

DAMPAK PENCEMARAN CADMIUM TERHADAP KESEHATAN MANUSIA

OLEH:
MUFTI SUDIBYO*)

PENDAHULUAN

Pencemaran adalah kata yang sudah sering didengar dan amat mudah untuk mendapatkannya. Di setiap perkotaan yang memiliki sejumlah pabrik baik itu tekstil, kimia, kayu lapis, baja dan lain-lain, ataupun industri rumah tangga dapat dipastikan adanya pencemaran baik itu berupa pencemaran suara, udara, ataupun pencemaran di perairan.

Puluhan penelitian telah dilakukan untuk mengetahui tingkat-tingkat pencemaran dan aspeknya terhadap EKOSOSBUDNYA dan patologinya. Usaha-usaha sudah sedemikian rupa diupayakan untuk menjaga segala kemungkinan yang tidak menguntungkan, walaupun kenyataannya menunjukkan bahwa tidak seluruh pencemaran yang terjadi berakibat langsung terhadap manusia, namun yang jelas bahwa kondisi sistem akan terganggu.

Kerusakan lingkungan akibat pencemaran memang tidak dapat dihindari sebagai konsekwensi dari kemajuan teknologi yang dituntut untuk mencukupi kebutuhan manusia. Di Indonesia khususnya walaupun masih ada sinyalemen yang mengatakan bahwa tingkat pencemaran rata-rata belum cukup mengkhawatirkan, namun demikian tidaklah arif bila pencemaran dibiarkan terus berlanjut tanpa adanya usaha-usaha yang serius guna mengatasinya, sebab bila dibiarkan maka suatu saat bukan tidak mungkin terjadi tragedi pencemaran yang menyebabkan sakit masal bagi penduduk yang tinggal dan mengkonsumsi bahan makanan yang diambil dari sumber pencemar seperti kasus teluk Minamata di Jepang.

Dampak pencemaran pada tanah menyebabkan lahan pertanian tidak dapat lagi digunakan, pencemaran pada aliran sungai, estuari, dan seputar pantai menyebabkan mata pencaharian nelayan hilang. Secara keseluruhan lingkungan yang terpolusi terutama oleh logam berat, akan mengurangi sumber-sumber daya alam dan mengancam keselamatan hidup manusia yang pada akhirnya sumberdaya manusia juga terancam.

CADMIUM (Cd) SEBAGAI BAHAN-PENCEMAR

Kadar logam yang berlebihan di alam dapat terjadi sebagai hasil fenomena geologis, misalnya pada pembentukan bijih logam, kerusakan bantuan, pelindian atau penguapan dapat pula mempertinggi kadar logam tertentu di alam. Disamping manusia juga menjadi pelaku di dalam mempertinggi kadar logam tertentu di alam hingga terjadi pencemaran, seperti karena adanya kegiatan pembakaran bahan bakar fosil, penambangan, peleburan, pembuangan limbah industri, limbah pertanian dan limbah rumah tangga (domestik) serta pestisida di alam. Detoksifikasi bahan pencemar di alam oleh aktifitas mikrobial umumnya berlangsung secara lambat. Oleh karena itu, lepasnya senyawa pencemar dalam hal ini logam pencemar perlu dipantau dan dikendalikan (Bermann, 1980).

Lembaga Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat telah menetapkan unsur logam berbahaya bagi kesehatan meskipun dalam umlah yang relatif sedikit. Diantaranya atom barium, cadmium, copper, lead, nikel, vanadium, seng dan timah. Diantara 8 macam logam tersebut, hanya barium yang bukan merupakan logam berat (Duffus, 1980).

Cadmium adalah merupakan salah satu logam berat yang bersifat racun terhadap manusia, tumbuhan dan hewan. Cadmium di alam merupakan penyusun tanah dan air dalam kadar yang sedikit. Cadmium juga sering ditemukan pada lumpur industri, pupuk pospat (mengandung < 20 mg/kg pupuk), pupuk organik atau kompos (mengandung 1500 mg/kg pupuk), rokok, daging, susu, ikan, kerang, sayuran dan lain-lain. Umumnya Cadmium diperoleh sebagai hasil sampin dari penambangan timbal (Pb) dan seng (Zn).

Penemuan pertama kali unsur cadmium oleh Stromeyer pada tahun 1817, mempunyai struktur atom dan sifat-sifat kimia yang serupa dengan seng dan keduanya sering bersama di alam. Sementara seng telah dilaporkan sebagai unsur esensial sedang cadmium sebagai unsur yang sangat toksik belum diketahui (Bermann, 1980). Cadmium dan garam-garamnya digunakan dalam jumlag besar dan sebagai proses industri, sebagai katalis campuran logam. Cd-nikel untuk pembuatan batere yang baik, $CdBr_2$ CdI_2 digunakan dalam fotografi dan proses pengukiran. Oksida Cd dimanfaatkan dalam industri keramik dan gelas, Cd selenida ditemukan dalam fotokonduktor, selfotoelektrik dan Cd sulfida atau Cd kuning sebagai pigmen lampu kilat maupun pewarna tekstil, sabun, kertas, tinta dan lain-lain. Garam-garam Cd ini digunakan besar-besaran untuk pemberantasan syphilis dan tuberculosis manusia (Bermann, 1980).

Dewasa ini Cadmium digunakan secara luas pada berbagai macam industri. Untuk elektroplating (45%), pewarna (21%), plastik (15%), bahan campuran (7,5%), baterai (3%) dan industri lain seperti untuk semikonduktor, PVC, bahan nonkorosif (8,5%) (Hayes, 1989).

Keracunan logam Cadmium mula-mula dikenal di Jepang pada tahun 1955 yang disebabkan oleh akumulasi Cadmium pada nasi dan kedele. Keracunan tersebut ditunjukkan dengan adanya rasa sakit pada pinggang yang ekstrim dan lemahnya tulang. Nampaknya keracunan Cadmium juga menyebabkan kerapuhan tulang yang disebabkan oleh proses pembentukan tulang terhambat (Duffus, 1980). Bahan toksik dapat mengganggu proses-proses vital metabolisme dan struktur sel dan dengan cara yang lain dapat merubah permeabilitas membran yang akhirnya mekanisme transpot terganggu. Proses-proses biosintesis terganggu oleh karena penghambatan fiksasi CO₂ yang mensintesis senyawa-senyawa organik dalam fotosintesis pada bayam oleh logam pencemar Cd (Butler, 1978).

DISPOSISI

Logam Cadmium masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pencemaran (gastrointestinal) dan saluran pernapasan. Menurut Hayes (1989) logam Cadmium yang masuk ke dalam pernapasan. Menurut Hayes (1969) logam Cadmium yang masuk ke dalam tubuh hanya 5-8% yang melalui saluran pencernaan. Hal ini disebabkan karena logam Cadmium terbawa oleh makanan (umumnya terikat pada molekul organik yang sebagian besar susunannya sistein) seperti padi-padian (mengandung Cadmium antara 10-159 ug/kg), daging, ikan, buah-buahan (mengandung Cadmium antara 1-50 ug/kg dan ginjal, hati diduga mengandung Cadmium lebih tinggi lagi. Kerang-kerangan seperti Oyster, Scallops merupakan pembawa logam Cadmium yang kandungannya sangat tinggi, yaitu antara 100-1000 mg/kg. hal ini karena kerang-kerangan mengambil Cadmium dari air dan diikatkan pada lipid. Kemasukan Cadmium ke dalam tubuh dari makanan, air dan udara di America utara dan Eropa mencapai 40 ug/hari. Sedangkan Cadmium yang masuk hanya melalui makanan di Amerika Serikat 5-19 ug/hari, dan di Jepang mencapai 150 ug/hari (?).

Penyerapan logam Cadmium dalam saluran pencemaran meningkat apabila makanan kurang mengandung kalsium, besi dan protein. Kekurangan kalsium akan mendorong sistesis protein pengikat kalsium, sehingga meningkatkan penyerapan Cadmium. Disamping itu, terutama pada wanita,

kandungan serum ferritin yang rendah ternyata meningkatkan penyerapan Cadmium sampai dua kali lipat. Penyerapan Cadmium akan ditekankan oleh adanya Zn, yang diduga ada kaitannya dengan stimulasi sintesis metallothionein.

Disamping itu Cadmium juga masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernapasan yang diperkirakan mencapai 15-30%. Di negara barat pencemaran logam Cadmium di udara lingkungan kerja antara 0,05-0,02 ug/m³, di daerah pedesaan antara 0,001-0,005 ug/m³ dan mengikat di daerah-daerah pinggiran kota mencapai 0,05-0,06 ug/m³. Cadmium juga dapat masuk ke dalam tubuh karena kegiatan merokok. Satu batang rokok mengandung Cadmium antara 1-2 ug dan 10%-nya diserap oleh paru-paru (0,1-0,2 ug Cadmium).

Menurut Hayes (1989) Cadmium diserap dan transportasikan dalam darah yang diikat oleh sel darah merah, albumin dan protein lain dan terakumulasi dalam hati dan ginjal. Bila Cadmium terakumulasi dalam hati maka Cadmium akan menstimulasi sintesis yang rendah dari MW-SW yang mengandung protein yang dinamakan metaloprotein. Metaloprotein ini akan berikatan dengan Cadmium. Setelah terekspos secara terus menerus dengan dosis rendah atau terekspos sekali dalam waktu yang lama dengan dosis yang tinggi maka ikatan Cadmium dan metaloprotein ini masuk ke dalam aliran darah dan sebagian besar terfiltrasi oleh glomerulus dan diabsorpsi oleh tubulus proximalis, dengan demikian lebih dari separoh Cadmium membebani ginjal.

Peningkatan Cadmium dalam hati, ginjal, pancreas dan limpa serta jaringan intestinum nampaknya menunjukkan jumlah yang cukup besar terutama yang terikat oleh metaloprotein. Cadmium diekskresikan lewat urine dan feces. Ekskresi urine akan tertutup sebelum ginjal mengalami kerusakan. Selanjutnya terjadi kerusakan ginjal, dan terjadi peningkatan ekskresi Cadmium dari ginjal. Cadmium yang tidak terabsorpsi akan menyebabkan ekskresi empedu amat kecil, mengelupaskan mukosa usus. Umumnya defisiensi nutrisi (kalsium, besi dan protein) akan memacu absorpsi Cadmium, sedang kelebihan seng akan menurunkan penyerapan Cadmium (Hayes, 1989).

TOXISITAS

Intoksikasi Cadmium secara akut jarang terjadi dan biasanya hal ini timbul karena mengkonsumsi minuman yang terkontaminasi atau karena adanya ekspos uap Cadmium atau debu yang berlebihan di tempat kerjanya.

Adanya Cadmium menyebabkan muak, muntah dan perut perih, keadaan ini akan berhenti jika akspos berhenti, sebaliknya jika ini terus berlangsung akan menyebabkan pneumotitis akut dan edema pulmo. Ekspose inhalasi dalam jangka yang lama berperan penting terhadap timbulnya rasa sakit pada ginjal dan juga luka bengkak pada pulmo. Luka paru-paru meliputi bronchitis kronik, fibrosis bagian bawah tractus respiratorius, kerusakan alveolus, dan fibrosis interstisial yang merupakan akibat dari necrosis alveolus (macrophage alveolus) dan selanjutnya pembebasan enzim (Hayes, 1989).

Ekspose Cadmium baik peroral maupun melalui inhalasi dalam jangka lama akan menyebabkan rusaknya (menimbulkan) rasa sakit pada tubulus renalis dan glomerulus dikarenakan ginjal adalah organ yang amat kritis menerima ekspose Cadmium dalam jangka lama, Beberapa laporan menyebutkan bahwa toksisitas kronik melalui ekspose peroral terjadi di Jepang, hal ini juga terjadi di Eropa dan Amerika karena kesibukannya di tempat kerja yang menyebabkan intoksikasi. Setelah Cadmium masuk ke dalam ginjal kemudian membentuk Cadmium-Mt (Metallothionine) terutama terakumulasi di bagian kortek selanjutnya merusak enzim lisosomal Mt. Pembebasan Cadmium merangsang pembentukan (sintesis) Mt dan Cadmium mengikat Mt yang baru hingga akumulasi Cadmium pada ginjal melebihi kapasitas untuk memproduksi Mt. Bila kadar non Mt mengikat Cadmium melampaui taraf tertentu (konsentrasi kritis), Cadmium akan mengganggu molekul biologis (dalam hal ini enzim yang memerlukan seng) dalam ginjal dan menyebabkan kerusakan tubulus renalis. Data dari Ellis dkk, dalam Hayes (1989) menyatakan bahwa konsentrasi 190 mg/kg kortek renalis, 10%nya akan menunjukkan kerusakan ginjal yang mirip. Pada hewan dosis kritis adalah 200 mg/kg. Nomiya dalam Hayes (1989) menyimpulkan bahwa konsentrasi kritis ikatan non Mt-cadmium dalam kortek ginjal kelinci adalah kurang dari 13 mg/kg.

Menurut Hayes (1989) tanda-tanda netropati cadmium mencakup peningkatan cadmium dalam urin, protein uria, aminosiduria, glukosuria, dan penurunan resorpsi fosfat pada tubulus renalis, kerusakan morfologis yang meliputi degenerasi tubulus sampai nefritis interstisial dan fibrosis. Proteinuria adalah yang dominan, protein MW rendah yang kebanyakan sebagai 2-mikroglobulin, retinol mengikat protein, ribonuklease, dan imonoglobulin rantai pendek diekskresikan sebagai akibat kegagalan reabsorpsi pada tubulus renalis. Tahap berikutnya rusaknya glomerulus yang ditandai dengan ekskresi protein MW yang tinggi sebagian besar adalah transferin dan albumin.

Dilaporkan bahwa Cadmium juga berpengaruh terhadap sistem sekelet. Dilaporkan dari daerah endemik di Jepang (Fuchu) Cadmium ini menyebabkan osteomalacia atau osteoporosis yang berperan penting terhadap retaknya tulang dan sakit tulang (itai-itai). Efek pada skelet adalah karena induksi Cadmium yang dapat menyebabkan penghambatan penyerapan kalsium, vitamin D hidroksilase (hidrolisa vitamin D) dalam ginjal, aktivitas oksidase lisis dan pindah silang serabut kolagen.

Gejala mula-mula adalah adanya hipertensi pada manusia di berbagai tempat dunia yang ditandai dengan meningkatnya konsentrasi Cadmium pada saluran urine, konsentrasi Cadmium pada ginjal, dan kadar Cadmium dalam darah tinggi. Hipertensi bukan sebagai penyakit itai-itai walaupun orang yang terinduksi Cadmium proteinuria nampak memiliki laju kematian dua kali lebih besar dibanding dengan yang tanpa proteinuria. Penelitian pada hewan menunjukkan bahwa kadar rendah dari Cadmium dapat menyebabkan hipertensi (kadar Cadmium dalam air minum) dengan retensi sodium meningkat, vasokonstriksi secara langsung, peningkatan konsentrasi plasma renin dan peningkatan detak jantung (Hayes, 1989).

Efek-efek lain pada hewan percobaan menunjukkan bahwa Cadmium dapat menyebabkan nekrosis akut, nekrosis hati, disfungsi pancreas, teratogenik, berpengaruh terhadap sistem syaraf dan sistem kekebalan. Ingesti Cadmium dan atau inhalasi dapat menyebabkan kanker paru-paru dan glandula prostata. Pada beberapa percobaan Cadmium menyebabkan karsinogenik (sarkoma dan tumor sel Leydig). Cadmium juga bersifat mutagenik pada mamalia (in vitro) dan di dalam sistem-sistem hewan (hayes, 1989).

oooooooooooooooo