**Research Review**
Jurnal Ilmiah Multidisiplin
Vol. 3, No. 1, Maret 2024 ISSN: 29622743

# Efektivitas Waktu Pelumuran Ekstrak Asam Belimbing Wuluh (*Avverhoa Bilimbi*) terhadap Penurunan Kadar Logam Berat Merkuri (Hg) pada Ikan Mujair (O.Mosambiccus)

## *(The Effectiveness of Limbing Wuluh (Averrhoa blimbi) Acid Extract Time on Decreasing Levels of the Heavy Metal Mercury (Hg) in Mujair Fish (O.mossambicus))*

**Jean Goma[1], Rieny Sulistijowati[2], Sutianto Pratama Suherman[3]**
[1,2,3]Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Kelautan Dan Teknologi Perikanan, Universitas Negeri Gorontalo
gomajean95@gmail.com[1], rienysulistijowati@ung.ac.id[2], sutiantopratama@ung.ac.id[3]

**Article Info**

***Article history:***

Received: 20 Februari 2024
Revised: 12 Maret 2024
Accepted: 27 Maret 2024

***Keywords:***

*Effectiveness*
*Avverhoa Bilimbi extract*
*Heavy metal mercury levels*
*Mozambique tilapia*

**Kata kunci**

Efektivitas
Ekstrak asam belimbing wuluh
Kadar logam berat merkuri
Ikan mujair

**Abstract**

*This study aims to analyze the effectiveness of coating time with belimbing wuluh (averrhoa blimbi) extract in reducing the heavy metal mercury (Hg) levels in Mozambique tilapia (O.mossambicus). This research employed a Completely Randomized Design (CRD) method where the data were analyzed using variance analysis (ANOVA) and further tested by Duncan's multiple range test. The study was conducted using an experimental approach with two replications at three different locations: downstream (Bolangitang River), midstream (Sonuo Village), and upstream (Ollot Village). The treatments involved different coating times with averrhoa blimbi extract. The treatment levels consisted of four control levels: 5 minutes, 10 minutes, and 15 minutes. The research results demonstrated that a 15-minute coating time with averrhoa blimbi extract significantly reduced mercury levels in Mozambique tilapia in the downstream area of the Bolangitang River, with the highest reduction percentage reaching 63%. Meanwhile, the lowest reduction percentage was observed in the midstream area (Sonuo Village), with a 10-minute coating time resulting in a reduction percentage of 20.01%. Thus, the coating time of averrhoa blimbi extract was 50% effective in reducing heavy metal mercury (Hg) levels. This study contributes significantly to understanding the potential use of natural materials in addressing heavy metal pollution in freshwater ecosystems. It also highlights the relevance of utilizing local materials such as averrhoa blimbi as an alternative in conservation efforts and the protection of the environment and fisheries resources.*

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas waktu pelumuran dengan ekstrak asam belimbing wuluh dalam mengurangi kadar logam berat merkuri (Hg) pada ikan mujair. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan analisis ANOVA dan uji lanjut Duncan. Penelitian dilakukan dengan pendekatan eksperimental yang mengulang dua kali, di tiga lokasi berbeda: hilir (Sungai Bolangitang), tengah (Desa Sonuo), dan hulu (Desa Ollot). Perlakuan yang dilakukan yaitu lama waktu pelumuran berbeda dengan ektrak asam belimbing wuluh. Taraf perlakuan yaitu 4 taraf kontrol, 5 menit, 10 menit, 15 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu pelumuran selama 15 menit dengan ekstrak asam belimbing wuluh memiliki pengaruh signifikan dalam menurunkan kadar merkuri pada ikan mujair di hilir Sungai Bolangitang, dengan presentase

penurunan tertinggi mencapai 63%. Sedangkan presentase penurunan terendah terdapat pada tengah (Desa Sonuo) waktu pelumuran 10 menit dengan nilai presentase sebesar 20.01%. Sehingga waktu pelumuran ekstrak asam belimbing wuluh 50% untuk penurunan kadar logam berat merkuri (Hg). Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam memahami potensi penggunaan bahan alami untuk mengatasi pencemaran logam berat di ekosistem air tawar, serta menyoroti relevansi pemanfaatan bahan lokal seperti belimbing wuluh sebagai alternatif dalam upaya konservasi dan perlindungan lingkungan serta sumber daya perikanan.

***Corresponding Author:***

Jean Goma
Fakultas Kelautan Dan Teknologi Perikanan
Universitas Negeri Gorontalo
gomajean95@gmail.com

## 1. PENDAHULUAN

Di Indonesia, ikan air tawar memiliki nilai ekonomis yang tinggi dalam budidaya dan perdagangan. Salah satu jenis ikan air tawar yang banyak dibudidayakan adalah ikan mujair (*O.mossambicus*). Ikan mujair merupakan jenis ikan air tawar yang tergolong ke dalam kategori ikan konsumsi (Putri dkk., 2023). Keunggulan ikan mujair yaitu memiliki cara budidaya yang cukup mudah, proses pertumbuhan relatif lebih cepat dan memiliki kandungan protein yang cukup tinggi yaitu 18,7gram dari 100gram ikan mujair (Setianto, 2012). Ikan mujair juga memiliki kandungan gizi yang cukup baik (per 100 g) yaitu protein 14.63 g, lemak 0.51 g, karbohidrat 0.27 g, kalsium 2.93 mg, phosfat 370 mg dan besi 0.617 mg. Selain itu, kandungan gizi yang baik membuat ikan mujair menjadi pilihan yang menarik bagi konsumen.

Studi terkini, seperti yang dilakukan oleh Syahril dkk. (2016), menunjukkan bahwa ikan mujair memiliki kandungan gizi yang cukup baik, termasuk protein, lemak, karbohidrat, kalsium, fosfat, dan besi. Namun, kelestarian ikan mujair dapat terancam oleh masalah pencemaran logam berat, terutama merkuri (Hg). Menurut Moenir (2010), merkuri (Hg) adalah salah satu jenis logam berat yang sangat berbahaya, sangat beracun dan sangat bioakumulatif. Logam berat tersebut yang terkontaminasi dengan tanah dapat sampai pada rantai makanan yang pada akhirnya dapat membahayakan kehidupan manusia. Penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Suseno dkk. (2010), menunjukkan bahwa pencemaran merkuri dapat menyebabkan kematian pada ikan dan memiliki dampak serius bagi ekosistem perairan dan kesehatan manusia.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penggunaan ekstrak asam belimbing wuluh (*averrhoa bilimbi*) sebagai bahan alami untuk mereduksi kadar merkuri pada ikan mujair. Belimbing wuluh menonjol sebagai solusi potensial karena kandungan asam sitrat yang tinggi. Belimbing wuluh memiliki banyak kandungan bermanfaat baik dari bunga, daun, dan buahnya salah satu dari banyak kandungan tersebut adalah asam sitrat yang diketahui mampu membentuk senyawa kompleks dengan logam, sehingga disebut juga dengan senyawa penghelat logam (Fahrunnida, 2015). Daerah yang menjadi fokus utama penelitian adalah perairan sungai Bolangitang di Provinsi Sulawesi Utara, yang diduga mengalami pencemaran merkuri akibat aktivitas penambangan emas tanpa izin (PETI).

Dengan memperhatikan pentingnya menjaga kelestarian ikan mujair dan mengurangi dampak pencemaran lingkungan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan strategi penanganan yang efektif dan berkelanjutan dalam menjaga kelestarian ikan mujair dan melindungi kesehatan konsumen yang mengonsumsinya.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium yang dilaksanakan pada bulan Desember 2021 hingga Februari 2022. Penelitian ini terdiri dari dua tahapan utama, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Tahap pendahuluan dilakukan untuk mengevaluasi keberadaan paparan merkuri (Hg) pada ikan mujair yang diambil dari perairan Sungai Bolangitang, sementara tahap utama bertujuan untuk mereduksi kadar merkuri pada sampel ikan mujair menggunakan ekstrak asam belimbing wuluh. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Balai Pengujian Penerapan Mutu Hasil Perikanan (BPPMHP) Provinsi Gorontalo.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi alat tulis, kamera, serta berbagai peralatan laboratorium seperti labu alas bulat, Beaker glass, hote plate, dan lainnya. Sampel ikan mujair diambil dari tiga lokasi berbeda di Sungai Bolangitang, sementara belimbing wuluh yang digunakan sebagai bahan ekstraksi diambil di sekitar Desa Sonuo. Proses preparasi sampel melibatkan pembersihan dan pemisahan bagian daging untuk pengujian kadar merkuri, yang dilakukan dengan Anatomic Absorption Spectrophotometer (AAS).

Tahap persiapan meliputi observasi lokasi untuk pengambilan sampel ikan mujair, wawancara dengan penjaring, dan pengamatan hasil tangkapan. Pengambilan sampel dilakukan secara bertahap dari tiga titik lokasi yang berbeda, dengan total 12 ekor ikan mujair. Selanjutnya, sampel disimpan dan dibawa ke Laboratorium BPPMHP untuk pengujian kadar merkuri. Prosedur pengujian meliputi preparasi sampel, tahap digesti, pembuatan larutan standar, dan pembacaan menggunakan AAS. Analisis data dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), uji ANOVA, dan uji Duncan jika terdapat pengaruh nyata, dengan bantuan perangkat lunak IBM SPSS Statistic v.16.0. Metode ini memberikan pemahaman yang detail tentang prosedur penelitian, alat dan bahan yang digunakan, serta tahapan analisis data untuk memastikan reliabilitas dan validitas temuan penelitian.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Penelitian Pendahuluan

Pada tahap Penelitian Pendahuluan, dilakukan pengambilan sampel ikan mujair dari beberapa titik lokasi perairan di sepanjang Sungai Bolangitang untuk melihat keberadaan paparan logam berat merkuri (Hg). Hasil pengujian terhadap 12 sampel ikan mujair menunjukkan adanya variasi kadar merkuri di antara lokasi pengambilan sampel. Kadar merkuri tertinggi tercatat pada sampel dari lokasi hulu (Desa Ollot) dengan 0,19 ppm, diikuti oleh sampel dari lokasi tengah (Desa Sonuo) dengan 0,11 ppm, dan sampel dari lokasi hilir (Perairan Sungai Bolangitang) dengan 0,08 ppm. Pengujian dilakukan dengan memfokuskan pada bagian-bagian daging ikan yang berpotensi terkontaminasi merkuri. Temuan ini menjadi dasar untuk melanjutkan penelitian pada tahap utama, yaitu mereduksi kadar merkuri pada sampel ikan mujair dari tiga lokasi tersebut menggunakan ekstrak asam belimbing wuluh.

### 3.2 Penelitian Utama

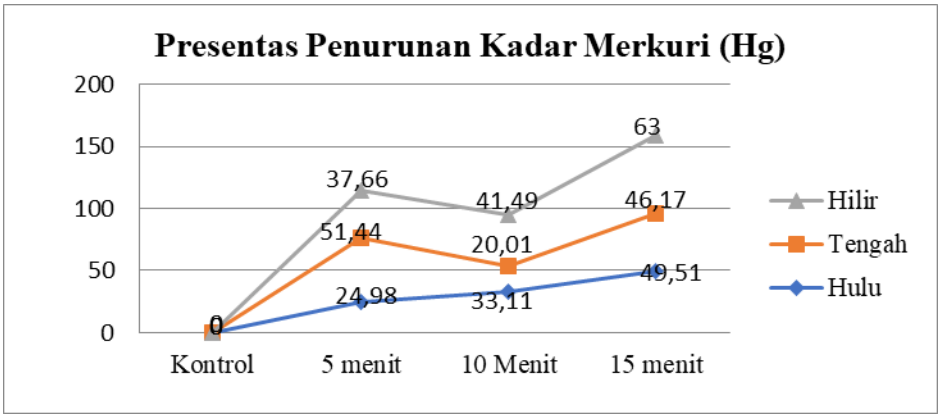
#### 3.2.1 Hasil Perubahan Kadar Logam Berat Merkuri (Hg)

Pada tahap Penelitian Utama, hasil perubahan kadar logam berat merkuri (Hg) setelah pengujian menggunakan Anatomic Absorption Spectrophotometer (ASS) menunjukkan nilai yang bervariasi untuk masing-masing sampel dari lokasi hilir, tengah, dan hulu, serta setiap perlakuan waktu pelumuran. Grafik hasil perubahan kadar logam berat merkuri (Hg) pada sampel dari ketiga lokasi tersebut menggambarkan pengaruh paparan merkuri (Hg) yang berbeda di setiap lokasi terhadap perubahan kadar logam berat merkuri (Hg). Dapat diamati bahwa kadar logam berat merkuri (Hg) pada sampel dari lokasi hulu dan tengah sungai cenderung berbeda dengan kadar merkuri (Hg) pada sampel dari lokasi hilir. Perbedaan ini disebabkan oleh dominasi tumbuhan di lokasi hulu dan tengah yang mampu menyerap kandungan merkuri (Hg) dalam air sungai. Fitoremediasi oleh tumbuhan dapat menyisihkan atau menetralkan kontaminan dalam air, menghasilkan buangan sekunder yang kurang toksik, ramah lingkungan, dan ekonomis.

Lokasi hilir, berada di ujung aliran sungai, memiliki kadar logam berat merkuri (Hg) yang lebih rendah dibandingkan dengan lokasi hulu dan tengah, sehingga tingkat perubahan kadar merkuri (Hg) yang dihasilkan juga berbeda. Semakin tinggi tingkat kontaminasi yang dihasilkan, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk proses penurunan. Sebaliknya, semakin rendah tingkat kontaminasi yang dihasilkan, semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk penurunan kadar merkuri (Hg). Pengaruh lokasi pengambilan sampel terhadap perubahan kadar logam berat merkuri (Hg) juga disebabkan oleh perbedaan kebiasaan hidup ikan di setiap lokasi, yang kemudian mempengaruhi kadar merkuri (Hg) yang dihasilkan pada masing-masing sampel. Perubahan yang paling signifikan terjadi pada sampel hilir dengan waktu pelumuran 15 menit, dengan kadar logam berat merkuri (Hg) sebesar 0,006 ppm, sedangkan pada sampel hulu dan tengah masing-masing sebesar 0,17 ppm dan 0,115 ppm.

#### 3.2.2 Hasil Presentase Penurunan Kadar Logam Berat Merkuri (Hg)

Hasil persentase penurunan kadar logam berat merkuri (Hg) pada ikan mujair yang diambil dari tiga sumber ikan (lokasi pengambilan sampel berbeda) setelah perlakuan pelumuran dengan ekstrak belimbing wuluh 50% selama waktu pelumuran kontrol, 5, 10, dan 15 menit menunjukkan variasi dalam penurunan kadar logam berat tersebut. Dari hasil tabel tersebut, terlihat bahwa nilai kadar logam berat merkuri (Hg) tertinggi terdapat pada sampel sebelum perlakuan (pre-test), yakni 0%, sementara nilai terendah ditemukan pada sampel setelah perlakuan (post-test) dengan waktu pelumuran 0, 5, 10, dan 15 menit.




Gambar 1. Presentase Penurunan Kadar Logam Berat Merkuri (Hg)

Analisis dari gambar 1 menunjukkan bahwa penurunan kadar logam berat merkuri (Hg) pada sampel ikan mujair dari berbagai lama waktu pelumuran dan lokasi pengambilan sampel tidak selalu mengalami penurunan yang signifikan. Faktor-faktor seperti tingkat cemaran merkuri (Hg) yang rendah pada lokasi hilir dapat menyebabkan penurunan yang lebih tinggi pada sampel dari lokasi ini dibandingkan dengan sampel dari lokasi hulu dan tengah. Hal ini konsisten dengan temuan yang menyatakan bahwa daya ikat logam berat merkuri (Hg) pada sampel dari lokasi hilir cenderung lebih lemah, sehingga proses penurunan lebih efektif.

Selain itu, terdapat perbedaan dalam penurunan kadar logam berat merkuri (Hg) antara berbagai lama waktu pelumuran pada masing-masing sumber ikan atau lokasi pengambilan sampel. Pengaruh lama waktu pelumuran terhadap penurunan kadar logam berat merkuri (Hg) juga dapat diamati, terutama pada sampel hilir dengan lama waktu pelumuran 15 menit, yang menunjukkan penurunan kadar sebesar 63% dari nilai sebelum perlakuan. Sedangkan nilai persentase penurunan terendah terjadi pada sampel tengah dengan lama waktu pelumuran 10 menit, menunjukkan penurunan sebesar 20.01% dari nilai sebelum perlakuan. Hal ini mengindikasikan bahwa lama waktu pelumuran memiliki pengaruh yang nyata terhadap efektivitas penurunan kadar logam berat merkuri (Hg) pada ikan mujair yang dilumuri dengan ekstrak belimbing wuluh 50%.

### 3.2.3 Kadar Logam Berat Hilir (Perairan Sungai Bolangitang)

Kadar logam berat merkuri (Hg) di perairan sungai hilir, seperti Sungai Bolangitang, memiliki dampak negatif bagi kehidupan makhluk hidup dan ekosistem sungai. Kadar merkuri yang tinggi dalam air sungai dapat membahayakan biota sungai. Hasil analisis kadar logam berat merkuri (Hg) hilir setelah perlakuan dengan ekstrak belimbing wuluh 50% menunjukkan variasi dalam hasil.

Pada perlakuan kontrol (P0), kadar logam berat merkuri (Hg) tertinggi mencapai 0.175 ppm, sementara perlakuan dengan lama waktu pelumuran 15 menit (P3) memiliki kadar terendah, yaitu 0.06 ppm. Hasil uji statistika ANOVA menunjukkan bahwa lama waktu pelumuran dengan ekstrak belimbing wuluh 50% memberikan pengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap kadar logam berat merkuri (Hg) pada ikan mujair.

Analisis lebih lanjut dengan uji Duncan menunjukkan bahwa kadar logam berat merkuri (Hg) hilir pada perlakuan kontrol (P0) secara signifikan berbeda dengan perlakuan lainnya (P1, P2, dan P3), sementara perlakuan P2 dan P3 tidak berbeda secara signifikan. Perbedaan ini dapat dijelaskan oleh efek dari penambahan ekstrak belimbing wuluh 50%, yang telah terbukti memiliki dampak signifikan dalam menurunkan kadar logam berat merkuri (Hg) pada ikan mujair.

Perlakuan P0 (kontrol) menunjukkan kadar logam berat merkuri (Hg) tertinggi karena belum adanya penambahan ekstrak belimbing wuluh 50%. Konsep ini konsisten dengan prinsip bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan, semakin cepat reaksi terjadi dengan senyawa lain dalam lingkungan. Penurunan kadar logam berat merkuri (Hg) pada perlakuan P3 (15 menit) dapat dijelaskan oleh interaksi antara ekstrak belimbing wuluh dan logam berat tersebut. Kompleks senyawa yang terbentuk antara asam sitrat dalam ekstrak belimbing wuluh dan logam berat merkuri (Hg) berkontribusi pada penurunan kadar tersebut, sesuai dengan penelitian sebelumnya.

### 3.2.4 Kadar Logam Berat Tengah (Desa Sonuo)

Ketika logam berat merkuri (Hg) masuk ke dalam lingkungan perairan, misalnya di tengah sungai, kemudian menempel pada plankton dan berpindah ke biota air lainnya, hal ini menjadi risiko serius bagi ekosistem sungai dan kesehatan manusia. Manusia dapat mengakumulasi logam berat merkuri (Hg) melalui

konsumsi makanan tercemar merkuri (Hg), seperti ikan dan kerang yang berasal dari perairan tercemar (Narasiang, 2015).

Hasil analisis kadar logam berat merkuri (Hg) di tengah perairan sungai dengan penggunaan ekstrak belimbing wuluh 50% mengungkapkan hasil yang bervariasi. Kadar logam berat merkuri (Hg) tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol (P0) dengan nilai 0.225 ppm, sementara kadar terendah terdapat pada perlakuan dengan lama waktu pelumuran 15 menit (P3) dengan nilai 0.115 ppm.

Uji statistika ANOVA menunjukkan bahwa lama waktu pelumuran dengan ekstrak belimbing wuluh 50% memberikan pengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap kadar logam berat merkuri (Hg) pada ikan mujair di tengah sungai. Hasil uji Duncan menegaskan bahwa kadar logam berat merkuri (Hg) tengah pada perlakuan kontrol (P0) secara signifikan berbeda dengan perlakuan lainnya (P1 dan P2), sedangkan perlakuan P1 dan P2 berbeda secara signifikan dengan P3, namun P1 dan P2 tidak berbeda secara signifikan.

Penambahan ekstrak belimbing wuluh 50% mempengaruhi penurunan kadar logam berat merkuri (Hg) di tengah sungai. Hal ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi asam berpengaruh terhadap penurunan kadar logam berat (Buwono dkk., 2005). Waktu pelumuran dengan ekstrak asam juga berpengaruh nyata terhadap penurunan logam berat merkuri pada biota perairan. Semakin lama waktu pelumuran dan semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan, maka semakin besar efek reduksi atau persentase penurunan kadar logam berat merkuri (Hg) yang dihasilkan.

### 3.2.5 Kadar Logam Berat Hulu (Desa Ollot)

Logam berat merkuri (Hg) merupakan salah satu zat paling beracun yang, jika masuk ke dalam perairan sebagai limbah, dapat menyebabkan kerusakan ekosistem dan memiliki dampak serius terhadap kesehatan manusia, termasuk kerusakan pada otak dan ginjal (Stansheva dkk., 2013).

Hasil analisis kadar logam berat merkuri (Hg) di hulu sungai dengan penggunaan ekstrak belimbing wuluh 50% mengungkapkan perbedaan nilai antar perlakuan. Kadar logam berat merkuri (Hg) tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol (P0) dengan nilai 0.375 ppm, sedangkan kadar terendah terdapat pada perlakuan dengan lama waktu pelumuran 15 menit (P3) dengan nilai 0.17 ppm.

Uji statistik ANOVA menunjukkan bahwa lama waktu pelumuran dengan ekstrak belimbing wuluh 50% memberikan pengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap kadar logam berat merkuri (Hg) pada ikan mujair di hulu sungai. Hasil uji Duncan menunjukkan perbedaan signifikan antara semua perlakuan terhadap kadar logam berat merkuri (Hg) di hulu.

Kadar logam berat merkuri (Hg) tertinggi pada perlakuan kontrol (P0) disebabkan oleh ketiadaan penambahan ekstrak belimbing wuluh 50%. Hal ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi asam mengakibatkan penurunan kadar merkuri yang dihasilkan (Purnamasari dkk., 2013).

Penurunan kadar logam berat merkuri (Hg) di hulu sungai pada perlakuan P3 (15 menit) disebabkan oleh penambahan ekstrak belimbing wuluh 50% dan lama waktu pelumuran. Menurut Mus dan Leksono (2004), proses pelumuran yang lebih lama memungkinkan penetrasi asam lebih dalam ke dalam daging ikan, yang kemudian menyebabkan kondisi asam dan mengakibatkan penurunan kadar logam berat merkuri (Hg).

Asam sitrat, yang terkandung dalam belimbing wuluh, merupakan agen kkelating yang mampu mengikat ion logam. Ketika asam tersebut bereaksi dengan ion logam, ion-ion tersebut akan terlarut dalam larutan yang sangat asam, membentuk senyawa kompleks atau senyawa sitrat yang larut, sehingga terjadi penurunan kadar logam berat merkuri (Hg) dalam ikan (Ulfah et al., 2014; Soliha et al., 2016).

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN/REKOMENDASI

### 4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa lama waktu pelumuran dengan konsentrasi 50% berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar logam berat merkuri (Hg) pada sampel ikan mujair. Perbedaan paling mencolok terlihat pada lokasi hilir (perairan Sungai Bolangitang) dengan lama waktu pelumuran 15 menit, di mana terjadi penurunan kadar logam berat merkuri sebesar 63% menjadi 0.06 ppm. Begitu pula pada lokasi tengah (Desa Sonuo) dengan lama waktu pelumuran 10 menit, dan lokasi hulu (Desa Ollot) dengan lama waktu pelumuran 5 menit, di mana terjadi penurunan masing-masing sebesar 20.01% dan 24.98%. Temuan ini menunjukkan bahwa efektivitas penurunan kadar logam berat merkuri (Hg) paling optimal terjadi pada lokasi hilir (perairan Sungai Bolangitang) dengan lama waktu pelumuran 15 menit menggunakan ekstrak asam belimbing wuluh 50%.

### 4.2 Saran/Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan yang melibatkan pengujian kadar merkuri (Hg) pada organisme ikan jenis lain yang menghuni perairan Sungai Bolangitang. Selain itu, penelitian lanjutan juga perlu dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas ekstrak asam organik dari

berbagai jenis buah-buahan atau tumbuhan lain dalam menurunkan kadar logam berat merkuri (Hg). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang upaya pengendalian pencemaran logam berat merkuri (Hg) dalam ekosistem perairan sungai tersebut.

## REFERENSI


Buwono, D., Lestari, L., & Suherman, H. (2005). Reducing effort of Hg, Pb. Mytilus Viridis Linn. With concentration and retention time of Na2CaEDTA differ. *Jurnal Bionatura, 7*(3), 192-204.

Fahrunnida, F. (2015). Kandungan saponin buah, daun dan tangkai daun belimbing wuluh (Averrhoa bilimbi L.). *Prosiding KPSDA, 1*(1), 220-224.

Lestari, M. M. (2023) *Efektivitas penambahan larutan asam jawa terhadap penurunan kadar timbal pada kerang hijau (Perna Viridis L.) di Kalibaru Timur dan Kamal Muara* (Thesis, Fakultas Sains Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).

Moenir, M. (2010). Kajian fitoremediasi sebagai alternatif pemulihan tanah tercemar logam berat. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan dan Pencemaran Industri, 1*(2), 115-123.

Mus, S., Leksono, T. (2014). *Studi Mutu dan Preferensi Konsumen Terhadap Marinade Kerang Bulu (Anadara inequivalvis)*. Universitas Riau, Pekan Baru.

Purnamasari, C., Hidajati, N., & Taufikurohmah, T. (2013). Pengaruh infiltrasi nanogold dalam bentuk krem pada organ paru-paru mencit (mus musculus) setelah terpapar merkuri (influence of nanogold infiltration based on cream for mice lungs (mus musculus) after exposed by mercury). *Unesa Journal of Chemistry, 2*(3), 45-52.

Putri, V. P., Satiti, N. R., & Anggriani, R. (2023). Pendampingan Pengolahan Ikan Mujair Karang Taruna Desa Dadapan Kecamatan Wajak. *Jurnal Pengabdian Masyarakat, 4*(1), 22-37.

Setianto, D. (2012). *Budidaya Ikan Mujair di Berbagai Media Pemeliharaan*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.

Stancheva, M., Makedonski, L., & Petrova, E. (2013). Determination of heavy metals (Pb, Cd, As and Hg) in Black Sea grey mullet (Mugil cephalus). *Bulgarian Journal of Agricultural Science, 19*(1), 30-34.

Suseno, H., Hudiyono, S., Budiawan, W. (2010). Bioakumulasi Merkuria Anorganik dan Metil Merkuri Oleh Oreochromis mossambicus: Pengaruh Konsentrasi Merkuri Anorganik dan Metil Merkuri Dalam Air. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah,* 2010, 13-49.

Syahrir, S., Soekendarsi, E., & Hasyim, Z. (2016). Perbandingan kandungan zat gizi ikan mujair Oreochormis mossambica Danau Universitas Hasanuddin Makasasar dan Ikan Danau Mawang Gowa. *BIOMA: Jurnal Biologi Makassar, 1*(1), 1-10.

Ulfah, S., Rachmadiarti, F., & Raharjo. (2014). Upaya penurunan logam berat timbal pada Mystus nigriceps di Kali Surabaya menggunakan filtrat kulit nanas. *LenteraBio, 3*(1), 103–108.