IR - PERPUSTAKAAN UINIVERSITAS AIRLANGGA

KROMATOGRAFI PERKEMBANGAN,WAWASAN DAN APLIKASI DALAM KIMIA ANALISIS

Pidato

Diucapkan pada peresmian penerimaan Jabatan Guru Besar
dalam bidang Ilmu Kimia Analisis
pada Fakultas Farmasi
Universitas Airlangga di Surabaya,
pada hari Sabtu, tanggal 5 Februari 2000

oleh:

H. MUHAMMAD MULJA

AIRLANGGA UNIVERSITY PRESS
008/0100/AUP-B4E

UNIVERSITAS AIRLANGGA
KK
PG.165/10
Mul
k

IR - PERPUSTAKAAN UINIVERSITAS AIRLANGGA

PFZ
KFB
PG.165/10
MUL
K

KROMATOGRAFI PERKEMBANGAN,WAWASAN DAN APLIKASI DALAM KIMIA ANALISIS

Pidato

Diucapkan pada peresmian penerimaan Jabatan Guru Besar
dalam bidang Ilmu Kimia Analisis
pada Fakultas Farmasi
Universitas Airlangga di Surabaya,
pada hari Sabtu, tanggal 5 Februari 2000

oleh:

H. MUHAMMAD MULJA

IR - PERPUSTAKAAN UINIVERSITAS AIRLANGGA

Dengan nama Allah Yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang

Segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam
Maha Pemurah lagi Maha Penyayang
Yang menguasai hari pembalasan
Hanya kepada Engkaulah kami menyembah
dan hanya kepada Engkaulah kami mohon pertolongan
Tunjukilah kami jalan yang lurus
Yaitu jalan orang-orang yang telah Engkau anugerahkan nikmat kepada mereka,
bukan jalan mereka yang dimurkai dan bukan pula jalan mereka yang sesat.

(Al Qur'an, Surah Al Fatihah: 1-7)

IR - PERPUSTAKAAN UINIVERSITAS AIRLANGGA

Bismillaahirrahmaanir rahiim

Assalamu'alaikum wr. wb.

Pertama kali perkenankanlah saya pada kesempatan yang berbahagia ini memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang atas berkah dan rahmatNya serta ridhoNya, kita semua pada hari ini diizinkan dapat mengikuti acara peresmian penerimaan jabatan saya sebagai guru besar dalam ilmu kimia analitik pada Fakultas Farmasi Universitas Airlangga.
Salawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kami Nabi Besar Muhammad SAW dan keluarga beserta para sahabat dan pengikutnya.

Yang terhormat,

Bapak ketua dan anggota Dewan Penyantun Universitas Airlangga,
Bapak rektor dan pembantu rektor Universitas Airlangga,
Para guru besar dan anggota senat Universitas Airlangga,
Bapak pimpinan Fakultas, Program dan Lembaga di lingkungan Universitas Airlangga,
Bapak dekan dan pembantu dekan Fakultas Farmasi Universitas Airlangga,
Teman sejawat dan segenap sivitas akademika Universitas Airlangga,

Para undangan dan hadirin sekalian.
Dalam rangka memenuhi kewajiban sebagaimana lazimnya untuk menyampaikan pidato ilmiah pengukuhan jabatan guru besar, izinkanlah dengan ini saya menyampaikan orasi ilmiah dengan judul:

IR - PERPUSTAKAAN UINIVERSITAS AIRLANGGA

KROMATOGRAFI PERKEMBANGAN, WAWASAN DAN APLIKASI DALAM KIMIA ANALISIS

Membahas tentang perkembangan kromatografi sebaiknya dimulai dengan membahas perkembangan kimia analisis, karena kromatografi merupakan satu diantara lima teknik kimia analisis instrumental yang sangat penting artinya. Perkembangan kromatografi sangat terkait erat dan merupakan perkembangan yang berantai dengan perkembangan kimia analisis instrumental. Oleh sebab itu sebelum membahas perkembangan, wawasan dan aplikasi kromatografi dalam kimia analisis, terlebih dahulu perlu dimengerti dan difahami perkembangan kimia analisis terutama tentang pengertian dan definisi kimia analisis. Definisi kimia analisis sangat perlu difahami dan ditegakkan, oleh sebab itu David Hume berpendapat bahwa tanpa ada kejelasan definisi tentang apa itu kimia analisis, maka aktualisasi para ilmuwan kimia analisis akan maya dan ketidakjelasan tersebut akan berdampak kekacauan dan merugikan.[5]

1. PENGERTIAN KIMIA ANALISIS

Wilhelm Oswald (1894) berpendapat: Kimia analisis merupakan seni mengamati substansi-substansi yang berbeda dan mengamati juga penyusun-penyusunnya.[9] Pendapat Meites dan Thomas tentang definisi kimia analisis cukup luas keduanya berpendapat: Kimia analisis adalah cabang dari riset ilmu kimia yang bertujuan untuk pengembangan dan perbaikan aplikasi prosedur analisis. Sedangkan menurut Royce Murray dan Laitenens: Kimia analisis adalah ilmu yang bersangkut paut tentang penentuan kimia.[5] Dari beberapa definisi tersebut dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa lingkup pekerjaan utama dalam kimia analisis meliputi: pemisahan,

identifikasi dan penentuan jumlah nisbi dari analit atau analit-analit dalam sampel yang ditentukan.

2. PERKEMBANGAN KIMIA ANALISIS

Perkembangan kimia analisis dimulai dari perkembangan teknik analisis gravimetri dan pemisahan kimia, baik untuk tujuan analisis kualitatif maupun untuk tujuan analisis kuantitatif. Teknik analisis gravimetri ini sangat populer sampai tahun 1930. Para ilmuwan kimia analisis gravimetri yang termashur adalah Jons Jacob Berzelius (1779-1848) dan Theodore W. Richards (1868-1928), keduanya berhasil menambah perbendaharaan banyak unsur atau elemen kima sebagai perluasan pengenalan unsur-unsur kimia yang diperoleh dengan teknik gravimetri.[9]

Pada waktu yang tidak jauh berbeda dengan dikenalnya teknik analisis gravimetri para ilmuwan kimia analisis juga mulai meneliti interaksi REM (Radiasi Elektro Magnetik) monokromatis dengan molekul atau atom. Teknik analisis instrumental yang membahas tentang interaksi REM monokromatis dengan molekul atau atom tersebut dikenal sebagai teknik analisis spektroskopi. Beberapa tokoh ilmuwan spektroskopi melahirkan hukum spektroskopi, seperti: Bouguer (1729), Lambert (1760), Bernard (1825) dan Beers (1852).

Teknik analisis elektrokimia berkembang dan diaplikasikan sesudah teknik spektroskopi. Teknik analisis elektrokimia mempunyai konsep dasar memanfaatkan perbedaan koefisien aktivitas analit, muatan ion analit dan kekuatan ion analit. Peter Debye (1884-1966) dan E. Huckel keduanya adalah ilmuwan kimia analisis yang menekuni elektrokimia.

Jadi sampai sekitar tahun 1930 kimia analisis didukung oleh teknik analisis gravimetri (kimia analisis visual) dan dua teknik kimia analisis instrumental yaitu spektroskopi dan elektrokimia.

IR - PERPUSTAKAAN UINIVERSITAS AIRLANGGA

Sudah jelas percepatan perkembangan teknik analisis instrumental meninggalkan jauh teknik kimia analisis visual, karena teknik kimia analisis instrumental pada akhirnya akan lebih handal teruji kesahihannya (*validation*) dengan saksama terutama dalam hal ketepatan (*accuracy*), kecermatan (*precision*) dan keterulangan (*reproducibility*), limit deteksi (*Limit of Detection*) dan limit kuantitasi (*Limit of Quantitation = LOQ*) dibandingkan teknik kimia analisis visual. Dalam pelaksanaan pekerjaannya dari waktu ke waktu kimia analisis instrumental dihadapkan dengan suatu kenyataan yang monoton yaitu makin komplek dan makin rumitnya sampel yang datang. Sehingga dalam perjalanannya kimia analisis instrumental sampai dengan tahun 1930 masih belum terlepas dari satu persoalan pekerjaannya yaitu pemisahan yang selektif atau *selectivity and distinguished.* Pada masa itu (1930) penentuan kimia analisis kualitatif dan kuantitatif terhadap analit yang berada dalam matrik sampel yang komplek terlebih dahulu masih perlu dilakukan pemisahan kimia (pada lazimnya dilakukan dengan cara ekstraksi, destilasi dan sublimasi) untuk memisahkan atau mengeluarkan analit dari matrik sampel. Pekerjaan ini merupakan kendala karena memakan waktu pekerjaan yang lama, banyak menghamburkan pelarut organik dengan hasil yang tidak optimal. Akan tetapi pemisahan kimia tidak bisa dihindari karena penentuan analit dalam keadaan terpisah atau murni terisolasi merupakan tuntutan analisis kimia untuk menghindari komponen pengganggu atau *obstructive component.*

3. GAMBARAN UMUM KROMATOGRAFI

Seorang ahli botani Rusia Mikhael Semenovic Tswett (1872-1919), pada tahun 1903 berhasil dalam percobaannya memisahkan pigmen daun chlorophylls dan xanthophylls melalui suatu kolom gelas yang diisi serbuk kapur $CaCO_3$ dan dielusi dengan petroleum eter.

Percobaan kedua dilakukan dengan mengganti serbuk kapur dengan serbuk alumina.[9] Dari kedua percobaan tersebut dihasilkan suatu pemisahan pigmen daun yang semula berwarna hijau menjadi zona-zona yang berwarna warna lain yang bergerak ke bawah karena pengaruh gravitasi bumi. Apa yang telah dilakukan oleh Tswett tersebut telah dikukuhkan sebagai penemu pertama dan ilmuwan pertama yang mendeklarasikan istilah kromatografi (berasal dari bahasa Yunani kuno: *chroma* = warna dan *graphein* = penulisan).[9] Secara harfiah istilah kromatografi berarti penulisan warna. Sebenarnya istilah kromatografi pada era kimia analitik instrumental modern saat ini sudah tidak tepat lagi, sebab pada saat ini di mana kromatografi telah berkembang dan wawasannya telah melebar, kromatografi tidak hanya bisa dipakai untuk pemisahan analit yang berwarna saja malahan pada saat ini sebagian besar pekerjaan para kromatografiwan adalah melakukan pemisahan analit-analit yang tidak berwarna. Dengan alasan untuk menghormati Tswett sebagai bapak kromatografi istilah kromatografi sampai saat ini tetap masih dipertahankan.

Telaah apa yang dilakukan Tswett tersebut dilihat dari radas (aparatus) yang dipakai untuk percobaan tampak adanya serbuk kapur atau alumina yang dipakai sebagai fasa diam dan petroleum eter yang dipakai sebagai fasa gerak (fasa mobil) serta analit-analit pada pigmen hijau daun yang terpisah karena perbedaan migrasi pada fasa diam di bawah pengaruh fasa gerak. Pengaruh perbedaan migrasi analit-analit tersebut disebabkan oleh karena perbedaan sifat fisik yang kecil diantara analit-analit yang dipisahkan tersebut dan pemisahan tersebut dikenal sebagai pemisahan fisik. Dari kenyataan tersebut telah dapat dikemukaan definisi kromatografi sebagai berikut: Kromatografi adalah teknik pemisahan fisik campuran komponen yang berdasarkan perbedaan migrasi masing-masing komponen pada fasa diam di bawah pengaruh suatu fasa yang bergerak (fasa mobil). Dilihat dari definisinya, kromatografi merupakan suatu bagian kimia analisis dengan sasaran akhir

IR - PERPUSTAKAAN UINIVERSITAS AIRLANGGA

terjadinya pemisahan atau pemurnian analit atau analit-analit. Dari dua terminal akhir pekerjaan kromatografi pada akhirnya kromatografi akan bisa dipakai untuk kimia analitik (kromatografi analitik) dan bisa juga untuk produksi (kromatografi preparatif). Kromatografi analitik terminal akhirnya adalah pemisahan selektif sedangkan kromatografi preparatif terminal akhirnya adalah pemurnian senyawa. Akan tetapi kedua jenis kromatografi tersebut mempunyai dasar (konotasinya umum) yang sama yaitu: bahwa terjadinya pemisahan maupun pemurnian suatu senyawa karena pemanfaatan terjadinya perubahan sistem keseimbangan distribusi yang pegun (*static equilibrium distribution*) ke sistem keseimbangan distribusi yang cergas (*dynamic equilibrium distribution*). Pada proses pelaksanaan kromatografi setiap analit akan mengalami sistem distribusi keseimbangan cergas diantara fasa diam dan fasa gerak secara sinambung dan berulang kali. Konstanta keseimbangan distribusi cergas akan sama harganya untuk analit itu sendiri pada variabel analisis tertentu dengan demikian secara teoritis semua komponen akan dapat dipisah dengan memanfaatkan perbedaan konstanta tersebut. Selama beberapa tahun para ilmuwan kimia analisis hanya terpaku pada dasar kromatografi saja yang tidak mungkin dikembangkan dasar terjadinya pemisahan. Manfaat teknik kromatografi untuk kimia analisis khususnya untuk kimia analisis instrumental belum terasa, dan ilmu ini merana bertahun-tahun sampai Tswett meninggal dunia (1919).

4. PERKEMBANGAN KROMATOGRAFI

Kendala kesulitan para ilmuwan kimia analisis yang mengharapkan suatu penentuan analit yang selektif dan terpisahkan mulai dimanfaatkan oleh para kromatografiwan generasi penerus Tswett, dengan cara mengotak-atik langsung beberapa sifat fisika umum dari molekul antara lain:

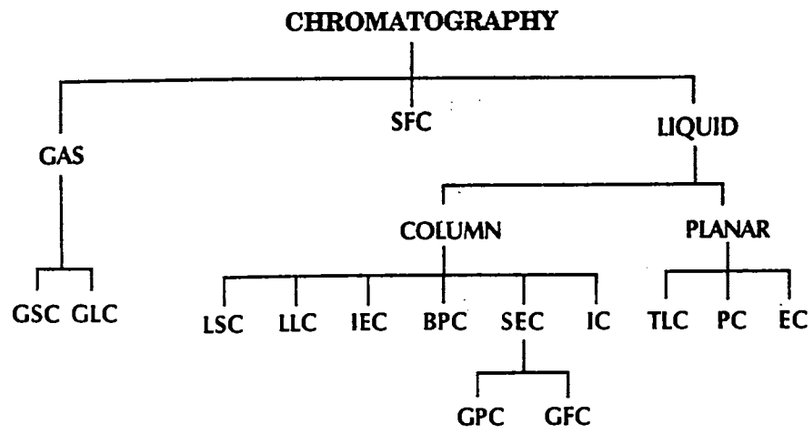
(1). Kecenderungan molekul untuk melekat pada permukaan serbuk halus (adsorpsi, penjerapan).
(2). Kecenderungan molekul melarut terdistribusi dalam sistem dua cairan tidak saling campur (partisi).
(3). Kecenderungan molekul analit dan molekul fasa mobil yang bermuatan mengalami pertukaran ion pada permukaan resin yang bermuatan berlawanan.
(4). Kecenderungan molekul akan terseleksi berdasarkan massa molekulnya atau ukuran molekul melalui gel (*size exclusion*)
(5). Kecenderungan molekul senyawa kiral (enantiomer) terjadi pemisahan (*inclusion*).

Gejala terjadinya pemisahan molekul dengan memanfaatkan perbedaan sifat fisika yang kecil dan beragam tersebut yang terjadi pada kromatografi dikenal sebagai azas kromatografi karena memberikan konotasi yang khusus. Dari pengenalan azas kromatografi, ilmu ini berkembang pesat mulai tahun 1930 sampai saat ini. Perkembangan pemakaian fasa mobil dari fasa mobil cair, gas dan super kritik (keseimbangan cair dan gas pada temperatur dan tekanan tertentu) juga tercatat sebagai pemercepat perkembangan kromatografi. Perkembangan perubahan bidang fasa diam kolom konvensional ke bidang datar (kromatografi planar) dan terakhir fasa diam yang dikemas dalam kolom kapiler disertai pengaliran fasa mobil bertekanan juga tercatat sebagai penambah perbendaharaan metode kromatografi. Semua ini perlu dibahas secara rinci karena semua sektor kromatografi menjadi sangat penting bagi kimia analisis instrumental. Kehadiran teknik kromatografi telah merubah wajah kimia analisis instrumental pada era modern ini dan sangat eksplosif perkembangannya terutama dengan tergabungnya kromatografi dengan instrumen kimia analisis yang multiplek sebagai instrumen kimia analisis terpadu.

IR - PERPUSTAKAAN UINIVERSITAS AIRLANGGA

5. KLASIFIKASI KROMATOGRAFI

Setelah para kromatografiwan berhasil memanfaatkan beragam sifat fisik dari suatu analit sehingga terjadi pemisahan yang khusus atau dengan memanfaatkan beberapa azas pemisahan dari sini kromatografi berkembang pesat dan tercatat sebagai satu di antara lima teknik analisis instrumental. Untuk tujuan lebih meningkatkan kinerja aplikasi beberapa macam metode kromatografi, para kromatografiwan berusaha merinci klasifikasi kromatografi sebagai berikut[8]:



ABBREVIATION

SFC	:	Supercritical Fluid Chomatography
GSC	:	Gas Solid Chromatography
GLC	:	Gas Liquid Chromatography
LSC	:	Liquid Solid Chromatography
LLC	:	Liquid Liquid Chromatography
IEC	:	Ion Exhange Chromatography
BPC	:	Binded Phase Chromatogaphy
SEC	:	Size Exckusion Chromatography
GPC	:	Gel Permeatin Chromatography
GFC	:	Gel Filtration Chromatograph
IC	:	Inclusion Chromatography
TLC	:	Thin Layer Chromatography
PC	:	Paper Chromatography
EC	:	Electro Cromatography

Gambar 1. Clasification Methode of Chromatography

IR - PERPUSTAKAAN UINIVERSITAS AIRLANGGA

Pada klasifikasi kromatografi dipakai dua paradigma yaitu dilihat dari fasa mobil yang dipakai ada tiga metode kromatografi yaitu: *GC*(*Gas Chromatography*), *LC*(*Liquid Chromatography*) dan *SFC* (*Supercritical Fluid Chromatography*). Apabila dilihat dari teknik pengemasan fasa diamnya, kromatografi dibagi menjadi dua yaitu: *Planar Chromatography* dan *Column Chromatography*. Sudah tentu pada kromatografi analitik yang dimaksud kolom adalah kolom yang disertai tekanan untuk pengaliran fasa mobil, bukan kolom konvensional yang memanfaatkan gravitasi bumi untuk pengaliran fasa mobil. Klasifikasi yang disuguhkan di atas cukup mewakili klasifikasi semua metode kromatografi dari dua paradigma tersebut. Dilihat klasifikasinya ada yang perlu dicatat untuk beberapa metode kromatografi yang populer berkembang dengan memberikan sumbangan yang sangat berarti bagi perkembangan ilmu kimia analitik.

TLC (***Thin Layer Chromatography***) atau KLT (Kromatografi Lapis Tipis) metode dikembangkan pertama kali oleh Izamailov dan Scraiber pada tahun 1938 merupakan perkembangan yang memanfaatkan fasa diam planar dengan kemampuan elusi menaik atau *acending* fasa mobil melalui efek kapiler celah sempit butiran fasa diam. Perkembangan kromatografi planar selanjutnya adalah penemuan Martin dan Synge pada tahun 1941 yang berhasil memakai lembaran kertas (sellulosa) sebagai padatan pendukung fasa diam cair sehingga asas pemisahannya merupakan partisi yang lebih baik dari adsorpsi. Konsep pemisahan partisi ini berkembang dan melahirkan metode kromatografi gas (*GC = Gas Chromatography*) pada tahun 1952 dan tiga tahun kemudian (1955) kromatograf gas komersial pertama mulai memasuki pasar. Perkembangan pesat kromatografi gas sampai saat ini dapat ditengarai bahwa sampai tahun 1985 tercatat 200.000 buah kromatograf gas tersebar di laboratorium kimia analitik di seluruh dunia. Perkembangan kromatografi gas yang sangat dramatis adalah penemuan kolom pipa terbuka kapiler (*capillary open tube column*) oleh M.J.E. Golay

pada tahun 1957. Dukungan penemuan kolom kapiler dari leburan silika pada tahun 1979 oleh R. D. Dandeneau sangat mendukung perkembangan kolom kapiler yang bisa dibuat panjang sampai 150 m, dari era ini HRGC (*High Resolution Gas Chromatography*) mulai berkembang pesat.[2,8] Perlu dicatat sampai tahun 1990 sekitar 90% semua kromatograf gas di seluruh dunia telah memakai HRGC, karena beberapa alasan yang sangat fundamental: Resolusi yang lebih baik, reduksi kapasitas dan efisiensi yang sangat meningkat tajam dibandingkan kolom terpaking (*Packed Column*).

HPLC (*High Performance Liquid Chromatography/High Pressure Liquid Chromatography*) atau istilah yang lebih populer saat ini LC (*Liquid Chromatography*), adalah metode kromatografi cair dengan tekanan tinggi (6000-9000 psi) melalui kolom mikro sepanjang 5-25 cm. Metode ini dikembangkan pertama kali oleh Csaba Horvat pada tahun 1970. Metode ini di Indonesia dikenal sebagai KCKT (Kromatografi Cair Kinerja Tinggi) dimanfaatkan untuk menutup kelemahan metode kromatografi gas (GC) terhadap analit yang sulit diatsirikan dan mudah terdekomposisi oleh temperatur tinggi. Namun demikian KCKT juga memberikan kelemahan yang cukup menyulitkan yaitu dalam masalah deteksinya, kecepatan alir fasa mobil dan kelarutan analit yang ditentukan, sehingga perlu dicari pengembangan metode kromatografi yang lainnya. *Supercritical Fluid Chromatography* (SFC) mulai dikembangkan sejak tahun 1980 untuk menutup kelemahan atau kekurangan metode GC dan KCKT, metode ini merupakan jembatan diantara GC dan KCKT. Keistimewaan SFC adalah resolusi, kapasitas, efisiensinya dan jangkauan analisisnya yang lebih baik dari GC dan KCKT. Instrumentasi SFC seperti kromatograf gas dengan kolom KCKT yang panjangnya 25 cm detektor yang dipakai UV-Vis, sedangkan fasa mobil yang dipakai adalah CO_2 dalam kondisi superkritik (keseimbangan gas-cair) yang didapat dengan cara mengatur temperatur dan tekanannya. Kendala SFC adalah sulitnya didapat CO_2 dengan kemurnian yang sangat tinggi dan ini masih

IR - PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

merupakan kendala buat laboratorium kimia analitik di Indonesia. Dengan dikembangkannya metode baru di jajaran teknik kromatografi seperti SFC ini tugas GC dan KCKT sekaligus sudah diambil alih dengan keistimewaan yang telah disebutkan di muka. Perkembangan menyeluruh dari semua metode kromatografi untuk mencapai validasi metode analisis dan mencapai SST (*System Suitability Test*) mengalami hambatan dari sifat detektor pada semua kromatograf, yang bersifat *"blind and differentials"*. Kendala ini akan sangat menyulitkan terutama untuk tujuan pembuktian identifikasi analit, karena pemeriksaan puncak kromatogram dengan cara membandingkan dan menumpuk (*compare and spiking*) antara puncak kromatogram analit dan puncak kromatogram SRM (*Standard Reference Material*) masih terasa kurang atau perlu pembuktian lebih lanjut. Sebagai jawaban dari kendala ini para ilmuwan kimia analitik dengan cara memanfaatkan kemajuan teknologi komputer telah berhasil memadukan teknik kromatografi dengan teknik spektroskopi atau teknik neka ragam fenomena (*miscellaneous*) yang bersifat multiplek. Teknik penggabungan ini dikenal sebagai teknik terpadu (*Hyphenated Technique*).

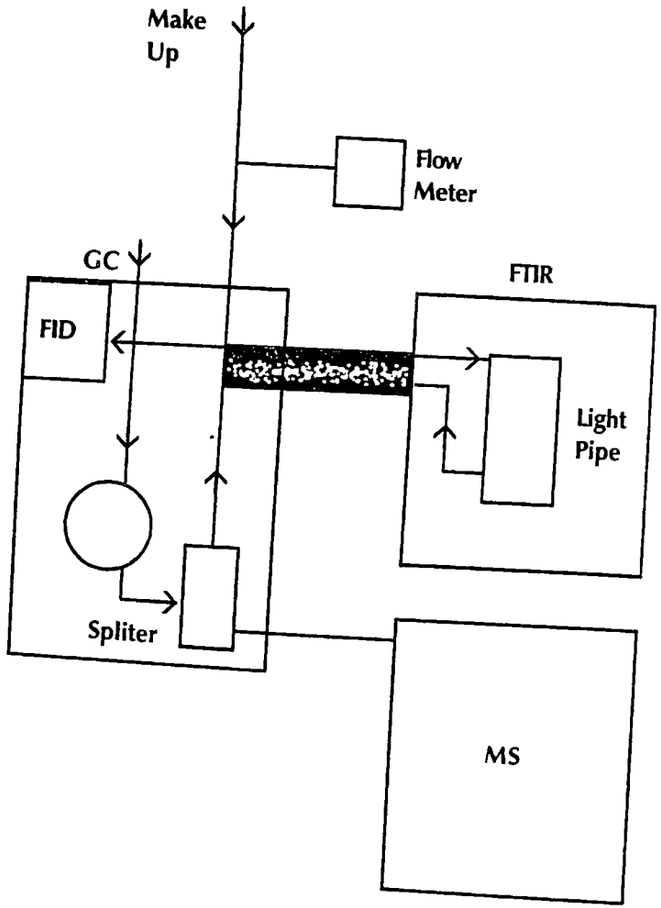
6 PERAN KROMATOGRAFI DALAM KIMIA ANALISIS INSTRUMENTAL

Lahirnya teknik analisis terpadu di sekitar tahun 1980 merupakan suatu kemajuan kimia analisis instrumental yang sangat dramatis. Konsep GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*) atau GC/FT-IR/MS (*Gas Chromatography-Fourier Transform Infrared-Mass Spectrometry*) telah membawa teknik kromatografi pada posisi yang sangat penting pada era modern. Perkembangan teknik terpadu yang mutakhir adalah konsep instrumen terpadu LC-MS (*Liquid Chromatography-Mass Spectrometry*) dan GC-UV (*Gas Chromatography-Ultraviolet Spectrophotometry*). Pada konsep instrumen terpadu ini GC atau LC berperan sebagai pemisah yang selektif sedangkan MS, FT-IR atau UV berperan sebagai penganalisis yang spesifik. Dengan cara matematik *"vector compare orthonormalization"* yang dikemukaan oleh Gram - Schmidt setiap titik kromatogram pada GC atau LC bisa diterjemahkan dengan cepat pada spektrum infra merah, spektrum massa atau spektrum ultraviolet. Secara keseluruhan TRC (*Total Response Chromatogram*) atau TIC (*Total Ion Chromatogram*) yang dihasilkan GC atau KCKT setiap puncaknya pada rentang waktu tertentu bisa dilihat spektrum infra merahnya atau spektrum massanya. Spektrum infra merah atau spektrum massa dari analit selanjutnya bisa dibandingkan dengan spektrum *"Library standard"* yang ada di dalam perangkat lunak FT-IR atau MS. Analit yang ditentukan akan terjawab dengan beberapa informasi penting seperti:[3]

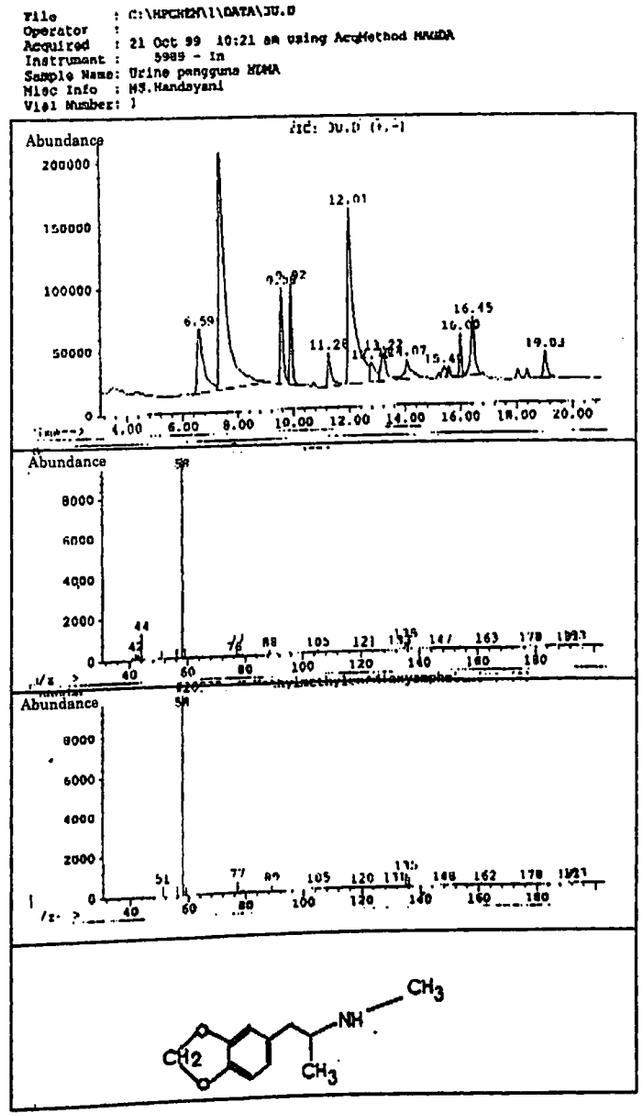
1. CIS (*Complete Ion Scan*), MIM (*Multiple Ion Monitoring*) atau SIM (*Selected Ion Monitoring*) dari setiap puncak kromatogram.
2. Nama molekul analit sesuai dengan tata nama IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) .
3. CAS (*Chemical Abstract Service*) *Number.*
4. Struktur molekul juga bisa tergambar.
5. Kualitas kemiripan (*Hit quality*) spektrum analit dengan spektrum standar *library*, spektra dinyatakan sama apabila kemiripannya > 90% atau sebaiknya > 95%.

Ada dua badan resmi yang mengkoleksi spektrum standar *library* FT-IR dan MS yaitu NIST (*National Institute Standard Technology)* dan Wiley. Sebagai catatan sampai tahun 1990 spektrum standar *library* untuk MS terkoleksi sebanyak 160 000 macam senyawa, dan ini bisa terus bertambah. Gambar 2 menunjukkan sitem konfigurasi GC/FT- IR/MS dan gambar 3 menunjukkan hasil analisis teknik terpadu tersebut terhadap contoh analisis untuk penentuan ekstasi dalam urine pengguna ekstasi.

IR - PERPUSTAKAAN UINIVERSITAS AIRLANGGA



Gambar 2. Konfigurasi instrumen terpadu GC/FT-IR/MS



Gambar 3. Pemeriksaan urine pemakai ekstasi dengan GC-MS (Penelitian pendahuluan M.S. Handayani dalam rangka Program S-3 di UNAIR)

IR - PERPUSTAKAAN UINIVERSITAS AIRLANGGA

7. WAWASAN KROMATOGRAFI

Wawasan atau lingkup kegunaan metode kromatografi menyangkut beberapa aspek yaitu: kualitas sumber daya manusia (kromatografiwan) dan kegunaan metode kromatografi pada berbagai bidang disiplin ilmu terkait.

Masalah kualitas para kromatografiwan dalam disiplin keilmuannya dibuktikan akselerasinya dengan pengumpulan duabelas "*Nobel Prize Award*" selama kurun waktu 1937 sampai 1972.

Kegunaan metode kromatografi untuk membantu atau diperlukan pada berbagai disiplin ilmu yang lain dan terkait sampai saat ini sudah sangat meluas dan hampir menyeluruh untuk disiplin ilmu yang melakukan pengukuran dan riset kimia. Tabel 1 menunjukkan wawasan metode kromatografi sampai saat ini.

Table 1 Typical Application of Chromatography Methods

Field	Typical Mixture
1. Pharmaceutical	Antibiotic, Sedative, Steroid, Analgesic
2. Food Products	Artificial sweeteners, Antioxidants, Aflatoxins, Additives.
3. Industrial Chemical	Condensed aromatic, Surfactant, Propellants
4 Environment pollutants	Pesticides, Herbicides, Phenols, PCBs, Hazardous and Toxic materials
5. Medical	
- Biochemical	Amino acid, Proteins, Carbohydrates, Lipids
- Clinical medicine	Bile acid, Drug metabolites, Urine extracts, Hormones.
6. Forensic chemistry	Drugs, Poisons, Blood alcohol, Narcotic.
7. Petroleum	Gasoline, Crude oil, Lubricant .
8. Cosmetic	Perfumes, Soaps, Cleansing, Tooth paste.
9. Athletic	Doping
10. Geology	Soil, Heavy metals.

8. GOOD LABORATORY PRACTICE (US - GLP)

Pada kurun waktu 1960 sampai 1970 di Amerika Serikat penulisan tentang kimia analitik hampir 60%-70% ditulis oleh bukan para ilmuwan kimia analisis. Pada masa itu terjadinya interpretasi data yang keliru, kehilangan data, korupsi data dan manipulasi data penentuan di laboratorium kimia analitik berpeluang cukup lebar. Untuk menghindari hal yang merugikan ini badan federal pengawas seperti US-FDA (*United States-Food and Drug Administration*) dan dibantu US-EPA (*United States-Environmental Protection Agency*) meregulasikan US-GLP (*United States-Good Laboratory Practice*) mulai tahun 1976. US-GLP meregulasi langkah-langkah ilmiah untuk menguraikan aspek dan kondisi organisasi di bawah mana penelitian laboratorium dirancang, dilaksanakan, dipantau dan dicatat. US-GLP mempunyai dua tujuan akhir yaitu:[6]

1. *Internal Objective*
   - *Quality, Integrity and Validity of Analytical data.*
   - *SST* (*System Suitability Test*)
2. *External Objective*
   - *Protect People and Environment from Hazardous materials*
   - *International Comparability of Analytical data.*

Untuk mencapai tujuan US-GLP pada sebuah laboratorium kimia analisis instrumental dipersyaratkan pemberlakuan sistem validasi yang menyangkut tiga persyaratan utama:

1. Instrumen fisiko kimia yang dipakai memadai dan dikalibrasi setiap periode tertentu.
2. Metode analisis yang akan dipakai sebelumnya harus divalidasi dan memenuhi persyaratan variabel validasi metode. Dikenal tiga macam metode analisis kimia yaitu metode standar, metode komparatif dan metode pengembangan. Ada kebebasan memilih bagi ilmuwan kimia analisis, akan tetapi sebelum dipakai harus dibuktikan terlebih dahulu bahwa metode tersebut telah memenuhi persyaratan variabel validasi metode.

IR - PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

3. Personil penyelia yang bekerja di laboratorium kimia analisis instumental harus terseleksi dari: pendidikan, pelatihan dan pengalaman. Persyaratan yang lebih ketat dari ISO Guide 25 (Perpaduan US-GLP, UK-NAMAS dan OECD), menyebutkan tambahan persyaratan personil penyelia laboratorium kimia analisis adalah: harus mempunyai pengetahuan yang mutakhir. Semua tujuan regulasi US-GLP tersebut untuk tujuan proteksi terhadap kesalahan interpretasi data, kehilangan data, manipulasi dan pemutarbalikan data hasil anlisis kimia. Oleh sebab itu sangat tepat definisi kimia analisis yang disampaikan oleh dua orang ilmuwan kimia analisis berikut ini:
   - *"Analitycal chemistry is what analytical chemist do"* (Charles N. Reilley).[5]
   - *"Seorang ilmuwan kimia analisis instrumental harus mengetahui dan faham tentang teori dasar teknik dan metode analisis serta mengetahui dan faham dengan bekerjanya instrumen "* (Kosasih Satiadarma).[7]

Standar persyaratan dan akreditasi laboratorium kimia analisis ditingkat internasional telah diregulasi melalui ISO Guide 25 dan standar internasional ini telah diadopsi oleh Republik Indonesia sebagai DSN-01 (Dewan Standarisasi Nasional). Sudah seharusnya para ilmuwan kimia analisis di Indonesia mengetahui dan faham tentang ini.

KEPUSTAKAAN

1. Abe L., S. Kuramoto and S. Musha, HRGC and GC, *J. Chromatogr.* Sci, 6, 366-270, 1983.
2. Buyten J., J. Duvekot, J. Peene and P. Mussche, A Capillary Column for High Temperature Gas Chromatography, *International Laboratory*, 2, 1991.
3. Demigiran J.C., GC / FT-IR / MS A Powerful toll for component identification in complex organic mixture, *Trend in Analytical Chemistry*, Vol. 6, 3, 1987.
4. Freeman R., *High Resolution Gas Chromatography*, 2 Ed., HP, 1981.
5. Hieftje G.M., But is it analytical chemistry? *International Laboratory*, 1, 1994.
6. Huber L., *Good Laboratory Practice*, HP, 1993.
7. Kosasih Satiadarma, *Spektrofotometri Absorpsi Molekul*, Lembaga Penelitian Farmasi, Bagian Farmasi-ITB, 1971.
8. Muhammad Mulja dan Sugijanto, *Perkembangan Instrumentasi Kromatograf Gas*, Airlangga University Press, 1994.
9. Skoog D.A., D.M. West and F. J. Holler, *Fundamentals of Analytical Chemistry*, 6 Ed., Saunder College Publishing, Fort Worth, 1992.
10. Bente B., HP Application Note No. 228-14, Publication No. 43-5953-1441, 1979.
11. Buffington, R. and M.K. Wilson, *Detector for Gas Chromatography*, A Partical Primer, Hewlett Packard Avondale Division, Philadelphia-USA, 1987.
12. Carrick D., Chromatographic Techniques in Food Analysis, AAL-Australian Analytical Laboratories, 1991.

KROMATOGRAFI PERKEMBANGAN, WAWASAN DAN APLIKASI DALAM KIMIA ANALISIS: Pidato
Diucapkan pada peresmian penerimaan Jabatan Guru Besar
dalam bidang Ilmu Kimia Analisis pada Fakultas Farmasi Universitas Airlangga di Surabaya,
pada hari Sabtu, tanggal 5 Februari 2000

IR - PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

13. Charsley E.L., S.B. Warrington, G.K. Jones and A.R. McGhie, Thermogravimetri Mass Spectrometric using a simple capillary Interface, International Laboratory, March-April, 1990.

14. Creswell C.J., O.A. Runquist and M.M. Campbell, *Spectrum Analysis of Organic Compound, An Introductory programmed text.* Diterjemahkan ke dalam Bahasa Indonesia oleh Kosasih Padmawinata dan Ny. Iwang Soediro, Penerbit ITB, Bandung, 1982.

15. Duncan W. and W. Soine, HP Application Note No. IRD 86-2, Publication No. 23-5954-0656, 1986.

16. Ewing G.W., *Instrumental Methods of Chemical Analysis*, 5th Ed., McGraw-Hill International Editions, New York, 1985.

17. Fell A.F., and H.P. Scott, Aplication of rapid scanning multichannel detector in Gas Chromatography, J. Chromatog., 273, 1983, 3-17.

18. Firor R.L., HP Application Note No. 228-60, Publication No. 43-5954-9198, 1988.

19. Firor R.L., Multielement detection using GC-Atomic Emission Spectroscopy, International Laboratory, March-April, 1990.

20. Grob R.L., *Modern Practice of Gas Chromatography*, A Wiley interscience Publication, John Wiley & Son, New York, 1977.

21. Hachenberg H. and A.P. Schmidt, Gas Chromatography, John Wiley & Sons, New York, USA, 1989.

22. Hoehn D., Chromatography Users Catalog, Hewlett Packard Users Catalog- Analytical Product Group, Palo Alto-CA, USA, 1991.

23. Huball J.A., P.R. Di Mauro, S.R. Smith and E.F. Barry, J. Chromatogr. Sci, 302, 341-350, 1984.

24. Huball J.A., P.R. Di Mauro, E.F. Barry, E.A. Lyons and W.A. Geroge, J. Chromatogr Scr, 22, 185-191, 1984.

25. Hyver K.J. and P. Sandra, High resolution Gas Chromatography, 3rd Ed., Copyright Hewlett Packard Co., Palo Alto-USA, 1989.

26. Ichida A., Chromatographic resolution on chiral stationary phase, International Laboratory, March-April, 1989.

27. Klee, M.S., GC Inlet-An Introduction, Hewlett Packard Co., Avondale Division, PA-USA., 1990.

28. Kolb B., Applied Headspace Gas Chromatography, John Wiley & Sons, New York, USA, 1989.

29. Kovats E., Advances in Chromatography, J.C. Giddings and R.A. Keller, Eds., Marcel Dekker, New York, 1966.

30. Kramer J.K.G., R.C. Fouchard and K.J. Jenkins, J. Chromatogr Sci., 23, 54-6, 1985.

31. Liebrand R.L., Combined GC/FT-IR/MS Analysis of some minor components in Coriander oil, International Laboratory, 2, 1991.

32. Lipsky S.R. and W.J. McMurray, J. Chromatogr Sci., 239, 61-9, 1982.

33. Lubrand R.J. and W.P. Duncar, Investigation of the Chromatographic Optimation of Combined GC/FT-IR/MS, International Laboratory, Sept.-Oct., 1989.

34. MacDonnald J.C. HPLC Instrumentation and Application, International Scientific Communication Inc., Connecticut, USA, 1986.

35. McLaferty F.W., Interpretation of Mass Spectra. 3rd Ed., University Science Books, 1980.

IR - PERPUSTAKAAN UINIVERSITAS AIRLANGGA

36. McNair H.M. and E.J. Bonelli, *Basic Gas Chromatography*, 5th., Diterjemahkan ke dalam Bahasa Indonesia oleh Kosasih Padmawinata, Penerbit ITB, Bandung, 1988.

37. Message G.M., *Practical Aspects of Gas Chromatography-Mass Spectrometry*, Wiley, New York, 1984.

38. Mikkelsen L. and S.F. Spencer, *Lectures in Gas Chromatography*, Plenum Press, 1963.

39. Muhammad Mulja dan Achmad Syahrani, *Kromatografi Cair Kinerja Tinggi-Teori Dasar, Instrumentasi dan Aplikasi*, Mecphiso Grafika, Surabaya, 1991.

40. Phillips R.J., W.D. Snyder and K.J. Hyver, J., Chromatogr., Sci, 25, 402-4, 1987.

41. Scientific Glass Engineering Inc. (SGE), Capillary GC Operating Hint, SGE-USA sales office, Austin-Texas, USA, 1990.

42. Schill and R.R. Freeman, Modern Practice of Gas Chromatography, 2nd Ed., R.L., Grob, Ed., Wiley, New York, 1985.

43. Skoog D.A., Principles of Instrumental Analysis, 3th Ed., Holt-Saunders International Edition, Philadelphia, 1985.

44. Skoog D.A. and J.J. Leary, Principles of Instrumental Analysis, 4th Ed., Saunder College Publishing, Fort Worth Philadelphia, 1992.

45. Skoog D.A., D.M. West and F.J. Holler, Analytical Chemistry And Introduction, 5th Ed., Saunders College Publishing, Fort Worth Philadelphia, 1990.

46. Stark, T., P.A. Larson and R.D. Dandeneau, J. Chromatogr Sci., 279, 31-40, 1983.

47. Welsh P., HP Technical Paper No. GC-68, Publication No. 43-5952-5769, 1988.

48. Willard H.H., L.L. Merrit Jr., J.A. Dean and F.A. Settle Jr., Instrumental Methods of Analysis, 7th Ed., Wadworth, International Thomson Organization, Belmont-CA, 1988.

49. Wood D., J.T. Waddicor and S. Wilson, A Mass Spectrometer with novel geometry and analyzer, International Laboratory, March-April, 1990.

50. Wylle P.L., Headspace Gas Chromatography, Hewlett Packard-Palo Alto-CA, USA, 1990.

IR - PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Hadirin yang saya mulyakan,

Pidato ilmiah pengukuhan saya sebagai guru besar pada Fakultas Farmasi-Universitas Airlangga , Surabaya akan saya rangkai dengan penyampaian ucapan terima kasih saya secara tulus dan ikhlas kepada:

Kedua orang tua saya, H. Abdul Malik (Almarhum) dan Hj. Sitti Mardiyah (Almarhumah), beliau kedua orang tua saya yang saya cintai dan saya mulyakan. Beliau berdua dengan penuh kasih sayang telah mengasuh membesarkan, mendidik dan menyekolahkan saya dengan perjuangan yang sangat besar ditengah badai kesulitan. Sayang beliau berdua tidak hadir secara fisik menyaksikan keberhasilan anaknya pada kali ini. Semoga Allah SWT memberikan tempat yang terbaik disisiNya, diterima semua amal ibadahnya serta diampuni semua dosa, kesalahan dan kekhilafan kedua orang tua kami.

Rasa terima kasih yang mendalam serta tulus dan ikhlas saya sampaikan juga kepada Bapak dan Ibu mertua saya, Samuel Rawan Binti, SH dan Ibu, yang hadir pada acara ini. Saya merasa mendapatkan dorongan moril dan bantuan materiel terutama selama saya menyelesaikan program doktor saya di Institut Teknologi Bandung. Beliau berdua juga telah membina kerukunan rumah tangga kami. Semoga Allah SWT memberikan balasan kebaikan yang setimpal kepada Bapak dan Ibu mertua saya.

Rasa terima kasih yang mendalam serta tulus dan ikhlas saya sampaikan kepada guru agama kami sekeluarga yaitu:

- Ustadz Bapak Drs. H. Sugijanto, MS, Apt beserta Ibu
- Ustadzah Ibu Hj. Djoehairiyah
- Ustadzah Ibu Hj. Nurul Lailiyah Ridho

Bimbingan dan nasehat guru agama kami sangatlah mewarnai kehidupan keluarga kami dan menjaga kami sekeluarga pada posisi dalam aqidah agama Islam untuk menuju pada tingkat ikhlas dan kaffah. Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan hidayahNya pada beliau semua. Ustadz dan Ustadzah yang kami mulyakan dan pembimbing agama kami sekeluarga, dengan segala kerendahan hati kami sekeluarga masih tetap memohon bimbingan dan nasehat lebih lanjut di masa mendatang mengingat pada era kehidupan mendatang yang akan teruji cukup berat adalah akhlak dan moral manusia.

Rasa terima kasih yang tulus dan ikhlas serta tiada terhingga, tiada putus putusnya juga saya sampaikan kepada para guru-guru saya yang telah bersusah payah dan penuh keikhlasan dalam membimbing dan mentransfer ipteks beliau sehingga saya mencapai keadaan terhormat seperti saat ini. Tidak memungkinkan saya menyebut satu demi satu para guru saya mulai dari SR (Sekolah Rakyat) sampai saya menyelesaikan program doktor di ITB Bandung. Semoga amal baik beliau para guru kami mendapat balasan yang berlipat dari Allah SWT. Namun secara khusus ingin saya menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang mendalam kepada seorang guru, promotor saya waktu menempuh program doktor di ITB Bandung yaitu: Yang terhormat Bapak Prof. Dr. H. Kosasih Satiadarma, M.Sc. dan Ibu, yang hadir pada kesempatan ini menyaksikan muridnya dikukuhkan sebagai guru besar. Beliau telah mendidik, mentransfer ilmu kimia analisis instrumental pada saya dan menseleksi dengan penuh kesabaran dan keikhlasan. Saya lebih bahagia lagi karena sampai detik ini saya masih berada dalam bimbingan dan arahan beliau, terima kasih Bapakku, Guruku dan Sahabatku, semoga amalan ilmu guruku yang berguna menjadi amal jariyah. Saya berjanji akan tetap meneruskan ilmu guruku pada semua murid murid saya, insya Allah. Semoga Allah SWT memberikan balasan yang terbaik buatmu guruku yang tercinta. Guruku yang tercinta, ada suatu kegalauan dalam hati muridmu ini, rasanya masih terlalu sedikit ilmumu yang kugapai, terlalu banyak ilmu kimia analisis instrumental yang belum terwariskan pada diriku. Sanggupkah diriku meneruskan ilmumu, sanggupkah diriku mendekati aras keilmuanmu, masih terlalu jauh aku menuju

IR - PERPUSTAKAAN UINIVERSITAS AIRLANGGA

ke dekatmu. Satu harapan dan permohonanku, guruku bimbinglah aku lebih lanjut dan tuntunlah aku lebih lanjut, untuk lebih banyak kugapai ilmumu.

Pada kesempatan kali ini juga kami sekeluarga menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada yang terhormat Bapak Dr. Yahya A. Muhaimin, Menteri Pendidikan Nasional, Republik Indonesia yang telah berkenan dan memberikan kepercayaan sepenuhnya mengangkat saya sebagai guru besar pada Fakultas Farmasi Universitas Airlangga, Surabaya. Hal ini merupakan suatu kehormatan bagi saya pribadi dan keluarga akan tetapi amanah ini akan saya terima hanya karena ridho Allah SWT dan dengan penuh kesadaran saya merasakan hal ini suatu amanah yang cukup berat mempertanggung jawabkannya. Semoga Allah SWT ridho, melindungi dan selalu menunjukkan jalan yang lurus pada perjuangan saya di masa mendatang.

Kepada yang terhormat Bapak Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Prof. Dr. Ir. Satrio Sumantri Brodjonegoro yang telah memberikan kepercayaan kepada saya untuk menerima jabatan guru besar, saya pribadi beserta keluarga menyampaikan terima kasih.

Kepada kedua almamater saya Universitas Airlangga dan Institut Teknologi Bandung, kuberjanji setia , berdharma bhakti suci berjasa mulia. Belajar untuk nusa Indonesia yang kucinta. Kuserahkan pengabdianku yang terbaik untuk menjunjung keharuman namamu sebagai kedua pusat pengembangan ipteks ternama dan terkemuka, terima kasih Fakultas Farmasi Universitas Airlangga dan terima kasih Jurusan Farmasi Institut Teknologi Bandung.

Kepada yang terhormat Bapak Rektor Universitas Airlangga, Prof. H. Soedarto, dr, DTM&H, Ph.D., para Pembantu Rektor dan para anggota senat Universitas Airlangga, saya menyampaikan terima kasih yang mendalam atas kesediannya Bapak-bapak dan Ibu yang telah berkenan mengusulkan saya untuk diangkat sebagai guru besar dan menerima saya masuk ke lingkungan senat Universitas Airlangga. Saya pribadi sadar bahwa jabatan ini

bukanlah suatu kemewahan yang dibanggakan, akan tetapi merupakan suatu keharusan bagi saya untuk mengemban tanggung jawab keilmuwan dan kode etika moral sebagaimana lazimnya dan hal ini sangat berat.

Kepada yang terhormat Bapak Dekan Fakultas Farmasi Universitas Airlangga, Dr. H. Fasich, Apt., dan para Pembantu Dekan dan semua anggota senat Fakultas Farmasi Universitas Airlangga, pada kesempatan ini saya menyampaikan terima kasih atas kepercayaannya dan perkenannya kepada saya, sehingga saya diusulkan dan berhasil diangkat dalam jabatan guru besar.

Ungkapan rasa terima kasih juga saya sampaikan kepada yang terhormat Bapak Ketua Jurusan Kimia Farmasi, Bapak Dr. H. Amirudin Prawita, Apt. dan Bapak Kepala Laboratoriun Analisis Farmasi , Bapak Drs. H. Achmad Inoni, Apt. yang telah berkenan mengusulkan saya ke senat Fakultas Farmasi untuk proses kenaikan jabatan guru besar bagi saya.

Dalam masa saya berusaha untuk proses pengusulan jabatan guru besar, saya merasa ada dorongan yang kuat dan bantuan serta saran yang sangat membantu perjuangan saya, untuk itu saya pribadi dan keluarga menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada yang terhormat:

- Bapak Prof. Dr. H. Soehartojo Hardjopranjoto, drh., MSc., sekretaris senat Unair, beserta Ibu.
- Bapak Prof. Dr. H. Soedijono, dr.,Sp. THT, Direktur Pascasarjana Unair.
- Bapak Prof. Dr. Ir. H. M. Rachimoellah, Dip. EST, mantan Direktur Pascasarjana ITS beserta Ibu.
- Bapak Prof. Dr. H. Noor Cholies Zaini , Apt., Ketua Lembaga Penelitian Unair, beserta Ibu.
- Bapak Prof. Dr. H. Pitono Soeparto, dr., Sp. AK, Asdir Pascasarjana Unair.
- Bapak Prof. Dr. H. Muhammad Amin, dr., Sp. P., Asdir Pascasarjana Unair.

IR - PERPUSTAKAAN UINIVERSITAS AIRLANGGA

Semua budi baik dan bantuan Bapak bapak dan Ibu, kepada saya sulit saya melupakannya namun demikian sulit pula saya membalasnya. Hanya kepada Allah SWT saya memohon semoga limpahan rahmat dan hidayah Allah SWT selalu tercurah kepada Bapak bapak dan Ibu semua.

Hadirin yang saya mulyakan, syarat pengukuhan sebagai guru besar pada lazimnya guru besar yang dikukuhkan diminta membacakan orasi ilmiah sesuai dengan disiplin ilmu yang ditekuni. Pada kesempatan ini saya pribadi menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang tinggi kepada dua teman sejawat yaitu: Prof. Dr. rer. nat. A. M. Gunawan Indrayanto, Apt. dan Dr. rer. nat. H. Mochammad Yuwono, MS., Apt., atas saran dan bantuannya pada waktu saya menyelesaikan orasi ilmiah yang saat ini saya bacakan.

Terima kasih yang mendalam dari saya pribadi dan keluarga, saya sampaikan kepada semua anggota panitia pengukuhan guru besar di bawah pimpinan adinda berdua: Dr. H. Achmad Syahrani, MS., Apt. dan Drs. Didik Hasmono, MS., Apt. Karena dengan bantuan saudara-saudara semua yang telah bekerja keras, sehingga acara ini dapat berjalan dengan lancar. Demikan juga kepada segenap anggota paduan suara, saya dan keluarga menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang mendalam.

Terima kasih dari yang khusus saya sampaikan kepada keluarga saya yang tercinta dan saya sayangi, istri saya Dra. Hj. Sri Banarti, MS., Apt. dan kelima anak anak kami: Muhammad Noor Diansyah, Martina Aprilia, Mierna Sari Triana, Marissa Yovita dan Shinta Karina Yuniati. Keluarga saya telah banyak berkorban dan penuh kesabaran serta tawakkal kepada Allah SWT serta penuh pengertian dalam mendorong dan mendampingi perjuangan karier saya yang diwarnai nuansa suka dan duka.

Kepada semua fihak yang telah membantu saya sekeluarga yang tidak tersebut namanya pada kali ini, juga saya sampaikan rasa terima kasih yang tidak kurang artinya dengan rasa terima kasih yang saya sampaikan sebelumnya.

Kepada semua hadirin yang saya mulyakan yang hadir pada acara pengukuhan guru besar pada kali ini, saya sampaikan terima kasih atas perhatian dan kesabarannya.

Demikianlah, apa yang dapat kami sampaikan pada saat ini, apabila yang telah saya sampaikan mengandung kebenaran, sungguh kebenaran itu datangnya hanya dari Allah SWT dan apabila yang telah saya sampaikan ada kesalahan saya mohon maaf atas kesalahan dan kekhilafan saya karena keterbatasan kemampuan saya.
Akhirnya kami sangat berharap untuk senantiasa mendapatkan taufik dan hidayah dari Allah SWT. Semoga Allah SWT senantiasa menjadikan kami sebagai orang yang bersyukur, bersabar atas segala cobaan dalam kehidupan, tidak sombong atas karya yang dapat kami abdikan, namun kami sangat berharap selalu di bawah lindungan dan bimbingan Allah SWT dan bermanfaat bagi ummat manusia.

Amin ya Robbal alamin

Wabillahit taufiq wal hidayah, Walhamdulillahirobbil alamin

Wassalamu alaikum wr. wb.

IR - PERPUSTAKAAN UINIVERSITAS AIRLANGGA

CURICULUM VITAE

Prof. Dr. H. Muhammad Mulja, Apt. Lahir di desa Ambunten, kabupaten Sumenep (Madura) pada tanggal 2 Januari 1948.

Pada tahun 1969 tamat SMA Negeri Situbondo dan pada tahun yang sama melanjutkan pendidikannya di Fakultas Farmasi Universitas Airlangga.

Pada tahun 1975 lulus sebagai Sarjana Farmasi dan tahun 1976 lulus sebagai Apoteker di Fakutas Farmasi Universitas Airlangga, Surabaya.

Pada tahun 1980 mengikuti Program Doktor (S-3) di Jurusan Farmasi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Institut Teknologi Bandung (ITB) dan pada tahun 1990 lulus sebagai Doktor dengan judul disertasi: *Analisis perbandingan kadar testosteron dan estradiol dengan metode KLT-Densitometri, di dalam plasma dan urin.*

Sampai dengan saat ini bekerja sebagai dosen tetap di Fakultas Farmasi Universitas Airlangga dengan jabatan Guru Besar Madya dalam Ilmu Kimia Analisis (terhitung mulai 1 Nopember 1999) dengan tugas utama memberikan kuliah Kimia Analisis Instrumental.

Mata kuliah Kimia Analisis Instrumental diberikannya juga di:

- Program Pascasarjana Universitas Airlangga
- Program Pascasarjana IKIP Negeri Surabaya
- Fakultas Farmasi Universitas Surabaya.

Pengabdian profesi sebagai Sarjana Farmasi dilakukan sebagai: Manager Quality Assurance (QA) dan Manager Quality Control (QC) di Industri Farmasi PT. PIM Pandaan dan PT. PRIMA SEJAHTERA Pandaan.

IR - PERPUSTAKAAN UINIVERSITAS AIRLANGGA

Pada tanggal 4 November 1978 menikah dengan Hj. Sri Banarti, Dra. Apt. MS. dan sampai saat ini telah dikaruniai 5 (lima) orang anak.