

PENGARUH PAJANAN MERKURI DARI BAHAN MAKANAN TERHADAP KANDUNGAN MERKURI DALAM DARAH IBU MENYUSUI DI DAERAH PERTAMBANGAN EMAS

*The Influence of Mercury Exposure from Food Consumption
on Blood Mercury Level of Breastfeeding Mothers
In The Gold Mining Area*

Purnawan Asep Iwan¹, Puruhita Niken²

¹Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Kemenkes Bandung

²Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

e-mail: asepiwanp@gmail.com

ABSTRAK

Merkuri organik sebagai limbah proses amalgamasi yang dilakukan pada aliran sungai mengalami bioakumulasi dalam jaringan hewan dan tanaman, dan melalui rantai makanan paling rendah sampai paling tinggi. Ibu menyusui berisiko terpajan merkuri dari bahan makanan, sedangkan bayi terpajan merkuri dari ibunya. Merkuri dalam darah ibu akan terakumulasi dalam peredaran darah payudara, selanjutnya akan teridentifikasi dalam ASI. Paparan merkuri dari ASI akan terakumulasi dalam tubuh bayi, sehingga dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Penelitian paparan merkuri dari bahan makan dan kadar dalam darah belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh paparan merkuri dari bahan makanan terhadap kandungan merkuri dalam darah ibu menyusui. Subjek adalah 35 orang ibu menyusui yang tinggal di lokasi pertambangan emas di Cineam Kabupaten Tasikmalaya. Paparan merkuri dari bahan makanan diperoleh dengan metoda *semiquantitative food frequency*. Kandungan merkuri dalam bahan makanan dan darah dianalisis dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer*. Hasil penelitian menunjukkan rerata kandungan merkuri pada delapan jenis bahan makanan antara 0,00063 - 0,73333 ppm, paparan merkuri dari bahan makanan sehari antara 0,0088 – 6,7955 ppm, dan kandungan merkuri dalam darah ibu menyusui sebesar 1,02880 ppm. Rerata kandungan merkuri dalam padi, ikan kolam, ikan sawah, bayam, daun katuk, dan pisang masih dibawah batas normal, sedangkan dalam kangkung dan genjer diatas batas normal. Sebanyak 74,3% ibu menyusui memiliki kandungan merkuri dalam darah diatas batas normal. Analisis statistik korelasi spearman menunjukkan terdapat pengaruh paparan merkuri dari bahan makanan terhadap kandungan merkuri dalam darah ibu menyusui ($p=0,048$; $r=0,286$). Paparan merkuri dalam bahan makanan akan meningkatkan kadar merkuri dalam darah ibu menyusui.

Kata Kunci : paparan merkuri, merkuri dalam darah, ibu menyusui

ABSTRACT

Organic mercury as a side product of the amalgamation carried out at river streams may be bioaccumulated in animal and plant tissues for a long period, through the food chain from the lowest to the highest levels. Breastfeeding mothers have a risk for mercury exposure from food, while babies are exposed to mercury from their mothers. Mercury in the mother's blood continues to circulate in the breast blood system and accumulates in breast milk. Exposure to mercury from breast milk will accumulate in the baby's body which may cause health problems. This study was aimed to determine the effect of mercury exposure from food in the blood mercury of breastfeeding mothers. Subjects were 35 breastfeeding mothers who lived in the gold mining area in Cineam, Tasikmalaya Regency. Mercury exposure from food is obtained using a semiquantitative food frequency method. Mercury level in food and blood was analyzed by Atomic Absorption Spectrophotometer. The results showed the average mercury content in eight types of food ranged from 0,00063 - 0.73333 ppm, while the range of mercury exposure from food items a day was between 0.0088 - 6.7955 ppm. The blood mercury level of breastfeeding mothers was 1,02880 ppm. The average of mercury content in rice, pond fish, paddy fish, spinach, katuk leaves, and bananas were still below the normal limit, while in water spinach and edible riverine plant the level were above the normal limit. As many as 74.3% of breastfeeding mothers have blood mercury levels above normal limits. Spearman correlation showed that there was an association between mercury exposure from food ingredients and blood mercury level of breastfeeding mothers ($p = 0.048$; $r = 0.286$). Exposure to mercury in food will increase levels of mercury in the blood of breastfeeding mothers.

Keywords: mercury exposure, blood mercury, breastfeeding mothers

PENDAHULUAN

Merkuri merupakan logam berat yang biasa digunakan pada kegiatan penambangan emas tradisional, yaitu pada proses pemisahan emas dari unsur logam lain, sebagai media pengikat emas pada proses pengolahan bijih emas melalui proses amalgamasi, sampai membentuk amalgam atau ikatan antara emas dan merkuri¹.

Amalgamasi merupakan proses pemisahan bijih emas yang paling sederhana dan murah, tetapi efektif untuk menghasilkan bijih emas yang berkadar tinggi¹. Proses amalgamasi biasanya dilakukan pada aliran sungai atau daerah muara, dan akan menghasilkan limbah merkuri dalam bentuk logam merkuri, merkuri organik dan merkuri anorganik, yang selanjutnya akan mengendap dalam sedimen perairan atau tanah.

Akumulasi merkuri anorganik dalam sungai akan ditransformasi menjadi senyawa organik metilmerkuri (MeHg) oleh mikroorganisme^{1,2}.

Merkuri akan mengalami proses bioakumulasi dalam jaringan tubuh hewan dan tanaman pangan dalam waktu yang relatif lama, terutama jenis metilmerkuri yang memiliki paruh waktu sampai beberapa ratus hari, dan akan terakumulasi dalam konsentrasi sampai dengan ribuan kali lipat lebih besar dibandingkan konsentrasi di sekitarnya. Proses bioakumulasi merkuri terjadi melalui rantai makanan dari tingkatan paling rendah sampai dengan tingkatan paling tinggi. Metilmerkuri diserap dan dibawa oleh mikroorganisme (fitoplankton) ke dalam rantai makanan dengan membebaskannya ke dalam air, selanjutnya diserap sampai pada tingkatan yang paling tinggi dalam

rantai makanan (ikan) yang dapat dikonsumsi oleh manusia^{3,4,5}. Merkuri yang tidak diserap oleh hewan air, akan diserap oleh akar tanaman yang bersentuhan dengan air, dan akan terakumulasi dalam batang, daun dan buah⁴.

Kandungan merkuri pada aliran sungai dan sedimen tanah di sekitar pertambangan emas tradisional di daerah Kabupaten Gunung Mas Kalimantan Tengah dan Ciemas Kabupaten Sukabumi telah melebihi ambang batas yang ditentukan, serta ditemukan paparan merkuri dalam bahan makanan seperti ikan dan sayuran^{3,6,7}.

Pekerja tambang, ibu hamil, ibu menyusui, anak balita, dan anak sekolah memiliki risiko tinggi menderita keracunan akibat paparan merkuri dari paparan uap merkuri dan merkuri organik (metilmerkuri) dari bahan makanan yang terpapar merkuri, sedangkan bayi terpapar merkuri dari ibunya selama kehamilan dan menyusui^{10,11,12}.

Paparan merkuri pada manusia ditemukan dalam darah, urin, rambut, dan ASI. Kandungan merkuri dalam darah lebih menggambarkan paparan yang baru terjadi, karena kandungan merkuri dalam darah akan berkurang sebesar setengah dari paparan awal setiap tiga hari jika paparan dihentikan, sehingga dapat menggambarkan paparan merkuri yang berasal dari makanan yang dikonsumsi^{13,14,15}.

Efek negatif paparan merkuri pada manusia akan mengakibatkan gangguan kesehatan yang bersifat akut atau kronis (menahun), seperti gangguan fungsi ginjal, fungsi hati, sistem pernafasan, sistem pencernaan, sistem saraf pusat, kejang-kejang sampai kematian^{9,10}.

Merkuri dalam darah ibu menyusui akan dibawa ke dalam sistem peredaran darah payudara, dan akan terakumulasi dalam ASI¹¹. Paparan merkuri dalam ASI akan terakumulasi

dalam tubuh bayi, dan akan menimbulkan dampak kesehatan pada bayi, karena bayi sangat rentan terhadap toksisitas logam berat termasuk merkuri. Risiko toksisitas merkuri pada bayi adalah hematotoksik, neurotoksik dan nefrotoksik, walaupun dalam konsentrasi yang rendah^{11,12,15}.

Di lokasi pertambangan emas Cineam Kabupaten Tasikmalaya ditemukan kandungan merkuri dalam darah pekerja tambang dan penduduk sekitar pertambangan yang telah berada diatas nilai ambang batas yang ditetapkan oleh World Health Organization tahun 2007 yaitu antara 5–10 µg/mL atau 0,005-0,01 ppm^{3,16}.

METODA

Subjek dan Metoda

Desain penelitian ini adalah *cross-sectional* dengan populasi penelitian adalah seluruh ibu menyusui yang tinggal di lokasi pertambangan emas di wilayah Kecamatan Cineam Kabupaten Tasikmalaya. Subjek penelitian adalah ibu menyusui yang tinggal di lokasi penelitian pada saat penelitian sebanyak 35 orang, yang dipilih secara purposif dengan kriteria bermukim di sekitar lokasi pertambangan selama lebih dari tiga tahun, sedang menyusui ASI eksklusif, memiliki kebiasaan mengkonsumsi bahan makanan yang berasal dari lokasi sekitar pertambangan emas.

Data yang dikumpulkan adalah data paparan merkuri dari bahan makanan yang diperoleh dengan cara pendekatan kebiasaan ibu menyusui mengonsumsi makanan dalam sehari, data kandungan merkuri dalam bahan makanan yang sering dikonsumsi ibu menyusui yang memiliki risiko tinggi terpapar merkuri dan yang sering dikonsumsi oleh penduduk sekitar pertambangan emas, dan data kandungan merkuri dalam darah ibu menyusui.

Data konsumsi bahan makanan yang terpapar merkuri diperoleh dengan

wawancara menggunakan form *semiquantitative food frequency* dalam satu bulan terakhir dengan menanyakan informasi asal bahan makanan tersebut, yaitu hasil kebun, sawah, kolam atau membeli¹⁷. Data kandungan kandungan merkuri dalam bahan makanan dan dalam darah ibu menyusui diukur dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer*^{15,18,19}.

Spesimen Darah Subjek

- 1) 0,1 mL spesimen darah dipipet ke dalam tabung reaksi yang berisi 12,0 mL polipropilen.
- 2) Pada campuran larutan tersebut ditambahkan 3,2 mL larutan asam sulfat, didiamkan selama 20 menit pada suhu ruang.
- 3) Ditambahkan 4,0 mL H₂O dengan antibusa (*antifoam*) dan 0,4 mL kalium permanganat 5%, kemudian dipanaskan pada suhu 50°C selama 30 menit.
- 4) Sampel didinginkan sampai suhu ruang, kemudian ditambahkan 0,5 mL campuran larutan natrium klorida dan hidroksilamin sulfat dengan perbandingan 12%:12%, untuk mengeliminasi ion permanganat.
- 5) Sampel dilarutkan dengan 1:6 asam hidroklorat 2%, kemudian diukur dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer*¹⁵.

Sample Bahan Makanan

Bahan makanan yang dijadikan sampel adalah bahan pangan yang sering dikonsumsi oleh penduduk sekitar lokasi pertambangan emas, yang berasal dari sawah, kebun atau kolam yang terletak di sepanjang aliran sungai lokasi amalgamasi. Bahan pangan yang dijadikan sampel adalah padi (beras), ikan sawah, ikan kolam, kangkung, genjer, bayam, daun katuk, dan pisang. Sampel bahan makanan dikumpulkan dari tiga lokasi berbeda, yaitu yang

berjarak <500 meter, antara 500 – <1000 meter dan antara 1000 – 2000 meter. Jumlah sampel bahan makanan yang dikumpulkan adalah sebanyak 100 gram.

Pengolahan dan Analisis Data

Data bahan makanan terpajan merkuri yang dikonsumsi oleh ibu menyusui diperoleh dengan cara menghitung rata-rata konsumsi setiap bahan makanan dalam sehari, dalam satuan gram. Data Kandungan merkuri dalam bahan pangan diperoleh dalam bentuk nilai kandungan merkuri dalam satuan *part per billion* (ppb) atau setara dengan µg/L.

Analisis pengaruh pajanan merkuri dari bahan makanan terhadap kandungan merkuri dalam darah ibu menyusui menggunakan uji korelasi spearman, karena variabel pajanan merkuri dan kandungan merkuri dalam darah tidak terdistribusi normal.

HASIL

Kandungan Merkuri dalam Bahan Makanan

Kandungan merkuri dalam sampel bahan makanan yang sering dikonsumsi ibu menyusui meliputi padi, ikan kolam (ikan mas), ikan sawah (ikan nila), kangkung, genjer, bayam, daun katuk dan pisang.

Tabel 1 menunjukkan rata-rata kandungan merkuri dalam sampel genjer paling tinggi dibandingkan kandungan dalam sampel bahan makanan yang lain. Kandungan merkuri dalam sampel bahan makanan yang paling tinggi yaitu genjer sebesar 0,73333 ppm, sampai dengan yang paling rendah yaitu daun katuk 0,00063 ppm.

Konsumsi Bahan Makanan Terpajan Merkuri

Konsumsi bahan makanan terpajan merkuri merupakan banyaknya bahan makanan dalam satuan gram yang dikonsumsi ibu menyusui dalam satu hari. Bahan makanan yang ditanyakan

adalah bahan makanan yang berasal dari lokasi sekitar pertambangan emas. Tabel 2 menunjukkan rata-rata konsumsi padi (nasi) paling besar diantara bahan makanan terpajan merkuri yang lainnya. Konsumsi bahan makanan terpajan merkuri sehari yang terbesar adalah padi (nasi) sebesar 305,00 gram, sedangkan yang paling rendah adalah genjer 9,27 gram dan ikan sawah (ikan nila) 9,06 gram.

Pajanan Merkuri dari Bahan Makanan dalam Sehari

Tabel 3 menunjukkan rerata pajanan merkuri dari bahan makanan sehari dalam bahan makanan yang sering dikonsumsi. Rata-rata pajanan merkuri paling tinggi berasal dari genjer yaitu sebesar 6,7955 ppm, sedangkan yang paling rendah adalah daun katuk sebesar 0,0088 ppm. Rata-rata pajanan merkuri dari bahan makanan

dalam sehari pada populasi penelitian sebesar 1,9884 ppm.

Kandungan Merkuri dalam Darah Ibu Menyusui

Rata-rata kandungan merkuri dalam darah ditunjukkan dalam satuan milligram perliter darah atau part per million (ppm). Rerata kandungan merkuri dalam darah ibu menyusui adalah sebesar 1,02880 ppm, artinya terdapat 1,02880 mg merkuri dalam satu liter darah. Rerata nilai kandungan tersebut berada diatas nilai batas normal menurut WHO (0,001 ppm)¹⁶.

Tabel 4 menunjukkan sebagian besar ibu menyusui yaitu 74,3 % memiliki kandungan merkuri dalam darahnya diatas nilai batas normal, dan hanya sebagian kecil 25,7% yang dibawah nilai batas normal.

Tabel 1. Kandungan Merkuri dalam Bahan Makanan

Bahan Makanan	Rerata (ppm)	Simpangan Baku (ppm)
Padi	0,00393	0,00058
Ikan kolam (ikan mas)	0,11243	0,00160
Ikan sawah (ikan nila)	0,31086	0,05095
Kangkung	0,18160	0,02020
Genjer	0,73333	0,07056
Bayam	0,01425	0,00012
Daun katuk	0,00063	0,00002
Pisang	0,01572	0,00044

Tabel 2. Konsumsi Bahan Makanan Terpajan Merkuri dalam Sehari

Bahan Makanan	Rerata (gram)	Simpangan Baku (gram)
Padi	305,00	78,44
Ikan kolam (ikan mas)	20,11	16,25
Ikan sawah (ikan nila)	9,06	5,99
Kangkung	13,34	11,84
Genjer	9,27	4,14
Bayam	11,05	8,66
Daun katuk	13,95	14,10
Pisang	15,08	10,65

Tabel 3. Paparan Merkuri dari Bahan Makanan dalam Sehari

Bahan Makanan	Rerata (ppm)	Simpangan Baku (ppm)
Padi	1,1987	0,30827
Ikan kolam (ikan mas)	2,2713	1,83583
Ikan sawah (ikan nila)	2,8155	1,86342
Kangkung	2,4226	2,14986
Genjer	6,7955	3,03484
Bayam	0,1575	0,12342
Daun katuk	0,0088	0,00888
Pisang	0,2371	0,16738

Tabel 4. Kandungan Merkuri dalam Darah Ibu Menyusui menurut Ambang Batas WHO Tahun 2007

Kandungan Merkuri dalam Darah	n	%
> 0,01 ppm	26	74,3
≤ 0,01 ppm	9	25,7
Jumlah	35	100,0

PEMBAHASAN

Kandungan Merkuri dalam Bahan Makanan

Bahan makanan yang memiliki risiko terpajan merkuri dari lingkungan, terutama yang tumbuh atau hidup di air yang terpajan aliran amalgamasi, seperti sayuran, buah, padi dan ikan^{20,21,22}. Bahan makanan yang diukur kandungan merkurnya adalah bahan makanan yang berasal dari tanaman atau hewan (ikan) yang hidup di air atau di sepanjang tepian aliran sungai amalgamasi di lokasi penelitian, yang meliputi padi, ikan kolam (ikan mas), ikan sawah (ikan nila), kangkung, genjer, bayam, daun katuk dan pisang. Rata-rata kandungan merkuri dalam enam sampel bahan makanan di lokasi penelitian masih berada dibawah ambang batas normal, kecuali kangkung (0,18160 ppm) dan genjer (0,73333 ppm) berada diatas batas normal yang ditetapkan, yaitu dalam ikan segar adalah 0,5 ppm, sayuran dan buah 0,03 ppm dan biji-bijian (padi) 0,05 ppm²³.

Pada sampel bahan makanan sayuran dan buah yang berasal dari tanaman

yang tumbuh di tepian aliran sungai amalgamasi dengan akar yang menyentuh air sungai atau kolam cenderung lebih tinggi kadar merkurnya (kangkung dan genjer) dibandingkan tanaman pangan yang tumbuh lebih jauh dari aliran sungai (bayam, daun katuk dan pisang)^{20,24,25}. Tanaman yang tumbuh di air atau di tepi aliran sungai amalgamasi dapat terpajan merkuri melalui penyerapan oleh akar tanaman, dan akan terakumulasi pada akar, batang, daun dan buah^{20,24,25}. Tanaman kangkung dan genjer memiliki akar yang langsung menyentuh air sungai amalgamasi, sehingga memiliki risiko terpajan merkuri lebih tinggi. Akumulasi merkuri pada jaringan daun lebih besar dibandingkan jaringan lain, karena bagian daun merupakan bagian terluar dan terakhir dari tanaman. Pada tanaman yang lebih pendek, paparan merkuri cenderung lebih tinggi pada daunnya dibandingkan tanaman yang tinggi, karena jarak dari akar tanaman dengan bagian daun cenderung lebih dekat, sehingga akumulasi merkuri cenderung lebih tinggi^{26,27}. Hasil yang

sama ditemukan di daerah pertambangan emas Huludao di Cina, kandungan merkuri pada sayuran pada bagian daun lebih tinggi daripada jaringan lain²⁸.

Rerata kandungan merkuri dalam padi (0,03793 ppm) pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan padi yang berasal dari sawah dengan irigasi air limbah pertambangan emas tradisional di daerah Nunggul dan Kalongliud di sekitar Pongkor, Bogor, Jawa Barat, masing-masing mencapai 0,45 dan 0,25 ppm²¹. Di daerah pertambangan emas, kandungan metil merkuri dalam padi relatif tinggi dan berhubungan dengan pajanan merkuri pada manusia, karena beras merupakan bahan makanan pokok di daerah tersebut^{22,24,29}. Kandungan metil merkuri dalam beras di daerah pertambangan emas di Cina antara 8,03-144 nanogram per gram, lebih besar dibandingkan di daerah bukan pertambangan emas²⁴.

Rerata kandungan merkuri dalam ikan sawah (0,31086 ppm) dan ikan kolam (0,11243 ppm) lebih rendah dibandingkan genjer (0,73333 ppm), tetapi rata-rata berat ikan yang diambil sebagai sampel hanya 50 gram berat basah, sedangkan pajanan merkuri yang digunakan oleh FAO/WHO adalah pada ikan seberat 100 gram berat kering³⁰. Kandungan merkuri dalam ikan di daerah pertambangan emas di perairan selatan Filipina lebih tinggi dibandingkan penelitian ini yaitu antara 0,047 – 2,059 ppm, dan sebagian besar telah melebihi batas normal¹².

Pajanan merkuri dari ikan merupakan pajanan tertinggi dibandingkan bahan makanan lain, kandungan yang bervariasi ditemukan pada semua jenis ikan, yang berasal dari merkuri dalam air yang terserap ikan dan dari organisme yang dimakan ikan. Metil merkuri dalam sedimen tanah maupun aliran sungai, yang merupakan hasil metilasi merkuri anorganik oleh mikroorganisme, akan mengalami

proses biomagnifikasi dan terakumulasi dalam jaringan otot ikan³¹. Rata-rata kandungan merkuri dalam ikan sawah dua kali lipat lebih tinggi dibandingkan ikan kolam, karena sumber air yang digunakan untuk mengaliri sawah tersebut hanya berasal dari sungai amalgamasi, sehingga pajanan merkuri lebih tinggi. Tingkat biomagnifikasi merkuri tergantung pada posisi spesies ikan pada rantai makanan, lokasi hidup, dan ukuran tubuh ikan^{31,32}.

Pada perairan yang tidak terkontaminasi merkuri, kandungan metil merkuri ditemukan kurang dari 0,01 µg/g berat ikan. Pada perairan yang terkontaminasi merkuri, kandungan metil merkuri dapat mencapai lebih dari 1,0 µg/g berat ikan. FAO/WHO memberikan batasan 1,0 µg/g untuk ikan jenis predator dan 0,5 µg/g untuk jenis ikan lain³⁰.

Metil merkuri dalam jaringan ikan berikatan dengan gugus tiol pada asam amino sistein, yang tidak dapat dihilangkan selama proses pemasakan atau pengolahan, sehingga ikan dianggap merupakan sumber metil merkuri yang dominan dalam asupan makanan sehari-hari³¹.

Walaupun rerata kandungan merkuri dalam sampel bahan makanan masih terdeteksi pada tingkat rendah, tetapi jika dikonsumsi secara rutin, dapat terakumulasi dalam darah, ginjal dan hati^{13,33,34}.

Konsumsi Bahan Makanan Terpajan Merkuri

Bahan makanan terpajan merkuri yang dipilih adalah bahan makanan yang berasal dari bahan makanan setempat, yang berasal dari tanaman (padi, sayuran dan buah) dan hewan air (ikan). Padi merupakan bahan makanan yang paling banyak dikonsumsi (305,00 g /hari), sedangkan ikan sawah yang paling sedikit dikonsumsi (9,06 g/hari). Padi yang biasanya dimasak menjadi nasi merupakan bahan makanan pokok

sebagian besar penduduk Indonesia, terutama di daerah Jawa Barat. Padi yang terpajan merkuri yang paling banyak dikonsumsi dapat merupakan sumber bahan makanan yang memiliki peluang tinggi sebagai mediator pajanan merkuri. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian di Guizhou Cina, beras yang berasal dari daerah pertambangan emas memberikan pajanan merkuri terbesar dibandingkan bahan makanan lain. Kandungan metilmerkuri dalam padi relatif tinggi dan berhubungan dengan pajanan merkuri pada manusia, karena beras merupakan bahan makanan pokok di daerah tersebut^{22,24}.

Pajanan Merkuri dari Bahan Makanan dalam Sehari

Pajanan merkuri tertinggi berasal dari genjer (6,7955 ppm/hari) dan yang terendah dari daun katuk (0,0088 ppm/hari). Pajanan merkuri dari bahan makanan tergantung dari kandungan merkuri dalam bahan makanan dan frekuensi konsumsi bahan makanan tersebut sehari-hari^{35,36}.

Di daerah pertambangan emas di Kanada ditemukan bahwa pajanan merkuri dari ikan merupakan pajanan tertinggi dibandingkan bahan makanan lain, kandungan yang bervariasi ditemukan pada semua jenis ikan³². FAO/WHO menyatakan pada perairan yang terpajan merkuri, kandungan metil merkuri dapat mencapai lebih dari 1,0 µg/g berat ikan.

Pajanan merkuri dari beras di daerah pertambangan emas di Guizhou Cina, yang berasal dari asupan sehari-hari sebesar 10–100 kali lebih tinggi dibandingkan daerah lain²².

Kandungan Merkuri dalam Darah Ibu Menyusui

Rerata kandungan merkuri dalam darah ibu menyusui (1,02880 ppm) telah melebihi batas normal untuk orang dewasa menurut WHO tahun 2007 yaitu antara 5–10 µg/mL atau 0,005–0,01 ppm¹⁶.

Merkuri dalam darah berasal dari pajanan dari bahan makanan dan udara, merkuri dari makanan berbentuk metilmerkuri. Metilmerkuri masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan yang terpajan merkuri ke dalam saluran pencernaan, dan dalam waktu cepat akan diserap melalui saluran pencernaan sebesar 95% dari total pajanan^{37,38,39}.

Merkuri dari bahan makanan akan diserap tubuh melalui saluran pencernaan, lalu akan membentuk ikatan dengan glutathione dalam hati, kemudian disekresikan dalam bentuk ikatan merkuri-glutathione atau merkuri-sistein¹⁰. Merkuri juga akan membentuk ikatan dengan garam empedu yang selanjutnya akan disekresikan bersamaan dengan feses, tetapi dapat mengalami reabsorpsi dalam usus besar¹⁰. Tingkat pajanan merkuri dari bahan makanan memiliki peran yang besar dalam menentukan efek toksisitas merkuri kronik⁹.

Metilmerkuri merupakan senyawa organik yang larut dalam lemak dan dengan mudah didistribusikan ke seluruh tubuh. Metilmerkuri dapat menembus selaput membran otak dan plasenta, dan akan terakumulasi dalam otak dan akan mengakibatkan gangguan pada saraf, sedangkan yang terkumulasi pada janin akan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan janin^{37,38,40}.

Ekskresi merkuri setiap hari hanya kurang dari satu persen metilmerkuri melalui feses⁴¹. Metilmerkuri dapat disekresikan melalui ASI sebanyak 5% dari kadar dalam darah, melalui kelenjar ludah dan keringat³³.

Keracunan merkuri kronis dapat berlangsung lama, dan biasanya tidak disadari oleh penderita, karena pajanan dengan konsentrasi yang rendah tidak akan menimbulkan gejala yang jelas. Keracunan kronis dapat terjadi jika pajanan merkuri secara terus menerus dalam tubuh dan akan terakumulasi dalam tubuh^{8,11}.

Kandungan merkuri dalam darah ibu menyusui akan mempengaruhi tingkat kandungan merkuri dalam ASI. Kandungan tersebut bervariasi tergantung pada dosis pajanan, waktu paruh, volume distribusi, bioavailabilitas, dan kemampuannya terikat dengan protein^{42,43,44}.

Bayi memiliki sensitifitas yang lebih tinggi daripada orang dewasa terhadap pajanan merkuri. Sistem ekskresi dan imunitas pada bayi belum berkembang sempurna, sehingga merkuri lebih mudah terakumulasi dalam jaringan tubuh dibandingkan pada orang dewasa¹⁵.

Senyawa kimia yang masuk atau keluar melalui kompartemen ASI tergantung pada tingkat keseimbangan kandungannya dalam ASI dan dalam darah. Jika kadar merkuri dalam plasma darah ibu menyusui meningkat, maka akan meningkat pula perpindahan merkuri ke dalam ASI, hal ini menyebabkan bayi yang disusui akan ikut terpajan merkuri dari ibunya⁴⁴.

Hasil studi pada 30 orang ibu menyusui di Swedia menunjukkan terdapat korelasi yang signifikan antara kandungan merkuri dalam darah ibu menyusui dan dalam ASI ($r=0,66$; $p=0,0001$), dengan kandungan merkuri dalam ASI sebesar 27% dari kandungan merkuri darah⁴⁵

Analisis Variabel

Pengaruh Pajanan Merkuri terhadap Kandungan Merkuri dalam Darah

Hasil uji korelasi spearman menunjukkan bahwa terdapat pengaruh pajanan merkuri dari bahan makanan terhadap kandungan merkuri dalam darah ibu menyusui ($p=0,048$). Nilai koefisien korelasi yang ditunjukkan relatif lemah yaitu sebesar 0,286, dengan nilai koefisien determinan sebesar 8,1796%, artinya pengaruh pajanan merkuri dari bahan makanan terhadap kandungan merkuri dalam darah ibu menyusui hanya sebesar 8,18%. Nilai koefisien korelasi

yang positif menunjukkan bahwa semakin tinggi pajanan merkuri dari bahan makanan maka kandungan merkuri dalam darah ibu menyusui akan meningkat.

Pajanan merkuri dari bahan makanan merupakan hasil bioakumulasi merkuri dalam tanaman pangan dan ikan. Pajanan yang tinggi akan meningkatkan bioakumulasi merkuri dalam tanaman pangan, sehingga pajanan dari bahan makanan akan semakin tinggi pula²⁹. Kandungan merkuri yang tinggi dalam ikan, akan mengalami bioakumulasi pada jaringan ikan, sehingga memiliki risiko tinggi memberikan pajanan kepada manusia yang mengkonsumsinya³⁷.

Hasil studi longitudinal pada tahun 1999 dan 2000 pada 1709 wanita dewasa, menunjukkan kandungan merkuri dalam darah berkisar antara 0,6–6,7 $\mu\text{g/L}$ (0,0006 – 0,0067 ppm). Merkuri dalam darah tersebut merupakan refleksi dari pajanan merkuri dari ikan dan kerang yang dikonsumsi selama 30 hari. Pada wanita yang berusia 30-49 tahun, kandungan merkuri dalam darah 1,5 kali lebih tinggi dibandingkan pada wanita yang berusia 16-29 tahun⁴⁶.

SIMPULAN

Sebagian besar ibu menyusui di lokasi pertambangan emas di Cineam Kabupaten Tasikmalaya memiliki kandungan merkuri dalam darahnya melebihi batas nilai normal WHO.

Pajanan merkuri dari bahan makanan mempengaruhi kandungan merkuri dalam darah ibu menyusui, dengan korelasi positif, yang artinya pajanan merkuri dari bahan makanan meningkat maka kandungan merkuri dalam darah akan meningkat.

SARAN

Pemberian informasi berupa penyuluhan kepada masyarakat atau pemasangan poster di sekitar lokasi pertambangan emas tentang upaya pencegahan peningkatan akumulasi

merkuri dalam darah dari bahan makanan yang terpajan dengan menghindari konsumsi bahan makanan yang berasal dari tanaman yang tumbuh di tepian sungai amalgamasi atau hewan yang hidup dalam air sungai amalgamasi.

Pemberian suplemen zat besi kepada ibu menyusui untuk membantu mencegah terjadinya anemia yang disebabkan karena pajanan merkuri dalam darah.

REFERENCE

1. Telmer KH, Veiga MM. 2009. World emissions of mercury from artisanal and small scale gold mining. Dalam: Pirrone N, Mason R, editor. Mercury fate and transport in the global atmosphere emissions, measurements, and models. New York: Springer. 131-72
2. Wurdianto G. 2007. Merkuri, bahayanya dan pengukurannya. Buletin Alara. 9(1-2), 19–25.
3. Widhiyatna D. 2005. Pendataan sebaran merkuri di daerah Cineam Kabupaten Tasikmalaya Jawa Barat. dalam Kolokium Hasil Lapangan Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral Subdit Konservasi Tahun 2005.
4. Cristol D.A, *et al.* 2008. The Movement of Aquatic Mercury Through Terrestrial Food Webs. Science. 320(18).
5. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1999. Toxicological profile for mercury. U.S.Department of Health and Human Services Public Health Service.
6. Inswiasri *et al.* 2008. Sukar, Athena, Cahyorini, Pardosi. Analisis dampak dan risiko pencemaran penggunaan merkuri pada penambang emas terhadap kesehatan masyarakat di Kabupaten Gunung Mas, Kalimantan Tengah tahun 2006. Jurnal Ekologi Kesehatan Agustus 2008. 7(2), 786–802.
7. Irmawartini, Kusmiyarini M. 2009. Analisis keberadaan merkuri di lingkungan dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat akibat penambangan emas di Kecamatan Ciemas Kabupaten Sukabumi Tahun 2009. Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Bandung Oktober 2011. 5(1).
8. Inswiasri. 2008. Paradigma kejadian penyakit pajanan merkuri (Hg). Jurnal Ekologi Kesehatan Agustus 2008. 7(2), 775–85.
9. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1997. Mercury and inorganic mercury compounds. Public Health Statement 1997. vol 15.
10. World Health Organization. 2003. Elemental mercury and inorganic mercury compounds: human health aspects. Concise International Chemical Assessment Document 50.
11. Gundacker C. *et al.* 2002. Lead and mercury in breastmilk. Journal of Pediatrics. 110, 873-8.
12. Björnberg KA. *et al.* 2005. Transport of Methylmercury and Inorganic Mercury to the Fetus and Breast-Fed Infant. Environ Health Perspect. 113, 1381–5.
13. Nuttall KL. 2004. Interpreting mercury in blood and urine of individual patients. Annals of Clinical & Laboratory Science. 34(3), 235-50.
14. McKelvey W. *et al.* 2007. A biomonitoring study of lead, cadmium, and mercury in the blood of New York City adults. Environ Health Perspect. 115, 1435–41.
15. Vahter M. *et al.* 2000. Longitudinal study of methylmercury and inorganic mercury in blood and urine of pregnant and lactating women, as well as in umbilical cord blood. Environmental Research Section. A84, 186-94.
16. World Health Organization. 1990. Environmental health criteria 101: methylmercury. Geneva.
17. Gibson RS. 2005. Principles of nutritional assessment. 2nd ed. New York: Oxford University Press.
18. Shi J, Liang L, Jiang G. 2005. Simultaneous determination of

- methylmercury and ethylmercury in rice by capillary gas chromatography coupled on-line with atomic fluorescence spectrometry. *J AOAC Int.* 88, 665-9.
19. Jedrzejczak R. 2002. Determination of total mercury in foods of plant origin in Poland by cold vapor atomic absorption spectrometry. *Food Additives and Contaminants*. Vol. 19 No. 10, 996-1002.
 20. Darmono. 2005 Logam berat dalam sistem biologi. Jakarta: UI Press.
 21. Widaningrum, Miskiyah, Suismono. 2007. Bahaya kontaminasi logam berat dalam sayuran dan alternatif pencegahan cemarannya. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*. Vol. 3.
 22. Qiu G, *et al.* 2008. Methylmercury accumulation in rice (*Oryza sativa* L) grown at abandoned mercury mines in Guizhou, China. *J Agr Food Chem.* 56, 2465-8.
 23. Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan nomor 3725/B/SK/VII/89 tentang batas maksimum cemaran logam dalam pangan.
 24. Feng X. *et al.* 2008. Human exposure to ethylmercury through rice intake in mercury mining areas, Guizhou Province, China. *Environ Sci Technol.* 42, 326-32.
 25. Lindberg A, Bjornberg KA, Vahter M, Berglund M. 2004. Exposure to methylmercury in non-fish-eating people in Sweden. *Environ Res.* 96, 28-33.
 26. Azevedo R, Rodriguez E. 2012. Phytotoxicity of Mercury in Plants: A Review. *Journal of Botany*. Volume 2012.
 27. Yu H, Li J, Luan Y. 2018. A meta-analysis of soil mercury accumulation by vegetables *Scientific Reports*; 2018; 8:1261.
 28. Zheng N, Wang Q, Zheng D. 2007. Health risk of Hg, Pb, Cd, Zn, and Cu to the inhabitants around Huludao City in China via consumption of vegetables. *J. of Science of The Total Environment* September 2007. Vol 383(1-3), 81-9.
 29. Zhang H. *et al.* 2010. Bioaccumulation of Methylmercury versus Inorganic Mercury in Rice (*Oryza sativa* L.) Grain. *Environ Sci Technol.* 44(12), 4499-4504.
 30. FAO/WHO. 2003. Summary and Conclusions of the Sixty-First Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Rome, Italy, 10-19 June 2003.
 31. Harris HH, Pickering IJ, George GN. 2003. The chemical form of mercury in fish. *Science.* 301, 1203.
 32. Bureau of Chemical Safety Food Directorate Health Products and Food Branch Canada. 2007. Human health risk assessment of mercury in fish and health benefits of fish consumption. Canada Ministry of Health.
 33. Clarkson TW, Magos L. 2006. The toxicology of mercury and its chemical compounds. *Toxicology.* 36, 609-62.
 34. Nuttall KL. 2006. Interpreting hair mercury level in individual patients. *Annals of Clinical & Laboratory Science.* 36(3), 248-61.
 35. Eisler R. 2006. Mercury hazards to living organisms. Boca Raton: CRC Press.
 36. Myers GJ, Davidson PW, Strain JJ. 2007. Nutrient and methyl mercury exposure from consuming fish. *J Nutr.* 137, 2805-8.
 37. Chapman L, Chan HM. 2000. The influence of nutrition on methyl mercury intoxication. *Environ Health Perspect.* suppl 11, 29-56.
 38. Björkman L. *et al.* Mercury in the human brain, blood, muscle, and toenails about exposure an autopsy. *Environmental Health.* 6, 30.
 39. World Health Organization. 1991. Environmental health criteria 118: inorganic mercury. Geneva: World Health Organization.
 40. Newland MC, Paletz EM, Reed MN. 2008. Methyl Mercury and Nutrition: Adult effects of fetal exposure in

- experimental models. J Neurotoxicology. 29(5), 783–801.
41. Eisler R. 2006. Mercury hazards to living organisms. Boca Raton: CRC Press.
 42. World Health Organization. 2007. Exposure to mercury: a major public health concern. Geneva.
 43. Akagi H, Nagamuna A. 2000. Human exposure to mercury and the accumulating of methylmercury that is associated with gold mining in the Amazon Basin Brasil. Journal of Health Science.
 44. O'Reilly B. 2008. Mercury in breastmilk – a health hazard for infants in gold mining areas. Int J Hyg Environ Health. (211), 615-23.
 45. Oskarsson A. *et al.* 2006. Total and inorganic mercury in breast milk and blood in relation to fish consumption and amalgam fillings in lactating women. Archives of Environmental Health: An International Journal. 51(3), 234-241.
 46. Mahaffey KR, Clickner RP, Bodurow CC. 2004. Blood organic mercury and dietary mercury intake: National Health and Nutrition Examination Survey, 1999, and 2000. Environ Health Perspect. 12, 562–570.