

# ILMU FARMASI DAN PENANGGULANGAN BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN



**Pidato Pengukuhan**  
diucapkan pada peresmian penerimaan jabatan Guru Besar  
dalam mata pelajaran Ilmu Farmasi  
pada Fakultas Farmasi Universitas Airlangga  
di Surabaya pada hari Sabtu tanggal 17 Desember 1988

Oleh :

**SOEMADI**

SITAS JGGA 2
3/10
e

ADLN - PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

# ILMU FARMASI DAN PENANGGULANGAN BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN

ktz  
ktb  
PB 153/  
Soe  
7



## Pidato Pengukuhan

diucapkan pada peresmian penerimaan jabatan Guru Besar  
dalam mata pelajaran Ilmu Farmasi  
pada Fakultas Farmasi Universitas Airlangga  
di Surabaya pada hari Sabtu tanggal 17 Desember 1988

Oleh :

**SOEMADI**

PIDATO GURU BESAR ILMU FARMASI DAN ...

SOEMADI

**Yang terhormat :**

- Bapak-bapak Pejabat Sipil maupun Militer,
- Bapak Ketua beserta para Anggota Dewan Penyantun Universitas Airlangga,
- Bapak Rektor selaku Ketua beserta Sekretaris dan para Anggota Senat Universitas Airlangga,
- Para Pembantu Rektor dan Pembantu Dekan,  
Para Tamu Undangan lainnya dan Hadirin yang saya muliakan.

**Assalamu'alaikum Warohmatullohi Wabarokatuh**

Pada kesempatan ini pertama-tama perkenankanlah saya memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya kepada kita semua, sehingga kita semua dapat hadir di sini dalam keadaan sehat wal afiat.

Adapun pidato pengukuhan saya ini saya beri judul :

**ILMU FARMASI DAN PENANGGULANGAN BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN**

## **BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN, SERTA KEBUTUHAN MANUSIA**

Hadirin sekalian yang saya hormati.

Dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang Kimia, maka produksi, distribusi dan penggunaan bahan-bahan kimia, baik yang berasal dari alam, sintesis maupun semisintetis, oleh berbagai jenis industri, makin lama makin meningkat, baik dalam hal jumlah maupun macamnya, seiring dengan laju pertumbuhan jumlah dan macam industri yang ada.

Tidak dapat dibantah lagi, bahwa bahan-bahan kimia tersebut sangat diperlukan untuk mencukupi kebutuhan dasar manusia sehari-hari, yaitu : sandang, pangan, papan, kesehatan, dan kenyamanan. Sebagai contoh adalah penggunaan polimer dan zat warna sintetik untuk industri sandang, penggunaan pupuk dan pestisida di bidang budidaya tanaman pangan, penggunaan berbagai antibiotika di bidang peternakan dan perunggasan, penggunaan berbagai macam obat untuk menjaga kesehatan. Kita butuh makanan yang enak, menarik dan awet, maka digunakanlah macam-macam bahan kimia tambahan pada makanan (food-additives), yang berupa zat warna, penyedap rasa, dan pengawet. Belum lagi kebutuhan kita akan makanan yang siap santap (instant) yang berupa sari buah, sari kopi, dan sebagainya, yang pada pembuatannya kadangkala diperlukan pelarut (penyari) organik.

Disamping kegunaannya yang sangat besar dan luas, bahan-bahan kimia tersebut dapat pula menimbulkan bahaya bagi kesehatan dan keselamatan manusia. Bahan-bahan kimia yang dapat membahayakan kesehatan dan keselamatan manusia dinamakan Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Yang termasuk Bahan Berbahaya dan Beracun adalah bahan-bahan kimia yang bersifat : mudah meledak, mudah terbakar, pengoksid dan korosif, beracun, radioaktif, karsinogenik, mutagenik dan teratogenik. Termasuk B3 juga adalah limbah biologik.

Bahan berbahaya dan beracun dapat berasal dari bahan-bahan kimia yang diproduksi dan digunakan di industri-industri, limbah berbagai

macam industri, limbah pertanian, peternakan dan perikanan, serta pencemaran oleh kendaraan bermotor atau mesin-mesin pabrik.

Sangat disayangkan bahwa masyarakat tidak atau kurang mengetahui dan menyadari bahaya langsung atau tidak langsung yang dapat ditimbulkan oleh B3. Lagipula distribusi dan penggunaan B3 terjadi secara bebas tanpa ada pengawasan yang memadai, sehingga banyak dijumpai adanya penyalahgunaan, penggunaan yang salah dan kebocoran-kebocoran. Hal-hal tersebut dapat menimbulkan ancaman yang serius terhadap keselamatan dan kesehatan masyarakat. Banyak kejadian-kejadian yang dapat dicontohkan, akibat keadaan di atas.

Melihat dari sumber B3 berasal dan juga kemungkinan gangguan yang ditimbulkan, kiranya dapat difahami dan memang wajar kalau banyak Departemen yang ikut terlibat ataupun berkepentingan untuk mengaturnya. Departemen Kesehatan mengatur, karena B3 jelas mengganggu kesehatan, Kantor Menteri KLH mengaturnya, karena B3 dapat mencemari lingkungan hidup, Departemen Perindustrian mengaturnya, karena B3 kebanyakan merupakan hasil produksi, bahan baku atau bahan penolong untuk berbagai jenis industri, sedangkan Departemen Pertanian juga mengaturnya dalam kaitan penggunaannya di bidang pertanian dan peternakan. Maka dari itu klasifikasi B3 juga berbeda-beda tergantung pada bidang tanggung jawab masing-masing Departemen. Menteri Kesehatan lewat Permenkes R.I. Nomor : 453/Menkes/Per/XI/1983 tentang Bahan Berbahaya mengklasifikasikan ke dalam empat kelas berdasarkan tingkat bahayanya, kecepatan penularan dan derajat kesulitan penanganan dan pengamanannya. Sedangkan Menteri KLH lewat Keputusan Nomor : Kep-02/Men KLH/1/1988 mengklasifikasikan menurut sasaran yang kemungkinan akan tercemar B3, yaitu air, udara dan air laut, kemudian masih digolongkan lagi menurut masing-masing kegunaannya. Di tingkat duniapun beberapa badan dunia ikut menanganinya, yaitu WHO, FAO, UNEP dan ILO.

Hadirin yang saya muliakan.

Ilmu Farmasi pada hakekatnya adalah perpaduan dari berbagai cabang ilmu keahlian antara lain : Farmakologi, Farmakognosi-Fitokimia, Farmasetika dan Kimia Farmasi, serta dilandasi oleh ilmu alamiah dasar : Matematika, Fisika, Biologi, Kimia dan Ilmu Kedokteran Dasar.

Salah satu bidang telaah yang merupakan salah satu segi dari ilmu Farmasi adalah penemuan obat baru dan produksi obat. Pada segi ini telah tersusun suatu pola dasar yang meliputi langkah-langkah tertentu. Untuk mendapatkan bahan obat baru dilakukan lewat isolasi atau sintesis, kemudian dilakukan identifikasi, analisis serta standarisasinya. Suatu bahan obat hasil isolasi atau sintesis tidak begitu saja langsung digunakan sebagai obat tanpa melalui analisis atau pengujian apakah bahan tersebut telah memenuhi standar tertentu yang berlaku baginya. Demikian pula bila bahan obat tersebut diproduksi menjadi obat jadi, maka obat jadi ini juga harus melewati dan memenuhi pengujian tertentu sebelum dipasarkan. Jadi jelasnya ada persyaratan-persyaratan tertentu yang dituangkan sebagai suatu standar obat-jadi. Dalam segi ini ilmu Farmasi telah berhasil menyusun dan membina agar produk obat dapat terjamin keamanan, mutu dan khasiatnya berdasarkan suatu standar tertentu.

Persyaratan-persyaratan yang tertuang dalam standar untuk obat, antara lain dimaksudkan untuk menanggulangi bahaya keracunan pada penggunaan obat. Dengan kata lain standar itu dimaksudkan untuk menjamin keamanan penggunaan obat. Penggunaan obat selalu mempunyai tujuan tertentu, yaitu menanggulangi penyakit, mencegah sakit, mendeteksi penyakit, menghilangkan sakit atau dengan kata lain untuk menyehatkan. Maka dari itu pada penggunaan obat juga harus ada jaminan bahwa obat yang digunakan itu berkhasiat. Disamping itu obat juga harus memenuhi persyaratan-persyaratan kemurnian tertentu untuk mendukung adanya jaminan keamanan dan khasiat. Jadi obat juga harus terjamin mutunya.

Dengan kata lain bahwa obat yang dipasarkan untuk konsumsi masyarakat itu harus melewati pengujian terhadap persyaratan tertentu yang tertuang dalam suatu standar. Standar untuk obat merupakan standar yang paling lengkap di antara standar-standar barang konsumsi lainnya. Sebab standar obat harus mampu memberikan jaminan keamanan, mutu dan khasiat obat yang dikonsumsi oleh masyarakat. Di negara manapun di dunia ini, standar obat selalu harus mampu menjamin keamanan, mutu dan khasiat obat yang dikonsumsi oleh masyarakatnya. Yang agak berbeda adalah kriteria-kriterianya, karena kriteria ini harus disesuaikan dengan antara lain :

- tingkat kebutuhan masyarakat,
- tingkat daya beli masyarakat dan
- tingkat pengetahuan masyarakat.

Pada hakekatnya bahan berbahaya dan beracun (B3) adalah analogi dengan obat. Berdasarkan segi dari bidang telaah Ilmu Farmasi yang telah diuraikan di atas maka jelas bahwa Ilmu Farmasi dapat berperan dalam menanggulangi B3.

## **ENAM LANGKAH PENANGGULANGAN BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN**

Hadirin sekalian yang saya hormati.

Meskipun banyak Departemen merasa bertanggungjawab menangani dan menanggulangi masalah B3 ini, tetapi langkah-langkah yang diambil dapatlah diseragamkan, yaitu melalui :

1. Penetapan standar keamanan.
2. Penyediaan petunjuk berproduksi/penggunaan untuk produksi.
3. Pemantauan dan pengendalian B3.
4. Penyediaan sarana laboratorium.
5. Penyediaan metode analisis.
6. Evaluasi dan pembinaan standar keamanan B3.

Untuk melindungi masyarakat dan lingkungannya agar terbebas dari gangguan dari akibat produksi dan penggunaan B3 dalam industri, maka perlu ditetapkan terlebih dahulu batas-batas kuantitas dari B3 yang dapat menimbulkan gangguan. Batas kuantitas inilah yang dipegang sebagai pedoman untuk melaksanakan pembinaan, dan tentunya harus mempunyai kekuatan hukum. Maka dari itu batas kuantitas tadi ditetapkan sebagai suatu standar yang merupakan pegangan yang harus ditaati oleh semua yang berkepentingan terhadap penggunaan dan penanggulangan B3.

Standar adalah ukuran untuk menyatakan bahwa sesuatu itu baik ataupun memenuhi persyaratan, atau untuk menyatakan bahwa sesuatu itu aman atau bermutu. Maka dari itu standar harus dapat diukur agar kriteria baik, atau bermutu atau aman itu mempunyai satu pengertian/tafsiran. Standar harus ditetapkan oleh pejabat yang berwenang (standard is set up or established by the authority), maka kekuatan hukum dari standar tentunya tergantung dari lingkup kewenangan si pejabat. Standar yang ditetapkan oleh Gubernur, paling luas berlakunya hanya untuk satu propinsinya, sedang standar yang ditetapkan oleh Menteri akan berlaku secara nasional.

Sedangkan pengertian keamanan (terhadap bahaya B3) adalah kepastian praktis bahwa kerusakan tidak akan terjadi bila orang menggunakan bahan termaksud dengan cara dan jumlah yang dianjurkan.

Di bidang farmasi, standar dimaksud untuk menjamin keamanan, mutu dan khasiat obat maka dari itu rumusannya dapat berupa :

- nilai maksimum, yang merupakan batas pengotor (impurity) yang boleh ada, dan
- trayek nilai (a set of range of values), yang merupakan variasi kadar obat yang harus ada.

Standar untuk penanggulangan B3 dimaksud untuk menjamin keamanan terhadap bahaya B3 saja, maka dari itu rumusannya berupa :

- nilai maksimum, yang merupakan batas maksimum B3 yang boleh ada sebagai pencemar lingkungan dan atau
- nilai yang dapat diterima, yang merupakan batas B3 yang dapat ditolerir keberadaannya.

Untuk merumuskan standar keamanan B3, maka hal-hal yang menentukan dan hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- a. Percobaan efek yang merugikan atau toksisitas dari B3.
- b. Penggunaan faktor keamanan.
- c. Keadaan sosial ekonomi masyarakat.

a. Percobaan efek yang merugikan atau toksisitas.

Yang dimaksud efek yang merugikan dari B3 adalah terjadinya perubahan biologik yang merugikan pada individu ataupun populasi, berkaitan dengan dosis tertentu. Sedangkan toksisitas B3 diartikan sebagai kemampuannya menyebabkan kerusakan pada organisme hidup.

Untuk mengetahui adanya efek yang merugikan ataupun toksisitas dari B3, maka jelas bahwa data hasil percobaan pada manusia akan lebih relevan daripada data hasil percobaan binatang. Misalnya beberapa pekerja dibiarkan berada dalam lingkungan industri yang tercemar. Tetapi tentu saja tidaklah etis melakukan percobaan langsung pada manusia. Maka dari itu digunakan percobaan dengan binatang mencit, tikus, marmut, kelinci dan lain-lain lagi. Tetapi kemudian kesulitan akan timbul dalam mengekstrapolasikan data toksisitas terhadap binatang ke manusia. Belum lagi karena adanya perbedaan mengenai absorpsi, metabolisme, biotransformasi dan eliminasi dari zat toksik pada binatang dan manusia. Sebagai contoh misalnya 2-naftilamina. Zat ini menyebabkan terjadinya kanker kandung kencing pada anjing dan manusia, tetapi tidak pada tikus, kelinci dan marmut. Aflaktosin merupakan peracun akut dan karsinogen, akan bersifat lebih toksis pada tikus daripada mencit. Untuk mengatasi hal ini maka dipakai satu "faktor keamanan" guna menjamin ketepatan perumusan batas kadar yang dapat diterima.

Yang dimaksud faktor keamanan (safety factor) adalah suatu angka/faktor pembagi terhadap angka dosis yang dapat memberikan efek toksisitas dari B3. Besarnya faktor keamanan dipengaruhi antara lain oleh lamanya dan frekuensi kontak terhadap zat B3 termaksud. Bila zat B3 itu termakan, maka faktor keamanan tergantung juga pada jumlah makanan yang tercemar yang termakan.

The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives menggunakan angka 100 bagi B3 yang karsinogenik. Sedangkan untuk cemaran lingkungan faktor keamanan bervariasi 1 sampai 5000, misalnya untuk cemaran pestisida antara kurang dari 100 sampai ribuan. Beberapa polutan udara yang ringan hanya 2 – 5. Maka dari itu, seorang peneliti bila akan melakukan percobaan/uji toksisitas satu zat B3 terhadap suatu jenis binatang, maka dosis pemberiannya perlu memperhatikan besarnya faktor keamanan yang dipakai untuk merumuskan batas nilai yang dapat diterima (acceptable daily intake). Mungkin saja dalam percobaan dengan dosis 100 x ADI belum terlihat efek yang diharapkan.

c. Keadaan sosial ekonomi masyarakat.

Adalah keinginan dari setiap anggota masyarakat, baik dari kalangan produsen maupun konsumen, untuk memperoleh jaminan keamanan terhadap B3. Hanya karena faktor kekurangan kesadaran akan bahaya, atau karena ketidaktahuan, atau karena kebutuhan barang konsumsi yang sangat mendesak tetapi daya beli masyarakat masih rendah, maka terjadilah pelanggaran-pelanggaran terhadap batas keamanan B3.

Disamping itu perlu diingat bahwa penetapan standar keamanan yang terlalu ketat akan menyebabkan biaya produksi yang tinggi di mana akhirnya masyarakat juga yang menanggungnya.

Jadi daya beli masyarakat juga harus diperhatikan dalam perumusan suatu standar.

## 2. PENYEDIAAN - PETUNJUK BERPRODUKSI/PENGGUNAAN UNTUK PRODUKSI

Guna pembinaan standar keamanan, agar standar itu dapat dipahami sebagai usaha bersama untuk melindungi masyarakat terhadap bahaya B3, dan juga memberikan pedoman para produsen dalam menggunakan B3 untuk bahan produksi dan sekaligus untuk mengendalikan terjadinya pencemaran lingkungan, maka perlu diberikan suatu pedoman produksi dan penggunaannya untuk produksi berupa Good Manufacturing Practice.

Terjadinya musibah-musibah :

- a. Secara insidental di sungai Surabaya pada musim kemarau, yaitu sering terjadi pencemaran kimia akibat limbah industri-industri yang berada disepanjang sungai tersebut, yang berakibat menyebabkan kematian ribuan ikan-ikan.
- b. Di Sukabumi pernah terjadi kantong bekas pestisida dipakai untuk menjemur selai pisang, sehingga menyebabkan kematian beberapa orang yang makan selai tersebut.
- c. Di Trenggalek kira-kira 2 tahun yang lalu terjadi peristiwa dimana beberapa orang meninggal dunia karena adanya bahan makanan yang diperjualbelikan tercampur dengan pestisida.
- d. Di Bhopal, India akibat terjadinya kebocoran gas metilsianida telah membunuh lebih dari 2000 orang.
- e. Di Chernobyl, Rusia, akibat kurang ketatnya pengamanan produksi yang menggunakan bahan radioaktif menyebabkan sebagian daratan Eropa tercemar radioaktif. Dunia pertanianlah yang sangat merasakan akibatnya, dimana produksi sayuran, buah-buahan, susu dan lainnya perlu diuji terlebih dahulu kandungan radiaktifnya.

Kesemuanya ini menunjukkan akibat yang pasti terjadi karena kelalaian manusia atau kekurangtahuan manusia dalam mengelola B3. Maka dari itu kiranya sudah saatnya sekarang ini dikeluarkan pedoman tatacara produksi dan penggunaan B3 untuk produksi. Misalnya Departemen Perindustrian menerbitkan pedoman Good Manufacturing Practice untuk tiap kelompok industri sejenis yang bernaung di bawahnya. Demikian pula Departemen Pertanian perlu menerbitkan pedoman Good Agriculture Practice untuk industri

pertanian dan **Good Husbandary Practice** untuk industri peternakan. Sedangkan Departemen Kesehatan telah lama menerbitkan GMP untuk produksi makanan.

Pedoman GMP termaksud ditekankan pada persyaratan dan tatacara memproduksi dan menggunakan B3, mencegah terjadinya kecelakaan/kecerobohan yang menyebabkan pencemaran lingkungan dan bagaimana mengolah limbah industri agar tidak merugikan kepentingan masyarakat umum.

### 3. PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN B3

Dengan ditetapkannya standar keamanan untuk B3 kemudian diikuti dengan memberikan pedoman Good Manufacturing Practice tersebut tidak berarti masyarakat dan lingkungannya telah aman dari bahaya B3. Diperlukan pemantauan terhadap kemungkinan-kemungkinan terjadinya kecelakaan ataupun keteledoran dalam penggunaan B3 dalam proses produksi. Disamping itu terus dilakukan pengendalian terhadap terjadinya pencemaran B3. Mungkin karena keteledoran atau memang secara sadar ketentuan-ketentuan yang termuat dalam Good Manufacturing Practice tidak diikuti dengan baik, maka bahaya akibat pencemaran ataupun bahaya akibat keteledoran yang dahulu pernah terjadi, akan terulang kembali.

Lewat pengendalian dapat diketahui adanya penyimpangan-penyimpangan tersebut. Dan dengan demikian kemungkinan terjadinya malapetaka dapat tercegah. Perlu juga diefektifkan penggunaan binatang dan standarisasinya sebagai indikator terjadinya peningkatan cemaran di kawasan industri. Misalnya jenis burung untuk pemantauan peningkatan pencemaran udara dan jenis ikan untuk menguji air limbah yang telah diolah.

### 4. PENYEDIAAN SARANA LABORATORIUM

Sarana laboratorium adalah merupakan kebutuhan yang mutlak diperlukan guna melakukan pengendalian mutu produksi (termasuk pengujian bahan-bahan baku yang digunakan) dari suatu industri.

Selain itu laboratorium juga merupakan sarana untuk melakukan pengendalian terjadinya pencemaran dan juga untuk melakukan pengujian cemaran pada proses pengolahan limbah industri.

Di bidang kefarmasian, industri farmasi diharuskan menyediakan laboratorium guna pengendalian mutu produksi obat, untuk menjamin apakah produk obat yang dihasilkannya telah memenuhi standar yang ditetapkan.

Maka dari itu untuk menjamin apakah standar keamanan yang berlaku bagi industri yang memproduksi atau menggunakan B3 ataupun bagi industri yang menghasilkan limbah industri yang termasuk B3, kiranya industri-industri tersebut perlu juga diwajibkan menyediakan sarana laboratorium. Tetapi kewajiban ini tentu saja akan menambah beban industri yang berupa tambahan penyediaan modal dan peningkatan biaya produksi yang akhirnya akan dikalkulasikan ke dalam penetapan harga dari barang-barang produksinya.

Dan, akhirnya masyarakat konsumenlah yang menanggung akibatnya, yaitu berupa kenaikan harga dari barang-barang produksi industri. Untuk mengatasi hal ini maka pemerintah wajib menyediakan/mendirikan laboratorium-laboratorium di kawasan industri. Laboratorium ini selain ditugaskan untuk melakukan pengujian-pengujian dalam rangka pengamanan terjadinya pencemaran B3 dan limbah B3, juga dapat ditugaskan untuk melakukan penelitian-penelitian pengelolaan limbah B3 dan pengembangan metode analisis cemaran dan limbah B3. Mengenai macam alat laboratorium yang harus tersedia tentunya perlu disesuaikan dengan tugas yang dibebankan pada laboratorium termaksud. Laboratorium diharapkan mampu melakukan pengawasan dan pengujian adanya cemaran dan limbah B3 yang sangat merugikan bagi manusia, hewan, tumbuhan dan lingkungan, antara lain berupa pestisida, senyawa logam, gas beracun, senyawa organik beracun, mikotoksin dan mikroba yang patogen. Karena umumnya kadar senyawa kimia tersebut terdapat dalam cemaran atau limbah sangat kecil, hanya dalam satuan mikrogram atau bahkan nanogram dan pikogram, maka diperlukan alat-alat laboratorium yang cukup canggih guna melakukan analisis cemaran dan limbah

tersebut di atas. Tabel berikut ini menunjukkan gambaran alat yang diperlukan.

**TABEL I : JENIS CEMARAN DAN ALAT ANALISISNYA**

No.	Jenis Cemar/limbah	Alat analisis	Keterangan
1.	<b>Golongan Pestisida</b> — Organochlorine  — Organophosphorous  — Carbamates	— Gas Liquid Chromatograph — Differential Pulse Polarograph  — Gas Liquid Chromatograph  — High Performance Liquid Chromatograph — Gas Liquid Chromatograph	— dengan EC detector — metode alternatif  — dengan thermionic detector
2.	<b>Mycotoxin-Aflatoxins</b>	— High Performance Liquid Chromatograph — Thin Layer Chromatograph	— dengan fluorescence det
3.	<b>Polychlorinated biphenyl (PCB)</b>	— Gas Liquid Chromatograph — Differential Pulse Polarograph	— dengan EC detector — metode alternatif
4.	<b>Senyawa Logam (organic &amp; an-organic) Pb, As, Cd, Hg, Se, Sn, Cu, Cr dan Zn</b>	— Atomic Absorption Spectrophotometer — Spectrofluorometer — Anodic Stripping Voltammeter	
5.	<b>Sisa-sisa Asam : Sianida, Halogenida Sulfida, Sulfat Nitrat</b>	— Spectrofluorometer — Cathodic Stripping Voltammeter	— sebagai quencher
6.	<b>Cemaran berupa gas : Sulfurdioksida, Hidrogenulfida, Nitrogen Monooksida ) NO<sub>x</sub> Nitrogen Dioksida )</b>	— Spectrophotometer — Conductometer	SOEMADI

Penyediaan sarana laboratorium beserta alat-alat canggih akan kurang bermanfaat bila tidak dibarengi dengan penyediaan metode analisis. Metode-metode Spektrofotometrik, Kromatografik, Fluorometrik akan memberikan hasil analisis yang berbeda-beda hanya karena adanya perbedaan pelarut atau komposisi pelarut. Dan metode analisis juga perlu ditetapkan sebagai metode standar lewat kalaborasi antar laboratorium. Sebab, kelak bila kemudian hari terjadi perselisihan yang disebabkan adanya perbedaan hasil analisis, maka hasil analisis dengan metode standar itulah yang syah menurut hukum.

Karena justru cemaran/limbah yang amat berbahaya dan beracun itu terdapatnya dalam konsentrasi yang sangat kecil, maka perlu dipilih metode analisis yang sensitif, yaitu metode analisis mikro, atau mungkin ultramikro.

Di bidang kefarmasian telah lama dikembangkan metode mikro analisis dan ultramikro guna menelusuri (trace analysis) kemana obat setelah obat masuk ke tubuh manusia. Biasanya metode analisis untuk sampel biologik ini lebih rumit, dengan kecilnya/terbatasnya jumlah sampel, maka kadang diperlukan pemekatan lewat teknik enrichment/multiple extractions/clean up atau derivatisasi terlebih dahulu.

Maka dari itu jelas, bahwa Ilmu Farmasi dapat ikut berperan dalam memilih, menilai dan mengembangkan metode analisis untuk cemaran/limbah B3 yang tersebut di atas.

Yang perlu mendapat perhatian serius pada pemilihan metode analisis mikro dan ultramikro adalah kemampuannya (sensitivitas) dalam menganalisis sampai kadar yang sangat kecil. Ukuran untuk sensitivitas metode analisis adalah limit of detection (Ld) yaitu kemampuan kualitatif menentukan apa itu zat yang dianalisis, dan limit of quantification (Lq) yaitu kemampuan untuk menetapkan berapa kadar zat yang dianalisis itu. Untuk analisis cemaran kadang diperlukan metode analisis dengan  $Ld = 1 \text{ ug/kg}$  dan  $Lq = 5 \text{ ug/kg}$ . Tabel berikut ini dapat menggambarkan kemampuan yang berbeda-beda bagi tiap metode analisis.

**TABEL II : PERBANDINGAN SENSITIVITAS METODE ANALISIS**

No.	Metode Analisis	Sensitivitas Lq dalam ug/kg	
1.	<b>Thin Layer Chromatography dengan</b> – area measurement – densitometric measurement	5000 50	– 10000 – 100
2.	<b>High Performance Liquid Chromatography dengan</b> – UV-visible detector – Fluorometric detector	1	100 – 1,5
3.	<b>Gas Liquid Chromatography dengan</b> – Thermal Conductivity Detector – Flame Ionization Detector – Electro Capture Detector	10 0,1 0,001	– 1000* – 1 – 0,01
4.	<b>UV-Vis Spectrophotometry</b>	10	– 100
5.	<b>Spectrofluorometry</b>	0,1	– 1
6.	<b>Differential Pulse Stripping Voltammetry</b>	0,05	– 1
7.	<b>Atomic Absorption Spectroscopy</b> – Flame method – Furnace method	1 0,01	– 500** – 5**

\*) – tergantung macam zat yang dianalisis

\*\*\*) – tergantung macam zat logam yang dianalisis

Terlihat juga pada Tabel II di atas, bahwa metode thin layer chromatography mempunyai sensitivitas yang kurang tajam, tetapi hal ini bisa diperbaiki lewat teknik enrichment sehingga sensitivitasnya meningkat. Satu keuntungan bagi metode TLC ialah bahwa informasi kualitatif dari senyawa yang dianalisis jauh lebih lengkap, sebab kita dapat lakukan berbagai reaksi identifikasi dari senyawa termaksud.

Mengingat bahwa cara analisis instrumental memerlukan latar belakang dasar-dasar analisis kimia dan fisikokimia dan juga memerlukan pengalaman, maka penyiapan tenaga untuk tugas analisis ini lewat training-training mutlak diperlukan.

## 6. EVALUASI DAN PEMBINAAN STANDAR KEAMANAN B3

Penelitian-penelitian tentang efek dan toksisitas beberapa zat dari B3 perlu terus dilakukan/dilanjutkan, sebab penetapan (batas) standar keamanan selalu didasarkan data hasil penelitian yang ada saat ini. Penelitian lanjut mungkin akan menghasilkan informasi baru, bahwa satu zat B3 ternyata mempunyai efek atau toksisitas yang lebih luas dan atau lebih membahayakan kesehatan.

Mengingat terbatasnya dana, waktu dan tenaga untuk melakukan penelitian tersebut, maka sasaran penelitian sepantasnya diarahkan kepada zat-zat bersifat sangat toksik, mutagenik, teratogenik, karsinogenik dan juga melihat luas penggunaan zat B3 tersebut.

Pada dasarnya, suatu standar itu secara berkala (biasa lima tahun sekali) perlu ditinjau kembali lewat evaluasi hasil pemantauan dan pengendalian dan hasil-hasil penelitian lanjutan. Mungkin saja standar itu perlu dirubah menjadi lebih ketat atau longgar tergantung data yang mendukungnya.

Hadirin sekalian yang saya muliakan.

Telah dijelaskan sebelumnya, bahwa standar keamanan untuk B3 dinyatakan dalam dua macam angka, yaitu nilai maksimum yang diijinkan, dan nilai yang dianjurkan. Nilai yang dianjurkan biasa dinyatakan dalam miligram per kilogram berat badan, maka dari itu sementara kita belum dapat merumuskan sendiri berhubung data hasil penelitian belum memadai, kita dapat mengambil nilai yang ditetapkan oleh badan-badan dunia. Misalkan untuk standar cemaran pada makanan, kita dapat mengambil angka ADI (Acceptable Daily Intake) yang ditetapkan oleh FAO/WHO.

Nilai untuk maksimum yang diijinkan dinyatakan dalam miligram per kilogram berat bahan. Jadi tergantung (bahan) makanan apa yang kita makan. Maka dari itu kita tidak bisa mengambil angka MRL (Maximum Residue Limit) yang ditetapkan oleh FAO/WHO, sebab angka MRL terkait pada pola konsumsi makanan masing-masing

ADEN - PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

individu/kelompok masyarakat. Sebagai contoh MRL cemaran dalam susu misalnya, untuk masyarakat kita angkanya bisa lebih besar dari MRL berlaku bagi masyarakat Eropa atau Amerika, sebab mereka minum susu lebih banyak. Tetapi sebaliknya MRL cemaran dalam sayuran bagi masyarakat kita harus lebih kecil dari pada MRL bagi masyarakat Eropa atau Amerika, sebab kita makan sayuran lebih banyak.

Selanjutnya MRL cemaran yang ada dalam makanan selalu harus disesuaikan manakala terjadi perubahan pola konsumsi makanan termaksud.

## PENUTUP

Para hadirin sekalian yang saya hormati.

Menjelang akhir uraian saya, saya ingin mengemukakan apa yang mungkin dapat saya dharma baktikan dalam permasalahan B3 ini, yaitu :

- a. Di bidang pendidikan menambah lingkup Ilmu Kimia Farmasi dengan beberapa B3 yang ada relevansinya dengan pembinaan kesehatan. Terutama menyangkut masalah standarisasi dan analisis kimianya.
- b. Di bidang penelitian, mengusahakan terlaksananya penelitian-penelitian tentang :
  - pengembangan metode analisis untuk cemaran B3 yang relevan dengan bidang kesehatan.
  - adanya sisa-sisa B3 dalam makanan atau bahan makanan.
  - pola konsumsi makanan yang diduga sering tercemar B3 dan mengusahakan kerjasama penelitian toksisitas B3 yang relevan. Dengan instansi lain, pemerintah maupun swasta.
- c. Di bidang pengabdian masyarakat, antara lain ikut serta dalam memberikan komunikasi, informasi dan edukasi mengenai penanggulangan B3.

Doa dan restu para hadirin saya mohon, agar saya dapat menunaikan tugas sebagai Guru Besar dengan baik.

Juga kepada Kedua orang tua saya, yang telah membesarkan saya dan mendidik saya, saya menyampaikan sembah bakti saya sebagai ungkapan rasa terima kasih yang setulus-tulusnya.

Akhirnya, ucapan terima kasih saya sampaikan kepada istriku tersayang beserta anak-anakku sayang : Jani, Dina, dan Vina yang kesemuanya selalu memberikan dorongan dan pengertian atas kegiatan saya sebagai Staf Pengajar.

Para hadirin sekalian yang saya hormati.

Demikian uraian saya mengenai keterkaitan ilmu farmasi dan penanggulangan Bahan Berbahaya dan Beracun.

Terima kasih atas perhatian dan kesabarannya mendengarkan uraian saya tersebut.

Wassalamu'alaikum Warohmatullohi Wabarokatuh.

