

LITERATUR REVIEW: RISIKO KESEHATAN MELALUI KONSUMSI IKAN YANG MENGANDUNG LOGAM BERAT NIKEL (Ni)

LITERATURE REVIEW: HEALTH RISKS THROUGH COMSUMPTION OF FISH CONTAINING HEAVY METAL NICKEL (Ni)

Sri Damayanty¹, Misdayanti², Ainurafiq³

Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu – Ilmu Kesehatan, Institut Teknologi dan Kesehatan Avicenna, Indonesia

email: damayanty.sri@gmail.com

Abstrak

Industri logam berat Nikel menyumbang limbah ke badan perairan. Logam berat dalam perairan yang relatif kecil pun akan diserap dan terakumulasi secara biologis oleh tanaman dan biota air, kemudian terlibat dalam sistem jaring makanan. Ikan kecil menjadi termakan oleh ikan besar dan akhirnya dikonsumsi oleh manusia. Artikel ini mereview sepuluh jurnal internasional dan dua jurnal nasional untuk mengkonfirmasi risiko kesehatan akibat konsumsi ikan yang mengandung Nikel. Kata kunci pencarian sumber yang digunakan adalah risiko kesehatan logam Nikel melalui konsumsi ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui risiko kesehatan penduduk akibat pajanan Nikel melalui konsumsi ikan. Metode yang digunakan adalah literature review (*study literature*). Hasil yang diperoleh adalah umumnya konsentrasi Nikel di perairan dan organ tubuh ikan belum melewati batas aman yang ditetapkan. Nilai Ambang Batas (NAB) yang ditetapkan oleh Kepmen LH No. 51 Tahun 2004, untuk perairan adalah 0,075 mg/l dan untuk biota laut adalah 0,05 ppm (0,05 mg/kg), juga pada nilai *Target Hazard Quotient* menunjukkan bahwa konsumsi ikan yang mengandung Nikel semuanya kurang dari 1, artinya konsumsi ikan dari perairan yang tercemar Nikel tersebut masih aman bagi kesehatan. Namun nilai *Target Cancer Risk* rata-rata menunjukkan bahwa konsumsi ikan yang mengandung Nikel secara terus menerus selama 70 tahun, berisiko karsinogenik artinya dapat menyebabkan kanker pada manusia. Kesimpulan bahwa konsentrasi Nikel di perairan dan organ tubuh ikan belum melewati ambang batas yang ditetapkan, jadi konsumsi ikan dari perairan tersebut masih pada level yang aman.

Kata kunci: Ikan; Logam berat; Nikel; Risiko kesehatan.

Abstract

The nickel heavy metal industry contributes waste to water bodies. Heavy metals in even relatively small amounts of water will be absorbed and biologically accumulated by plants and aquatic biota, then involved in the food web system. Small fish become eaten by big fish and eventually consumed by humans. This article reviews ten international and two national journals to confirm the health risks of consuming fish containing Nickel. The source search keywords used are health risks of Nickel metal through fish consumption. This study aims to determine the population's health risks due to Nickel exposure through fish consumption. The method used is a literature review (literature study). The results are generally that the concentration of Nickel in the waters and fish organs has stayed within the set safe limits. The Threshold Value (NAV) stipulated by the Minister of Environment Decree No. 51 of 2004 for waters is 0.075 mg/l, and for marine biota, it is 0.05 ppm (0.05 mg/kg). Also, the Target Hazard Quotient value shows that consumption of fish containing Nickel is less than 1, meaning fish consumption from nickel-polluted waters is still safe for health. However, the average Target Cancer Risk value shows that continuous consumption of fish containing Nickel for 70 years carries a carcinogenic risk, meaning it can cause cancer in humans. The conclusion is that the nickel concentration in the waters and fish organs has not exceeded the specified threshold, so fish consumption from these waters is still safe.

Keywords: Fish; Heavy metal; Nickel; Health risks.

Received: July 5th, 2023; 1st Revised July 17th, 2023; 2nd Revised August 9th, 2023;
Accepted for Publication: September 5th, 2023

© 2023 Sri Damayanty, Misdayanti, Ainurafiq
Under the license CC BY-SA 4.0

1. PENDAHULUAN

Sungai dan laut oleh sebagian besar masyarakat masih dianggap sebagai keranjang sampah. Sementara berbagai kegiatan manusia di daratan menghasilkan sisa atau residu seperti limbah domestik, pertanian dan perindustrian yang selalunya bermuara ke sungai dan laut. Pengelolaan lingkungan masih belum menjadi prioritas, khusus bagi pengusaha dan pengambil keputusan belum maksimal dalam mengadopsi aspek lingkungan pada setiap kebijakan. Misalnya saja mengenai limbah buangan hasil usaha pertambangan. Aktivitas tambang nikel merupakan salah satu pertambangan yang sangat banyak ditemukan di beberapa daerah di Indonesia. Nikel adalah logam putih keperakan yang keras, yang memiliki sifat yang membuatnya sangat diinginkan untuk digabungkan dengan logam lain untuk membentuk campuran yang disebut paduan.

Adanya pencemaran logam berat dalam suatu perairan perlu mendapat perhatian yang serius dari berbagai pihak. Karena adanya logam berat dalam perairan yang relatif kecilpun akan sangat mudah diserap dan terakumulasi secara biologis oleh tanaman atau hewan air dan akan terlibat dalam sistem jaring makanan. Kandungan logam berat dalam biota air biasanya akan bertambah dari waktu ke waktu karena bersifat bioakumulatif, sehingga biota air dapat digunakan sebagai indikator pencemaran logam dalam perairan (1).

Kegiatan industri yang ada di sekitar perairan akan menyumbang limbah logam berat ke badan perairan. Bahan yang mengandung logam berat yang terbuang di perairan lalu

termakan oleh mikroorganisme. Mikroorganisme tersebut dimakan oleh ikan sehingga logam berat terakumulasi dalam jaringan tubuh ikan. Ikan kecil menjadi rantai makanan ikan besar dan akhirnya dikonsumsi oleh manusia.

Konsumsi makanan yang terkontaminasi merupakan sumber utama paparan manusia terhadap risiko logam berat (2). Kehadiran logam berat pada ikan komersial dapat menimbulkan potensi risiko kesehatan bagi manusia (3)(4)(5). Oleh karena itu, penting untuk mengetahui tingkat dan konsentrasi kandungan logam berat dalam organisme air untuk memastikan bahwa logam tersebut tidak membahayakan manusia dan mempertahankan konsentrasi di bawah tingkat yang diizinkan (6)(7)(8)(9)(10). Pencemaran logam berat semakin diakui sebagai masalah lingkungan yang serius oleh para pecinta lingkungan, tingkat toksisitas yang tinggi, persistensi, dan potensi akumulasi di dalam tubuh manusia menimbulkan ancaman kesehatan yang serius bagi penduduk perkotaan (2).

Penulis bermaksud mengetahui risiko kesehatan manusia akibat paparan nikel melalui konsumsi ikan dari perairan tercemar, sehingga penulis melakukan kajian terhadap beberapa literatur terkait.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penyusunan karya tulis ilmiah ini adalah literatur review (*study literature*) yaitu penelitian yang dilakukan hanya berdasarkan atas karya tertulis, termasuk hasil penelitian baik yang telah maupun yang belum dipublikasikan. Metode jenis ini merupakan

serangkaian penelitian yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, atau penelitian yang objek penelitiannya digali melalui beragam informasi kepustakaan (buku, ensiklopedia, jurnal ilmiah, dokumen) bukan melalui pengamatan langsung. Dalam penelitian ini penulis mendapatkan artikel melalui pencarian di situs publikasi ilmiah baik dalam negeri maupun luar negeri yang selanjutnya dilakukan review oleh penulis.

Kajian Literatur

Nikel (Ni)

Nikel adalah elemen ke-28 dalam tabel periodik. Ini adalah logam perak-putih yang ditemukan di beberapa tingkat oksidasi (mulai dari -1 hingga +4), namun, tingkat oksidasi +2 [Ni (II)] adalah yang paling umum dalam sistem biologis. Nikel dengan mudah membentuk paduan yang mengandung Nikel, yang semakin banyak digunakan dalam teknologi modern selama lebih dari seratus tahun sekarang. Input global Nikel ke lingkungan manusia masing-masing adalah sekitar 150.000 dan 180.000 metrik ton per tahun dari sumber alami dan antropogenik, termasuk emisi dari konsumsi bahan bakar fosil, dan produksi industri, penggunaan, dan pembuangan senyawa dan paduan nikel.

Bahaya yang ditimbulkan oleh logam berat, seperti nikel, sepenuhnya disebabkan oleh ulah manusia dan kelompok tertentu yang terpapar logam berat di tempat kerja adalah korban utama dari toksisitas tersebut. Efek racun terbatas pada sekelompok kecil individu yang terpapar logam beracun di tempat kerja mereka. Selama beberapa dekade terakhir, masalah kesehatan yang berhubungan dengan

toksisitas logam jejak lebih menonjol daripada pemahaman mengenai masalah kesehatan kerja pada individu yang terpapar secara profesional. Cakupan perubahan lingkungan yang luas di udara, air dan tanah, melalui industrialisasi, urbanisasi, transportasi dan penggunaan bahan kimia secara berlebihan dalam industri yang berhubungan dengan pertanian telah mengancam kesejahteraan fisik individu melalui nutrisi dan telah menimbulkan kekhawatiran besar dalam hal kesehatan. paparan logam jejak tertentu (11).

Logam Berat Nikel (Ni) pada Lingkungan

Logam berat merupakan polutan perairan yang penting dengan sifat nonbiodegradable dan bioakumulasi, toksisitas tinggi, dan persistensi yang lama. Sumber utama pencemaran logam berat ke sungai adalah kerak bumi. Selain itu, logam berat diketahui ditransmisikan ke sungai melalui limbah industri yang diarahkan ke sungai. Organisme laut mengakumulasi kontaminan ini terutama dengan penyerapan melalui kulit dan insang melalui kontak permukaan dengan sedimen, limbah industri, dan air limbah, serta melalui makanan yang mereka konsumsi. Sehingga berfungsi sebagai sumber paparan sekunder pada manusia (12).

Logam berat ini masuk melalui insang ikan dan organ lainnya terakumulasi di berbagai bagian tubuh ikan hingga mencapai tingkat toksik. Studi sebelumnya telah mengkonfirmasi bahwa logam berat dapat masuk ke dalam rantai makanan melalui proses alami dan antropogenik dan menyebabkan toksisitas pada organisme air bahkan pada konsentrasi rendah. Asupan logam berat dalam waktu lama melalui

bahan makanan seperti ikan dapat menyebabkan akumulasi kronis, yang akibatnya dapat menyebabkan kerusakan organ dan jaringan. Efek konsekuensi dari akumulasi logam adalah mutagenesis, karsinogenesis, teratogenesis, deformasi, dan kerusakan organ (12).

Logam-logam non-esensial seperti nikel (Ni) sangat beracun dalam jumlah kecil dalam sistem biologis mulai dari biota perairan hingga manusia di sepanjang rantai makanan. Akumulasi logam berfungsi sebagai alat untuk mengidentifikasi dampak logam pada ekosistem perairan dan karena itu menunjukkan efek yang merugikan pada suatu organisme. Jumlah logam dalam ikan tergantung pada tingkat konsentrasi logam ini dalam makanan dan habitatnya serta tingkat detoksifikasi logam tersebut. Ketika logam masuk ke lingkungan, mereka dapat terakumulasi dalam rantai makanan dan menyebabkan kerusakan ekologis yang serius dan juga menimbulkan efek karsinogenik dan merugikan lainnya pada kesehatan manusia karena biomagnifikasi dari waktu ke waktu (13).

Efek Logam Berat pada Ikan

Keberadaan logam berat di perairan dapat menyebabkan terjadinya kealamian proses akumulasi dalam tubuh organisme akuatik. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh ikan tidak dapat dikeluarkan lagi dari dalam tubuh, karena logam berat cenderung menumpuk di dalam tubuh ikan. Akibatnya, logam berat akan terus ada di sepanjang rantai makanan. Selain itu, akumulasi juga dapat terjadi melalui penyerapan langsung logam berat yang terkandung dalam air. Paparan

logam berat menyebabkan gangguan fisiologis pada tubuh ikan yang membuat tubuh ikan harus beradaptasi bahkan dapat menyebabkan kerusakan jaringan pada organ ikan seperti hati, otot, usus, dan lain-lain (14).

Hati sangat rentan terhadap pengaruh bahan kimia dan merupakan organ sasaran utama zat beracun. Hal ini terjadi karena sebagian besar racun atau zat racun yang masuk ke dalam tubuh dan diserap oleh sel kemudian akan dibawa ke hati oleh vena porta hati, sehingga hati berpotensi mengalami kerusakan. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa hati mengalami perdarahan (H), degenerasi pembuluh darah (DVB), degenerasi vakuolar (VD), nekrosis atau kematian sel (N). Beberapa penelitian sebelumnya melaporkan hal yang sama (14).

Efek Nikel Bagi Kesehatan

Paparan lingkungan yang sangat tercemar Nikel pada manusia dapat menyebabkan berbagai dampak patologis dan toksikologis. Nikel merupakan salah satu *trace element* di Eropa yang telah terdaftar di *European Commission List-II (Dangerous Substances Directive)* dan diatur melalui *Council of European Communities* karena toksisitas, persistensi, dan afinitasnya terhadap bioakumulasi. Asupan oral, atau konsumsi melalui makanan, adalah cara paling umum bagi individu untuk terpapar Nikel, dengan asupan rata-rata 100 - 300 ug/hari untuk orang dewasa (15).

Penyerapan nikel dapat melalui inhalasi, oral, dan dermal. Gangguan kesehatan yang timbul dapat berupa gangguan sistemik, gangguan imunologi, gangguan saraf,

gangguan reproduksi, gangguan perkembangan, karsinogenik. efek, dan kematian (14).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Keberadaan Nikel pada Perairan dan Ikan

Peningkatan konsentrasi logam berat dalam jaringan ikan dari lingkungan perairan merupakan indikator yang baik untuk status pencemaran lingkungan. Penelitian ini menyelidiki konsentrasi logam berat (Cu, Zn, Fe Mn, Ni, Pb dan Cd) pada otot, insang dan jaringan hati ikan Croaker dari sungai Bonny dan Finima. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh spesies logam berat yang diselidiki telah terdeteksi sampai batas tertentu, kecuali Cd yang hanya terdeteksi pada insang dari dua lokasi pengambilan sampel. Data kami menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi logam berat di otot, hati dan insang berbeda secara signifikan ($P < 0,05$). Selain itu, konsentrasi beberapa logam yang dianalisis di berbagai organ bervariasi secara signifikan ($P < 0,05$) di antara lokasi pengambilan sampel. Selain itu, data kami menunjukkan bahwa insang mengandung konsentrasi logam berat beracun seperti Mn, Ni, Pb, dan Cd tertinggi dibandingkan dengan jaringan lain yang diteliti. Data kami konsisten dengan penelitian sebelumnya yang juga melaporkan bahwa otot mengandung konsentrasi logam berat yang lebih rendah jika dibandingkan dengan insang dan hati (16).

Lingkungan perairan umumnya memiliki konsentrasi nikel yang rendah. Namun, kelebihan Ni dapat menyebabkan berbagai efek buruk pada kesehatan paru, seperti peradangan paru, fibrosis, emfisema, dan tumor. Data kami

menunjukkan variasi konsentrasi rata-rata Ni di antara jaringan ikan yang diteliti serta lokasi pengambilan sampel. Konsentrasi rata-rata tertinggi adalah $76,50 \pm 3,64$ mg/g berat kering. dan diamati pada insang ikan yang ditangkap dari sungai Finima. Sedangkan konsentrasi rata-rata di otot dan jaringan hati berfluktuasi di antara lokasi pengambilan sampel. Pola akumulasi Ni berada pada urutan insang > hati > otot. Konsentrasi rata-rata Ni pada bagian ikan yang dapat dimakan yang dicatat dalam penelitian ini berada di atas tingkat aman yang ditetapkan yaitu 5,5 mg/kg menurut Peraturan Makanan dan Obat-obatan Australia Barat (16).

Penelitian ini berkaitan dengan temuan dari berbagai peneliti tentang pengaruh logam berat pada ikan dan organisme air lainnya di pantai Karachi Pakistan. Daerah yang tercemar (Sungai dan pantai Karachi) menerima limbah dari limbah industri, pertanian, perkotaan dan domestik. Urutan kelimpahan logam adalah sebagai sesama; $Fe > Zn > Cu > Mn > Cd > Pb > Cr > Ni > Hg > As$. Sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa logam esensial (Fe, Zn, Cu, dan Mn) dalam organisme air jauh lebih tinggi. Namun demikian, tetap disarankan bahwa penyelidikan harus terus-menerus dilakukan baik pada segi kesehatan manusia maupun penentuan pencemaran logam di lingkungan perairan (17).

Nikel ditemukan pada semua jenis sampel, baik pada ikan maupun udang. Penelitian ini dilakukan di perairan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara. Nilai kandungan logam nikel pada ikan (B2 sebesar $0,5000 \pm 0,11$ mg/kg; B4 sebesar $0,5000 \pm 0,11$ mg/kg; dan B6 sebesar $0,5000 \pm 0,17$ mg/kg).

Sedangkan kandungan nikel pada udang (U30 sebesar 1,1550+0,51 mg/kg; U40 sebesar 0,7650+0,17 mg/kg; dan U50 sebesar 0,6650+0,17 mg/kg). Untuk kandungan nikel, nilai yang dirujuk sebagai standar adalah WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 2000 Air Quality Guidelines, Chapter 6.10 Nickel – Second Edition. Mengenai standar tersebut, ditemukan bahwa ikan dan udang dari tambak di lokasi tersebut telah mengalami pencemaran logam nikel (18).

Urutan toksisitas beberapa logam dari sangat rendah hingga sangat tinggi adalah Sn<Ni<Pb<Cr<Co<Cd<Zn<Cu<Ag<Hg. Nikel merupakan unsur yang memiliki toksisitas rendah. Nilai LC50 nikel untuk beberapa jenis ikan air tawar dan ikan air laut berkisar antara 1-100 mg/liter. Kandungan nikel dalam air tawar alami adalah 0,001-0,003 mg/liter; sedangkan di perairan laut berkisar antara 0,005-0,007 mg/liter. Untuk melindungi kehidupan organisme di perairan, kandungan nikel tidak boleh lebih dari 0,025 mg/liter (18).

Penelitian di Perairan Pulau Obi, Indonesia, menunjukkan hasil analisis nikel (Ni) pada stasiun III lebih besar yaitu sebesar 0,09 mg/L; stasiun I sebesar 0,06 mg/L; stasiun II sebesar 0,07 mg/L; dan stasiun IV sebesar 0,07 mg/L. Hasil ini menunjukkan bahwa nikel melebihi ambang batas baku mutu (KepMenLH, 2004) (14). Selanjutnya analisis histopatologis menunjukkan bahwa hati ikan mengalami perdarahan, degenerasi pembuluh darah, degenerasi vakuolat, nekrosis, atau kematian sel. Otot ikan mengalami edema, degenerasi serat otot, atrofi bundel otot, degenerasi vakuolar bundel otot, perdarahan,

infiltrasi limfosit, dan nekrosis. Usus ikan mengalami infiltrasi limfosit, melanomakrofag, dan nekrosis. Sedangkan indung telur ikan P. tayenus menunjukkan nekrosis struktur oosit. Penelitian ini dapat menjadi acuan peringatan pencemaran logam berat di perairan Pulau Obi, mengingat sifat logam berat yang dapat terakumulasi dalam jaringan ikan (14).

Ni ditemukan di Perairan Benin, Nigeria. Ni terdeteksi sepanjang periode pengambilan sampel, dengan rata-rata konsentrasi 0,42 mg/L dalam air. Konsentrasi pada udang dan ikan memiliki nilai rata-rata 33,03 mg/kg dan 53,57 mg/kg yang berada di luar batas aman yang ditetapkan oleh Ref. Meskipun Ni dianggap sebagai elemen penting untuk tumbuhan dan beberapa hewan, namun pentingnya bagi manusia belum dapat dibuktikan. Menurut McKenzie dan Symthe, lebih banyak perhatian telah difokuskan pada toksisitas Ni dalam konsentrasi rendah. Ni dapat menyebabkan reaksi alergi dan senyawa Ni tertentu mungkin bersifat karsinogenik. Meskipun demikian, Ni terkait efek kesehatan seperti ginjal, efek kardio vaskular, reproduksi dan imunologi telah dilaporkan pada manusia (19).

Dalam penelitian Younis, et al. (2010) (20), ditemukan Nikel lebih rendah dari yang dilaporkan oleh Ahmad et al. (2015) (21) (75–135 µg/g) di Sungai Kabul, Pakistan dan lebih tinggi dari yang dilaporkan oleh Turkmen et al. (2005) (22) di Teluk Iskenderun, Turki (0,11–12,9 µg/g); Tuzen (2003) di Laut Hitam, Turki (1,14–3,60 µg/g); Uluozlu et al. (2007) di Laut Hitam dan Laut Aegea, Turki (1,92–5,68 µg/g); dan Leung, et.al. (2014) (23) di Delta Sungai Peral, Cina (0,44–9,75 µg/g). Peraturan

Makanan dan Obat-obatan Australia Barat menetapkan tingkat Ni yang diizinkan menjadi 5,5 mg/kg berat basah (Plaskett dan Potter, 1979). Dalam studi ini, spesies ikan yang diselidiki terkontaminasi oleh Ni, menunjukkan bahwa telah terjadi pembuangan limbah industri yang tidak diolah dalam waktu lama, yang dapat mencemari lingkungan laut. Namun, Ni adalah racun tubuh yang bersifat accretive (bertambah) dan konsentrasinya di lingkungan harus tetap serendah mungkin (24).

Sungai Kabul adalah sungai lintas negara yang berasal dari provinsi Paghman di Afghanistan dan bersinggungan dengan provinsi Khyber Pakhtunkhwa di Pakistan dan merupakan sumber utama irigasi dan lebih dari 54 spesies ikan telah dilaporkan di sungai tersebut. Konsentrasi logam berat (kromium, nikel, tembaga, seng, kadmium, dan timbal) terekam dalam otot dan hati lima spesies ikan asli, yaitu *Wallago attu*, *Aorichthys seenghala*, *Cyprinus carpio*, *Labeo dyocheilus*, dan *Ompok bimaculatus*. Konsentrasi kromium, nikel, tembaga, seng, dan timbal lebih tinggi di kedua jaringan, sedangkan konsentrasi kadmium relatif rendah. Namun, konsentrasi logam melebihi batas RDA (Recommended Dietary Allowance of USA). Oleh karena itu, konsumsi ikan terus menerus dapat menimbulkan masalah kesehatan bagi konsumen. Hasil penelitian ini mengkhawatirkan dan menyarankan penerapan undang-undang lingkungan dan inisiasi program biomonitoring sungai (21).

Rata-rata konsentrasi logam berat pada delapan jenis ikan di enam gua Libo dianalisis dimana konsentrasi Zn paling tinggi sedangkan

Hg ditemukan pada konsentrasi rendah. Konsentrasi Hg lebih tinggi pada otot sedangkan konsentrasi Zn, Cu, Cr, Ni, Cd, As, dan Pb tinggi pada organ dalam dan insang. Analisis regresi antara konsentrasi Cr, As, Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, dan Hg (konversi log₁₀) pada otot delapan ikan gua dengan isotop nitrogen stabil (d₁₅N) menunjukkan bahwa konsentrasi As, Cd, Ni, dan Hg meningkat seiring dengan peningkatan tingkat trofik. Selain itu, keempat logam berat ini menunjukkan amplifikasi biologis dalam jaring makanan di gua Libo (25).

Efek Nikel Bagi Kesehatan

Paparan manusia terhadap lingkungan yang sangat tercemar Nikel (Ni) melalui jalur konsumsi oral dapat menyebabkan berbagai efek patologis. Studi biomonitoring dilakukan di Semenanjung Malaysia, bertujuan untuk menilai risiko kesehatan manusia dari Ni yang berpotensi beracun pada 19 spesies ikan laut dari Setiu (*Terengganu*) dan dua moluska makanan laut yang populer (siput bakau *Cerithidea obtusa* dan kerang *Anadara granosa*) dari daerah pesisir Semenanjung Malaysia. Kadar Nikel pada ketiga jenis makanan laut tersebut ditemukan di bawah batas maksimum yang diperbolehkan untuk Nikel. Nilai hasil bagi antara bahaya target Nikel dari semua makanan laut lebih rendah dari 1,00. Disimpulkan bahwa berdasarkan *Average and High-Level* (AHL) konsumsi seafood tersebut tidak menimbulkan efek buruk Nikel bagi konsumen. Namun penelitian ini menyarankan agar dilakukan penilaian keamanan pangan Nikel dan manajemen risiko

Nikel yang berpotensi beracun dari konsumsi makanan laut di Malaysia (15).

Sebuah penelitian menunjukkan data mencakup rentang konsentrasi yang luas dan umumnya konsisten dengan temuan lain yang dipublikasikan. Kadar nikel di otak, lambung, hati, ginjal, paru-paru dan jantung (berat basah) berkisar antara 2,15–79,4 ng/g, 0,5–44,2 ng/g, 7,85–519 ng/g, 12,8–725 ng/g, 8,47–333 ng/g dan 2,3–97,7 ng/g, masing-masing. Perempuan secara umum memiliki kadar nikel yang lebih rendah dalam jaringan dibandingkan laki-laki (hubungan yang signifikan secara statistik ditemukan pada hati, ginjal dan paru-paru), dan median konsentrasi nikel dalam semua bahan yang diteliti pada semua kelompok umur memiliki nilai yang sangat mirip, kecuali perut (26).

Hasil yang diperoleh untuk nikel dalam sampel hati berkisar antara 7,85–519 ng/g, dengan nilai rata-rata 122 ng/g, sesuai dengan yang dilaporkan sebelumnya oleh Drobyshev dkk. dan Caroli dkk, masing-masing di Rusia dan Italia. Ketika membandingkan nilai median kandungan nikel di paru-paru (37,9 ng/g) dan jantung (39,7 ng/g) dengan nilai median yang dilaporkan oleh penulis berbeda, terlihat bahwa nilai median tersebut lebih rendah dibandingkan nilai median yang ditemukan di Italia dan Norwegia. populasi, masing-masing (26).

Risiko Kesehatan Akibat Konsumsi Ikan yang Tercemar Nikel

Sebuah penelitian mengukur kadar Ni pada insang ketiga spesies berada pada ordo Clarias gariepinus > Sarotherodon melanotheron > Pseudolithus senegalensis.

Kadar Ni pada spesies ikan yang berbeda adalah $0,01 \pm 0,00$ mg/kg dan $0,01 \pm 0,00$ mg/kg untuk *Pseudolithus senegalensis*, $0,09 \pm 0,13$ mg/kg dan $0,03 \pm 0,04$ mg/kg untuk *Clarias gariepinus* dan $0,56 \pm 0,64$ mg/kg dan $0,45 \pm 0,89$ mg/kg untuk *Sarotherodon melanotheron*. Di otot, kadarnya lebih tinggi pada *Clarias gariepinus* dan *Sarotherodon melanotheron* dibandingkan *Pseudolithus senegalensis*. Kandungan nikel pada spesies ikan tersebut tercatat tidak melebihi batas yang diperbolehkan yaitu 0,5 mg/kg yang ditetapkan WHO. Dalam penelitian ini, THQ dan HI untuk semua logam kurang dari 1 yang menunjukkan bahwa semua spesies ikan yang diperiksa aman untuk dikonsumsi, dan kemungkinan risiko kesehatan terkait dengan efek non-karsinogenik relatif rendah untuk konsumsi jangka panjang (sekitar 30 tahun) (27).

Pada penelitian yang dilakukan pada ikan dari dua Laguna di Nigeria Barat Daya, menunjukkan konsentrasi semua logam berat dalam otot *C. nigrodigitatus* umumnya berada di bawah nilai pedoman WHO/FMEnv. Nilai *Target Hazard Quotient* (THQ) untuk semua logam berat di kedua laguna semuanya kurang dari 1. Namun nilai *Target Cancer Risk* (TR) yang diperoleh untuk Nikel adalah tertinggi $4,3 \times 10^{-5}$ dan $5,20 \times 10^{-5}$ masing – masing di Laguna Ologe dan Badagry. Meskipun *Target Hazard Quotient* (THQ) tidak memiliki efek kesehatan yang merugikan dari konsumsi ikan, namun *Target Cancer Risk* (TR) akibat paparan Nikel melalui konsumsi ikan dapat meningkatkan kemungkinan berkembangnya kanker di masa depan. Biomonitoring akumulasi logam dalam jaringan *Chrysichthys*

nigrodigitatus sangat perlu dilakukan serta pemantauan laguna secara berkala (13).

Sebuah penelitian dilakukan pada ikan dari perairan Ogun dan Eleyele, Nigeria. *Carcinogenic Risk* (CR) di atas 10^{-6} diperoleh pada As, Cd, dan Ni dalam jaringan kedua spesies ikan, dimana nilai tersebut menunjukkan risiko kanker bagi konsumen ikan dari kedua sungai tersebut. Konsekuensi dari pengamatan tersebut, konsumsi ikan dari lokasi penelitian menghadirkan beberapa masalah kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, penelitian ini menyarankan pemantauan logam berat pada ikan secara rutin di sepanjang sungai tersebut untuk menerapkan peraturan standar yang ditetapkan oleh Pemerintah Badan Pengelola Kesehatan Lingkungan (12).

Logam berat diketahui menyebabkan efek buruk pada kesehatan manusia melalui rantai makanan. Risiko kesehatan manusia dievaluasi dari konsumsi ikan yang terkontaminasi logam berat dari Sungai Buriganga, Bangladesh. Seluruh tubuh lima spesies ikan (*Puntius ticto*, *Puntius sophore*, *Puntius chola*, *Labeo rohita* dan *Glossogobius giuris*) dianalisis dan mengandung berbagai konsentrasi Cd, As, Pb, Cr, Ni, Zn, Se, Cu, Mo, Mn, Sb, Ba, V dan Ag. Nilai *Target Cancer Risk* (TR) menunjukkan risiko karsinogenik dari Nikel dan Arsen. Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa ada potensi risiko kesehatan bagi manusia dalam mengkonsumsi ikan dari sungai Buriganga tersebut (28).

Bioakumulasi enam logam berat (Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn) pada otot ikan (*Mastacembelus armatus*) dari Kanal Kanal Kasimpur, India, diukur menggunakan

Spektrometer Serapan Atom. Konsentrasi Fe (213,29 mg/kg berat kering) paling banyak diikuti Zn (186,19 mg/kg berat kering), Ni (58,98 mg/kg berat kering), Cu (41,36 mg/kg berat kering), Co (9,06 mg/kg berat kering) dan Mn (9,03 mg/kg berat kering) Estimasi asupan logam berat harian dihitung dengan tingkat konsumsi ikan rata-rata $19,5 \times 10^{-3}$ kg/hari, berdasarkan perhitungan jumlah ikan yang dikonsumsi individu dewasa (laki-laki dan perempuan). Spesies ikan yang diteliti menimbulkan risiko nonkarsinogenik untuk Co dan Ni, dimana nilai *Target Hazard Quotient* (THQ) > 1 . Nilai *Hazard Index* (HI) tinggi. Nilai *Target Cancer Risk* (TR) yang ditimbulkan oleh ikan ini bagi laki-laki dan perempuan masing-masing adalah $3,43 \times 10^{-3}$ dan $3,91 \times 10^{-3}$ untuk Nikel. Hasil tersebut merupakan peringatan yang menunjukkan bahwa penduduk yang mengkonsumsi ikan (*Mastacembelus armatus*) (terutama perempuan) berisiko keracunan Nikel (29).

4. KESIMPULAN

Konsentrasi Nikel di perairan dan ikan belum melewati batas aman yang ditetapkan, juga pada nilai *Target Hazard Quotient* (THQ), konsumsi ikan yang mengandung Nikel semuanya kurang dari 1, artinya konsumsi ikan dari perairan yang tercemar Nikel tersebut masih pada level aman. Namun nilai *Target Cancer Risk* (TR) rata-rata menunjukkan bahwa konsumsi ikan yang mengandung Nikel dalam jangka waktu lama (durasi 70 tahun), dapat berisiko karsinogenik yakni dapat menyebabkan kanker pada manusia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberi dukungan dalam penyusunan literatur review ini, sehingga penyusunan dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. N KTM. Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Semarang. In: Prosiding Seminar Nasional. Sekarang Gunungpati Jalan Raya Sekaran Gunungpati Semarang K; 2012.
2. Liu P, Wang C-N, Song X-Y, Wu Y-N. Dietary Intake of Lead and Cadmium By Children and Adults – Result Calculated From Dietary Recall and Available Lead/Cadmium Level In Food In Comparison To Result From Food Duplicate Diet Method. *Int J Hyg Environ Health* [Internet]. 2010 Nov;213(6):450–7. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1438463910000878>
3. Castro-González MI, Méndez-Armenta M. Heavy metals: Implications Associated to Fish Consumption. *Env Toxicol Pharmacol*. 2008;26(3):263–71.
4. Saeedi M, Li LY, Salmanzadeh M. Heavy Metals and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: Pollution and Ecological Risk Assessment In Street Dust of Tehran. *J Hazard Mater*. 2012;9–17.
5. Ullah AKMA, Maksud MA, Khan SR, Lutfi LN QS. Dietary Intake Of Heavy Metals From Eight Highly Consumed Species Of Cultured Fish And Possible Human Health Risk Implications In Bangladesh. *Toxicol Rep*. 2017;4:574–9.
6. Sivaperumal P, T.V. Sankar PG, Nair V. Heavy Metal Concentrations In Fish, Shellfish and Fish Products from Internal Markets Of India Vis-A-Vis International Standards. *Food Chem*. 2007;102(3):612–20.
7. Uysal K, Emre Y, Köse E. The Determination of Heavy Metal Accumulation Ratios In Muscle, Skin and Gills of Some Migratory Fish Species by Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) in Beymelek Lagoon (Antalya/Turkey) Author Links Open Overlay Panel. *Microchem J*. 2008;90(1):67–70.
8. PL.RM, Palaniappan, Karthikeyan S. Bioaccumulation and Depuration Of Chromium In the Selected Organs and Whole Body Tissues Of Freshwater Fish *Cirrhinus Mrigala* Individually and In Binary Solutions With Nickel. *J Environ Sci*. 2009;21(2):229–36.
9. Dehghani S, Moore F, Keshavarzi B, AH B. Health Risk Implications Of Potentially Toxic Metals In Street Dust and Surface Soil of Tehran, Iran. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2017;92–103.
10. Jag Pal BS, Maurya AK, Hari Om Verma, Gayatri Pandey A. A Review On Role Of Fish In Human Nutrition With Special Emphasis to Essential Fatty Acid. *Int J Fish Aquat Stud*. 2018;6(2):427–30.
11. Das KK, Reddy RC, Bagoji IB, Das S,

- Bagali S ML. Primary Concept of Nickel Toxicity - An Overview. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*. 2019;141–52.
12. IP A, BA A, A A. Health Risk Assessment and Heavy Metal Accumulation In Fish Species (*Clarias Gariepinus* and *Sarotherodon melanotheron*) from Industrially Polluted Ogun and Eleyele Rivers, Nigeria. *Toxicol Rep*. 2021;1(8):1445–60.
 13. O B, A C. Health Risk Assessment of Heavy Metals in Fish (*Chrysichthys nigrodigitatus*) from Two Lagoons in Southwestern Nigeria. *J Toxicol Risk Assess*. 2019;5(2):10.
 14. Aris M, Tamrin T. Heavy Metal (Ni, Fe) Concentration in Water and Histopathological of Marine Fish in the Obi Island, Indonesia. *J Ilm PLATAX* [Internet]. 2020 Nov 10;8(2):221. Available from: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/platax/article/view/30673>
 15. Yap CK, Al-Mutairi KA. Comparative Study of Potentially Toxic Nickel and Their Potential Human Health Risks in Seafood (Fish and Mollusks) from Peninsular Malaysia. *Biology (Basel)* [Internet]. 2022 Feb 27;11(3):376. Available from: <https://www.mdpi.com/2079-7737/11/3/376>
 16. Abarshi MM, Dantala EO, Mada SB. Bioaccumulation Of Heavy Metals In Some Tissues Of Croaker Fish from Oil Spilled Rivers Of Niger Delta Region, Nigeria. *Asian Pac J Trop Biomed* [Internet]. 2017 Jun;7(6):563–8. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2221169116305287>
 17. Yousif R, Choudary MI, Ahmed S, Ahmed Q. Review: Bioaccumulation Of Heavy Metals In Fish and Other Aquatic Organisms From Karachi Coast, Pakistan. *Nusant Biosci* [Internet]. 2021 Feb 20;13(1). Available from: <https://smujo.id/nb/article/view/7487>
 18. Syahrir, Yaqin K, Landu A, Tambaru R. Analysis Of Mercury And Nickel Content In Fish and Shrimp A Result Aquaculture Of Ponds In Pomalaa, Kolaka Regency. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* [Internet]. 2019 Nov 1;382(1):012025. Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/382/1/012025>
 19. Ezemonye LI, Adebayo PO, Enuneku AA, Tongo I, Ogbomida E. Potential Health Risk Consequences Of Heavy Metal Concentrations In Surface Water, Shrimp (*Macrobrachium Macrobrachion*) and Fish (*Brycinus Longipinnis*) From Benin River, Nigeria. *Toxicol Reports* [Internet]. 2019;6:1–9. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2214750018300519>
 20. E.M. Younis A., Abdel-Warith AA, Al-Asgah NA, El-Shayia AS. Chemical Composition and Mineral Contents of Six Commercial Fish Species from the Arabian Gulf Coast of Saudi Arabia. *J*

- Anim Vet Adv. 2011;10(23):3053–9.
21. Ahmad H, Yousafzai AM, Siraj M, Ahmad R, Ahmad I, Nadeem MS, et al. Pollution Problem in River Kabul: Accumulation Estimates of Heavy Metals in Native Fish Species. *Biomed Res Int* [Internet]. 2015;1–7. Available from: <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2015/537368/>
 22. Türkmen A, Türkmen M, Tepe Y, Akyurt İ. Heavy Metals In Three Commercially Valuable Fish Species from İskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey. *Food Chem* [Internet]. 2005 Jun;91(1):167–72. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814604006181>
 23. Leung HM, Leung AOW, Wang HS, Ma KK, Liang Y, Ho KC, et al. Assessment of heavy metals/metalloid (As, Pb, Cd, Ni, Zn, Cr, Cu, Mn) concentrations in edible fish species tissue in the Pearl River Delta (PRD), China. *Mar Pollut Bull* [Internet]. 2014 Jan;78(1–2):235–45. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0025326X13006498>
 24. Younis EM, Abdel-Warith A-WA, Al-Asgah NA, Elthebite SA, Mostafizur Rahman M. Nutritional Value and Bioaccumulation Of Heavy Metals In Muscle Tissues Of Five Commercially Important Marine Fish Species from The Red Sea. *Saudi J Biol Sci* [Internet]. 2021 Mar;28(3):1860–6. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1319562X2030704X>
 25. Xu C, Yan H, Zhang S. Heavy Metal Enrichment and Health Risk Assessment Of Karst Cave Fish In Libo, Guizhou, China. *Alexandria Eng J* [Internet]. 2021 Feb;60(1):1885–96. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1110016820306189>
 26. Dudek-Adamska D, Lech T, Konopka T, Kościelniak P. Nickel Content in Human Internal Organs. *Biol Trace Elem Res* [Internet]. 2021 Jun 24;199(6):2138–44. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s12011-020-02347-w>
 27. Effah E, Aheto DW, Acheampong E, Tulashie SK, Adotey J. Human Health Risk Assessment from Heavy Metals In Three Dominant Fish Species Of the Ankobra River, Ghana. *Toxicol Reports* [Internet]. 2021;8:1081–6. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2214750021001013>
 28. Kawser Ahmed M, Baki MA, Kundu GK, Saiful Islam M, Monirul Islam M, Muzammel Hossain M. Human Health Risks from Heavy Metals In Fish Of Buriganga River, Bangladesh. *Springerplus* [Internet]. 2016 Dec 3;5(1):1697. Available from: <http://springerplus.springeropen.com/articles/10.1186/s40064-016-3357-0>
 29. Javed M, Usmani N. Accumulation Of

Heavy Metals and Human Health Risk Assessment Via The Consumption Of Freshwater Fish *Mastacembelus Armatus* Inhabiting, Thermal Power Plant Effluent Loaded Canal.

Springerplus [Internet]. 2016 Dec 18;5(1):776. Available from: <http://springerplus.springeropen.com/articles/10.1186/s40064-016-2471-3>