

LAPORAN SKRIPSI

**TINGKAT KONTAMINASI MERKURI PADA IKAN
AIR LAUT AKIBAT ASGM (*ARTISANAL AND SMALL-
SCALE GOLD MINING*) DAN RISIKO KONSUMSINYA**



BUNGA ALODIA

18.II.0160

**JURUSAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
SEMARANG**

2022

**TINGKAT KONTAMINASI MERKURI PADA IKAN AIR
LAUT AKIBAT ASGM (*ARTISANAL AND SMALL-SCALE
GOLD MINING*) DAN RISIKO KONSUMSINYA**

***LEVEL OF MERCURY CONTAMINATION IN SEA WATER
FISH DUE TO ASGM (ARTISANAL AND SMALL GOLD
MINING) AND THE RISK OF CONSUMPTION***

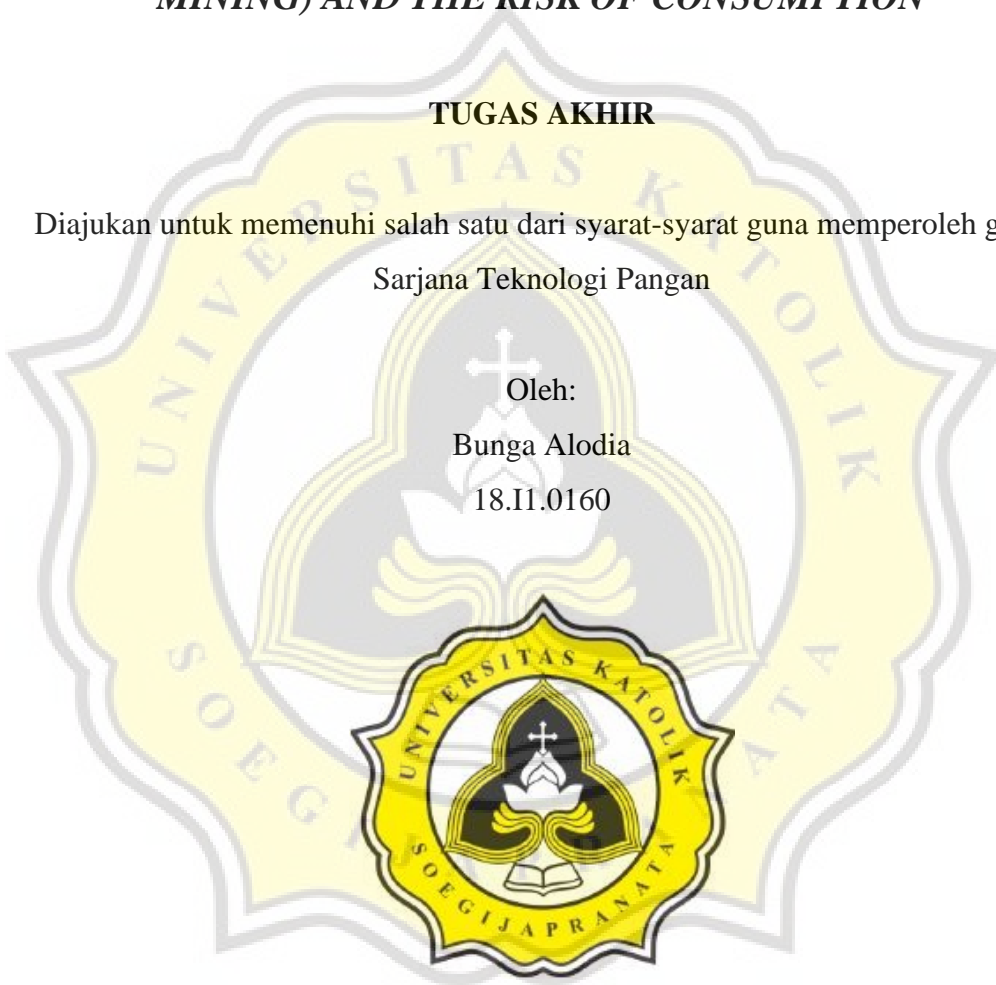
TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu dari syarat-syarat guna memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pangan

Oleh:

Bunga Alodia

18.II.0160



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
SEMARANG**

2022

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bunga Alodia
NIM : 18.11.0160
Fakultas : Teknologi Pertanian
Program Studi: Teknologi Pangan

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam pembuatan skripsi yang berjudul **“TINGKAT KONTAMINASI DAN RISIKO KONSUMSI MERKURI PADA IKAN AIR LAUT AKIBAT ASGM (ARTISANAL AND SMALL-SCALE GOLD MINING) DAN RISIKO KONSUMSINYA”** tidak mengandung hasil karya yang pernah diajukan oleh siapa pun untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi mana pun, baik perguruan tinggi negeri maupun perguruan tinggi swasta, dan sepanjang yang saya tahu juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila pada suatu hari nanti ternyata terbukti bahwa keseluruhan atau sebagian dari isi skripsi ini merupakan hasil plagiasi, maka saya rela gelar kesarjanaan saya dibatalkan dengan segala akibat hukumnya sesuai dengan peraturan yang telah berlaku di Universitas Katolik Soegijapranata dan/atau peraturan perundang-undangan yang telah ditetapkan.

Semarang, 7 Juli 2022

Yang menyatakan,



Bunga Alodia

HALAMAN PENGESAHAN

TINGKAT KONTAMINASI DAN RISIKO KONSUMSI MERKURI PADA IKAN AIR LAUT AKIBAT ASGM (ARTISANAL AND SMALL-SCALE GOLD MINING) DAN RISIKO KONSUMSINYA

LEVEL OF MERCURY CONTAMINATION IN SEA WATER FISH DUE TO ASGM (ARTISANAL AND SMALL GOLD MINING) AND THE RISK OF CONSUMPTION

Diajukan oleh :

Bunga Alodia

18.11.0160

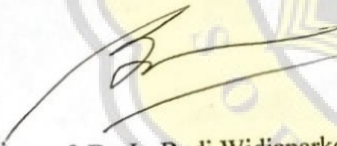
Program Studi: Teknologi Pangan

Telah disetujui, tanggal 11 Juli 2022

Oleh :


Semarang, 11 Juli 2022

Dosen Pembimbing I


Prof. Dr. Ir. Budi Widianarko, M.Sc

NPP: 0581.1994.157

Dosen Pembimbing II


Mellia Harumi, S.Si, M.Sc.

NPP: 0581.2019.383

Dekan


Dr. Dra. Laksmi Hartajanie, MP.

NPP: 0581.2012.281

**HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bunga Alodia

Program Studi : Teknologi Pangan

Fakultas : Teknologi Pertanian

Jenis Karya : *Review*

Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Non-eksklusif atas karya ilmiah yang berjudul “TINGKAT KONTAMINASI DAN RISIKO KONSUMSI MERKURI PADA IKAN AIR LAUT AKIBAT ASGM (*ARTISANAL AND SMALL-SCALE GOLD MINING*) DAN RISIKO KONSUMSINYA” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Katolik Soegijapranata berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir ini selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, 7 Juli 2022

Yang menyatakan,



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “TINGKAT KONTAMINASI DAN RISIKO KONSUMSI MERKURI DALAM IKAN AIR LAUT AKIBAT *ARTISANAL AND SMALL-SCALE GOLD MINING*” dengan baik. Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pangan pada Program S-1 Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Penulis menyadari bahwa dalam proses pembuatan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari doa bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Sehingga pada kesempatan ini penulis dengan segenap hati ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus atas berkat, penyertaan, dan kekuatan yang telah diberikan selama penulis menempuh studi hingga menyelesaikan laporan skripsi,
2. Bapak Dr. Dra. Laksmi Hartajanie, MP. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Budi Widianarko, M.Sc. selaku dosen pembimbing I yang dengan sepenuh hati membimbing dan memberikan masukan terbaik kepada penulis dari awal penulisan hingga akhir.
4. Ibu Mellia Harumi, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang dengan sepenuh hati membimbing dan memberikan masukan terbaik kepada penulis dari awal penulisan hingga akhir.
5. Dr. Ir. Sumardi, M.Sc selaku dosen wali yang telah membimbing dan memberi motivasi kepada penulis selama menempuh studi hingga menyelesaikan laporan skripsi.
6. Seluruh Dosen Fakultas Teknologi Pertanian yang selama ini telah memberikan ilmu pengetahuan dari semester awal hingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi.

7. Mama, segenap keluarga, dan teman-teman khususnya Viola, Devi, Vale, Qalista, Kezia, Krisna, dan Candra yang telah memberikan dukungan doa dan motivasi kepada penulis dalam studi dan menyelesaikan laporan skripsi.
8. Seluruh pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis meminta maaf dan bersedia menerima saran dan masukan yang membangun untuk dapat menjadi perbaikan penulis di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap laporan ini dapat berkontribusi dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi setiap pembaca. Terima kasih, Tuhan Yesus memberkati.

Semarang, 7 Juli 2022

Penyusun,



Bunga Alodia

RINGKASAN

Ikan air laut adalah pangan sumber protein yang memiliki berbagai manfaat kesehatan. Kesadaran akan pentingnya nutrisi dan kesehatan dalam pangan mendorong peningkatan konsumsi ikan air laut. Di sisi lain, ikan adalah sumber keterpaparan utama manusia terhadap merkuri. Oleh karena itu, muncul masalah keamanan pangan terkait cemaran merkuri dalam ikan. Sumber polusi merkuri terbesar di dunia berasal dari aktivitas ASGM (*Artisanal and Small-scale Gold Mining*). Dalam proses *amalgamation*, merkuri ditambahkan pada bijih untuk mengikat emas dan membentuk amalgam yang kemudian dipanaskan agar merkuri menguap. *Tailing amalgamation* yang mengandung merkuri dibuang ke sungai sehingga mencemari lingkungan akuatik (air dan sedimen), mengalir ke lautan, dan terakumulasi dalam ikan air laut. Dalam lingkungan akuatik, merkuri ASGM yang berbentuk senyawa anorganik elemental dapat mengalami biometilasi menjadi bentuk organik MeHg (metil merkuri) yang bersifat sangat toksik. Hampir seluruh merkuri yang terakumulasi dalam ikan air laut ada dalam bentuk senyawa organik MeHg.

Review ini dilakukan untuk menganalisis tingkat kontaminasi merkuri dalam ikan air laut yang terdampak oleh aktivitas ASGM dan risiko konsumsinya di Indonesia maupun dunia. Dikumpulkan data penelitian konsentrasi merkuri dalam ikan air laut yang terdampak ASGM dan didapatkan data dari 8 negara yang tersebar di wilayah Asia (Indonesia dan Filipina), Amerika Selatan (Brazil, Meksiko, Kolombia, dan Suriname), dan Afrika Barat (Ghana dan Senegal). Setelah data terkumpul, dilakukan kalkulasi EDI (*Estimated Daily Intake*), HQ (*Hazard Quotient*), dan CR_{lim} (*Maximum Allowable Consumption Rate*) di tiap wilayah dan negara berdasarkan konsentrasi maksimum dan minimum yang didapatkan.

Ditemukan konsentrasi merkuri dalam ikan air laut melebihi standar WHO $0,5 \mu\text{g/g ww}$ pada semua wilayah, dengan nilai konsentrasi tertinggi mencapai 16 kali lipat dari standar WHO. HQ maksimum dari semua wilayah melebihi nilai 1 dan mengindikasikan bahwa konsumsi ikan air laut yang tercemar merkuri ASGM di Asia, Amerika Selatan, dan Afrika Barat berpotensi mengakibatkan bahaya kesehatan non-karsinogenik, terutama pada spesies ikan predator seperti ikan Hiu, Tuna, dan Makarel dan potensi paling tinggi ditemukan di Amerika Selatan. Berdasarkan negara, $HQ_{max} > 1$ ditemukan di semua negara, kecuali Filipina dan Senegal dan paling tinggi di Mexico, diikuti oleh Indonesia. Negara dengan potensi risiko kesehatan non-karsinogenik perlu lebih memperhatikan konsumsi harian ikan air laut dari perairan yang tercemar, agar tidak melebihi *Maximum Allowable Consumption Rate* yang diperkirakan aman terutama bagi penduduk pesisir perairan laut yang tercemar.

SUMMARY

Seawater fish is a food source of protein that has various health benefits. The awareness of the importance of nutrition and health in food encourages increased consumption of seawater fish. On the other hand, fish is the main source of human exposure to mercury. Therefore, food safety issues arise from fish related to mercury contamination. The largest source of mercury pollution in the world comes from ASGM (Artisanal and Small-scale Gold Mining). In the amalgamation process, mercury is added to ore to bind gold and form amalgam which is then heated so that the mercury evaporates. Tailings from amalgamation containing mercury are disposed into rivers and pollutes the aquatic environment (water and sediment), flows into the oceans, and accumulates in seawater fish. In the aquatic environment, mercury from ASGM in the form of inorganic compound can undergo biomethylation into the organic form of MeHg (methyl mercury) which is highly toxic. Almost all of the mercury that accumulates in seawater fish is in the organic form of MeHg.

This review was conducted to analyze the contamination of mercury in seawater fish that is affected by ASGM activity and the consumption risk in Indonesia and also worldwide. Research data obtained on mercury concentrations in seawater fish that is affected by ASGM comes from 8 countries that is spread across Asia (Indonesia and the Philippines), South America (Brazil, Mexico, Colombia, and Suriname), and West Africa (Ghana and Senegal). After the data is collected, the EDI (Estimated Daily Intake), HQ (Hazard Quotient) and CRLim (Maximum Allowable Consumption Rate) calculations are carried out in each region and country.

It was found that the concentration of mercury in seawater fish exceeded the WHO standard of 0.5 g/g ww in all regions, with the highest concentration value reaching 16 times the WHO standard. The maximum HQ from all regions exceeds a value of 1 and indicates that consumption of ASGM's mercury-contaminated seawater fish in Asia, South America, and West Africa has the potential to cause non-carcinogenic health hazard, especially from the consumption of predatory fish species such as Shark, Tuna, and Mackerel with the highest potential for found in South America. $HQ_{max} > 1$ was found in all countries, except in the Philippines and Senegal and was highest in Mexico, followed by Indonesia. Countries with potential non-carcinogenic health risks need to pay more attention to the daily consumption of seawater fish from ASGM polluted waters, to not exceed the Maximum Allowable Consumption Rate which is estimated to be safe, especially for coastal residents of polluted marine waters.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINAS.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	ii
KATA PENGANTAR	iv
RINGKASAN	vi
SUMARRY	viI
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tinjauan Pustaka	4
1.3. Identifikasi Masalah	15
1.4. Tujuan <i>Review</i>	15
2. METODE.....	16
2.1. Identifikasi Masalah	16
2.2. Perumusan Kata Kunci dan Pengumpulan literatur	17
2.3. Penyaringan Literatur.....	17
2.4. Analisis dan Tabulasi Data	18
2.5. Diagram Konseptual.....	18
3. HASIL.....	19
3.1. Situs ASGM dan Kontaminasi Merkuri di Lingkungan Akuatik.....	19
3.2. Konsentrasi Merkuri dalam Ikan Air Laut yang Terdampak ASGM.....	37
3.3. Temuan Studi	49
3.4. Risiko Konsumsi	57
4. PEMBAHASAN	62
4.1. Pencemaran ASGM dan Kontaminasi Ikan	62
4.2. Risiko Konsumsi	71
5. KESIMPULAN DAN SARAN\.....	76
6. DAFTAR PUSTAKA	77

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Publikasi Review Sebelumnya.....	15
Tabel 2. Tipologi ASGM di Indonesia.....	23
Tabel 3. Tipologi ASGM di Asia, Amerika Selatan, dan Afrika Barat	28
Tabel 4. Konsentrasi Merkuri dalam Sedimen Akuatik.....	32
Tabel 5. Konsentrasi Merkuri dalam Kolom Air	36
Tabel 6. Konsentrasi merkuri dalam ikan air laut berdasarkan provinsi.....	37
Tabel 7. Konsentrasi Merkuri dalam Ikan Air Laut di Indonesia	39
Tabel 8. Konsentrasi merkuri dalam ikan air laut berdasarkan negara dan wilayah	43
Tabel 9 Data Penelitian Konsentrasi Merkuri dalam Ikan Air Laut di Asia, Amerika Selatan, dan Afrika Barat	44
Tabel 10. Spesies Ikan dengan Konsentrasi Merkuri Tinggi	48
Tabel 12. Konsentrasi THg dan MeHg pada Ikan Air Laut.....	53
Tabel 13. Konsentrasi Merkuri Berdasarkan Jenis Diet.....	54
Tabel 14. Konsentrasi Merkuri dalam Ikan yang Bernilai Tinggi Secara Komersial	56
Tabel 15. Estimated Daily Intake merkuri berdasarkan wilayah	59
Tabel 16. Estimated Daily Intake merkuri berdasarkan negara	59
Tabel 17. <i>Hazard Quotient</i> merkuri berdasarkan wilayah	60
Tabel 18. <i>Hazard Quotient</i> merkuri berdasarkan negara	60
Tabel 19. CR_{lim} ikan air laut berdasarkan wilayah.....	61
Tabel 20. CR_{lim} ikan air laut berdasarkan negara.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Produksi Global Hasil Penangkapan Ikan dan Akuakultur	2
Gambar 2. Perkiraan Penggunaan Merkuri Tahunan dalam ASGM.....	4
Gambar 3. Siklus merkuri dalam lingkungan akuatik.....	10
Gambar 4. Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	16
Gambar 5. Diagram Konseptual.....	18
Gambar 6. Distribusi Penelitian Berdasarkan Lokasi	19
Gambar 7. Kontaminasi Ikan Air Laut pada Perairan Terdampak dan Situs Referensi	49
Gambar 8. Konsentrasi merkuri dalam ikan air laut dan kolom air	50
Gambar 9. Konsentrasi Merkuri dalam Ikan dengan Metode Whole Ore Amalgamation dan Concentrate Amalgamation	51
Gambar 10. Konsentrasi Merkuri dalam Jaringan Hati dan Otot Ikan Air Laut....	52
Gambar 11. Rata-rata konsumsi ikan air laut berdasarkan negara.....	57

