakan akibat dari makanan dan minuman yang terkontaminasi oleh kotoran manusia, gejala umum dari infeksi *Salmonella* adalah diare, demam, mual, muntah dan kram perut serta dapat menyebabkan endokarditis, aneurisma mikotik, abses viseral, osteomielitis dan meningitis, Sedangkan *Shigella* merupakan salah satu penyebab peradangan pada rektum dan usus besar yang berujung pada proktitis atau prolaps rektum, negakolon toksik, obstruksi usus dan perforasi.<sup>29</sup>

Hasil uji mikrobiologi (beserta persyaratannya) didapatkan angka lempeng total <10 koloni/g ( $\leq 10^5$  koloni/g), kapang dan khamir  $9,5 \times 10^2$  koloni/g ( $\leq 10^3$  koloni/g), *Eschericia coli* < 10 APM/g ( $\leq 10^1$  APM/g), dan *Enterobacteriaceae*  $10^2$  APM/g ( $\leq 10^3$  APM/g), sedangkan untuk *Clostridium*, *Salmonella*, dan *Shigella* didapatkan negatif dengan persyaratan negatif/g.

Cemaran kimia dilihat dari keberadaan etanol dan metanol, keracunan etanol menyebabkan asidosis laktat, hipoglikemia, hipokalemia, hipomagnesia, hipokalsemia dan hipofosfatemia serta menyebabkan takidistritmia atrium dan ventrikel pada jantung, sedangkan keracunan metanol menunjukkan gejala yang beragam mulai dari meningkatkan kesenjangan osmolar secara asimtomatis hingga penyakit kritis dengan keracunan organ tahap akhir dan

asidosis metabolik dengan kesenjangan anion.<sup>30,31</sup> Hasil uji cemaran kimia etanol dan metanol didapatkan negatif dengan persyaratan etanol maks 1 persen dan metanol  $\leq 3000$  ppm.

Analisis zat gizi memiliki tujuan untuk mematuhi peraturan dan rekomendasi pemerintah, keamanan pangan, *quality control*, pengembangan dan penelitian pangan.<sup>32</sup> Hasil dari analisis zat gizi dapat dipergunakan sebagai pertimbangan dalam memberikan bahan makanan tertentu untuk mendapatkan zat gizi spesifik dalam mendukung perawatan medis pasien khususnya pasien PPOK. Sebagai upaya dalam menurunkan resiko terkena PPOK dianjurkan untuk mengkonsumsi  $\geq 4$  porsi ikan dalam satu minggu, sehingga mengkonsumsi ekstrak cair ikan gabus berpotensi mencegah seseorang untuk terdiagnosa PPOK.<sup>33</sup>

Kandungan energi cair ekstrak ikan gabus adalah 82,82 kkal/100g dengan mayoritas sumber energi berasal dari protein. Pada pasien rawat jalan dengan PPOK stabil dianjurkan penambahan 200-300 kkal/hari untuk meningkatkan berat badan dan massa otot tanpa lemak, sehingga cair ekstrak ikan gabus dapat menjadi alternatif *oral nutrition support* (ons) pada pasien PPOK.<sup>34</sup> Rasio makronutrien yang seimbang 15-20 persen protein, 30-50 persen lemak dan karbohidrat 30-55 persen sangat baik untuk menjaga kestabilan *respiratory quotient* (RQ) dalam proses metabolisme pada tubuh pasien PPOK.<sup>35,37</sup>

Kandungan protein dari hasil uji laboratorium adalah 18,80g/100g, peningkatan asupan protein 17,1 persen hingga 18,6 persen dikombinasi dengan aktifitas fisik secara klinis terbukti meningkatkan fungsi otot perifer pada pasien PPOK pada tahap rehabilitasi, sehingga cair ekstrak ikan gabus berpotensi memperbaiki fungsi otot pada pasien PPOK.<sup>36</sup>

Lemak pada cair ekstrak ikan gabus dari hasil laboratorium didapatkan 0,78g/100g, anjuran lemak untuk diet pada pasien PPOK adalah 30-50 persen, sehingga cair ekstrak ikan gabus memerlukan tambahan bahan pangan lain untuk meningkatkan kadar lemak sehingga dapat meningkatkan jumlah energi tiap 100g dan meningkatkan persentasi lemak sehingga memenuhi rekomendasi diet PPOK.<sup>34,35,37</sup> Salah satu bahan tambahan yang dianjurkan untuk meningkatkan kadar lemak adalah minyak *Virgin Coconut Oil* (VCO) yang terbukti mampu meringankan gejala sesak nafas.<sup>38</sup>

Karbohidrat yang terkandung adalah 0,15g/100g, asupan karbohidrat di batasi sebisa mungkin tidak lebih dari 200g/hari karena dianjurkan nilai RQ <1,0 pada pasien PPOK, dimana RQ karbohidrat setara dengan 1,0, sedangkan lemak 0,7 dan protein 0,9.<sup>37</sup> RQ mengukur laju metabolisme basal tubuh antara volume CO<sup>2</sup> yang dilepaskan dan volume oksigen yang diserap, perhitungan RQ ditentukan oleh gabungan makronutrien utama yang terdiri dari karbohidrat, lemak dan protein.<sup>39</sup> Sehingga cair ekstrak ikan gabus menjadi bahan tambahan ONS yang baik karena tinggi protein dan sangat rendah dalam kandungan karbohidrat, namun rendah kadar lemak sehingga diperlukan tambahan bahan pangan lain seperti VCO untuk dapat meningkatkan kualitas rasio *makronutrient* untuk mendukung perawatan medis pasien PPOK. Didapatkan 0g/100g total gula pada cair ekstrak ikan gabus, konsumsi gula dan pemanis sintetis meningkatkan resiko dari PPOK, asma dan sindrom *overlap* asma-PPOK, sehingga dengan tidak mengandung gula cair ekstrak ikan gabus dapat membantu pasien dengan PPOK.<sup>40</sup>

Dari hasil uji laboratorium dalam setiap 100g cair ekstrak ikan gabus didapatkan kandungan kalsium 11,65 mg, *zinc* 0,23 mg dan besi 0,33mg. Anjuran asupan kalsium adalah 1200-1500mg/ hari, kalsium sangat penting untuk kekuatan otot dan kesehatan tulang khususnya selama terapi kortikosteroid jangka panjang, Anjuran konsumsi *zinc* adalah 10-20mg/hari dengan perannya sebagai antioksidan serta pendukung sistem daya tahan tubuh dalam mengurangi inflamasi dan eksaserbasi berkala, Untuk besi direkomendasikan 8-15mg/hari berperan untuk meningkatkan daya tahan antioksidan dan dukungan sistem pernafasan serta kualitas hidup.<sup>41</sup> Cair ekstrak ikan gabus tidak mampu memenuhi lebih dari 5 persen kebutuhan kalsium, *zinc* dan besi dalam 1 hari bagi pasien PPOK, sehingga diperlukan tambahan dari bahan makanan lain yang kaya akan kalsium, *zinc* dan besi untuk membantu memenuhi kebutuhan sehari pada pasien PPOK.

Kandungan asam amino pada cair ekstrak ikan gabus diharapkan mampu membantu dalam membuat manajemen diet karena pada pasien PPOK ditemukan kadar asam amino esensial dalam darah tidak adekuat.<sup>42</sup> Kandungan L-Alanin sebesar 331,32mg/100g berpotensi meningkatkan karnosin otot tanpa efek samping

pada pasien PPOK.<sup>43</sup> kandungan L-Arginin sebesar 135,29 mg/100g meningkatkan efek perlindungan dari PPOK melalui regulasi jalur sinyal ROS/NLRP3/NF-kB.<sup>44</sup> L-Asam Aspartat sebesar 154,64mg/100g berpotensi meningkatkan performa otot, integritas dan fungsi intestinal, fungsi jantung yang mungkin muncul pada pasien PPOK.<sup>45</sup> Glisin sebesar 269,99mg/100g dan L-Prolin 201,86mg/100g berperan memperbaiki gangguan *small airways*, emfisema dan resiko keparahan PPOK eksaserbasi akut.<sup>46</sup> Kandungan L-Histidin <29,51mg/100g membantu menurunkan sitokin proniflamsi, stress oksidatif dan memperbaiki fungsi kognitif pada pasien PPOK.<sup>47</sup> Kandungan L-Isoleusin 108,14mg, L-Leusin 278,78mg dan L-Valin 133,02mg pada tiap 100g EIG berperan dalam meningkatkan sintesis protein diseluruh tubuh sehingga efektif untuk mencegah kehilangan masa otot pada pasien PPOK.<sup>48</sup> L-Lisin sebesar 236,26mg/100g berpotensi mengurangi penanda inflamasi dan meningkatkan antioksidan selular pada luka paru kronis.<sup>49</sup> L-Fenilalanin sebesar 197,96mg/100g berpotensi memiliki peran sebagai anti depresi dan anti nyeri.<sup>50</sup> Kandungan L-Asam Glutamat sebesar 272,69mg/100g berpotensi meningkatkan fungsi paru yang menurun dan menurunkan resiko emfisema.<sup>51</sup> L-Serin sebesar 73,57mg/100g memiliki peluang untuk membantu mengatasi infeksi paru pada pasien PPOK.<sup>52</sup> L-Treonin sebesar 33,16mg/100g berpotensi memperbaiki kekebalan tubuh dan meningkatkan aktivitas antioksidan pada pasien PPOK.<sup>53</sup> Pemberian ekstrak cair ikan gabus berpotensi meningkatkan kualitas perawatan medis pasien PPOK dengan segala potensi zat gizi makro dan *mikronutrient* yang dikandungnya dengan memperbaiki kualitas asupan gizi kepada pasien PPOK.

## SIMPULAN

Ekstrak ikan gabus (*Channa striata*) dalam bentuk sediaan cair yang dibuat dengan cara tradisional dengan menggunakan ikan dari DAS Mahakam memiliki daya terima yang lebih baik dibandingkan dengan produk komersial serta mampu memenuhi persyaratan standar mutu keamanan pangan baik dari segi cemaran logam berat, mikroorganisme patogen dan kimia serta persyaratan analisis gizi dan analisis lainnya sesuai dengan regulasi yang berlaku di

Indoensia yaitu Standar Nasional Indonesia 8074:2014 tentang Ekstrak Albumin Ikan Gabus (*channa striata*) dan Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan nomor 7 tahun 2023 tentang Kriteria dan Tata Laksana Registrasi Obat Kuasi sehingga ekstrak ikan gabus (*Channa striata*) dalam bentuk sediaan cair yang termasuk dalam obat kuasi kategori cair obat dalam telah mendapatkan nomor izin edar dari BPOM. Selain aman untuk dikonsumsi ekstrak ikan gabus (*Channa striata*) dalam bentuk sediaan cair berpotensi mampu mengoptimalkan asuhan gizi khususnya terapi diet sebagai ONS dengan kandungan zat gizi makro dan mikro yang sesuai dengan kebutuhan dan dapat membantu memperbaiki dampak buruk yang timbul pada pasien PPOK. Ekstrak ikan gabus (*channa striata*) dalam bentuk sediaan cair merupakan alternatif terapi *adjuvant* yang baik bagi pasien dengan PPOK.

## SARAN

Diperlukan uji klinis lanjutan dengan penelitian eksperimental kepada pasien PPOK untuk dapat melihat dampak pemberian ekstrak ikan gabus (*Channa striata*) dalam bentuk sediaan cair yang berasal dari DAS Mahakam sehingga dapat membantu praktisi dalam menyediakan alternatif pilihan asuhan gizi khususnya terapi diet untuk dapat meningkatkan kualitas hidup pasien PPOK serta mendukung pemanfaatan bahan pangan lokal khususnya ikan gabus (*Channa striata*) dimana provinsi Kalimantan Timur merupakan penghasil ikan gabus terbanyak di Indonesia.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh pihak yang mendukung penelitian ini, terutama disampaikan kepada BPOM Kota Samarinda yang telah memberikan bimbingan serta dukungan beberapa pemeriksaan gratis sebagai upaya dalam memajukan produk bahan pangan lokal. Tidak lupa diucapkan terima kasih kepada rekan-rekan sejawat Ahli Gizi di Instalasi Gizi Rumah Sakit Umum Daerah Abdoel Wahab Sjahranie di kota Samarinda provinsi Kalimantan Timur yang berkenan terlibat menjadi panelis dalam uji organoleptik pada penelitian ini.

## RUJUKAN

1. Sekeon SAS, Mantjoro EM. 2023. Epidemiologi Penyakit Tidak Menular. Yogyakarta : Deepublish Digital; 2023.
2. Adiana IN, Mahaputra INA. Hubungan Antara Tingkat Pendidikan Dan Komorbiditas Dengan Perilaku Perawatan Diri Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK). Jurnal Riset Kesehatan Nasional. 2023; 7(1), 72–77. <https://doi.org/10.37294/jrkn.v7i1.486>
3. Engelen MP, De Castro CL, Rutten EP, Gosker HR, Franssen FM, Wouters EF, & Schols AM. 2020. Oral supplementation with specific amino acid combinations increases hand grip strength and fat-free mass in patients with COPD. *Clinical Nutrition*,39(4),1047–1054. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.05.034>
4. Negri R, Noto A, Bossi I, Serafini G & Agostoni C. 2019. Omega-3 fatty acids in chronic obstructive pulmonary disease: Mechanisms and clinical applications. *Nutrients*, 11(11), 2657. <https://doi.org/10.3390/nu11112657>
5. Decramer M, Rutten-van Molken M, Dekhuijzen PN, van der Molen T, Janssens W, Biring S & Singh D. 2015. Effects of N-acetylcysteine on outcomes in chronic obstructive pulmonary disease (PANTHEON): a randomised placebo-controlled trial. *The Lancet Respiratory Medicine*,3(7),553–560. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(15\)00162-2](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(15)00162-2)
6. Pramono A, Novianti A, Sribudiani Y, Miftahussurur M dan Masadah R. 2020. The Role of *Channa striata* Extract in Wound Healing and Immune Modulation: A Review. *Indonesian Journal of Cancer Chemoprevention*,11(1),1–8. <https://doi.org/10.14499/indonesianjcanchemoprev11iss1pp1-8>
7. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Laporan Volume Produksi Ikan Gabus Provinsi Indonesia. SIPATIN DAYA. 2019. [databudidaya.argocipta.com](http://databudidaya.argocipta.com)
8. Agustini T & Shiddieqy AR. (2019). Potensi Ikan Gabus (*Channa striata*) sebagai Sumber Protein untuk Penyembuhan Luka. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan*

- Indonesia, 22(3), 468–475. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v22i3.2.9362>
9. Widiyastuti KSR, Djajalaksana S, Al-Rasyid H. Pengaruh Pemberian Ekstrak Ikan Gabus Terhadap Kadar Leptin, Adiponektin dan Skor COPD Assessment Test pada Pasien PPOK Stabil yang Mengalami Muscle Wasting. *J Respir Indo*. 2018; 8: 158-63. <https://doi.org/10.36497/jri.v38i3.5>
  10. Rizki N, Abdullah M. Kondisi Histopatologi Usus dan Lambung Ikan Gabus (*Channa striata*) yang Terinfeksi Endoparasit. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Indonesia*. Agustus 2021 Vol. 1(2): 60-74. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JKPI>
  11. Putra PA, Munzir A. Analisis Kandungan Logam Berat terhadap Daging Ikan Gabus (*Channa striata*) Di Perairan Batang Kumbang Kecamatan Ranah Ampek Hulu Tapan, Kabupaten Pesisir Selatan. *Universitas Bung Hatta Repository*. 2021. <http://repo.bunghatta.ac.id/id/eprint/5293>
  12. Badan Pengawas Obat dan Makanan. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 7 Tahun 2023 Tentang Kriteria dan Tata Laksana Registrasi Obat Kuasi. *Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia*. 2023.
  13. Standar Nasional Indonesia. SNI 8074:2014 Tentang Ekstrak Albumin Ikan Gabus (*Channa striata*) – Syarat Mutu dan Pengolahan. *Badan Standarisasi Nasional*. 2014.
  14. Standar Nasional Indonesia. SNI 8074:2022 Bubuk Ekstrak Albumin Ikan Gabus (*Channa striata*) Sebagai Sumber Albumin – Syarat Mutu dan Pengolahan. *Badan Standarisasi Nasional*. 2022.
  15. Djunaidah IN. Tingkat Konsumsi Ikan di Indonesia: Ironi di Negeri Bahari. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*. 2017; Vol 11, No 1. <https://doi.org/10.33378/jppik.v11i1.82>
  16. Sundari D, Almasyhuri, Lamid A. Pengaruh Proses Pemsakan Terhadap Komposisi Zat Gizi Bahan Pangan Sumber Protein. *Media Litbangkes*, Vol. 25 No. 4, Desember 2015, 235-242. Doi: 10.22435/MPK.V25I4.4590.235-242
  17. Standar Nasional Indonesia. SNI 2346:2015 Pedoman Pengujian Sensori pada Produk Perikanan. *Badan Standarisasi Nasional*. 2015
  18. International Standard. ISO 11056:2021 Sensory Analysis – Methodology – Magnitude Estimation Method. *International Organization for Standardization*. 2021.
  19. Bappenas (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional). 2019. Strategi Nasional Pengembangan Kompetensi Tenaga Kerja. <https://www.ppid.menpan.go.id/site/>
  20. Asikin AN, Kusumaningrum I. Edible Portion dan Kandungan Kimia Ikan Gabus (*Channa striata*) Hasil Budidaya Kolam di Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 2017; 21(1): 137. Doi: <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21462>
  21. Suherman, Dewanti R, Maliza R, Billah MM, Widyaningrum SA, Dewi DP, Nurrohima D, Nofia Y, Istiqomah IPN, Rita RS, Tanaiyo SNK, Astriana K, Putri SR, Arisanty D, Sulistiani RP. *Ilmu Bahan Pangan*. Purbalingga: Eureka Media Aksara; 2024.
  22. Kurniawati AD. *Pegembangan Produk Pangan: Rancangan Penelitian dan Aplikasinya*. Malang: Universitas Brawijaya Press; 2023.
  23. Wahyudi H. *Pengantar Statistik Parametrik dan Non (Dalam Kasus)*. Bekasi: PT KIMSHAFI ALUNG CIPTA; 2025.
  24. Tungadi R. *Teknologi Sediaan Solida*. Ponorogo: WADE GROUP ; 2018.
  25. Dewata I, Danhas YH. *Toksikologi Lingkungan Konsep dan Aplikatif*. Depok: PT RAJAGRAFINDO PERSADA; 2021.
  26. Kunsah B, Ariana D, Wahyuningsih E, Wahyuningsih R. *Toksikologi Klinik*. Malang: Penerbit Rena Cipta Mandiri; 2023.
  27. Prasasti A, Oktafiani D, Kasiyati M, Widiyastuti NE, Kawitantri OH, Susilawati NM, Wulandari EY, Warella JC, Apriyani, Bria M. 2023. *Mikrobiologi & Parasitologi*. Banten: PT SADA KURNIA PUSTAKA; 2023.
  28. Charisma AM. *Buku Ajar Mikologi*. Surabaya: Airlangga University Press; 2015.
  29. Akhondi H, Goldin J, Simonsen KA. *Bacterial Diarrhea*. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2025.

- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551643/>
30. LaHood AJ, Kok SJ. Ethanol Toxicity. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557381/>
  31. Ashurst JV, Schaffer DH, Nappe TM. Methanol Toxicity. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2025. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482121/>
  32. Angkasa D. Modul Analisis Zat Gizi. Jakarta: Program Studi Sarjana Gizi Universitas Esa Unggul; 2020.
  33. Scoditti E, Massaro M, Garbarino S, Toraldo DM. Role of Diet in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Prevention and Treatment. *Nutrients*. 2019; Jun 16;11(6): 1357. doi: 10.3390/nu11061357. PMID: 31208151; PMCID: PMC6627281.
  34. Bakhtiar A, Djaharuddin I, Arfan A, Rosyid AN, Susanto AD, Adiputri A, Afiani D, Fachrucha F, Widya FN, Elhidsi M, Arisanti NLPE, Arliny Y, Dwiyanu PA, Tantular R. Nutrisi Pada Penyakit Paru Kronik. Jakarta: Perhimpunan Dokter Paru Indonesia; 2024.
  35. Tuna T, Samur G. The Role of Nutrition and Nutritional Supplements in the Prevention and Treatment of Malnutrition in Chronic Obstructive Pulmonary Disease : Current Approaches in Nutrition Therapy. Springer. 2025 DOI: 10.1007/s13668-025-00613-8
  36. Møgelberg N, Tobberup R, Møller G, Godtfredsen NS, Nørgaard A, Andersen JR. High-protein diet during pulmonary rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Dan Med J*. 2022 Oct 11;69(11):A03220185. PMID: 36331152.
  37. Kristy A, Hardian H, Putra WWS, Yaniswari NMD, Tania T. The Role of Macronutrients in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Review. *J Respi*. 2024; 10: 161-167.
  38. Kamalaldin NA, Sulaiman SA, Yusop MR, Yahya B. Does Inhalation of Virgin Coconut Oil Accelerate Reversal of Airway Remodelling in an Allergic Model of Asthma?. *International Journal of Inflammation*. 2017; 1(1) / 8741851. <https://doi.org/10.1155/2017/8741851>
  39. Patel H, Kerndt CC, Bhardwaj A. Physiology, Respiratory Quotient. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2023. PMID: 30285389.
  40. Li S, Xiang Y, Yang X, Chen J, Xian W, Wang Y. Associations of sugary beverage consumption with chronic obstructive pulmonary disease, asthma, and asthma–chronic obstructive pulmonary disease overlap syndrome: a prospective cohort study. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2024; 120(3): 707-718, ISSN 0002-9165. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2024.07.001>.
  41. Fekete M, Lehoczki A, Csípő T, Fazekas-Pongor V, Szappanos Á, Major D, Mózes N, Dósa N, Varga JT. The Role of Trace Elements in COPD: Pathogenetic Mechanisms and Therapeutic Potential of Zinc, Iron, Magnesium, Selenium, Manganese, Copper, and Calcium. *Nutrients*. 2024; 16: 4118. <https://doi.org/10.3390/nu16234118>
  42. Jonker R, Deutz NEP, Erbland ML, Anderson PJ, Engelen MPKJ. Effectiveness of essential amino acid supplementation in stimulating whole body net protein anabolism is comparable between COPD patients and healthy older adults. *Metabolism*. 2017; 69: 120-129, ISSN 0026-0495, <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2016.12.010>.
  43. De Brandt J, Derave W, Vandenabeele F, Pomiès P, Blancquaert L, Keytsman C, Barusso-Grüninger MS, de Lima FF, Hayot M, Spruit MA, Burtin C. Efficacy of 12 weeks oral beta-alanine supplementation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2022 Oct;13(5):2361-2372. doi: 10.1002/jcsm.13048. Epub 2022 Aug 17. PMID: 35977911; PMCID: PMC9530565.
  44. Ma C, Liao K, Wang J, Li T, Liu L. L-Arginine, as an essential amino acid, is a potential substitute for treating COPD via regulation of ROS/NLRP3/NF-κB signaling pathway. *Cell Biosci*. 2023 Aug 18;13(1):152. doi: 10.1186/s13578-023-

- 00994-9. PMID: 37596640; PMCID: PMC10436497.
45. Holeček M. Aspartic Acid in Health and Disease. *Nutrients*. 2023 Sep 17;15(18):4023. doi: 10.3390/nu15184023. PMID: 37764806; PMCID: PMC10536334.
  46. Wells JM, Xing D, Viera L, Burkes RM, Wu Y, Bhatt SP, Dransfield MT, Couper DJ, O'neal W, Hoffman EA, Gaggar A, Barjaktarevic I, Curtis JL, Labaki WW, Han MLK, Freeman CM, Putcha N, Schlange T, Edwin, J. The matrikine acetyl-proline-glycine-proline and clinical features of COPD: findings from SPIROMICS. *Respir*. 2019; 254. <https://doi.org/10.1186/s12931-019-1230-8>
  47. Anna ET-M, Mary EG. Benefits and Adverse Effects of Histidine Supplementation. *The Journal of Nutrition*. 2020; 150(1): 2588S-2592S. ISSN 0022-3166. <https://doi.org/10.1093/jn/nxaa229>.
  48. Jonker R, Deutz NE, Erbland ML, Anderson PJ, Engelen MP. Effectiveness of essential amino acid supplementation in stimulating whole body net protein anabolism is comparable between COPD patients and healthy older adults. *Metabolism*. 2016 Apr;69:120-129. doi: 10.1016/j.metabol.2016.12.010. Epub 2016 Dec 20. PMID: 28285641; PMCID: PMC5351771.
  49. Zhang C, He Y, Shen Y. L-Lysine protects against sepsis-induced chronic lung injury in male albino rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2019; 117: 109043. ISSN 0753-3322. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2019.109043>.
  50. National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Summary for CID 994, DI-Phenylalanine. Retrieved March 7, 2025 from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/DI-Phenylalanine>.
  51. Godbole S, Bowler RP. Metabolome Features of COPD: A Scoping Review. *Metabolites*. 2022; 12(7): 621. <https://doi.org/10.3390/metab o12070621>
  52. He F, Yin Z, Wu C, Xia Y, Wu M, Li P, Zhang H, Yin Y, Li N, Zhu G, Ren W, Peng Y. l-Serine Lowers the Inflammatory Responses during *Pasteurella multocida* Infection. *Infection and immunity*. 2019; 87(12), e00677-19. <https://doi.org/10.1128/IAI.00677-19>
  53. Zhou X, Liu Y, Wu G, & Yin Y. 2019. Threonine metabolism in health and disease. *Amino Acids*, 51(11), 1573–1584. <https://doi.org/10.1007/s00726-019-02770-w>