



**Kajian Resiko-Manfaat Bahan Kimia secara Presisi  
untuk Perlindungan Kesehatan dan Lingkungan:  
(Case study: Deteksi Biomarker Toksikologi Kimia sebagai bioindikator  
Resiko/Dampak Kesehatan dan Lingkungan).**

**BUDIAWAN**

Pidato pada Upacara Pengukuhan sebagai Guru Besar Tetap Bidang Ilmu  
Toksikologi Kimia & Bahan Kimia Berbahaya

Departemen Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Indonesia

Depok, 8 Maret 2023



**Kajian Resiko-Manfaat Bahan Kimia secara Presisi  
untuk Perlindungan Kesehatan dan Lingkungan:  
(Case study: Deteksi Biomarker Toksikologi Kimia sebagai bioindikator  
Resiko/Dampak Kesehatan dan Lingkungan)**

**BUDIAWAN**

Pidato pada Upacara Pengukuhan sebagai Guru Besar Tetap Bidang Ilmu  
Toksikologi Kimia & Bahan Kimia Berbahaya

Departemen Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Indonesia

Depok, 8 Maret 2023

**Bismillahirrahmanirrahim, Assalamualaikum Wr.wb.**

Yang Kami hormati,

- Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia
- Direktur Pendidikan Tinggi, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia
- Ketua dan Sekretaris Majelis Wali Amanat Universitas Indonesia
- Rektor dan para Wakil Rektor Universitas Indonesia
- Ketua, Sekretaris, dan para Anggota Dewan Guru Besar Universitas Indonesia
- Ketua, Sekretaris, dan para Anggota Senat Akademik Universitas Indonesia
- Para Dekan, Direktur Sekolah serta Wakil Dekan dan Wakil Direktur Sekolah di Universitas Indonesia
- Dekan dan Wakil Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia,
- Ketua Dewan Guru Besar UI dan FMIPA UI beserta anggota,
- Para Pimpinan, Staf Pengajar, Mahasiswa, dan Karyawan di Fakultas MIPA Universitas Indonesia
- Para Guru Besar Tamu, Para Undangan, Keluarga, Kerabat, serta hadirin yang kami muliakan.

***Assalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barokatuh dan salam sejahtera untuk kita semua***

Alhamdulillah Robbil 'alamin, berkat rahmat dan hidayah Allah swt., kita semua dapat hadir pada suasana yang berbahagia ini. Shalawat serta salam kepada Rosulullah Muhammad SAW, yang telah membawa kita pada perubahan kehidupan yang terang benderang yaitu kehidupan dengan penuh rahmat dan hidayah dari Allah SWT.

Perkenankan saya menyampaikan dengan hormat rasa terima kasih setinggi-tingginya kepada Pemerintah Republik Indonesia yang dalam hal ini diwakili oleh Bapak Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia yang telah memberikan kepercayaan kepada saya untuk mengemban jabatan Guru Besar Ilmu Kimia, Bidang Toksikologi Kimia & Bahan Kimia Berbahaya pada Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Perkenankan saya menyampaikan pidato ilmiah pengukuhan Guru Besar dalam bidang Toksikologi kimia & Bahan Berbahaya Kimia pada Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Indonesia tentang, **"Kajian Resiko-Manfaat Bahan Kimia secara Presisi untuk Perlindungan Kesehatan dan Lingkungan"**

## I. PENDAHULUAN:

Bahan kimia (BK) yang merupakan suatu materi atau zat, baik berbentuk unsur, senyawa yang bersumber dari alam maupun produk Industri (sintetis), di alam dapat berwujud padat, cair atau gas dimana keberadaannya dapat berupa dalam keadaan tunggal ataupun campurannya.

Bahan Kimia sangat dibutuhkan dan penting untuk digunakan dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari manusia baik dalam memenuhi kesejahteraan, pemenuhan kehidupan maupun dalam meningkatkan kualitas hidup dan kesehatan manusia bahkan kepastian pencarian selama ini untuk alternatif kehidupan di planet lain adalah faktor penentu utama adanya kepastian unsur/senyawa kimia N (*Nitrogen*); S (*Sulfur*), C (*Carbon*), P (*Phosphorus*) dan O (*Oxygen*), mineral Na, Ca dan Mg sebagai bahan kimia esensial yang dibutuhkan dalam keberlanjutan adanya kehidupan.

Pemanfaatan bahan kimia banyak di berbagai sektor seperti di sektor industri, sandang – pangan, pertanian dan perkebunan, bahan baku kimia untuk kesehatan dan kosmetika, pertambangan, pertahanan dan keamanan, penelitian serta inovasi produk, dan lain sebagainya.

Manusia dengan demikian dalam kehidupan sehari-hari terpapar bahan kimia baik melalui media udara, makanan, minuman (air) dan lainnya, dengan rute paparan baik melalui jalur sistem pernapasan (hidung), mulut (ingesti), atau kontak kulit dan kemungkinan cara/jalur lainnya. Paparan atau kontak suatu bahan kimia dapat terjadi dirumah, ditempat kerja atau ditempat lainnya dimanapun, kapanpun dapat terjadi baik secara langsung ataupun tidak langsung terhadap manusia di lingkungan hidupnya.

Hadirin yang saya hormati,

Indonesia adalah negara yang amat sangat kaya dengan bahan kimia yang bersumber dari alam diantaranya baik di sektor pertambangan, minyak bumi, batubara, dan serta sumber daya alam lain yang berbasis bahan kimia alami lainnya. Kita kaya akan hasil perkebunan, pertanian dan sumber daya alami. Namun sangat disayangkan sediaan penting dan diperlukan dari pemanfaatan bahan baku kimia industri, dikarenakan pengetahuan dan keterbatasan jangkauan penguasaan aspek teknologi dan juga kemampuan sumber daya manusia yang berkualitas dan demikian pula dalam memahami keilmuan serta masih lemahnya kepedulian dalam mengelola dan mengkaji resiko keamanan pemanfaatan bahan kimia secara presisi dimaksudkan secara ilmiah dapat dipertanggung jawabkan secara tepat, cermat, cerdas, baik

dan benar sehingga aman digunakan. Selain itu adanya *misperception* dan *Chemophobia* tentang Bahan Kimia, bahwa Ilmu Kimia sulit dipelajari dan dipandang semata sebagai bahan yang menghawatirkan dan berdampak negative bagi kehidupan masyarakat dan merusak lingkungan. Hal tersebut tentu mengakibatkan terlambatnya kebijakan dan pelaksanaan proses hilirisasi dalam pembangunan industri berbasis bahan kimia yang bersumber alami sebagai upaya peningkatan nilai tambah manfaat produk industri kimia yang berdampak positif untuk pembangunan keberlanjutan lingkungan (Sustainable Development/SDGs).

Hadirin yang saya hormati,

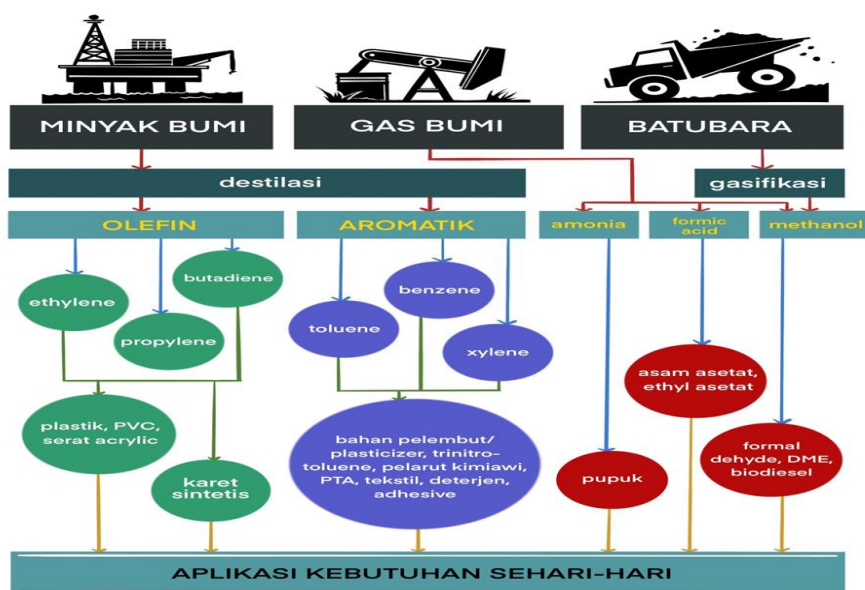
## **II. MANFAAT & RESIKO BAHAN KIMIA**

### **MANFAAT BAHAN KIMIA:**

Seperti diketahui, bahan kimia dalam pemanfaatannya sangat beraneka ragam penting dalam berbagai aspek kehidupan seperti penggunaan di sektor industri, pertanian dan perkebunan, kesehatan termasuk farmasi (kosmetika), pertambangan, pertahanan dan keamanan, penelitian dan inovasi produk, dan lain sebagainya. Bahan kimia dalam pemanfaatannya tidak hanya meningkatkan pengetahuan dan teknologi dengan produknya yang sangat beraneka ragam. Pemanfaatannya di sektor industri seperti kendaraan bermotor dan sarana angkutan umum bus, kereta dan pesawat udara dalam industri komputer, listrik dan industri bahan bangunan dsb., dalam sektor pertanian dan perkebunan bahan kimia juga digunakan seperti pupuk dan pengendalian serangga, demikian pula pemanfaatannya dalam sektor kesehatan termasuk farmasi & kosmetika, pertambangan, pertahanan dan keamanan, sandang & pangan serta penelitian dan inovasi produk, dan lain sebagainya. Pemanfaatannya juga dapat menunjang kesehatan dan kecantikan/gaya hidup seperti obat, bahan makanan, minuman dan kosmetika selain juga meningkatkan devisa negara serta peningkatan jumlah tenaga kerja yang banyak dilakukan dalam berbagai sektor industri.

Bencana dunia yang menakutkan dan mengkhawatirkan umat manusia hingga saat ini akibat Pandemi COVID-19 dan kemungkinan mutasi turunannya yang mengancam kehidupan seperti efek gangguan pernapasan yang berakibat ribuan umat manusia meninggal. Sebagai upaya pertolongan darurat yang utama dalam kejadian Pandemi COVID-19 adalah

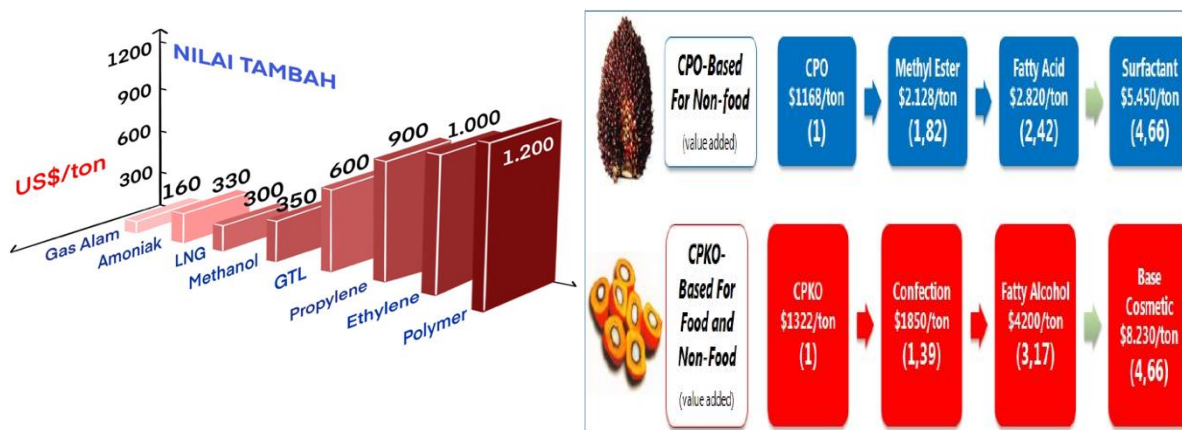
bantuan gas kimia oksigen dan bahan kimia desinfektan sebagai antisipasi penularannya dan mencegah kematian.



Gambar 1: Pohon industri nilai tambah turunan Bahan Kimia, (12) bahan Kimia

Sehingga dapat dikatakan semua aspek kehidupan membutuhkan dan memanfaatkan bahan kimia dan kita terpapar oleh bahan kimia dalam kehidupan sehari-hari.

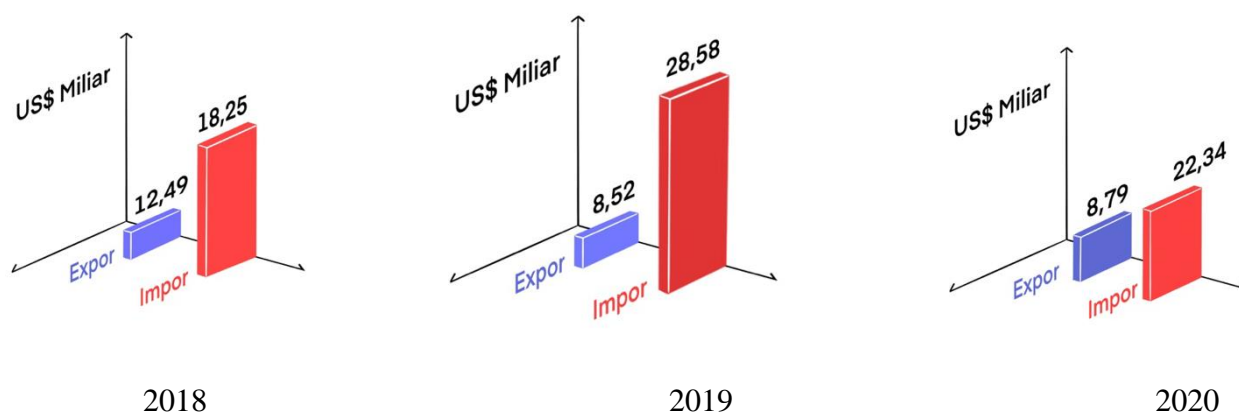
Memperhatikan begitu besar manfaat dan pentingnya dari peran bahan kimia bagi kehidupan manusia maka kajian dan pengelolaan resiko bahan kimia secara presisi dapat meminimalkan resiko sehingga akan memberikan nilai positif bagi masyarakat dan negara.



Gambar 2. Perbandingan nilai tambah manfaat bahan kimia dan turunannya, (12)

Dengan demikian seharusnya dengan mengutamakan proses hilirisasi sumber kimia alam yang kita miliki, menjadikan produk kimia dan turunannya dinilai akan mampu meningkatkan

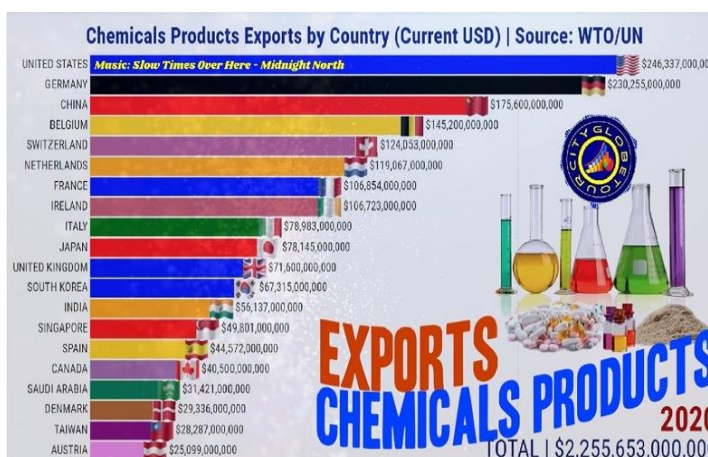
kesejahteraan dan perlindungan masyarakat serta dapat meningkatkan jumlah kesediaan tenaga kerja untuk kepentingan Nasional sebagaimana tujuan bernegara.



Gambar 3. Nilai manfaat BK dari Total Ekspor dan Impor Bahan Kimia 2018 – 2020, (12)

Sebagai contoh perkembangan produk bahan kimia hasil turunan produksi minyak dan gas bumi serta hasil tambang lainnya telah memberi kontribusi banyak pada negara baik berupa investasi modal maupun kesejahteraan dan kemajuan bangsa dalam mewujudkan cita-cita/tujuan negara. Industri pupuk merupakan salah satu contoh lain disektor produsen bahan kimia yang diproduksi dari bahan baku gas bumi dengan zat kimia turunannya (12).

Pupuk kimia dan bahan pestisida kimia telah menjadi komoditas strategis untuk meningkatkan hasil produksi pertanian dan perkebunan, sehingga Indonesia memiliki ketahanan pangan yang baik dari sisi penyediaan pupuk dan tidak bergantung dari negara lain. Masih banyak lagi produk bahan kimia yang dapat diproduksi dari sumber daya alam seperti hilirisasi minyak sawit yang dapat diperoleh multiguna bahan kimia yang dihasilkan/ diproduksi sebagaimana diilustrasikan dalam pohon industri pada gambar (1), (2) dan 3 (12). Disisi lain negara-negara industri (G20) selain Indonesia, seperti Amerika, Jerman, Cina, Belgia, Swiss, Inggris, Perancis, Jepang dan, Singapura, Korea



Gambar 4: Negara Exportir Produk Bahan Kimia

Selatan dengan relative tidak memiliki sumber alam yang kaya seperti Indonesia, namun didorong dengan kemajuan sains dan inovasi teknologi dalam pemanfaatan bahan kimia telah

memanfaatkan produk hilirisasi bahan kimia yang sangat berperan penting untuk kemajuan ekonomi, sosial, dan peningkatan kualitas hidup dan kesehatan serta kesejahteraan masyarakat. Negara-negara tsb. dapat menguasai dan mampu bersaing dalam produk berbasis bahan kimia di dunia (Gambar 4) dan mampu meningkatkan kesejahteraan, kualitas hidup baik bagi kesehatan masyarakat sehingga mencapai rerata hidup manusianya hingga >80 tahun dengan menuju pembangunan yang berkelanjutan (*Sustainability development*) (15).

Hadirin yang terhormat,

### **Resiko Bahan Kimia.**

Resiko didefinisikan sebagai probabilitas atau kemungkinan terjadinya bahaya inheren yang berdampak terhadap manusia atau lingkungan bila terpapar atau terkena bahan kimia akibat adanya suatu aktivitas dalam kehidupan sehari-hari. Sedangkan paparan adalah terjadinya kontak dengan bahan kimia terhadap suatu organ atau makhluk hidup dalam jumlah yang terukur.

Resiko dapat terjadi dimana-mana, di rumah, di tempat/kantor ataupun diberbagai kegiatan tempat lainnya. Demikian juga resiko dilingkungan hidup kita, khususnya berdasarkan kondisi geografis negara kita terletak di *Ring of Fire*, banyak gunung berapi yang aktif, memungkinkan bahaya yang terjadi akibat dari sesuatu yang belum bisa dipastikan waktunya seperti terjadinya gempa yang berdampak buruk bagi kita, dengan demikian dalam kondisi masyarakat dan lingkungan hidup didunia kita dapat dinyatakan bahwa resiko dalam kehidupan sehari-hari akan selalu ada dimanapun dan kapanpun dari berbagai aktivitas dalam kehidupan manusia.

Manusia, kita terpapar oleh bahan kimia setiap hari baik secara sadar ataupun tidak sengaja karena manfaat penting dan kebutuhan kita akan produk bahan kimia baik yang bersumber alami maupun sintesis (produk kimia industri). Namun demikian perlu kita pahami dan sadari secara cerdas bahwa bahan kimia dapat dilihat bagaikan dua sisi penting manfaat dari mata uang yang harus ada saling melengkapi. Disatu sisi bahan kimia amat sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia, tetapi dari sisi lain bahan kimia secara inheren/*intrinsic* memiliki sifat bahaya alamiah yang dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan dan lingkungan. Sifat bahaya alamiah kimia tidak dapat kita hilangkan, namun dapat kita kendalikan dan kaji (asemen) agar resiko dari bahaya tersebut seminimal mungkin dan aman dalam penggunaannya.



Bahan Kimia berdasarkan klasifikasi sifat bahayanya, menurut sistem terharmonisasi Global (13) yang diterbitkan oleh lembaga/badan Dunia – PBB yaitu UNITAR dan WHO-Geneva, sifat intrinsik/inheren atau sifat alamiah bahaya bahan kimia terdiri dari: bahaya fisik-kimia, bahaya kesehatan dan bahaya terhadap lingkungan. Bahaya Fisik-Kimia seperti mudah terbakar contoh; Aseton, bahan bakar Bensin (BBM), dan bahan kimia mudah meledak contohnya Trinitrotoluen (TNT). Sifat bahaya lainnya adalah bahaya kesehatan yang bersifat toksik seperti merkuri, arsenik, sianida dan sifat iritasi. Sedangkan bersifat karsinogenik yakni seperti Benzena, Poliaromatis Hidrokarbon (PAH) dan potensi bahaya lainnya adalah bahaya terhadap lingkungan meliputi polusi udara seperti asap rokok dan kendaraan bermotor, sedangkan potensi pencemaran air dan tanah adalah seperti pestisida (14). Bahkan telah banyak kebijakan/konvensi Global (PBB) lainnya terkait penggunaan bahan kimia agar dapat meminimalkan resiko penggunaan bahan kimia seperti *Strategic Approach of International Chemical Management* (SAICM) pada tahun 2006, *Basel Convention*, *Persistent Organic Pollutant (POPs) Convention* dan *Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals* (REACH) di Masyarakat Uni Eropa (EU).

Menurut data EuroStat, 2018 lebih 300 juta ton bahan kimia digunakan di masyarakat Uni Eropa (EU), dimana lebih dari dua pertiga dari jumlah tersebut telah diklasifikasikan memiliki sifat bahaya (17). Bahkan baru 20.000 bahan kimia tunggal yang telah dikaji keamanan dan keselamatannya dan terdaftar dalam sistem registrasi di EU yakni dibawah badan peraturan pendaftaran dikenal sebagai “REACH” (18). Dikarenakan jumlah bahan kimia terus bertambah selain produk kimia yang tersedia selama ini belum sepenuhnya dikaji terhadap dampak negatifnya secara toksikologi kimia, sehingga semakin sulit dan perlu untuk melakukan kajian atau menilai semua efek negatif dan resiko bahan kimia terhadap kesehatan dan lingkungan kita dari kasus perkasus. Sebagian peneliti toksikologi kimia khususnya sejauh ini menyelidiki resiko atau pun efek dari hanya satu bahan kimia tunggal dan ambang batas amannya, namun nyatanya kita terpapar terus menerus dari banyak bahan kimia tunggal dan kemungkinan dari berbagai campuran bahan kimia lainnya.

Hadirin yang terhormat,

### **Insiden *Dual Use* bahan Kimia**

Seperti kita telah ketahui, bahwa bahan kimia bagaikan dua sisi penting manfaatnya dari mata uang yang tidak dapat dipisahkan dalam penggunaannya, Sifat “*Dual use Chemicals*”

manfaat bahan kimia tersebut seringkali terjadi penyalahgunaan atau penggunaan yang salah bahan kimia (*misuse & abuse of chemicals*).

Penyalahgunaan atau penggunaan yang salah bahan kimia (*misuse/abuse*) terjadi antara lain seperti bahan prekursor untuk memproduksi bahan terlarang (narkotika dan psikotropika) dan bahan peledak sebagai senjata kimia (teroris/kejahatan) yang akan mengancam keamanan negara seperti pada tragedi Bom Bali I & II serta tindak pidana pemberian racun arsen pada aktivis HAM Munir di tahun 2004. Kasus penyalahgunaan lain dari bahan kimia pada pangan dan produk konsumen yang marak terjadi akhir-akhir ini, seperti penggunaan formalin dan boraks sebagai pengawet makanan, rodamin B, dan kuning metanil pada sebagai pewarna, dan merkuri pada kosmetik. Kasus penyalahgunaan bahan kimia sianida dalam minuman kopi (kasus Jessica-Mirna), penyiraman air keras (Kasus Novel Baswedan) dll. Bahkan kasus terkini adalah penyalahgunaan atau penggunaan yang salah bahan kimia Dietilen Glikol dan atau Etilen Glikol dalam sirup obat batuk untuk anak. WHO (*World Health Organization*) telah



Gambar 5: Tragedi Merkuri Minamata, Jepang, 1956-1968



Gambar 6: Tragedi Bencana Kimia di Bhopal, India di tahun 1984 (3000 orang meninggal)

mengeluarkan seruan mendesak untuk bertindak mencegah, mendeteksi, dan menyikapi kejadian tersebut yang selama empat bulan terakhir telah mengakibatkan lebih dari 300 kematian terutama anak-anak dibawah usia lima tahun ditujuh negara termasuk Indonesia berdasarkan informasi WHO news, 2023 (20).

Maraknya *misuse* dan *abuse* bahan kimia tersebut selain akibat tata kelolanya tidak baik dan benar, juga dipicu oleh belum adanya kepastian hukum dalam pengelolaan bahan kimia yakni permasalahan dalam pengelolaan resiko bahan kimia yang harus dilakukan kajian secara presisi dimulai dari proses pengadaan, produksi, penyimpanan, pengangkutan, pendistribusian, penggunaan, ekspor serta pembuangan dan/atau pemusnahan Bahan Kimia dan/atau Bahan Kimia yang ditetapkan sebagai Bahan Kimia Berbahaya (*Chemical life Cycle*) sebagaimana ditunjukkan pada gambar 11.

Selain itu khususnya terkait dengan penerapan sanksi dan peraturan yang masih bersifat sektoral dan belum terintegrasi secara harmonis sehingga memungkinkan kemudahan memperoleh bahan kimia di toko-toko kimia (online), kios, atau pengecer bahan kimia sehingga kejadian/peristiwa tersebut selalu berulang tanpa efek jera. Di dalam situasi tersebut berakibat lemahnya tingkat pengawasan, rendahnya pemahaman dan kepedulian masyarakat serta minat peran riset untuk menerapkan kajian resiko bahan kimia, menyebabkan timbulnya berbagai kasus tersebut.

Hadirin yang terhormat,

Belajar dari berbagai kasus *misuse & abuse* bahan kimia baik di dalam dan di luar negeri (Internasional) seperti; di luar negeri insiden besar bahan kimia yaitu tragedi Minamata di Jepang (gambar 5) pada tahun 1956 – 1968 mengakibatkan ribuan masyarakat Jepang mengalami keracunan dan cacat fisik akibat mengkonsumsi ikan yang tercemar merkuri (metil-merkuri), tragedi Bhopal pada tahun 1984 akibat kebocoran pipa pabrik pestisida *Union Carbide*, yang melepaskan senyawa metil isosianat ke lingkungan dan menelan korban lebih dari 3.000 orang (gambar 6); serangan gas sarin di jalur kereta Jepang oleh sekelompok sekte pada tahun 1995; hingga kasus tumpahan/bocornya pabrik kimia di Cina tahun 2005 mengakibatkan terjadinya ketegangan hubungan dengan negara tetangga Rusia, dikarenakan senyawa benzena telah mencemari sumber air minum.



Gambar 7: Ledakan Pabrik *Anhidrid Pthhale* di Gresik, 2004.



Gambar 8: Ledakan Bom Bali I & II



Gambar 9: Kasus Penyalahgunaan (misuse) Borax pada Makanan

Mengingat bahayanya penyalahgunaan bahan kimia dan masih banyak memerlukan kajian sifat toksisitasnya bahan kimia bagi perlindungan manusia dan lingkungan, maka pemahaman dan kepedulian terkait sifat bahaya bahan kimia dan antara lain peran periset toksikologi kimia amat sangat penting dan diperlukan untuk melakukan kontribusi pengetahuan dan teknologinya agar tata kelola bahan kimia secara presisi dapat dikembangkan secara berkelanjutan (*Sustainable development*).

Hadirin yang terhormat,

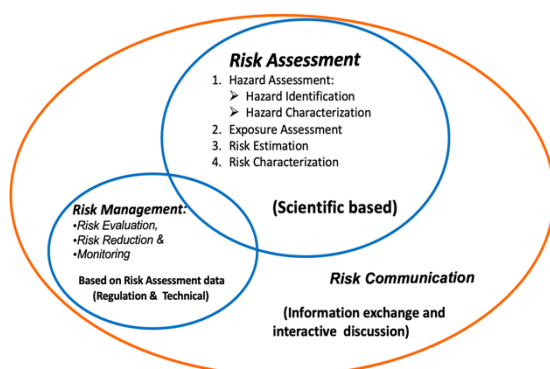
## KAJIAN RESIKO – MANFAAT BAHAN KIMIA

**Kajian resiko** didefinisikan sebagai proses dimaksudkan untuk menghitung atau memperkirakan risiko pada suatu organ sasaran/target organ (mahluk hidup) meliputi aspek individu atau populasi termasuk aspek ketidakpastian akibat adanya paparan bahan kimia tertentu.

Kajian resiko bahan kimia merupakan suatu konsep berbasis riset dan data ilmiah dengan luaran data hasil yang dilakukan melalui suatu proses tahapan utama untuk pengkajian resiko-manfaat bahan kimia, meliputi diantaranya: (1). Identifikasi bahaya bahan kimia (*Hazard Assessment*); (2). Kajian Paparan (*Exposure Assessment*); (3). Dosis - Efek *Assessment* dan tahapan terakhir adalah (4) Estimasi resiko bahan kimia (lihat gambar 10).

Tujuan pengkajian risiko-manfaat bahan kimia secara presisi adalah untuk melindungi masyarakat dan lingkungan dari kemungkinan efek yang merugikan dari suatu aktivitas atau penggunaan bahan kimia disepanjang daur hidupnya (*chemical life cycle*) seperti gambar 11.

### Hubungan Kajian resiko dengan Manajemen Resiko Bahan Kimia



Sumber: WHO (2004) IPCS Risk Assessment Terminology, Part 1: IPCS/OECD

Selain itu pengkajian dilakukan dengan upaya meminimalkan resiko bahan kimia dan memaksimalkan manfaatnya secara presisi (tepat, cerdas, cermat, benar dan aman) sehingga dapat dipertanggung jawabkan dan dibuktikan secara ilmiah.

Gambar 10: Konsep Dasar Kajian Resiko Bahan Kimia dan Hubungannya dalam sistem Manajemen Resiko

Dalam usaha melindungi masyarakat dan lingkungan, perlu adanya kejelasan dan cermat dalam tujuan, apakah melindungi ekosistem, populasi, atau spesies secara individu. Sedangkan untuk perlindungan terhadap manusia perlu perhatian khusus untuk efek *irreversible* baik efek toksikologi akut dan kronis. Peran Ilmu toksikologi (kimia) amat sangat penting sebagai fundamental dalam pelaksanaan pengkajian resiko untuk menghasilkan luaran data penting dalam estimasi resiko yang dapat diyakini kebenarannya berdasarkan kaedah-kaedah ilmiah yang diterapkan.

**Risk Assessment on Chemicals life Cycle**



Gambar 11 : Daur hidup bahan kimia, (14)

Penilaian/kajian resiko/efek suatu bahan kimia pada umumnya dilakukan identifikasi/kenali sifat2/karakterisasi bahan kimia (*Hazard assessment*) berdasarkan potensi bahaya bahan kimia baik berupa bahaya kesehatan dan maupun potensi bahaya lingkungan masing-masing berdasarkan rute/jalur paparan utama yaitu melalui inhalasi, dermal, dan oral, juga dikaji efek terhadap populasi. Efek yang muncul meliputi toksisitas akut, iritasi, korosifitas, sensitisasi, atau efek kronis yang meliputi sifat toksik karena paparan terus menerus atau berulang dalam jangka waktu tertentu, meliputi pula toksisitas reproduksi dan mutagenisitas, karsinogenisitas atau kejadian kanker.

Hadirin yang terhormat,

Berdasarkan konsep pengakajian risiko tersebut di atas penting untuk kita pahami bahwa dalam melakukan penilaian resiko bahan kimia dengan berbasis pengetahuan ilmu toksikologi (Kimia), menentukan atau mengestimasi risiko bahan kimia adalah mengkaji sejauh mana terjadinya kontak atau paparan bahan kimia atau seberapa besar paparan (*Exposure assessment*) bahan kimia terjadi pada suatu populasi atau individu masyarakat pada kondisi tertentu. Dengan demikian kemungkinan terjadinya efek atau dampak negatif dapat diperkirakan. Duffus dan Douglas, 2009 menyatakan bahwa berdasarkan metode pengkajian resiko adanya hubungan risiko dan bahaya (*hazard/inheren*) bahan kimia terhadap suatu paparan (*exposure/E*) dapat digambarkan atau dirumuskan sebagai:

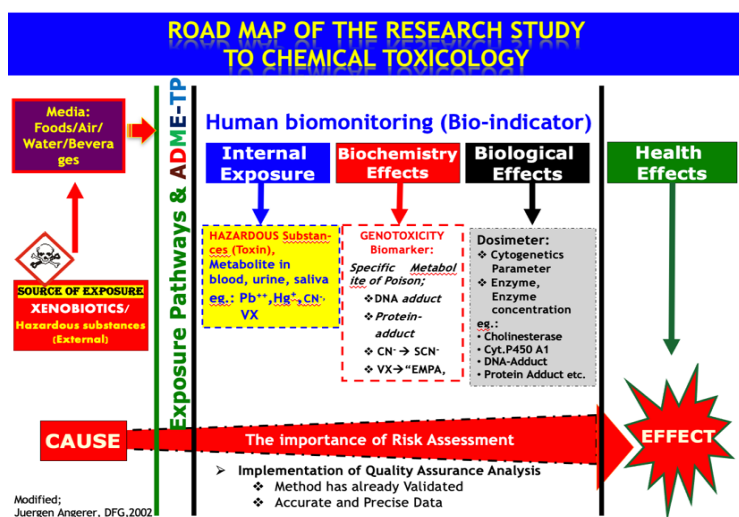
$R = H \times E$  dimana R (*risk*) adalah risiko yakni probabilitas terjadinya bahaya/ efek, dan H (*hazard*) adalah bahaya intrinsik bahan kimia serta E adalah paparan (*exposure*); hubungan antara bahaya dan risiko tersebut dapat dinyatakan bahwa risiko (R) merupakan fungsi H

(*hazard*) dan paparan (*exposure*). Dikarenakan sifat inheren/intrinsik atau bahaya (*hazard*) bahan kimia adalah tetap (konstan) artinya sifat bahaya bahan kimia dimana saja pada kondisi tertentu adalah sama atau tetap (contoh sifat inheren racun atau sifat eksplosif bahan kimia), maka dengan H konstan berdasarkan persamaan tersebut dapat dinyatakan bahwa risiko tergantung pada ada atau tidaknya paparan (kontak) bahan kimia, yakni  $R \sim E$ ; atau dapat dinyatakan bahwa adanya risiko dalam pengelolaan bahan kimia tergantung oleh ada atau tidaknya paparan atau terjadinya kontak bahan kimia dengan target organ (7). Selanjtnya perkiraan risiko dimaksudkan hasil dari penilai risiko (assessor) diintegrasikan informasi dari komponen penilaian risiko dan mensintesiskan keseluruhan kesimpulan dari hasil penilaian secara lengkap dan berguna bagi pengambil keputusan (Risk Manajer) baik data bersifat kualitatif dan sedapat mungkin bersifat kuantitatif termasuk ketidak pastina yang menyertainya atau kemungkinan efek yang merugikan yang diketahui dari suatu bahan kimia dibawah kondisi paparan yang ditentukan.

Dengan demikian prinsip dalam pengelolaan risiko dimaksud dalam pemanfaatan bahan kimia secara presisi adalah sekalipun berbahaya suatu bahan kimia dalam berbagai aspek kehidupan seperti dalam berbagai dari kegiatan industri (pertanian, sandang, pangan, dan lain-lain), risikonya dapat diminimalisasikan atau diabaikan jika paparan (kontak) bahan kimia dapat dikendalikan atau ditiadakan (noI), (4).

Hadirin yang terhormat,

Tibalah saatnya saya sampaikan bahwa peran penting riset toksikologi kimia sangat diperlukan



dan sebagai dasar untuk penilaian/kajian risiko (*Risk Assessment*) bahan kimia terhadap kesehatan dan lingkungan kasus demi kasus. Sekarang ini diketahui semakin banyak bahan kimia dikembangkan dikarenakan kebutuhan dan manfaat pentingnya, diantaranya senyawa tunggal dan campuran baru yang dikaji risiko sebelumnya dan

Gambar 12 : Peta Jalan Riset-studi Toksikologi Kimia, (2)

mungkin terbukti berbahaya bagi manusia. Maka untuk pembuktian adanya risiko bahan kimia dalam penggunaannya, inovasi riset toksikologi berkembang dalam melakukan analisis,



pembuktian dan evaluasi efek bahaya bahan kimia yang terukur dengan luaran data yang dihasilkan digunakan Gambar 12 : *Road map*/peta jalan riset-studi Toksikologi kimia untuk melakukan kajian resiko dan manfaat bahan kimia.

Berdasarkan *road map* riset studi toksikologi (Gambar 12), semuanya bermula dari adanya paparan dari suatu sumber diluar tubuh yang terjadi melalui suatu media udara, air ataupun pangan, selanjutnya bagaimana suatu bahan /zat kimia dapat masuk/mencapai organ sasaran yakni melalui kemungkinan jalur/rute paparan utama yaitu jalur inhalasi, mulut (ingesti) dan kontak kulit atau bahkan melalui injeksi dan absorpsi pada kulit atau juga mata. Tahap selanjutnya bahan kimia akan menuju organ sasaran dengan mengalami proses Absorpsi, Distribusi, Metabolisme/Bio-transformasi atau ADME melalui biostranformasi (Fase I & II), namun untuk bahan kimia tertentu tidak mengalami biotransformasi. Selanjutnya dengan dapat dipengaruhi faktor lain yakni sifat Toksik (T) & Persisten/Bioakumulatif (PB) bahan kimia akan terakumulasi pada organ tertentu, hingga kemungkinan di Eksresi (Sistem biologik (sistem ADME-TPB). Pada fase I & II proses biotransformasi bahan kimia dapat dikenali/dibuktikan dengan adanya produk metabolit dari senyawa kimia asal atau hasil proses biotransformasi melalui sistem biomonitoring Biomarker (*Human Biomonitoring*).

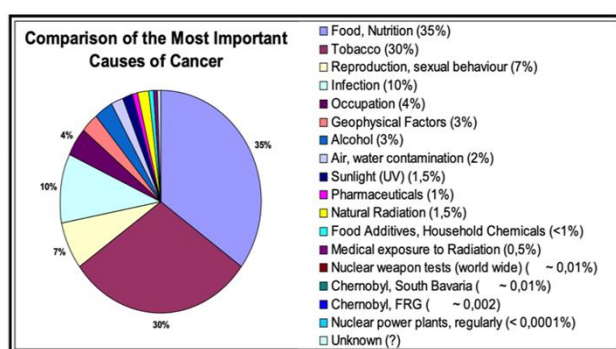
Human biomonitoring bertujuan untuk memonitor ditemukannya biomarker (metabolit spesifik) akibat paparan bahan kimia yang masuk mencapai target organ, biomarker dapat sebagai bahan kimia itu sendiri (asal) seperti senyawa logam asalnya atau senyawa non logam akibat paparan jangka pendek (akut) atau indikator biologi karena terjadi pembentukan *DNA Adduct* (Genotoksik) sebagai biomarker sebagai indikator resiko kanker akibat adanya paparan jangka panjang (efek kronis). Dalam konsep toksistas, sifat daya racun bahan kimia di tentukan oleh nilai Lethal Dose (LD50) atau Lethal Concentration (LC50) untuk efek Akut. Sedangkan untuk efek toksik kronis sangat ditentukan oleh dosis paparan pada nilai NOAEL (*No Observe Adverse Effect Level*) dari bahan kimia yang memiliki sifat bioakumulasi dan sifat persistensi bahan kimia. Hal tersebut dapat terjadi, walaupun paparan terjadinya pada dosis rendah sekalipun. Deteksi pembentukan biomarker (*Human Biomonitoring*) ditentukan dapat menggunakan sampel terutama cairan tubuh seperti urin, darah dan atau sel organ sasaran makhluk hidup, bahkan untuk kasus tertentu melalui sistem pernafasan.

Hadirin yang terhormat,

**Berikut saya sampaikan tentang inovasi riset Toksikologi dalam Pengembangan Biomarker Toksikologi sebagai bioindikator Resiko Kesehatan (Kanker) dan Lingkungan sebagai “Case Study”.**

Inovasi Riset Toksikologi saat ini terus berkembang dalam rangka pembuktian adanya paparan bahan Kimia disekitar kita, pengembangan Biomarker *DNA Adduct* sebagai bioindikator dampak/resiko untuk deteksi dini Kanker dan sifat Bioakumulasi Toksikan di lingkungan merupakan parameter penting sebagai bukti yang diperlukan didalam upaya pencegahan untuk meminimalisasi resiko dan meningkatkan manfaat bahan kimia secara presisi sebagai upaya perlindungan masyarakat dan Lingkungan.

Akhir-akhir ini diketahui berdasarkan data Kementrian Kesehatan (21) dan WHO bahwa terjadi peningkatan penyakit Kanker dan Diabetes diseluruh Dunia khususnya di



Gambar 13: Data penyebab Kanker, (2)

Indonesia yakni sangat signifikan.

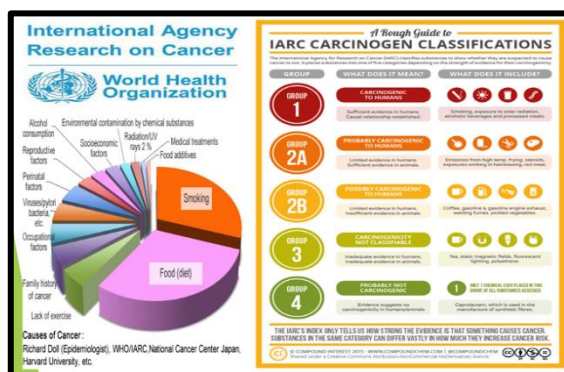
Penyakit kanker demikian pula diabetes merupakan penyakit yang menakutkan masyarakat dunia, karena penyakit tersebut hingga saat ini belum ada kepastian obat yang ampuh menyembuhkan pasien kanker

bahkan jumlah kematian penderita kanker di Dunia terus meningkat setiap tahunnya sebagaimana ditunjukkan dalam tabel grafik, gambar 13.

Bahkan bea/ongkos dalam upaya pengobatan penyakit kanker, jantung dan stroke menurut BPJS, hingga mencapai 14,3 Triliun pada tahun 2021. Namun hingga saat ini pembuktian akan penyebab peningkatan penyakit Kanker khususnya masih misteri bahkan sangat kompleks. Dengan demikian tuntutan pencegahan penyakit adalah suatu keniscayaan sangat diperlukan, karena pencegahan lebih baik dari pada pengobatan atau penyembuhan penyakit baik dari pembiayaan jauh lebih murah maupun derita panjang bagi pasien penderita kanker dibandingkan pengobatan yang sangat mahal dan terkadang berujung juga pada kematian. Berbagai riset toksikologi kimia membuktikan selama ini bahwa ada korelasi hubungan erat antara kejadian efek kesehatan seperti penyakit kanker dengan adanya paparan (kontak) bahan kimia tertentu, dimana manusia terpapar oleh bahan kimia setiap harinya.

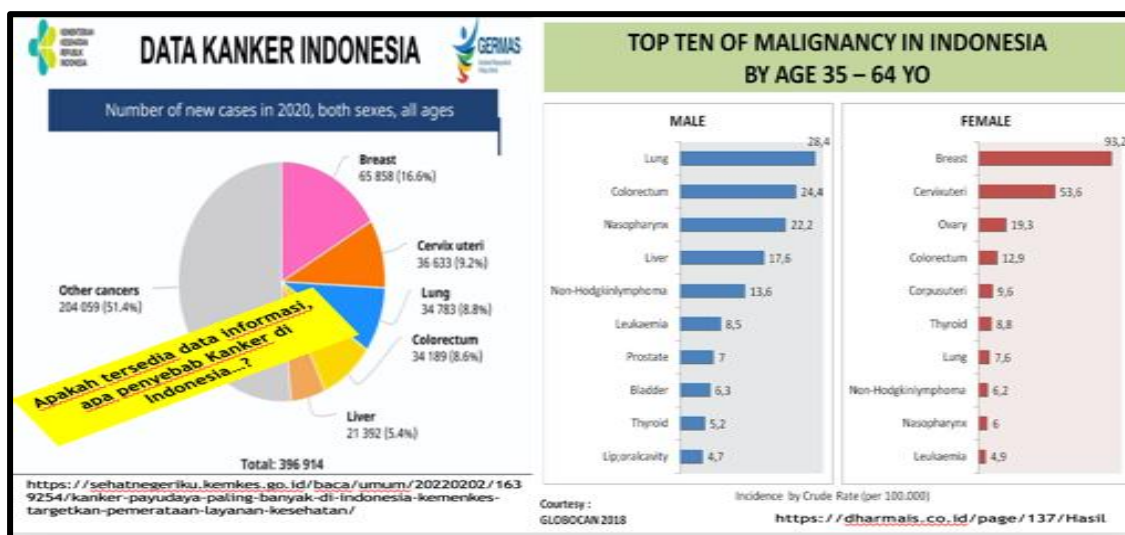


Berdasarkan studi IARC, 2008 (*International Agency Research on Cancer*) terbentuknya *DNA Adduct* akibat paparan bahan kimia tertentu dapat berisiko Kanker, sehingga WHO/IARC menyatakan bahwa *DNA Adduct* merupakan bio-indikator atau biomarker risiko Kanker, bahkan IARC telah mendata bukti-bukti bahan kimia penyebab kanker disebut sebagai *Carcinogen* (21).



Gambar 14: Data Penyebab Kanker menurut IARC (WHO-2022)

Pembuktian tersebut dilakukan berdasarkan riset studi panjang dan lama tentang pembentukan *DNA Adduct* yang mengakibatkan keracunan Gen/DNA (Genotoksik). WHO menggambarkan adanya hubungan antara pembentukan *DNA Adduct* dan timbulnya kanker seperti pada gambar 17 berikut ini (WHO, 2002).

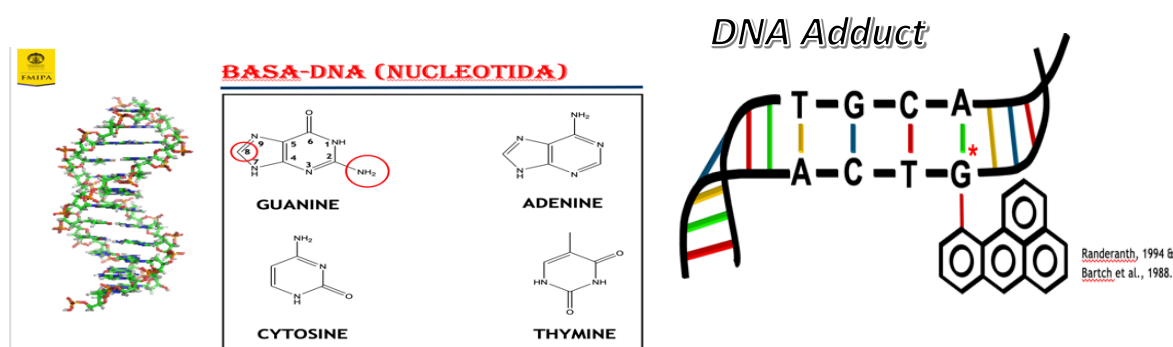


Gambar 15 : Data Kanker di Indonesia

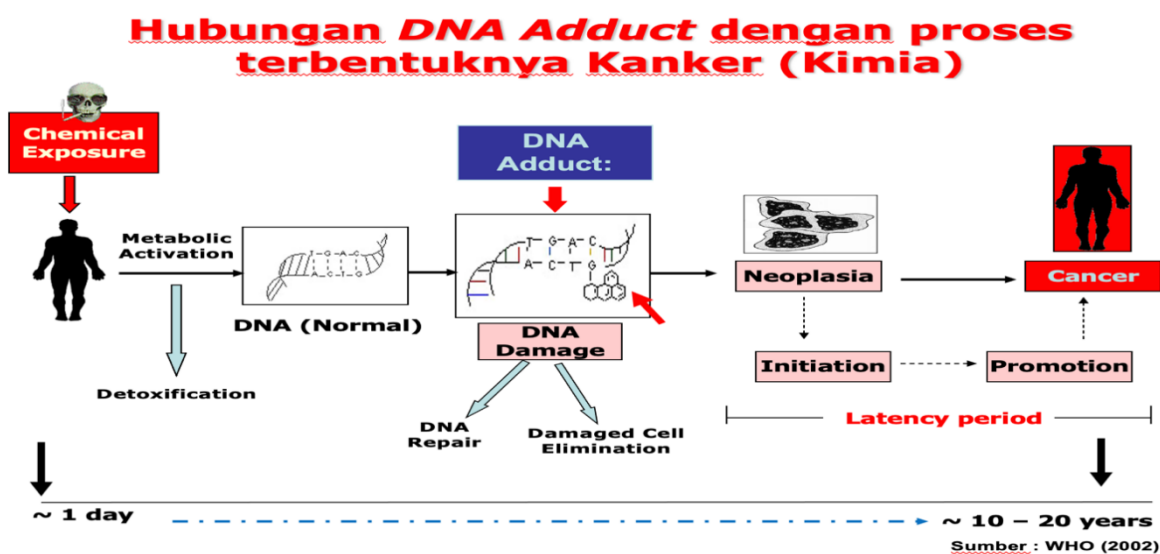
Selain itu pembentukan *biomarker DNA Adduct* sebagai bio-indikator risiko kanker dapat terjadi akibat keberadaan bahan kimia dalam bentuk Reactive Oxygen Species (ROS) dan faktor toksisitas bahan kimia seperti persistensi dan faktor bioakumulasi bahan kimia menjadi perhatian penting dalam kajian toksikologi, karena dapat berdampak terhadap Kesehatan & Lingkungan. Manusia terpapar secara langsung ataupun tidak, akibat adanya cemaran lingkungan yang mencapai target organ sasaran dan terakumulasi ketika terpapar terus berulang terhadap bahan kimia pada dosis tertentu. *DNA Adduct* adalah produk tambahan yang dibentuk/dihasilkan oleh terjadinya ikatan kimia kovalen (Irreversibel) dari semua molekul atau senyawa karsinogen/mutagen (spesies kimia) ke bagian senyawa kimia dalam

basa DNA; senyawa *DNA Adduct* terbentuk ketika spesies kimia teraktivasi (elektrofilik, metabolit bermuatan positif berikatan secara kovalen dengan bagian bermuatan negatif dari basa-DNA, demikian pula terbentuk jika teraktivasi oleh adanya senyawa radikal (ROS)(Gambar 16).

Perjalanan panjang peristiwa terjadinya kanker akibat manusia terpapar oleh bahan kimia tertentu (Karsinogen), melalui tahapan proses sistem biologik ADME-TPB selanjutnya bahan kimia mencapai target organ (Sel)



Gambar 16 : Profil muatan negative dari basa-DNA (Guanin) & *DNA Adduct* (Benzo(a)pyren-PAH)

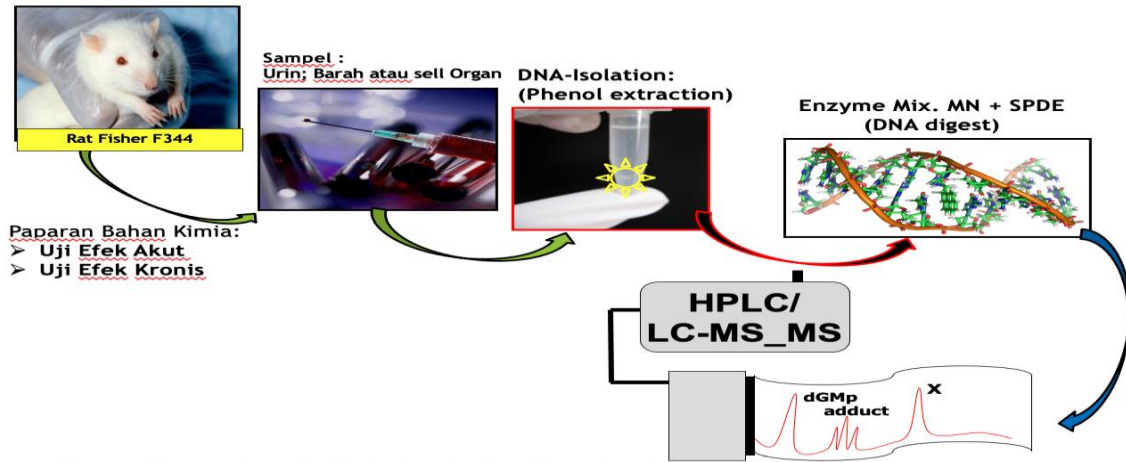


Gambar 17 : Hubungan *DNA Adduct* dengan Insiden Kanker

Untuk mendeteksi dan menganalisis pembentukan *DNA Adduct* dapat dilakukan dengan berbagai metoda yang saat ini terus berkembang dengan presisi dan banyak digunakan para peneliti toksikologi kimia. Keuntungan mendeteksi *DNA Adduct* selain cepat, akurat, dapat mengetahui secara dini potensi bahan kimia (senyawa) penyebab terjadinya kanker, selain itu dapat ditelusuri interaksi senyawa kimia penyebab kanker atau senyawa *carcinogen*

apa yang mengakibatkan keracunan DNA (genotoksik) hingga terjadi peristiwa mutasi basa-basa DNA yang bersifat *irreversible*, sehingga mengakibatkan sel kanker terbentuk.

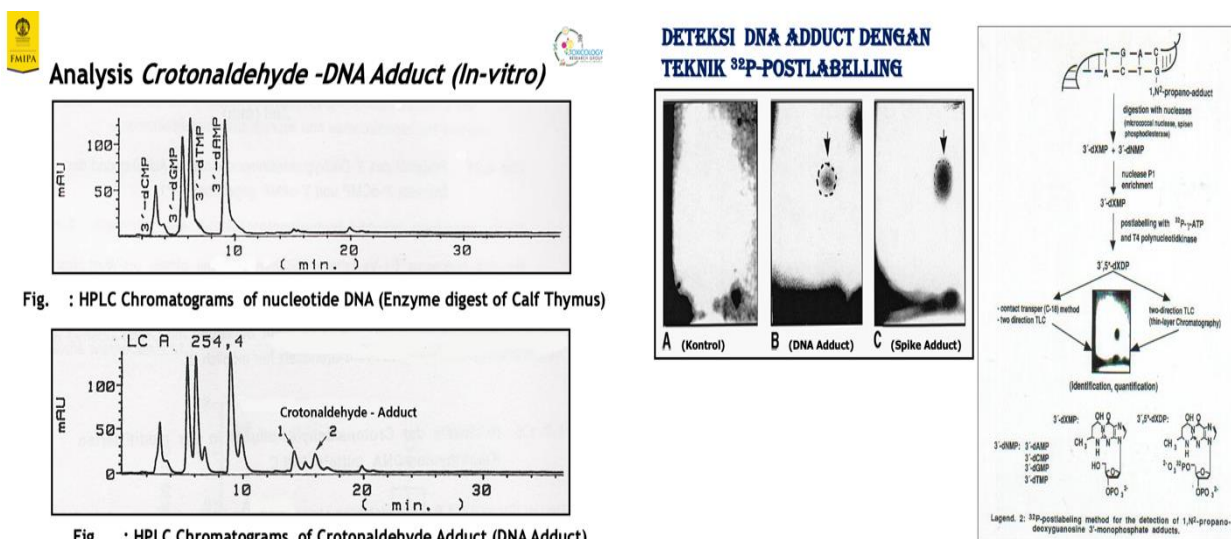
### Deteksi DNA Adduct



Budiawan, "Doctor Disertation/thesis" Universitaet Wuerzburg-Germany' 97.

Gambar 18 : Metoda deteksi DNA Adduct sebagai biomarker Insiden Kanker

Metoda kimia ataupun secara biokimia telah banyak dilakukan dan dikembangkan untuk dapat digunakan dalam menentukan bahan kimia penyebab kanker dengan Teknik analisis biomarker, DNA Adduct dapat dianalisis dalam sel atau dalam jaringan tetap (beku atau paraffin), baik secara semi-kuantitatif atau kualitatif menggunakan metoda analisis HPLC; LC-MS-MS; Post-Labeling <sup>32</sup>P, ELISA; PCR, Immuno Analisa, Fluorescence spectroscopy, Electrochemical detection.



Budiawan and E. Eder (2000) Carcinogenesis, vol.21 no.6 pp.1191-1196 (Oxford University Press)

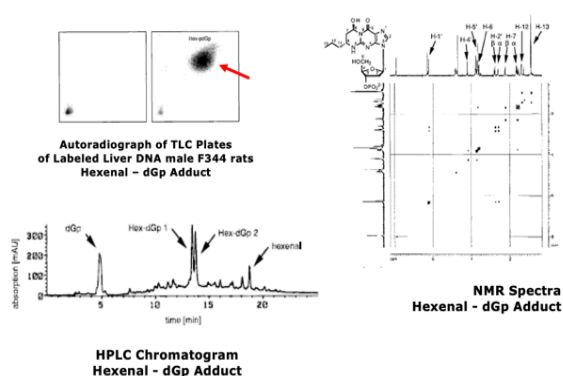
Budiawan and E. Eder (2000). J. Carcinogenesis, vol.21 no.6 pp.1191-1196.

Gambar 19 : Metoda deteksi DNA Adduct sebagai biomarker In Vitro (HPLC) & In Vivo (Post-<sup>32</sup>P-labelling)

Dimulai dengan paparan xenobiotika (Bahan Kimia dan ROS) yang diduga pemicu kanker terhadap manusia terhadap sekelompok hewan uji dan hewan kontrol sesuai desain dan prosedur riset, dan menerapkan sistem penjaminan mutu analisis (gambar 18). dengan variasi dosis/konsentrasi bahan kimia dan faktor waktu dan frekwensi paparan dicermati hingga fase paparan berakhir, kemudian sampel diambil dan dikelompokkan sesuai perancangan dan tujuan riset.

Kemudian sampel setelah waktu tertentu diproses lanjut, disolasi *DNA Adduct* (*dGMP-Adduct*) untuk dikarakterisasi dan dianalisis hasilnya.

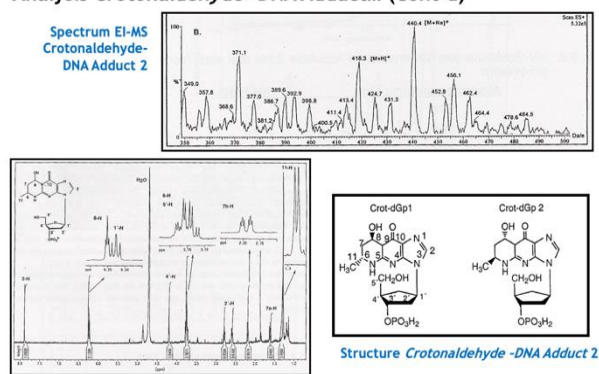
**ANALISIS & KARAKTERISASI DNA-ADDUCTS**



Budiawan and E. Eder (2000). *Carcinogenesis*, vol.21 no.6 pp.1191-1196.

Gambar 20: NMR-Karakterisasi dG (DNA)-Hexenal Adduct (In Vitro)

**Analysis Crotonaldehyde -DNA Adduct... (Cont'd)**

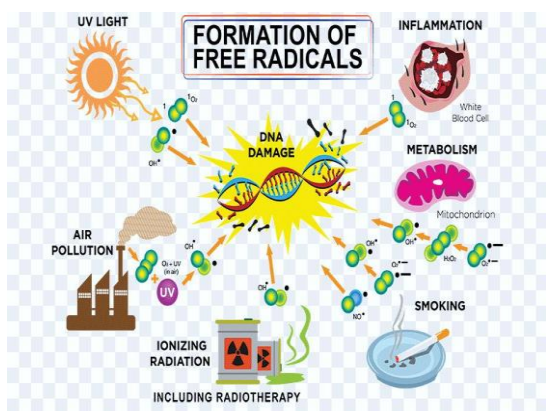


Spectrum NMR Crotonaldehyde- DNA Adduct

Budiawan and E. Eder (2000) *Carcinogenesis*, vol.21 no.6 pp.1191-1196 (Oxford University Press)

Gambar 21 : NMR & LC-MS-MS Kharakterisasi DNA (dG)-Croton Aldehyde Adduct (In Vitro)

*DNA Adduct* dilakukan analisis dan dikarakterisasi untuk mengetahui mekanisme aksi bahan kimia *Carcinogen* terhadap DNA/Gen berakibat terjadinya peristiwa genotoksik (Keracunan gen). Dalam studi dilakukan dengan mendeteksi basa2 tertentu penyusun DNA



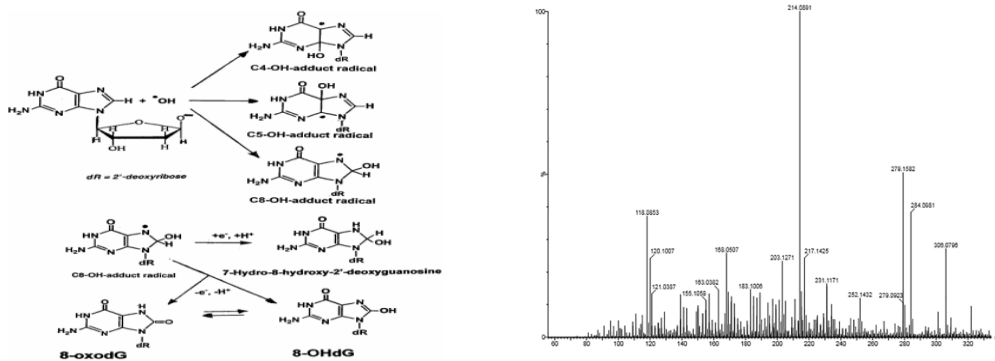
Gambar 22 : Pembentukan radikal bebas

maupun studi secara *in vivo* yang terbentuknya senyawa baru (*DNA; dGMP-Adduct*) melalui

yakni basa *dGuanosine-Monophosfat/dGMP* baik secara *in vitro* maupun *in vivo*. Karaterisasi hasil studi *in vitro* dilakukan menggunakan instrumen kimia (HPLC; LC-MS-MS dan NMR). Hasil studi *in vitro* digunakan sebagai standard pembanding dari hasil studi secara *in vivo* untuk mengetahui dan memastikan kerusakan basa DNA/Gen (*DNA Adduct*) yang terjadi identik baik secara *in vitro*



mekanisme interaksi senyawa/bahan kimia asal penyebab terbentuknya *DNA Adduct* sebagai biomarker atau bio-indikator kerusakan DNA



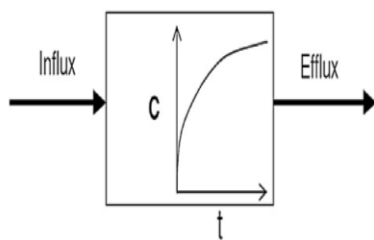
Gambar 23 : Pembentukan *DNA Adduct* 8-OHdG  
 Sumber : (Valavanidis, Vlachogianni, and Fiotakis 2009),

(Genotoksik) dan melalui proses lanjut akan berkontribusi terjadinya peristiwa kanker sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 17, yakni hubungan *DNA Adduct* yang terbentuk dengan insiden Kanker yang terjadi (WHO-2002).

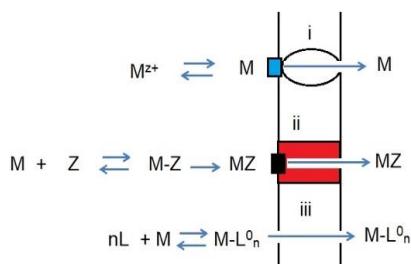
Hadirin yang terhormat,

### Studi Bioakumulasi Kimia

Studi bioakumulasi senyawa kimia secara *in situ* dan *in vivo* merupakan rangkaian eksperimen yang sangat penting guna mengevaluasi sifat toksisitas lain yaitu sifat bioakumulasi suatu senyawa kimia (logam toksik) suatu bahan kimia, berdasarkan sifat toksisitas akumulasi senyawa kimia akan mengakibatkan peningkatan faktor toksistas suatu senyawa kimia.



Gambar 24: Ilustrasi Sederhana dari Bioakumulasi Pada Suatu Organisme. (W.-X. Wang, 2016)



Keterangan:

- i. Transportasi kation logam (M= Zn; Pb dll.) yang difasilitasi
- ii. Transportasi logam setelah berikatan dengan ligan L (Protein/Asam Amino)
- iii. Difusi pasif lipofilik kompleks logam-ligan

Gambar 25: Konsep model interaksi logam dengan organisme

Bioakumulasi diestimasi berdasarkan nilai koefisien partisi n-oktanol terhadap air dalam log  $P_{ow}$ . Estimasi ini sangat mudah dan tidak memerlukan hewan percobaan. Pendekatan ini berasumsi bahwa akumulasi senyawa organik bersifat hidrofobik dapat dengan mudah terdifusi melalui membran sel dan terakumulasi pada lapisan lemak suatu biota. Berdasarkan kondisi tersebut nilai kesetimbangan partisi senyawa antara n-oktanol dan air dianggap sebagai suatu

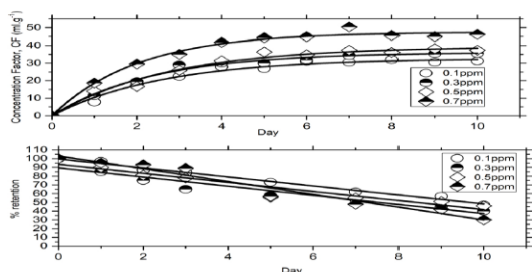


Fig. 1. The influence of Zn concentration on the bioaccumulation and depuration process.

Gambar 26: Pengaruh logam Zn pada proses bioakumulasi dan depurasi

Sumber: Budiawan et.al.,(2021), (23)

Pengambilan bahan Kimia (senyawa) tersebut lebih besar dibandingkan pelepasannya, selain faktor pengaruh sifat bioavailabilitas dan sifat persistensi senyawa kimia. Proses bioakumulasi logam berat (secara kimiawi merupakan reaksi pembentukan senyawa kompleks antara logam berat dengan sel-sel organisme dengan enzyme (Protein/Asam Amino) yang berfungsi sebagai ligan membentuk ikatan kompleks (Budiawan et.al.2021). Parameter bioakumulasi merupakan faktor penting lainnya dari kriteria toksisitas suatu senyawa (bahan Kimia) yang harus dicermati terkait dampak cemaran ataupun resiko dari efek kesehatan dan dampak terhadap lingkungan.

Hadirin yang terhormat,

## PENUTUP

Manusia terpapar oleh bahan kimia dari berbagai aktivitas kehidupan, bahan kimia (BK) yang merupakan suatu materi atau zat, baik berbentuk unsur, senyawa yang bersumber dari alam maupun produk Industri (sintetis), di alam dapat berwujud padat, cair atau gas dimana keberadaannya dapat berupa dalam keadaan tunggal ataupun campurannya.

Bahan Kimia sangat dibutuhkan dan penting untuk digunakan dalam berbagai aspek kehidupan manusia baik dalam memenuhi kesejahteraan, pemenuhan kehidupan maupun dalam meningkatkan kualitas hidup dan Kesehatan serta lingkungan.

Bahan kimia disatu sisi sangat bermanfaat dan dibutuhkan manusia, namun disisi lain memiliki bahaya alamiah/inheren, sehingga pengelolaannya terutama dalam pemanfaatannya harus secara presisi. Inovasi riset toksikologi sebagai contoh kasus penggunaan “Biomarker” akibat paparan bahan kimia (Toksik) telah banyak memberi pembuktian dari berbagai kasus “*misuse & abuse*” bahan kimia di masyarakat dan lingkungan. Pengelolaan bahan Kimia seharusnya dilakukan secara terintegrasi (tidak sektoral) dan harmonis disetiap simpul daur hidup (*Life Cycle*) sesuai kebijakan yang berlaku secara global dengan memperhatikan kepentingan Nasional.

Tujuan utama kajian resiko dalam toksikologi kimia adalah melindungi masyarakat dan lingkungan serta pengambilan keputusan (*Policy maker*) dalam meminimalkan resiko dan memaksimalkan pemanfaatan bahan kimia untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan perlindungan masyarakat sebagaimana tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable development*). Dengan demikian kajian resiko dan manfaat bahan kimia secara presisi harus diutamakan, sebelum kebijakan pengelolaan khususnya dalam penggunaan bahan kimia ditetapkan.

### **Ucapan Terima Kasih**

Hadirin yang Saya Hormati,

Puji syukur kehadirat Allah atas nikmat dan karunia-Nya. Saya mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah memberi dukungan dalam melaksanakan Tridharma Perguruan Tinggi selama menjadi staf pengajar FMIPA Universitas Indonesia, sehingga dapat dikukuhkan menjadi Guru Besar Universitas Indonesia di bidang Toksikologi kimia & Bahan Kimia Berbahaya.

Saya mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua saya, atas semua limpahan kasih sayang yang tak berhingga, Almarhum Bapak Raden Hidayat; Almarhumah Ibu Soleha dan Kedua Mertua saya: Almarhum. Bpk H. Nurohman dan Almarhumah Ibu Momo. Teriring doa semoga Allah SWT mengampuni semua salah maupun kekhilafannya dan memberikan Tempat yang Mulia di sisi-Nya. Aamiin yaa Rabbil alaamiin.

Dari lubuk hati yang paling dalam saya sampaikan terima kasih kepada istri tersayang Idah Rodiah Nurochman yang selalu setia mendampingi saya, dalam suka maupun duka, yang selalu membantu dalam setiap kesulitan, menerima apa adanya suaminya ini, memiliki kesabaran seakan tidak ada habisnya menghadapi suaminya ini, dan selalu memberi dorongan

yang amat sangat dalam menjalani hidup ini, berkarya di Universitas Indonesia, bekerja dengan riang dalam masa sulit diantaranya ketika terkena musibah COVID-19 yang amat sangat berat mengancam hidup, selama hampir dua bulan tidak sadarkan diri dalam suasana kritis diambang takdir yang maha kuasa Allah SWT, dan masa senang termasuk akhirnya bisa sampai podium ini. Kedua Anak – Desy Listya Nurina, Rizky Aprianbudhi yang mengerti dan memaklumi ayahnya, rela menerima segala kekurangan ayahnya dan kedua cucu tercinta, Falisha Alifa Rachman, Rayyanza Azzam Fahreza dan menantu yang baik, Fauzi Rahman dan besan atau kedua orang tuanya.

Terima kasih juga saya ucapkan terhadap kakak-kakak kandung (Alm. Kaka Yanti; Kaka Sugandi Hidayat (Alm); Ka' Suyundana, Ka' Nurnilawati, dik' Nina Kurniasih, dik' Nelwan Gumanti, Alm. Dik' Dede Suherman, Agus Setiawan, Edi Gatot bina Hati.), Kakak-kakak ipar (Alm. Buchari, Alm Mas Buchari, Alm. Ka Lilies, Mas Hadi, terimakasih banyak mba Kholifa), dan para keponakan yang tidak bisa disebutkan satu persatu saat ini.

Saya sampaikan ucapan terima kasih kepada Pemerintah RI khususnya Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, Bapak Nadiem Anwar Makarim, BA., MBA. yang telah menetapkan dan mengangkat saya sebagai Guru Besar di FMIPA Universitas Indonesia.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kami haturkan juga kepada Rektor Universitas Indonesia Prof. Ari Kuncoro, S.E., MA, Ph.D., Sekretaris Universitas, dan Para Wakil Rektor Universitas Indonesia yang telah banyak memberikan bantuan, melancarkan dan menyetujui pengusulan saya sebagai Guru Besar di lingkungan Universitas Indonesia.

Kepada Dewan Guru Besar (DGB) Universitas Indonesia yang dipimpin oleh Prof. Harkristuti Harkrisnowo, S.H., M.A., Ph.D., beserta seluruh anggota Dewan Guru Besar, Ketua PAK UI (Prof. Heru Suhartanto) dan para anggotanya, yang telah menyetujui pengusulan Guru Besar saya, saya sampaikan terimakasih.

Terima kasih kepada Ketua Senat Akademik UI, Prof. Nachrowi Djalal Nachrowi, MSc., MPhil., Ph.D. dan seluruh anggota Senat Akademik Universitas Indonesia atas bantuan serta dukungannya yang selama ini diberikan kepada saya sehingga saya dikukuhkan menjadi Guru Besar.

Kepada Ketua Dewan Guru Besar FMIPA Universitas Indonesia yang dipimpin oleh Prof. Dr. Sumi Hudyono, dan sekretaris Prof. Dr. Wibowo, serta seluruh anggota DGB FMIPA saya mengucapkan terima kasih setinggi-tingginya karena telah mendukung pengusulan saya



menjadi Guru Besar FMIPA Universitas Indonesia. Saya mohon bimbingan sebagai anggota baru dalam Dewan yang terhormat ini.

Ucapan terima kasih saya sampaikan terimakasih kepada Ketua Senat Akademik FMIPA Universitas Indonesia, Dr. Eko Kusratmoko, beserta seluruh anggota Senat Akademik FMIPA Universitas Indonesia atas dukungan dan bantuannya.

Terima kasih saya sampaikan kepada Bapak Dekan Dede Djuhana, PhD. yang telah membantu proses pengajuan Guru Besar kami. Terima kasih juga saya sampaikan kepada seluruh Dosen, Karyawan, Mahasiswa dan Alumni FMIPA Universitas Padjadjaran atas segala dukungannya selama ini pada proses pengangkatan saya sebagai Guru Besar. Saya mengucapkan terima kasih kepada semua pihak Khususnya Direktorat SDM Universitas Indonesia, Tim SDM FMIPA Universitas Indonesia (Mas Rizki, Mas Ing) dan jajarannya atas bantuannya dan dukungannya dalam menyiapkan berkas pengurusan kenaikan pangkat.

Untuk para dosen, mahasiswa/mantan mahasiswa bimbingan, yang baergabung di Grup Riset Toksikologi kimia (TOKSIK Group), terima kasih yang tak terhingga untuk semua kebersamaan dan atmosfir akademik yang kondusif sehingga grup riset menjadi hidup. Semoga semuanya diberikan kesehatan dan kesuksesan, diberikan kemudahan dalam meniti karir ke depan. Saya ucapkan terimakasih juga kepada DR. dr. Dita Aditianingsih, Sp.An-KIC dan Tim dokter RS UI Depok yang telah membantu saya selama masa perawatan selama terkena COVID-19 hingga proses *recovery*.

Ungkapan Terima kasih ini kami haturkan kepada teman-teman seperjuangan Perancang Undang-undang Bahan Kimia seluruh sektor kementerian terkait atas kerjasama yang baik, khususnya Kementerian Perindustrian, Bapak Setyabudhi Zuber, Ibu Dr. Emy Togelang, Ibu Sri Muharni, Ibu Liga, Bapak Radit, Bapak Suharto, Bapak Eko dll. Semoga RUU Bahan Kimia tersebut bisa disahkan untuk kepentingan Nasional, juga dalam kesempatan ini saya haturkan terimakasih kepada anggota yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu dari Tim Komisi Pestisida Kementerian Pertanian dan Perkebunan, dan tim Kesehatan Lingkungan Kementerian Kesehatan serta tim cemaran kimia pada Produk pangan & Olahan Badan POM atas kerjasama dan diskusi secara akademik tentang resiko dalam penggunaan Bahan Kimia di Indonesia.

Ungkapan rasa terima kasih kami haturkan kepada para dosen, tendik Keluarga Besar Departemen Kimia FMIPA UI, khususnya Ibu Prof. Dr. Endang Asijati, Bapak Mahful, Bapak Sultan Badjri Msi., Alm. Ibu Moewardani (sues Fat.); Alm. Sahati Soeharto, bapak Nur

Franizal (Alm) yang membimbing dan mendukung perjalanan ilmiah saya selama berkarier di Departemen Kimia. Demikian pula kepada Ketua Departemen saat ini Dr. Asep Saefumillah yang telah meneruskan usulan guru besar saya. Para Guru besar Departemen Kimia FMIPA-UI (Prof. Usman Sumo Friend; Prof. Ridla Bakri; Prof. Yoki Yulizar, Prof. Iwandini Tribidasari Anggraningrum dan Prof. Januarzi). Seluruh warga gedung G Kimia UI yang bersama dalam keseharian bekerja untuk kesuksesan, kemajuan Departemen Kimia FMIPA UI yang sama-sama kita cintai bersama. Terakhir saya hatur pula kepada seluruh warga Gedung Dekanat FMIPA UI khususnya bapak Dede Djuhana PhD; Bapak Dr. Tito Latif dan para Manajer di lingkungan Dekanat dimana saat ini saya mengemban Amanah sebagai Wakil Dekan I Bidang Pendidikan, Penelitian dan Kemahasiswaan, semoga sukses semua.

Billahi taufiq wal hidayah,

*Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

**PUSTAKA:**

1. Brady, J. and Holum, J. Fundamentals of Chemistry, second edition, 1992.
2. Casarett, L.J. and Doull, J. Toxicology, the Basic Science of Poisons.
3. McGraw-Hill Companies, Inc., New York, 1991.
4. C.J. van-Leeuwen and J.L.M. Hermens (eds), Risk Assessment of Chemicals : An Introduction, Kluwer Academic Publishers, Dordecht, 1995.
5. Clayton, G.D., and Clayton, F.E., Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, General Principles, 4<sup>th</sup> Edition, Volume I, Part B, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1991.
6. (<https://www.who.int/news/item/23-01-2023>) .
7. John Duffus, Douglas M. Templeton, Concept in Toxicology, 2009
8. Dinyatakan oleh C.J. van-Leeuwen and J.L.M. Hermens (1995) serta Ricci, P.F., (2006)
9. [https://www.instagram.com/luciano\\_mende/](https://www.instagram.com/luciano_mende/) Chemicals Products World's Top Exports by Country.
10. Davis DL, et al., and Bates D., 2002, A Look Back at The London Smog of 1952
11. Direktorat Pengawasan Produk dan Bahan Berbahaya, Badan POM, "Panduan Pengamanan Bahan Kimia Kimia Berbahaya", Jakarta, 2007.
12. Budiawan dan Tim Penyusun., Naskah Akademik Rancangan UU Bahan Kimia, 2008.
13. *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals* (GHS, 2<sup>th</sup> Ed., WHO Geneva, 2008.
14. *Global Harmonized System (GHS) on Classification and Labeling of Chemicals*, 4<sup>th</sup> Edition, WHO Geneva, 2011.
15. McKinsey 2020, World Bank, Kementerian Kesehatan 2021, Industry Focus.
16. Hazardous Chemicals Handbook. P.A. Carson & C.J Mumford. 2<sup>nd</sup> Ed. Butterworth Heinemann. Oxford. 2002. John Duffus, Douglas M. Templeton,. Concept in Toxicology, 2009 Modul Training AOTS (Association for Overseas Technical Shcolarship, 2011NRC (1995).
17. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news>.
18. [https://echa.europa.eu/documents/10162/21877836/general\\_report\\_18\\_en.pdf](https://echa.europa.eu/documents/10162/21877836/general_report_18_en.pdf).
19. Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals, Committee on Prudent Practices for Handling, Storage, and Disposal of Chemicals in Laboratories, National Research Council, National Academy Press, Washington D.C., 1995.

20. <https://www.who.int/news/item/23-01-2023-who-urges-action-to-protect-children-from-contaminated-medicines>.
21. <https://publications.iarc.fr/Non-Series-Publications/World-Cancer-Reports/World-Cancer-Report-2008>
22. <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id>.
23. Ricci, P.F., Environmental and Health Risk Assessment and Management – Principles and Practices, B.J. Alloway and J.T. Trevors (eds), Environmental Pollution Volume 9, Springer, Dordecht, 2006.
24. Valavanidis, Athanasios, Thomais Vlachogianni, and Constantinos Fiotakis. 2009. “8-Hydroxy-2'-Deoxyguanosine (8-OHdG): A Critical Biomarker of Oxidative Stress and Carcinogenesis.” *Journal of Environmental Science and Health - Part C Environmental Carcinogenesis and Ecotoxicology Reviews*.
25. **Budiawan**<sup>1</sup>, Intan Cahaya Dani<sup>2</sup>, Asep Saefumillah<sup>3</sup>, Sri Handayani<sup>4</sup>. The Formation of 8-OHDG from Toxic Substances Trigger to Free Radicals. **Asian Journal of Applied Sciences** (ISSN: 2321 – 0893) Volume 04 – Issue 01, February 2016.

# Prof. Dr. rer. nat. Budiawan



## CURRICULUM VITAE

Nama : Prof. Dr. rer. nat. Budiawan  
Alamat : Kompleks Bukit Cengkeh I  
Jl. Jambi Blok A8 No. B4, Cimanggis, Depok, INDONESIA  
Telp. : +62-21-77211984 / +62-21-8725711 / +62-818676384  
Fax. : +62-21-77211984 / +62-21-8725711 / +62-21-7270027  
Email : dr.budiawan@sci.ui.ac.id / dr.budiawan@gmail.com  
Tempat dan Tanggal Lahir : Jakarta, 12 Juli 1960

### A. PENDIDIKAN FORMAL

Tahun	1994 – 1997
Nama Universitas	Institute for Chemical Toxicology, Würzburg University, Würzburg, Germany
Gelar Pendidikan	<i>Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)</i> / Ph.D in Toxicology
Tahun	1991 – 1994
Nama Universitas	Department of Chemistry, Würzburg University, Würzburg, Germany
Gelar Pendidikan	Dipl. Chemie
Tahun	1979 – 1986
Nama Universitas	Department of Chemistry, Padjajaran University, Bandung, Indonesia
Gelar Pendidikan	B.Sc in Chemistry

### B. PENDIDIKAN NON-FORMAL

Tempat dan Tanggal	Yokohama, Japan, 5-16 December 2011
Nama Organisasi Penyelenggara	The Association for Overseas Technical Scholarship
Topik Pelatihan	The Training Program on Risk Evaluation Methods of Chemical Substances for Asian Countries (ENRA)
Tempat dan Tanggal	Bangkok, Thailand, 1-5 February 2010
Nama Organisasi Penyelenggara	US Department of State & Sandia National Laboratories USA
Topik Pelatihan	<i>Chemical Safety and Security Officer</i>
Tempat dan Tanggal	Bogor, Indonesia, 13 – 17 April 2009

Nama Organisasi Penyelenggara Topik Pelatihan	Ministry of Manpower and Transmigration RI <i>Training Competency Program : Assessor in Occupational Safety and Health</i>
Tempat dan Tanggal	Tokyo, Japan, 8 – 19 December 2008
Nama Organisasi Penyelenggara Topik Pelatihan/Workshop	The Association for Overseas Technical Scholarship <i>Training Program on Industry and Environmental Protection for ASEAN – Globally Harmonized System on Classification and Labeling of Chemicals &amp; REACH-European Regulation (ENEP-2)</i>
Tempat dan Tanggal Nama Organisasi Penyelenggara Topik Pelatihan	Tokyo, Japan, 4 – 15 September 2006 The Association for Overseas Technical Scholarship, Japan <i>Training Program on Industry and Environmental Protection for ASEAN – Globally Harmonized System on Classification and Labeling of Chemicals Instructors</i>
Tempat dan Tanggal Nama Organisasi Penyelenggara Topik Pelatihan	Jakarta, Indonesia, 12 – 16 December 2005 JETRO & Komite Nasional Responsible Care Indonesia <i>Globally Harmonized System on Classification and Labeling of Chemicals – Advanced Level</i>
Tempat dan Tanggal Nama Organisasi Penyelenggara Topik Pelatihan	Jakarta, Indonesia, 30 October – 20 November 2000 Chulaborn Research Institute Thailand & Ministry of Environment RI <i>Environmental Toxicology, Pollution Control and Management</i>
Tempat dan Tanggal Nama Organisasi Penyelenggara Topik Pelatihan	Würzburg, Germany, 1994 and 1996 Gesselschaf Deutche fuer Chemie KURS Germany <i>Fundamentals of Toxicology (1994)</i> <i>Risk Assessment on Carcinogens and Mutagens (1994)</i> <i>Management on Radioactive and Hazardous Substances (1996)</i>

### C. PENGALAMAN KERJA

- 1988 – sekarang      Staff Pengajar tetap (Sarjana & Pasca Sarjana/Doktor) dan Peneliti pada Departemen Kimia, FMIPA Universitas Indonesia.  
Topik pengajaran:
1. Toxicology Kimia (Chemical in Toxicology)
  2. Bahan Kimia Berbahaya (Hazardous Chemicals)
  3. Risk Assessment of Hazards Chemical Substances
  4. Anorganic & Organic Pollutants (Environmental Chemistry)
- 1998 – sekarang      Pengajar tidak tetap Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja FKM UI dan Departemen Kesehatan Lingkungan FKM UI  
Topik pengajaran:
1. Toksikologi Industri (*Industrial Toxicology*)
  2. Toksikologi Lingkungan (*Environmental Toxicology*)

3. Keselamatan & Keamanan Bahan Kimia (*Chemical Safety & Scurity*)

2013 – 2017	Ketua Program Studi Sarjana Departemen kimia FMIPA Universitas Indonesia
2018 – 2021	Ketua Departemen Kimia FMIPA Universitas Indonesia
2022 – sekarang	Wakil Dekan I (Pendidikan, Kemahasiswaan & Riset)-PengMas
2022 – sekarang	Proses Pengusulan Jabatan Guru Besar UI (KemenDikBud RI)
2008 – 2014	Koordinator Keselamatan Laboratorium, Tim K3L Universitas Indonesia
1998 – 2017	Konsultan dan Trainer untuk Bidang Keselamatan dan Pengelolaan Bahan Kimia Berbahaya, Untuk: Kementerian Perindustrian RI, Kementerian Lingkungan Hidup RI, Kementerian Kesehatan RI, Pusat Keselamatan dan Kesehatan Kerja Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI, Badan Pengawas Obat dan Makanan RI, Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi DKI Jakarta, Japan International Co-operation Agency, World Health Organization, UNITAR, Swisscontact, Komite Nasional Responsible Care Indonesia, Federasi Industri Kimia Indonesia, Komite Pembebasan Bensin Bertimbang (KPBB), Indonesian Center for Environmental Law (ICEL) , MakoBrimoB – Depok.

## D. PENELITIAN

### Bidang Penelitian

- *Chemical Carcinogens & Toxicity of Chemicals*
- *DNA Adducts and Hemoglobin Adducts as Biomarker for Cancer Risk*
- *Environmental Monitoring and Human Biomonitoring of Hazardous Chemicals*
- *Food Safety Assessment*

### Projekt Penelitian (Research Project)

Tahun	Judul Kegiatan Riset	Posisi dalam Kegiatan	Sumber Dana / Penyelenggara Kegiatan
2011	Development of a National Profile on Chemical Carcinogens in Indonesia and Estimating its Burden Disease	National Consultant	World Health Organization
2010 - 2011	Penerapan "Chemical Safety and Security" di Universitas Indonesia	Anggota Tim Peneliti	Hibah Kolaborasi Internasional Universitas Indonesia
2009	Pemantauan Kualitas Sedimen Laut di Dumai (Riau), Bintan (Kep. Riau), Jakarta Utara, Gili Trawangan (Nusa Tenggara Barat), Maros (Sulawesi Selatan), Sorong (Papua Barat), Ternate-Tidore (Maluku)	Anggota Tim Peneliti	Kementerian Lingkungan Hidup RI
2008	Studi <i>DNA Adduct</i> dari Benzo[a]Pyrene sebagai Indikator Dini Risiko Kanker akibat Paparan PAH		Hibah Penelitian A3 Kimia – Departemen Kimia FMIPA UI
2007	Assessment on Thimerosal Safety	Consultant	World Health Organization and National of Agency Food and Drug Control RI

2007	Studi Geokimiawi Logam Berat Pb di Teluk Jakarta		Hibah Penelitian Fundamental DIKTI
2005	Biomonitoring of Phenol, t,t-Muconic Acid and S-Phenyl Mercapturic Acid as Biomarker of Benzene Exposure at Gasoline Filling Station, Toll-Gate Workers and Public Transport Drivers in Jakarta	Research Project Leader	Swisscontact dan Mitra Emisi Bersih Indonesia
2005	Study on the Evaluation of The Current Status of the Influence due Goiter Case Distribution in Porong River Basin in East Java Provinces	Research Project Leader	Japan International Cooperation Agency
2004 – 2005	Environmental and Health Auditing of the Buyat Society, North Sulawesi	Member of research Expert Team	Ministry of Health RI
2004	Monitoring on Management and Safety Handling of Chemicals Substances in Indonesian Industry	Research Project Leader	National Drug and Food Control Agency RI
2004	Compilation of Guidance on Air Quality Criteria for Dioxin-Furan	Research Project Leader	Ministry of Environment RI
2004	Assessment and Evaluation of the Implementation of Prohibition of POPs Chemicals	Research Project Leader	Ministry of Environment RI
2002 - 2003	Research Study of Model Environmental Monitoring at East Java Province	Research Project Leader	Japan International Cooperation Agency

## E. PUBLIKASI/KARYA ILMIAH

### i. Jurnal Ilmiah

- **Budiawan Budiawan**<sup>a,\*</sup>, Heny Suseno<sup>a,b</sup>, Fitria Afriani<sup>a</sup>, Wahyu Retno Prihatiningsih<sup>b</sup> Bioaccumulation and retention kinetics of trace elements in the horse mussels *Modiolus micropterus* exposed to different environmental conditions, *Environmental Toxicology and Pharmacology Journal*, [Volume 87](#), October 2021, 103692 (Elsevier).
- **Budiawan Budiawan**<sup>1\*</sup>, Mariska Winda Asrini<sup>1</sup>, Wahyu Retno Prihatiningsih<sup>2</sup>, and Heny Suseno<sup>1,2</sup>, The Impact of 242Pu Speciation on the Bioaccumulation of Plutonium by *Babylonia spirata* from Jakarta Bay, Indones. *J. Chem.*, 2021, 21 (5), 1158 – 1166.
- Dian Retno Utari<sup>a</sup>, **Budiawan**<sup>b</sup>, Elza Ibrahim Auerkari<sup>a</sup>, Detection of *DNA Adduct 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine (8-OHdG)* as a toxicity bioindicator to the effects of nickel on Ni-Cr alloy prosthesis users, [Saudi Journal of Biological Sciences Volume 27, Issue 6](#), June 2020, Pages 1643-1648
- **Budiawan**<sup>1</sup>, Mariska Winda Asrini<sup>1</sup>, and Daniel Jeffry Pasaribu<sup>1</sup>, The Study of Leaching Characteristic of Arsenic (As) from Sediments in Jakarta Bay and Bioaccumulation of Arsenic in forms of Single Substance and Mixtures by *Cyprinus carpio* L. Cite as: AIP Conference Proceedings 2049, 020019 (2018); <https://doi.org/10.1063/1.5082424> Published Online: 14 December 2018
- Askal Maimulyanti<sup>1\*</sup>, **Budiawan**<sup>1</sup>, Asep Saefumillah<sup>1</sup>, and Heny Suseno<sup>2</sup>, Effect of pH and Anion Interferences on determination of Orthophosfat speciation by diffusive Gradient in thin Film (DGT) Technic. *Rasayan journal Chem.* Vol. 11, No. 3, 1222 –



1228, 2018.

- **B. Budiawan**, R. Bakri, I. C. Dani, et al., Study of heavy metal depuration, lead (Pb) and chromium (Cr) in marine organisms, *Perna viridis*, AIP Conference Proceedings 2023, 020072 (2018); <https://doi.org/10.1063/1.5064069> Published Online: 23 October 2018.
- **B. Budiawan**, R. Arif, M. W. Asrini, et al., Effect of depuration treatment and analysis of heavy metals content (Hg and Pb) on green mussels (*Perna viridis*) culture in Jakarta Bay waters, AIP Conference Proceedings 2023, 020074 (2018); <https://doi.org/10.1063/1.5064071> Published Online: 23 October 2018.
- **Budiawan**<sup>1\*</sup>, Nur Hidayati Febriana<sup>1</sup>, Heny Suseno<sup>2</sup>, The Ability of Green Mussels (*Perna viridis*) to Accumulate Plutonium Through Sea Water Pathway, *Jurnal Kimia Valensi*, Vol 5(1), Mei 2019, 63-71.
- **Budiawan**<sup>1</sup>, Intan Cahaya Dani<sup>2</sup>, Asep Saefumillah<sup>3</sup>, Sri Handayani<sup>4</sup>. The Formation of 8-OHDG from Toxic Substances Trigger to Free Radicals. **Asian Journal of Applied Sciences** (ISSN: 2321 – 0893) Volume 04 – Issue 01, February 2016.
- **Budiawan**, S. Handayani, I. C. Dani, et al. Cite as: AIP Conference Proceedings 2023, 020056 (2018); <https://doi.org/10.1063/1.5064053>
- **Budiawan** and Dwi retno Widiastuti (2015). In Vitro Formation of 8-Hydroxy-2'-deoxyguanosine (8-OHDG) in Calf Thymus DNA upon Treatment of 2"-deoxyguanosine with Propyl Gallate and 2,6-di-ter-butyl-p-benzoquinone. *Makara Journal of Science* 19/4(2015) 167-176.
- Ismail, H Kusnoputranto, I.M. Djaja and **Budiawan** (2010). Chemical Reactivity Hazards Assessment in Downstream Chemical Industries in Indonesia. *World Journal of Chemistry*, Vol. 5(2).
- Ismail, H Kusnoputranto, I.M. Djaja and **Budiawan** (2010). Model Development of Causation Chemical Reactivity Hazards on Downstream Chemical Industry in Indonesia. *World Journal of Chemistry*, Vol. 5(2).
- Suseno, H., Hudiyono, PWS., S., **Budiawan** and D.S. Wisnubroto (2010). Effects of Concentration, Body Size and Food Type on the Bioaccumulation of Hg in Farmed Tilapia *Oreochromis Mossambicus*. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(5):792-799.
- Suseno, H., Hudiyono, PWS., S., **Budiawan** and D.S. Wisnubroto (2010). Bioakumulasi Merkuri Anorganik dan Metil Merkuri oleh *Oreochromis mossambicus*: Pengaruh Konsentrasi Merkuri Anorganik dan Metil Merkuri dalam Air. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah*, 12:49-62.
- **Budiawan**, Yuni Fatisa dan Neera Khairani (2009). Optimasi Biodegradabilitas dan Uji Toksisitas Hasil Degradasi Surfaktan Linear Alkil Benzena Sulfonat (LAS) sebagai Bahan Deterjen Pembersih, *Makara, Sains* 13(2) : 125-133.
- Tutik Murniasih, Yopi dan **Budiawan** (2009). Biodegradasi fenantren oleh Bakteri Laut *Pseudomonas sp* KalP Asal Kumai Kalimantan Tengah, *Makara, Sains*, 13((1) : 77-80.
- Tutik Murniasih, Yopi dan **Budiawan** (2008). Biokonversi Senyawa Karsinogenik Benzo[a]antrasena oleh Bakteri Laut *Pseudomonas sp* KalP 3622 yang Diisolasi dari Air

Laut dari Pelabuhan Kumai, Kalimantan Tengah, Oseanologi dan Limnologi di Indonesia, 34(3): 353-369

- **Budiawan**, N. Khairani and M. Lindu (2005). Study on the Evaluation of The Current Status of the Influence due Goiter Case Distribution in Porong River Basin in East Java Provinces (2005). Report for Ministry of Environment RI and Japan International Cooperation Agency.
- **Budiawan**, N. Khairani, R. Rismorini, S.U., Barus, Alhamdania (2005). Biomonitoring of Phenol, t,t-Muconic Acid and S-Phenyl Mercapturic Acid as Biomarker of Benzene Exposure at Gasoline Filling Station, Toll-Gate Workers and Public Transport Drivers, in Jakarta. (2005). Report for Swisscontact.
- **Budiawan**, N. Khairani and M. Lindu (2002). Study of Model Environmental Monitoring at East Java Province (2002). Report for Ministry of Environment RI and Japan International Cooperation Agency.
- **Budiawan** and Neera Khairani (2002). *Detection of Acrolein and Crotonaldehyde Adducts as Initiation of Cancer Risk in the Environment*, Indon. J. Environ. Chem. Toxicol. Vol. 1, No. 1, pp 13-18. (Indonesian Society for Environmental Chemistry and Toxicology)
- E. Eder and **Budiawan** (2001). *Cancer risk assessment for the environmental mutagen and carcinogen crotonaldehyde on the basis of TD<sub>50</sub> and comparison with 1,N<sup>2</sup>-propanodeoxyguanosine Adduct levels*, Cancer Epidem. Biom. Prev. 10, 883-888, (The American Association for Cancer Research)
- **Budiawan** and E. Eder (2000). *Detection of 1,N<sup>2</sup>-propanodeoxyguanosine Adducts in DNA of Fischer 344 rats by an adapted <sup>32</sup>P-post-labeling technique after per os application of Crotonaldehyde*, Carcinogenesis, vol.21 no.6 pp.1191-1196 (Oxford University Press)
- **Budiawan**, D. Schuler and E. Eder (2000). *Development of a <sup>32</sup>P-postlabeling method for the detection of 1,N<sup>2</sup>-propanodeoxyguanosine Adducts of crotonaldehyde in vivo*, Arch. Toxicol., 74, 404-414 (Springer-Verlag)
- Eder, E., D. Schuler and **Budiawan** (1999). *Cancer risk Assessment for crotonaldehyde and 2-hexenal by quantitation of exocyclic 1,N<sup>2</sup>-propanodeoxyguanosine Adducts in animal tissues*, IARC Scientific Publication, No.150 "Exocyclic DNA Adducts in Mutagenesis and Carcinogenesis" Oxford University Press, ISBN 9283221508, pp. 219-232.
- Schuler, D., **Budiawan** and E. Eder (1999). *Development of a <sup>32</sup>P-postlabeling method for the detection of 1,N<sup>2</sup>-propanodeoxyguanosine Adducts of 2-hexenal in vivo*, Chem. Res. Toxicol., 12, 335-340 (American Chemical Society Publications).
- Eder, E., **Budiawan**, D. Schuler, and M. Otteneder (1997). *Assessment of the tumor-initiating potential of  $\alpha,\beta$ -unsaturated Adducts in vivo*, Recent Results in Cancer Research, 143, 64-75.
- Eder, E., **Budiawan** and D. Schuler (1996). *Crotonaldehyde: A Carcinogenic and Mutagenic Air, Water and Food Pollutant*, Cent. Eur. J. Public Health 4, Suppl. p.21-22. (National Institute of Public Health, Prague)
- Eder, E., **Budiawan** and D. Schuler (1995). *Detection of 1,N<sup>2</sup>-cyclic propanodeoxyguanosine Adducts of crotonaldehyde in DNA of various organs of rats*, Cancer Res. Clin. Oncology 121, Suppl. 2, A 25, K06 (Springer-Verlag)
- Eder, E., **Budiawan** and D. Schuler (1995). *The Role of  $\alpha,\beta$ -Unsaturated Carbonyl*

*Compounds in Initiation of Cancer Toxicology Letters*, Vol 78, Suppl. 1, August 1995, pp.31 (Elsevier).

## ii. Oral Presentation/Poster Presentation

- Suseno, H., Hudiyono, PWS., S., **Budiawan** and D.S. Wisnubroto (2010). *Study of Bioaccumulation Hg by Oreochomis mossambicus Using Radiotracer Techniques*. Poster. WM2009 Conference, March 1-5, 2009, Phoenix, AZ, USA
- **Budiawan** (2010). “*Chemical Safety and Security Program at the University of Indonesia*”, Oral presentation. dalam 42th Asia-Pacific Academic Consortium for Public Health Conference (APACPH), Nusa Dua, Bali, 24-27 November 2010.
- **Budiawan**, N. Khairani, Y. Harahap, A. Widjanarko, and S. Handayani (2009). Study of Benzo[a]pyrene DNA Adduct Formation as Early Indicator for Cancer Risk from PAH exposure. (2009). Oral presentation. UI-UKM Joint Seminar: New Trends and Challenges in Sciences and Technology, Bangi, Malaysia, 22-23 June 2009.
- **Budiawan**, N. Khairani, Y. Susanti and I. Mulyana (2007). Human Biomonitoring of 1-Hydroxypyrene as Biomarker for PAHs Exposure in Jakarta. (2007). Oral presentation. 1<sup>st</sup> Joint Seminar: Current Research in Natural and Mathematical Sciences: Collaboration Opportunities at UI and UKM, Depok, 19-20 June 2007.
- **Budiawan** and Ariani (2005). Study of Toxicity and Bioaccumulation of Rhodamine B. (2005). Poster. International Seminar on Toxicology and Environmental Chemistry, Yogyakarta, 2005.
- **Budiawan** and Neera Khairani (2002). *Detection of Acrolein and Crotonaldehyde Adducts as Initiation of Cancer Risk in the Environment*, Indon. J. Environ. Chem. Toxicol. Vol. 1, No. 1, pp 13-18. (Indonesian Society for Environmental Chemistry and Toxicology)

## iii. Karya Ilmiah Lainnya

No.	Tahun	Karya Ilmiah	Diterbitkan Sebagai
1	2022	Menuju Implementasi Sistem Harmonisasi Global Klasifikasi dan Label Bahan Kimia (GHS) di Indonesia, UI Press.	Buku (Tim )
2	2019	Profil Keamanan Dan Penggunaan Herbisida Parakuat diklorida (IPB,Press)	Book (Chafter)
3	2008	<i>Laboratory Safety at University of Indonesia</i> . Dipublikasikan oleh Tim K3L Universitas Indonesia	Video
4	2008	<i>Building Safety at University of Indonesia</i> . Dipublikasikan oleh Tim K3L Universitas Indonesia	Video
5	2008	<i>Transportation Safety at University of Indonesia</i> . Dipublikasikan oleh Tim K3L Universitas Indonesia	Video
6	2008 - skrg	Indonesian Journal of Legal and Forensic Sciences, Indonesian Forensic Association, UI Press, ISSN 1979-1763 (anggota Tim Editor)	Jurnal
7	2008	<b>Budiawan</b> dan Neera Khairani. Teknik <i>Human Biomonitoring</i> Bahan Kimia Beracun dan Berbahaya di Industri. Dipublikasikan oleh Pusat Kajian Risiko dan Keselamatan Lingkungan	Buku, Modul Pelatihan

8	2008	Global Harmonization on Classification and Labelling of Chemicals ( <i>Indonesian Version</i> ) (Sebagai anggota tim penerjemah dan editor). Dipublikasikan oleh Kementerian Perindustrian RI	Buku
9	2007	<b>Budiawan</b> dan Neera Khairani. <i>Keselamatan Bahan Kimia di Laboratorium</i> . Dipublikasikan oleh Pusat Kajian Risiko dan Keselamatan Lingkungan	Modul Pelatihan
9	2007	<i>Chemical Safety in the Laboratory</i> . Safety Video for Merck Indonesia Chemical Company. Dipublikasikan oleh PT Merck Indonesia	Video
<b>No.</b>	<b>Tahun</b>	<b>Karya Ilmiah</b>	<b>Diterbitkan Sebagai</b>
10	2006	Panduan Pengamanan Bahan Kimia Berbahaya ( <i>Guidance on Safety of Hazardous Chemicals</i> ), Vol 1 & 2 (anggota tim editor). Dipublikasikan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan RI.	Buku (Tim)
11	2006	<i>Toxicology – Lecture Notes</i>	Diklat Kuliah
12	2004	<b>Budiawan</b> dan Neera Khairani. Kajian Risiko dan Pengelolaan Risiko Bahan Kimia Berbahaya di Industri. Pusat Kajian Risiko dan Keselamatan Lingkungan	Buku, Modul Pelatihan
13	2004	Terjemahan Naskah Konvensi Basel, Konvensi Stockholm dan Protokol Kyoto, (sebagai anggota tim editor). Dipublikasikan oleh Kementerian Lingkungan Hidup RI	Booklet
14	2004	Monograf 100 Bahan Kimia Berbahaya ( <i>Monographs of Hazardous Chemicals</i> ) (sebagai anggota tim Editor). Dipublikasikan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan RI	Buku
15	2003 - skrg	Indonesian Journal on Environmental Chemistry and Toxicology, Indonesian Society for Environmental Chemistry and Toxicology, ISSN 1693-0177 (anggota Tim Editor)	Jurnal
16	2002	<i>National Profile on Chemical Management Infrastructure Indonesia (updated revision 2002)</i> . Dipublikasikan oleh UNITAR/WHO dan Badan Pengawas Obat dan Makanan RI. (Sebagai Konsultan Nasional WHO untuk penyusunan National Profile).	Buku
17	2001	Seri Panduan Pengamanan Bahan Kimia (sebagai editor) : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Module 1 – Fundamental Aspects of Risk Assessment and Risk Management of Chemicals</li> <li>• Module 2 – Guidance on Health Risk Assessment of Chemicals</li> <li>• Module 3 – Guidance on Environmental Risk Assessment of Chemicals</li> <li>• Module 4 – Guidance on Safety Management of Chemicals</li> <li>• Module 5 – Technical Guidance on Safety Management of Chemicals</li> <li>• Module 6 – Guidance on the Preparation of Material Safety Data Sheets</li> </ul> Dipublikasikan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan RI	Buku

## F. PENGALAMAN SEBAGAI TRAINER

### Topik Pelatihan

- ⇒ Globally Harmonized System for Classification and Labeling of Chemicals
- ⇒ Management of Hazardous Chemical in Industry
- ⇒ Risk Assessment and Risk Management of Hazardous Substances
- ⇒ Chemical Safety & Security in the Laboratory & Industry
- ⇒ Human Biomonitoring of Hazardous Chemicals in the Industry
- ⇒ Industrial and Environmental Toxicology
- ⇒ Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals (REACH)

- 2019            Bahan Materi Workshop CropLife Bogor 10 - 11 July, Physico and Chemical Properties
- 2019            Participate in the ASEAN Harmonization of Technical Guidelines for Pesticide Registration Management – implementation phase II Toxicology Workshop from 8-12 October 2018 in New World Makati Hotel, Philipina
- 2016            Training “*Chemical Safety & Scurity in Laboratory*” untuk Guru Kimia SMA Penabur Jakarta, diselenggarakan oleh Departemen Kimia FMIPA UI
- 2015            Training “*Chemical Safety & Scurity in Laboratory*” untuk Staff Laboratorium-Departemen Kimia FMIPA UI Depok, 22 Juni 2015, diselenggarakan oleh Departemen Kimia FMIPA UI
- 2014            Training “*Chemical Safety & Scurity in Laboratory*” untuk Mahasiswa Kimia Pasca Sarjana-Departemen Kimia FMIPA UI Depok, 22 Maret 2014, diselenggarakan oleh Departemen Kimia FMIPA UI
- 2013            Training “*BAHAN KIMIA BERBAHAYA*” untuk Anggota Kepolisian Brimob Kelapa Dua - Depok, 11 Maret 2013, diselenggarakan oleh Departemen Kimia FMIPA UI.
- 2012            Training “*Chemical Safety & Scurity in the Laboratory*” untuk Mahasiswa & Farmasi Departemen Kimia & Farmasi FMIPA UI, Depok, 22 Juni 2012, diselenggarakan oleh Himpunan Mahasiswa Departemen Kimia FMIPA UI
- 2012            Training “*Chemical Safety & Scurity in the Laboratory*” untuk Staff Laboratorium Kesehatan Daerah DKI Jakarta, Depok, 14 Mei 2012, diselenggarakan oleh Pusat Kajian Risiko dan Keselamatan Lingkungan FMIPA UI
- 2011            Training “*Chemical Safety and Scurity in the Laboratory*” untuk Mahasiswa Departemen Kimia & Farmasi FMIPA UI, Depok, 12 Mei 2011, diselenggarakan oleh Himpunan Mahasiswa Departemen Kimia FMIPA UI
- 2010            Training “*Chemical Safety in the Laboratory*” untuk Mahasiswa Departemen Kimia FMIPA UI, Depok, 24 April 2010, diselenggarakan oleh Himpunan Mahasiswa Departemen Kimia FMIPA UI
- 2010            Pelatihan Peningkatan Kemampuan Teknis Pemeriksaan Logam Berat dalam Spesimen Manusia, Topik:
- a. *Investigasi dan Uji Profisiensi Pemeriksaan Logam Berat Toksik dalam Spesimen Manusia*
- b. *Teknik Human Biomonitoring dalam Pemenuhan Uji Profisiensi*

- Surabaya, 27 Agustus – 1 Oktober 2010, diselenggarakan oleh Kementerian Kesehatan RI
- 2009 - 2010 Training "*Globally Harmonized System Hazardous Chemical Symbols and Labelling – Penyusunan Safety Data Sheet berdasarkan GHS*", diselenggarakan oleh Federasi Industri Kimia Indonesia / Komite Nasional Responsible Care Indonesia
- 2008 Pelatihan Toksikologi dan Pengelolaan Risiko Bahan Beracun dan Berbahaya untuk karyawan Balai Kesehatan Hewan dan Ikan (BKHI), November 2008, diselenggarakan oleh Dinas Peternakan, Perikanan dan Kelautan Pemerintah Daerah Provinsi DKI Jakarta
- 2008 Training Penyusunan Lembar Data Keselamatan (*Safety Data Sheets*) berdasarkan Global Harmonized System for Classification and Labeling of Chemicals, Oktober 2008, diselenggarakan oleh PT. ASHES Consultation
- 2008 Training of Trainer "Penerapan Klasifikasi, Pelabelan dan Penyusunan Lembar Data Keselamatan Bahan Kimia, Juli 2008, diselenggarakan oleh Departemen Perindustrian - Direktorat Jenderal Industri Agro dan Kimia.
- 2008 Training "*Globally Harmonized System Hazardous Chemical Symbols and Labelling – Basic and Advance Level*", Jakarta, Juni 2008, diselenggarakan oleh Komite Nasional – Responsible Care Indonesia
- 2008 Pelatihan Penilaian Risiko dan Pengelolaan Risiko B3 : Toksikologi Bahan Kimia Berbahaya, Mei 2008, diselenggarakan oleh Balai Besar Pengawasan Obat dan Makanan Provinsi DKI Jakarta
- 2008 Training "*Globally Harmonized System Hazardous Chemical Symbols and Labelling – Basic and Advance Level*", Jakarta, Mei 2008, diselenggarakan oleh Komite Nasional – Responsible Care Indonesia
- 2008 Pelatihan Teknik Human Biomonitoring Bahan Kimia Beracun dan Berbahaya di Industri, Jakarta, 21-22 Mei 2008, 21-22 Juli 2008, 21-22 Agustus 2008, diselenggarakan oleh Pusat Keselamatan dan Kesehatan Kerja Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI bekerja sama dengan Pusat Kajian Risiko dan Keselamatan Lingkungan FMIPA Universitas Indonesia
- 2008 Training of Trainer "Penerapan Klasifikasi, Pelabelan dan Penyusunan Lembar Data Keselamatan Bahan Kimia, April 2008, diselenggarakan oleh Kementerian Perindustrian RI
- 2008 Pelatihan Global Harmonized System for Classification and Labeling of Chemicals, Surabaya, 20 – 25 April 2008, diselenggarakan oleh Komite Nasional – Responsible Care Indonesia
- 2008 Pelatihan Penilaian Risiko dan Pengelolaan Risiko Bahan Kimia Berbahaya, Januari 2008, diselenggarakan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan RI
- 2007 Training Keselamatan Kerja di Laboratorium Kimia, Desember 2007, diselenggarakan oleh Laboratorium Kesehatan Daerah Propinsi DKI Jakarta

- 2007 Training Keselamatan Laboratorium, Jatinangor, Bandung, 3 November 2007, diselenggarakan oleh Departemen Kimia Universitas Padjajaran Bandung
- 2007 Training "*Globally Harmonized System Hazardous Chemical Symbols and Labelling – Basic and Advance Level*", Jakarta, Oktober 2007, diselenggarakan oleh Komite Nasional – Responsible Care Indonesia
- 2007 Training Keselamatan Kerja di Laboratorium Kimia, Depok, 6 Agustus 2007, diselenggarakan oleh Departemen Kimia FMIPA UI
- 2007 Training "Human Biomonitoring Bahan Kimia Beracun dan Berbahaya di Industri", 4 – 5 Juli 2007, diselenggarakan oleh Puska RKL FMIPA UI
- 2007 Pelatihan "*Penilaian Risiko dan Pengelolaan Risiko Produk dan Bahan Berbahaya*", Medan, Sumatera Utara, diselenggarakan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan RI
- 2006 – 2009 Pelatihan Ahli K3, topik: "Toksikologi Industri", diselenggarakan oleh Pusat Keselamatan dan Kesehatan Kerja Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI
- 2005 Pelatihan "*Penilaian Risiko dan Pengelolaan Risiko Produk dan Bahan Berbahaya*", Samarinda, diselenggarakan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan RI
- 2005 Sosialisasi Adopsi *Globally Harmonized System Hazardous Chemical Symbols and Labeling: Criteria on Classification of Chemicals*, diselenggarakan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan RI
- 2005 Toksikologi dan Biomonitoring Bahan Kimia Berbahaya di Industri diselenggarakan oleh Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi DKI Jakarta
- 2003 Pelatihan "*Penilaian Risiko dan Pengelolaan Risiko Produk dan Bahan Berbahaya*", Makassar dan Jayapura, diselenggarakan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan RI
- 2002 Pelatihan "*Risk Assessment and Risk Management of Hazardous Substances*", untuk karyawan PERTAMINA, Bogor, 16 – 21 Desember 2002, diselenggarakan oleh Puska RKL FMIPA UI.
- 1998 Training untuk Pemerintah tentang Pengelolaan Risiko dan Manajemen Tanggap Darurat "Kriteria Penentuan Prioritas dalam Penilaian Risiko Bahan Kimia", Jakarta, diselenggarakan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan RI

## G. SEBAGAI PEMBICARA DALAM SEMINAR/WORKSHOP

1. Budiawan (2022). Keamanan Pestisida (Registrasi & Peredaran), Kementerian Pertanian RI.
2. Budiawan (2022). Chemical Toxicology Forensik, Universitas Sumatera Utara – USU Medan.
3. Budiawan (2016). "Rancangan Undang-Undang Kimia dan Urgensinya di Indonesia" PT. Laborindo Indoonesia, JCC. -Jakarta.
4. Budiawan (2015). "*DNA Adduct* as biomarker Risk of Cancer, diselenggarakan Himpunan Mahasiswa Kimia se Indonesia. Universitas Indonesia-Depok.
5. Budiawan (2011). "Rotterdam Convention on Prior Informed Consent of Hazardous Chemicals in International Trade: Tinjauan Akademis dan Implementasinya di Indonesia", Jakarta, September 2011, diselenggarakan oleh Kementerian Lingkungan Hidup RI.
6. Budiawan (2011). "Kualitas Air dan Udara serta Peraturan terkait Pengelolaan dan Perlindungan Kualitas Udara dan Air di Indonesia", Jakarta, Juli 2011, dalam diskusi yang diselenggarakan oleh



Indonesian Center for Environmental Law

7. Budiawan (2011). "Pencemaran Lingkungan Akibat Limbah Pabrik Pulp dan Kertas", Jakarta, Agustus 2011, dalam diskusi yang diselenggarakan oleh Indonesian Center for Environmental Law
8. Budiawan (2011). "Pencemaran Lingkungan Akibat Limbah PLTU", Jakarta, Agustus 2011, dalam diskusi yang diselenggarakan oleh Indonesian Center for Environmental Law
9. Budiawan (2011). "Evaluasi dan Interpretasi Data Pemantauan Kualitas Air dan Udara di Lingkungan", Jakarta, September 2011, dalam diskusi yang diselenggarakan oleh Indonesian Center for Environmental Law.
10. Budiawan (2010). "*Global Harmonization System Implementation and Chemical Management in Indonesia*", dalam Training: Global Harmonization System for Classification and Labeling of Chemicals, diselenggarakan oleh Association for Overseas Training Scholarship (AOTS) Japan, Jakarta, 8 December 2010.
11. Budiawan (2010). "*Chemical Management Overview in Indonesia*", dalam diskusi ilmiah dengan US Environmental Protection Agency, US Department of Homeland Security, US Department of Commerce, and US Department of Transportation, diselenggarakan oleh US Department of State dan Sandia National Laboratory, Washington D.C., 29 November – 3 Desember 2010.
12. Budiawan (2010). Menjadi Narasumber Pembahas Topik "*Penanganan Kontaminan Pangan & Bahan Tambahan Pangan dalam rangka menjamin keamanan pangan dan ketahanan pangan*" dalam Workshop Rencana Aksi Nasional Pangan dan Gizi 2011 – 2015, diselenggarakan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan RI, Selasa, 5 Oktober 2010
13. Budiawan (2010). "*Chemical Safety and Security Overview in Indonesia*", dalam workshop "Chemical Safety and Security", diselenggarakan oleh Himpunan Kimia Indonesia bekerja sama dengan Chemical Security Engagement Program US Department of State dan Sandia National Laboratories, USA, 4-6 Agustus 2010.
14. Budiawan (2010). "*Pemantapan Mutu Data Human Biomonitoring : Evaluasi dan Interpretasi Hasil PME Toksikologi Logam Berat*", dalam workshop "Evaluasi Pemantapan Mutu Eksternal" Laboratorium Kesehatan Daerah se-Indonesia, diselenggarakan oleh Departemen Kesehatan RI, 24-25 Juni 2010.
15. Budiawan (2010). "Laboratory Safety: Supporting the Achievements of Good Laboratory Practice", Indonesia Total Laboratory Management Symposium 2010, ECMI Trade Fairs SEA Sdn Bhd and PT Prakarsa Sinergi Utama, Jakarta Convention Center, Indonesia, 14-15 April 2010.
16. Budiawan (2009). "*Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Laboratorium*", dalam Talkshow : UI "A Safe, Healthy and Green Campus", diselenggarakan oleh Tim K3L Universitas Indonesia, Depok, 22 April 2009.
17. Budiawan (2009). "Persistent Organic Pollutants (POPs) dalam Konvensi Stockholm, Risk vs Benefit", diselenggarakan oleh Komisi VII DPR RI Bidang Energi, Pertambangan dan Lingkungan, Jakarta, 16 Februari 2009
18. Budiawan (2009). "*Global Harmonized System for Classification and Labeling of Chemicals dan implementasinya dalam rangka manajemen K3*", dalam rangka Dialog Bulan K3, diselenggarakan oleh PT. Pupuk Kalimantan Timur, Bontang, Kalimantan Timur, 8-9 Februari 2009.
19. Budiawan (2008). "*Penyusunan Safety Data Sheets/LDKB dan Labelling Kimia versi GHS*", diselenggarakan oleh Direktorat Pengawasan Norma Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Depnakertrans, Malang, 10-12 Desember 2008.
20. Budiawan (2008). "*Implementasi Globally Harmonized System dalam upaya klasifikasi dan komunikasi bahaya bahan kimia terhadap perlindungan tenaga kerja*", diselenggarakan oleh Direktorat Pengawasan Norma Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Depnakertrans, Malang, 10-12 Desember 2008.
21. Budiawan (2008). "*Global Harmonized System for Classification and Labeling of Chemicals*", dalam



- pertemuan tindak-lanjut hasil rapat FORKONAS 2008, diselenggarakan oleh Kementerian Lingkungan Hidup RI, 19 November 2008.
22. Budiawan (2008). "*Toksikologi Bahan Kimia Non-Pestisida*", diselenggarakan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan RI, Bogor, 11 November 2008.
  23. Budiawan (2008). "*Risiko dan Dampak Bahan Kimia Berbahaya di Laboratorium*", diselenggarakan oleh Balai Kesehatan Hewan dan Ikan, Dinas Peternakan, Perikanan dan Kelautan, Pemprov DKI Jakarta, Jakarta, 5-6 November 2008.
  24. Budiawan (2008). "*Dilemma dan Problema Pengelolaan Bahan Kimia di Industri*" dalam Diskusi inter-sektoral tentang Pengelolaan Bahan Kimia Karsinogen di Indonesia, diselenggarakan oleh Departemen Kesehatan RI, 18-19 September 2008, Bogor, Indonesia.
  25. Budiawan (2008). "*Chemical Risk Assessment on Drugs*", dalam International Seminar on Molecular Biology and Toxicology, diselenggarakan oleh Pusat Riset Badan Pengawas Obat dan Makanan RI, 7 Agustus 2008, Jakarta, Indonesia.
  26. Budiawan (2008). "*DNA-Adduct Sebagai Biomarker untuk Deteksi Dini Risiko Kanker*", Seminar Nasional Biokimia 2008, diselenggarakan oleh Himpunan Mahasiswa Departemen Kimia FMIPA UI bekerja sama dengan IKAHIMKI dan Departemen Kimia FMIPA UI, 8 Januari 2008, Jakarta
  27. Budiawan (2008) "*Peran Toksikologi dalam Mengungkap Kasus Keracunan dan Pencemaran Lingkungan*", Workshop Forensic Sciences and Investigation Methods, diselenggarakan oleh Asosiasi Forensik Indonesia, 16 Januari 2008, Jakarta.
  28. Budiawan (2007). "*Racun di Sekitar Kita*". Seminar Sehari "*Chit-chat about Toxic*", diselenggarakan oleh SMAK BPK Penabur 5 Jakarta
  29. Budiawan (2007). "Keselamatan Bahan Kimia Beracun dan Berbahaya di Industri, perlukah Harmonisasi dan Pengelolaan secara Terpadu?", disampaikan dalam Workshop "Keselamatan Bahan Kimia Beracun dan Berbahaya di Industri", diselenggarakan oleh Departemen Kimia FMIPA UI, 6 Agustus 2007, Depok.
  30. Budiawan (2006). "*Persistent Organic Pollutants (POPs) dan Bahan Kimia Berbahaya*" dalam Seminar Naskah Akademik Konvensi Stockholm tentang Persistent Organic Pollutants", diselenggarakan oleh Kementerian Negara Lingkungan Hidup RI, 21 September 2006, Jakarta.
  31. Budiawan (2006). "*Penilaian Risiko dan Pengelolaan Risiko Bahan Kimia Berbahaya*", dalam kuliah umum yang diselenggarakan oleh Departemen Farmasi, FMIPA Institut Teknologi Bandung, 7 April 2006, Bandung
  32. Budiawan (2006). "*Kajian Risiko Penggunaan Briket Batu Bara*", dalam Seminar Sehari "Manfaat dan Risiko Penggunaan Briket Batu Bara sebagai Energi Alternatif", diselenggarakan oleh Departemen Kesehatan RI, 23 Maret 2006, Jakarta.
  33. Budiawan dan Yuni Fatima (2005). "*Uji Toksisitas Hasil Degradasi Surfaktan Linear Alkilbenzena Sulfonat (LAS) sebagai Bahan Deterjen Pembersih*", disampaikan dalam The 6<sup>th</sup> Joint Seminar on Chemistry, Institut Teknologi Bandung dan Universiti Kebangsaan Malaysia, Denpasar, Bali, 17 – 18 Mei 2005.
  34. Budiawan (2005). "*Risk Reduction on Hazardous Chemicals Management*", disampaikan dalam Seminar "Keselamatan Kerja dan Penanggulangan Hasil Buangan Bahan-Bahan Kimia di Laboratorium", diselenggarakan oleh FMIPA Universitas Indonesia, Depok, 22 Februari 2005.
  35. Budiawan (2004). "*Tanggap Darurat Pencemaran Bahan Beracun dan Berbahaya*", disampaikan dalam Pelatihan TOT, diselenggarakan oleh Departemen Kesehatan RI, Bogor, November 2004.
  36. Budiawan (2004). "*Ekses Bahan Kemasan terhadap Kesehatan dan Lingkungan*", disampaikan dalam Lokakarya Wadah Pangan, diselenggarakan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) RI, Jakarta, 14 Oktober 2004.
  37. Budiawan (2004). "*Kajian Sampel Darah 4 Warga Teluk Buyat Minahasa*", disampaikan dalam rangka Press Release Pusat Kajian Risiko dan Keselamatan Lingkungan FMIPA UI kepada Masyarakat, Agustus 2004.

38. Budiawan (2004). *Peran Kimia dalam Penilaian Risiko dan Keselamatan Lingkungan*, disampaikan dalam Pelatihan Peningkatan Potensi Alumni Kimia IPB, diselenggarakan oleh FMIPA Institut Pertanian Bogor, bekerja sama dengan Dirjen Pendidikan Tinggi, Depdiknas RI, Bogor, 2004
39. Budiawan (2002). *Antisipasi Risiko Bahan Kimia Berbahaya di Sekitar Kita*. Disampaikan dalam Seminar Perempuan Peduli Lingkungan, diselenggarakan oleh Kementerian Negara Pemberdayaan Perempuan RI, Jakarta, May 2002.

## H. KEIKUTSERTAAN SEBAGAI PESERTA DALAM WORKSHOP/SEMINAR

1. Peserta *Scientific Discussions on Chemical Safety and Security Implementations at the United States and Indonesia, with US Environmental Protection Agency, US Department of Homeland Security, US Department of Transportation and US Department of Commerce*, diselenggarakan oleh U.S. Department of State and US Sandia National Laboratories (Washington DC, 29 November – 3 December 2010)
2. Peserta *The Bay of Bengal Large Marine Ecosystem Coastal Pollution Workshop*, FAO Regional Office for Asia and the Pacific (Male, Maldives, 2-3 Juni 2010)
3. Peserta *42th Asia-Pacific Academic Consortium for Public Health Conference (APACPH)* (Nusa Dua, Bali, 24-27 November 2010)
4. Peserta Workshop on Chemical Safety and Security, diselenggarakan oleh Himpunan Kimia Indonesia (HKI) bekerjasama dengan US Department of State & Sandia National Laboratories USA (Jakarta, 6 Agustus 2009)
5. Peserta Working Group *Lokakarya Pengelolaan Bahan Kimia Berbahaya dalam rangka Program SAICM (Strategic Approach in Implementing Chemical Management)*, diselenggarakan oleh Kementerian Lingkungan Hidup - Deputi Pengelolaan B3 dan Limbah B3 (Jakarta, Oktober 2008)
6. Peserta Diskusi, *Air Quality Dialog*, diselenggarakan oleh Komite Pembebasan Bensin Bertimbang (Agustus 2008)
7. Peserta seminar Peluncuran dokumen National Implementation Plan (NIP) on Elimination and Reduction of POPs in Indonesia, diselenggarakan oleh Kementerian Lingkungan Hidup - Deputi Pengelolaan B3 dan Limbah B3 (Juli 2008)
8. Peserta Seminar Sosialisasi Program Ekolabel Indonesia, Kementerian Lingkungan Hidup - Deputi Peningkatan Sarana dan Pra-sarana Lingkungan, Asdep Urusan Standarisasi Teknis dan Produksi Bersih (Februari, 2008)
9. Peserta Workshop Pembinaan Kemampuan Anggota Masyarakat Standarisasi (MASTAN) Indonesia dalam enquiry dan E-ballot perumusan SNI bidang Lingkungan dan Keselamatan Kerja, Pusat Standarisasi dan Pemasarakatan Standarisasi - Badan Standarisasi Nasional
10. Peserta Seminar First Coordinating Body on the Seas of East Asia (COBSEA) Marine Litter Kementerian Lingkungan Hidup - Deputi bidang Peningkatan Konservasi SDA dan Pengendalian Kerusakan Lingkungan, Asdep Urusan Pengelolaan Pesisir dan Laut
11. Peserta Conference, 4th National Responsible Care Conference & Exhibition 2007 "Responsible Caire Supporting Chemical Industry to Sustainable Growth Komite Nasional Responsible Care Indonesia (KNRCI)
12. Peserta Lokakarya Pembelajaran Aktif, Program Hibah Kompetisi A-3 Departemen Kimia FMIPA UI, 30 – 31 Mei dan 31 Juni 2007, Depok.
13. Peserta Seminar "*Batasan Cemaran Mikroba dalam Pangan*" Badan Pengawas Obat dan Makanan RI, 24 Agustus 2006, Jakarta.

## I. AKTIVITAS LAIN

**i. Menjadi anggota dalam suatu Panitia/Badan pada Perguruan Tinggi**

1. Koordinator Laboratory Safety, dalam Organisasi Tim Keselamatan, Keamanan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan Universitas Indonesia, Tahun 2008 s/d 2012
2. Tim Penyusunan Rencana Implementasi Program (RIP) Program Hibah Kompetisi (PHK) Berbasis Institusi Tahun 2008, Universitas Indonesia.
3. Panitia Seminar Pengembangan Sistem Manajemen Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan di Kampus Universitas Indonesia, diselenggarakan oleh Universitas Indonesia, 2008.
4. Tim Pengadaan dan Penyusunan Video Program Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan Program Hibah Kompetisi Institusi (PHK-I) Universitas Indonesia 2008.
5. Tim Rekan Setara Internal dalam rangka pelaksanaan kegiatan Penilaian Proposal Riset Unggulan Universitas Indonesia 2007.
6. Panitia Seminar Nasional Kimia 2007, diselenggarakan oleh Departemen Kimia FMIPA UI kerjasama dengan Himpunan Kimia Indonesia, 7-8 Juli 2007, Depok.
7. Panitia Workshop "Keselamatan Bahan Kimia Beracun dan Berbahaya di Industri", diselenggarakan oleh Departemen Kimia FMIPA UI, 6 Agustus 2007, Depok.
8. Juri Cepat Tepat Bidang Kimia Tingkat SMU yang diselenggarakan oleh Senat Mahasiswa Fakultas MIPA UI, Depok, 15 Agustus 2004.

**ii. Menjadi anggota Panitia/Tim Ahli Badan pada Lembaga Pemerintahan**

1. Anggota Tim Ahli komisi Pestisida Nasional, Kementerian Pertanian & Perkebunan (2019 - sekarang).
2. Koordinator Tim Penyusun Naskah Akademis dan draft Rancangan Undang-Undang Bahan Kimia (2008 – sekarang, Kementerian Perindustrian RI)
3. Tim Ahli untuk Pembahasan Revisi Peraturan Pemerintah No. 74 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun (2011 – sekarang, Kementerian Lingkungan Hidup RI)
4. Anggota Tim Ahli Pembahas Rencana Implementasi "*Notifikasi Kosmetik*" di Indonesia (2010 - Badan Pengawas Obat dan Makanan, RI)
5. Anggota Tim Panitia Teknis/Tim Ahli 13-01 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (2010 – Pusat Keselamatan dan Kesehatan Kerja Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi)
6. Anggota Panitia Teknis/Tim Ahli Penyusunan Peraturan Bahan Tambahan Pangan dan Cemar Kimia dalam Pangan dalam Produk Pangan (2005 – sekarang, Badan Pengawas Obat dan Makanan RI)
  - a) Penyusunan Peraturan Bahan Tambahan Pangan – Pengawet dan Antioksidan
  - b) Penyusunan Peraturan Cemar Kimia dalam Produk Pangan
  - c) Penyusunan Peraturan Cemar Mikotoksin dalam Produk Pangan
7. Anggota Panitia Teknis/Tim Ahli Penyusunan Peraturan Kemasan Pangan (2005 – sekarang, Badan Pengawas Obat dan Makanan RI)
  - a) Pembahasan RSNi Cara uji migrasi kemasan bahan pangan polimer melamin, poliolefin, polikarbonat (PC), polietilena tereftalat (PET), polistirena (PS) dan polivinil klorida (PVC) , diselenggarakan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan - Direktorat Pengawasan Produk dan Bahan Berbahaya
8. Anggota Panitia Teknis/Tim Ahli Penyusunan Penggunaan Pelarut dalam Produksi Pangan (2005 – 2007, Badan Pengawas Obat dan Makanan)
9. Anggota Panitia Teknis/Tim Ahli Penyusunan Peraturan Nilai Ambang Batas Kimia di tempat kerja (2006 – sekarang, Departemen Kesehatan RI)

10. Anggota Panitia Teknis/Tim Ahli Penyusunan Peraturan Indeks Paparan Biologi Bahan Kimia di tempat kerja (2006 – sekarang, Departemen Kesehatan RI)
11. Anggota Panitia Teknis/Tim Ahli Manajemen Lingkungan (2005 – skrg, Kementerian Lingkungan Hidup RI)
  - a) Pembahasan RSNI Kriteria Ekolabel untuk Kategori Produk Tekstil dengan Serat Daur Ulang
  - b) Pembahasan bahan sidang Delegasi RI dalam rangka persiapan Sidang Tahunan ISO/TC 207 Annual Meeting di Beijing, Cina, Juni 2008
  - c) Revisi Pedoman Operasional Ekolabel, Pedoman KAN 800-2004 s/d 804-2004
  - d) Pembahasan RSNI Pengujian Kualitas Air dan Hasil Uji Banding Terhadap RSNI Pengujian Parameter Logam
12. Anggota Panitia Teknis/Tim Ahli Penyusunan Rancangan Standar Nasional Indonesia (RSNI) untuk Pengambilan Sampel Kontaminan Udara di Tempat Kerja dan Metode Pemeriksaan Paparan Bahan Kimia di Tempat Kerja (2005 – sekarang, Pusat K3 Depnakertrans RI)
13. Tim Ahli Penyusunan Kriteria Ekolabel (2005 – skrg, Kementerian Lingkungan Hidup RI)
14. Anggota Tim Nasional Implementasi Global Harmonized System on Classification and Labelling on Chemicals (2005 – sekarang, Departemen Perindustrian RI)
15. Anggota Tim Ahli Penyusunan Panduan Pengelolaan dan Pengamanan Bahan Kimia Berbahaya (2006 s/d sekarang, Badan Pengawas Obat dan Makanan RI)
16. Anggota Tim Ahli Re-editing Buku Panduan dan Monograf Bahan Kimia Berbahaya di Indonesia (2004 s/d 2006) Badan Pengawas Obat dan Makanan RI
17. Anggota Tim Penyusunan Modul Pelatihan Bahan Berbahaya, diselenggarakan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan - Direktorat Pengawasan Produk dan Bahan Berbahaya (2008)
18. Anggota Tim Penerjemah Buku Pedoman Global Harmonized System on Classification and Labelling on Chemicals (2008, Badan Pengawas Obat dan Makanan RI)
19. Anggota Tim Ahli persiapan "9th meeting of Conference of the Parties of the Basel Convention on Transboundary Movement on Hazardous Waste and Their Disposal (COP 9)" Juni 2008, diselenggarakan oleh Kementerian Lingkungan Hidup - Deputi Pengelolaan B3 dan Limbah B3 (2008)
20. Anggota Tim Ahli Studi Asupan Harian Migran Berbahaya (Food Contact Substances) dari Kemasan Pangan, diselenggarakan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan - Direktorat Pengawasan Produk dan Bahan Berbahaya (2008)
21. Anggota Tim Ahli Pembahasan Baku Mutu Sedimen Laut, diselenggarakan oleh Kementerian Lingkungan Hidup - Deputi bidang Peningkatan Konservasi SDA dan Pengendalian Kerusakan Lingkungan, Asdep Urusan Pengelolaan Pesisir dan Laut (2008)
22. Anggota Tim Ahli Pemantauan Kualitas Sedimen Laut di Indonesia, diselenggarakan oleh Kementerian Lingkungan Hidup - Deputi bidang Peningkatan Konservasi SDA dan Pengendalian Kerusakan Lingkungan, Asdep Urusan Pengelolaan Pesisir dan Laut (2008)
23. Anggota Tim Ahli Pembahasan Pedoman Penentuan Status Mutu Laut Indonesia, diselenggarakan oleh Kementerian Lingkungan Hidup - Deputi bidang Peningkatan Konservasi SDA dan Pengendalian Kerusakan Lingkungan, Asdep Urusan Pengelolaan Pesisir dan Laut (2008)
24. Anggota Tim Ahli Penilaian Produk Pangan, diselenggarakan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan - Direktorat Penilaian Keamanan Pangan (2008)
25. Anggota Tim Ahli Penyusunan Pedoman Klasifikasi Bahan Kimia berdasarkan Global Harmonized System (GHS) – diselenggarakan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan, Direktorat Pengawasan Produk dan Bahan Berbahaya (2009).
26. Anggota Tim Ahli Pestisida, Kementrian Pertanian Republik Indonesia ( 2016 – now)

27. Anggota Tim Ahli/Pakar, Kesehatan Lingkungan (Air minum), di Kementerian Kesehatan (2020 - now).

**iii. Menjadi anggota Organisasi Profesi/Forum Ilmiah**

No.	Nama Organisasi	Kedudukan dlm Organisasi	Dari Tahun s.d Tahun	Tempat	Nama Pimpinan Organisasi
1	Asosiasi Forensik Indonesia	Anggota	2008 s.d sekarang	Jakarta	Prof. dr. Budi Sampurna, SpF
2	Indonesian Society for Environmental Chemist and Toxicologist (InSECT)	Sekretaris	2005 s.d sekarang	Yogyakarta, Jakarta, Bandung	Dr. Sri Djuari Santosa
3	Mitra Emisi Bersih	Anggota Wk. Ketua Bidang Riset dan Pengembangan	2005 s.d sekarang 2000 - 2005	Jakarta	F. Soeseno (GAIKINDO)
4	Himpunan Toksikologi Indonesia (HITOKSI)	Ketua Cabang Jakarta	1998 - 2000	Jakarta	Abraham Simatupang
5	Himpunan Kimia Indonesia	Anggota  Ketua Departemen Pelatihan Industri	2009 s.d sekarang  2010 - 2012	Jakarta	Muhammad A. Martoprawiro
6.	Forum Koordinasi Nasional untuk Pengelolaan dan Pengamanan Bahan Kimia Berbahaya Terpadu	Anggota unsur Universitas	1998 s.d sekarang	Jakarta	Menteri Perindustrian RI

**J. PENGHARGAAN**

- 1999 - *Young Scientist of The Year in Science*, 50<sup>th</sup> Dies Natalis University of Indonesia
- 2000 - Award as runner up (Juara II) in *“The Best Research in field of Mathematics and Natural Science”*, 51<sup>th</sup> Dies Natalis University of Indonesia.
- 2000 - Award as 4<sup>th</sup> runner up (Juara Harapan I) in *“The Best Research in field of Mathematics and Natural Science”*, 51<sup>th</sup> Dies Natalis University of Indonesia.
- 2007 - 1<sup>st</sup> Winner A3 Grant for Active Learning, *“Implementation of Active Learning System in Lecture Course Toxicology”* Academic Year 2007/2008, Department of Chemistry, Faculty of Sciences, University of Indonesia.
- 2022 - Awards : Piagam Penghargaan Satyalencana Karya Satya dari Presiden Republik Indonesia , 10<sup>thn</sup>, dan 20 thn dan 30 thn

## **K. PENGALAMAN LAINNYA**

- 2004 – 2006 Expert Witness (Saksi Ahli) for Indonesian Government in the Buyat Environmental Pollution Case.
- 2017 Expert Witness (Saksi Ahli) for Jassica & Mirna Case (Cyanide Coffee)
- 2018 Expert Witness (Saksi Ahli) for Indonesian for Siti Aisyah Case (VX- Murdering case) in Malaysia
- 2019 Expert Witness (Saksi Ahli) for POLRI for Novel Baswedan Case (Chemical hard water spray
- 2000 – now Nara Sumber (As resource person) for Safety of Chemical Hazards to several mass media (print and electronic), such as KOMPAS (Kompas.com), RCTI TV, MEDIA INDONESIA, I-News, Jak-TV, TRANS TV, METRO TV, TV One, CNN TV, etc.

I, the undersigned, certify that to the best of my knowledge and belief, this Curriculum Vitae correctly describes me, my qualifications, and my experience.

Depok, 8 Maret 2023



Dr. rer. nat. Budiawan

NIP. 196007121988111001