

## Hubungan Konsumsi Makanan dengan Kualitas ASI di Daerah Penambangan Emas

Aryani Sudja<sup>1</sup>, Sri Artini<sup>2</sup> dan Asep Iwan Purnawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Gizi

<sup>2</sup>Jurusan Kesehatan Gigi

Email : ayanisudja@yahoo.com

### ABSTRACT

Breast milk is the most perfect food for babies, which provides high-value nutrients that required for growth, development and immunity. Healthy milk contains nutrients and does not contain contaminants (heavy metals), such as mercury. The use of mercury (Hg) in the process of separating gold in traditional gold mining through process of amalgamation in long time will result in mercury wastes that may pollute the river water, groundwater and soil. Mercury that pollutes the land will remain in the ground and then seep into groundwater or flow into streams when it rains. Mercury will be absorbed by plant roots and will mount up in fruits and leaves (vegetables), while the mercury in the river or pond water will accumulate in the body of the fish. People who live in gold mining areas, including nursing mothers who consume such food will indirectly consume mercury and it will accumulates in the body for a long time as well. This condition will cause health problems throuhout their lives. Mercury in body fluids, including in breast milk, will affect the protein content of breast milk and inhibit enzyme activity.

The aim of this study is to identify the relationship between food consumption in the areas of gold mining with the quality (mercury and protein content) of breast milk. Subjects were pregnant women who live in gold mining areas in the District of Cineam Tasikmalaya Regency. Data collected include the food consumption of nursing mothers, protein and mercury in breast milk, and mercury in food. Food consumption data is collected by interview, whereas protein and mercury in breast milk and mercury in food obtained by using Atomic Absorption Spectrophotometer method (AAS). Statistical analysis used Spearman correlation between variables.

The results showed average mercury content in some foodstuffs ranged from 0.01572 ppm - 0.31086 ppm, the average daily intake of mercury is 25.81  $\mu\text{g}$ , the average protein in breast milk is 1.758 g/100 mL and the average mercury in breast milk is 1.011 ppb. Results of analysis among variables showed a significant correlation between the consumption of food (intake of mercury) a day with the content of mercury in breast milk ( $p = 0.043$ ,  $r = 0.365$ ) and mercury content in human milk with protein content in milk ( $p = 0.001$ ,  $r = -0.567$ ).

**Keywords** : breastmilk, mercury, food consumption, protein

### PENDAHULUAN

Air Susu Ibu (ASI) merupakan makanan yang paling sempurna bagi bayi, yang memberikan zat-zat gizi yang bernilai tinggi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan saraf dan otak, memberikan zat-zat kekebalan terhadap beberapa penyakit dan mewujudkan ikatan emosional antara ibu dan bayinya. ASI dalam jumlah yang cukup, baik kualitas dan kuantitas

merupakan makanan terbaik bagi bayi sejak dilahirkan sampai usia 6 bulan. ASI yang berkualitas adalah yang cukup mengandung zat gizi dan tidak mengandung zat kontaminan (logam berat). ASI yang terpapar merkuri akan menurunkan kualitas bayi yang mengonsumsinya karena akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan bayi.

Merkuri (air raksa, Hg) adalah salah satu jenis logam berat yang biasa digunakan pada proses pemisahan emas dengan unsur logam ikutan lainnya, terutama pada kegiatan penambangan emas tradisional yang mengolah bijih emas melalui proses amalgamasi dengan menggunakan merkuri (Hg) sebagai media untuk mengikat emas<sup>2</sup>. Pembuangan limbah merkuri ke daerah aliran sungai juga memberikan efek negatif, ion merkuri yang berikatan dengan ion organik akan menghasilkan metilmerkuri (MeHg). Merkuri dalam bentuk organik (metilmerkuri) lebih berbahaya dan beracun dibandingkan dalam bentuk anorganik, karena metilmerkuri dapat diserap tubuh sampai 95 persen dari total paparan<sup>2</sup>. Senyawa metilmerkuri yang tergolong mudah larut dalam air dan lemak ini akan masuk ke dalam tubuh melalui air minum, konsumsi ikan, susu, sayuran dan buah-buahan yang terkontaminasi. Bahan makanan yang telah terkontaminasi metil merkuri akan dikonsumsi oleh penduduk sekitar lokasi penambangan emas tersebut, selanjutnya akan mengakibatkan gangguan kesehatan baik langsung atau tidak langsung (menahun). Keluhan kesehatan yang dialami penduduk sekitar daerah Ciemas Kabupaten Sukabumi yang merupakan daerah penambangan emas tradisional adalah gatal-gatal (85,6%), pusing (69,1%), mual (63,9%), tangan gemetar atau tremor (13,4%), dan kejadian keguguran (47,4%)<sup>5</sup>. Hasil penelitian di daerah Cineam Kabupaten Tasikmalaya tahun 2009 menunjukkan rata-rata kadar merkuri dalam serum penduduk sekitar penambangan emas adalah 1,7156 ppm yang berada diatas nilai normal WHO yaitu 0,012 ppm<sup>5</sup>.

Ibu hamil dan ibu menyusui yang tinggal di daerah pertambangan memiliki risiko tinggi terkontaminasi merkuri melalui makanan yang dikonsumsi sehari-hari. Merkuri yang terakumulasi akan masuk ke dalam air susu ibu (ASI) melalui peredaran darah, kemudian akan dikonsumsi oleh bayi, terutama yang memberikan ASI eksklusif. Merkuri dalam ASI secara langsung akan mempengaruhi perkembangan dan pertumbuhan bayi,

karena merkuri akan terakumulasi dalam tubuh bayi terutama organ ginjal, hati dan otak<sup>7</sup>. Hasil penelitian pada 33 orang ibu menyusui di daerah Kenjeran Surabaya yang terkontaminasi merkuri pada tahun 2004, menunjukkan rata-rata kadar merkuri dalam ASI adalah 66,4 ppm. Hasil penelitian tersebut menunjukkan ada korelasi antara kandungan merkuri dalam ASI dengan perkembangan bayi<sup>7</sup>.

## METODOLOGI

Desain penelitian adalah *cross-sectional*, dengan populasi penelitian adalah seluruh ibu menyusui yang berdomisili di wilayah Kecamatan Cineam Kabupaten Tasikmalaya terutama di daerah lokasi penambangan emas tradisional. Penelitian dilaksanakan selama 9 (sembilan) bulan yaitu pada bulan Februari sampai dengan bulan Oktober 2010. Sampel penelitian adalah ibu menyusui yang berdomisili di lokasi penelitian pada saat penelitian sebanyak 31 orang,

Sampel penelitian dipilih secara purposif dengan kriteria inklusi tinggal di lokasi penelitian selama lebih dari 3 tahun, sedang menyusui bayi selama 8 minggu terus menerus, sedang menyusui ASI Eksklusif (bayi berusia  $\leq 6$  bulan)

Data yang dikumpulkan adalah konsumsi makanan ibu menyusui yang terdiri dari asupan bahan makanan (nasi, ikan sawah, ikan kolam, kangkung dan pisang) dalam sehari, kualitas ASI terdiri dari kandungan protein dan kandungan merkuri dalam ASI, serta kandungan merkuri dalam bahan pangan yang sering dikonsumsi ibu menyusui yang memiliki risiko tinggi terpapar merkuri (padi, ikan sawah, ikan kolam, kangkung dan pisang)

Data konsumsi makanan ibu menyusui diperoleh dengan wawancara menggunakan form *semiquantitative food frequency* (SFFQ) dalam satu bulan terakhir dengan menanyakan informasi asal bahan makanan tersebut (hasil kebun, sawah, kolam atau membeli). Data kandungan protein dalam ASI diukur dengan metode Kjeldahl dan titrasi menggunakan autotitrator DL-28 Metler Toledo, data kandungan merkuri dalam ASI dan bahan pangan diukur dengan

menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

### Pengumpulan Spesimen Air Susu Ibu (ASI)

Air susu ibu (ASI) yang diambil sebanyak 10 - 20 mL satu jam sebelum bayi menyusui, dengan menggunakan pompa payudara (*breast pump*) oleh tenaga bidan desa. ASI yang diambil disimpan dalam wadah plastik khusus ASI (yang mengandung pengawet) ditutup rapat kemudian dibekukan dan disimpan dalam pendingin pada suhu  $-20^{\circ}$  C. Kadar merkuri dalam sampel air susu ibu dianalisis menggunakan metoda *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS)<sup>9</sup>.

### Pengumpulan Sampel Bahan Pangan

Sampel bahan pangan diambil dari tiga titik lokasi, titik A adalah lokasi bahan pangan yang terdekat dengan lokasi amalgasi, titik B adalah lokasi bahan pangan yang berjarak sekitar 1000 m (1 km) dari lokasi amalgasi dan titik C adalah lokasi bahan pangan yang berjarak sekitar 2000 m (2 km). Ketiga lokasi tersebut merupakan lokasi yang terletak di sepanjang sungai dan dialiri oleh air sungai dari lokasi amalgasi. Lokasi bahan pangan yang dijadikan sampel adalah sawah, kebun atau kolam yang hasilnya (padi, ikan, sayur dan buah) sering dikonsumsi oleh masyarakat sekitar.

### Pengolahan dan Analisis Data

Data konsumsi makanan ibu menyusui diolah dengan menghitung jumlah konsumsi rata-rata (gram) setiap bahan makanan dalam sehari. Data kandungan protein dan merkuri dalam ASI diolah dalam bentuk nilai kandungan dalam setiap mililiter ASI, kedua data tersebut dihitung nilai rata-rata kandungannya. Kandungan merkuri dalam bahan pangan

diolah dalam bentuk nilai kandungan merkuri dalam satuan *part per billion* (ppb) atau setara dengan  $\mu\text{g/L}$ .

Data rata-rata konsumsi bahan makanan dalam sehari, kandungan protein dan merkuri dalam ASI disajikan dalam bentuk nilai rata-rata, simpangan baku dan nilai rentang (minimum dan maksimum). Data kandungan merkuri dalam bahan makanan disajikan dalam bentuk tabel. Hubungan antara kedua variabel konsumsi bahan makanan dan kualitas ASI (kandungan protein dan merkuri dalam ASI) dianalisis dengan menggunakan korelasi pearson dan regresi linier sederhana.

## HASIL

### Karakteristik Responden

Tabel 1. Karakteristik Responden

Variabel	Rerata	Simpangan Baku	Nilai Minimum - Maksimum
Umur (tahun)	28,9	7,75	17 - 47
Umur bayi (bulan)	4,0	1,7	1 - 6

Rata-rata umur responden ibu menyusui adalah 28,9 tahun dengan simpangan baku 7,75 tahun, responden termuda berumur 17 tahun dan tertua berumur 47 tahun. Rata-Rata-rata umur bayi adalah 4,0 bulan dengan simpangan baku 1,7 bulan, umur bayi termuda 1 bulan dan tertua 6 bulan.

Pola menyusui responden meliputi umur bayi mulai diberikan ASI (kolostrum), frekuensi menyusui bayi dalam sehari dan lamanya (durasi) setiap kali menyusui.

Tabel 2. Pola Menyusui Responden

Variabel	Rerata	Simpangan Baku	Nilai Minimum - Maksimum
Umur bayi mulai diberikan ASI (hari)	0,0	0,00	0 - 3
Frekuensi bayi menyusui sehari (kali)	9,0	2,53	5 - 20
Durasi setiap kali menyusui (menit)	12,9	6,96	4 - 30

Rata-rata umur bayi mulai menyusui adalah 0,0 hari (segera setelah dilahirkan) dengan simpangan baku 0,00 hari, umur termuda mulai menyusui 0 hari dan tertua 3 hari. Rata-rata frekuensi bayi menyusui dalam sehari adalah 9,0 kali dengan simpangan baku 2,53 kali, frekuensi paling jarang sebanyak 5 kali dan yang paling sering sebanyak 20 kali.

Rata-rata lama bayi (durasi) setiap kali menyusui adalah 12,9 menit dengan simpangan baku 6,96 menit, durasi terpendek adalah 4 menit dan terpanjang 30 menit.

**Konsumsi Pangan**

Tabel 3. Konsumsi Pangan Responden

Variabel	Rerata	Simpangan Baku	Nilai Minimum - Maksimum
Konsumsi nasi (gram)	619,03	158,10	220 - 880
Konsumsi ikan kolam (gram)	19,36	15,55	1,2 - 72,8
Konsumsi ikan sawah (gram)	2,30	-	2,3 - 2,3
Konsumsi kangkung (gram)	12,35	12,21	0,5 - 42,8
Konsumsi pisang (gram)	14,34	10,81	2,5 - 50,0

Rata-rata konsumsi nasi dalam sehari adalah 619,03 gram dengan simpangan baku 158,10 gram, konsumsi paling rendah 220 gram dan paling tinggi 880 gram. Rata-rata konsumsi ikan kolam (ikan mas dan lele) dalam sehari adalah 19,36 gram dengan simpangan baku 15,55 gram, konsumsi paling rendah 1,2 gram dan paling tinggi 72,8 gram. Rata-rata konsumsi ikan sawah (ikan nila) dalam sehari adalah 2,30 gram. Rata-rata konsumsi kangkung dalam sehari adalah

12,35 gram dengan simpangan baku 12,21 gram, konsumsi paling rendah 0,5 gram dan paling tinggi 42,8 gram. Rata-rata konsumsi pisang (raja sereh) dalam sehari adalah 14,34 gram dengan simpangan baku 10,81 gram, konsumsi paling rendah 2,5 gram dan paling tinggi 50,0 gram.

**Jarak Lokasi Amalgasi dengan Tempat Tinggal, Sawah, Kolam dan Kebun**

Tabel 4. Jarak Lokasi Amalgamasi dengan Tempat Tinggal, Sawah, Kebun dan Kolam

Variabel	Rerata	Simpangan Baku	Nilai Minimum - Maksimum
Jarak dengan tempat tinggal (m)	874,52	509,80	10 - 2000
Jarak dengan sawah (m)	1508,33	1086,31	50 - 4000
Jarak dengan kolam (m)	1521,88	1225,69	50 - 5000
Jarak dengan kebun (m)	1270,00	825,88	50 - 3000

Rata-rata jarak lokasi amalgasi dengan tempat tinggal responden adalah 874,52 meter dengan simpangan baku 509,80 meter, jarak terdekat 10 meter dan jarak terjauh 2000 meter. Rata-rata jarak lokasi amalgasi dengan sawah adalah

1508,33 meter dengan simpangan baku 1086,31 meter, jarak terdekat 50 meter dan jarak terjauh 4000 meter. Rata-rata jarak lokasi amalgasi dengan kolam adalah 1521,88 dengan simpangan baku 1225,69 meter, jarak terdekat 50 meter

dan jarak terjauh 5000 meter. Rata-rata jarak lokasi amalgasi dengan kebun adalah 1270,00 meter dengan simpangan baku 825,88 meter, jarak terdekat 50 meter dan jarak terjauh 3000 meter.

### Kandungan Merkuri dalam Bahan Pangan

Tabel 5. Kandungan Merkuri dalam Sampel Bahan Makanan

Variabel	Rerata	Simpangan Baku	Nilai Minimum - Maksimum
Padi (ppm)	0,03793	0,00580	0,31743 - 0,04325
Ikan kolam (ppm)	0,11243	0,01360	0,10190 - 0,12780
Ikan sawah (ppm)	0,31086	0,01095	0,30001 - 0,32190
Kangkung (ppm)	0,01916	0,00020	0,01899 - 0,01939
Pisang (ppm)	0,01572	0,00044	0,01520 - 0,01600

Rata-rata kandungan merkuri dalam padi adalah 0,03793 ppm dengan simpangan baku 0,00580 ppm, kandungan terendah 0,31743 ppm dan tertinggi 0,04325 ppm. Rata-rata kandungan merkuri dalam ikan kolam adalah 0,11243 ppm dengan simpangan baku 0,01360 ppm, kandungan terendah 0,10190 ppm dan tertinggi 0,12780 ppm. Rata-rata kandungan merkuri dalam ikan sawah adalah 0,31086 ppm dengan simpangan baku 0,01095 ppm, kandungan terendah 0,30001 ppm dan tertinggi 0,32190 ppm. Rata-rata kandungan merkuri dalam kangkung adalah 0,01916 ppm dengan simpangan baku 0,00020 ppm, kandungan terendah

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

0,01899 ppm dan tertinggi 0,01939 ppm. Rata-rata kandungan merkuri dalam pisang adalah 0,01572 ppm dengan simpangan baku 0,00044 ppm, kandungan terendah 0,01520 ppm dan tertinggi 0,01600 ppm.

### Asupan Merkuri dalam Sehari

Asupan merkuri sehari responden diperoleh dari jumlah kandungan merkuri dalam bahan pangan yang sering dikonsumsi, yaitu nasi, ikan kolam (ikan mas), ikan sawah (ikan nila), kangkung dan pisang.

Tabel 6.. Asupan Merkuri Responden dalam Sehari

Variabel	Rerata	Simpangan Baku	Nilai Minimum - Maksimum
Asupan merkuri ( $\mu\text{g}/\text{hari}$ )	25,81	6,43	9,48 - 38,43

Rata-rata asupan merkuri responden dalam sehari adalah 25,81  $\mu\text{g}$  dengan simpangan baku 6,43  $\mu\text{g}$ , asupan terendah 9,48  $\mu\text{g}$  dan tertinggi 38,43  $\mu\text{g}$ .

### Kandungan Protein dan Merkuri dalam ASI

Tabel 7. Kandungan Protein dan Merkuri dalam Air Susu Ibu (ASI)

Variabel	Rerata	Simpangan Baku	Nilai Minimum - Maksimum
Kandungan protein (g/100 mL)	1,758	0,334	0,75 - 2,22
Kandungan merkuri (ppb)	1,011	0,429	0,301 - 2,034

Rata-rata kandungan protein dalam ASI responden adalah 1,758 g/100 mL dengan simpangan baku 0,334 g/100 mL, kandungan terendah adalah 0,75 g/100 mL dan tertinggi 2,22 g/100 mL. Rata-rata kandungan merkuri dalam ASI responden adalah 1,011 ppb dengan simpangan baku 0,429 ppb, kandungan terendah adalah 0,301 ppb dan tertinggi 2,034 ppb.

## PEMBAHASAN

### Umur Ibu Menyusui dan Umur Bayi

Umur ibu menyusui (*maternal age*) berhubungan dengan sekresi hormon prolaktin dan oksitosin, yang mengatur sekresi ASI. Usia ibu antara 21 – 25 tahun merupakan masa puncak kematangan kedua hormon tersebut (*maturity hormones*), sehingga produksi ASI lebih banyak dibandingkan usia yang lebih muda atau lebih tua<sup>10</sup>. Rata-rata umur responden pada penelitian ini adalah 28,7 tahun, yang telah melewati masa puncak tersebut, dan hanya 5 (16,1%) orang responden yang berusia antara 21-25 tahun.

Hormon prolaktin menghasilkan ASI dalam alveolar, sedangkan hormon oksitosin disekresi oleh kelenjar *pituitary* sebagai respon adanya pengisapan yang akan menstimulasi sel-sel mioepitel untuk mengeluarkan ASI, yang dikenal dengan *milk ejection reflex* yaitu mengalirnya air susu ibu<sup>10</sup>.

Umur bayi berhubungan dengan produksi ASI, volume ASI akan semakin meningkat sampai usia bayi enam bulan. Pada kondisi normal, pada hari pertama dan kedua sejak bayi lahir, ASI yang dihasilkan sekitar 50-100 ml sehari, dan jumlahnya akan meningkat hingga 500 ml pada minggu kedua. Produksi ASI akan terus meningkat pada 10-14 hari setelah melahirkan, dan berlangsung hingga beberapa bayi berusia enam bulan. Setelah memasuki usia enam bulan produksi ASI mulai menurun, sehingga kebutuhan zat gizi tidak cukup dipenuhi oleh ASI saja<sup>10</sup>.

### Pola Menyusui

Awal pemberian ASI berhubungan dengan adaptasi menyusui lebih dini pada bayi baru lahir. Selama kehamilan, hormon prolaktin dari plasenta meningkat, tetapi ASI biasanya belum keluar karena masih dihambat oleh hormon estrogen yang tinggi. Pada hari kedua atau ketiga pasca persalinan, hormon estrogen dan progesteron menurun drastis, sehingga pengaruh hormon prolaktin lebih dominan, sehingga dimulainya sekresi ASI. Pemberian ASI lebih dini, akan meningkatkan rangsangan pada puting susu, mempengaruhi peningkatan sekresi prolaktin oleh hipofisis, sehingga sekresi ASI semakin lancar<sup>10 11</sup>.

Pada saat bayi menyusu, ujung saraf-saraf di permukaan payudara memberi rangsangan sensoris yang dibawa oleh serabut *afferent* ke hipotalamus di otak, kemudian akan merangsang hipofise anterior untuk mensekresikan hormon prolaktin ke dalam darah. Dalam payudara hormon prolaktin merangsang sel kelenjar (alveoli) untuk memproduksi ASI, sedangkan hormon oksitosin merangsang kontraksi otot payudara. Jumlah prolaktin yang disekresi dan jumlah susu yang diproduksi berhubungan dengan stimulus isapan bayi, frekuensi menyusui dan lamanya (durasi) bayi menyusu<sup>10 11</sup>. Frekuensi penyusuan 7–13 kali perhari berhubungan positif dengan produksi ASI yang cukup<sup>12</sup>.

### Pola Kegiatan Sehari dan Lama Tinggal

Jenis pekerjaan dan lamanya menghabiskan waktu sehari-hari di lokasi pertambangan berhubungan dengan risiko terpapar merkuri. Semakin lama melakukan aktifitas di sekitar lokasi pertambangan emas dalam sehari, semakin tinggi risiko terpapar merkuri, terutama melalui inhalasi<sup>13</sup>.

Lama tinggal di lokasi pertambangan juga berhubungan dengan risiko keterpaparan merkuri. Semakin lama tinggal di lokasi, semakin tinggi risiko terpapar merkuri. Paparan metil merkuri yang dihasilkan dari proses amalgami emas dapat mencakup daerah yang luas

tidak terbatas pada lokasi sekitar amalgasi. Metilasi merkuri dan penyebaran merkuri dapat terakumulasi dalam jangka waktu puluhan tahun, akan terserap dalam sedimen tanah, air tanah, dan terakumulasi dalam bahan pangan. Elemental merkuri akan menguap dan menetap di atmosfer bumi dalam rentang waktu satu tahun, dan dapat kembali ke permukaan tanah atau sungai<sup>16</sup>. Penduduk yang tinggal lebih lama di lokasi pertambangan (amalgasi) akan mendapatkan paparan yang lebih sering<sup>14</sup><sup>15</sup>. Merkuri yang masuk ke dalam tubuh manusia akan terakumulasi dan akan menimbulkan dampak kesehatan setelah 10 – 15 tahun kemudian<sup>17</sup>.

#### **Jarak Lokasi Amalgamasi dengan Tempat Tinggal, Sawah, Kolam dan Kebun**

Jarak lokasi proses amalgamasi emas dengan tempat tinggal responden, sawah, kolam dan kebun berhubungan dengan tingkat keterpaparan merkuri terhadap penduduk sekitar. Narvaez (2002) menyatakan bahwa penduduk yang tempat tinggalnya berjarak 10 km dari lokasi amalgamasi menunjukkan rata-rata kandungan merkuri yang tinggi dalam darahnya, yaitu 20 ppb<sup>14</sup>.

#### **Pola Konsumsi Bahan Pangan**

Salah satu sumber paparan merkuri adalah bahan pangan yang sering dikonsumsi, terutama bahan pangan yang berasal dari lokasi pertambangan (padi, ikan, sayuran dan buah). Metilmerkuri yang diserap dapat berasal dari air sungai, air tanah, sedimen tanah dan dari udara jika hujan turun, selanjutnya terhisap oleh akar tanaman pangan, dan akan terakumulasi dalam buah dan daun. Metilmerkuri dalam perairan akan diserap oleh fitoplankton, yang merupakan sumber makanan zooplankton dan ikan, selanjutnya akan terakumulasi dalam tubuh ikan dalam rentang waktu yang cukup lama<sup>15</sup><sup>16</sup>. Merkuri yang dibuang langsung ke lingkungan akan mencemari air permukaan, bersifat stabil dalam sedimen, mudah diserap dan terakumulasi dalam jaringan tumbuhan dan binatang air

sehingga dapat pindah ke manusia melalui rantai makanan<sup>17</sup>.

WHO memberikan batasan toleransi merkuri pada orang dewasa adalah 200 ug (3,3 ug/kg BB/hari), sedangkan bagi wanita hamil dan menyusui dibawah nilai ambang tersebut<sup>16</sup>. Rata-rata asupan merkuri responden adalah 25,81 ug/hari. Jika berat badan responden 50 kg, kandungan merkuri dalam tubuh kira-kira sebanyak 0,516 ug/kg BB/hari, artinya nilai tersebut masih dibawah batas toleransi WHO. Asupan merkuri yang tinggi 3-7 ug/kg BB/hari dapat menyebabkan gangguan pada sistem saraf<sup>19</sup>.

#### **Kandungan Merkuri dalam Bahan Pangan**

Keputusan Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) Nomor 3725/B/SK/VII/89 bahwa kadar merkuri maksimum yang diperkenankan dalam ikan segar adalah 0,5 ppm, untuk sayuran dan buah 0,03 ppm dan biji-bijian (padi) 0,05 ppm<sup>17</sup>. Kandungan merkuri dalam bahan pangan sampel di lokasi penelitian masih berada dibawah batas normal, yaitu ikan kolam dan sawah mengandung 0,11 – 0,31 ppm, padi mengandung 0,03793 ppm, kangkung mengandung 0,01916 ppm dan pisang mengandung 0,01572 ppm. Walaupun masih terdeteksi pada tingkat rendah, namun apabila dikonsumsi setiap hari akan tetap terakumulasi dalam darah, ginjal dan hati<sup>17</sup>. Kandungan merkuri dalam ikan di daerah pertambangan emas di Philippina lebih tinggi yaitu berkisar antara 0,047 – 2,059 ppm<sup>14</sup>.

#### **Kandungan Protein dan Merkuri dalam ASI**

Kualitas dan kuantitas ASI dari asupan protein adalah dua hal yang sama-sama penting, sebab protein juga merupakan sumber energi. Kegagalan pembentukan energi yang diperlukan dapat menurunkan efisiensi penggunaan protein untuk tumbuh kembang jaringan sehingga menghambat maturitas bayi yang baru lahir. Kekurangan protein dalam jangka lama dapat berakibat buruk pada pertumbuhan dan perkembangan bayi.

Dalam ASI matur, konsentrasi protein dapat mencapai 8-10 g/L, kemudian akan berubah setiap tahap laktasi, dan akan menurun konsentrasinya menjelang masa penyapihan. Defisiensi protein dapat mengganggu respon imun sehingga dapat meningkatkan risiko infeksi pada bayi, dan dapat mengganggu perkembangan kognitif dan intelegensi bayi. Kebutuhan protein bayi usia 3-6 bulan rata-rata sebesar 1,1 g/kg BB/hari, protein yang disediakan oleh ASI dapat memenuhi kebutuhan protein bayi hingga tahun kedua kehidupan<sup>21</sup>.

Rata-rata kandungan protein dalam ASI selama pemberian ASI Eksklusif (sampai usia 6 bulan) hanya berkisar antara 0,8-0,9% (0,8-0,9 g/100 mL). Protein utama ASI adalah kasein, serum albumin,  $\alpha$ -lactalbumin,  $\beta$ -lactalbumin, immunoglobulin, dan glikoprotein. Sebesar 40% protein ASI adalah kasein yang mengandung asam amino, kalsium dan fosfat, sedangkan 60% adalah whey protein, yang mengandung air, elektrolit dan protein. Whey protein dibentuk dari  $\alpha$ -lactalbumin, serum albumin, laktoferrin, immunoglobulin dan lysozyme<sup>22</sup>.

Rata-rata kandungan protein dalam ASI responden adalah 1,758 g/100 mL atau 1,76%, yang masih berada diatas batas normal, dan hanya satu orang responden kandungan proteinnya rendah yaitu 0,75%.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) dan WHO memberikan batas toleransi merkuri dalam ASI sebesar  $<4 \mu\text{g/L}$  ( $<4 \text{ ppb} = 0,004 \text{ mg/L} = 0,004 \text{ ppm}$ )<sup>16</sup>. Rata-rata kandungan merkuri dalam ASI responden adalah 1,011 ppb dengan nilai tertinggi 2,034 ppb, kedua nilai tersebut masih dibawah batas toleransi diatas.

Hasil studi lainnya mengenai merkuri dalam ASI antara lain di Turki (2010) menunjukkan nilai rata-rata kandungan merkuri sebesar  $3,42 \mu\text{g/L}$ , di Taiwan (2005) sebesar  $2,04 \mu\text{g/L}$ , di Indonesia (Kalimantan dan Sulawesi), Tanzania dan Zimbabwe (2007) sebesar  $<1,0 - 149,0 \mu\text{g/L}$  dengan median  $1,87 \mu\text{g/L}$ <sup>23,24,25</sup>.

Kandungan merkuri dalam ASI biasanya sepertiga lebih rendah daripada dalam darah, namun mineral dan logam dalam darah ibu menyusui akan langsung masuk ke air susu ibu selama menyusui. Dua bentuk merkuri yang dapat masuk ke dalam ASI, yaitu metilmerkuri dan inorganik merkuri. Metilmerkuri adalah senyawa merkuri yang paling reaktif, yang masuk ke dalam ASI melalui pembuluh darah payudara, walaupun pajanannya hanya sedikit, tetapi mudah diabsorpsi oleh usus bayi, yaitu sebesar 95% metilmerkuri. Merkuri inorganik lebih mudah masuk ke dalam ASI tetapi sulit diabsorpsi oleh usus bayi.. Hasil studi pada ibu menyusui di Swedia (2005) menunjukkan kandungan merkuri dalam ASI ditemukan pada bulan kedua menyusui, yang berhubungan dengan konsumsi ikan terpapar merkuri. Bayi yang terpapar merkuri dalam jumlah yang tinggi ( $4 \mu\text{g/L}$ ) akan mempengaruhi perkembangan saraf dan otak bayi, walaupun gangguannya baru akan terlihat pada lima sampai sepuluh tahun mendatang<sup>26</sup>. Merkuri yang masuk dalam darah bayi melalui ASI, akan mempengaruhi penurunan kadar hematokrit darah, yang akan mempengaruhi pembentukan hemoglobin pada usia dewasa<sup>27</sup>.

Hasil studi Kohort di Swedia pada kelompok bayi yang disusui secara eksklusif (selama 6 bulan) oleh ibu yang mengkonsumsi ikan dan bahan pangan lain terpapar merkuri, menunjukkan status gizi yang lebih pendek dan lebih kurus pada saat berusia 18 bulan<sup>26</sup>. Keadaan ini dapat mempengaruhi program ASI Eksklusif di masyarakat terutama di daerah pertambangan emas.

### Analisis Antar Variabel

Hasil analisis antar variabel yang menunjukkan hubungan yang bermakna adalah hubungan antara konsumsi bahan makanan (asupan merkuri) sehari dengan kandungan merkuri dalam ASI ( $p=0,043$ ;  $r=0,365$ ) dan kandungan merkuri dalam ASI dengan kandungan protein dalam ASI ( $p=0,001$ ;  $r=-0,567$ ), sedangkan hubungan antara konsumsi bahan makanan (asupan merkuri) sehari dan kandungan protein

dalam ASI menunjukkan tidak ada hubungan yang bermakna ( $p=0,278$ ).

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa hubungan antara konsumsi bahan makanan (asupan merkuri) sehari dengan kandungan merkuri dalam ASI menunjukkan korelasi positif yang artinya semakin tinggi konsumsi bahan makanan yang mengandung merkuri maka akan semakin tinggi kandungan merkuri dalam ASI. Pada hubungan antara kandungan merkuri dalam ASI dengan kandungan protein dalam ASI menunjukkan korelasi negatif, artinya semakin tinggi kandungan merkuri maka akan semakin rendah kandungan protein dalam ASI.

Hasil penelitian pada tikus menunjukkan ekskresi merkuri organik lebih tinggi dibandingkan metilmerkuri. Dalam ASI dan plasma ibu menyusui metilmerkuri lebih banyak berikatan dengan protein (*Protein binding mercury*), ikatan ini mempengaruhi jumlah protein dalam plasma dan ASI<sup>26,28</sup>. Protein yang terikat dengan merkuri akan mempengaruhi kandungan total protein dalam ASI, terutama asam amino yang mengandung sulfur seperti metionin dan sistein. Merkuri yang terakumulasi dalam ASI dapat menghambat aktifitas enzim terutama yang mengandung gugus sulfur dalam molekulnya, karena merkuri mudah berikatan dengan sulfur menjadi merkuri sulfida<sup>28</sup>.

## SIMPULAN

1. Rata-rata asupan merkuri responden dalam sehari adalah 25,81  $\mu\text{g}$  dengan simpangan baku 6,43  $\mu\text{g}$ , asupan terendah 9,48  $\mu\text{g}$  dan tertinggi 38,43  $\mu\text{g}$ . Angka ini masih lebih rendah dari NAB sebesar 3,3  $\mu\text{g}/\text{kg}$  BB
2. Rata-rata kandungan protein dalam ASI responden adalah 1,758 g/100 mL dengan simpangan baku 0,334 g/100 mL, kandungan terendah adalah 0,75 g/mL dan tertinggi 2,22 g/100mL. Angka ini masih lebih rendah dari NAB sebesar 0,8-0,9 g/ml
3. Rata-rata kandungan merkuri dalam ASI responden adalah 1,011 ppb dengan simpangan baku 0,429 ppb, kandungan terendah adalah 0,301 ppb dan tertinggi 2,034 ppb. Angka ini masih lebih rendah dari NAB sebesar 4 ppb.
4. Tidak terdapat korelasi yang bermakna antara konsumsi BM (asupan merkuri) dan kandungan protein dalam ASI ( $r=-0,201$ ;  $p=0,278$ )
5. Terdapat korelasi yang bermakna antara konsumsi BM (asupan merkuri) dan kandungan merkuri dalam ASI ( $r=0,365$ ;  $p=0,043$ )
6. Terdapat korelasi yang bermakna antara kandungan merkuri dalam ASI dan kandungan protein dalam ASI ( $r=-0,567$ ;  $p=0,001$ )

## DAFTAR PUSTAKA

1. Shankar Narayan, Nisha Natarajan dan Bawa. *Maternal and Neonatal Factors Adversely Affecting Breastfeeding in the Perinatal Period*. MJAFI 2005; 61 : 216-219
2. Denni Widhiyatna, et al. *Pendataan Sebaran Merkuri di Daerah Cineam Kabupaten Tasikmalaya Jawa Barat dan Sangon Kabupaten Kulon Progo Di Yogyakarta*. dalam Kolokium Hasil Lapangan Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral Subdit Konservasi Tahun 2005.
3. Trina Trallei. *Merkuri dan Permasalahannya*. Jurnal Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah, vol. 2. No. 3 Tahun 2005.
4. Anies. *Penyakit Tak Menular Akibat Logam Berat : Bahaya Pencemaran Merkuri dan Kadmium*. Jurnal Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang. Nopember 2008.
5. Wiwin Wiryanti dan Ganthina Sugihartina. *Hubungan Kadar Merkuri Darah dengan Kreatinin Klirens pada Penambang Emas Tradisional dan Penduduk di Sekitar Penambangan Emas*. Laporan Riset Pembinaan Tenaga Kesehatan Politeknik Kesehatan Bandung Tahun 2009.
6. Irmawartini dan Mimin Kusmiyarini. *Analisis Keberadaan Merkuri di*

- Lingkungan dan Dampaknya terhadap Kesehatan Masyarakat Akibat Penambangan Emas di Kecamatan Ciemas Kabupaten Sukabumi.* Laporan Riset Pembinaan Tenaga Kesehatan Politeknik Kesehatan Bandung Tahun 2009.
7. Abdul Rahem. *Studi tentang Kandungan Merkuri dalam ASI dan Kaitannya dengan Perkembangan Bayi - Studi di Kawasan Kelurahan Sukolilo Kecamatan Kenjeran Kota Madya Surabaya.* JBP Vol. 6, No. 1, Januari 2004.
  8. Gloria Ramirez, et al. *The Tagum Study I: Analysis and Clinical Correlates of Mercury in Maternal and Cord Blood, Breast Milk, Meconium, and Infants' Hair.* Journal of Pediatrics vol. 106 tahun 2000; 774-781.
  9. Claudia Gundacker, et al. *Lead and Mercury in Breast Milk.* Journal of Pediatrics vol. 110 tahun 2002; 873-878.
  10. Jan Riordan. *Breastfeeding and Human Lactation 3<sup>rd</sup> edition.* Jones and Bartlett Publishers Massachussets. England. 2005.
  11. Okoeguale Michael Ibadin, Chijindu Christopher Osubor dan Peter Ajokpoghene Onoberhie. *Alpha-Tocopherol Levels in Milk of Exclusively Breast-Feeding Mothers in Benin City, Nigeria.* Africans Journal Reproductive of Health; tahun 2009; 13(2) : 55-60.
  12. Maryse Arendt. *Communicating human biomonitoring results to ensure policy coherence with public health recommendations : analysing breastmilk whilst protecting, promoting and supporting breastfeeding.* Environmental Health tahun 2008; 7(Suppl 1) : S6.
  13. Katarzyna Kordas, Bo Lonnerdal dan Rebecca J. Stoltzfus. *Interactions between Nutrition and Environmental Exposures: Effects on Health Outcomes in Women and Children.* J. Nutr. 2007; 137: 2794-2797.
  14. Desiree Narvaez. *Human Exposure to Mercury in Fish in Mining Areas in the Philippines.* FAO/WHO Global Forum of Food Safety Regulators. Morocco, 28 – 30 Januari 2002.
  15. World Health Organization. *Mercury Training Module.* WHO Training Package for the Health Sector. Geneva. 2005.
  16. World Health Organization. *Exposure to Mercury: A Major Public Health Concern.* WHO. Geneva. 2007.
  17. Inswiari. *Paradigma Kejadian Penyakit Paparan Merkuri (Hg).* Jurnal Ekologi Kesehatan Agustus 2008; Vol. 7 No. 2: 775 – 785.
  18. Thomas Clarkson dan J.J. Strainy. *Nutritional Factors May Modify the Toxic Action of Methyl Mercury in Fish-Eating Populations.* J. Nutr. 2003. 133: 1539S-1543S.
  19. Donna Mergler, et al. *Methylmercury Exposure and Health Effects in Humans: A Worldwide Concer.* Ambio Vol. 36, No. 1, February 2007.
  20. Oddy. *The Impact of Breastmilk on Infant and Child Health.* Breastfeed Rev; November 2002; 10(3) : 5-18.
  21. Lawrence dan Lawrence. *Breastfeeding : a Guide for the Medical Profession.* 5th edition. Mosby. St. Louis. USA.2009.
  22. Velona, dkk. *Protein Profiles in Breast Milk from Mothers Delivering Term and Preterm Infants.* Pediatric Research. 45(5) : 658-663; 2005.
  23. Yalcin, et al. *Maternal and environmental determinants of breast-milk mercury concentrations.* Turk J Pediatr. Tahun 2010 Jan-Feb; 52(1) : 1-9.
  24. Chien, et al. *Analysis of the health risk of exposure to breast milk mercury in infants in Taiwan.* J.chemosphere. Tahun 2005. No. 11: 059.
  25. Bose O'Reilly, et al. *Mercury in Breast Milk – A Health Hazard for infants in Gold Mining Areas.* Int. J. Hyg. Environ. Health. tahun 2008. 211 615-623.
  26. Karolin Ask Björnberg. *Transport of Methylmercury and Inorganic Mercury to the Fetus and Breast-Fed Infant.* Environ Health Perspect . Tahun 2005; 113:1381-1385.
  27. M. Christopher Newland, Elliott M. Paletz dan Miranda N. Reed. *Methyl*

*Mercury and Nutrition : Adult Effects of Fetal.* J Neurotoxicology.

September 2008; 29(5): 783–801.

28. Johanna Sundberg, et al. *Protein binding of mercury in milk and plasma from mice and man — a comparison between methylmercury and inorganic mercury.* Toxicology 1 Oktober 2005; Volume 137 (3) : 169-184 .