

MODIFIKASI METODE ANALISIS SPESIASI MERKURI DALAM LINGKUNGAN PERAIRAN

Susila Kristianingrum
Juridik Kimia FMIPA UNY

ABSTRAK

Tercemarnya suatu lingkungan oleh ion logam berat selalu menjadikan masalah bagi negara-negara berkembang seperti Indonesia, sehingga sangat penting untuk memonitor keberadaan ion logam berat dalam lingkungan. Salah satu ion logam berat yang berbahaya bagi kesehatan adalah merkuri (Hg). Berbagai peristiwa yang mengesankan karena keracunan merkuri telah banyak dialami, misalnya kasus di Minamata, dan Nigata. Batas konsentrasi ion merkuri yang diperbolehkan sangat kecil, dalam satuan ng mL^{-1} . Upaya untuk mengetahui konsentrasi merkuri dalam suatu limbah bersifat membahayakan atau tidak, juga memerlukan metode analisis yang dapat menjangkau analit dalam jumlah yang relatif kecil. Berbagai metode analisis merkuri tersebut, antara lain adalah ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry), NAA (Neutron Activation Analysis), CV-AAS (Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry), dan ASV (Anodic Stripping Voltammetry). Pengukuran konsentrasi total merkuri yang ada di lingkungan perairan tidak dapat membedakan merkuri yang toksik dengan merkuri yang tidak toksik, akan tetapi dengan analisis spesiasi dapat dikualifikasikan keberadaan merkuri dengan tingkat toksisitasnya di lingkungan. Modifikasi metode ekstraksi-CV AAS dapat dipakai untuk spesiasi senyawa merkuri yang berada di suatu lingkungan perairan, sehingga diketahui asal, distribusi, dan tingkat toksisitasnya berdasarkan spesies senyawa yang terdeteksi.

Kata Kunci: *metode analisis spesiasi, merkuri, lingkungan perairan, ICP-MS, NAA, CV-AAS, dan ASV*

PENDAHULUAN

Pencemaran suatu lingkungan oleh ion logam berat selalu menjadikan masalah bagi negara-negara berkembang seperti Indonesia, sehingga sangat penting untuk memonitor keberadaan ion logam berat dalam lingkungan. Salah satu ion logam berat yang berbahaya bagi kesehatan adalah merkuri (Hg). Banyak industri yang menggunakan raksa atau merkuri. Di antara industri tersebut, masih banyak juga yang pembuangannya limbah belum memenuhi syarat., sehingga dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Sebagai contoh, pabrik plastik dan pabrik sabun dan juga kosmetika. Pabrik plastik menggunakan merkuri dalam proses produksinya. Industri sabun dan kosmetika juga ada yang menggunakan merkuri sebagai campuran bahan antiseptik. Demikian juga amalgam untuk penambalan gigi dan berbagai fungisida dalam bidang pertanian.

Gejala keracunan merkuri ditandai dengan sakit kepala, sukar menelan, penglihatan kabur, dan daya ingat menurun. Selain dari itu, orang yang keracunan merkuri merasa tebal di bagian kaki dan tangannya, mulut terasa tersumbat, gusi membengkak dan sering disertai diare. Kematian akan terjadi karena kondisi tubuh yang makin lemah.

Berbagai peristiwa yang mengesankan karena keracunan merkuri telah banyak dialami, misalnya kasus di Minamata, dan Nigata. Kedua kasus ini terjadi karena mereka mengkonsumsi ikan yang mengandung merkuri. Tentu saja sumber utama merkuri ini adalah proses pembuangan limbah pabrik ke laut. Efek yang terlihat pada kasus penyakit Minamata dapat terjadi bila dosis efektif dalam tubuh manusia sudah tercapai (<http://www.depkes.go.id/index.php?option=articles&task=viewarticle&articid=139&Itemid>).



Bahkan, di perairan laut di Indonesia hal inipun sudah terjadi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kontaminasi merkuri pada para nelayan Muara Angke Jakarta Utara telah mencapai tingkat yang perlu mendapatkan perhatian yang serius.

Beberapa saat yang lalu, juga terjadi kasus serupa, yaitu di Teluk Buyat dan di Kulonprogo. Semua peristiwa yang tidak dikehendaki ini terjadi karena proses pengelolaan limbah yang belum memenuhi syarat.

Merkuri dalam bentuk unsur ataupun ionnya sudah merupakan racun dalam jumlah yang kecil. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengkajian terhadap keberadaan spesies merkuri yang dalam jumlah kecil dengan suatu metode analisis spesiasi merkuri yang tepat, sehingga dapat mendeteksi keberadaan spesies merkuri tersebut.

PEMBAHASAN

Merkuri atau raksa

Merkuri atau raksa merupakan logam dengan ikatan metalik terlemah di antara semua logam, dan satu-satunya logam berfase cair pada temperatur kamar. Lemahnya ikatan metalik mengakibatkan tingginya tekanan uap pada temperatur kamar, dan ini sangat berbahaya sebagai racun jika terhisap oleh makhluk hidup. Merkuri banyak digunakan dalam termometer, barometer, panel pengganti listrik, dan lampu pijar merkuri. Larutan logam dalam merkuri disebut amalgam. Sebagai contoh, natrium amalgam dan zink amalgam yang digunakan sebagai agen pereduksi dalam laboratorium, dental amalgam yang mengandung campuran merkuri, perak, timah, dan tembaga digunakan untuk pengisi gigi yang berlubang. Pemakaian campuran bahan ini cukup beralasan dengan berbagai pertimbangan bahwa campuran bahan ini bersifat sedikit mengembang pada saat pembentukan amalgam, sehingga mampu mengkait secara kuat pada permukaan lubang gigi. Dental amalgam ini tidak mudah pecah oleh benturan-benturan atau tekanan antar gigi, dan mempunyai koefisien ekspansi termal rendah, sehingga tidak mudah pecah jika terjadi kontak dengan makanan panas. Merkuri digunakan paling banyak di bidang pertanian sebagai senyawa organoraksa yang digunakan untuk fungisida dan pengawet kayu (Kristian H. Sugiyarto, 2001).

Keberadaan merkuri di alam dapat ditemukan dalam lingkungan tanah, udara, dan air. Dalam tanah diperkirakan sekitar 0,04 $\mu\text{g}/\text{mL}$, dalam udara sekitar beberapa nanogram per meter kubik, sedangkan dalam lingkungan perairan diperkirakan sekitar 0,06 ng/mL (Sawyer, Heineman, and Beebe, 1984)

Merkuri sebagai unsur ataupun ionnya dalam larutan merupakan bahan beracun berbahaya. Oleh karena itu limbah yang mengandung merkuri dengan segala bentuk juga merupakan limbah yang beracun. Batas konsentrasi ion merkuri yang diperbolehkan sangat kecil, dalam satuan ng/mL . Upaya untuk mengetahui konsentrasi merkuri dalam suatu limbah bersifat membahayakan atau tidak, juga memerlukan metode analisis yang dapat menjangkau analit dalam jumlah yang relatif kecil.

Merkuri di alam dibagi dalam tiga bentuk yaitu logam merkuri, merkuri organik, dan merkuri anorganik. Menurut Oda dan Ingle (1981) dikatakan bahwa merkuri organik, khususnya metil merkuri lebih toksik dibandingkan dengan senyawa merkuri yang lain. Hasil penelitian Suheryanto (1996) menyatakan bahwa konsentrasi total merkuri di perairan Sungai Musi Palembang sebesar 1,42 ng/mL . Pengukuran konsentrasi total merkuri yang ada di lingkungan perairan tidak dapat membedakan merkuri yang toksik dengan merkuri yang tidak toksik, akan tetapi dengan analisis spesiasi dapat dikualifikasikan keberadaan merkuri dengan tingkat toksisitasnya di lingkungan (Florence, 1982).

Metode Analisis Merkuri

Berbagai metode analisis merkuri tersebut, antara lain adalah ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*), NAA (*Neutron Activation Analysis*), CV-AAS (*Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry*), dan ASV (*Anodic Stripping Voltammetry*). Berbagai metode analisis tersebut memerlukan instrument yang mahal harganya dan juga biaya operasionalnya. Oleh karena itu tidak tersedia pada setiap lembaga, meskipun lembaga tersebut sebenarnya memerlukan dalam kaitannya dengan pemantauan limbah. Berbagai instrument tersebut hanya dimiliki oleh institusi tertentu, dapat disebutkan, antara lain LPPT-UGM, laboratorium PPNY-BATAN. Spektrofotometer sinar tampak dalam perdagangan dijumpai sebagai spectronic 20. Spectronic 20D adalah suatu instrument untuk analisis yang lebih murah harga maupun biaya operasionalnya dan telah dimiliki oleh berbagai institusi dapat pula digunakan sebagai alat untuk menguji adanya merkuri dalam sampel. Larutan yang mengandung ion merkuri bersifat jernih dan tidak berwarna dalam konsentrasi rendah maupun konsentrasi yang tinggi. Agar dapat dianalisis dengan spektrofotometer sinar tampak, maka perlu ditambahkan pereaksi agar menjadi larutan yang berwarna. Salah satunya adalah dengan membentuknya sebagai senyawa dithizonat (Anonim, 1980: 232).

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Siti Sulastri dan Susila K (2006) menunjukkan bahwa proses pembentukan asosiasi ion dapat diterapkan pada analisis ion merkuri dalam larutan secara spektroskopi sinar tampak. Konsentrasi ion raksa dalam larutan yang dapat terdeteksi sepersepuluh dari yang tidak dibentuk sebagai asosiasi ion pada analisis secara spektroskopi dengan pembentukan asosiasi ion.

Pada dasarnya penentuan unsur runtu merkuri adalah sulit dilakukan. Hal ini disebabkan oleh volatilitas dari senyawa merkuri tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan metode basah dengan perlakuan asam (*acid treatment*). Merkuri juga sering berkontaminasi dengan reagent atau bahan-bahan di laboratorium. Sebaiknya merkuri dipisahkan terlebih dahulu sebelum dianalisis, di antaranya dengan elektrolisis, volatilisasi, dan ekstraksi ditizon. Cara terakhir ini paling sering digunakan. Dalam penentuannya digunakan pembentukan kompleks dengan ditizon atau dengan dinaftiltiokarbazon (Pinta, 1975).

Dewasa ini, salah satu metode analisis merkuri yang telah banyak dilakukan oleh para peneliti yaitu metode CV-AAS atau disebut juga metode pembentukan uap dingin. Metode CV-AAS ini hanya dapat digunakan khusus untuk atomisasi merkuri. Metode CV-AAS ini mempunyai keunggulan dalam hal selektivitas dan sensitivitas yang cukup baik untuk analisis merkuri total dalam sampel. Kelemahan metode CV-AAS adalah tidak dapat mendeteksi berbagai jenis merkuri yang ada dalam sampel. Untuk mengatasi hal ini, maka sampel sebelum dianalisis dengan metode CV-AAS terlebih dahulu dilakukan pemisahan, dengan tujuan untuk memisahkan berbagai jenis spesies merkuri yang ada. Pada proses pemisahan ini tentu saja diperlukan suatu pelarut yang benar-benar sesuai atau selektif. Pemilihan pelarut ini harus benar-benar diperhatikan, karena akan menentukan keberhasilan dari analisis. Pelarut yang digunakan biasanya pelarut organik seperti kloroform, karbon tetra klorida, dan n-heksana. Dengan cara ekstraksi diharapkan spesies merkuri organik (khususnya metil merkuri) akan berada dalam fasa organik; sedangkan merkuri anorganik akan berada dalam fasa air, yang selanjutnya dapat dianalisis dengan metode CV-AAS.

Modifikasi Metode Spesiasi Merkuri

Pengukuran konsentrasi total merkuri yang ada di lingkungan perairan tidak dapat membedakan merkuri yang toksik dengan merkuri yang tidak toksik, akan tetapi dengan analisis spesiasi dapat dikualifikasikan keberadaan merkuri dengan tingkat toksisitasnya di lingkungan. Dengan metode spesiasi, senyawa merkuri yang berada di suatu lingkungan perairan dapat diketahui asal, distribusi dan dapat menentukan tingkat toksisitas lingkungan



perairan berdasarkan spesies senyawa yang terdeteksi. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Suheryanto (2001) disimpulkan bahwa dengan metode gabungan ekstraksi dan CV-AAS dapat digunakan untuk spesiasi metil merkuri dan merkuri anorganik dalam sampel air, dengan kisaran konsentrasi metil merkuri antara 11,00-16,03 ppb, sedangkan konsentrasi merkuri anorganik berkisar antara 22,07-29,55 ppb.

PENUTUP

Pengukuran konsentrasi total merkuri yang ada di lingkungan perairan tidak dapat membedakan merkuri yang toksik dengan merkuri yang tidak toksik, akan tetapi dengan analisis spesiasi dapat dikualifikasikan keberadaan merkuri dengan tingkat toksisitasnya di lingkungan. Dengan metode analisis spesiasi, senyawa merkuri yang berada di suatu lingkungan perairan dapat diketahui asal, distribusi, dan dapat menentukan tingkat toksisitas lingkungan perairan berdasarkan spesies senyawa yang terdeteksi. Metode gabungan ekstraksi dan CV-AAS dapat digunakan untuk spesiasi metil merkuri dan merkuri anorganik dalam sampel air

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (1980), *Standard Methods for Examination of Water and Waste Water*, 15th Ed, Washington: APHA-AWWA-WPCF.
- (<http://www.depkes.go.id/index.php?option=articles&task=viewarticle&artid=139&Itemid>).
- Florence, T.M., (1982), The Speciation of Trace Elements in Water, *Talanta*, 29, 345-364.
- Kristian H. Sugiyarto, (2001), *Common Textbook Kimia Anorganik II*, Yogyakarta: JICA, FMIPA UNY.
- Oda, C.E. and Ingle, J.D., (1981), Continous Flow Cold Vapour Atomic Absorption Determination of Mercury, *Anal. Chem.* Vol.53, p 2030-2031.
- Pinta, M., (1975), *Detection and Determination of Trace Elements*, USA: Ann Arbor Science Publisher, Inc.
- Sawyer, D.T., Heineman, W.R., and Beebe, J.M., (1984), *Chemistry Experiments for Instrumental Methods*, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Siti Sulastrri dan Susila, K., (2006). Pembentukan Asosiasi Ion Untuk Analisis Ion Raksa dalam Larutan Secara Spektrofotometri, *Laporan Penelitian*, Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Suheryanto, (1996), *Kajian Cemaran Merkuri di Daerah Aliran Sungai Musi*, LEMLIT, Universitas Sriwijaya.
- Suheryanto, (2001), Spesiasi Metil Merkuri dan Merkuri Anorganik di Perairan Sungai Musi dengan Metode Ekstraksi dan CV-AAS, *Jurnal Kimia Lingkungan*, Vol.2, No.2, p.107-108.