



UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

REFLEKSI NILAI-NILAI KEISLAMAMAN PADA PERKEMBANGAN DAN APLIKASI ILMU KIMIA

Editor:
Dr. Is Fatimah

Tim Penulis:

Dr. Is Fatimah
Dr. Dwiarso Rubiyanto
Prof. Riyanto. Ph.D.
Allwar. Ph.D.
Dr. Noor Fitri
Tatang Shabur J., M.Si.
Gani Purwiandono, M.Sc.
Nurahyo Iman Prakoso, M.Sc.
Salmahaminati, M.Sc.

M. Arsyik Kurniawan S., M.Sc.
Ika Yanti. M.Sc.
Mai Anugrahwati, M.Sc.
Habibi Hidayat, M.Sc.
Dhina Fitriastuti, M.Sc.
Argo Khoirul Anas, M.Sc.
Amri Setyawati, M.Sc.
Febi Indah Fajarwati, M.Sc.
Wiyogo Prio Wicaksono, M.Si

Seri Hibah Penulisan Buku Islam dalam Disiplin Ilmu

REFLEKSI NILAI-NILAI KEISLAMAN PADA PERKEMBANGAN DAN APLIKASI ILMU KIMIA

Editor : Dr. Is Fatimah

Tim Penulis :

Dr. Is Fatimah
Dr. Dwiwarso Rubiyanto
PROF. Riyanto, Ph.D
Allwar, Ph.D.
DR. Noor Fitri
Tatang Shabur J., M.Si
Gani Purwiandono, M.Sc.
Nurcahyo Iman Prakoso, M.Sc.
Salmahaminati, M.Sc.

M. Arsyik Kurniawan S., M.Sc.
Ika Yanti, M.Sc.
Mai Anugrahwati, M.Sc.
Habibi Hidayat, M.Sc.
Dhina Fitriastuti, M.Sc.
Argo Khoirul Anas , M.Sc.
Amri Setyawati, M.Sc.
Febi Indah Fajarwati, M.Sc.
Wiyogo Prio Wicaksono, M.Si.

Penerbit:



UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

2017

KATALOG DALAM TERBITAN (KDT)

REFLEKSI...

Refleksi Nilai-Nilai Keislaman pada Perkembangan dan Aplikasi Ilmu Kimia / Is Fatimah; --.Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia, 2017

ix + 229 hlm. ; 16 x 23 cm

ISBN 978-602-450-111-2
e-ISBN 978-602-450-112-9

©2017 Universitas Islam Indonesia
Hak cipta dilindungi Undang-Undang.

Dilarang memperbanyak atau memindahkan seluruh atau sebagian isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik ataupun mekanik termasuk memfotokopi, tanpa izin dari Penulis.

REFLEKSI NILAI-NILAI KEISLAMAN PADA PERKEMBANGAN DAN APLIKASI ILMU KIMIA

Editor : Dr. Is Fatimah

Tim Penulis : Dr. Is Fatimah
Dr. Dwiarmo Rubiyanto
Prof. Riyanto, Ph.D
Allwar, Ph.D.
Dr. Noor Fitri
Tatang Shabur J., M.Si
Gani Purwiandono, M.Sc.
Nurchahyo Iman Prakoso, M.Sc.
Salmahaminati, M.Sc.
M. Arsyik Kurniawan S., M.Sc.
Ika Yanti, M.Sc.
Mai Anugrahwati, M.Sc.
Habibi Hidayat, M.Sc.
Dhina Fitriastuti, M.Sc.
Argo Khoirul Anas , M.Sc.
Amri Setyawati, M.Sc.
Febi Indah Fajarwati, M.Sc.
Wiyogo Prio Wicaksono, M.Si.

Layouter : Rahmad Wahana
Asra Afrizon

Cetakan I
Juli 2017 M / Syawal 1438 H

Penerbit:



**UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA**

Kampus Terpadu UII

Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta 55584

Tel. (0274) 898 444 Ext. 2301; Fax. (0274) 898 444 psw. 2091

<http://library.uui.ac.id>; e-mail: perpustakaan@uui.ac.id

KATA PENGANTAR

Assalamuálaikum Wr.Wb.

Alhamdulillahirobbiláalamiin... Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah dan kemudahan bagi Tim Penulisan Buku Islam dalam disiplin ilmu Program Studi Kimia FMIPA Universitas Islam Indonesia. Dengan mengucap syukur, buku ini berhasil disusun sebagai hasil dari diskusi dengan harapan agar pemahaman keislaman dapat dibaca dari berbagai fenomena keilmuan kimia. Buku ini merupakan hasil karya yang diperoleh dari Hibah Penulisan Buku Islam dalam Disiplin Ilmu yang diselenggarakan oleh Badan Pengembangan Akademik, Universitas Islam Indonesia.

Hasil karya ini tentu saja masih banyak kekurangan, untuk itu kritik dan saran sangat kami butuhkan untuk pengembangan karya semacam ini ke depannya.

Wassalamuálaikum Wr.Wb

Editor

Dr. Is Fatimah

DAFTAR ISI

BAB 1	Pengantar	1
BAB 2	Kimia Hijau: Salah satu Tanggung jawab Kimiawan Muslim	3
BAB 3	Dari Alam Untuk Kemaslahatan : Kilau Bening Minyak Atsiri Indonesia	19
BAB 4	Indahnya Peristiwa Memberi dan Menerima (Elektrokimia)	39
BAB 5	Peranan Karbon Aktif di Masyarakat dan Industri	59
BAB 6	Rahasia Spesi Kimia Dalam Air Susu Ibu	69
BAB 7	Tarian Biomolekul Menjelaskan Kebesaran Allah	89
BAB 8	Metode Sintesis Ramah Lingkungan sebagai Bentuk Nyata Menjaga Bumi Allah SWT	105
BAB 9	Biomaterial dan Proses Penuaan Manusia	119
BAB 10	Ikatan Kimia dan Keterikatan Ikatan dalam Islam	131
BAB 11	Hidup Bahagia Itu Sederhana, Berfikir Seperti Molekul Kimia “Berfikir”	137
BAB 12	Kimia dalam Perspektif Islam	153
BAB 13	Makanan Dalam Pandangan Islam	165
BAB 14	Eco Muslim dan Tantangannya Dalam Menjaga Lingkungan	175
BAB 15	Peran Ahli Kimia dalam Penemuan Obat dari Perspektif Islam	183
BAB 16	Air dan Tanah Sebagai Sumber Kehidupan	191
BAB 17	Nanomaterial Dalam Tinta Kehidupan Manusia	199
BAB 18	Peran Surfaktan dalam Penanganan Limbah Logam Berat dalam Tanah	207
BAB 19	Bagaimana Peran Teknologi Elektrokimia dalam Sensor Produk Non Halal?	217

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 11.	Produksi bahan organik penting per tahun	16
Tabel 3. 1.	Karakteristik Produk Derivat beberapa jenis minyak atsiri	33
Tabel 6.1.	Perbandingan komposisi dalam ASI vs susu sapi dan formula bayi	80
Tabel 7. 1	Perbandingan sifat toksisitas antara DMC, DMS dan Mel (Shelva, 2007)	110
Tabel 8. 1.	Material yang terlibat dalam sintesis metil eugenol dengan DMS	115
Tabel 8. 2.	Material yang terlibat dalam sintesis metil eugenol dengan DMC	116
Tabel 9. 1.	Komposisi senyawa dalam sampel	126
Tabel 9. 2.	Karakterisasi kitosan	127
Tabel 11. 1.	Frekuensi tipe pembentukan molekul transisi	150
Tabel 18. 1.	Daftar Beberapa Surfaktan yang Digunakan dalam Proses Adsorpsi Logam Berat	211

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1.	Skema kimia hijau	8
Gambar 2. 2.	Kebutuhan air pada produksi beberapa makanan/minuman	10
Gambar 2. 3.	Prosentasi publikasi pada energi alternative	11
Gambar 2. 4.	Skema biofuel dari generasi ke generasi	12
Gambar 2. 5.	Jenis-jenis biofuel generasi pertama	13
Gambar 2. 6.	Proses produksi biogas dan komposisi gas	14
Gambar 2. 7.	Prosentasi distribusi biomassa	16
Gambar 3. 1.	Gambar beberapa tanaman sumber minyak atsiri yang sudah dikenal	22
Gambar 3. 2.	Gambar tanaman kemangi, selasih ungu dan selasih hijau sumber minyak atsiri baru	22
Gambar 3. 3.	Reaksi konversi komponen utama minyak sereh wangi	34
Gambar 3. 4.	Skematika perubahan sitral melalui hidrogenasi	35
Gambar 4. 1.	Berbagai produk hasil elektroplating pada perhiasan dan peralatan rumah tangga	46
Gambar 4. 2.	Proses terjadinya korosi pada besi	52
Gambar 4. 3.	Skema sel elektrolisis untuk memproduksi gas hidrogen dari air	55
Gambar 4. 4.	Skema HFC dan air yang dihasilkan	56
Gambar 5. 1.	Pembuatan arang dengan proses pembakaran (A), Arang (B), Briket (C) https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Charcoal_Briquette.JPG https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Ogatan(JapaneseBriquetteCharcoal).jpg	61
Gambar 5. 2.	Ilustrasi struktur material berpori	64
Gambar 5. 3.	Morfologi permukaan karbon aktif dengan activator KOH	64
Gambar 5. 4.	Distribusi ukuran pori karbon aktif	64
Gambar 5. 5.	Gugus fungsi bersifat asam pada kimia permukaan material padat	65
Gambar 5. 6.	Gugus fungsi bersifat basa pada kimia permukaan	65
Gambar 6. 1.	Struktur molekul lemak (trigliserida)	73
Gambar 6. 2.	Struktur molekul kolesterol	74

Gambar 6. 3.	Struktur molekul ARA (arachidonic acid)	75
Gambar 6. 4.	Struktur molekul DHA	76
Gambar 6. 5.	Struktur molekul protein dalam susu	77
Gambar 6. 6.	Struktur molekul kasein	77
Gambar 6. 7.	Laktoferin	79
Gambar 6. 8.	Struktur molekul taurin	79
Gambar 6. 9.	Struktur molekul contoh vitamin yang ada didalam ASI	82
Gambar 6.10.	Struktur molekul laktosa	84
Gambar 6. 11.	Sel darah putih	84
Gambar 6. 12.	Struktur molekul immunoglobulin	86
Gambar 7. 1.	Ikhtisar Biomolekul	90
Gambar 7. 2.	Tarian Translasi mRNA dalam sintesis Protein	96
Gambar 7. 3.	Ilustrasi ikatan hidrogen	98
Gambar 7. 4.	Ikatan Hidrogen antar molekul H ₂ O	98
Gambar 7. 5.	Ikatan hidrogen antar molekul air dalam es	99
Gambar 7. 6.	Solvasi NaCl	100
Gambar 7. 7.	Struktur Misel	102
Gambar 8. 1.	Gambar Reaksi metilasi	112
Gambar 8. 2.	Pusat sisi asam lunak dan keras pada DMC (Tundo dan Arico, 2010)	113
Gambar 8. 3.	Reaksi metilasi eugenol dengan (a) DMS ; (b) DMC	113
Gambar 9. 1.	Struktur senyawa kitin	122
Gambar 9. 2.	Spektra infra merah senyawa kitosan yang terbentuk	125
Gambar 9. 3.	Kurva derajat deasetilasi kitin terhadap variasi temperatur dan b) Mekanisme reaksi deasetilasi yang terlibat.	125
Gambar 9. 4.	Difraktogram sinar X a) Tanpa SBF T ₉₀ K ₁₀ Ca _{0,5} b) SBF T ₉₀ K ₁₀ Ca _{0,5} c) Tanpa SBF T ₇₅ K ₂₅ Ca _{0,5} d) SBF T ₇₅ K ₂₅ Ca _{0,5}	128
Gambar 9.1.	Model lautan elektron untuk ikatan logam dalam Al	132
Gambar 10. 1.	(a) Contoh Ikatan hidrogen pada molekul air, (b)Contoh Ikatan hidrogen pada molekul air-amonia	133
Gambar 11. 1.	Molekul kimia dan pasang surut energi kestabilan	145
Gambar 11. 2.	Hidup seperti mengendarai sepeda	146
Gambar 11. 3.	Struktur molekul sikloheksana	147



Gambar 11. 4.	Bentuk struktur 3-dimensi dari sikloheksana	148
Gambar 11. 5	Struktur molekul transisi yang terbentuk	149
Gambar 14. 1.	Skema sel surya(diubah dari pinterest.com)	179
Gambar 14. 2.	Skema sel bahan bakar mikroba (diubah dari Hernández-fernández et al., 2016)	180
Gambar 14.1.	Struktur senyawa 1,10-fenantrolinium bromida dan turunan hidroksixanton	188
Gambar 16. 1.	Siklus Hidrologi	195
Gambar 18. 1.	Tahapan Pengangkatan Limbah Logam dari Tanah oleh Biosurfaktan	213
Gambar 19. 1.	Skema teknologi elektrokimia untuk sensor	226
Gambar 19. 2.	Skema teknologi elektrokimia untuk sensor babi	227

BAB 1

Pengantar

Kimia adalah salah satu ilmu dasar yang memainkan peran penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Beberapa ilmuwan muslim telah berkontribusi pada perkembangan ilmu ini dan hingga saat ini memberikan warna pada perkembangan terkini dari ilmu kimia. Dalam sejarah peradaban, kimia dikenal sebagai Alchemist pada era 600 hingga 1600 M. Pada periode ini banyak unsur yang ditemukan seperti bismuth, arsenik dll, banyak senyawa kimia yang dibuat dan eksperimental berkembang ilmu dalam periode ini. Jabir Ibnu Hayyan (721-803 M) misalnya, beliau dikenal sebagai Bapak Alkemi. Beliau menciptakan metode eksperimental untuk persiapan asam nitrat, asam klorida dan timbal. Beliau juga mengembangkan teknik ekstraksi logam dari bijih dan aplikasinya pada teknik pewarnaan. Beberapa ilmuwan muslim lain mengembangkan teknik distilasi, kimia farmasi dan lain sebagainya. Dari sejarah-sejarah tersebut banyak aspek yang sebenarnya dasar-dasar pemikirannya sangat terkait dengan motivasi keislaman. Motivasi ini yang perlu terus digali sehingga kimiawan muslim memiliki semangat berkarya demi kemaslahatan umat dengan dasar keislaman yang kuat.

Atas dasar hal-hal tersebut, dalam buku ini disampaikan kajian beberapa perkembangan keilmuan kimia dalam berbagai warna dalam semangat menumbuhkan semangat nilai-nilai keislaman. Beberapa kajian disajikan dalam buku ini meliputi dasar-dasar green chemistry sebagai salah satu tanggungjawab muslim, pemanfaatan potensi minyak atsiri, pengembangan elektrokimia, material, biokimia hingga aspek sintesis dalam kaitannya dalam semangat keislaman.

BAB 2

Kimia Hijau: Salah satu Tanggung jawab Kimiawan Muslim

Is Fatimah

Kemajuan teknologi dan industri kimia yang berkembang pesat disadari memberikan banyak kemanfaatan bagi kehidupan dan martabat manusia, namun di sisi lain juga menimbulkan berbagai masalah lingkungan. Sebagai contoh perkembangan industri farmasi, pestisida, pupuk (*fertilizer*) yang tak lepas dari penemuan-penemuan di bidang sintesis organik, dan secara langsung industri-industri tersebut menyumbangkan permasalahan limbah, penanganan efek pasca penggunaan dan sebagainya (Abbasi and Taheri, 2013). Dalam beberapa proses, reaksi kimia memegang peranan penting sehingga faktor produktifitas proses industri kimia diarahkan untuk mendapatkan hasil sintesis sebanyak-banyaknya tanpa mempertimbangkan efek yang ditimbulkan seperti dihasilkannya residu bahan kimia serta konsumsi energi yang sangat tinggi. Industri kimia menyumbang 7% dari pendapatan global dan 9% perdagangan global, dengan 80% dari output dunia diproduksi oleh 16 negara (Abdennouri et al., 2011). Produksi diproyeksikan meningkat 85% pada tahun 2020 dan hal ini akan makin meningkat seiring peningkatan pendapatan perkapita. Selama setengah abad terakhir, pertumbuhan yang besar diiringi dengan pertumbuhan volume penggunaan bahan petrokimia dan menyesuaikan kebutuhan industri farmasi. Keseluruhan produksi telah bergeser dari komoditas utama bahan kimia untuk rumah tangga dan bahan kimia khusus. Beberapa masalah seperti ketersediaan bahan baku petrokimia, masalah lingkungan, pelepasan bahan beracun, penipisan bahan tak terbarukan, masalah kesehatan jangka pendek dan jangka panjang akibat paparan bahan kimia dari masyarakat untuk bahan kimia, pelarut, dan masalah keamanan adalah hal yang patut dipertimbangkan di antara keuntungan-keuntungan tersebut di atas (Abdelkader et al., 2016).

Terdorong oleh hal tersebut, dalam dasawarsa terakhir konsep kimia hijau (*green chemistry*) menjadi topik sentral dalam perkembangan seluruh aspek kimia termasuk kimia organik sintesis. Dasar pemikiran dari konsep kimia hijau muncul dari konsep pembangunan keberlanjutan (*sustainable development*) oleh United Nation pada tahun 1987. Dasar dari konsep tersebut adalah:

"..... Meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs."

Konsep tersebut sebenarnya tidak jauh dari pesan moral sebagaimana termaktub dalam QS. Al Hasyr ayat ke-18:

يٰۤاَيُّهَا الَّذِيْنَ ءَامَنُوْا اتَّقُوْا اللّٰهَ وَلْتَنْظُرْ نَفْسٌ مَّا قَدَّمَتْ لِغَدٍ وَّاتَّقُوا اللّٰهَ
اِنَّ اللّٰهَ خَبِيْرٌۢ بِمَا تَعْمَلُوْنَ ﴿١٨﴾

Artinya: Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah dan hendaklah setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat); dan bertakwalah kepada Allah, sesungguhnya Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.

Dari ayat tersebut tersirat bahwa adalah tanggungjawab setiap muslim untuk mempertimbangkan kemaslahatan umat utamanya generasi yang akan datang. Dalam perspektif pembangunan industry maka penmbangunan yang dijarapkan adalah pembangunan yang dalam bahasa umum disebut *sustainable development* atau pembangunan berkelanjutan yakni pembangunan yang mempertemukan ketercukupan kebutuhan saat ini dengan kebutuhan generasi yang akan datang. Sumber daya alam ini bukan warisan, melainkan titipan untuk anak-cucu.

Pembangunan berkelanjutan meliputi 4(empat) aspek pembangunan yakni:

- Pembangunan ekonomi berkelanjutan
- Pembangunan social berkelanjutan, dan
- Pembangunan lingkungan berkelanjutan.
- Pembangunan lingkungan berkelanjutan amat erat hubungannya dengan peranan kimia dalam pembangunan terutama sektor industri pangan dan kesehatan.

Berkaitan hal tersebut, konsep kimia hijau (*green chemistry*) melibatkan pengurangan, atau penghapusan, penggunaan zat berbahaya dalam proses kimia atau pelepasan dan munculnya intermediet atau produk berbahaya atau beracun meliputi bahan baku, reagen, pelarut, produk, dan produk sampingan. Selain itu kimia hijau juga mencakup dapat terbarukannya bahan dan energi salah satunya dengan penggunaan bahan baku dan sumber energi berkelanjutan untuk proses manufaktur (Anastas dan Warner, 1998; Anastas dan Lankey, 2000, 2002; Anastas et al., 2001).

yang digunakan dalam proses kimia yang harus dipilih. Kimia hijau didasarkan pada 12 prinsip yang harus dipegang oleh suatu perencana proses industri/reaksi kimia :

1. Pencegahan limbah. Setiap usaha produksi dari bahan industri diarahkan pada mekanisme yang memungkinkan paling sedikit limbah. Sebagai ilustrasi data dari Word Bank menunjukkan bahwa biaya untuk mengelola limbah atau sampah sanitasi adalah 200kali biaya pengadaan kebutuhan sanitasi itu sendiri. Hal ini belum termasuk pembiayaan hal-hal lain yang berkaitan dengan aktivitas industri sehingga lebih baik mencegah daripada melakukan treatment limbah yang dihasilkan.

2. Atom ekonomi. Langkah sintetik atau reaksi harus dirancang untuk memaksimalkan penggunaan bahan baku yang digunakan dalam mengolahnya menjadi produk akhir, bukan menghasilkan produk samping yang tidak diinginkan.
3. Menggunakan bahan kimia yang kurang/tidak berbahaya. Hal umum yang diterapkan dalam konsep ini adalah semua bahan memberikan efek resiko bahaya atau toksik pada kadar tertentu. Metode sintesis seharusnya dirancang untuk menggunakan dan menghasilkan zat yang memiliki sedikit atau tidak toksik terhadap lingkungan dan masyarakat luas.
4. Desain untuk bahan kimia yang lebih aman. Produk kimia harus dirancang sedemikian rupa sehingga mereka tidak hanya tidak toksik dalam jangka pendek namun juga dalam jangka panjang.
5. Pelarut dan bahan yang aman. Penggunaan zat tambahan(aditif) termasuk pelarut atau bahan pemisah sebaiknya dipilih yang dapat digunakan berkali-kali tidak hanya sekali. Jika penggunaannya tidak dapat dihindari, pelarut yang digunakan harus bersifat ringan.
6. Desain untuk efisiensi energi. Kebutuhan energi kimia dari suatu proses harus diketahui efeknya untuk lingkungan dan dampak ekonomi dan harus diminimalkan. Jika memungkinkan, semua reaksi dilakukan pada suhu ringan dan tekanan rendah untuk meminimalkan penggunaan energi.
7. Penggunaan bahan baku terbarukan. Bahan atau bahan baku harus menjadi perhatian. Penggunaan bahan yang dapat diperbaharui lebih ekonomis dan praktis. Sebagai contoh, minyak, gas, dan batu bara yang berkurang dari waktu ke waktu adalah karena sumber daya yang tidak dapat diperbaharui.
8. Pengurangan derivatif. Penggunaan kelompok memblokir, agen blok dalam suatu reaksi, dikenal sebagai derivatisasi biasanya dilakukan selama sintesis kimia. Derivat yang tidak perlu harus diminimalkan atau dihindari. Langkah-langkah

tersebut membutuhkan reagen tambahan dan energi dan dapat menghasilkan limbah.

9. Katalisis. Reagen katalis memungkinkan suatu reaksi lebih cepat berlangsung dan lebih unggul secara stoikiometri. Penggunaan katalis heterogen memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan katalis homogen atau cair.
10. Desain untuk degradasi. Produk kimia seharusnya didesain sehingga pada akhir fungsi mereka mereka terurai menjadi produk degradasi berbahaya dan tidak bertahan dalam lingkungan.
11. Analisis *real-time* untuk pencegahan polusi (Wrisberg et al.,2002). Metodologi analitis perlu ditingkatkan untuk memungkinkan untuk real-time, dalam proses monitoring dan kontrol sebelum pembentukan zat berbahaya.
12. Pencegahan bahan kimia dan kecelakaan kimia secara inheren. Zat dan bentuk zat yang digunakan dalam proses kimia harus dipilih berdasarkan kecilnya potensi kecelakaan kimia. Hal ini meliputi penggunaan bahan dan jumlah bahan, pertimbangan resiko ledakan, dan kebakaran zat dan bentuk(formulasi) zat

Kedua belas prinsip tersebut secara simultan akan menjadi motivasi dalam pengembangan aplikasi-aplikasi kimia dalam industri dan lingkungan. Prinsip-prinsip tersebut mengarah pada muara keberlanjutan (*sustainability*) dari sumber daya alam dan energi yang apabila tidak dikendalikan maka pemusnahannya semakin hari semakin meningkat. Pilar keberlanjutan meliputi 5(lima) aspek sebagaimana disajikan melalui skema pada Gambar 2.1. yakni :

1. Pengurangan bahan
2. Penggunaan kembali dan daur ulang
3. Pemulihan energy
4. Pengolahan sampah
5. Pembuangan aman (*Secure disposal*)



Gambar 2. 1. Skema kimia hijau

Beberapa hal yang dapat menjadi refleksi seorang muslim dalam pengembangan kimia hijau akan disampaikan dalam sub-bab berikut:

Pengurangan sampah

Secara personal prinsip-prinsip keberlanjutan dapat diterapkan mulai dari hal yang sangat sederhana. Sebagai contoh gerakan mencegah pembuangan sisa makanan dengan menakar kebutuhan makan masing-masing orang. Menurut data dari United Nations Environment Programme (UNEP) dan *Food and Agriculture Organization*(FAO) dikemukakan bahwa 1/3 dari bahan pangan yang dikonsumsi orang dibuang sebagai sampah makanan. Lebih lanjut FAO memberikan detail bahwa sampah tersebut meliputi 45% buah dan sayur, 35% ikan/ *seafood*, 30% *sereal*, 20% produk susu (*dairy products*) dan 20% daging. *Food loss and waste also has a significant impact on the environment.* Kehilangan sumber karbon dari pembuangan tersebut setara dengan 3,3 giga ton dan jika dihitung secara total jumlah tersebut sedikit lebih rendah dibandingkan emisi CO₂ yang dikeluarkan oleh Amerika dan Cina. Total karbon juga setara dengan penggunaan lahan seluas 1,4 milyar hektar atau kira-kira 28% dari luas wilayah pertanian dunia.

Hemat Air

Dalam hal evaluasi keberlanjutan suatu produksi, salah satu metode yang dapat diadopsi adalah analisis jejak air (*water footprint analysis*). Meskipun di banyak negara sebagian besar makanan masih berasal dari negara itu sendiri, namun saat ini banyak makanan diperdagangkan secara internasional. Akibatnya, hamper semua negara merupakan pengimpor air virtual—yakni air yang digunakan dalam bentuk komoditas pertanian. Dalam pengertian ini kita mengenal definisi air virtual yakni air yang dibutuhkan untuk sebuah produksi produk/pangan.

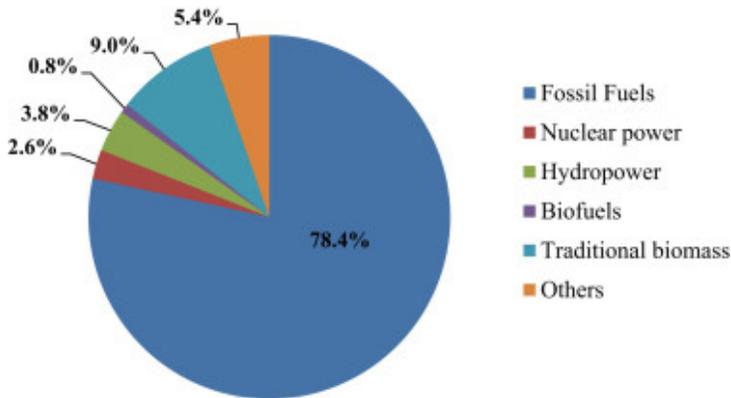
Konsep air maya (*virtual-water*) pertama kali diperkenalkan oleh Tony Allan dan merupakan gagasan penggunaan sumber air di luar keterbatasan suatu daerah/negara akan air dari sumber alam mereka sendiri. Dalam kerangka ini kemudian muncul konsep jejak air/ water footprint (WF). Konsep jejak air (WF) diperkenalkan sekitar satu dekade lalu. WF diperkenalkan di bidang manajemen sumber daya air, sebagai alat untuk mengukur penggunaan air dalam kaitannya dengan pola konsumsi. Dengan menggunakan konsep jejak air, secara skematik kebutuhan air yang diperlukan untuk memproduksi makanan disajikan pada Gambar 22. Jumlah air (dalam liter) yang dibutuhkan untuk memproduksi sebuah makanan/minuman bervariasi tergantung pada sumber, proses dan transportasi dasar yang dibutuhkan. Untuk membuat satu potong sandwich diperlukan 2400liter air dan untuk membuat satu gelas jus jeruk dibutuhkan 190liter air. Perhitungan ini diperoleh dari kebutuhan air setiap komponen untuk membuat bahan dalam proporsinya.



Gambar 2. 2. Kebutuhan air pada produksi beberapa makanan/minuman

Energi Terbarukan

Perkiraan kebutuhan energi untuk setiap negara berkembang diperkirakan akan mencapai 84%. Hal ini sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk dunia yang diperkirakan akan mencapai 9 miliar pada tahun 2050 kebutuhan akan energi juga akan mengalami peningkatan pesat. Melalui evaluasi terhadap sumber energi maka sepertiga dari bahan bakar hanya dapat tercukupi melalui ketersediaan bahan bakar bio (biofuel) termasuk biodiesel karena sumber bahan bakar fosil tidak akan mencukupi kebutuhan manusia. Penelitian-penelitian penyediaan bahan bakar bio-pun meningkat dalam 20 tahun terakhir ditunjukkan dengan jumlah publikasi berkaitan hal tersebut terutama dari Eropa dan Amerika (Gambar 2.3).



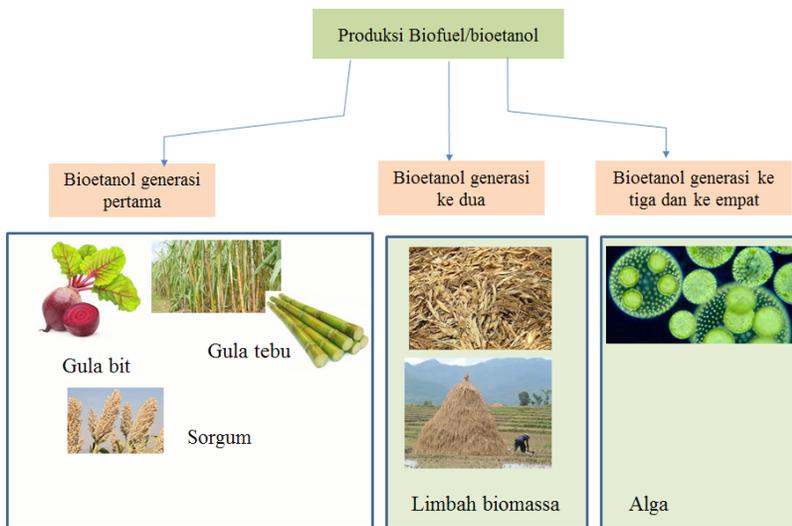
Gambar 2. 3. Prosentasi publikasi pada energi alternative

Berkaitan dengan 12 prinsip kimia hijau, paradigma penelitian mengarah kepada riset pengembangan biofuel yang efisien. Riset biofuel pun berkembang dari generasi ke generasi mengingat efektivitas dan keseimbangan alam terutama aspek keberlanjutan serta efek lingkungan utamanya kontribusi terhadap emisi CO₂ yang ditimbulkan (Dang et al., 2013).

Biofuel adalah bahan bakar yang diperleh dari biomassa yakni senyawa organik yang dapat diperoleh baik dari tanaman maupun hewan meliputi kayu, bahan pertanian, tanaman air, tanaman hutan, limbah dan residu pertanian serta peternakan. Dalam bahasa sederhana biofuel adalah bahan bakar yang dapat berupa padat, cair atau gas dari senyawa organik biomassa. Sebagai salah satu contoh biofuel yang dikembangkan di awal penyediaan energi alternative adalah kayu dan arang yang hingga saat ini masih digunakan di negara-negara berkembang, di tingkat yang lebih lanjut, ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar pembangkit generator untuk proses produksi selanjutnya. Di kalangan masyarakat tradisional, kayu dan arang masih digunakan sebagai bahan bakar proses produksi pangan dan bahkan industri kecil-menengah. Dalam bentuk gas, metana dihasilkan dari fermentasi kotoran hewan, buangan

limbah rumah tangga dsb merupakan inovasi yang dikembangkan berbasis biofuel. Dalam perkembangannya, biofuel mengalami transisi dengan berbagai pertimbangan sehingga dikenal biofuel generasi pertama hingga ke empat (Gambar 2.4).

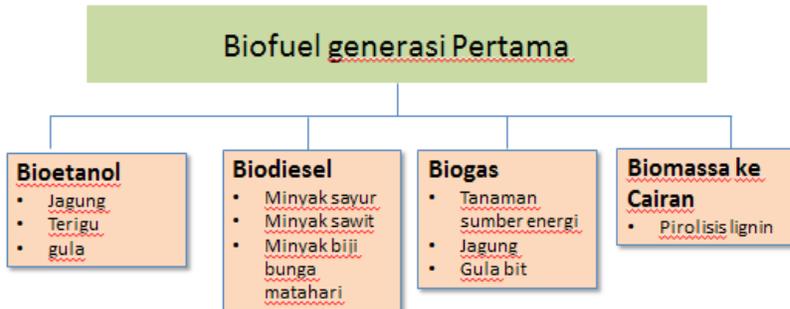
Biofuel generasi pertama adalah biofuel yang dikembangkan menggunakan sumber bahan baku minyak-minyak nabati yang melimpah seperti minyak jagung, gandum, sereal dan ampas tebu dimana mayoritas berkaitan dengan sumber pangan sehingga memberikan efek kompetitif dengan penyediaan bahan pangan dunia. Melalui skema ini dihasilkan beberapa produk meliputi bioethanol, biodiesel, biogas dan biomassa ke cairan (*biomass to liquid* (BtL))(Quitain et al., 2006).



Gambar 2. 4. Skema biofuel dari generasi ke generasi

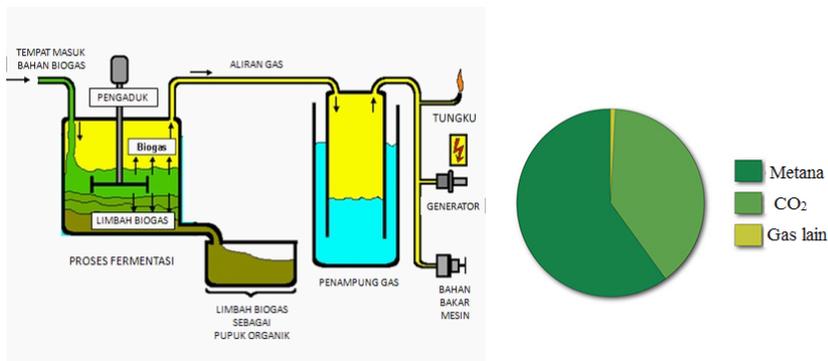
Alternatif lain untuk menggantikan bahan-bahan ini mengarah pada pemanfaatan lahan dan hutan, namun pada akhirnya juga berakibat pada penggundulan hutan (deforestasi). Kemudian dikembangkan biodiesel generasi ke dua yang bersumber pada lignoselulosa dan

sampah biomassa melalui pra perlakuan untuk menyederhanakan dan meningkatkan nilai ekonomis konversi (Gambar 2.5.). Termasuk dalam skema pengembangan biofuel generasi ke dua bahan dasar lignoselulosa dipecah menjadi lignin dan selulosa untuk selanjutnya melalui gasifikasi dan fermentasi akan diubah menjadi listrik dan bahan bakar bioethanol (Gambar 38)(Quitain et al., 2006).



Gambar 2. 5. Jenis-jenis biofuel generasi pertama

Selain bahan bakar dalam bentuk biofuel termasuk biodiesel, pemanfaatan limbah dan biomassa dapat diwujudkan sebagai sumber energy melalui sintesis biogas sebagaimana disajikan secara skematik melalui Gambar X. Biogas dari biomassa dapat diperoleh dari sampah organic melalui proses fermentasi (Gambar 2.6).



Gambar 2. 6. Proses produksi biogas dan komposisi gas

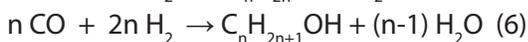
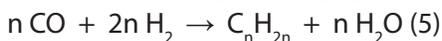
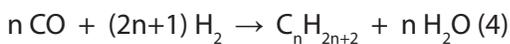
Bahan Kimia Terbarukan

Sebagaimana disampaikan pada sub-bab energy terbarukan, bahan bakar fosil hingga saat ini merupakan tulang punggung energi dan juga industri bahan kimia dunia. Batubara, minyak dan gas alam, sumber daya fosil dibangun selama ribuan tahun, tidak hanya pemasok energi utama namun bahan-bahan tersebut tidak dapat dipungkiri merupakan bahan bakar tak terbarukan. Seiring upaya pencarian sumber bahan baku dan energi alternative, bahan baku karbohidrat adalah salah satu jalur yang dirasa cukup menjanjikan untuk dikembangkan. Dibandingkan dengan batu bara, minyak dan gas alam, biomassa khususnya gula atau karbohidrat terestrial jauh lebih kompleks dan memberikan berbagai alternative jalur. Sebagai upaya keberlanjutan, upaya pencarian sumber bahan kimia lain harus dilakukan. Hal ini sudah seharusnya menjadi pemikiran muslim sesuai dengan perintah Allah dalam ayat berikut:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ
 لِأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٦٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ
 جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ
 هَذَا بَطَلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٦١﴾

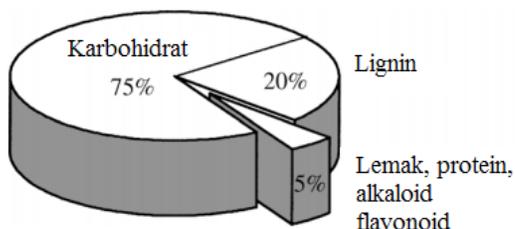
Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Rabb kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka”. [Ali ‘Imran/3:190-191].

Upaya produksi bahan dari bahan biomassa dikenal sebagai biorefinery. Biorefinery diklasifikasikan berdasarkan karakteristik kuncinya. Bahan utama dari biorefinery secara garis besar adalah tanaman-tanaman rumput, tanaman pati (jagung, gamdum, sagu), tanaman sumber gula (bit, tebu), bahan selulosik (tanaman hutan, rumput), residu lignoselulat, tanaman minyak (kelapa sawit, zaitun), biomassa akuatik (algae dan rumput laut) serta residu organik lainnya. Bahan-bahan tersebut diproses dalam biorefinery melalui suatu jalur atau dikenal sebagai platform yang meliputi platform single carbon (C1), C5 dan C6, lignin, minyak dan cairan pirolitik. Salah satu teknologi dalam upaya ini adalah Proses Fischer-Tropsch digunakan untuk mengkonversi syngas menjadi hidrokarbon berupa gasoline, bahan bakar diesel, bahan bakar jet, serta bahan kimia seperti olefin dan wax atau sering dikenal sebagai proses Gas-to-Liquids (GTL) di beberapa Negara. Katalis memegang peranan penting dalam proses ini, dan umumnya katalis terdiri dari cobalt (Co) atau besi. Reaksi berlangsung dengan mekanisme kompleks sebagai berikut:



berlangsung pada temperature antara 200 hingga 350 dg.C dan tekanan antara 20 hingga 50 bar. Reaksi berlangsung secara eksotermis sehingga reaktornya memerlukan desain khusus.

Selain syn gas, dalam produksi dan penggunaan bahan organik karbohidrat merupakan 75% dari total produksi biomassa terbarukan setiap tahunnya yakni sekitar 180 miliar ton (Gambar 2.7). Dari jumlah tersebut, hanya kecil sebagian keil kira-kira 4% yang digunakan manusia. Produksi beberapa bahan kimia organik penting disajikan pada Tabel 2.1.



Gambar 2. 7. Prosentasi distribusi biomassa

Tabel 2. 11. Produksi bahan organik penting per tahun

Sukrosa	149.900.000	0.25
D-Glukosa	30.000.000	0.30
Laktosa	295.000	0.60
D-Fruktosa	60.000	1.00
Isomaltulosa	70.000	2.00
Maltosa	3.000	3.00
D-Xylosa	10.000	4.50
L-Sorbosa	60.000	7.50
Alcohols		
D-Sorbitol	650.000	1.80
Erthritol	30.000	2.25
Xylitol	30.000	5.00
D-Mannitol	30.000	8.00

Diperoleh dari gula		
Asam sitrat	1.500.000	1.00
Asam D-Gluconat	100.000	1.40
Asam L-Laktat	150.000	1.75
Asam L-Tartarat	35.000	6.00
Asam L-Askorbat	80.000	8.00
Asam Amino		
Asam L-Glutamat	1.500.000	1.20
L-Lysine	740.000	2.00
Petrokimia		
Etilena	90.000.000	0.40
Propilena	45.000.000	0.35
Benzena	23.000.000	0.40
Asam tereftalat	12.000.000	0.70
Anilin	1.300.000	0.95
Asetaldehid	900.000	1.10
Asam adipat	1.500.000	1.70
Solvent		
Metanol	25.000.000	0.15
Toluena	6.500.000	0.25
Aseton	3.200.000	0.55

Pemanfaatan karbohidrat sebagai bahan baku kimia saat ini dapat dilakukan dalam skala massal, menengah, baik sebagai bahan kimia, obat-obatan, bahan kimia pertanian, atau tinggi nilai tambah bahan kimia khusus.

Penutup

Berdasarkan uraian kimia hijau sebagai tanggungjawab muslim tersebut di atas maka dapat kita simpulkan bahwa ada banyak peluang dan peran muslim di dalamnya dan sebenarnya sangat berkaitan dengan perilaku yang diperintahkan Allah SWT.

Referensi

- Abbasi, M., Taheri, A., 2013. Effect of Coagulant Agents on Oily Wastewater Treatment Performance Using Mullite Ceramic MF Membranes: Experimental and Modeling Studies. *Chinese Journal of Chemical Engineering* 21, 1251–1259. doi:10.1016/S1004-9541(13)60617-5
- Abdelkader, E., Nadjia, L., Rose-noe, V., 2016. Adsorption of Congo red azo dye on nanosized SnO₂ derived from sol-gel method 53–70. doi:10.1007/s40090-015-0061-9
- Abdennouri, M., Baâlala, M., Galadi, A., El Makhfouk, M., Bensitel, M., Nohair, K., Sadiq, M., Boussaoud, A., Barka, N., 2011. Photocatalytic degradation of pesticides by titanium dioxide and titanium pillared purified clays. *Arabian Journal of Chemistry*. doi:10.1016/j.arabjc.2011.04.005
- Dang, T.H., Chen, B.H., Lee, D.J., 2013. Application of kaolin-based catalysts in biodiesel production via transesterification of vegetable oils in excess methanol. *Bioresource Technology* 145, 175–181. doi:10.1016/j.biortech.2012.12.024
- Quitain, A.T., Katoh, S., Goto, M., 2006. Microwave-Assisted Synthesis of Biofuels.

BAB 3

Dari Alam Untuk Kemaslahatan : Kilau Bening Minyak Atsiri Indonesia

Dwiwarso Rubiyanto

Alloh Subhanahu wa ta'ala menciptakan bumi beserta isinya tidak lain hanyalah untuk kepentingan makhluknya yang bernama manusia. Manusia telah Alloh SWT. gariskan sebagai khalifah yang bertugas menjaga dan melestarikan sumber daya alam yang ada di bumi baik yang ada di atas, di bawah dan yang berada di antara keduanya. Dalam Al-Qur'an Surat Al-An'am (6): 165 Alloh SWT. Berfirman yang artinya :

“Dan Dia lah yang menjadikan kamu penguasa-penguasa di bumi dan Dia meninggikan sebahagian kamu atas sebahagian (yang lain) beberapa derajat, untuk mengujimu tentang apa yang diberikan-Nya kepadamu. Sesungguhnya Tuhanmu Amat cepat siksaan-Nya dan Sesungguhnya Dia Maha Pengampun lagi Maha Penyayang”

Dari ayat di atas jelaslah siapa yang paling bertanggungjawab atas amanah tersebut. Dalam pengertian umum sumber daya alam didefinisikan sebagai sesuatu yang dipandang memiliki nilai ekonomi. Dapat juga dikatakan bahwa sumber daya alam adalah komponen dari ekosistem yang menyediakan barang dan jasa yang bermanfaat bagi kebutuhan manusia. Sumber daya alam dapat juga dipandang sebagai aset untuk pemenuhan kepuasan utilitas manusia. Sesuatu bisa dikatakan sebagai sumber daya alam jika memiliki dua kriteria berikut, yaitu: pertama adalah harus ada pengetahuan, teknologi atau keterampilan untuk memanfaatkannya. Kedua adalah harus ada kebutuhan terhadap sumber daya alam tersebut. Kalau kedua kriteria tersebut tidak dimiliki, maka sesuatu itu belum bisa disebut sumber daya alam tapi sebatas barang netral.

Kekayaan alam Indonesia merupakan salah satu aset penting bangsa yang dapat digunakan untuk menopang kelangsungan hidup rakyat yang mendiami negara ini. Indonesia mempunyai sumber daya alam yang besar baik bahan alam hayati maupun non hayati. Kenyataannya, sumber daya alam yang besar ini tidak diimbangi dengan pengelolaan yang optimal untuk kepentingan bangsa sendiri. Sehingga bukan merupakan hal aneh lagi apabila kita menggunakan produk dari sumber daya alam sendiri tetapi hasil olahan bangsa lain. Hal ini juga telah ditegaskan oleh Alloh SWT dalam Surat An-Nahl (16): 14.

“Dan Dia-lah, Allah yang menundukkan lautan (untukmu), agar kamu dapat memakan daripadanya daging yang segar (ikan), dan kamu mengeluarkan dari lautan itu perhiasan yang kamu pakai; dan kamu melihat bahtera berlayar padanya, dan supaya kamu mencari (keuntungan) dari karunia-Nya, dan supaya kamu bersyukur”

Minyak Atsiri

Banyak istilah yang digunakan untuk menyebut minyak atsiri. Misal dalam bahasa Inggris disebut *essential oils*, *etherial oils*, dan *volatile oils*. Dalam bahasa Indonesia ada yang menyebutnya minyak terbang, minyak menguap dan lain-lain. Minyak atsiri adalah zat yang berbau, yang berasal dari bagian-bagian tanaman dan jika berada di tempat terbuka akan menguap pada temperatur kamar, mempunyai rasa getir, larut dalam pelarut organik dan tidak larut dalam air.

Minyak atsiri ini berperan untuk memberi bau khas yang dihasilkan yang berguna untuk membedakan satu tanaman dengan tanaman yang lain. Bau enak dari melati/jasmin, segar dari lemon, bau harum dari kayu cendana, eksotiknya aroma kayu gaharu semuanya disebabkan oleh minyak atsiri yang terdapat dalam jaringan tanaman itu. Bau yang khas dan tajam ini digunakan dalam bermacam bahan dan produk industri seperti obat, pembuatan esens dan parfum. Cita rasa pada makanan

biasanya diperoleh dengan melakukan penambahan essence, karena itu mutu minyak atsiri yang dihasilkan mempunyai pengaruh yang sangat besar pada kelezatan suatu makanan.

Dalam ilmu kimia, minyak atsiri merupakan campuran senyawa yang bergabung menjadi satu dalam bentuk minyak yang memiliki bau yang khas yang diperoleh dari bagian tertentu dalam tanaman. Walaupun minyak atsiri mengandung bermacam-macam komponen kimia yang berbeda, namun komponen tersebut dapat dikelompokkan ke dalam 4 (empat) kelompok besar yang dominan menentukan sifat minyak atsiri, yaitu :

1. Terpena, yaitu senyawa yang ada hubungan dengan isoprena atau isopentena.
2. Persenyawaan berantai lurus, tidak mengandung rantai cabang.
3. Turunan benzena.
4. Berbagai macam persenyawaan lainnya yang mengandung ikatan rangkap atau oksigen.

Fungsi minyak atsiri dalam tanaman antara lain sebagaimana yang dikembangkan dalam kimia bahan alam adalah :

1. Sebagai cadangan makanan dalam tanaman.
2. Minyak atsiri dapat menarik serangga sehingga penyerbukannya lebih efektif.
3. Dengan dihasilkannya minyak dengan bau yang merangsang, tercipta sejenis daya tahan tanaman terhadap kerusakan oleh binatang maupun tanaman parasit.
4. Sebagai penutup bagian kayu yang terluka atau berfungsi sebagai pelapis/pelindung untuk mencegah penguapan air yang berlebihan.

Selain fungsinya yang khas bagi tanaman penghasilnya, minyak atsiri ternyata mempunyai manfaat lain bagi manusia seperti memiliki

sifat bakterisida atau anti bakteri sehingga dapat digunakan untuk mengobati infeksi urogenital, memperbaiki jaringan yang rusak, mengurangi rasa tegang pada perut atau gejala kolik, mengobati luka dan menyembuhkan koreng.



Gambar 3. 1. Gambar beberapa tanaman sumber minyak atsiri yang sudah dikenal



Gambar 3. 2. Gambar tanaman kemangi, selasih ungu dan selasih hijau sumber minyak atsiri baru

Minyak atsiri didefinisikan sebagai bahan berbentuk minyak berbau khas yang mengandung campuran senyawa kimia yang diperoleh dari bagian tanaman seperti akar, batang, daun, bunga dan buah dengan menggunakan metode distilasi seperti distilasi air, distilasi uap-air dan distilasi uap. Dengan definisi ini tentu akan dapat dibedakan bahan berbentuk minyak yang lain yang juga diperoleh dari tanaman seperti minyak kelapa, minyak biji bunga matahari, minyak zaitun.

Masyarakat juga mengenal bahan-bahan yang mirip dengan minyak atsiri karena baunya yang karakteristik dan penggunaannya sama dengan minyak atsiri seperti ekstrak bunga-bunga, absolut mawar/

melati dan pomade seperti yang dijumpai pada kosmetik, parfum, minyak wangi, pasta gigi, sabun, sampo dan lain-lain.

Wewangian

Tak kalah penting penggunaan minyak atsiri adalah sebagai biang parfum atau wewangian yang sangat mahal. Dalam Islam, wewangian atau harum-haruman merupakan kesunahan yang sangat disukai oleh Rasulullah Muhammad *shallahu 'alaihi wa alihi wa salam* dan sangat dianjurkan kepada kita para pengikutnya untuk melakukannya. Nabi Muhammad SAW bersabda yang artinya :

"Aku diberi kesenangan di dunia ini, yaitu wanita, harum-haruman, dan kesejukan mata dalam sembahyang" (HR. An-Nasa'i).

Nabi Muhammad SAW sendiri menganggap harum-haruman (minyak wangi) sebagai sesuatu yang menyenangkan. Karena itu hendaklah kita berlomba-lomba mengharumkan diri dengan aroma minyak wangi dan jangan menolak bila orang lain memberikannya kepada kita, *"Siapa yang diberi harum-haruman hendaknya jangan menolak, karena sesungguhnya ia adalah ringan bebannya dan harum baunya"* ujar Nabi seperti yang tertuang dalam HR.Ahmad bin Hanbal.Abu Daud dan an-Nasa'i.

Melihat pentingnya eksistensi wewangianatau parfum bagi kita, maka umat Islam pun dianjurkan oleh Nabi Muhammad SAW untuk menggunakan parfum antara lain :

1. Ketika hendak pergi shalat Jum'at, sabda Rasulullah *"Alangkah baiknya jika salah seorang diantara kamu membeli dua pakaian untuk hari Jum'at, selain untuk pakaian kerja"*(HR.IbnuMajah dan AbuDaud) Hadits ini diperkuat lagi dengan sabda lainnya yang berbunyi, *"Hendaknya setiap muslim mandi pada hari Jum'at, kemudian memakai pakaian yang terbaik, dan jika ia mempunyai*

wangi-wangian, maka hendaklah ia memakainya” (HR.Ahmad bin Hanbal)

2. Untuk mengharumkan Masjid, Aisyah binti Abu Bakar meriwayatkan *“Rasulullah saw pernah menyuruh mendirikan masjid di kampung dan meminta supaya dibersihkan dan diberi yang harum-haruman”* (HR. Al- Bukhari, Muslim, At-Tirmidzi dan Abu Daud).
3. Untuk mengharumkan Ka’bah, Aisyah binti Abu Bakar meriwayatkan *“Berilah Baitullah itu wangi-wangian karena yang demikian itu termasuk usaha membersihkannya”* (HR.Ahmad bin Hanbal).
4. Ketika hendak memulai Ihram (Haji dan Umrah), Aisyah binti Abu Bakar meriwayatkan, *“Aku pernah memberi wewangian kepada Nabi saw ketika (hendak) Ihram dengan minyak yang paling harum”* (HR al-Bukhari dan Muslim).
5. Ketika akan shalat hari Raya (Idul Fitri dan Idul Adha) sabda Nabi, *“Rasulullah saw menyuruh pada dua hari raya agar memakai pakaian yang terbaik yang dia punyai dan memakai wewangian yang terharum dia peroleh, serta berkorban dengan (hewan) terbaik yang dia dapatkan”* (HR. Al-Hakim).
6. Memakaikannya pada badan jenazah yang wafat tidak dalam keadaan ihram, yakni setelah selesai dimandikan, sabda Nabi Muhammad SAW *“Rasulullah saw datang kepada kami ketika putrinya meninggal dunia, lalu beliau bersabda, Mandikanlah ia tiga kali, lima kali atau lebih dari itu, dan yang terakhir campurlah dengan kapur barus atau sedikit kapur barus. Kemudian jika kamu telah selesai beritahulah saya, Seusai kami memandikannya, kami beritahukan kepadanya, lalu beliau memberikan sehelai kain kepada kami, seraya beliau bersabda, “Pakaikanlah kain itu padanya”.* (HR. Al-Jamaah).

7. Untuk wanita yang baru selesai haid. Aisyah binti Abu Bakar berkata, "*Seorang perempuan dari kaum Anshar bertanya kepada Rasulullah mengenai cara mandi sesudah haid, Rasulullah bersabda, "Ambillah sedikit kasturi (minyak wangi), lalu engkau gunakan untuk bersuci"* (HR.al-Jama'ah kecuali At-Tirmidzi).

Pada zaman Nabi Muhammad SAW, jenis minyak wangi yang paling harum baunya adalah minyak kasturi, keterangan ini terdapat pada hampir semua hadits, kecuali Al-Bukhari dan Ibnu Majah. Di beberapa daerah di Indonesia seperti Maluku, tumbuhan kasturi banyak ditemukan, kasturi memiliki banyak jenis yaitu *Hibiscus abelmaschus* atau *H. moschatus* atau *Abelmoschus moschatus* atau juga *Granum moschatum* juga seringkali dikenal dengan nama gandapura, kapas sedeki, kaoro, kakpahan, regulo, rewulu atau bukal.

Istilah kasturi sendiri sebenarnya merujuk kepada kandungan bahan yang terdapat dalam bintil kelenjar kijing jantan (*musk deer*). Kerap ditemukan di bagian antara perut dan genital, namun kasturi juga kadang tumbuh di bagian-bagian lain hewan tersebut, seperti di leher, badan atas dan juga kepala. Apabila tertanggal atau dipotong dari tubuh kijing tersebut, bintil kasturi yang mengering warna dan kandungan berwarna merah keperakan berubah menjadi hitam dan keras. Jika ditekan kuat atau diketuk, butiran kecil akan keluar darinya dan bahan itulah yang dicampur bersama minyak atau ekstrak beralkohol. Sejak ratusan tahun lalu, minyak kasturi digunakan dalam pembuatan parfum terutama sebagai biang penyebar bau harum (inti parfum) selain itu dipercayai menjadikan bau harum lebih tahan lama (fiksatif).

Dari beberapa sumber disebutkan bahwa sebenarnya sumber wangi kasturi itu berasal dari dua jenis sumber, yaitu tumbuhan dan hewan. Namun demikian kasturi yang bersumber dari hewan dipercaya memiliki sifat wangi yang paling harum, sehingga kasturi yang berasal

dari hewan dijadikan sumber inti utama dari berbagai jenis wangi – wangian. Diketahui terdapat lima jenis hewan yang menghasilkan kasturi yaitu kijang jantan, lembu, musang, kura-kura dan tikus jenis tikus muskrat (*Ondatra zibethicus*). Paling populer adalah kasturi kijang jantan (*musk deer*) yang hidup di pergunungan Himalaya.

Minyak wangi selain kasturi didapatkan dari bahan-bahan alami lainnya seperti kayu (gaharu, cendana), daun-daunan (serai, jeruk, nilam), bunga-bunga (mawar, melati, lavender), akar-akaran (akar wangi/vetiver) dan sebagainya yang masing-masing memberikan aroma wangi yang karakteristik. Dalam dunia kosmetika yang telah maju muncul beberapa perusahaan yang memproduksi bahan-bahan wewangian beraneka ragam jenis, bentuk, macam dan baunya pun sehingga konsumen dapat memilih yang sesuai dengan selaranya.

Sejarah minyak atsiri dunia

Penggunaan tanaman yang mengandung minyak atsiri dengan wangi yang khas sudah ada sejak peradaban manusia dibangun. Beberapa catatan sejarah menyebutkan penggunaan bahan aromatik untuk pengharum dan bagian proses pembalsaman mayat di jaman Fir'aun di Mesir. Kitab suci agama Hindu yaitu Weda juga menyebutkan penggunaan bahan-bahan aromatik untuk ritual dan penyembuhan di India. Demikian juga beberapa tempat lain seperti di Yunani dan Cina, telah dikenal proses isolasi dan pembuatan bahan-bahan untuk sejenis parfum, bahan obat dan keperluan medis lainnya menggunakan tanaman aromatik.

Perkembangan sejarah berikutnya adalah tertuju pada pengembangan peralatan dan metode untuk isolasi minyak atsiri terutama untuk kepentingan pembuatan parfum dan sejenisnya. Metode distilasi merupakan metode kuno tetapi sudah banyak mengalami perkembangan baik model, bentuk dan bahan peralatannya. Bunga-

bunga-bunga seperti mawar, melati, lavender sebagai sumber bahan alami untuk wewangian merupakan bahan tanaman utama pada waktu itu. Perkembangan ke arah industri parfum yang lebih modern dimulai di daerah Grasse, Perancis. Untuk mendapatkan wangi parfum yang mendekati wangi bunga sesungguhnya, dibuat suatu proses isolasi yang dikenal dengan nama *"enfleurage"*. Suatu proses di mana bunga yang akan diambil minyaknya diletakkan di atas lapisan lemak hewani yang sudah diratakan di atas bahan penopang yang disebut *'chasis'*. Bunga-bunga yang layu digantikan setiap harinya dengan bunga baru. Proses ini dapat memakan waktu hingga beberapa bulan sampai diperoleh hasil maksimal. Minyak atsiri bunga yang diperoleh dengan cara ini sangat mahal harganya dan dikenal dengan istilah *'absolute'* minyak bunga.

Minyak atsiri merupakan komoditas ekonomi yang sudah ada sejak zaman penjajahan Belanda. Minyak atsiri Indonesia merupakan salah satu produk industri tradisional yang mendunia. Orang-orang Belanda pula yang mengenalkan tanaman atsiri bagi masyarakat Indonesia pada waktu itu. Meski demikian, masih banyak masyarakat yang tidak dapat mengenali atau bahkan tidak dapat membedakan minyak atsiri dengan jenis minyak yang lain hingga sekarang. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak atsiri yang tersohor di dunia. Jenis-jenis minyak atsiri Indonesia yang telah memasuki pasaran internasional diantaranya nilam, cengkeh, serai wangi, akar wangi, kenanga/ylang-ylang, jahe, pala/fuli dan lain-lain. Keragaman tanaman yang menghasilkan minyak atsiri diperkirakan ada ratusan jenis yang termasuk dalam berbagai famili tanaman seperti Labiatae, Lauraceae, Graminae, Myrtaceae, Umbiliferae dan lain-lain.

Minyak atsiri merupakan jenis minyak yang diperoleh dari tanaman. Untuk membedakan minyak atsiri dengan jenis minyak nabati ada beberapa sifat yang harus diperhatikan. Minyak atsiri memiliki bau yang khas sesuai jenis tanamannya; ada yang harum lembut, ada yang

menyengat bahkan bau tidak enak bagi yang sensitif penciumannya. Jadi bila dihadapkan pada kita dua jenis minyak dari tumbuhan, cukup mudah membedakan mana yang minyak atsiri dan mana yang minyak nabati, yaitu dari baunya. Hampir semua minyak nabati tidak berbau, kecuali yang terdegradasi atau rusak (*rancid*). Minyak nabati merupakan istilah khusus untuk minyak dari tanaman yang mengandung trigliserida. Sementara minyak atsiri merupakan salah satu jenis bahan yang berbentuk minyak yang tersusun oleh campuran senyawa organik yang sebagian besar digolongkan ke dalam senyawa terpenoid.

Senyawa ini dicirikan oleh adanya ikatan 5 (lima) karbon yang membentuk kerangka isoprenoid yang terdiri dari hidrokarbon ataupun hidrokarbon teroksigenasi. Kerangka isoprenoid dapat berupa ikatan jenuh (isopentana) atau ikatan tak jenuh (isopentena). Dalam susunannya, kerangka isoprenoid dapat membentuk kelompok terpenoid yang berbeda yaitu monoterpena (10 karbon), seskuiterpena (15 karbon), diterpena (20 karbon), triterpena (30 karbon) dan tetraterpena (40 karbon).

Perkembangan minyak atsiri di Indonesia

Penelusuran terhadap aspek perkembangan industri minyak atsiri di Indonesia bukanlah hal mudah. Hal ini mengingat sangat sedikitnya tulisan sejarah yang menyangkut “hal modern” seperti bahan kimia minyak atsiri tersebut. Namun demikian ada beberapa catatan sejarah yang dapat disampaikan disini. Sejarah minyak atsiri di Indonesia tak lepas dari perkembangan tanaman nilam, yang merupakan komoditas pokok perkebunan sejak jaman penjajahan Belanda.

Dari berbagai sumber, disebutkan bahwa nilam awal pertama dibudidayakan pada tahun 1845 oleh pemerintah kolonial Belanda di Aceh di daerah Tapak Tuan. Hingga sekarang nilam tipe ini dikenal dengan “nilam Aceh/ Tapak Tuan”. Tanaman ini berasal dari wilayah

semenanjung Malaya dekat Penang (Malaysia) kemudian dibawa ke Pulau Jawa pada tahun 1895 dan dibudidayakan di daerah Cimanggu, Bogor. Dan sejarah minyak atsiri juga dekat dengan perkembangan Balitro, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat di Bogor. Dari Bogor inilah kemudian berbagai wilayah penjajahan di tanami semua jenis tanaman perkebunan yang mengandung minyak atsiri.

Di Indonesia, selain tanaman minyak atsiri dari daun atau bunga, dikembangkan pula minyak atsiri dari rempah-rempah. Minyak atsiri dari famili zingiberaceae seperti minyak kapolaga, minyak jahe dan minyak temulawak termasuk minyak atsiri yang banyak digunakan dan diperdagangkan, terutama dipasar luar negeri. Minyak kapolaga dihasilkan dari tanaman kapolaga jenis sabrang (*Elettaria cardamomum*) dan banyak diproduksi oleh India dan Sri Langka. Minyak jahe (*Zingiber officinale*) banyak dihasilkan dari Cina dan India. Tanaman penghasil minyak atsiri memiliki varietas yang beragam dan beberapa di antaranya memiliki kemiripan morfologi.

Meskipun terbilang sebagai bagian dari industri bahan baku yang penting, namun minyak atsiri belum mendapat perhatian yang besar dari pemerintah. Hal ini mengakibatkan perkembangan industri minyak atsiri di Indonesia berjalan lambat. Potensi yang besar dari beragam jenis minyak atsiri belum menarik perhatian para pelaku industri nasional untuk fokus pada peningkatan nilai tambah komoditas ini.

Banyak faktor yang dapat disebut sebagai masalah yang sangat erat kaitannya satu sama lain. Rendahnya produksi tanaman, sifat usaha tani, mutu minyak atsiri yang tidak terstandar, penyediaan produk yang tidak bermutu, fluktuasi harga, pemasaran, persaingan sesama negara produsen dan adanya produk sintetis. Diperkirakan 90% tanaman aromatik diusahakan oleh petani atau pengrajin di pedesaan dalam bentuk industri kecil. Pengelolaan usaha tani bersifat sambilan dengan modal yang kecil dan teknologi seadanya.

Belum semua paket teknologi pertanian (varietas/jenis unggul, budidaya dan pengolahan/pasca panen) tersedia untuk beberapa komoditas tanaman aromatik, karena banyak ragamnya dan prioritasnya penelitian masih rendah dibanding dengan tanaman perkebunan lainnya. Dengan skala usahatani yang kecil dan kemampuan teknologi yang terbatas sehingga kadang tidak memenuhi persyaratan teknis baik dari penggunaan bahan tanaman (varietas unggul), peralatan maupun cara pengolahan seringkali produksi dan mutu minyak atsiri yang dihasilkan sangat rendah dan beragam, sehingga penyediaan produk kurang mantap.

Tidaklah mengherankan jika di Indonesia banyak yang tidak mengenali jenis komoditas minyak atsiri ini secara jelas. Masyarakat lebih mengenal minyak atsiri sebagai bahan utama untuk produk parfum atau wewangian saja, padahal sumber minyak atsiri sangatlah beragam dan kegunaannya pun sangat luas.

Kegunaan minyak atsiri

Minyak atsiri merupakan komoditas ekspor non migas yang dibutuhkan di berbagai industri di luar negeri. Minyak atsiri mempunyai banyak kegunaan diantaranya sebagai bahan dasar wangi-wangian (parfum) dalam industri parfum, kosmetika, sebagai bahan flavor dalam industri makanan dan minuman serta sebagai bahan obat pada industri farmasi/ obat-obatan. Minyak atsiri dapat diolah menjadi bahan dasar maupun derivat flavor dan wewangian yang bersifat alami. Karakter yang spesifik yang tidak dimiliki oleh bahan kimia sintetik sejenis menjadikan beberapa produk minyak atsiri mempunyai harga tinggi atau nilai kompetitif misalnya parfum berbasis absolut bunga, flavor makanan atau minuman dengan character impact compound yang khas seperti minuman coke atau cola.

Minyak nilam sebagai komoditas yang sudah ratusan tahun dikenal dalam industri parfum dan wewangian, merupakan bahan fixative yang sukar dicari gantinya. Hal ini menunjukkan bahwa alam memainkan peranan penting sebagai sumber bahan penyusun produk industri terkini. Beberapa bahan minyak atsiri dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas produk yang sudah ada. Seperti pada produk makanan olahan, penambahan minyak citrus, minyak pepermin atau minyak dari rempah-rempah dapat menguatkan aroma yang sudah ada atau menutupi kekurangan dari produk yang dihasilkan terutama dari sisi citarasanya.

Dalam bidang farmasi dan kesehatan, beberapa komponen utama dalam minyak atsiri seperti linalol, eugenol, sitronelal, memiliki aktivitas biologi yang khas sehingga digunakan sebagai bahan anti bakteri atau bagian dari formulasi produk obat dan sanitasi. Obat tetes telinga, minyak telon, minyak gosok dan bahan aromaterapi merupakan sedikit contoh dari sekian banyak manfaat minyak atsiri. Semakin berkurangnya pasokan dan semakin tingginya harga beli bahan bakar minyak, membuat banyak ahli kimia berpikir untuk mendapatkan sumber BBM yang renewable. Meskipun belum dapat menggantikan secara penuh, minyak atsiri mempunyai peluang sebagai aditif bahan bakar minyak yang aman dan ramah lingkungan.

Derivatisasi minyak atsiri

Diversifikasi produk alami yang selama ini dikembangkan di bidang minyak atsiri ternyata tidak pernah berhenti dan hingga kini perkembangannya terus terjadi. Hal ini merupakan suatu fakta yang menggembirakan karena dengan cara ini kelestarian alam ikut terjaga. Eksploitasi terhadap sumber bahan alam atau bahan mentah cenderung tetap namun konversinya menjadi berbagai bahan lain diupayakan meningkat. Langkah ini sebagai wujud peningkatan kemampuan sumber daya manusia Indonesia di dalam mengelola bahan alam dan

mengolah atau memprosesnya untuk menghasilkan produk yang bernilai ekonomi lebih tinggi.

Data tahun 2014 menyebutkan bahwa industri pengguna minyak atsiri terbesar adalah industri *flavour & fragrance* yang nilai perdagangan globalnya diperkirakan sebesar USD 18 milyar per tahun dan nilai import Indonesia diperkirakan sebesar USD 400 – 500 juta per tahun. Terdapat lebih dari 3.000 bahan kimia aromatik yang dipakai. Industri pengguna lainnya diantaranya adalah spa/aromatherapi, farmasi, insektisida dan lain-lain. Bahan baku industri *flavour & fragrance* ada yang berasal dari produk alam/natural yang jumlahnya mencapai sekitar 250 produk dan 150 minyak atsiri utama. Turunan dari minyak atsiri antara lain eugenol (dari minyak cengkeh), metil cedril keton (dari cedarwood oil), vetiveril asetat (dari minyak akar wangi).

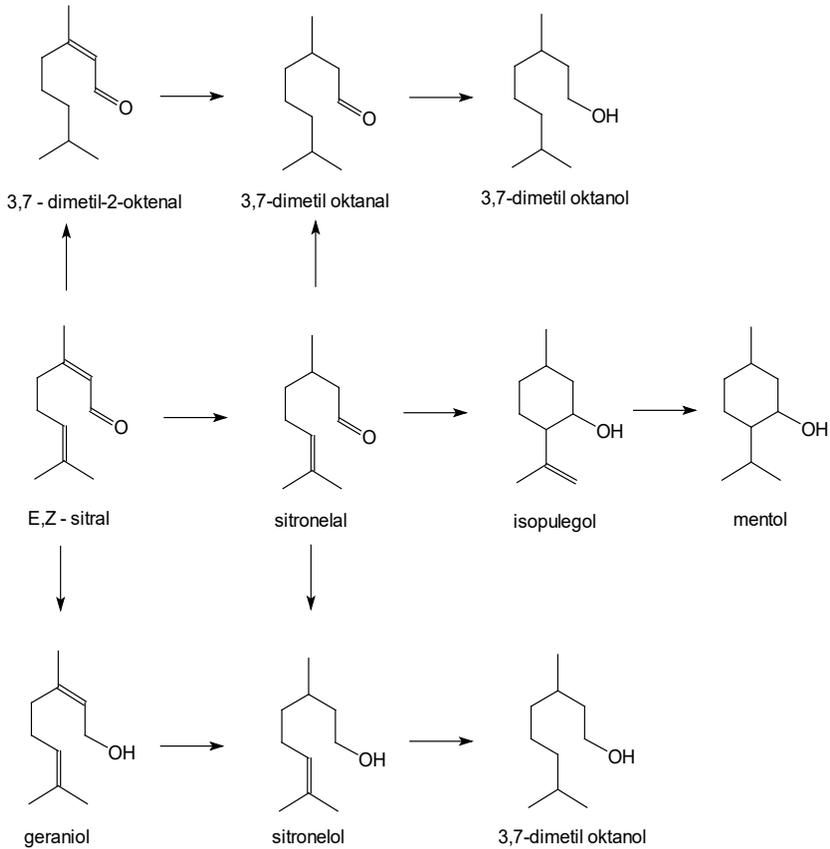
Produk alam tersebut berasal dari tumbuhan seperti bunga, kelopak, gagang, daun, kulit buah, akar, getah, dan lain-lain serta sebagian kecil dari binatang (*castoreum, ambregris*). Produk alam tersebut merupakan bagian dari ragam jenis yang sebagian besar mempunyai karakteristik minyak atsiri dan derivatnya (*aroma chemical*). Beberapa jenis *aroma chemical* yang telah memiliki pasar yang besar di antaranya :

1. minyak jeruk (citrus oil) yang umumnya diambil dengan cara press, misalnya *orange oil, lemon oil, grapefruit oil*.
2. Minyak atsiri (essential oils) yang umumnya diambil dengan cara distilasi baik distilasi air, distilasi uap-air dan distilasi uap, misalnya *cananga oil, clove oil, nutmeg oil, patchouli oil, eucalyptus oil*.
3. Absolute, resinoid/concrete dan Flower Extract, misalnya *benzoin absolute, perubalsam, tolubalsam, tuberose absolute, vanilla oleoresin/extract*.

Tabel 3. 1. Karakteristik Produk Derivat beberapa jenis minyak atsiri

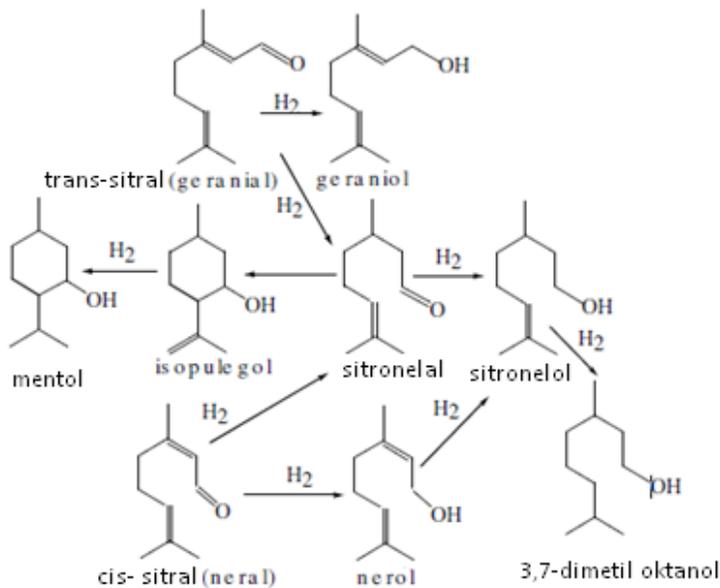
Minyak atsiri	Produksi (mT)	Negara penghasil	Produk derivat
Orange	51,000	Brasil, USA	Tinggi
Cornmint	32,000	India, Cina	Tinggi
Lemon	9,200	Argentina, Spanyol	Tinggi
Eucalyptus	4,000	Cina, India	Medium
Peppermint	3,300	USA, India	Medium
Sereh wangi	1,800	Cina, Indonesia	Medium
Daun cengkeh	1,800	Indonesia, Madagaskar	Tinggi
Sassafras	1,800	Cina	Tinggi
Lime	1,800	Meksiko,	Rendah
Lavandin	1,300	Perancis, Spanyol	Rendah
Nilam	1,200	Indonesia, Cina	Rendah

Minyak atsiri merupakan sumber yang tepat untuk bahan kimia dengan spesifisitas tertentu, misalnya dalam hal struktur kimiawi, reaktivitas dan sifat bioaktivitasnya. Misalnya senyawa sitral yang dapat diperoleh dari beberapa jenis minyak atsiri seperti sereh dapur, kemangi tipe *citriodorum*, jahe dan sebagainya; memiliki peluang yang besar untuk diinterkonversi menjadi senyawa-senyawa terpenoid lainnya yang bermanfaat.



Gambar 3. 3. Reaksi konversi komponen utama minyak sereh wangi

Komponen-komponen kimia dalam minyak atsiri merupakan bahan baku yang dapat diperbaharui ditinjau dari sumbernya. Peluang ini memungkinkan minyak atsiri menjadi sumber alternatif bahan kimia murni selain dari minyak bumi, batubara atau gas alam. Banyak sekali penelitian bahan alam yang kini diarahkan pada tujuan tersebut. Salah satu contohnya adalah penelitian terhadap proses konversi sitral menjadi bahan kimia lain yang berharga melalui reaksi hidrogenasi sitral dengan katalis Ru/C , digambarkan pada skema sebagai berikut :



Gambar 3. 4. Skematika perubahan sitral melalui hidrogenasi

Kekayaan alam Indonesia merupakan salah satu aset penting bangsa yang dapat digunakan untuk menopang kelangsungan hidup rakyat yang mendiami negara ini. Indonesia mempunyai sumber daya alam yang besar baik bahan alam hayati maupun non hayati. Kenyataan, sumber daya alam yang besar ini tidak diimbangi dengan pengelolaan yang optimal untuk kepentingan bangsa sendiri. Tanaman penghasil minyak atsiri banyak terdapat di Indonesia baik jenis maupun jumlahnya. Ini merupakan tantangan besar bagi masyarakat Indonesia untuk mengembangkan dan memasarkan minyak atsiri, di samping merupakan peluang besar untuk menciptakan lapangan pekerjaan baru, berwirausaha, dan meningkatkan perekonomian.

Dengan semakin berkurangnya sumber bahan mentah untuk bahan kimia sintetis (minyak bumi, batubara, gas alam), maka peluang bahan

alam (*natural product*) semakin besar untuk memenuhi kebutuhan pasokan bahan kimia. Pemanfaatan bahan alam seperti halnya tanaman minyak atsiri sebagai sumber senyawa kimia memerlukan penelitian dan pengkajian secara mendalam berkaitan dengan jenis bahan alam yang dipilih, sumber utama yang lebih ekonomis, dan metode pengambilan serta konversinya termasuk juga kebaruan metodenya. Pemilihan jenis tanaman yang memiliki variasi jenis yang besar membutuhkan seleksi yang ketat. Banyaknya jenis tanaman yang mengandung sejumlah senyawa tertentu yang sama juga penting untuk diperhatikan. Demikian juga di dalam menentukan metode pengambilan bahan utama (minyak atsiri) dan metode konversi minyak atsirinya, penting diperhatikan efektivitas dan efisiensi bahan, alat dan waktu yang dibutuhkan.

Diversifikasi dan eksplorasi sumber-sumber minyak atsiri yang memiliki potensi lebih dari sekedar komoditas perdagangan akan memberikan manfaat yang lebih besar pula bagi masyarakat dan pengembangan ilmu pengetahuan. Selama ini bangsa Indonesia yang telah lama dikenal sebagai Negara penghasil beragam jenis minyak atsiri masih terjebak dalam lingkaran perdagangan yang hanya menguntungkan pemilik modal. Sementara para petani dan prosuden minyak atsiri yang notabene merupakan tulang punggung utama dalam komoditas minyak atsiri ini belum merasakan hasil yang menjanjikan sehingga tidak sedikit petani dan produsen yang gulung tikar ataupun beralih profesi dari usaha yang selama ini digelutinya.

Untuk memanfaatkan secara optimal kekayaan alam yang Allah SWT limpahkan berupa bahan alam minyak atsiri maka pengkajian dan pengembangan di bidang ini harus ditingkatkan. Kemaslahatan umat hanya akan tercapai apabila umat memahami dan menguasai apa yang dimilikinya serta meyakini bahwa yang dianugerahkan Allah SWT tersebut memang memberikan manfaat.

Daftar pustaka

- Dhalimi, A., Anggraeni dan Hobir, -, Sejarah Perkembangan Nilam di Indonesia, Balitro.
- Fauzi, A., 2004, *Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan : Teori dan Aplikasi*, cetakan ke-1, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Guenther, E., 1990, *Minyak Atsiri*, jilid I dan IV A, cetakan I, terjemahan oleh S. Ketaren, UI Press, Jakarta.
- Gunawan, R., 2009, Development of Essential Oil Derivatives in Indonesia, *International Seminar on Essential Oils (ISEO) II*, tanggal 26-28 October 2009, Bogor.
- Gunawan, R., 2015, Market Trend, Makalah *Konferensi Nasional Minyak Atsiri 2015*, diselenggarakan oleh Dewan Atsiri Indonesia (DAI), tanggal 24-26 November 2015, Makassar.
- Gunawan, W., 2009, Kualitas Dan Nilai Minyak Atsiri, Implikasi Pada Pengembangan Turunannya, *Seminar Nasional : Kimia Bervisi SETS (Science, Environment, Technology, Society) Kontribusi Bagi Kemajuan Pendidikan dan Industri*, diselenggarakan Himpunan Kimia Indonesia Jawa Tengah, tanggal 21 Maret 2009, Semarang.
- <http://sajadahmuslimku.blogspot.co.id/2014/12/sunnah-nabi-menggunakan-parfum.html>
- <https://minyakkasturi.wordpress.com>
- Lutony, T.L. dan Rahmayati, Y., 1999, *Produksi dan Perdagangan Minyak Atsiri*, cetakan ke-4, PT. Penebar Swadaya, Jakarta
- Ma'mun, 2006, Karakteristik Beberapa Minyak Atsiri Famili Zingiberaceae Dalam Perdagangan, *Bul. Litro.*, Vol. 17, No. 2, hal 91-98, Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik.
- Ma'mun, S., Suhirman, H., Mulyana dan Kustiwa, D., 2011, Minyak Atsiri

Sebagai Bio Additif Untuk Penghematan Bahan Bakar Minyak, *Laporan Teknis Penelitian Tahun Anggaran 2011*, hal. 241-251, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.

Oyen, L.P.A. and Dung, N.X. (editors), 1999, *Plant Resources of South East Asia No. 19 : Essential Oil Plants*, Backhuys Publisher, Leiden, Netherlands.

Rizal, M. dan Djazuli, M., 2006, *Strategi pengembangan minyak atsiri Indonesia*, *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian Indonesia*, Vol. 28, No. 5, hal. 13-14.

Trasarti, A.F., Marchi, A.J. and Apesteguia, C.R., 2004, Highly Selective Synthesis Of Menthols From Citral In A One-Step Process, *Journal of Catalysis* 224, 484-488, Elsevier Inc.

Utami, U., 2008, *Konservasi sumber daya alam : perspektif Islam dan sains perspektif Islam dan sains*, cetakan ke-1, UIN Malang Press, Malang.

Vilella, I.M.J., de Miquel, S.R., and Scelza, O.A., 2005, Hydrogenation of Citral on Pt and PtSn Supported on Activated Carbon Felts (ACF), *Lat. Am. Appl. Res.*, 35, pp. 51-57.

Wahyuni, S., Hadipoentyanti, E., dan Kardinan, A., 2005, Karakteristik Morfologi Dan Kandungan Minyak Dua Nomor Selasih Hutan (*Ocimum gratissimum*, L.), *Bul. Litro.*, vol. 16 no. 2, hal. 10-17, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.

BAB 4

Indahnya Peristiwa Memberi dan Menerima (Elektrokimia)

Riyanto

Allah SWT memberikan kepada manusia suatu proses yang sangat indah yaitu memberi dan menerima. Untuk berlangsungnya proses memberi dan menerima, maka diperlukan ada pihak yang memberi dan ada pihak yang menerima. Pihak yang memberi adalah pihak yang melepaskan sesuatu dan pihak yang menerima adalah pihak yang menerima sesuatu dari pemberi. Jika proses memberi berjalan, tetapi tidak ada pihak yang menerima, maka tidak akan terjadi.

Fenomena memberi dan menerima merupakan dua hal yang saling terkait satu dengan yang lain. Kejadian yang sudah menjadi sunatullah, jika dilaksanakan di dunia makan akan terjadi keselarasan antara yang kaya dengan yang miskin, yang tidak berilmu dengan yang berilmu, yang sudah pandai dengan yang belum pandai. Pemahaman memberi dan menerima dapat diartikan dalam pelaksanaan yang lebih luas yaitu memberi dan menerima harta antara yang kaya dengan miskin. Pelaksanaan memberi dan menerima juga terjadi dalam ilmu pengetahuan, nasehat menasehati dalam kebaikan.

Allah SWT dalam Al-Quran menyampaikan bahwa proses bertanya dan menjawab pertanyaan merupakan proses yang harus dilakukan.

وَمَا أَرْسَلْنَا مِنْ قَبْلِكَ إِلَّا رِجَالًا نُوْحِي إِلَيْهِمْ فَسَأَلُوا أَهْلَ الذِّكْرِ
إِنْ كُنْتُمْ لَا تَعْلَمُونَ ﴿٤٣﴾

Artinya: *Dan Kami tidak mengutus sebelum kamu, kecuali orang-orang lelaki yang Kami beri wahyu kepada mereka; maka bertanyalah*

kepada orang yang mempunyai pengetahuan jika kamu tidak mengetahui (QS. An-Nahl 16:43).

Menurut ayat di atas kewajiban bertanya bagi orang yang tidak mengetahui dan menjawab bagi orang yang mengetahui merupakan peristiwa yang harus terjadi. Kegiatan memberi atau melepaskan ilmu yang dimiliki dan diterima oleh orang yang mencari ilmu merupakan perintah dari Allah SWT. Kegiatan tersebut banyak dijumpai di sekolah-sekolah dan proses perkuliahan. Dosen wajib memberikan ilmu yang dimiliki, sedangkan mahasiswa wajib bertanya kepada dosen, jika terdapat materi kuliah yang kurang jelas. Peristiwa memberi dan menerima ilmu dapat terjadi dalam kelas. Jika proses memberi dan menerima ilmu dilakukan dengan berbagai media dan metode pembelajaran, maka transfer ilmu pengetahuan akan berhasil dengan maksimal.

Peristiwa memberi dan menerima nasehat juga terjadi pada masa Rasulullah SAW. Nabi Muhammad memberikan nasehat kepada umatnya dan serta merta umatnya menerima nasehat tersebut. Umat manusia memerlukan nasehat sehingga hidupnya benar.

Allah SWT telah menyampaikan bahwa peristiwa memberi peringatan dalam kebenaran dan kesabaran, dilain pihak ada yang menerima kebenaran dan kesabaran merupakan proses yang harus dilakukan. Sehingga manusia tidak dalam keadaan merugi. Memberi nasehat dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu dakwah, ceramah, taklim dan berbagai aktifitas lain. Allah SWT berfirman dalam QS. Al-'Asr: 103 ayat 1-3.

وَالْعَصْرِ ١ إِنَّ الْإِنْسَانَ لَفِي خُسْرٍ ٢
إِلَّا الَّذِينَ ءَامَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ وَتَوَّصَوْا بِالْحَقِّ وَتَوَّصَوْا
بِالصَّبْرِ ٣

Artinya: *Demi masa, sesungguhnya manusia dalam keadaan merugi, kecuali orang-orang yang beriman dan beramal sholeh yang saling mengingatkan dalam kebenaran dan kesabaran (QS. Al-'Asr: 103 ayat 1-3).*

Peristiwa menerima dan melepaskan merupakan sunatullah yang pasti terjadi. Peristiwa menerima dan melepaskan juga terjadi dalam ilmu kimia yaitu dalam bidang elektrokimia. Peristiwa menerima dan melepaskan elektron terjadi dalam reaksi redoks. Reaksi redoks merupakan gabungan dari dua peristiwa yaitu reduksi atau menangkap atau menerima elektron dan oksidasi merupakan peristiwa oksidasi atau melepaskan elektron. Tidak mungkin di dalam reaksi redoks hanya terjadi pelepasan elektron tanpa terjadi penerimaan elektron atau sebaliknya. Karena peristiwa reaksi redoks atau serah terima elektron, sehingga banyak aplikasi yang diperoleh dari elektrokimia. Jika reaksi redoks terjadi dalam sel elektrokimia maka aplikasinya jika reaksi spontan dapat digunakan untuk membuat baterai, aki dan fuel cell. Jika reaksi serah terima elektron terjadi secara tidak spontan, maka aplikasinya yaitu untuk elektroplating, elektrowinning, elektrodegradasi, elektrokoagulasi, elektrodeseinfektan, elektroanalisis dan elektrosintesis. Banyak sekali ilmu kimia yang berkembang karena peristiwa serah terima elektron tersebut. Aplikasi dari reaksi redoks dalam elektrokimia yang mengikuti sunatullah yaitu reaksi reduksi dan oksidasi pada baterai. Pada sistem baterai terjadi reaksi redoks yaitu:

Oksidasi: $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$

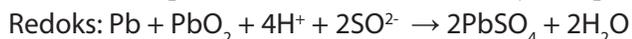
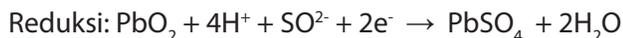
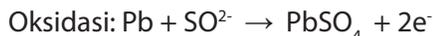
Reduksi: $2\text{NH}_4^+ + 2\text{MnO}_2 (\text{s}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Redoks: $\text{Zn} + 2\text{NH}_4^+ + 2\text{MnO}_2 (\text{s}) \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Mn}_2\text{O}_3 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Reaksi oksidasi dari logam Zn pada baterai menjadi Zn^{2+} dengan melepaskan dua elektron. Sedangkan NH_4^+ dan MnO_2 menangkap dua elektron. Peristiwa melepaskan dan menangkap elektron dalam baterai menghasilkan energi karena reaksinya spontan yaitu sebesar 1,5 Volt.

Bahan-bahan kimia yang mengikuti sunatullah jika bertemu ditempat yang tepat, akan terjadi reaksi redoks.

Peristiwa reaksi redoks juga terjadi pada aki yaitu:



Reaksi redoks pada aki merupakan peristiwa serah terima elektron yang memberikan banyak manfaat bagi manusia. Reaksi redoks terjadi secara spontan yaitu menghasilkan energi sebesar 2 Volt. Aki merupakan sumber energi yang sangat ramah karena dapat dicas sehingga dalam menghasilkan energi kembali. Reaksi redoks pada aki jika digunakan maka arahnya ke kanan atau membentuk PbSO_4 dan ketika dicas, maka arah reaksi ke kiri atau membentuk Pb di anoda dan PbO_2 di katoda.

Jika potensial selnya positif, maka reaksinya spontan. Jika potensial selnya bernilai negatif, maka reaksinya non spontan. Reaksi redoks atau reaksi serah terima elektron dalam elektrokimia untuk reaksi non spontan contohnya adalah produksi gas hidrogen dari air. Elektroplating material dari besi dengan logam lain menerapkan fenomena reaksi memberi dan menerima elektron sehingga terjadi siklus yang lengkap. Logam nikel pada anoda terjadi proses oksidasi menjadi Ni^{2+} dan di katoda Ni^{2+} yang ada dalam larutan berubah menjadi logam nikel dan menempel di bahan yang akan diplating. Begitulah indahnya proses serah terima elektron, sehingga banyak manfaatnya untuk umat manusia. Karena itu dapat disimpulkan bahwa fenomena yang Allah berikan dalam proses serah terima dalam hubungan muamalat, juga terjadi pada proses elektrokimia. Peristiwa dalam elektrokimia, serah terima selalu melibatkan jumlah elektron yang sama, jumlah atom yang sama, sehingga terjadi keseimbangan antara yang diserahkan dan diterima.

Spontanitas Dalam Elektrokimia Dan Islam

Spontanitas dalam Islam merupakan tindakan dari cerminan akhlaq yang baik. Akhlaq merupakan tindakan yang spontan dalam diri manusia, merupakan cerminan iman. Jika manusia imannya baik, maka akhlaqnya juga baik. Manusia tersebut akan memancarkan cahaya yang berguna bagi masyarakat sekitar. Manusia akan memancarkan cahaya terang dan tidak ada penghalang berupa jelaga yang berwarna hitam. Jika dalam cahaya ditutupi oleh jelaga yang berwarna hitam, maka manusia tersebut imannya tidak bersih. Iman yang baik pada manusia akan membawa rahmatan lil'alamin. Karena itu jika pada diri manusia imannya belum bersih atau belum benar, maka perlu disempurnakan imannya.

Dalam hadits yang diriwayatkan Abu Hurairah, Rasulullah Saw bersabda: "Sesungguhnya Allah tidak melihat kepada wajah dan harta kalian, tetapi Allah melihat kepada hati dan perbuatan kalian" (HR. Muslim).

Akhlaq mempunyai arti kebiasaan yang baik, dapat juga diartikan watak yang baik. Terdapat hubungan yang sangat erat antara iman dan akhlaq. Tindakan spontan pada manusia dapat dilihat jika, melihat duri ditengah jalan, maka manusia tersebut langsung mengambil dan menyingkirkan sehingga tidak mengganggu yang lain. Perempuan tua yang akan menyeberang jalan dan mengalami kesusahan, maka secara spontan manusia yang lain akan menolong untuk menyeberangkan. Jika ada tetangga yang kesusahan maka, secara spontan akan membantunya. Secara luas akhlaq dapat mencakup akhlaq terhadap Allah, akhlaq terhadap Nabi Muhammad, akhlaq terhadap orang tua, akhlaq terhadap keluarga, terhadap lingkungan dan akhlaq terhadap diri sendiri. Jika semua akhlaq tersebut dapat dijalankan secara spontan, maka akan menghasilkan banyak manfaat di dunia dan akherat.

Sikap spontan pada manusia dapat terjadi jika ada energi positif dalam tubuh. Fenomena spontanitas pada manusia untuk berbuat baik atau disebut dengan akhlaq mempunyai kesamaan konsep dalam bidang elektrokimia. Konsep elektrokimia yaitu untuk reaksi redoks berlangsung spontan jika E° sel mempunyai nilai positif, ΔG mempunyai nilai negatif dan K lebih besar dari 1. Begitu juga sebaliknya jika reaksi redoks berlangsung nonspontan jika E° sel mempunyai nilai negatif, ΔG mempunyai nilai positif dan K kurang dari 1.

Proses spontanitas juga terjadi pada elektrokimia. Reaksi elektrokimia melibatkan perpindahan elektron-elektron bebas dari suatu logam kepada komponen di dalam larutan. Kestimbangan reaksi elektrokimia sangat penting dalam sel galvanik (sel yang menghasilkan arus listrik) dan sel elektrolisis (sel yang menggunakan/memerlukan arus listrik). Dalam bidang elektrokimia antara sel galvanik dan sel elektrolisis terdapat perbedaan yang nyata. Perbedaannya yaitu berhubungan dengan reaksi spontan dan tidak spontan. Sel galvanik secara umum terjadi reaksi spontan, sedangkan sel elektrolisis terjadi reaksi tidak spontan. Reaksi spontan artinya reaksi elektrokimia tidak menggunakan energi atau listrik dari luar, sedangkan reaksi tidak spontan yaitu reaksi yang memerlukan energi atau listrik.

Sel Galvani yaitu sel yang menghasilkan arus listrik. Pada sel galvanik, anoda berfungsi sebagai elektroda bermuatan negatif dan katoda bermuatan positif. Arus listrik mengalir dari katoda menuju anoda. Reaksi kimia yang terjadi pada sel galvanik berlangsung secara spontan. Salah satu penerapan sel galvanik adalah penggunaan sel Zn/Ag_2O_3 untuk baterai jam. Syarat-syarat sel galvanik ialah:

1. Reaksi redoks terjadi secara spontan.
2. Hasil reaksi menghasilkan energi.
3. $\Delta G^\circ < 0$ dan E°_{sel} adalah positif.

Contoh dari sel galvanik adalah: baterai, sel bahan bakar, baterai Pb dengan elektrolit asam yang digunakan dalam mobil, fuel cell berbahan bakar gas hidrogen, etanol dan metanol.

Sel elektrolisis banyak digunakan untuk memisahkan beberapa logam seperti Na, Cu, Au, Ag, Ni, dan lain-lain. Ciri-ciri khusus dari sel elektrolisis ialah:

1. Reaksi redoks tidak spontan
2. Reaksi dijalankan dengan tambahan energi
3. $\Delta G > 0$, E_{sel} adalah negatif

Sel elektrolisis dengan sifat reaksi redoks non spontan, supaya reaksi terjadi, maka diperlukan energi dari luar. Selain untuk proses pemurnian logam (electrowinning), sel elektrolisis banyak digunakan untuk produksi gas hidrogen dari air, elektrodegradasi, elektrokoagulasi, elektroplating, elektrosintesis dan elektroanalisis.

Elektroplating dan Perannya dalam Islam

Dalam sebuah hadist riwayat Muslim Nabi Muhammad SAW bersabda bahwa: "Tidak akan masuk surga seseorang yang di dalam hatinya terdapat kesombongan sebesar debu." Ada seseorang yang bertanya, "Bagaimana dengan seorang yang suka memakai baju dan sandal yang bagus?" Beliau menjawab, "Sesungguhnya Allah itu indah dan menyukai keindahan. Sombong adalah menolak kebenaran dan meremehkan orang lain." (HR. Muslim).

Pengertian bahwa Allah itu indah dalam hadis di atas bukan berarti Allah mempunyai bentuk dan rupa. Indah untuk kata di atas tidak boleh diartikan bahwa Allah mempunyai bentuk dan rupa yang indah. Indah untuk menggambarkan bahwa Allah mempunyai sifat yang indah. Jadi kata indah menunjukkan sifat Allah. Allah mempunyai sifat yang baik dan indah serta menyukai keindahan.

Sifat Allah yang indah dan menyukai keindahan, dapat diterapkan dalam diri manusia yaitu harus menciptakan keindahan. Sifat indah dalam diri manusia umumnya berupa benda, fisik dan duniawi. Keindahan berhubungan dengan material, wajah, baju, mobil, rumah, taman dan lain-lain.

Keindahan dalam manusia umumnya bersifat benda dari segi bentuk dan rupa. Elektroplating mempunyai peran yang sangat penting dalam Islam. Perhiasan yang digunakan dalam Islam, seperti cincin, gelang, asesoris dan semua material produk elektroplating.



Gambar 4. 1. Berbagai produk hasil elektroplating pada perhiasan dan peralatan rumah tangga

Teknologi elektroplating pertama kali diperkenalkan oleh ahli kimia Italia yaitu Luigi V. Brugnatelli pada tahun 1805. Ketika itu beliau berhasil menemukan cara melapisi logam dengan emas dengan menggunakan arus listrik. Kemudian, cara untuk melapisi logam berkembang dengan pesat. Tidak hanya emas saja yang digunakan untuk melapisi logam lain, tetapi juga dengan logam krom, plating perak, plating nikel, tembaga dan kuningan. Pelapisan logam tergantung pada tujuan dari plating itu sendiri. Sebagai contoh: untuk plating dekoratif, digunakan emas, untuk plating anti karat, digunakan nikel, dan sebagainya.

Industri elektroplating sangat diperlukan dalam menunjang industri pariwisata terutama dalam hal pengadaan barang-barang kerajinan/ souvenir yang dibuat dari bahan logam. Untuk menjaga kenyamanan

dan kesehatan lingkungan, perlu dicermati cara pengolahan dan pembuangan limbah cairnya karena limbah cair industri elektroplating mempunyai potensi untuk mencemari lingkungan, terutama pencemaran logam berat.

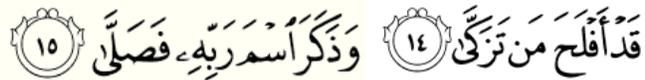
Selain itu pelapisan logam secara elektrokimia bertujuan untuk melapisi logam pada permukaan logam atau permukaan yang konduktif melalui proses elektrokimia atau elektrolisis, agar mencapai permukaan yang tahan korosi dan penampilannya bagus, mengkilap dan cemerlang dari segi estetika. Penyepuhan berguna untuk pencegahan karat/korosi, seperti pada pipa atau besi, yang dilapisi oleh campuran besi (Fe) dan Seng (Zn), yang disebut proses galvanisasi. Elektroplating dimanfaatkan untuk melindungi logam dari korosi dan memperbaiki penampilan benda. Biasanya benda yang disepuh terbuat dari logam yang murah seperti besi lalu disepuh dengan logam yang mahal seperti emas dan perak. Harga produk akhir menjadi jauh lebih mahal jika logam tersebut disepuh. Contoh jam tangan yang dilapisi dengan emas atau sendok yang dilapisi dengan perak melalui proses elektroplating. Komponen yang akan dilapisi dicelupkan di dalam larutan yang mengandung ion-ion logam yang akan diendapkan serta dijadikan katoda yang dihubungkan dengan kutub negatif sedangkan anoda dicelupkan dalam larutan dan dihubungkan dengan kutub positif serta arus yang digunakan adalah arus searah (DC). Arus dari sumber DC mengalir keluar rangkaian proses pelapisan listrik melalui elektron-elektron yang bergerak hingga ke permukaan katoda.

Bahan Sterling silver (juga dikenal sebagai standar perak) secara tradisional umumnya digunakan standar pembuatan perhiasan, yang merupakan 92,5% perak murni dan campuran (biasanya) tembaga 7,5% atau sering disebut 925. Sterling perak 92,5% jauh lebih keras dari fine silver. Seperti di awal Islam yang menekankan Dinar dan Dirham pada berat dan kadarnya, bukan pada tulisan atau jumlah/ukuran/bentuk

keping. Karena itu pengecekan dengan menggunakan analisis kimia sangat diperlukan untuk proses standarisasi. Analisis kemurnian logam pada dinar (Au) dan dirham (Ag) paling baik dapat diuji dengan XRF atau SEM-EDX.

Melindungi Diri Dari Korosi

Dalam diri manusia terdapat segumpal daging yang disebut dengan hati. Jika hati dikatakan kotor maka hati tersebut telah berkarat. Berkaratnya hati seperti berkaratnya logam besi. Jika hati kotor, maka hati tersebut harus dibersihkan. Hati yang kotor, susah menerima hidayah dari Allah SWT. Cara membersihkan hati yang kotor yaitu dengan mendekati diri kepada Allah SWT. Menjauhan diri dari yang dilarang Allah dan menjalankan semua perintah Allah.



Artinya: *Sesungguhnya beruntunglah orang yang membersihkan diri (dengan beriman), dan dia ingat nama Tuhannya, lalu dia sembahyang (QS. Al-A'la 87: 14-15).*

Sifat awal dari hati yang ada pada manusia pada mulanya sangat bersih, ketika manusia berbuat dosa, maka kertas yang putih itu akan mulai muncul karat. Jika semakin lama melakukan dosa, maka akan semakin tebal karat yang ada pada hati. Berbagai jalan harus dilakukan untuk menghilangkan karat pada hati manusia. Cara yang dapat dilakukan yaitu dengan banyak membaca istighfar dan melaksanakan sholat dengan benar.

“Sesiapa yang melakukan satu dosa, maka akan tumbuh pada hatinya setitik hitam, sekiranya dia bertaubat akan terkikislah titik hitam itu daripada hatinya. Jika dia tidak bertaubat maka titik hitam

itu akan terus merebak hingga seluruh hatinya menjadi hitam.”(Hadis riwayat Ibn Majah).

Manusia yang sudah lama berbuat kejelekan maka hatinya sudah berwarna hitam dan keras. Jika hati sudah hitam dan keras, maka manusia tersebut akan semakin susah untuk beribadah dan tidak dapat merasakan nikmatnya beribadah kepada Allah. Selain itu jika hati sudah berkarat akan menyebabkan terhalangnya iman dan susah ilmu terserap dalam tubuh manusia. Jika susah belajar dan ilmu susah masuk dalam pikiran maka, sudah dapat dipastikan bahwa hati dipenuhi oleh kotoran atau karat yang sudah keras.

Hati yang sudah berkarat banyak menimbulkan berbagai akibat seperti beberapa penyakit hati yaitu munculnya sifat sering marah, tidak tenang, ketakutan, jauh dari Allah dan Nabi Muhammad SAW.

Karena hati yang berkarat atau hati yang sakit, maka manusia umumnya sering berdusta, seperti Allah berfirman dalam QS Al-Baqarah 10.

فِي قُلُوبِهِمْ مَرَضٌ فَزَادَهُمُ اللَّهُ مَرَضًا وَلَهُمْ عَذَابٌ أَلِيمٌ مِمَّا كَانُوا
يَكْذِبُونَ

Artinya: Dalam hati mereka ada penyakit, lalu ditambah Allah penyakitnya; dan bagi mereka siksa yang pedih, disebabkan mereka berdusta (QS.Al-Baqarah 2: 10).

Manusia yang hatinya dipenuhi oleh karat tebal, maka Allah akan menambah penyakitnya. Manusia tersebut akan mempunyai banyak persoalan dan tidak pernah mengalami kemudahan dalam hidupnya. Manusia tersebut akan mengalami kesusahan hidup baik di dunia maupun diakhirat. Manusia yang hatinya berkarat mengandung

berbagai penyakit akan susah tenang, selalu gelisah, dan susah keluar dari berbagai macam penyakit. Manusia yang sakit hatinya akan menimbulkan kekacauan di masyarakat, banyak berkata bohong, sehingga dihindari oleh masyarakat. Manusia tersebut akan tidak berguna bagi manusia yang lain. Karena itu hati yang berkarat harus dibersihkan dengan menggunakan berbagai cara yang dapat melarutkan karat dalam hati.

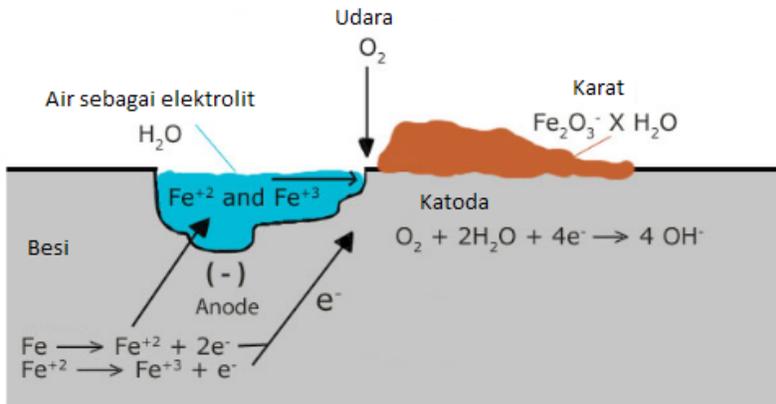
Ketika hati pada manusia sudah dibersihkan dengan pembersih yang sesuai maka akan mudah masuk hidayah dari Allah. Hati manusia yang sehat akan memunculkan aura yang memancar pada manusia tersebut. Keberadaannya memberikan manfaat bagi manusia yang lain. Hati manusia yang bersih akan selalu ingat kepada Allah, menjauhi semua larangan dan melaksanakan semua perintah Allah. Manusia yang berusaha menghilangkan karat dalam hati akan menjadi manusia yang beruntung dunia dan akhirat.

Fenomena hati yang berkarat dalam tubuh manusia mempunyai kesamaan fenomena dalam proses elektroplating. Proses elektroplating yaitu melapisi logam dengan logam lain dengan tujuan keindahan dan mencegah korosi. Jika logam yang akan dilapisi banyak mengandung karat, maka karat dalam besi tersebut harus dihilangkan. Karat dapat mencegah menempelnya logam dalam permukaan bahan yang akan diplating. Karat dalam besi harus dibersihkan dengan baik dan sempurna. Selain karat, permukaan bahan yang akan dilapisi umumnya mengandung lemak, minyak, debu, lapisan organik dan bahan isolator. Supaya material yang akan dilapisi mengeluarkan aura dan mengkilat, indah dan tahan goresan maka karat harus sempurna dibuang.

Korosi dalam elektrokimia merupakan fenomena yang mirip dengan korosinya hati. Korosi akan merusak bahan-bahan yang umumnya terbuat dari besi. Proses terjadinya korosi berlangsung secara spontan

ditunjukkan pada Gambar 2. Korosi merupakan sunatullah yang pasti terjadi. Karena itu manusia, harus melakukan pencegahan untuk melindungi material dari besi dari korosi yaitu dengan cara melapisi logam dengan logam lain seperti emas, perak, nikel, platinum dan krom. Mencegah korosi dapat menggunakan teknik logam korban dengan magnesium, dicat atau teknik kontak langsung dengan air dan udara atau kondisi asam.

Reaksi yang terjadi selama proses korosi yaitu reaksi secara spontan. Korosi dapat terjadi karena kehadiran oksigen dan air. Korosi akan menghasilkan karat dengan rumus kimia $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Karat dalam besi tidak hanya menutupi permukaan besi sehingga permukaan tidak indah, tetapi karat juga menyebabkan besi menjadi keropos dan lama kelamaan akan menjadi habis. Fenomena korosi atau terbentuknya karat merupakan sunatullah yang pasti terjadi. Terjadi reaksi redoks dipermukaan besi yaitu antara besi, oksigen (dari udara) dan air. Reaksi oksidasi besi akan menjadi Fe^{2+} kemudian menjadi Fe^{3+} sedangkan reaksi reduksi yaitu antara oksigen dan air membentuk OH^- seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1. Untuk mencegah korosi terjadi maka permukaan logam besi harus dilindungi yaitu dengan cara mencegah kontak langsung dengan oksigen dan air. Berbagai cara untuk melindungi korosi besi yaitu dengan menggunakan logam korban, diplating, dicat atau dengan menggunakan logam korban seperti Mg.



Gambar 4. 2. Proses terjadinya korosi pada besi

Air Sebagai Sumber Energi

Manusia selalau membutuhkan air untuk mendukung berbagai aktifitas. Jika tidak ada air di dunia ini, maka tidak ada kehidupan. Untuk mendukung proses metabolisme dalam tubuh manusia maka keberadaan air dalam tubuh sangat diperlukan. Air juga diperlukan oleh makhluk hidup lain seperti hewan, tanaman dan lingkungan. Air banyak digunakan manusia untuk memenuhi kebutuhan sehari hari yaitu untuk minum, mencuci, memasak, industri, penelitian dan lain-lain. Bukti bahwa air mempunyai manfaat kepada manusia dan alam semesta ditunjukkan pada QS. Ar-Rum 24, QS. Al-Ankabut: 63 dan QS Al-Haj 63.

وَمِنْ آيَاتِهِ يُرِيكُمْ الْبَرْقَ خَوْفًا وَطَمَعًا وَيُنزِلُ مِنَ السَّمَاءِ
مَاءً فَيُحْيِي بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ
يَعْقِلُونَ ﴿٢٤﴾

Artinya: Dan di antara tanda-tanda kekuasaan-Nya, Dia memperlihatkan kepadamu kilat untuk (menimbulkan) ketakutan dan harapan, dan Dia menurunkan hujan dari langit, lalu

menghidupkan bumi dengan air itu sesudah matinya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda bagi kaum yang mempergunakan akalnyanya (QS. Ar-rum: 24).

وَلَيْنَ سَأَلْتَهُمْ مَنْ نَزَّلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ مِنْ
بَعْدِ مَوْتِهَا لَيَقُولُنَّ اللَّهُ قُلِ الْحَمْدُ لِلَّهِ بَلْ أَكْثَرُهُمْ لَا
يَعْقِلُونَ ﴿٦٣﴾

Artinya: Dan sesungguhnya jika kamu menanyakan kepada mereka: "Siapakah yang menurunkan air dari langit lalu menghidupkan dengan air itu bumi sesudah matinya?" Tentu mereka akan menjawab: "Allah", Katakanlah: "Segala puji bagi Allah", tetapi kebanyakan mereka tidak memahaminya (QS. Al-Ankabut: 63).

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَتُصْبِحُ الْأَرْضُ
مُخْضِرَةً إِنَّ اللَّهَ لَطِيفٌ خَبِيرٌ ﴿٦٣﴾

Artinya: Apakah kamu tiada melihat, bahwasanya Allah menurunkan air dari langit, lalu jadilah bumi itu hijau? Sesungguhnya Allah Maha Halus lagi Maha Mengetahui (QS. Al-Hajj: 63).

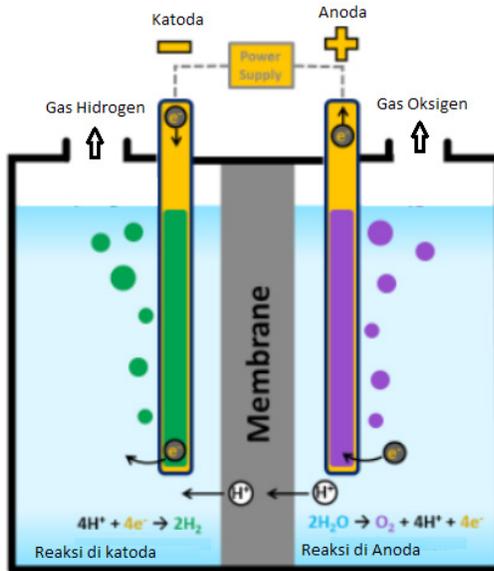
Hidrogen merupakan bahan bakar bersih, kaya energi yang banyak ahli percaya bisa menjadi penting karena negara-negara berusaha untuk mengurangi emisi gas rumah kaca. Air merupakan salah satu senyawa kimia dengan rumus molekul H_2O . Jika air dipanaskan akan berubah bentuk menjadi uap air atau gas dengan simbol $H_2O_{(g)}$. Jika air dipecah dengan menggunakan energi yang sesuai, maka akan terurai menjadi gas $H_{2(g)}$ dan gas $O_{2(g)}$. Gas yang keluar ketika air dipanaskan bukan gas hidrogen. Banyak orang berkata, jika air dipanaskan sampai mendidih

akan menghasilkan gas hidrogen, pendapat itu salah. Air hanya dapat dipecah menjadi gas hidrogen dan gas oksigen (sebagai bahan penyusunnya) dengan teknik tertentu. Banyak teknik untuk memecah air menjadi gas $H_{2(g)}$ dan gas $O_{2(g)}$ seperti dengan menggunakan energi nuklir dan elektrolisis. Cara elektrolisis ini sangat mungkin dilakukan, karena selain aman, cara ini juga mudah untuk dilakukan. Elektrolisis yaitu proses yang memerlukan energi listrik untuk terjadinya reaksi kimia, seperti penguraian air menjadi gas hidrogen dan gas oksigen.

Satu mol air apabila diuraikan akan menjadi satu mol gas hidrogen dan setengah mol gas oksigen. Gas oksigen banyak tersedia di udara sehingga bukan menjadi masalah untuk pemanfaatan air sebagai bahan bakar alternatif. Fokus penelitian pemanfaatan air sebagai bahan bakar alternatif adalah proses untuk mendapatkan gas hidrogen dari air. Secara kimia air sangat mungkin diuraikan untuk mendapatkan gas hidrogen. Namun cara ini memerlukan penelitian yang serius dan pengetahuan yang mendalam tentang elektrolisis. Elektrolisis air untuk memproduksi gas hidrogen memerlukan energi listrik karena termasuk kategori reaksi tidak spontan. Energi yang diberikan kepada sel elektrolisis akan digunakan untuk menguraikan air sehingga terjadi reaksi reduksi di katoda membentuk gas hidrogen dan reaksi oksidasi di anoda membentuk gas oksigen. Skema sel elektrolisis untuk memproduksi gas hidrogen dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Reaksi di katoda (reduksi): $4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2(g)$

Reaksi di anoda (oksidasi): $2H_2O(aq) \rightarrow O_2(g) + 4H^+ + 4e^-$

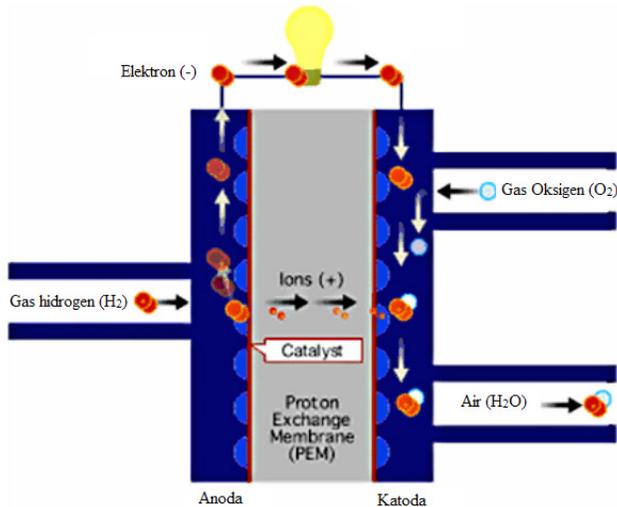


Gambar 4. 3. Skema sel elektrolisis untuk memproduksi gas hidrogen dari air

5.6 Hidrogen Fuel Cell Untuk Mencegah Kerusakan Bumi

Salah satu jenis sel bahan bakar adalah sel berbahan bakar gas hidrogen. Sel bahan bakar berbahan gas hidrogen dikenal dengan *Hidrogen Fuel Cells (HFC)*. Selama ini energi diperoleh dari energi termal dari pembakaran minyak yang dapat diubah menjadi energi listrik. Panas yang dihasilkan digunakan untuk mengubah air menjadi uap, kemudian menggerakkan turbin dan generator. Teknik ini hanya maksimum 40% energi dapat diubah menjadi energi listrik sehingga banyak kehilangan panas. Sel bahan bakar menghasilkan energi listrik secara langsung dalam sel volta. Prinsipnya adalah menghasilkan energi dari reaksi kimia dengan kecepatan tinggi. Sel volta menggunakan bahan bakar konvensional seperti gas H_2 dan CH_4 sehingga dinamakan sel bahan bakar. Secara jelas dikatakan bahwa sel bahan bakar bukan baterai karena tidak berada pada satu sistem (*self contained system*).

Sel bahan bakar melibatkan reaksi antara gas H_2 dengan O_2 , membentuk air yang merupakan satu-satunya bahan kimia hasil reaksi. Sel ini dapat menghasilkan listrik dua kali lebih efisien sebagai alat terbaik untuk bahan bakar mesin. Hasil akhir dari *hydrogen fuel cell* adalah air, sehingga ramah lingkungan. Pengembangan HFC akan menyelamatkan lingkungan. Skema HFC dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 4. Skema HFC dan air yang dihasilkan

Berdasarkan firman Allah SWT dalam QS Al-Baqarah 2:11 disampaikan bahwa manusia sebagai khalifat di bumi dilarang untuk membuat kerusakan dan harus selalu berusaha untuk melakukan perbaikan.

وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ قَالُوا إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ ﴿١١﴾

Artinya: Dan bila dikatakan kepada mereka: "Janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi". Mereka menjawab: "Sesungguhnya kami orang-orang yang mengadakan perbaikan". (QS Al-Baqarah 2: 11).

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ
بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya: Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (kejalan yang benar) (QS. Ar-Rum 30: 41).

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ
رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

Artinya: Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik (QS. Al-A'raf 7: 56).

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَطْلًا ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا فَوَيْلٌ
لِّلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ ﴿٢٧﴾

Artinya: Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada diantara keduanya dengan sia-sia. Itu anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang yang kafir itu karena mereka akan masuk neraka (QS. Sad 38:27).

Berdasarkan ayat-ayat Al-Quran di atas menunjukkan bahwa manusia penyebab kerusakan di bumi ini. Manusia oleh Allah diberi ilmu untuk mencegah kerusakan perkembangan teknologi. Semakin meningkatkan

jumlah penduduk, semakin meningkat jumlah transportasi dan semakin tinggi konsumsi BBM, sehingga kadar polutan yang dibuang ke lingkungan semakin banyak. Beberapa bahan pencemar yang berbahaya yang dapat menyebabkan kerusakan yaitu keradaan gas CO₂, gas CO, gas metana, debu dan partikel-partikel. Selain itu akibat ulah manusia yang tidak mengolah limbah cairnya akan menyebabkan kadar senyawa organik meningkat, logam berat terlepas ke lingkungan dan air sudah berubah berbau, berwarna dan berasa.

Salah satu solusi untuk mencegah kerusakan lingkungan yaitu pengembangan sumber energi yang ramah lingkungan. Energi yang ramah terhadap lingkungan yaitu sel bahan bakar dari gas hidrogen atau *hydrogen fuel cell*. Hasil samping dari HFC adalah air sehingga teknologi ini sangat ramah lingkungan. Bahan bakar bensin, solar dan biodiesel menghasilkan gas pencemar seperti gas rumah kaca yaitu CO₂. Gas CO₂ merupakan gas efek rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim. Pengembangan dan penggunaan HFC akan mencegah kerusakan bumi.

Referensi

Al-Quran dan terjemahannya, 2006, Departemen Agama Republik Indonesia, Pustaka Agung Harapan, Indonesia.

Riyanto, 2013, Elektrokimia dan Aplikasinya, Graha Ilmu, Yogyakarta, Indonesia.

Riis, T., Hagen, E.F., Vie, P.J.S., and Ulleberg, Q., 2006, Hydrogen Production And Storage, The International Energy Agency (IEA), Head of Publications Service, France.

Roberge, P.R., 2000, Handbook of Corrosion Engineering, McGraw-Hill, New York, USA.

BAB 5

Peranan Karbon Aktif di Masyarakat dan Industri

Allwar

Pendahuluan

Karbon aktif (activated carbon) dan arang (black coal atau charcoal) merupakan material padat berwarna hitam dengan sifat yang berbeda satu sama lain, baik sifat fisika maupun sifat kimia. Perbedaan sifat material padat secara fisika meliputi luas permukaan, ukuran pori dan volume pori-pori. Secara kimia, terdapat perbedaan kimia permukaannya seperti gugus fungsi yang menempel pada permukaan material (Bansal et al., 1988, Arami-Niya et al., 2011, Wibowo et al., 2011). Sifat-sifat dari material padat tersebut menjadikannya sebagai persyaratan untuk menjadi adsorbent. Adsorbent adalah benda padat berpori dengan permukaan yang luas sehingga mempunyai kemampuan untuk menarik partikel baik dalam larutan maupun dalam keadaan gas ke permukaan bahkan kedalam pori-pori dari adsorben.

Bahan baku untuk membuat karbon aktif dan arang dapat berasal dari sumber yang sama diantaranya adalah berupa limbah seperti tempurung kelapa, tulang, bamboo, ampas tebu dll. Penggunaan limbah padat tersebut sebagai bahan baku pembuat karbon aktif dan arang sekaligus bermanfaat untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan dan juga dapat mengkonversi limbah padat menjadi bahan dengan nilai ekonomi yang lebih tinggi.

Arang

Arang diperoleh dari sisa hasil pembakaran (pyrolysis) bahan baku yang kaya senyawa carbon. Pembuatan arang dilakukan dengan proses pembakaran pada daerah terbuka dengan menggunakan suhu tinggi sehingga terjadi proses dekomposisi senyawa penyusun bahan

baku seperti selulosa, lignin dan hemiselulosa melalui penguapan gas hydrogen, nitrogen dan oksigen. Hasil yang diperoleh dari proses pembakaran adalah arang dengan karakter berwarna hitam, ringan, berisikan senyawa karbon yang tidak murni dan mempunyai struktur yang sangat sederhana, seperti luas permukaan, ukuran pori dan volume pori dengan kualitas rendah. Sisa dari pembakaran adalah abu yang berwarna keputihan yang lengket dipermukaan arang. Kegunaan arang di tengah masyarakat cukup luas diantaranya adalah sebagai bahan alat tulis, bahan bakar, pengering aring dll (Sembiring, 2004). Bahan baku yang digunakan untuk pembuat arang diantaranya adalah:

- a. Kayu atau arang kayu.
Arang kayu adalah arang dengan bahan baku kayu seperti akar bakau yang di bakar menjadi arang kayu bakau. Arang ini sering di gunakan untuk keperluan bahan bakar seperti untuk memasak dll.
- b. Tempurung kelapa arang tempurung
Arang tempurung kelapa adalah arang dengan bahan baku tempurung kelapa. Arang ini mempunyai kualitas yang lebih baik dari pada arang kayu, sehingga permintaan tempurung kelapa sebagai bahan baku cukup tinggi. Kegunaan arang tempurung kelapa sangat bervariasi diantaranya adalah untuk memasak, briket (Allwar, 2016).
- c. Sekam padi atau arang sekam padi
Arang sekam padi dibuat dengan proses pembakaran limbah sekam padi. Arang sekam padi mempunyai kemampuan untuk menyimpan kandungan air, sehingga arang sekam padi digunakan sebagai media untuk penyimpanan air pada tanaman.
- d. Briket atau arang briket
Arang briket dapat dibuat dari bermacam-macam bahan baku

seperti dedaunan, tempurung kelapa, kayu dll. Arang briket dibuat dengan proses penghalusan arang kemudian dengan menambahkan lem tepung kanji kemudian di cetak sesuai dengan keinginan, Pemanfaatan arang briket sebagai bahan bakar akhir akhir ini meningkat karena arang briket dapat menghasilkan panas yang sangat tinggi dan tahan lama.



Gambar 5. 1. Pembuatan arang dengan proses pembakaran (A), Arang (B), Briket (C)
https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Charcoal_Briquette.JPG [https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Ogatan\(JapaneseBriquetteCharcoal\).jpg](https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Ogatan(JapaneseBriquetteCharcoal).jpg)

Karbon Aktif

Karbon aktif adalah material padat berpori dengan luar permukaan yang besar serta mempunyai kimia permukaan yang bervariasi. Material ini mempunyai kualitas sifat fisika dan kimia yang lebih baik dari pada arang. Oleh sebab itu karbon aktif lebih terkenal dibandingkan dengan arang. Penggunaan karbon aktif sangat luas mulai dari industry, medis dan rumah tangga. Hal ini disebabkan karbon aktif mempunyai daya adsorpsi yang lebih baik dari pada arang (Edwin et al, 2005).

Bahan baku karbon aktif berasal dari bahan yang banyak mengandung unsur karbon seperti tempurung kelapa, kelapa sawit, ampas tebu dll. Jenis bahan baku dapat menentukan kualitas karbon aktif yang dihasil, secara umum karbon aktif di buat dari tempurung kelapa atau tempurung kelapa sawit, bambu, dll. Selain jenis bahan baku maka

proses pembuatan karbon aktif juga dapat mempengaruhi kualitas karbon aktif. Pembuatan karbon aktif dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu proses kimia dan proses fisika.

1. Proses pembuatan karbon akti secara fisika

Secara umum, pembuatan karbon aktif dengan secara fisika dapat dilakukan dengan pyrolysis pada suhu tinggi 500 -1200°C diikuti dengan proses aktivasi menggunakan gas nitrogen, carbon dioksida atau uap air. Proses aktivasi bertujuan untuk mengontrol panas pembakaran dan mempercepat proses evaporasi senyawa senyawa non carbon seperti oksigen, hydrogen dan tars. Selama aktivasi terjadi proses penyusunan ulangan unsur-unsur pembentuk carbon aktif , sehingga terbentuknya senyawa padat berpori dengan permukaan yang luas.

2. Proses pembuatan karbon akti secara kimia

Secara umum, pembuatan karbon aktif dengan proses kimia lebih populer dibandingkan dengan proses fisika. Hal ini disebabkan beberapa keuntungan pembuat dengan proses kimia adalah: kualitas struktur pori dan daya adsorpsi yang lebih baik serta energy panas yang lebih rendah. Kelemahan dengan menggunakan proses kimia adalah dapat menyebabkan pencemaran lingkungan jika tidak diproses dengan baik (Boehm, 1994, Ying et al., 2005).

Pada proses kimia, bahan baku karbon aktif direndam atau diimpregnasi larutan kimia seperti KOH, $ZnCl_2$, H_3PO_4 . Setelah proses impregnasi bahan baku di cuci untuk menghilangkan zat kimia dan kemudian di pirolisis pada temperature antara 500-900°C. Sealama proses hidrolisis gas nitrogen,carbon dioksida atau uap air di alirkan dengan kecepatan bervariasi. Hasil yang diperoleh setelah pirolisis adalah carbon aktif dengan struktur pori dan kimia permukaan yang sesuai dengan persyaratan adsorben (Allwar et al., 2008, Allwar et al., 2009).

Kualitas karbon aktif di tentukan oleh kemampuannya daya mengadsorpsi. Faktor yang mempengaruhi daya adsorpsi dapat di tinjau dari sifat fisika yaitu struktur pori: luas permukaan, volume pori dan distribusi ukuran pori dan sifat kimia permukaan karbon aktif

a. Sifat fisika

Sifat fisika karbon aktif meliputi struktur pori yaitu:

BET Luas permukaan.

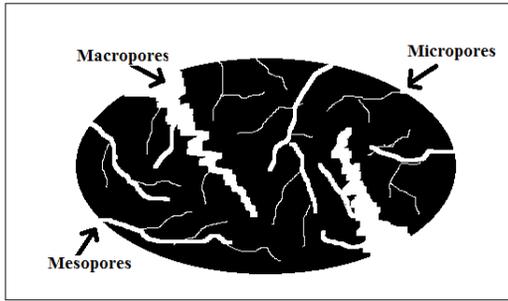
The Brunauer, Emmet and Teller (BET) adalah salah satu metoda yang sering digunakan untuk menentukan luas permukaan material berpori. Luas permukaan merupakan salah satu factor yang penting dalam menentukan kapasitas daya adsorpsi. Luas permukaan sangat bervariasi mulai dari 500-3000m²/g. peran luas permukaan merupakan daerah tempat pertemuan atau kontak antara adsorben dan adsorbate dalam proses adsorpsi.

Volume Pori dan porositas

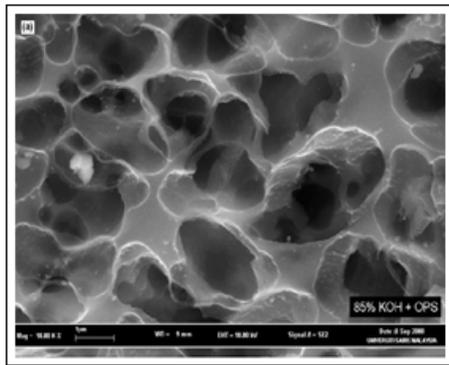
Volume pori dan porositas sering disebut distribusi ukuran pori. Distribusi ukuran pori merupakan factor penting dalam menentukan kapasitas adsorpsi dan selektivitas adsorpsi. Distribusi ukuran karbon aktif apat dikelompokkan dalam 3 kategori:

- Mikropori, diameter pori lebih kecil dari 2 nm
- Mesopori diameter pori berada antara 2 – 50 nm
- Makropori diameter lebih besar dari 50 nm

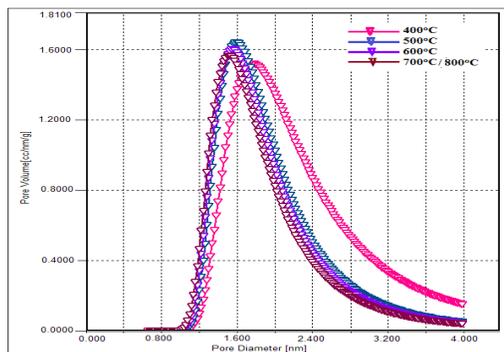
Terdapat beberapa metode untuk menentukan volume dan distribusi ukuran pori seperti: t-plot, Dubinin Radushkevich (DR) digunakan untuk menentukan volume pori dan volume total pori dan Dubinin Astakov (DA) untuk mengukur diameter mikropori yang monolayer dan BJH digunakan untuk menentukan diameter mesopore yang monolayer. Gambar 2 ilustrasi dari struktur pori dan gambar 3 dan 4 menunjukkan struktur morfologi permukaan berpori karbon aktif dan distribusi ukuran karbon aktif.



Gambar 5. 2. ilustrasi struktur material berpori



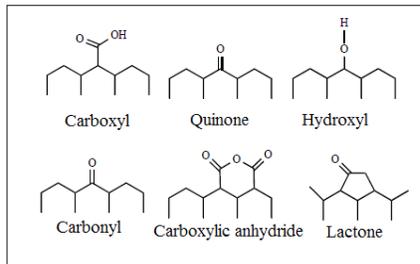
Gambar 5. 3 Morfologi permukaan karbon aktif dengan activator KOH



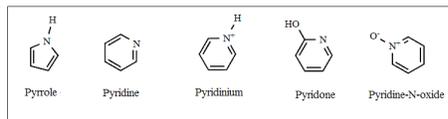
Gambar 5. 4 Distribusi ukuran pori karbon aktif

Sifat kimia permukaan karbon aktif

Sifat kimia permukaan karbon aktif terdiri dari gugus fungsi yang menempel pada permukaan. Peran gugus fungsi pada permukaan karbon aktif adalah untuk meningkatkan daya adsorpsi melalui ikatan koordinasi antara pasangan elektron bebas pada gugus fungsi dengan adsorbate seperti ion-ion logam. Gambar 5.5 dan 5.6 gugus fungsi yang terdapat dalam kimia permukaan karbon aktif.



Gambar 5.5 gugus fungsi bersifat asam pada kimia permukaan material padat



Gambar 5.6 gugus fungsi bersifat basa pada kimia permukaan

Karbon aktif dalam kehidupan

Aplikasi karbon aktif di tengah masyarakat semakin meningkat dan terbukti dengan meningkatnya produk karbon aktif. Hal ini sejalan dengan meningkatnya penelitian dan industry tentang karbon aktif mulai dari mencari bahan baku yang baru hingga penemuan metode baru dalam proses. Penemuan hasil atau produk karbon aktif meningkat sesuai dengan meningkatnya kualitas karakter karbon aktif. Hingga saat ini terdapat 3 jenis bentuk karbon aktif yaitu powder (halus seperti tepung), Granular (butiran) dan pellet. Beberapa aplikasi dari karbon aktif adalah

- Pemurnian udara, karbon aktif sangat potensial untuk mencegah pencemaran udara yaitu sebagai adsorben untuk proses penyaringan partikel-partikel atau senyawa-senyawa yang berbahaya dari udara
- Pemurnian gasbio, karbon aktif digunakan sebagai penyaring atau pemurnian gas buangan seperti gas H₂S, siloxane dan volatile organic compounds (VOCs) seperti gas biometan
- Pengolahan air minum, karbon aktif sebagai adsorben untuk pemurnian air minum seperti filter air
- Proses makanan dan minuman, karbon aktif digunakan untuk proses menghilangkan zat warna, seperti dalam proses sweetener, gliserin dan minyak goreng
- Proses dalam industry, karbon aktif digunakan sebagai adsorben dalam proses pemurnian dan katalis
- Dalam medis, karbon aktif digunakan sebagai penghilang bau seperti masker, filter rokok, pemutih gigi, pemutih kulit dan poison treatment

Pustaka

- Allwar, A., *Preparation and Characteristics of Activated Carbon from Oil Palm Shell for Removal of Iron and Copper from Patchouli Oil*. International Journal of Applied Chemistry, 2016. **12**(3): p. 183-192.
- Allwar and A.B.M.N.a.M.A.B.M. Nawi, *Textural Characteristics of Activated Carbons Prepared from Oil Palm Shells Activated with ZnCl₂ and Pyrolysis Under Nitrogen and Carbon Dioxide* Journal of Physical Science 2008. **19**(2): p. 93-104.
- Allwar, A., Ahmad M,N., Mohd Asri M.N., Abdul K, Suryani, S., *Toward Production of the Micro- And Mesoporous Activated Carbon From Oil Palm Shell by Chemical Activation Process with ZnCl₂, H₃PO₄ and KOH Under Nitrogen and Carbon Dioxide Condition*, in CHEMECA. 2009.

- A. Arami-Niya, W.M.A.W.D., F. S. Mjalli, *Comparative study of the textural characteristics of oil palm shell activated carbon produced by chemical and physical activation for methane adsorption*. *chemical engineering research and design* 2011. **89**: p. 657-664.
- Bansal, R.C., Donnet, J.B., Stoekli, H. F., *Active Carbon*. New York, Dekker, 1988.
- Boehm, H.P., *Some aspects of the surface chemistry of carbon blacks and other carbons*. *Carbon*, 1994. **32:759-769** doi:10.1016/0008-6223(94)90031-0.
- E. Edwin., S., Liong, Syarifuddi., Taba, Paulina. , *Pemanfaatan Karbon Aktif Tempurung Kenari Sebagai Adsorben Fenol dan Klorofenol Dalam Perairan*. *Mariana Chimica Acta*, 2005: p. 9-15.
- MEILITA TRYANA SEMBIRING, S.T.S.S., ST, *ARANG AKTIF (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Digitized by USU digital library, 2003.
- Wibowo, N., Setiawan, J., dan Ismadji, S., *Modifikasi Gugus Aktif Suatu Karbon Aktif dan Karakterisasinya*. *J. Tek. Kim. Ind*, 2004. **3**: p. 39-46.
- Ying, J.Y., Martinez, J. G., Lancaster, T, *Porous Carbon Structures and Methods*. US Patent, 2005.

BAB 6

Rahasia Spesi Kimia Dalam Air Susu Ibu

Noor Fitri

Pendahuluan

Air Susu Ibu (ASI) adalah sumber nutrisi terbaik bagi bayi. Al Qur'an bahkan telah memerintahkan kepada para ibu untuk menyusui bayinya sampai dua tahun.

(ayat Al qur an, Al-Baqarah: 233)

"Para ibu hendaklah menyusukan anak-anaknya selama dua tahun penuh, yaitu bagi yang ingin menyempurnakan penyusuan. Dan kewajiban ayah memberikannya dan pakaian kepada para ibu dengan cara ma'ruf. Seseorang tidak dibebani melainkan menurut kadar kesanggupannya. Janganlah seorang ibu menderita kesengsaraan karena anaknya dan seorang ayah karena anaknya, dan warispun berkewajiban demikian. Apabila keduanya ingin menyapih (sebelum dua tahun) dengan kerelaan keduanya dan permusyawaratan, maka tidak ada dosa atas keduanya. Dan jika kamu ingin anakmu disusukan oleh orang lain, maka tidak ada dosa bagimu apabila kamu memberikan pembayaran menurut yang patut. Bertakwalah kamu kepada Allah dan ketahuilah bahwa Allah Maha Melihat apa yang kamu kerjakan." (Al-Baqarah: 233).

Menurut Imam Ibnu Katsir, ayat ini merupakan petunjuk dari Allah SWT kepada para ibu agar mereka menyusui anak-anaknya dengan memberikan ASI yang sempurna. Meskipun ayat ini turun dalam bentuk kabar, esensi sesungguhnya yang terkandung di dalamnya adalah sebuah perintah atau anjuran. Artinya, Allah memerintahkan kepada setiap ibu yang melahirkan agar bayi-bayinya itu disusui. Perintah ini dilanjutkan dengan petunjuk mengenai lama waktu penyusuan itu, yaitu sampai dua tahun.

Tidaklah sebuah topik itu dibahas dalam Al-Qur'an dan ahli tafsir menjabarkannya kecuali topik itu mengandung urgensi yang sangat tinggi. Setidaknya ada tiga makna mengapa Al-Qur'an sampai berbicara perihal penyusuan ini.

Pertama, orang tua memiliki tanggungjawab besar kepada anaknya. Bayi yang dilahirkan tanpa kemampuan survive ini sepenuhnya menjadi tanggungan orangtua untuk menjamin penghidupannya. Meskipun mungkin saja bayi ini ditanggung oleh orang lain, amanat ini dibebankan kepada orangtuanya sebagai pihak pelaku yang menyebabkan bayi ini ada.

Kedua, hukum syara' akan menyertai peristiwa penyusuan. Penyusuan menyertai hukum mahram (keharaman menikah) bagi bayi-bayi yang pernah menyusu satu ibu dengannya. Ketika seorang ibu menyusui beberapa bayi, maka status bayi-bayi itu menjadi satu persusuan. Dampak hukumnya adalah, mereka tidak diperbolehkan saling menikah satu sama lain.

Ketiga, ASI adalah makanan utama bagi bayi. Banyak makanan memungkinkan dikonsumsi oleh bayi sejak kelahirannya. Seiring dengan perkembangan ilmu tentang makanan, telah banyak dihasilkan produk makanan bayi yang diklaim aman dan baik bagi bayi. Tetapi ayat penyusuan ini menjadi catatan penting, bahwa untuk bayi, Allah telah memilihkan makanan terbaik di antara makanan-makanan yang baik itu. Riset membuktikan bahwa kandungan nutrisi dan kualitas spesi kimia ASI melebihi makanan lain. Keunggulan ASI sebagai makanan bayi masih belum tertandingi oleh racikan makanan manapun sampai hari ini. Inilah pesan besar yang menjadi inti topik ayat tentang penyusuan.

Kandungan Asi yang Tiada Duanya

1. Collostrum

Kolostrum, air susu pertama yang dihasilkan, mengandung sel darah putih dan protein pelawan infeksi tertinggi. Maha kuasanya Allah, kolostrum dihasilkan pada saat yang tepat, yaitu ketika sistem pertahanan tubuh bayi ada pada tingkat paling rendah. Cairan kolostrum merupakan imunisasi bayi yang pertama. Allah telah memerintahkan kaum ibu untuk menyusui bayinya karena dalam ASI, terutama ASI pertama, terdapat nutrisi maha dahsyat kolostrum.

Kolostrum (IgG) mengandung karbohidrat, protein, antibodi dan sedikit lemak. Pada beberapa bulan pertama, usus atau pencernaan bayi yang belum sempurna mirip seperti saringan yang membiarkan benda asing (Protein alergenik) masuk ke aliran darah bayi, yang berpotensi menyebabkan alergi. Kolostrum dalam ASI menyediakan selaput pelindung yang berguna untuk menutupi kebocoran dalam lapisan usus dan mencegah lewatnya kuman serta alergen yang tidak diundang. Selain itu kolostrum juga mengandung kurang lebih 90 bahan bioaktif spesi kimia pendukung sistem imun dan pertumbuhan, serta vitamin, mineral, dan asam amino. Spesi kimia ini bekerja sinergis dalam membangun sistem imun dan pertumbuhan bayi.

2. Lemak

Sebagai bahan baku dalam ASI yang paling mudah berubah, banyak sedikitnya lemak yang terkandung dalam ASI disesuaikan dengan kebutuhan kalori bayi yang sedang tumbuh. Kandungan lemak ASI berubah selama masa penyusuan, setiap saat. Dan dengan berkembangnya bayi, maka ASI menyesuaikan diri seperti bahan bakar yang memformulasikan diri sendiri terhadap energi yang dibutuhkan oleh bayi.

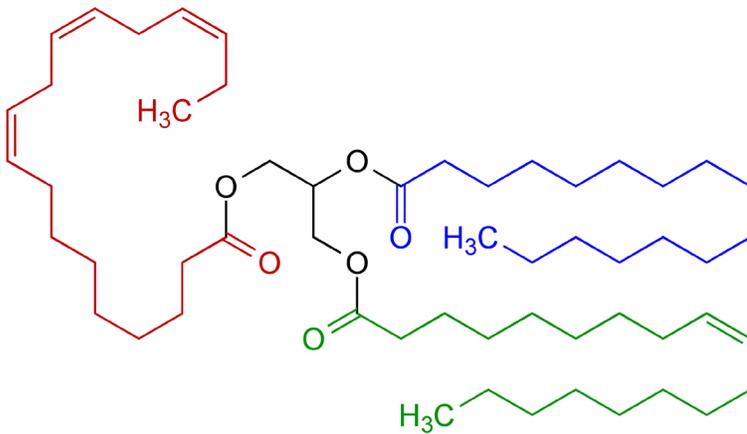
Pada awal penyusuan, ASI disebut juga *foremilk*, berkadar lemak rendah seperti susu skim. Semakin lama aktivitas menyusui ini berjalan, lemak yang terisap juga semakin meningkat sampai bayi memperoleh ASI yang berupa 'krim', yaitu *hindmilk* dengan kadar lemak lebih tinggi. Air susu ini memberikan zat yang mengandung spesi kimia yang memberikan perasaan kenyang dan puas kepada bayi, dan bayi berhenti makan.

Misalkan saja, bayi anda tengah merasa haus. Ia akan mengisap selama beberapa menit dan telah merasa puas dengan air susu pembuka yang rendah lemak. Di siang hari, bayi tampak menikmati penyusuan yang hanya berlangsung selama dua menit, sekadar ingin digendong sejenak untuk mengisi kembali kebutuhan emosionalnya.

Ketika dia benar-benar merasa lapar, bayi akan mengisap lebih lama dan lebih cermat, akhirnya dipuaskan oleh bagian Air susu yang berkadar kalori lebih tinggi dan mengenyangkan. Begitu laju pertumbuhan mereka melemah, bayi yang sudah lebih besar hanya membutuhkan sedikit kalori untuk setiap unit berat badannya. Coba saja anda terka, kandungan lemak dalam ASI akan berkurang sejalan dengan perkembangan bayi; ASI secara otomatis berubah dari susu murni ke susu rendah lemak selama paruh kedua dari tahun pertama.

Kemudian, tibalah saatnya pertumbuhan yang pesat, yaitu ketika selama beberapa minggu bayi tampak terus menerus makan selama beberapa hari, disebut juga makan secara maratón, untuk mendapat lebih banyak energi agar dapat terus tumbuh. Dengan memendeknya interval penyusuan, kandungan lemak dalam ASI meningkat untuk mengakomodasi meningkatnya kebutuhan energi bayi yang sedang tumbuh pesat.

Pelajaran yang dapat dipetik dari cerita tentang lemak ini adalah bahwa bayi yang disusui dengan ASI bukanlah pemain pasif dalam permainan menyusui ini. Mereka berperan aktif dalam membentuk makanan dan pola penyusuan untuk memuaskan kebutuhan mereka sendiri. Komposisi lemak dalam ASI senantiasa berubah sesuai dengan perkembangan pertumbuhan bayi. Komposisi lemak yang senantiasa berubah ini tidak dapat ditiru oleh susu pabrikan. Struktur molekul lemak dapat dilihat pada Gambar 6.1.



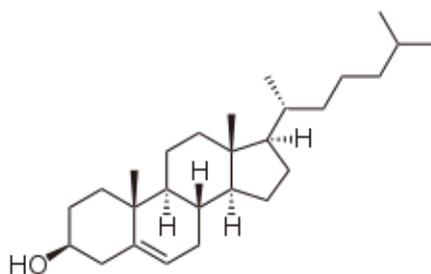
Gambar 6. 1. Struktur molekul lemak (trigliserida)

ASI tidak saja mengandung lemak yang lebih baik dibandingkan dengan susu sapi atau susu formula, tetapi juga hanya menghasilkan sedikit sisa yang terbuang percuma. ASI mengandung enzim, lipase-substansi yang membantu mencerna lemak sehingga lebih banyak yang dapat diserap oleh bayi dan sedikit yang dibuang melalui kotorannya. Susu formula tidak mengandung enzim apapun karena rusak akibat proses pemanasan. Kotoran yang berbau tak sedap dari bayi yang mengonsumsi susu formula memberi tanda bahwa usus merasa tidak nyaman karena harus memproses tipe lemak yang terkandung dalam susu formula. Usus – pemberi keputusan atau nilai terhadap makanan bagi tubuh

– menolak beberapa jenis lemak yang ada dalam susu formula atau susu sapi dan membiarkan kelebihan ini terbuang melalui kotoran, yang menyebabkan bau tidak sedap- sehingga proses penggantian popok menjadi tidak menyenangkan.

Kolesterol, baik atau buruk untuk bayi ?

Komponen penting berikutnya dalam keluarga lemak adalah kolesterol (Gambar 6.2). Apakah lemak vital ini benar-benar digambarkan sebagai masalah dalam hal makanan?



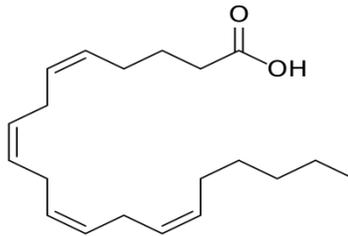
Gambar 6. 2. struktur molekul kolesterol

Tidak bagi bayi. Seperti lemak lain, kolesterol membantu pertumbuhan otak serta menyediakan komponen dasar dari hormon, vitamin D, dan empedu pada pencernaan atau usus. Kandungan kolesterol dalam ASI adalah tinggi, dalam air susu sapi adalah rendah atau kurang, dan dalam susu formula hampir tidak ada. Penelitian yang dilaksanakan baru-baru ini memperlihatkan bahwa selama tahun pertama, bayi yang mendapat ASI eksklusif memiliki kolesterol darah yang lebih tinggi daripada bayi yang mengonsumsi susu formula. Kolesterol darah yang lebih tinggi terdapat pada tahap pertumbuhan otak yang paling cepat.

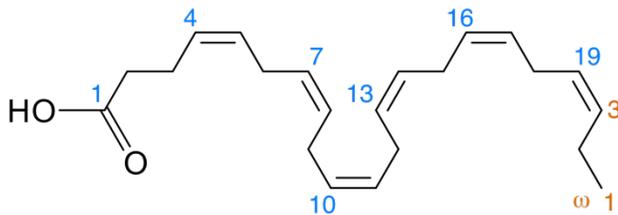
3. Apa itu DHA dan ARA?

Air susu ibu mengandung lemak pendorong pertumbuhan otak,

yang disebut DHA (docosahexaenoic acid) dan ARA (arachidonic acid), asam lemak omega 3 yang penting bagi pertumbuhan dan perkembangan jaringan saraf. DHA dibutuhkan untuk membangun myelin, yaitu sarung pembungkus di sekitar masing-masing saraf yang membantu rangsangan saraf listrik untuk bergerak dan sampai ke tempat yang dituju dengan lebih cepat. Beberapa penelitian telah memperlihatkan bahwa konsentrasi DHA mencapai posisi tertinggi pada otak bayi yang mendapat ASI; dan, di antara mereka ini, yang tertinggi adalah pada bayi yang mendapat ASI yang paling lama. Saat ini, pabrik susu formula telah memasukan DHA dan ARA dalam susu formula bayi. Kemungkinan besar DHA satu di antara ratusan bahan baku yang belum teridentifikasi dalam ASI yang bekerja sama agar bayi mencapai perkembangan otak yang maksimal. Struktur molekul ARA dan DHA dapat dilihat pada Gambar 6.3 dan 6.4.



Gambar 6. 3. Struktur molekul ARA (arachidonic acid)



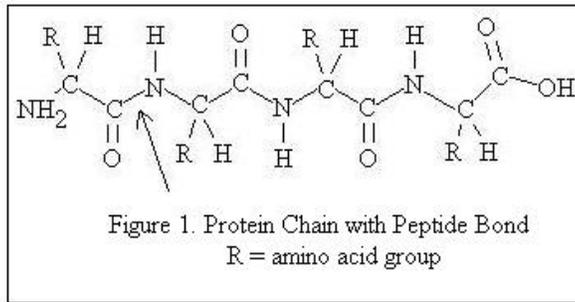
Gambar 6. 4. Struktur molekul DHA

4. Protein

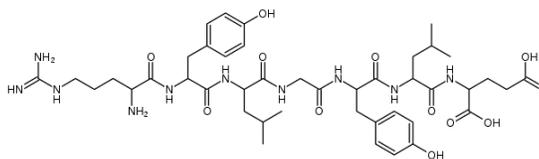
Protein sangat penting bagi pertumbuhan bayi. Protein yang berkualitas memegang peran penting pada tahun pertama kehidupan bayi, karena masa pertumbuhan bayi yang tercepat pada tahun pertama dibandingkan periode pertumbuhan selanjutnya.

ASI mengandung protein yang secara spesifik memang telah dirancang untuk pertumbuhan bayi. substansi hebat pendorong pertumbuhan ini tidak dapat diproses oleh pabrik atau dibeli. Masing-masing faktor istimewa ini melakukan hal terbaik bagi bayi.

Susu (susu sapi, susu formula, dan susu manusia) mengandung dua jenis protein utama: dadih dan kasein. Air dadih adalah protein yang lembut, mudah dicerna, dan sangat bersahabat dengan usus manusia. Kasein adalah protein dadih dalam susu yang kental dan kurang mudah dicerna oleh usus manusia. ASI mengandung lebih banyak air dadih sedangkan susu sapi dan beberapa susu formula lebih banyak mengandung kasein. Usus bayi mengenal protein yang terkandung dalam ASI sebagai zat yang tepat. Bayi dapat mencerna gizi ini dengan mudah, menyerapnya dengan cepat, dan tidak menolaknya sebagai makanan asing. Usus tidak mudah menerima protein asing yang terdapat dalam susu formula atau susu sapi karena diperlukan kerja lebih keras untuk mencerna kasein yang kental ini.



Gambar 6. 5. Struktur molekul protein dalam susu



Gambar 6. 6. Struktur molekul kasein

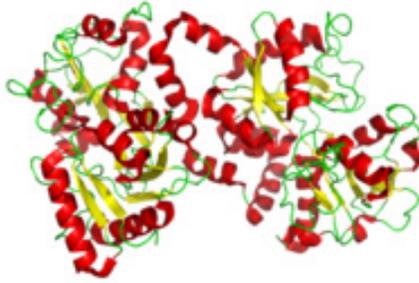
Usus adalah penjaga gawang sistem makanan bagi tubuh, ia membiarkan protein yang tepat untuk masuk ke darah dan membuang protein yang dapat membahayakan tubuh – yang disebut juga protein alergenik atau alergen. Pada bulan-bulan awal, usus bayi lebih bersifat menyerap, pintu dalam lapisan usus terbuka, yang membiarkan protein asing menerobos masuk. Pada usia sekitar enam bulan, usus menjadi matang dan sempurna, dan pintu itu mulai tertutup sehingga hanya memilih beberapa protein dan menolak yang lain. Proses yang menarik ini disebut penutupan.

Dengan hanya memberi ASI kepada bayi sampai usus dan pencernaannya matang merupakan cara paling aman untuk mencegah masuknya protein, yang secara potensial menimbulkan alergi dalam darah bayi.

Di samping air dadih, ASI mengandung protein terpilih lain yang secara alamiah tidak terdapat dalam usus yang dikandung oleh sapi atau formula. Protein tersebut antara lain, taurin, spesi protein otak, diyakini dapat meningkatkan perkembangan otak dan sistem saraf. Laktoferin adalah spesi protein lain yang unik dan khusus bagi air susu manusia; zat ini berperan layaknya kapal feri yang mengangkat zat besi yang bernilai dari air susu anda ke darah bayi. Protein khusus ini juga menjaga kebersihan bakteri baik yang ada dalam usus bayi. Di sepanjang bagian bawah usus bayi, terdapat bakteri baik dan buruk. Bakteri yang bersahabat dan berguna, sebagai balasan karena diberi tempat untuk hidup, telah melakukan hal yang baik bagi bayi, seperti membuat berbagai vitamin. Bakteri yang berbahaya, bila tidak terdeteksi, dapat mengganggu usus, dan akhirnya menyebabkan penyakit diare. Disamping menekan bakteri yang berbahaya dalam usus bayi, laktoferin tetap dapat mengontrol candida (organisme ragi yang menghasilkan racun). Kelompok lain dari antibiotik alamiah yang ada dalam ASI adalah lisosim, spesi protein khusus yang membantu menangkis bakteri yang berbahaya.

5. Laktoferin

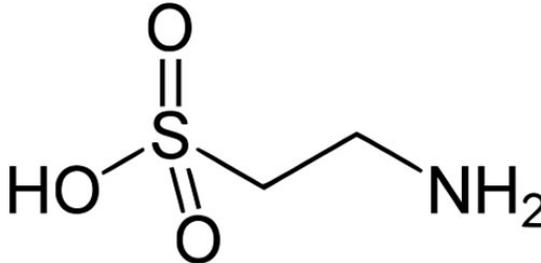
Laktoferin adalah spesi protein yang dapat mengikat dan mentransfer ion besi (III). Satu molekul laktoferin dapat mengikat 2 atom besi. Laktoferin dapat berfungsi sebagai antibakteri karena kemampuannya mengikat ion logam essential dari bakteri, sehingga bakteri akan mati. Laktoferin dapat ditemukan dalam jumlah banyak dalam kolostrum. Struktur laktoferin dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 6. 7. Laktoferin

6. Taurin

Taurin atau asam 2-aminoetanasulfonat adalah turunan asam amino yang mengandung belerang (S). Taurin berperan penting dalam proses pencernaan lemak, penyerapan vitamin yang larut dalam lemak dan mengatur kadar kolesterol dalam tubuh. Taurin bekerja sinergis dengan Zn dalam menjaga kesehatan mata. Struktur molekul taurin disajikan pada Gambar 5.8.



Gambar 6. 8. Struktur molekul taurin

7. Vitamin dan mineral

Maha kuasanya Allah yang telah menciptakan ASI, yang memiliki kandungan gizi terlengkap dan dapat diserap seluruhnya oleh tubuh bayi. Kandungan gizi susu formula dapat saja dibuat lengkap dengan konsentrasi tinggi, namun belum tentu semuanya terserap dengan baik oleh pencernaan bayi. Hal ini disebabkan

oleh spesi kimia yang berbeda dalam ASI dan dalam susu sapi atau susu formula. Spesi kimia didefinisikan sebagai bentuk spesifik suatu unsur dengan struktur molekular atau kompleks tertentu maupun isotop atau tingkat oksidasi tertentu. Dengan demikian, spesiasi unsur merupakan distribusi spesi kimia unsur tersebut dalam suatu sistem (Fitri, 2008). Spesi kimia dalam ASI berubah molekul sederhana yang mudah diserap oleh sistem pencernaan bayi sedangkan spesi kimia dalam susu sapi maupun susu formula molekulnya lebih panjang dan kompleks sehingga tidak mudah diserap oleh sistem pencernaan bayi.

Vitamin, mineral, dan zat besi yang terkandung dalam ASI memiliki spesi kimia yang spesifik dan bermanfaat tinggi bagi pertumbuhan bayi. Sebagian besar gizi tersebut terserap dengan baik oleh bayi, dan hanya sedikit residu yang terbuang. Sebaliknya, susu sapi atau susu pabrikan, walaupun kandungan gizinya tinggi, tidak dapat terserap dengan baik semua, sehingga yang terbuang lebih banyak. Hal ini juga memperberat kerja sistem pencernaan bayi. Perbandingan komposisi kimiawi dalam ASI dan susu sapi/ susu formula dapat dilihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1. Perbandingan komposisi dalam ASI vs susu sapi dan formula bayi

Konten per liter	ASI	Susu sapi	Formula bayi		
			prematurn	Conv.	Susu biasa
Energi (kkal)	690	660	676	676	676
Protein (g)	9	35	20	18	17
Taurin (g)	80-40	1	48-57	40	-
Lemak (g)	45	37	35	35	35
Karbohidrat	68	49	74	79	75
laktosa	68	49	30	55	0

Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesi Zn dalam ASI merupakan molekul dengan berat molekul rendah (Zn-sitrat) sedangkan spesi kimia Zn dalam susu sapi merupakan molekul dengan berat molekul yang lebih besar dan kompleks. Dengan demikian, spesi kimia Zn dalam ASI lebih mudah diserap oleh sistem pencernaan bayi dibandingkan spesi kimia dalam susu sapi. Logam Zn sangat diperlukan oleh tubuh bayi dalam masa pertumbuhannya, karena sebagian besar enzim yang penting mengandung logam Zn.

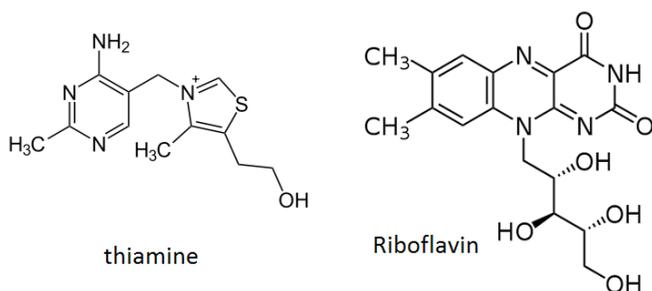
Hasil penelitian lain juga menunjukkan bahwa spesi kimia Mn, Se, dan I dalam ASI merupakan spesi sederhana dibandingkan spesi tersebut dalam susu sapi dan susu formula. Spesi Mn adalah unsur runut yang dapat mengaktifasi sejumlah enzim dalam proses metabolisme tubuh. Dalam enzim yang mengandung Mn, unsur tersebut merupakan unsur kunci pada sisi aktif enzim. Spesi Mn diperlukan dalam metabolisme protein dan lemak, kesehatan saraf, sistem imun dan mengontrol gula. Spesi Mn juga merupakan unsur kunci dalam enzim untuk produksi energi dan menaikkan proteksi antioksidan tubuh, terutama Mn-superoksida dismutase. Spesi Mn juga berperan dalam penggunaan vitamin B1 dan vitamin E. Penyerapan spesi Mn yang baik dalam tubuh bayi, membantu secara signifikan pertumbuhan dan kesehatan bayi.

Spesi Se dalam ASI juga memegang peranan penting bagi pertumbuhan bayi. Selenium adalah unsur runut yang dapat mencegah beberapa penyakit hati dan kanker. Metabolisme kelenjar tiroid juga dipengaruhi oleh spesi Se karena enzim yang bekerja adalah Se-protein. Kekurangan spesi Se dapat mempengaruhi pertumbuhan otak bayi. Kadar Se pada serum bayi baru lahir sekitar 80 mikrogram/L dan akan menurun menjadi 50-60 mikrogram/L selama 6 bulan pertama. Kebutuhan spesi Se ini sangat sesuai dengan kandungan spesi Se dalam ASI, yaitu

20-80 mikrogram/L dalam kolostrum menjadi 5-18 mikrogram/L dalam ASI berikutnya. Bioavailability Se sangat bergantung kepada bentuk spesinya/ jenis ikatannya. Seperti yang telah disampaikan di atas, bioavailability spesi Se dalam ASI lebih besar dibandingkan dalam susu sapi atau susu formula.

Spesi iodin juga memegang peranan penting dalam proses biosintesis hormon tiroxin dan tri-iodotironin. Produksi sistem pertahanan imun dan antibodi sangat bergantung pada kelenjar tiroid dan hormon tiroxin dan tri-iodotironin. Oleh karena itu, kekurangan spesi Iodin dalam nutrisi akan menyebabkan lambatnya pertumbuhan otak dan sistem saraf. Kandungan spesi iodin dalam ASI sangat sesuai dan bioavailabilitynya juga sangat baik dibandingkan dalam susu lainnya.

Zat besi dalam ASI, mislanya, 50 – 70 persennya akan masuk ke darah dan jaringan bayi. Sedikit sisa zat yang tertinggal dan tidak diserap dalam usus. Tidak demikian halnya dengan susu pabrikan. Hanya sepuluh persen dari zat besi susu sapi dan sebanyak empat persen zat besi pada formula yang masuk ke darah. Benar-benar tidak efisien.



Gambar 6. 9. struktur molekul contoh vitamin yang ada didalam ASI

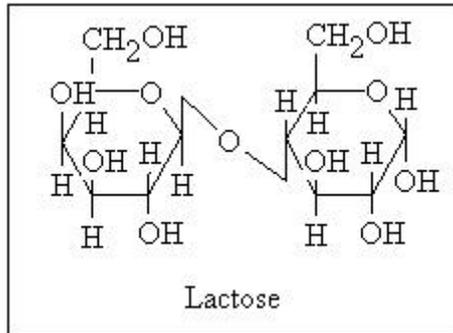
Di samping kurang efisiennya susu pabrikan, kelebihan gizi yang tidak dapat diserap melemahkan sistem pembuangan sisa

makanan pada bayi sehingga bayi harus membayarnya dengan nilai atau harga metabolisme. Banyaknya gizi yang tidak diserap membuat kacau ekologi di usus sehingga bakteri berbahaya bisa berkembang, kita masih belum mengetahui efek jangka panjang akibat kelebihan ini.

Untuk meningkatkan lebih lanjut kegunaan gizi ini pada tubuh, ASI mengandung fasilitator, yaitu spesi kimia yang membantu gizi lain bekerja lebih baik. Vitamin C yang lebih tinggi pada ASI dapat meningkatkan penyerapan zat besi dan seng oleh sistem pencernaan bayi.

8. Laktosa

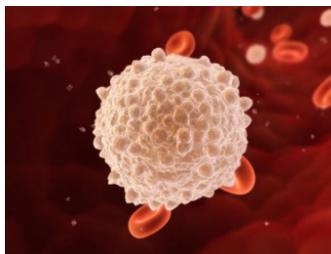
ASI mengandung lebih banyak laktosa (Gula) dibandingkan susu dari hewan lain – 20 – 30 persen lebih banyak daripada air susu sapi (Tabel 1). Susu formula menambahkan sirup jagung pada laktosa untuk menghasilkan perbedaan. Lalu, mengapa bayi anda harus mendapat gula yang lebih baik? jawabnya: otak bayi membutuhkannya. Para ahli gizi yakin bahwa salah satu produk laktosa: galaktosa, adalah gizi penting untuk mengembangkan jaringan otak. Untuk meyakinkan bahwa laktosa adalah hal yang penting bagi perkembangan sistem saraf pusat, para peneliti telah memperlihatkan bahwa di antara semua mamalia, semakin tinggi kandungan laktosa dalam air susunya, maka semakin besar otak spesies tersebut. Laktosa juga meningkatkan penyerapan kalsium yang begitu penting bagi pertumbuhan tulang dan tulang, tetapi usus dan pencernaan bayi anda juga membutuhkan gula alamiah. Laktosa membantu meningkatkan pertumbuhan bakteri usus yang berguna, *lactobacillus bividus*.



Gambar 6.10 . struktur molekul laktosa

9. Sel darah putih

Setiap tetes ASI mengandung jutaan sel darah putih yang sangat kecil yang beredar ke seluruh sistem pencernaan bayi anda dan yang berfungsi mempertahankan diri dari bakteri berbahaya. Pada zaman dahulu, karakteristik ASI yang bergizi dan pelawan penyakit yang sangat berharga ini dikenal dengan sel darah putih. Sel pelindung ini begitu banyak pada minggu awal kehidupan, ketika sistem pertahanan yang dimiliki oleh bayi yang baru lahir masih begitu lemah. Begitu sistem kekebalan tubuh bayi menjadi ,matang dan sempurna, konsentrasi sel darah putih dalam ASI semakin menurun. Paling kurang 6 bulan setelah proses kelahiran, ASI masih mengandung sel darah putih.

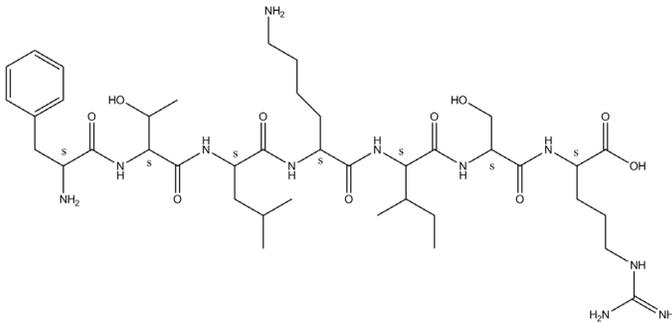


Gambar 6. 11. Sel darah putih

ASI adalah penangkis infeksi yang sengaja dibuat guna melawan kuman yang hidup di sekitar lingkungan bayi anda. Kuman di sekitar anda terus berubah, tetapi tubuh anda memiliki sistem proteksi yang secara efektif mengenali jenis kuman yang tidak berbahaya dan yang berbahaya. Sistem seperti ini belum dimiliki bayi secara sempurna. Ketika suatu kuman baru memasuki tubuh ibu, ibu menghasilkan antibodi terhadap kuman tersebut. Pasukan baru pelawan infeksi ini kemudian memasuki tubuh bayi melalui ASI. Kini, bayi terlindungi juga. Proses dinamis imunisasi susu ini secara konstan beradaptasi untuk melengkapi pasangan ibu-bayi ini sebuah sistem pertahanan tubuh yang terbaik.

10. Imunoglobulin pelawan infeksi

Sebagai tambahan dari sel darah putih yang hidup, ASI juga mengandung Imunoglobulin - yaitu protein pelawan infeksi yang beredar, seperti antibiotik alamiah, ke seluruh tubuh dan memusnahkan kuman. Dalam enam bulan pertama kehidupan, sistem kekebalan tubuh bayi masih belum matang, atau kekurangan antibodi yang protektif. Bayi anda membuat beberapa antibodi sesaat setelah lahir, tetapi ini tidak mencapai tingkat yang mencukupi sampai usia 9 – 12 bulan. ASI dapat menyediakan antibodi tersebut dan melindungi bayi sampai sistem kekebalan tubuhnya kuat dan matang. Dengan demikian, fungsi payudara ibu setelah kelahiran bayi sama seperti fungsi plasenta sebelum kelahiran yaitu untuk menyuplai makanan dan melindungi.



Gambar 6. 12. Struktur molekul immunoglobulin

11. Berubah sesuai pertumbuhan

Nilai lain dari efisiensi air susu ibu adalah bahwa jumlah gizi ini berubah, sejalan dengan pertumbuhan bayi. Kandungan vitamin dan mineral dari kolostrum (air susu anda yang pertama), air susu transisional (air susu ibu di minggu pertama) dan air susu yang sempurna, telah dibuat sedemikian rupa sehingga paling tepat bagi kebutuhan bayi anda yang cepat berubah. Komposisi susu yang senantiasa berubah sesuai perkembangan bayi ini, tidak dapat ditiru oleh susu pabrikan dengan baik.

12. efek relaksasi

kegiatan menyusui membuat bayi dan ibu relaks serta tenang. Perhatikanlah pasangan ibu-anak yang sedang melakukan aktivitas penyusuan. Perhatikan betapa ibu membelai lembut, dan bayi terlena dengan damainya sampai tertidur, seakan diberi penenang alami. Dan, kenyataannya, hal itu memang terjadi. Air susu ibu mengandung protein penyebab tidur secara alami, sebagai tambahan terhadap faktor pemuasan sehingga bayi beristirahat dengan senang dan damai. Hormon tersebut dihasilkan oleh ibu dan diisap bayi. penenangan alamiah ini secara khusus sangat membantu bayi (dan ibu) yang memiliki kesulitan tidur. Aspek penyusuan ini adalah contoh saling memberi yang demikian indahny pada saat kita melakukannya secara alamiah.

Efek relaksasi yang dihasilkan dari aktivitas menyusui sangat menolong para ibu yang bergaya hidup sibuk dan kegiatannya padat. Testimoni seorang wanita karir yang menyusui menyatakan: "setelah seharian sibuk bekerja di kantor, saya menyusui bayi saya, dan hal ini membantu saya beristirahat dengan tenang". Menyusui bagi ibu merupakan sarana relaksasi yang menenangkan.

13. zat lain : berbagai penemuan baru

beberapa penelitian terbaru menunjukkan bahwa ada spesi kimia lain yang belum diketahui dengan pasti struktur kimianya yang terdapat di dalam ASI. Para peneliti menyebutnya sebagai faktor. Faktor terbaru yang ditemukan antara lain faktor pertumbuhan epidermis (EGF), dan dinamakan demikian karena faktor ini mendorong pertumbuhan sel yang penting. Sel epidermis yang melapisi usus bayi melakukan pekerjaan yang sangat penting dalam mengolah makanan. EGF ini berperan seperti tonik untuk meningkatkan pertumbuhan sel yang penting seperti ini di seluruh tubuh bayi. ASI juga mengandung banyak hormon vital yang membantu organ penting bekerja dengan lebih baik.

Penutup

Spesi kimia unik dalam ASI yang telah dibahas di sini hanyalah sebagian kecil spesi kimia penting yang sudah terungkap. Masih banyak spesi kimia lainnya yang terdapat dalam ASI yang belum terungkap fungsi dan struktur kimianya. Penelitian lebih lanjut tentang spesiasi kimiawi dalam ASI merupakan suatu keniscayaan untuk mengungkapkan keagungan dan kedahsyatan kandungan gizi air susu ibu dibandingkan susu sapi atau susu pabrikan. Perintah Allah SWT untuk menyusui bayi hingga 2 tahun adalah untuk kebaikan manusia sendiri. Jika ibu tidak memiliki air susu, maka dapat digantikan oleh ibu susu lainnya, bukan oleh susu sapi atau susu formula. Allah telah menetapkan bahwa susu yang terbaik bagi bayi manusia adalah susu ibu (QS Al Baqaroh: 233).

BAB 7

Tarian Biomolekul Menjelaskan Kebesaran Allah

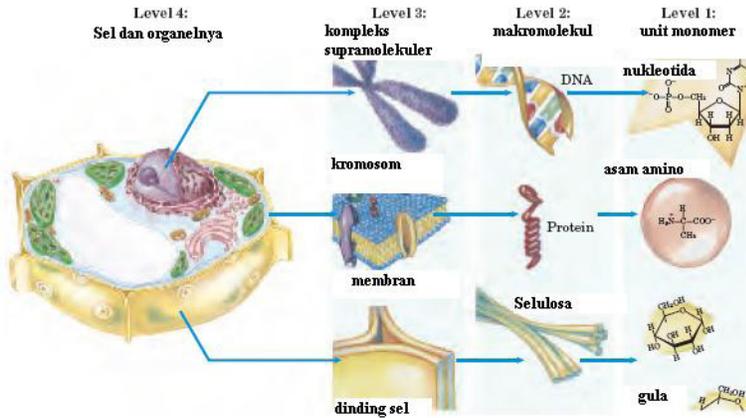
Tatang Shabur Julianto

سُرِّيهِمْ ءَايَاتِنَا فِي لَأْفَاقٍ وَفِي أَنفُسِهِمْ حَتَّىٰ يَتَبَيَّنَ لَهُمْ أَنَّهُ لَأَحَقُّ أَوْ
لَمْ يَكْ فِي رَبِّكَ أَنَّهُ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ شَهِيدٌ ۝ ٣٥

Kami akan memperlihatkan kepada mereka tanda-tanda (kekuasaan) Kami di segala wilayah bumi dan pada diri mereka sendiri, hingga jelas bagi mereka bahwa Al Quran itu adalah benar. Tiadakah cukup bahwa sesungguhnya Tuhanmu menjadi saksi atas segala sesuatu (QS. Fussilat:53)

Dalam tafsir Ibnu Katsir, yang dimaksud dengan tanda-tanda kekuasaan Allah pada diri mereka sendiri adalah bentuk tubuh, organ-organ tubuh dan segala sesuatu yang ada dalam diri manusia seperti yang dijelaskan dalam ilmu biologi.

Tubuh manusia tersusun dari milyaran sel hidup yang tersusun rumit namun terorganisasi dengan rapi. Sel-sel tersebut berkumpul dalam beberapa kelompok sesuai dengan fungsinya. Setiap aspek kehidupan yang muncul tergantung kepada sifat molekul kimia penyusun sel tersebut. Molekul – molekul inilah yang selanjutnya kita kenal sebagai **biomolekul**. Tidak hanya dalam tubuh manusia, biomolekul juga merupakan penyusun organisme hidup lainnya. Gambar 7.1 merupakan gambaran ikhtisar biomolekul dari bagian-bagian sel.



Gambar 7. 1. Ikhtisar Biomolekul

Level 4 adalah gambaran utuh makhluk hidup baik yang bersel tunggal maupun bersel banyak. Level 3 adalah gambaran organel-organel sel yang merupakan gabungan biomolekul-biomolekul yang memberikan fungsi-fungsi tertentu, misalnya kromosom sebagai bagian utama dalam inti sel (nukleus). Level 2 menjelaskan biomolekul utama penyusun suatu organel sel. Sebagai contoh, kromosom disusun biomolekul yang dinamakan DNA (Deoxyribose Nucleic Acid), membran sel disusun oleh biomolekul protein dan lipida, dan dinding sel disusun oleh biomolekul selulosa. Level 1 memberikan gambaran monomer-monomer penyusun biomolekul Level 2. DNA merupakan polimer yang disusun oleh suatu asam nukleat, polimer protein disusun oleh suatu asam amino, dan polimer selulosa disusun oleh glukosa.

Biomolekul menjadi sangat penting dipelajari untuk dapat memahami peristiwa-peristiwa biokimia yang terjadi dalam tubuh makhluk hidup. Pengetahuan ini dapat diterapkan dalam segala hal yang berkaitan dengan fungsi-fungsi dalam makhluk hidup seperti bidang kesehatan, pertanian, industri bioteknologi dan sebagainya.

Organisme hidup tersusun dari ribuan molekul anorganik dan organik. Air merupakan molekul anorganik, yang terkandung 50 sampai dengan 95% berat sel, dan ion-ion seperti natrium, kalium, magnesium, dan kalsium sebanyak 1%. Sebagian besar penyusun organisme hidup adalah molekul organik. Senyawa organik pada dasarnya terdiri dari enam unsur yaitu karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, pospor, dan sulfur. Selanjutnya unsur-unsur tersebut berinteraksi membentuk molekul-molekul yang beragam.

Keragaman jenis molekul ini disebabkan oleh peran atom karbon yang memiliki kemampuan membentuk 4 ikatan kovalen yang kuat dengan atom lain, dapat membentuk ikatan tunggal dan ganda dengan atom oksigen dan nitrogen, memiliki kemampuan memakai bersama pasangan elektron dengan sesama karbon sehingga membentuk ikatan tunggal dan ganda karbon-karbon yang stabil, atom karbon yang terikat secara kovalen dapat disambung membentuk berbagai jenis struktur (rantai linier, rantai bercabang, struktur siklik dan bujur sangkar, dan kombinasi struktur-struktur ini) untuk membentuk kerangka berbagai jenis molekul organik.

Keistimewaan atom karbon tersebut menghasilkan jutaan senyawa-senyawa kimia yang mampu berinteraksi satu dengan lainnya dalam kaidah hukum fisika dan kimia menghasilkan fungsi hidup yang menakjubkan.

Interaksi ini seakan membentuk suatu koreografi tarian kolosal biomolekul yang sangat rapi dan spektakuler sehingga setiap manusia yang memahaminya akan terhanyut dalam perasaan yang mendalam bahwa sesungguhnya kita sangatlah kecil di hadapan Sang Maha Pencipta, Allah *Azza wa Jalla*.

Tarian Isomerisasi Cis/Trans dalam retina mata

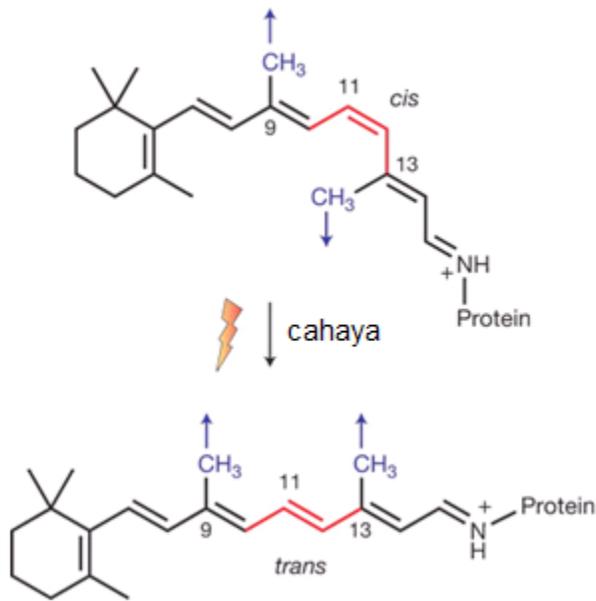
Ada perumpamaan dalam ayat Al-Qur'an di bawah ini yang cukup menarik untuk dikaji. Dalam QS. Al-Baqarah: 17, Allah berfirman,

مَثَلُهُمْ كَمَثَلِ الَّذِي سَوَّقَدَ نَارًا فَلَمَّا أَضَاءَتْ مَا حَوْلَهُ ذَهَبَ لِلَّهِ
بُنُورِهِمْ وَتَرَكَّهُمْ فِي ظُلُمَاتٍ لَا يُبْصِرُونَ ٧١

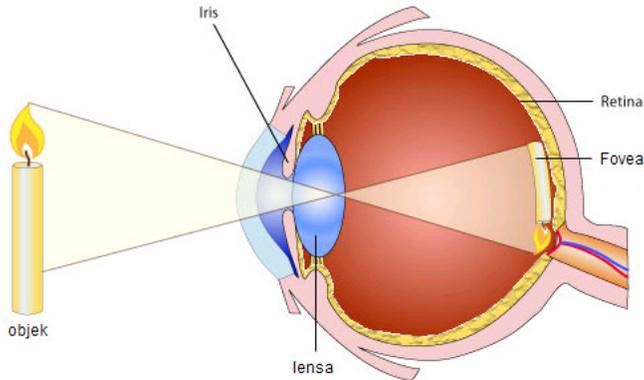
Perumpamaan mereka adalah seperti orang yang menyalakan api, maka setelah api itu menerangi sekelilingnya Allah hilangkan cahaya (yang menyinari) mereka, dan membiarkan mereka dalam kegelapan, tidak dapat melihat.

Dalam ayat tersebut di atas, Allah memberikan perumpamaan tentang kondisi orang-orang munafik seperti halnya kondisi orang yang menyalakan api. Ketika api dinyalakan, maka cahayanya membuat terang dan sehingga terlihat. Namun ketika Allah mematikan cahaya dari benda yang dikenai cahaya api tersebut, maka mereka tidak lagi dapat melihat benda tersebut atau dengan kata lain mereka mengalami kegelapan.

Ayat ini Allah menyiratkan bahwa penglihatan tidak akan bekerja bila tidak ada cahaya yang sampai ke mata. Kemampuan melihat seorang manusia dan beberapa hewan tak lepas dari koreografi sebuah konsep tarian biomolekul dengan gerakan-gerakan yang indah dan harmoni dalam retina mata. Tarian ini melibatkan penari-penari utama yang diperankan oleh retinal dan fotoreseptor opsin melalui gerakan isomerisasi cis/trans. Retina mata mengandung biomolekul senyawa turunan vitamin A yang dinamakan cis-retinal. Pada saat biomolekul ini dikenai cahaya, sebuah foton dari cahaya tampak (*visible*) membawa sejumlah energi yang cukup untuk menyebabkan terjadinya perpindahan posisi *cis*-retinal menjadi *trans*-retinal yang selanjutnya dikenal dengan **tarian isomerisasi cis/trans**.

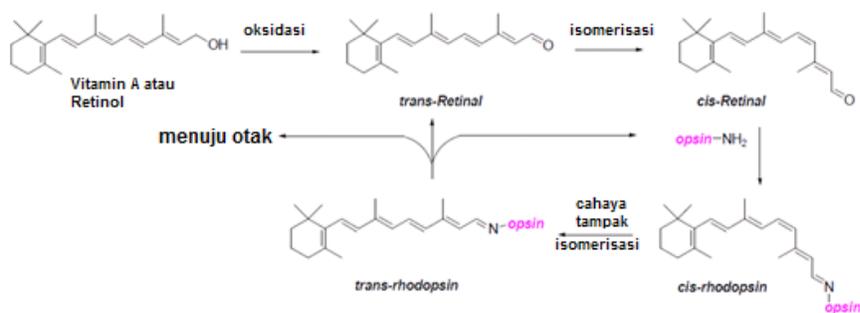


Retina merupakan bagian mata yang memiliki berjuta-juta sel yang sensitif terhadap cahaya. Pada umumnya sel-sel ini terdiri dari 2 macam yaitu batang dan kerucut. Sel batang memiliki fungsi untuk melihat dalam intensitas cahaya yang rendah sedangkan sel kerucut berfungsi untuk melihat warna. Sel kerucut terdapat pada bagian tengah retina mata yang dinamakan sebagai fovea. Fovea berada di dalam makula yang merupakan bagian retina yang sangat sensitif terhadap cahaya. Pada saat cahaya mengenai sel fovea ini, cahaya diubah menjadi sinyal listrik yang selanjutnya diteruskan menuju ke otak melalui saraf mata. Kemudian otak mengubah sinyal listrik tersebut menjadi gambar yang kita lihat.



Sel batang dan sel kerucut memiliki kandungan senyawa kimia rhodopsin dan pigmen kerucut yang akan terurai bila dikenai cahaya. Jika rhodopsin telah mengabsorpsi energi cahaya, maka rhodopsin akan dengan cepat terurai dikarenakan oleh peristiwa fotoaktivasi elektron pada bagian retinal. Pada peristiwa ini bentuk cis-retinal diubah menjadi bentuk trans-retinal. Bentuk trans memiliki rumus molekul yang sama dengan bentuk cis, namun berbeda secara struktur molekulnya, dari molekul yang berbentuk lurus menjadi molekul yang melengkung.

Bentuk tiga dimensi tempat reaksi trans-retinal yang tidak sesuai lagi dengan tempat reaksi protein skotopsin menyebabkan terjadi pelepasan retinal dari skotopsin sehingga terbentuklah produk batorhodopsin. Batorhodopsin adalah senyawa yang sangat tidak stabil dan akan rusak dalam waktu singkat menjadi lumirhodopsin yang berubah lagi menjadi metarhodopsin I. Akhirnya metarhodopsin selanjutnya akan menjadi metarhodopsin II atau disebut juga sebagai rhodopsin teraktivasi yang menstimulasi perubahan elektrik dan diteruskan sebagai sinyal menuju otak dan nampaklah objek yang dilihat oleh mata.

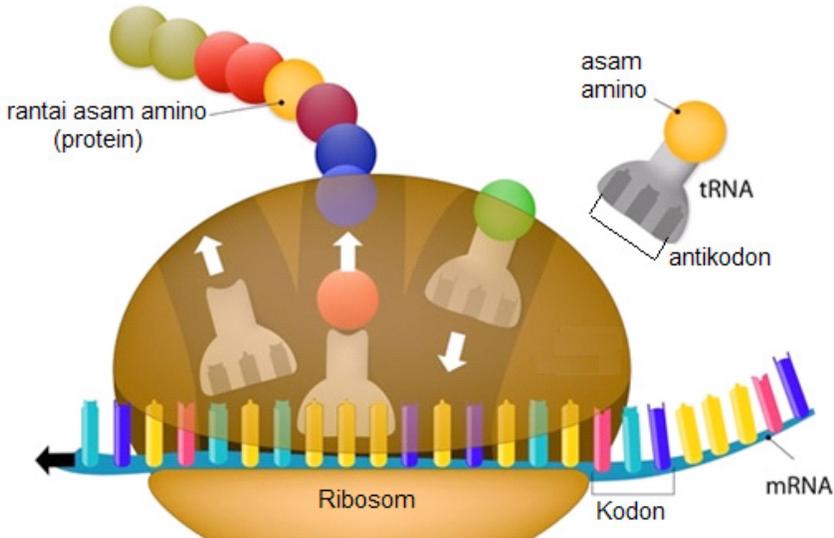


Rhodopsin selanjutnya akan dibentuk kembali dengan mengubah *trans*-retinal menjadi *cis*-retinal. Hal ini diperoleh dengan mula-mula mengubah *trans*-retinal menjadi *trans*-retinol yang merupakan salah satu bentuk vitamin A. Selanjutnya, di bawah pengaruh enzim isomerase, *trans*-retinol diubah menjadi *cis*-retinol lalu diubah lagi menjadi *cis*-retinal yang lalu bergabung dengan skotopsin membentuk rhodopsin.

Maha Besar Allah atas segala ciptaan-Nya. *Fabiyyi aalaa'i rabbikuma tukaddiban*; maka nikmat apa lagi yang engkau dustakan.

Tarian Translasi mRNA dalam sintesis Protein

Translasi merupakan salah satu peristiwa dalam biosintesis protein. Peristiwa ini terjadi melalui tarian barisan mononukleotida-mononukleotida (timin, adenin, guanin, sitosin) dalam satu rangkaian biomolekul messenger-RNA (mRNA) yang berperan sebagai pembawa kode genetik dalam sel. Rangkaian ini berjalan melewati biomolekul ribosom yang bertugas menerjemahkan kode genetik tiap kelompok yang terdiri dari tiga mononukleotida dalam m-RNA (kodon). Hasil terjemahan ribosom selanjutnya disampaikan kepada transfer-RNA (tRNA) sebagai antikodon untuk memilih asam amino dalam sitoplasma disesuaikan dengan kode genetik kodon. Demikian seterusnya peristiwa ini berjalan hingga akhir dari kode genetik m-RNA (Gambar 6.2).



Gambar 7. 2. Tarian Translasi mRNA dalam sintesis Protein

Asam amino-asam amino tersebut saling bergandengan melalui ikatan peptida sesuai dengan urutannya dan jadilah sebuah biomolekul baru yang dinamakan sebagai protein. Begitulah Allah mengatur dan menciptakan satu karya tarian yang sangat rapi dan terorganisasi dengan sempurna sehingga terbentuk beraneka ragam bentuk dan fungsi protein yang menjadi biomolekul vital bagi suatu sel dan organisme.

Tarian ikatan hidrogen dan solvasi air melarutkan biomolekul lainnya

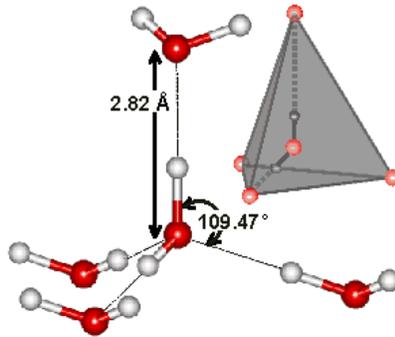
Air meliputi kira-kira 70% berat bersih dari sel makhluk hidup dan merupakan komponen yang menentukan. Air merupakan senyawa yang berlimpah di dalam sistem hidup yaitu sekitar 70 % berat bersih sel. Air merupakan biomolekul istimewa yang dianugerahkan oleh Allah kepada manusia dan makhluk hidup lainnya. Allah berfirman dalam Surat Al-Anbiya (30) tentang keistimewaan air tersebut.

أَوَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا^ط وَجَعَلْنَا
مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ^ط أَفَلَا يُؤْمِنُونَ

Dan apakah orang-orang yang kafir tidak mengetahui bahwasanya langit dan bumi itu keduanya dahulu adalah suatu yang padu, Kemudian kami pisahkan antara keduanya. **dan dari air kami jadikan segala sesuatu yang hidup.** Maka mengapakah mereka tiada juga beriman?

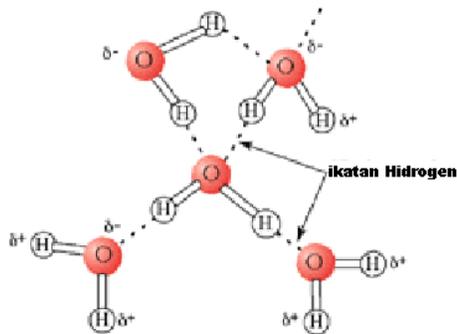
Air merupakan medium beberapa fungsi dalam makhluk hidup, diantaranya sebagai medium berlangsungnya transpor nutrisi, sebagai medium dalam reaksi enzimatik metabolisme, dan medium transfer energi kimia. Oleh karena itu semua aspek struktur dan fungsi sel harus beradaptasi dengan sifat-sifat fisik dan kimia air.

Perbedaan keelektronegatifan antara hidrogen dan oksigen molekul air menyebabkan molekulnya bersifat polar. Oksigen menarik elektron-elektron dalam molekul lebih kuat daripada hidrogen yang membuat oksigen bermuatan parsial negatif dan hidrogen parsial positif. Dalam keadaan cair dan padat antara molekul-molekul air terjadi asosiasi secara luas yang disebabkan tarikan dwikutub antara hidrogen positif dan oksigen negatif. Jenis asosiasi intermolekular disebut: **Ikatan hidrogen (Gambar 7.3).**



Gambar 7. 3. Ilustrasi ikatan hidrogen

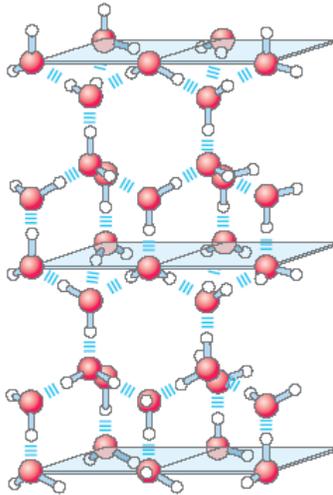
Karena susunan yang hampir tetrahedral dari elektron di sekitar atom oksigen, tiap-tiap molekul air secara teoritis dapat membentuk ikatan hidrogen dengan sebanyak-banyaknya 4 molekul air tetangga.



Gambar 7. 4. Ikatan Hidrogen antar molekul H₂O

Pada setiap saat, suhu kamar tiap-tiap molekul air membentuk ikatan hidrogen 3,4 molekul air lainnya. Karena molekul air bergerak secara kesinambungan dalam keadaan cair, ikatan hidrogen ini diuraikan dan dibentuk secara cepat dan terus menerus sehingga air tidak bersifat kental, tetapi bersifat cair.

Pada struktur es, tiap molekul air bersifat tetap dalam ruang dan berikatan hidrogen dengan maksimum 4 molekul air lainnya, menghasilkan struktur kisi biasa. Hal inilah yang menyebabkan tingginya titik cair es.

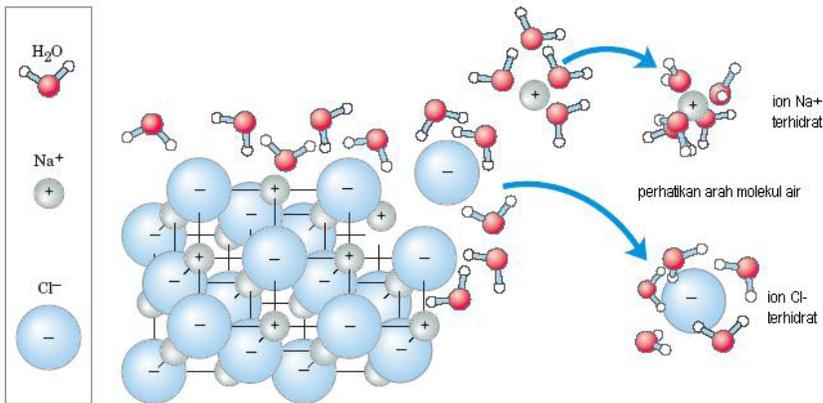


Gambar 7. 5. Ikatan hidrogen antar molekul air dalam es

Ikatan hidrogen bersifat lemah dibandingkan ikatan kovalen (energi ikatan air dalam bentuk cair hanya 4,5 kkal/mol, dibandingkan dengan 110 kkl/mol bagi ikatan kovalen H-O pada molekul air. Namun karena jumlahnya banyak, ikatan hidrogen memberikan gaya kohesi internal yang tinggi bagi air.

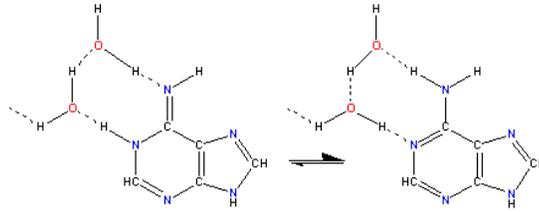
Air merupakan pelarut yang baik bagi larutan ionik dan polar, dan pelarut yang tidak baik bagi larutan non-polar. Salah satu kelompok senyawa yang dapat terlarut dalam air adalah kristal garam, misalnya natrium klorida (NaCl). Pada saat NaCl dimasukkan ke dalam air, maka molekul NaCl akan terionisasi dan mengalami solvasi dengan molekul air. Ion Na yang bermuatan positif akan didekati oleh molekul air pada bagian atom oksigen yang bermuatan parsial negatif, sedangkan ion Cl yang bermuatan negatif akan berinteraksi dengan molekul air pada

bagian atom-atom hidrogen yang bermuatan parsial positif. Dengan tarian inilah molekul air dalam tubuh melarutkan garam NaCl (Gambar 6.6).



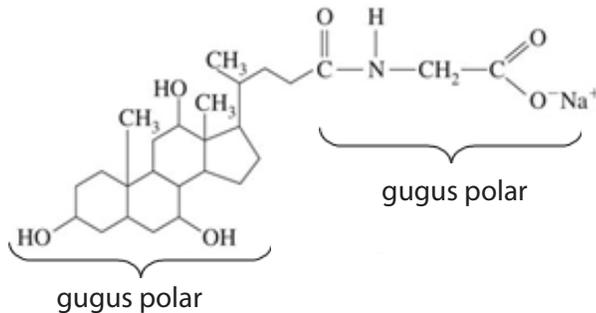
Gambar 7. 6. Solvasi NaCl

Kelompok senyawa selanjutnya yang dapat melarut dalam air adalah senyawa organik polar netral yang memiliki gugus fungsional. Yang dimaksud dengan senyawa organik polar netral di sini adalah senyawa hidrokarbon yang memiliki gugus fungsional dan menyebabkan molekul tersebut membentuk dwikutub (bukan ion). Senyawa tersebut melarut dalam air berdasarkan prinsip like dissolved like. Senyawa yang bersifat polar akan larut bersama senyawa yang bersifat polar juga. Senyawa yang memiliki gugus fungsional polar seperti alkohol, aldehida, asam karboksilat dan amina dapat melarut bersama dengan air yang bersifat polar

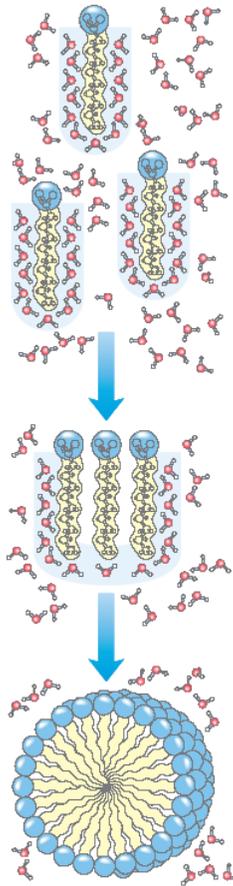


Suatu asam nukleat melarut dalam molekul air

Kelompok senyawa lainnya yang dapat melarut dalam air adalah senyawa amfipatik. Senyawa ini memiliki kemampuan untuk menjembatani senyawa yang bersifat non polar dengan senyawa lain yang bersifat non polar. Senyawa amfipatik dalam molekulnya memiliki gugus polar dan nonpolar sekaligus. Gugus polar menggandeng senyawa yang polar dan sebaliknya, gugus non polar akan menggandeng senyawa yang non polar. Contoh senyawa amfipatik adalah natrium glikolat dalam cairan empedu.



Cairan ini akan disemprotkan ke dalam usus halus. Begitulah senyawa yang non polar seperti lemak dan asam lemak dapat larut dalam sistem darah yang air. Lemak akan terdispersi di dalam air membentuk **misel**.



Gambar 7. 7. Struktur Misel

Masih banyak lagi contoh-contoh tarian biomolekul lainnya yang membentuk fungsi hidup seperti tarian hereditas, tarian siklus karbohidrat, tarian respirasi mitokondria dan lain-lain. Tarian-tarian ciptaan Allah inilah yang menjadikan manusia dan makhluk hidup lainnya dapat mempertahankan kelangsungan hidupnya.

Dalam ajaran Islam, kehidupan tidak hanya ditentukan oleh faktor material saja, namun yang lebih utama yaitu faktor non material. Marilah kita perhatikan kejadian penciptaan manusia yang dibagi menjadi

beberapa tahapan. Rasulullah bersabda dalam sebuah hadist,

Sesungguhnya tiap kalian dikumpulkan ciptaannya dalam rahim ibunya, selama 40 hari berupa nutfah (air mani yang kental), kemudian menjadi 'alaqah (segumpal darah) selama itu juga, lalu menjadi mughdah (segumpal daging) selama itu juga, kemudian diutus malaikat kepadanya untuk meniupkan RUH, dan dia diperintahkan untuk mencatat empat kata yang telah ditentukan, rejekinya, ajalnya, amalnya, dan kesulitan atau kebahagiaannya....

Dalam hadits tersebut, Rasulullah Muhammad SAW telah menyampaikan bahwa setelah 40 hari ketiga, Allah memerintahkan malaikat untuk memberikan sesuatu yang bersifat nonmaterial yaitu berupa RUH ke dalam jasad yang bersifat material, maka barulah manusia dikatakan sebagai makhluk yang "hidup" dan sejak itulah rejeki, ajal, amal dan kesulitan atau kebahagiaan seseorang telah ditentukan.

Ketika Allah berkenan mencabut RUH dari jasad manusia, maka seluruh reaksi biokimia dan fisika di dalamnya akan berhenti secara total, walaupun sehebat dan sekuat manusia tersebut.

Allah SWT berfirman dalam QS. Ali Imran: 185,

كُلُّ نَفْسٍ ذَائِقَةٌ لِمَوْتٍ وَإِنَّمَا تُؤَفَّفُونَ أَجُورَكُمْ يَوْمَ لِقَائِهِ فَمَنْ
زُحِرَ عَنِ النَّارِ وَأُدْخِلَ الْجَنَّةَ فَقَدْ فَازَ وَمَا الْحَيَاةُ الدُّنْيَا إِلَّا مَتَاعٌ
لِغُرُورٍ ٥٨١

Tiap-tiap yang berjiwa akan merasakan mati. Dan sesungguhnya pada hari kiamat sajalah disempurnakan pahalamu. Barangsiapa dijauhkan dari neraka dan dimasukkan ke dalam surga, maka sungguh ia telah beruntung. Kehidupan dunia itu tidak lain hanyalah kesenangan yang memperdayakan

BAB 8

Metode Sintesis Ramah Lingkungan sebagai Bentuk Nyata Menjaga Bumi Allah SWT

Nurchahyo Iman Prakoso

Pendahuluan

Asal mula penamaan ilmu kimia yaitu dari bahasa Arab, *al-kimia* yang berarti perubahan zat ataupun materi. Hal ini dicetuskan oleh ilmuwan Arab *Jabir ibn Hayyan* pada tahun 700-778 Masehi. Ilmu kimia dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari segala hal yang berhubungan dengan rekayasa zat ataupun materi, yaitu mengubah suatu zat atau materi menjadi zat atau materi lain. Dalam artian lain, ilmu kimia adalah ilmu mempelajari tentang susunan, struktur, sifat, perubahan serta energi yang menyertai perubahan suatu zat atau materi. Hakekat ilmu kimia adalah bahwa benda itu dapat mengalami perubahan bentuk, maupun susunan partikelnya menjadi bentuk yang lain sehingga terjadi perubahan struktur penyusunnya sehingga ini mempengaruhi sifat-sifat diri dari zat tersebut.

Al-Qur'an merupakan kitab sekaligus sumber ilmu pengetahuan yang diturunkan oleh Allah SWT dan di dalamnya terdapat kandungan yang merujuk pada fenomena alamiah yang dapat dijumpai manusia dalam hidupnya. Kandungan dalam ayat-ayat Al-Qur'an juga telah menarik perhatian manusia untuk mengkaji dan mendalami lebih lanjut tentang hal-hal yang berhubungan dengan elemen dan reaksi kimiawi, di antaranya yaitu ayat-ayat yang berhubungan dengan kejadian manusia atau kejadian alam yang lain :

"Dan sesungguhnya kami Telah menciptakan manusia (Adam) dari tanah liat kering (yang berasal) dari lumpur hitam yang diberi bentuk"
(Al-Hijr:26).

“Dan Allah menciptakan kamu dari tanah Kemudian dari air mani, Kemudian dia menjadikan kamu berpasangan (laki-laki dan perempuan). dan tidak ada seorang perempuanpun mengandung dan tidak (pula) melahirkan melainkan dengan sepengetahuan-Nya. dan sekali-kali tidak dipanjangkan umur seorang yang berumur panjang dan tidak pula dikurangi umurnya, melainkan (sudah ditetapkan) dalam Kitab (Lauh mahfuzh). Sesungguhnya yang demikian itu bagi Allah adalah mudah” (Faathir:11).

“Dan di antara tanda-tanda kekuasaan-Nya ialah Dia menciptakan kamu dari tanah, kemudian tiba-tiba kamu (menjadi) manusia yang berkembang biak” (Ar-Ruum:20)

Ayat-ayat lah disebutkan di atas menarik perhatian kita sebagai manusia untuk berpikir ke arah proses penciptaan manusia terutama bagaimana terjadinya reaksi kimiawi dari substansi-substansi yang menjadi bahan baku penciptaan manusia dan pengaruhnya terhadap perilaku manusia sebagai makhluk Allah yang hidup. Al-Qur’an juga menghimbau manusia untuk berpikir dan merenung tentang proses penciptaannya sehingga hal ini mendorong manusia untuk bereksperimen tentang interaksi antar substansi yang berbeda sifat serta mempelajari perubahan secara kimiawi yang dapat menghasilkan produk baru.

Kandungan ayat di dalam Al-Qur’an juga memberikan informasi adanya kemungkinan ditemukannya substansi yang lebih unggul bermanfaat melalui reaksi dari berbagai unsur, dan dimungkinkan juga dapat ditemukannya sebuah kehidupan hasil interaksi kimiawi dari beberapa komponen. Kandungan ayat-ayat tersebut jelas menggugah manusia agar melakukan penelitian lebih jauh dan lebih mendalam. Pembahasan ini nantinya akan dibatasi hanya pada topik *green methylation process* dalam reaksi kimia organik sebagai wujud mempelajari fenomena-fenomena alam sebagai wujud rasa syukur kepada Allah dan sebagai wujud nyata dalam menjaga lingkungan dan bumi Allah dari kerusakan.

Kondisi terkini

Era liberalisasi ilmu pengetahuan yang berkembang sangat cepat memacu tumbuhnya jiwa-jiwa peneliti. Sebagian besar peneliti, khususnya di bidang ilmu alam lebih fokus pada tingkat keberhasilan terbentuknya produk tanpa mempertimbangkan efek buruk yang timbul terhadap lingkungan akibat bahan-bahan yang digunakan. Dalam kimia organik contohnya, banyak sekali metode-metode sintesis yang menggunakan reagen-reagen yang cukup beracun bagi peneliti maupun bagi lingkungan. Beberapa senyawa yang cukup berbahaya bagi manusia dan lingkungan adalah senyawa benzena, haloform, organologam dan lain sebagainya. Dampak dari bahan-bahan tersebut bagi lingkungan maupun manusia sangat berbahaya dan dapat berjalan dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Suatu kewajiban bagi muslim sebagai *khalifah fil ardh* sehingga membuat manusia muslim khususnya harus menjaga bumi sebaik-baiknya dan tidak membuat kerusakan.

Fenomena inilah yang mendasari munculnya konsep *Green chemistry* yang diusulkan oleh Anastas dan Warner (1998). Konsep *green chemistry* merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk mencegah polusi dari sumbernya, dimulai dari bahan baku, prosedur sintesis, desain proses dan produknya sebelum berpotensi jadi polutan. *Green chemistry* semakin mendunia, sehingga penelitian-penelitian terdahulu diupayakan untuk diperbaiki baik bahan maupun prosesnya agar bersifat ramah lingkungan. Sangatlah penting untuk mengganti reagen yang sifatnya beracun dan berbahaya dengan reagen yang bersifat aman dan tidak menghasilkan produk samping berupa garam anorganik (Tundo *et al.*, 2008). Hal ini sesuai dengan salah satu tujuan diutusnya manusia, yaitu memelihara dan menjaga dengan baik bumi ini.

Green chemistry atau “kimia hijau” merupakan salah satu cabang dari ilmu kimia dimana memiliki fokus pembahasan pada hal-hal yang

terkait dengan proses pencegahan polusi. Konsep ini didengungkan dan diawali pada awal tahun 1990-an. Konsep ini mulai mendunia setelah *Environmental Protection Agency (EPA)* mengeluarkan *Pollution Prevention Act* yang merupakan kebijakan nasional untuk mencegah atau mengurangi polusi. Secara umum, *Green chemistry* merupakan pendekatan untuk mengatasi masalah lingkungan dari segi bahan kimia yang digunakan maupun yang dihasilkan, proses atau reaksi kimia serta tahapan reaksi yang digunakan (Kidwai dan Mohan, 2005).

Konsep ini menjelaskan tentang suatu metode yang didasarkan pada minimalisasi penggunaan dan pembuatan bahan kimia berbahaya, baik dari sisi perancangan reaksi maupun proses reaksi. Bahaya bahan kimia yang dimaksudkan dalam konsep *green chemistry* ini meliputi bahaya fisik, toksisitas, penipisan sumber daya alam dan perubahan iklim global (Clark dan Macquarrie, 2002).

Istilah *Green chemistry* dapat juga diartikan sebagai pemanfaatan seperangkat prinsip kimia hijau yang bertujuan mengurangi atau menghilangkan penggunaan bahan berbahaya dalam sintesis, desain dan aplikasi produk kimia (Sharma *et al.*, 2008). Konsep-konsep yang sangat mendasar dalam *Green chemistry* berupa meminimalisasi limbah, penggunaan katalis, penggunaan reagen tidak beracun, penggunaan sumberdaya terbarukan, peningkatan efisiensi atom serta penggunaan sistem bebas pelarut.

Konsep *Green chemistry* merupakan pendekatan yang sangat efektif untuk mengurangi maupun mencegah terjadinya polusi karena dapat diterapkan secara langsung oleh para ilmuwan saat ini. Konsep ini lebih menitikberatkan pada perspektif seorang peneliti untuk memposisikan aspek lingkungan sebagai prioritas utama. Ruang lingkup penelitian dalam bidang *green chemistry* meliputi penggunaan bahan baku yang terbarukan, merancang bahan kimia maupun produk kimia yang ramah

lingkungan, pengembangan cara sintesis yang lebih ramah lingkungan, serta penggunaan bioteknologi sebagai alternatif dalam industri (Sharma *et al.*, 2008).

Anastas dan Warner pada tahun 1998 mengusulkan konsep "*The Twelve Principles of Green Chemistry*" dimana konsep ini digunakan sebagai acuan para peneliti untuk mulai melakukan penelitian yang ramah lingkungan. Berikut adalah ke-12 prinsip kimia hijau yang diusulkan oleh Anastas dan Warner :

1. Mencegah terbentuknya limbah dalam proses
2. Mendesain produk bahan kimia yang aman
3. Mendesain proses sintesis yang aman
4. Menggunakan bahan baku yang dapat terbarukan
5. Menggunakan katalis
6. Menghindari terjadinya proses derivatisasi dan modifikasi sementara dalam reaksi kimia
7. Memaksimalkan atom ekonomi
8. Menggunakan pelarut yang aman
9. Meningkatkan efisiensi energi dalam reaksi
10. Mendesain bahan kimia yang mudah terdegradasi
11. Penggunaan metode analisis langsung untuk mencegah dan mengurangi polusi
12. Meminimalisasi potensi kecelakaan

Penerapan ke-12 prinsip kimia hijau ini belum sepenuhnya dilakukan para kimiawan. Dalam bidang sintesis khususnya, masih banyak penelitian tentang sintesis yang masih menerapkan metode konvensional dengan menggunakan reagen yang memiliki sifat toksisitas tinggi dan tidak ramah lingkungan.

Dimetil karbonat (DMC) merupakan senyawa berwujud cairan yang mudah terbakar, berbau seperti metanol, dan tidak menimbulkan iritasi ataupun efek mutagenik baik melalui kontak langsung maupun bila terhirup. Oleh karena itulah, senyawa ini dapat digunakan dengan aman (Tundo dan Selva, 2002).

Dimetilkarbonat sebagai *Green Chemistry Agent*

Dimetil Karbonat sebagai Pengganti Dimetil Sulfat

Penggunaan DMC dalam reaksi metilasi dimaksudkan untuk mengganti reagen yang biasanya dipakai seperti metil halida (CH_3X , $\text{X} = \text{I}, \text{Br}, \text{Cl}$) dan dimetil sulfat (DMS) yang memiliki sifat beracun dan korosif (Ono, 1996). Tingkat toksisitas DMC lebih rendah 31 kali dibandingkan dengan DMS dan lebih rendah 181 kali dibanding dengan Mel (Shelva, 2007). Perbandingan toksisitas antara DMC dengan DMS maupun dengan Mel disajikan pada Tabel 8.1.

Tabel 7. 1 Perbandingan sifat toksisitas antara DMC, DMS dan Mel (Shelva, 2007)

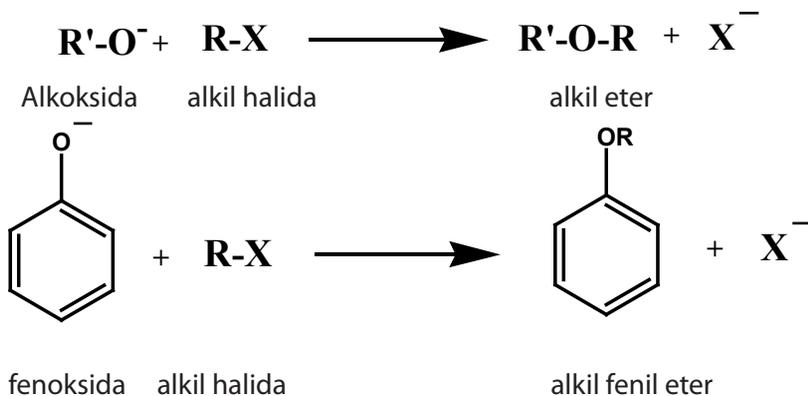
Parameter	DMC	DMS	Mel
Toksitas akut (tikus)	LD50 13,8 g/kg	LD50 440 mg/kg	LD50 76 mg/kg
Sifat mutagenik	Tidak	Ya	Ya
Sifat iritasi	Tidak	Menyebabkan terbakar	Iritasi pada kulit
Penggunaan pelarut	Tidak	Ya	Ya
Reagen berbahaya	Tidak	Ya	Ya
Penanganan limbah	Tidak	Ya	Ya
Produk samping	MeOH, CO ₂	NaSO ₄ Me	Nal

Dimetil karbonat dikenal sangat baik sebagai reagen metilasi yang tidak beracun. Beberapa hal yang menjadikan DMC memenuhi spesifikasi reagen dalam konsep *green chemistry* yang membedakan DMC dengan agen metilasi yang lain, antara lain:

1. Dimetil karbonat tidak menghasilkan produk garam anorganik baik dalam reaksi alkilasi maupun karboksilasi. Dalam reaksi alkilasi, produk samping berupa metil karbonat akan terdekomposisi menjadi metanol dan karbondioksida. Sedangkan basa dan katalis yang digunakan dalam reaksi tersebut akan dengan mudah dapat diambil dan digunakan kembali.
2. Proses pembentukan produk dapat dikontrol, dimana temperatur menjadi faktor utamanya. Pada temperatur rendah, reaksi karboksimetilasi cenderung terjadi, sedangkan reaksi metilasi terjadi pada temperatur yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan reaksi metilasi membutuhkan energi aktivasi yang tinggi (Tundo *et al.*, 2008).

Reaksi Metilasi

Reaksi metilasi didasarkan pada sintesis eter Williamson (Morrison dan Boyd, 1976). Dalam sintesis ini alkohol atau fenol direaksikan dengan basa kuat membentuk ion alkoksida atau fenoksida, selanjutnya direaksikan dengan agen metilasi seperti dimetil sulfat (DMS) atau alkil halida seperti Mel dengan bantuan panas (McMurry, 2000).



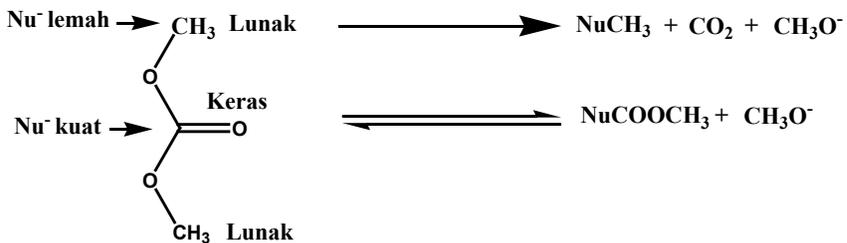
Gambar 8. 1. Gambar Reaksi metilasi

Sintesis eter Williamson merupakan suatu reaksi substitusi nukleofilik bimolekuler (S_N2). Reaksi substitusi adalah suatu reaksi kimia dimana di dalam prosesnya terjadi penggantian suatu atom, ion atau gugus dari suatu senyawa tertentu oleh atom, ion atau gugus lain. Jika atom, ion, atau gugus pengganti itu suatu nukleofilik, maka disebut reaksi substitusi nukleofilik. Kebanyakan dari spesies nukleofil berupa anion, akan tetapi beberapa molekul polar netral seperti H_2O dapat berlaku sebagai nukleofil. Molekul netral yang dapat berlaku sebagai nukleofil merupakan molekul netral yang memiliki pasangan elektron bebas di salah satu atomnya, dimana pasangan elektron bebas tersebut dapat digunakan untuk membentuk ikatan sigma (McMurry, 2000).

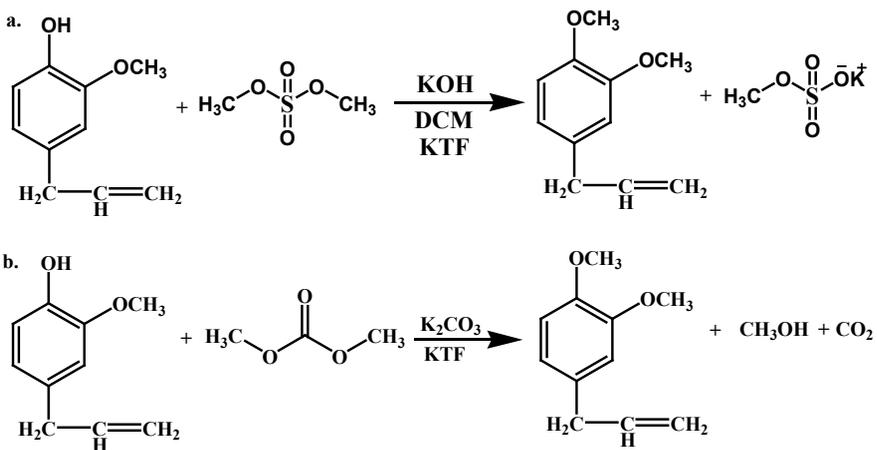
Reaksi metilasi biasa digunakan untuk melindungi suatu gugus agar tidak ikut bereaksi. Apabila dalam suatu senyawa terdapat lebih dari satu gugus yang reaktivitasnya sama (hampir sama) padahal dalam suatu reaksi diinginkan hanya salah satu yang bereaksi maka gugus yang lain perlu dilindungi dengan satu gugus pelindung.

Pada Dimetil Karbonat, gugus karbonil merupakan elektrofil yang lebih kuat karena terpolarisasi oleh muatan positif dan hibridisasi sp^2

sedangkan kedua gugus metil cenderung bersifat elektrofil lemah dengan hibridisasi sp^3 . Dalam hal ini, gugus karbonil akan diserang oleh nukleofil kuat menghasilkan produk ester. Sedangkan gugus metil akan diserang oleh nukleofil lemah menghasilkan produk eter. Oleh karena itu, apabila dalam reaksi tersebut ditambahkan basa kuat maka akan menambah nukleofitas ion fenolat sehingga akan mengarahkan reaksi pada pembentukan produk turunan ester. Sedangkan bila ditambahkan basa yang lebih lemah, maka akan mengurangi nukleofitas ion fenolat sehingga akan mengarahkan reaksi pada pembentukan produk turunan eter (Tundo dan Arico, 2010) (Gambar 7.1).



Gambar 8. 2. Pusat sisi asam lunak dan keras pada DMC (Tundo dan Arico, 2010)



Gambar 8. 3. Reaksi metilasi eugenol dengan (a) DMS ; (b) DMC

Disamping basa, katalis transfer fasa yang digunakan juga berpengaruh terhadap reaksi. Hal ini dikarenakan reaksi metilasi eugenol dengan DMC melibatkan sistem dua fasa. Reaksi dua fasa yang terjadi antara fasa air yang mengandung reaktan ionik (DMC dan K_2CO_3) dengan fasa organik yang mengandung eugenol akan terhambat karena ketidakmampuan reagen untuk bercampur. Reaksi hanya terjadi antar permukaan dua fasa tersebut. Katalis transfer fasa memecahkan masalah tersebut dengan mentransfer atau memindahkan reaktan ionik ke dalam fasa organik.

Metode sintesis suatu senyawa yang digunakan harus didesain untuk meningkatkan prosentase produk yang dihasilkan dibandingkan dengan bahan dasar atau reagen. Konsep atom ekonomi mempunyai tujuan untuk mengevaluasi sistem reaksi terdahulu yang hanya melihat rendemen produk hasil sebagai parameter utama untuk menentukan efektivitas dan efisiensi suatu reaksi tanpa melihat seberapa besar prosentase limbah yang dihasilkan dari reaksi tersebut.

Atom ekonomi dalam hal ini digunakan untuk menilai prosentase produk yang dihasilkan dibandingkan dengan reaktan yang digunakan. Apabila keseluruhan dari reaktan dapat dikonversi seluruhnya menjadi produk target, maka dapat disimpulkan bahwa reaksi tersebut memiliki nilai atom ekonomi sebesar 100%. Dalam hal ini berarti efisiensi dan efektivitas dari reaksi tersebut sangat tinggi dan tidak menghasilkan limbah hasil reaksi (Wang *et al.*, 2008). Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung nilai atom ekonomi :

$$\text{Atom ekonomi (\%)} = x \cdot 100\%$$

Dalam hal ini, sebagai contoh dilakukan perhitungan secara teoritis terhadap metode metilasi eugenol menjadi metil eugenol menggunakan agen metilasi dimetilsulfat (DMS) dan dimetil karbonat (DMC). Kedua metode tersebut dibandingkan perhitungan atom teoristisnya untuk melihat efisiensi metode tersebut dalam menghasilkan produk dibanding dengan limbah yang dihasilkan.

Perhitungan secara teoritis atom ekonomi metode metilasi pada eugenol dengan DMS menghasilkan nilai teoritis atom ekonomi sebesar 61,38%. Hal ini menunjukkan efisiensi metode metilasi ini masih sangat kurang efisien dalam menghasilkan produk. Secara teoritis masih banyak limbah yang terbentuk dan terbuang. Limbah yang dihasilkan berupa garam anorganik yang beracun dan dapat mencemari perairan. Selain itu, reagen metilasi yang digunakan yaitu DMS, memiliki sifat toksisitas yang tinggi dan korosif. Hal ini dapat dilihat dari nilai LD₅₀ dari DMS terhadap tikus yaitu sebesar 440 mg/kg, sehingga metode ini dianjurkan tidak digunakan lagi.

Tabel 8. 1. Material yang terlibat dalam sintesis metil eugenol dengan DMS

Reagen	B.M.	Atom Terpakai	B.M.	Atom Tidak Terpakai	B.M.
1 C ₁₀ H ₁₂ O ₂	164	C ₁₀ H ₁₁ O ₂	163	H	1
2 C ₂ H ₆ O ₄ S	126	CH ₃	15	CH ₃ O ₄ S	111
Total		Metleugenol		Produk Limbah	
C ₁₂ H ₁₈ O ₆ S	290	C ₁₁ H ₁₄ O ₂	178	CH ₄ O ₄ S	112

$$\frac{\text{Berat molekul produk target}}{\text{Jumlah berat molekul reaktan}} = \frac{178}{164 + 126} \times 100\% = 61,38\%$$

Sedangkan metode metilasi eugenol menjadi metil eugenol menggunakan DMC menghasilkan nilai teoritis atom ekonomi sebesar 70,08%. Jika dibandingkan dengan nilai teoritis atom ekonomi metode metilasi eugenol dengan DMS yakni sebesar 61,38%, nilai atom ekonomi untuk metode dengan DMC ini masih lebih besar. Hal ini menunjukkan metode metilasi dengan DMC masih lebih efisien berdasarkan perhitungan teoritis atom ekonomi dalam menghasilkan produk dibanding dengan limbah yang dihasilkan.

Selain itu, DMC merupakan reagen yang lebih ramah lingkungan dan toksisitasnya rendah. Hal ini dapat dilihat dari nilai LD₅₀ dari DMC terhadap tikus yaitu sebesar 13,8 g/kg. Penggunaan DMC dalam reaksi metilasi pun tergolong ramah lingkungan karena produk samping yang dihasilkan di akhir reaksi bukan merupakan garam anorganik. Dalam reaksi alkilasi, produk samping berupa metil karbonat akan terdekomposisi menjadi metanol dan karbondioksida. Sedangkan basa dan katalis yang digunakan dalam reaksi tersebut akan dengan mudah dapat diambil dan digunakan kembali.

Oleh karena itu, metode metilasi eugenol menggunakan DMC ini dapat dijadikan alternatif dalam sintesis metil eugenol. Perhitungan secara teoritis atom ekonomi metode metilasi eugenol dengan DMC dapat dilihat pada Gambar 8.2.

Tabel 8. 2. Material yang terlibat dalam sintesis metil eugenol dengan DMC

Reagen	B.M.	Atom Terpakai	B.M.	Atom Tidak Terpakai	B.M.
1 C ₁₀ H ₁₂ O ₂	164	C ₁₀ H ₁₁ O ₂	163	H	1
2 C ₃ H ₆ O ₃	90	CH ₃	15	C ₂ H ₃ O ₃	75
Total		Metil eugenol		Produk Limbah	
C ₁₃ H ₁₈ O ₅	254	C ₁₁ H ₁₄ O ₂	178	C ₂ H ₄ O ₃	76

$$\frac{\text{Berat molekul produk target}}{\text{Jumlah berat molekul reaktan}} = \frac{178}{164 + 90} \times 100\% = 70,08\%$$

Oleh karena itu, demi mencegah timbulnya limbah dalam proses, memaksimalkan atom ekonomi dan menggunakan katalis dilakukan proses kimia yang berorientasi pada konsep Green Chemistry terutama Green Synthesis sehingga langkah-langkah yang dilakukan akan meminimalisir kerusakan yang diperbuat oleh peneliti kimia sehingga dapat memperbaiki dan menjaga bumi Allah SWT sebaik-baiknya serta

tidak membuat kerusakan seperti yang tertera pada QS Al-A'raf ayat 56:

“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik”

Allah telah menciptakan alam ini untuk dikelola oleh manusia dan untuk kesejahteraan umat manusia itu sendiri. Oleh karena itu, kita sebagai manusia dan khalifah di bumi ini harus menjadikan alam sebagai sahabat serta mengolah alam dengan baik demi kepentingan bersama. Dengan begitu, alam juga akan menjadi sahabat yang baik bagi manusia dan memberikan apapun yang terbaik apabila manusia pun memperlakukannya dengan baik.

Sebagai kimiawan, tentunya kita dapat menjaga alam sesuai dengan peran dan kemampuan kita. Oleh karena menekuni bidang green synthesis maka seorang kimiawan dapat berkontribusi menjaga bumi dengan menerapkan metode-metode sintesis yang aman dan tidak berpotensi merusak lingkungan.

Sebagai khalifah, manusia memiliki tugas untuk memelihara, mengelola, dan memanfaatkan alam semesta ini dengan baik. Allah menciptakan alam semesta ini tidak lain hanyalah untuk kepentingan dan kesejahteraan semua makhluk-Nya. Kecerakahan dan perlakuan buruk yang telah dilakukan oleh sebagian manusia terhadap alam semesta ini tentunya dapat menyengsarakan dan mencelakakan manusia sendiri. Oleh karena itu, marilah kita berkontribusi sesuai kemampuan terbaik yang kita miliki demi mencari ilmu Allah dengan tak lupa menjaga bumi Allah dari kerusakan.

BAB 9

Biomaterial dan Proses Penuaan Manusia

Gani Purwiandono

Pendahuluan

Proses Penuaan adalah hal yang akan dialami oleh manusia dan setiap dari manusia pasti akan menjumpai proses tersebut apabila Allah berikan pada dirinya umur yang panjang, Allah *ta'ala* tegaskan dalam Al Qur'an surat Ar Rum: 54:

اللَّهُ الَّذِي خَلَقَكُمْ مِنْ ضَعْفٍ ثُمَّ جَعَلَ مِنْ بَعْدِ ضَعْفٍ قُوَّةً ثُمَّ جَعَلَ
مِنْ بَعْدِ قُوَّةٍ ضَعْفًا وَشَيْبَةً يَخْلُقُ مَا يَشَاءُ وَهُوَ الْعَلِيمُ الْقَدِيرُ

Dialah Allah yang menciptakan kamu dari Keadaan lemah, kemudian Dia menjadikan (kamu) sesudah Keadaan lemah itu menjadi kuat, kemudian Dia menjadikan (kamu) sesudah kuat itu lemah (kembali) dan beruban. Dia menciptakan apa yang dikehendakiNya dan Dialah yang Maha mengetahui lagi Maha Kuasa.

Keadaan lemah sesudah kuat dan beruban adalah indikasi bahwa manusia akan mengalami proses penuaan seiring dengan bertambahnya usia. Salah satu dampak dari proses penuaan ini adalah *osteoporosis* (pengeroposan tulang) sebagai akibat gangguan metabolisme kalsium dalam tulang. Pengeroposan tulang secara alamiah terjadi dan dapat dipercepat prosesnya dengan pola makan yang tidak sehat, kurangnya asupan kalsium, merokok, konsumsi minuman beralkohol/minuman berkarbonasi, jarang berolahraga dan frustrasi. Proses pengeroposan tulang (*bone defect*) secara alami terjadi pada usia mendekati 40 tahun. Menurut Yayasan Osteoporosis Internasional bahwa satu dari tiga perempuan dan satu dari lima pria di Indonesia berpotensi terserang osteoporosis atau keretakan tulang.

Berbagai penanganan penyakit osteoporosis telah banyak dilakukan dalam dunia medis, salah satunya adalah implantasi tulang dengan material bioaktif. Beberapa jenis keramik seperti *bioglass*, hidroksiapatit, *glass-ceramic*, telah diketahui memiliki aktivitas biologi yang spesifik, terutama untuk jaringan tulang. Material ini berpotensi untuk berikatan secara langsung dengan jaringan tulang pada lingkungan cairan tubuh ketika diimplantasikan ke dalam tulang yang mengalami kerusakan. Beberapa keramik bioaktif yang memiliki sifat osteokonduktif (hidroksi-apatit, karbonat-apatit, fluoro-apatit, keramik zirkonia, Al_2O_3 , kalsium-aluminat, quartz) telah diaplikasikan di dunia medis sebagai agen substitusi tulang dalam operasi bedah orthopedik, orthodontis dan bidang aplikasi yang lain. Akan tetapi, tingkat kerapuhan yang lebih tinggi serta fleksibilitas yang lebih rendah dibanding dengan tulang alami mengakibatkan aplikasi material keramik bioaktif tersebut sangat terbatas. Tingkat fleksibilitas yang sangat rendah menyebabkan kesulitan dalam proses pembentukan selama operasi substitusi tulang berlangsung, sehingga diperlukan suatu material keramik bioaktif yang bukan hanya memiliki sifat osteokonduktif melainkan juga memiliki tekstur fleksibel lebih baik.

Selama perkembangannya, para peneliti berusaha untuk menciptakan material keramik bioaktif bersifat osteokonduktif serta memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi. Penelitian sebelumnya telah berhasil mengembangkan bahan osteokonduktif fleksibel dengan memanfaatkan polimer organik, seperti polidimetilsiloksan (PDMS), poli (tetrametil oksida) PTMO, poli (hidroksimetakrilat), alginat dan polikaprolakton melalui modifikasi dengan *bio-glass* atau *glass-ceramics*. Akan tetapi, polimer organik tersebut kurang ekonomis dan beberapa di antaranya merupakan bahan sintesis. Polimer tersebut juga kurang bersifat *biocompatibility*, *biofunctionality* dan bersifat toksik. Selain itu, ketahanan kimia material tersebut kurang baik serta memiliki *bioresorbability* yang rendah dalam lingkungan cairan tubuh, hal

tersebut dapat mengakibatkan terganggunya proses osteokonduksi selama perbaikan tulang yang rusak. Oleh karena itu, perlu dilakukan penggunaan polimer organik alam di samping material biokeramik, guna memenuhi persyaratan material bioaktif yang dapat diinduksikan ke dalam sistem biologis. Sebagai alternatif masalah tersebut, diusulkan suatu penggabungan polimer alam berupa kitin dengan polimer anorganik silikat sebagai bahan keramik bioaktif melalui modifikasi nanohibrida. Bahan yang berasal dari alam dan tidak banyak digunakan oleh manusia seperti cangkang kulit udang menjadi alternatif masalah tersebut. Walaupun material asal bersal dari bahan yang tidak memiliki nilai ekonomis, tetapi tidak ada yang sia-sia dalam penciptaan alam semesta. Allah *ta'ala* menyatakan dalam Al Qur'an surat Ali Imran: 191 bahwa tidak ada yang sia-sia dalam penciptaan segala hal di dunia ini. Begitu pula pemanfaatan pada ciptaan Allah sebagai alternatif masalah yang dihadapi manusia.

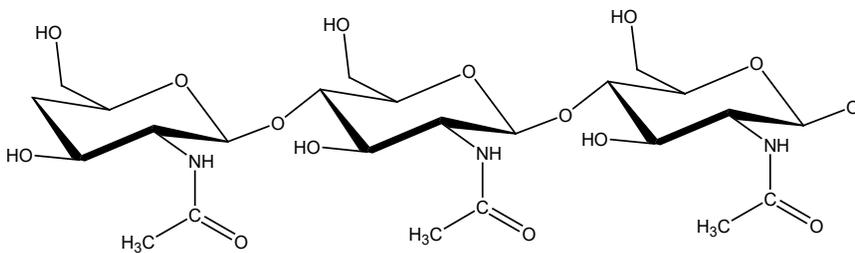
الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ
وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ قَوْلُنَا عَذَابَ النَّارِ (١٩١)

Yaitu orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka.

Pembahasan

Senyawa yang digunakan dalam preparasi material osteokonduktif adalah kitin, senyawa kitin diketahui merupakan homopolimer yang kelimpahannya cukup meruah di alam. Senyawa ini tersusun atas ikatan β -(1,4) yang menyatukan unit ulangan 2-asetamido-2-deoksi-D-glukopiranos, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Kitin telah banyak ditemukan dari berbagai sumber bahan alam, seperti

kepiting, udang, serangga, rajungan bahkan jamur dan beberapa alga. Jumlah yang cukup banyak dari senyawa kitin dapat diperoleh melalui pengolahan kimiawi rangka luar hewan kelas *crustaceae*, seperti udang, kepiting, lobster dan rajungan. Pada cangkang *crustaceae*, kitin secara kuat berasosiasi dengan protein yang menyebabkan terjadinya gaya adhesi antar lapisan pada tumpukan lamina. Keberadaan senyawa kitin dalam lamina tersebut adalah sebagai bagian dari kompleks kitinoproteik dalam cangkang hewan *crustaceae*, dimana matriks cangkang disusun oleh dua buah unit penyusun.



Gambar 9. 1. Struktur senyawa kitin

Bagian pada tubuh manusia yang dapat diinjeksikan dengan material osteokonduktif adalah tulang. Hal tersebut dilakukan karena tulang merupakan reservoir terbesar dari kalsium dan *phosphate* dimana 99% kalsium terdapat di tulang (1000 gram) dari jumlah kalsium tubuh, sedangkan *phosphate* dalam tulang mencapai 90% dari *phosphate* dalam tubuh. Mekanisme pembentukan tulang pada manusia pada prinsipnya meliputi proses: (1) rekrutmen dan proliferasi; (2) diferensiasi; (3) osifikasi; dan (4) maturasi. Pada proses rekrutmen dan proliferasi, sel induk mesenkimal yang belum berdiferensiasi direkrut oleh proses kemotaksis, selanjutnya sel tersebut membelah diri sehingga jumlahnya bertambah banyak. Kemudian sel tersebut berdiferensiasi menjadi osteoblas. Sel-sel induk tersebut dapat berdiferensiasi menjadi sel bakal tulang rawan (*cartilaginous precursor cells*) sebelum akhirnya menjadi osteoblas (proses pembentukan tulang endochondral berhubungan

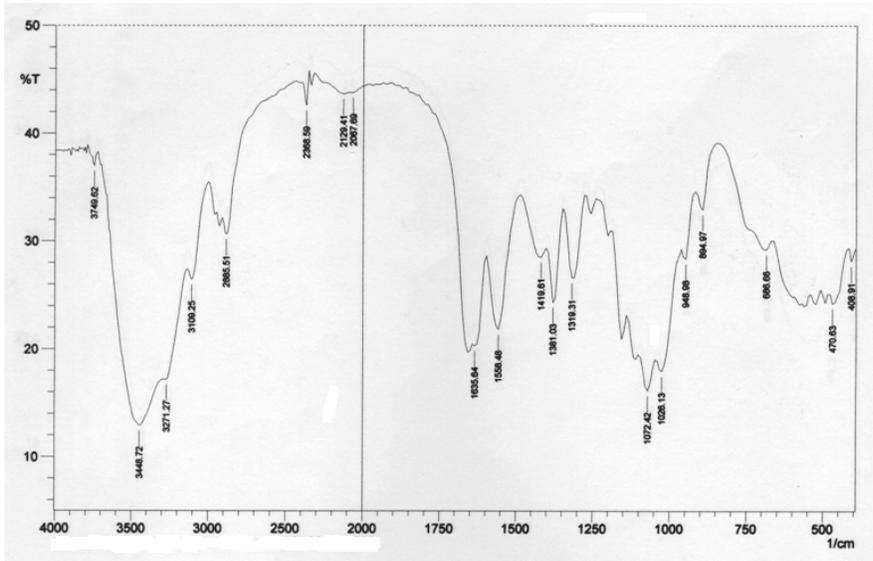
dengan pertumbuhan panjang tulang), ataupun dapat langsung berdiferensiasi menjadi osteoblas (proses pembentukan tulang intra membranosa berhubungan dengan pertumbuhan lebar tulang). Selama fase osifikasi, osteoblas menghasilkan matriks dan meregulasi callus dan pembentukan tulang baru. Dalam fase maturasi, tulang yang baru terbentuk mengalami remodelling menjadi tulang trabekular.

Penggunaan material bioaktif keramik dengan memanfaatkan limbah cangkang udang menjadi barang ekonomis secara tidak langsung dapat mengurangi masalah lingkungan yang diakibatkan oleh penumpukan sampah domestik terutama dari industri makanan *seafood*. Aplikasi penggunaan material biosteokonduktif dilakukan dalam tiga proses yaitu identifikasi data kualitatif, isolasi kitin, preparasi nanohibrida kitin dan karakterisasi hasil nanohibrida. Kitin yang dihasilkan dan serbuk cangkang udang dikarakterisasi menggunakan Spektroskopi Infra Merah untuk mengetahui perbedaan gugus-gugus utamanya sebagaimana pada Gambar 8.2. Keberhasilan isolasi kitin dan sintesis kitosan dari limbah cangkang udang ditentukan menggunakan parameter derajat asetilasi (DA) kitin yang dikalkulasi dari spektra infra merah dan parameter kristalisasi dari analisis XRD.

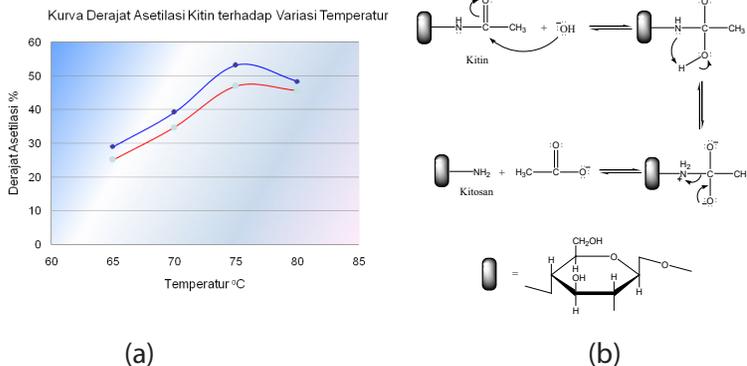
Pada Gambar 8.2 memperlihatkan bahwa secara kualitatif senyawa kitin telah terbentuk dari proses isolasi kitin dari cangkang udang. Cangkang udang yang diperoleh dari warung *seafood* setelah dicuci dan dijemur untuk menghilangkan kotoran-kotoran dari proses pemasakan dihancurkan hingga lembut hingga menjadi serbuk. Proses demineralisasi dilakukan dengan perendaman menggunakan larutan HCl 5% selama selama 1-2 jam pada temperatur kamar. Selanjutnya dilakukan proses deproteinasi untuk menghasilkan senyawa kitin dengan merefluks serbuk cangkang udang dalam larutan NaOH 5% pada temperatur 65-80 °C selama 1-2 jam. Diperoleh *peak* pada panjang gelombang 3148 cm^{-1} yang diketahui merupakan gugus -OH vibrasi

stretching, peak pada panjang gelombang 3100 cm^{-1} yang diketahui merupakan gugus C-H simetris, dan *peak* spesifik pada panjang gelombang 1635 cm^{-1} yang diketahui merupakan gugus $-\text{CONH}_2$, sehingga secara kualitatif senyawa kitosan sebagaimana pada Gambar 8.1. telah terbentuk.

Konfirmasi keberhasilan isolasi kitin dan pembentukan senyawa kitosan ditunjukkan dengan data derajat asetilasi dan mekanisme yang diajukan ditunjukkan pada Gambar 3.a) kurva derajat asetilasi kitin terhadap variasi temperatur dan b) Mekanisme reaksi asetilasi yang terlibat. Derajat deasetilasi kitosan dipengaruhi konsentrasi natrium hidroksida (NaOH) dan temperatur. Proses deasetilasi (penghilangan gugus asetil) kitin berlangsung dalam kondisi basa karena gugus N-asetil tidak dapat dihilangkan dengan reagen asam tanpa hidrolisis polisakaridanya. Mula-mula terjadi reaksi adisi, dimana gugus OH^- masuk ke dalam gugus NHCOCH_3 kemudian terjadi eliminasi gugus CH_3COO^- sehingga dihasilkan suatu amida yaitu kitosan. Ikatan amida lebih sulit terbuka di bawah kondisi basa daripada gugus ester.



Gambar 9. 2. Spektra infra merah senyawa kitosan yang terbentuk



Gambar 9. 3. Kurva derajat deasetilasi kitin terhadap variasi temperatur dan b) Mekanisme reaksi deasetilasi yang terlibat.

Gambar 9.3a. menunjukkan bahwa temperatur optimum reaksi deasetilasi kitin menjadi kitosan terjadi pada temperatur 75°C dan menurun dengan bertambahnya temperatur reaksi. Garis berwarna biru dan merah pada Gambar 3a merupakan kurva reaksi deasetilasi dengan komposisi sampel yang berbeda, garis berwarna biru merupakan sampel

$T_{90}K_{10}Ca_{0,5}$ dan garis berwarna merah merupakan sampel $T_{75}K_{25}Ca_{0,5}$. Sampel dengan kode $T_{90}K_{10}Ca_{0,5}$ memiliki kecenderungan reaksi deasetilasi lebih besar dibanding sampel $T_{75}K_{25}Ca_{0,5}$. Hal ini menunjukkan konsentrasi kitin sangat berpengaruh terhadap keberhasilan reaksi deasetilasi menjadi kitosan. Komposisi sampel penyusun dapat dilihat pada Tabel 9.1.

Tabel 9. 1. Komposisi senyawa dalam sampel

Kode Sampel	Komposisi		
	Kitin:(Kitin+TEOS) rasio massa	CaCl ₂ :TEOS rasio molar	DS:Kitin rasio massa
T90K10Ca05	0,10	0,50	0
T75K25Ca05	0,25	0,50	0

Derajat deasetilasi adalah suatu parameter mutu kitosan yang menunjukkan persentase gugus asetil yang dapat dihilangkan dari rendemen kitin maupun kitosan. Semakin tinggi derajat deasetilasi kitosan, maka gugus asetil kitosan semakin rendah sehingga interaksi antar ion dan ikatan hidrogennya akan semakin kuat.

Kitosan yang diperelah dilakukan karakterisasi untuk mengetahui mutu kitosan yang dihasilkan. Karakterisasi yang dilakukan meliputi uji kadar air, kelarutan dalam asam asetat 2%, tekstur, warna, serta uji dengan larutan ninhidrine. Hasil karakterisasi kitosan yang diperoleh dari penelitian dibandingkan dengan standar mutu internasional kitosan yang dapat dilihat pada Tabel 9.2.

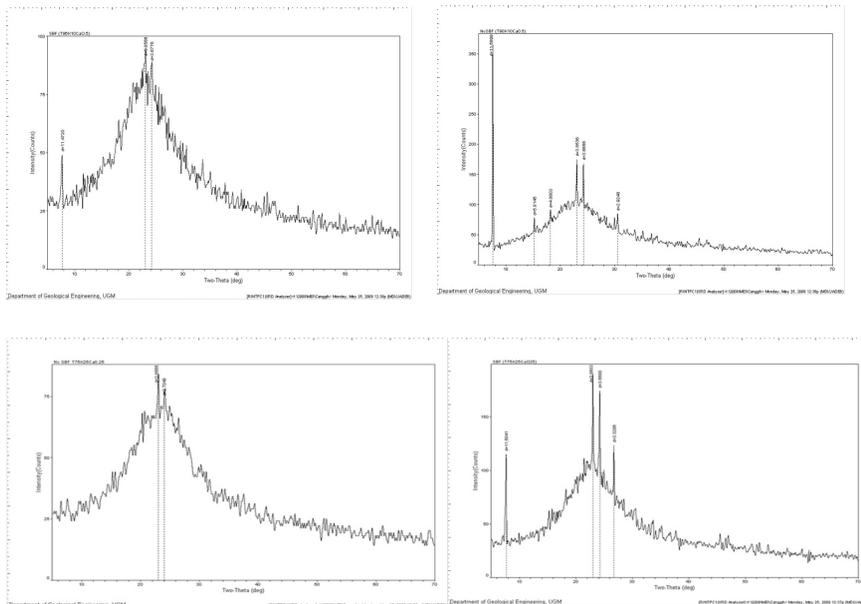
Tabel 9. 2. Karakterisasi kitosan

Parameter	Nilai dari kitosan yang diperoleh	SNI
Kadar air	1,2 %	≤ 10 %
Kelarutan dalam asam asetat	larut	larut
Tekstur	Serbuk	Serbuk
Warna	Putih krem	Putih sampai kuning pucat
Uji dengan larutan ninhidrine	Positif bewarna ungu	Positif

Kitosan yang dihasilkan memiliki kadar air yang rendah sebesar 1,2%. Besarnya kandungan air pada kitosan tidak dikehendaki dalam pemanfaatan di berbagai bidang, karena akan mempengaruhi daya tahan terhadap serangan mikroorganisme (Rochima *et al.*, 2004). Kadar air pada kitosan dipengaruhi oleh proses pada saat pengeringan, lama pengeringan, jumlah kitosan yang dikeringkan dan luas permukaan tempat kitosan dikeringkan. Kelarutan kitosan dalam asam asetat merupakan salah satu parameter yang dapat dijadikan sebagai standar penilaian mutu kitosan. Semakin tinggi kelarutan kitosan dalam asam asetat menunjukkan mutu kitosan yang dihasilkan semakin baik (Rochima *et al.*, 2004; Mukherjee, 2001). Kitosan yang dihasilkan memiliki kelarutan yang sempurna dalam asam asetat 2%. Kelarutan diamati dengan membandingkan kejernihan larutan kitosan dengan kejernihan pelarutnya.

Sol nanohibrida kitin-silikat yang telah terbentuk dimasukkan dalam cairan *simulated body fluid* (SBF) untuk melihat proses terbentuknya nanohibrida bioaktif dan uji tingkat fleksibilitasnya secara fisik, sedangkan sifat bioaktif osteokonduktifnya dapat dilihat melalui terbentuknya lapisan/permukaan apatit dalam SBF. Pada Gambar 4 perendaman sol nanohibrida kitin-silikat dalam cairan SBF menginisiasi terbentuknya struktur kristalin senyawa apatit pada sampel $T_{90}K_{10}Ca_{0,5}$

dan $T_{75}K_{25}Ca_{0,5}$, sedangkan tanpa perendaman dalam SBF sol nanohibrida akan terbentuk struktur yang *amorf*. Pola kristalin menunjukkan bahwa struktur yang terbentuk memiliki tingkat keteraturan yang tinggi sedangkan pola amorf sebaliknya. Penggunaan material yang akan diimplantasikan dalam tulang harus memiliki tingkat keteraturan yang tinggi sehingga cairan SBF dapat menstimulus terbentuknya pola kristalin pada material ini.



Gambar 9. 4. Difraktogram sinar X a) Tanpa SBF $T_{90}K_{10}Ca_{0,5}$ b) SBF $T_{90}K_{10}Ca_{0,5}$ c) Tanpa SBF $T_{75}K_{25}Ca_{0,5}$ d) SBF $T_{75}K_{25}Ca_{0,5}$

Berdasarkan data hasil karakterisasi diketahui bahwa pemanfaatan limbah cangkang kulit udang berpotensi dalam mengurangi tingkat osteoporosis pada manusia yang diinisiasi oleh senyawa kitin sebagai polimer organik dalam pembuatan nanohibrida osteokonduktif. berdasar uji in vitro perendaman nanohibrida dalam cairan SBF (air kelapa) diketahui dapat menginisiasi pembentukan apatit sebagai senyawa aktif regenerasi tulang.

Penutup

Allah *ta'ala* melalui keseimbangan alam yang diciptakanNya telah memberikan peluang kepada manusia sebagai khalifah di muka bumi untuk mencari penyembuh bagi segala penyakit, manusia hanya diminta mencari dan mengembangkan apa yang Allah ciptakan. Cangkang udang yang merupakan bahan yang tidak termanfaatkan terbukti dapat digunakan sebagai material yang diharapkan menjadi penyembuh bagi kerusakan pada tulang. Pada akhirnya kewajiban kita hanyalah berkarya dan berusaha, Allahlah zat yang berhak menilai hasil karya kita. Semoga Allah mengumpulkan kita sebagai hambaNya yang bermanfaat bagi orang lain karena sebaik-baik manusia adalah yang bermanfaat bagi makhluk yang lain.

Referensi

- Khan, T. A., Peh, K. K., dan Chang, H. S., 2002, Reporting Degree of Deacetylation Value of Chitosan; the Influence of Analytical Methods, *J Pharm Sci*, 5 (3) : 205-212
- Kim, SOF., 2004, Physicochemical and Functional Properties of Crawfish Chitosan as Affected by Different Processing of Paper, *Tesis*, Seoul University, Seoul
- Kusumaningsih, T., Masykur, A., dan Arief, U. 2004. Pembuatan Kitosan dari KitinCangkang Bekicot, *J Biofarmasi*, 2 (2) : 64-68
- Mahatmanti, F. W., 2001, Study Adsorben Logam Seng (II) dan Timbal (II) pada Kitosan dan Kitosan Sulfat dari Kulit Udang Windu (*Phenaeus monodon*), *Tesis*, UGM, Yogyakarta
- Marganov., 2003, Potensi Limbah Udang sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kadmium, dan Tembaga) di Perairan, *Disertasi*, IPB, Bogor
- Odete, PMO., Struszczyk, MK., dan Peter, MG., 2005, Characterization of Chitosan from Blowfly Larvae and Some Crustacean Species

from Kenyan Marine Waters Prepared Under Different Conditions, *Western Indian Ocean J Sci*, 4 (1) : 99-107

Rochima, E., Suhartono, M. T., Syah, D., dan Sugiyono., 2004, Karakterisasi Kitosan Hasil Deasetilasi Enzimatis oleh Kitin Deasetilase Isolat *Bacillus papandayan* K29-14, Universitas Padjajaran

Sanjaya, I., dan Yuanita, L., 2007. Adsorpsi Pb(II) oleh Kitosan Hasil Isolasi Kitin Cangkang Kepiting Bakau (*Scylla*), *J Ilmu Dasar*, 8 (1) : 30-36

Srijanto, B., 2003, Kajian Pengembangan Teknologi Proses Produksi Kitin dan Kitosan secara Kimiawi, *Prosiding Semnas Teknik Kimia Indonesia* 1, 1-5, prosiding

Stuart, Barbara., 2003, *Infrared Spectroscopy: Fundamental and Application*, Wiley, Chichester, UK

Tao-lee, S., Long Mi, F., Ju Shen., dan Shing Shyu., 2001, Equilibrium and Kinetic Studies of Copper(II) Ion Uptake by Chitosan-Tripolyphosphate Chelating Resin, *J Polymer*, 42 : 1879-1892

Zahiruddin, W., Ariesta, A., dan Salamah, E., 2008, Karakteristik Mutu dan Kelarutan Kitosan dari Ampas Silase Kepala Udang Windu (*Penaeus monodon*), *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*, 11 (2) : 25-29

BAB 10

Ikatan Kimia dan Keterikatan Ikatan dalam Islam

Salmahaminati

Ikatan

Ikatan dapat didefinisikan dalam bermacam-macam makna. Sebagai contohnya yang kita kenal dalam kimia adalah ikatan yang berarti sepasang elektron. Ikatan juga dapat diklasifikasikan sebagai ikatan antar atom dan ikatan antar molekul. Ikatan logam, ion dan kovalen merupakan bagian dari ikatan antar atom. Ikatan hidrogen, ikatan-ikatan antar molekul melalui gaya London, Van der Waals dan gaya dipol-dipol.

Dalam kehidupan ini, ikatan dapat dikenal dalam masyarakat adalah sebagai ukhuwah islamiyah. Islam melihat bentuk ikatan ini sebagai ikatan dalam persaudaraan, keluarga dan kerabat.

Klasifikasi Ikatan dalam Kimia

Ikatan Antar Atom

- **Ikatan Ion**

Ikatan ion merupakan ikatan antar atom. Ikatan ion pada umumnya dibentuk dari unsur elektropositif (logam) dengan unsur elektronegatif (non logam). Ikatan ini juga terjadi akibat serah terima elektron.

Contoh ikatan ion:

$MgCl_2$, NaCl, LiF

- **Ikatan Kovalen**

Ikatan kovalen adalah ikatan antar atom. Atom-atom non logam sukar melepas elektron valensi. Elektron valensi

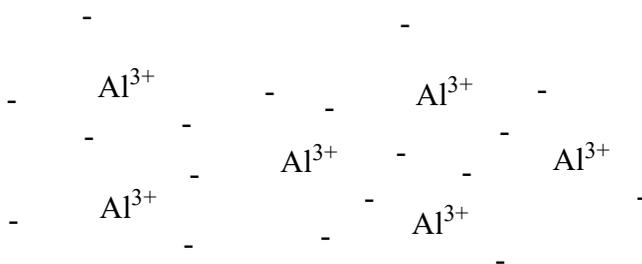
adalah elektron pada kulit terluar. Atom-atom tersebut dapat menerima elektron tetapi apabila tidak ada yang memberi, atom-atom tersebut dapat melengkapi elektron valensinya dengan jalan pemakaian pasangan elektron secara bersama.

Contoh ikatan kovalen:



- **Ikatan Logam**

Sifat logam sebagai penghantar panas dan listrik yang baik merupakan cerminan dari ikatan antar atom-atom logam yang disebut ikatan logam. Ikatan ini ditandai dengan elektron valensi setiap atom logam yang menjadi lautan elektron. Inti atom tenggelam dalam lautan awan elektron. Gerakan elektron yang bebas di permukaan logam menimbulkan daya hantar listrik atau panas dalam logam. Model lautan elektron pada Na adalah Na^+, e^- ; untuk Mg: $\text{Mg}^{2+}, 2e^-$; untuk $\text{Al}^{3+}, 3e^-$ dan seterusnya. Makin banyak lautan elektron semakin keras logamnya.



Gambar 9.1. Model lautan elektron untuk ikatan logam dalam Al

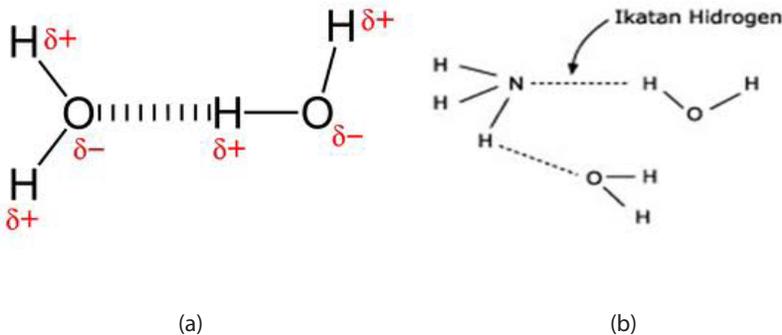
Ikatan Molekuler

- **Ikatan Hidrogen**

Ikatan hidrogen terjadi akibat interaksi (ikatan) antara atom H dengan atom N, O dan F dalam molekul yang berbeda. Ikatan hidrogen bersifat kuat karena gaya tarik menarik antar molekulnya disertai adanya pertumpukan antar orbital kosong atom hidrogen dengan orbital non bonding atom elektronegatif sehingga terbentuk hidrogen yang terikat di antara dua atom elektronegatif atau jembatan hidrogen.

Contoh Ikatan hidrogen:

H_2O , NH_3 dan CH_3COOH



Gambar 10. 1. (a) Contoh Ikatan hidrogen pada molekul air, (b) Contoh Ikatan hidrogen pada molekul air-amonia

Gaya London

Gaya London terjadi antar molekul yang relatif lemah, interaksi antara gas sebagai akibat dispersi elektron yang tak permanen dan tak merata.

Contoh ikatan dengan gaya london:

Kr, Ne, Ar, dan Xe

Gaya Van Der Waals

Gaya Van Der Waals terjadi karena adanya interaksi antar molekul-molekul gas dan cairan, gaya tersebut ditimbulkan karena dispersi elektron tak merata dan tidak permanen.

Contoh ikatan dengan gaya Van Der Waals:

H₂, CCl₄, dan N₂

Gaya Dipol-Dipol

Gaya dipol-dipol timbul karena dispersi elektron yang tidak merata dan permanen dalam molekul. Gaya ini terjadi pada molekul-molekul polar

Contoh ikatan dengan gaya dipol – dipol:

FCI, ICl, NO dan SO₂

Gambaran Ikatan Dalam Pandangan Islam

Ukhuwah Islamiyah merupakan keterikatan hati dan jiwa satu individu dengan orang yang lain dengan ikatan aqidah yakni Islam. Aqidah adalah pengikat yang paling kokoh dan paling tinggi nilainya. Islam menggambarkan semua yang berkaitan selain karenanya sebagai bentuk yang lebih rendah nilainya (dalam hal ini untuk dapat membedakan antara ukhuwah Islamiyah dengan ukhuwah jahiliyah).

Ukhuwah Islamiyah bersifat kekal dan menyeluruh karena berdasarkan aqidah dan syariat islam. Dengannya, Umat Islam akan menjadi kokoh dan dapat memanfaatkan potensi yang ada untuk berjuang meraih cita-cita. Pentingnya suatu ikatan ukhuwah islamiyah terdapat dalam

firman Allah surat Al-Anfal ayat 63:

وَأَلَّفَ بَيْنَ قُلُوبِهِمْ لَوْ أَنْفَقْتَ مَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا مَا أَلَّفْتَ بَيْنَ قُلُوبِهِمْ وَلَكِنَّ اللَّهَ أَلَّفَ بَيْنَهُمْ إِنَّهُ عَزِيزٌ
حَكِيمٌ

Artinya:

"Dan yang memprsatukan hati mereka (orang-orang yang beriman), walaupun kamu membelanjakan semua (kekayaan) yang berada di bumi, niscaya kamu tidak dapat mempersatukan hati mereka, akan tetapi Allah telah mempersatukan hati mereka. Sesungguhnya Dia Maha Perkasa lagi Maha Bijaksana" (QS 8:63).

Ukhuwah Jahiliyah bersifat kontemporer yaitu terbatas dalam waktu dan tempat, ikatan tersebut adalah ikatan yang berdasarkan selain aqidah. Contohnya ikatan keturunan, pernikahan, kebangsaan dan lain-lain.

Ukhuwah dalam Islam tidak hanya ditumbuhkan dalam hati, melainkan diungkapkan melalui lisan dan dinyatakan dalam perbuatan. Sebagaimana yang diriwayatkan oleh Abu Dawud, ketika seorang sahabat berada di sisi Rasulullah SAW, lewatlah seorang laki-laki. Sahabat tersebut menceritakan kepada Rasulullah bahwa ia mencintai laki-laki itu, dan Rasul menyuruh laki-laki itu mengungkapkan perasaan tersebut. Lalu sahabat itu menghapiri laki-laki tersebut dengan berkata " Sungguh saya mencintaimu karena Allah" kemudian laki-laki itu menjawab " Semoga Allah mencintaimu, karena engkau mencintaiku karena-Nya"

BAB 11

Hidup Bahagia Itu Sederhana, Berfikir Seperti Molekul Kimia “Berfikir”

M. Arsyik Kurniawan

Pendahuluan

Alhamdulillah segala puji syukur kehadiran Allah yang telah memberikan kita berbagai macam nikmat dan atas segala rahmat-Nya dan hidayah-Nya hingga hari ini kita bisa merasakan indahnya islam dan nikmatnya iman. Sholawat serta salam selalu senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad atas segala perjuangan beliau, pengorbanan beliau hingga akhirnya kita bisa mengenal islam hingga hari ini, sholawat serta salam juga kepada keluarga beliau, sahabat-sahabat beliau, semoga kita semua termasuk dalam umat-umat beliau yang mendapatkan syafa'at beliau di hari akhir nanti, Amiin.

Manusia diperintahkan Allah untuk membaca (dalam surah Iqro) tidak hanya secara harfiah, tapi juga memaknai dengan akal dan hati yang bersih nan tulus seluruh tanda-tanda alam semesta. Alam semesta diciptakan oleh-Nya dengan begitu indah dan demikian kompleks, Allah berfirman dalam salah satu ayat Al-Qur'an :

لَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ
لِسَّمُوتٍ وَلَاأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحٰنَكَ فَقِنَا عَذَابَ
لنَّارِ

“(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka”. [Q.S. Ali Imron (3) : 191]

Salah satu makhluk ciptaan Allah adalah molekul kimia, sebuah makhluk mikroskopis yang Allah ciptakan yang tidak memiliki “ruh” namun memiliki kemampuan beradaptasi dan bertahan hidup yang luar biasa. Molekul tersusun minimal oleh dua atom. Allah telah menciptakan sekitar seratus delapan belas (118) unsur yang telah dikenal saat ini yang membentuk segala bentuk fisik di alam semesta. Diantara unsur-unsurnya yakni oksigen (O) dan hidrogen (H), gabungan keduanya menjadi molekul paling banyak yang menutupi permukaan bumi kita dalam bentuk molekul H₂O atau biasa kita kenal dengan istilah air. Air merupakan salah satu contoh molekul yang memiliki bentuk dan sifat terbaik, bagian dari unsur kehidupan yang berarti air sangat dibutuhkan bagi kehidupan. Karbon, unsur yang paling banyak berkontribusi dan bisa dikatakan paling penting untuk mengubah kimia dalam biologi. Interaksi ikatan dengan apapun dengan atom yang terdekat bahkan atom yang sama, dimana membuatnya menjadi bahan penyusun utama bagi kehidupan biologis. Susunan unsur-unsur karbon juga dapat membentuk senyawa molekul rantai karbon memiliki ikatan yang sangat kuat, bahkan gabungan karbon-karbon dapat membentuk material paling keras dan bernilai tinggi seperti intan.

Sains Kehidupan

Al-Qur’an sebagai pedoman hidup diturunkan bukan hanya diperuntukkan bagi umat islam semata, akan tetapi bagi seluruh umat manusia di bumi ini dan semesta alamnya. Bagi seorang pemikir tentu akan mendapatkan banyak ilmu dan pengalaman bila berdekatan dengan alam. Oleh sebab itu, bagi siapa saja yang bersungguh-sungguh membaca dan memikirkan penciptaan alam semesta dan seisinya, dengan memanfaatkan Al-Qur’an sebagai sumber ilmu pengetahuan dan pelajaran, akan dianugerahkan banyak rahasia ilmu oleh Allah SWT. Seperti yang telah dijanjikan Allah SWT dalam firman-Nya:

وَالَّذِينَ جَاهَدُوا فِينَا لَنَهْدِيَنَّهُمْ سُبُلَنَا وَإِنَّ اللَّهَ لَمَعَ الْمُحْسِنِينَ

“dan orang-orang yang berjihad untuk (mencari keridhaan) Kami, benar-benar akan Kami tunjukkan kepada mereka jalan-jalan kami. dan Sesungguhnya Allah benar-benar beserta orang-orang yang berbuat baik”. [Q.S. Al Ankabut (29) : 69]

Sebuah perjalanan pasti berawal dari satu titik dan berakhir di satu titik. Misalkan bila seseorang melangkah keluar dari rumah hendak pergi ke kampus, berarti rumah sebagai titik awal dan kampus sebagai titik akhir dalam perjalanan tersebut. Hidup seseorang sering diibaratkan dengan sebuah perjalanan, titik awal adalah ketika kita terlahir di bumi ini dan titik akhir (sementara) adalah kematian dan titik paling akhir adalah menghadap sang Allah di akhirat nanti.

Waktu yang diperlukan setiap manusia untuk melakukan perjalanan hidup di dunia juga berbeda-beda, ada yang mungkin hanya berusia sehari, ada yang setahun, sepuluh, dua puluh, tiga puluh, empat puluh, lima puluh, enam puluh dan sedikit yang berusia hingga ratusan tahun, bila dirata-rata mungkin sebesar 60-an tahun. Waktu yang diperlukan untuk mencapai tujuan disebut lama perjalanan, jika perjalanan ke kampus lancar mungkin akan bisa ditempuh dalam waktu 15 menit, jika mengalami kemacetan di jalan atau mungkin sekedar mampir dulu ke warung/supermarket untuk membeli sesuatu atau ada hambatan yang lainnya maka perjalanan bisa membutuhkan waktu satu jam bahkan lebih. Ini berarti ada faktor yang mempengaruhi perjalanan baik secara internal maupun eksternal.

Bila seseorang berfikir, berangkat yang penting sampai ke kampus, maka berarti dia hanya berfikir secara **Termodinamik**, yang mengutamakan parameter awal dan akhir saja. Namun bila ada seseorang yang berfikir, berangkat dengan berfikir memilih melewati jalur A daripada jalur

B karena dirasa lebih lancar untuk sampai ke kampus, maka berarti dia berfikir secara **Kinetik**. Contoh lain, misalkan ada seseorang ingin menjadi orang yang kaya dalam waktu yang singkat tanpa memikirkan prosesnya, maka bisa saja hal itu terjadi, misalkan dengan menjadi perampok/ maling, maka dia hanya berfikir secara Termodinamika saja, artinya hanya memperdulikan kondisi awal dan kondisi akhir (kaya). Jika berfikir secara Kinetik, bila dia ingin jadi orang kaya maka dia harus giat dan bekerja keras untuk mendapatkan hasil yang terbaik seperti menjadi kaya, sehingga memperdulikan berbagai step dan cara yang akan dilalui, meskipun waktu yang dibutuhkan lebih lama, tapi kan "halal".

Apa Itu Kebahagiaan?

Manusia hanya makhluk yang dapat merencanakan sesuatu tapi segala ketentuan sudah berada di tangan Allah , kalimat tersebut menggambarkan kelemahan manusia dan keperkasaan Allah karena semuanya berada dalam genggamannya Allah Yang Maha Kuasa, termasuk kelahiran, rejeki, jodoh dan kematiannya, seperti yang disampaikan Nabi Muhammad dalam salah satu hadist Arba'in An Nawawiyah berikut :

عَنْ أَبِي عَبْدِ الرَّحْمَنِ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ مَسْعُودٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ :
حَدَّثَنَا رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ وَهُوَ الصَّادِقُ الْمَصْدُوقُ : إِنَّ
أَحَدَكُمْ يُجْمَعُ خَلْقُهُ فِي بَطْنِ أُمِّهِ أَرْبَعِينَ يَوْمًا نُظْفَأَ، ثُمَّ يَكُونُ
عَلَقَةً مِثْلَ ذَلِكَ، ثُمَّ يَكُونُ مُضْغَةً مِثْلَ ذَلِكَ،

ثُمَّ يُرْسَلُ إِلَيْهِ الْمَلَكُ فَيَنْفُخُ فِيهِ الرُّوحَ، وَيَوْمَ مَرَّ بِأَرْبَعِ كَلِمَاتٍ بِكُتِبَ
رِزْقُهُ وَأَجَلُهُ وَعَمَلُهُ وَشَقِيٌّ أَوْ سَعِيدٌ. فَوَاللَّهِ الَّذِي لَا إِلَهَ غَيْرُهُ إِنَّ
أَحَدَكُمْ لَيَعْمَلُ بِعَمَلِ أَهْلِ الْجَنَّةِ حَتَّى مَا يَكُونُ بَيْنَهُ وَبَيْنَهَا إِلَّا

ذِرَاعٌ فَيَسْبِقُ عَلَيْهِ الْكِتَابُ فَيَعْمَلُ بِعَمَلِ أَهْلِ النَّارِ فَيَدْخُلُهَا، وَإِنْ
أَحَدَكُمْ لَيَعْمَلُ بِعَمَلِ أَهْلِ النَّارِ حَتَّىٰ مَا يَكُونُ بَيْنَهُ وَبَيْنَهَا إِلَّا
ذِرَاعٌ فَيَسْبِقُ عَلَيْهِ الْكِتَابُ فَيَعْمَلُ بِعَمَلِ أَهْلِ الْجَنَّةِ فَيَدْخُلُهَا

[رواه البخاري ومسلم]

Dari Abu Abdurrahman Abdullah bin Mas'ud radiallahuanhu beliau berkata : Rasulullah Shallallahu'alaihi wasallam menyampaikan kepada kami dan beliau adalah orang yang benar dan dibenarkan : Sesungguhnya setiap kalian dikumpulkan penciptaannya di perut ibunya sebagai setetes mani selama empat puluh hari, kemudian berubah menjadi setetes darah selama empat puluh hari, kemudian menjadi segumpal daging selama empat puluh hari.

Kemudian diutus kepadanya seorang malaikat lalu ditiupkan padanya ruh dan dia diperintahkan untuk menetapkan empat perkara : menetapkan rizkinya, ajalnya, amalnya dan kecelakaan atau kebahagiaannya. Demi Allah yang tidak ada ilah selain-Nya, sesungguhnya di antara kalian ada yang melakukan perbuatan ahli surga hingga jarak antara dirinya dan surga tinggal sehasta akan tetapi telah ditetapkan baginya ketentuan, dia melakukan perbuatan ahli neraka maka masuklah dia ke dalam neraka. sesungguhnya di antara kalian ada yang melakukan perbuatan ahli neraka hingga jarak antara dirinya dan neraka tinggal sehasta akan tetapi telah ditetapkan baginya ketentuan, dia melakukan perbuatan ahli surga maka masuklah dia ke dalam surga. (HR Bukhari dan Muslim. Shahih dikeluarkan oleh Al Bukhari di dalam [Bid'ul Khalqi/3208/Fath]. Muslim di dalam [Al Qadar/2463/Abdul Baqi]).

Poin kebahagiaan adalah dambaan bagi setiap orang, merupakan unsur yang tiada taranya. Bahagia bukan berarti banyaknya uang yang kita miliki, banyaknya mobil yang tersimpan dirumah, ataupun besarnya

rumah yang kita miliki. Bahagia secara sejatinya adalah bersifat abstrak (tidak dapat ditangkap oleh panca indra), sedangkan punya uang, mobil, rumah, dst. itu adalah hal kongkret (dapat ditangkap oleh panca indra), kebahagiaan tidak bisa digambarkan secara material. Bila menganggap arti sebuah kebahagiaan adalah dengan memiliki material-material tsb, artinya mempertemukan hal yang abstrak dengan hal yang kongkret maka kebahagiaan tidak akan bertahan lama/awet, seperti contoh rangkaian fakta dibawah ini :

Bila harta dapat membuat orang bahagia, tentunya Adolf Merckle, orang terkaya di Jerman, tidak akan sengaja menabrakkan badannya ke kereta api.

Bila popularitas dapat membuat orang bahagia, tentunya Michael Jackson, penyanyi terkenal di USA, tidak akan meminum obat tidur hingga overdosis.

Bila kekuasaan dapat membuat orang bahagia, tentunya G.D. Vargas, presiden Brasil, tidak akan sengaja menembak jantungnya.

Bila kecantikan bisa membuat orang bahagia, tentunya Marilyn Monroe, artis cantik dari USA, tidak akan meminum alkohol dan obat depresi hingga overdosis.

Bila kesehatan bisa membuat orang bahagia, tentunya Thierry Costa, dokter terkenal dari Prancis, tidak akan membunuh dirinya akibat acara di televisi.

Bila kita fikir lagi, bahagia atau tidaknya hidup seseorang itu bukan ditentukan oleh seberapa kayanya, tenarnya, cantiknya, kuasanya, sehatnya atau sukses apapun hidupnya.

Dengan definisi apapun, kebahagiaan adalah abstrak maka agar kebahagiaan menjadi langgeng alias awet maka harus dipertemukan dengan hal yang abstrak juga seperti rasa syukur karena Allah, bersama Allah, dekat dengan Allah, mengenal-Nya dan merasa memiliki-Nya dalam jiwa dan keseharian kita. Apakah prosesnya mendapatkan termodinamika atau kinetika. Kebahagiaan inilah yang diinginkan setiap makhluk ciptaan Allah baik manusia, hewan, tumbuhan tidak terkecuali molekul kimia yang notabene tidak memiliki "ruh". Molekul kimia juga berusaha mendapatkan kebahagiaan dalam versinya sendiri, untuk dapat beradaptasi dan bertahan. Menjadi hal yang menarik untuk mengetahui bagaimana kebahagiaan yang dicari oleh molekul kimia.

Belajar Dari Molekul

Keberhasilan seseorang untuk menggali dan menimba ilmu lebih dalam sangat bergantung dari niat, keyakinan dan amalan yang dimilikinya. Menuntut ilmu memiliki nilai perjuangan yang tinggi di sisi Allah , sebagaimana yang difirmankan didalam surat Al-Mujadilah ayat 11.

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا يَفْسَحِ اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ انشُرُوا فَانشُرُوا يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

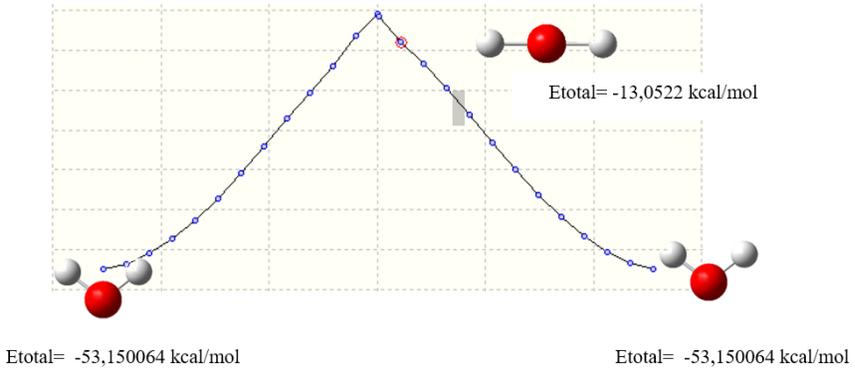
"Hai orang-orang beriman apabila dikatakan kepadamu: "Berlapang-lapanglah dalam majlis", Maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. dan apabila dikatakan: "Berdirilah kamu", Maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. dan Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan." [Q.S. Al Mujadilah (58) : 11]

Molekul kimia diciptakan dengan ukuran yang sangat mikroskopis (10^{-6} m) bahkan mencapai ukuran nano (10^{-10}) bukan berarti molekul kimia disekitar kita tidak bergerak, dengan kecepatannya yang mencapai ukuran femtosecond (10^{-15}) [1], secara kasat mata kita tidak bisa melihatnya langsung, apalagi melihat bagaimana molekul tersebut bergerak, dengan teknologi komputerisasi misalnya menggunakan salah satu program komputer bernama Gaussian [2], kita bisa mempelajari bagaimana perilaku molekul kimia disekitar kita bergerak.

Menggali ilmu dan belajar dari molekul kimia tentang bagaimana bentuk berfikir yang ada padanya adalah hal yang menarik untuk dikaji karena akan banyak sekali informasi yang bermanfaat, sekaligus mengetahui perilaku makhluk ciptaan Allah yang tak kasat mata tersebut. Kebahagiaan bagi molekul diidentikkan dengan bentuk kestabilan struktur, proses untuk mendapatkan kestabilan struktur inilah yang membuat sebuah molekul “berfikir” mendapatkannya.

Molekul Air

Salah satu molekul kimia yang akrab bagi kita adalah molekul air, molekul sederhana yang tersusun oleh dua jenis atom yakni atom oksigen dengan dua atom hidrogen. Bentuk struktur molekul air yakni dua atom hidrogen terikat ke satu atom oksigen, molekul air mengalami perubahan energi struktur seperti dimodelkan menggunakan semiempirik PM3 metode IRC [3], dapat dilihat pada Gambar 11.1.



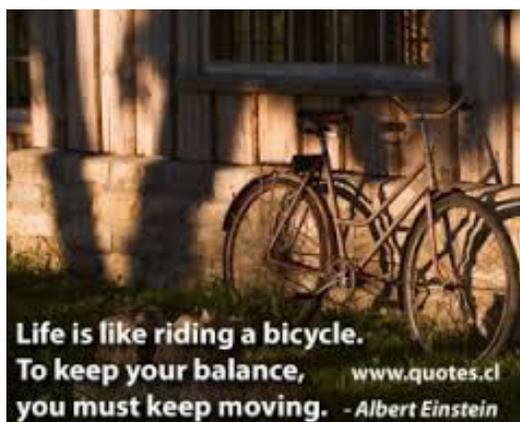
Gambar 11. 1. Molekul kimia dan pasang surut energi kestabilan

Air seperti pada Gambar 10.1 dapat kita perhatikan bahwa molekul tersebut mengalami pasang-surut energi. Posisi dibawah merupakan posisi bentuk struktur paling stabil bagi molekul air, sedangkan posisi diatas merupakan posisi struktur yang kurang stabil. Molekul air bergerak dengan cara bervibrasi dalam kondisi struktur molekul bawah-atas secara berulang-ulang berkali-kali, hal ini perlu dialami/ dilakukan karena sebagai bentuk beradaptasi dengan lingkungan sekitar air contohnya dari suhu. Bila kondisi suhu lingkungannya tinggi maka vibrasi molekulnya akan semakin cepat, bila kondisi suhu dingin vibrasi/gerakan tetap terjadi namun lebih pelan. Hal ini menunjukkan cara beradaptasinya air, dari sini dapat kita pelajari bahwa molekul air pun berfikir untuk dapat bertahan atau mempertahankan hidup akan/ pasti mengalami pasang surut energi kestabilan, bagi kita manusia hal ini sering kita alami juga setiap hari dalam bentuk ujian-ujian yang Allah berikan kepada kita baik sehat-sakit, senang-susah, kuat-lemah semua pasti akan dialami manusia, seperti yang difirmankan dalam surat Al-ankabut ayat 2-3.

احسب الناس ان يتركوا ان يقولوا ءامنا وهم لا يفتنون ولقد فتنا
الذين من قبلهم فليعلمن الله الذين صدقوا وليعلمن الكذابين

Apakah manusia itu mengira bahwa mereka dibiarkan (saja) mengatakan: "Kami telah beriman", sedang mereka tidak diuji lagi? dan Sesungguhnya Kami telah menguji orang-orang yang sebelum mereka, Maka Sesungguhnya Allah mengetahui orang-orang yang benar dan Sesungguhnya Dia mengetahui orang-orang yang dusta. [Q.S. Al Ankabut (29): 2-3]

Sejalan dengan firman Allah, ada ungkapan dari ilmuwan Albert Einstein yang mengatakan bahwa, "*Hidup itu seperti mengendarai sepeda, untuk dapat mempertahankan keseimbangan, maka kita harus terus bergerak*". Hal ini berlaku kepada seluruh makhluk hidup baik manusia, hewan, tumbuhan bahkan molekul kimia bahwa untuk dapat bertahan hidup maka harus terus bergerak dan bertahan.

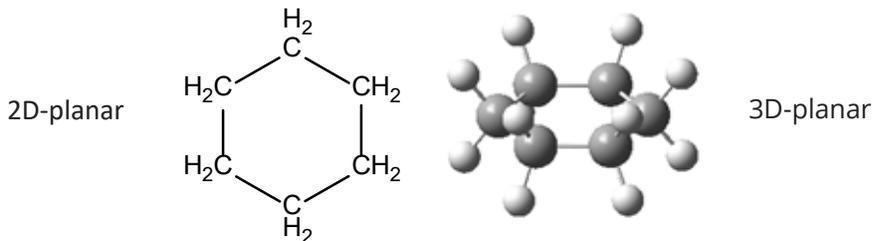


Gambar 11. 2. Hidup seperti mengendarai sepeda

Artinya bila ingin tetap bertahan maka kita harus tetap bergerak karena itu nikmat saja rintangan yang dihadapi, insyaAllah akan ada hikmah dibalik segala ujian dan cobaan seperti molekul air yang menjadi bagian dari hidup kita bahwa molekul air pun berusaha mempertahankan hidupnya dengan bergerak menyesuaikan kondisi dengan lingkungannya.

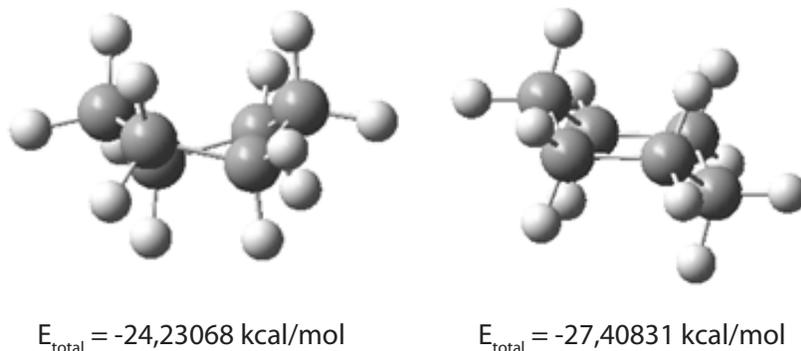
Molekul Sikloheksana

Molekul kimia lain yang akrab bagi kita contohnya sikloheksan, biasa digunakan sebagai pelarut organik, terdiri dari 6 atom karbon dan 12 hidrogen dengan struktur seperti pada Gambar 3, jika kita pikir bahwa bentuk ini adalah bentuk struktur baku molekul sikloheksana seperti yang ada di alam nyata, tentu tidaklah benar. Bila kita pelajari menggunakan teknologi komputerisasi, struktur tersebut bukanlah struktur yang disukai bagi molekul sikloheksana.



Gambar 11. 3 Struktur molekul sikloheksana

Pemodelan menggunakan program kimia Gaussian [2] dengan metode semiempirik PM6 , membantu kita memahami bagaimana molekul kimia “berfikir” mendapatkan bentuk struktur baku dari sikloheksana, dimana bentuk struktur tersebut mungkin membuatnya “nyaman”. Hasilnya pemodelan setidaknya ada dua bentuk struktur yang didapat, bentuk pertama seperti perahu Gambar 4(a) dan bentuk kedua seperti kursi Gambar 4(b).



Gambar 11. 4. Bentuk struktur 3-dimensi dari sikloheksana

Dua struktur pada Gambar 10.4 memiliki energi kestabilan molekul sikloheksana yang berkisar antara -24,23068 dari konformasi bentuk mirip-perahu sampai -27,40831 dengan konformasi bentuk kursi. Kedua bentuk struktur lebih disukai bagi sikloheksana dibandingkan struktur planar pada Gambar 10.3 dengan energi molekul sebesar 70,37098 kcal/mol. Dari sini dapat disimpulkan bahwa sikloheksana pun dapat “berfikir” untuk memilih kondisi struktur yang diinginkan baik struktur yang stabil atau lebih stabil. Mungkin begitu juga bagi kita manusia, tidak ada pilihan yang tidak baik diantara yang baik, yang ada adalah pilihan yang baik dan yang lebih baik, insyaAllah semua ada hikmahnya.

Katalisator

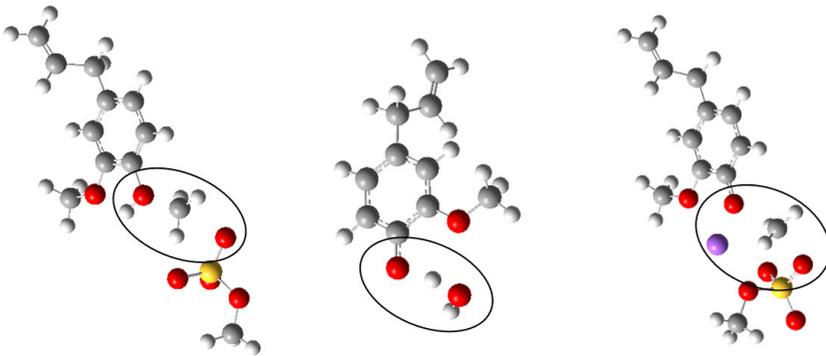
Sebagian besar dari kita tentu memahami arah maksud keberadaan katalisator, yang mungkin sebagian besar kita kurang tau adalah apa yang terjadi atau dirasakan secara fisik bagi objek yang “dikatalisatori”. Contoh mudahnya pada manusia yang sedang jomblo (misalkan) yang sedang dalam proses ta’aruf (dalam istilah kita “berkenalan”). Pertanyaannya, apa yang terjadi secara fisik dari orang yang jomblo tersebut?. Secara alamiah akan mengalami sensasi emosional seperti gelisah, *deg-degan* dan sejenisnya. Proses ta’aruf akan lebih sulit berjalan secara langsung

dan berbeda kondisinya bila dengan bantuan orang lain (misal bantuan murobbi-nya “guru ngaji”).

Begitu pula yang terjadi pada molekul-molekul kimia, sebagai contoh, reaksi konversi molekul eugenol menjadi molekul metil-eugenol, dengan reaksi kimia seperti berikut,



reaksi kimia tetap dapat terjadi namun prosesnya lebih sulit bila dibandingkan dengan bantuan katalis seperti NaOH dalam pelarut air. Keberadaan material NaOH sebagai “pembantu” proses reaksi dapat diidentifikasi dari getaran atau vibrasi molekul yang akan bertemu/ bereaksi dalam bentuk senyawa transisi.



Gambar 11.5 Struktur molekul transisi yang terbentuk

Tabel 11. 1. Frekuensi tipe pembentukan molekul transisi

Tipe Senyawa Transisi	Intensitasi vibrasi IR (a.u.)*
Reaksi langsung tanpa NaOH (A)	18,1796 s/d 51,4856
Pembentukan ion eugenolat (B1)	1,0487
Reaksi setelah pembentukan eugenolat (B2)	1707,9909

*a.u = satuan atomic unit

Gambar 11.5 memperlihatkan bentuk reaksi baik secara langsung maupun yang menyertakan “orang ketiga” dalam hal ini NaOH, dalam reaksi pembentukan metil-eugenol dari senyawa eugenol. Gambar 5(A) adalah reaksi secara langsung antara reaktan eugenol dengan dimetilsulfat (DMS), Gambar 5(B1) merupakan reaksi inisiasi pengikatan H-eugenol oleh OH dari NaOH membentuk H₂O. Gambar 5(B2) adalah reaksi molekul eugenolat yang terstabilkan oleh Na⁺ untuk dapat bereaksi dengan dimetilsulfat (DMS).

Besarnya keberadaan atau kontribusi NaOH sebagai katalis dapat kita lihat dari besarnya intensitas vibrasi inframerah (IR) pada Tabel 1. Dari nilai tabel, molekul transisi Gambar 5(A) memiliki intensitas sebesar sekitar 18,1796 s/d 51,4856 a.u, molekul transisi Gambar 5(B1) memiliki besar intensitas 1,0487 a.u, molekul transisi Gambar 5(B2) memiliki besar intensitas 1707,9909 a.u.

Katalis bekerja sebagai “makcomblang” tidak selalu berjalan mulus, contohnya adalah pada Gambar 5(B1), gugus OH dari Eugenol harus melepaskan H nya terlebih dahulu membentuk ion eugenolat, dan dari nilai intensitasnya yang sangat rendah (1,0487 a.u) menunjukkan proses

tersebut sulit terjadi alias laju reaksinya lambat, namun bila H nya sudah berhasil terlepas maka menyisakan ion eugenolat yang distabilkan oleh ion Na^+ dan siap bereaksi dengan dimetilsulfat (Gambar 5(B2)), alhasil nilai intensitasnya sangat besar (1707,9909 a.u) menunjukkan bahwa laju reaksinya cepat, yang artinya reaksi sangat mudah terjadi. Berbeda dengan reaksi langsung (Gambar 5A) yang memiliki intensitas lebih rendah (18,1796 s/d 51,4856 a.u) hal ini mengindikasikan perbedaan nyata kehadiran “orang ketiga”.

Belajar dari penjelasan diatas bahwa molekul kimia mengalami getaran/ vibrasi yang berbeda-beda tergantung kondisi reaksi yang akan terjadi terutama bila ada interaksi yang dapat memunculkan ikatan baru. Molekul kimia pun bisa merasakan sensasi vibrasi, adakala reaksi dapat berjalan secara langsung, adapula berjalan dengan bantuan katalis. Begitupun bagi manusia bila menghadapi sebuah kondisi baru mungkin akan mengalami sensasi emosional yang berubah-ubah seperti gugup, gelisah, deg-degan, dan sejenisnya, tidak hanya bertemu orang/kenalan baru, bisa juga kondisi lingkungan baru, tugas/pekerjaan baru maka bisa jadi ia akan menghadapi langsung, namun bisa juga membutuhkan bantuan orang lain untuk dapat mendapatkan ikatan yang baik, baik dengan lingkungan baru, pekerjaan baru maupun sesama manusia.

Penutup

Penulis mengajak kepada diri sendiri dan juga kepada para pembaca. Seperti molekul kimia yang selalu senantiasa berfikir untuk beradaptasi dalam berbagai kondisi yang ada disekitarnya. Mari nikmati setiap kondisi, akan selalu ada hal positif yang bisa kita ambil dari setiap perjalanan. Jadilah orang yang senantiasa melihat setitik terang di dalam gelap. InsyaAllah kita akan selalu bahagia.

Referensi

- K. Fukui, "The path of chemical reactions - the IRC approach," *Acc. Chem. Res.*, vol. 14, no. 12, pp. 363–368, Dec. 1981.
- M. J. Frisch *et al.*, *Gaussian 09*. Wallingford, CT, USA: Gaussian, Inc., 2009.
- A. H. Zewail, "Femtochemistry: Atomic-Scale Dynamics of the Chemical Bond [†]," *J. Phys. Chem. A*, vol. 104, no. 24, pp. 5660–5694, Jun. 2000.

BAB 12

Kimia dalam Perspektif Islam

Amri Setyawati

Manusia diperintahkan untuk berfikir

“Sesungguhnya Tuhan kamu ialah Allah yang menciptakan langit dan bumi dalam enam masa, kemudian Dia bersemayam di atas ‘Arsy untuk mengatur segala urusan. Tiada seorang pun yang akan memberi syafa‘at kecuali sesudah ada izin-Nya. (Dzat) yang demikian itulah Allah, Tuhan kamu, maka sembahlah Dia. Maka apakah kamu tidak mengambil pelajaran?” (QS Yunus:3)

“Katakanlah: Perhatikanlah apa yang ada di langit dan di bumi. Tidaklah bermanfaat tanda kekuasaan Allah dan rasul-rasul yang memberi peringatan bagi orang-orang yang tidak beriman.” (QS. Yunus :101)

Kehadiran Islam membebaskan umat manusia dari belenggu kebodohan dan kendali taklid buta dimana kehendaknya selalu dibatasi oleh kepercayaan-kepercayaan yang tidak benar dan merusak akhlak manusia itu sendiri. Islam mendidik sehingga manusia mampu untuk berpikir lebih rasional dan berkehendak secara bebas. Akal manusia menjadi lebih sempurna, dapat berpikir dengan benar, dan memiliki kepribadian serta nurani kemanusiaan yang lengkap.

Sempurnanya akal, cara berpikir yang benar, dan kebebasan dalam berkehendak adalah dasar dari keshahihan sebuah akidah, integritas dalam beragama, dan keluhuran moral. Dengan dasar-dasar akidah tersebut, seseorang akan mampu membedakan antara kebenaran yang harus diikuti dan kebatilan yang harus dihindari. Rasulullah SAW menyampaikan hal ini secara jelas melalui sabdanya, *“Seseorang tidak*

akan memperoleh sesuatu yang sebaik akal. Akal membimbing pemiliknya kepada petunjuk dan menghindarkannya dari kesesetan.” (Muttafaqun ‘alaih). Kesempurnaan akal menjadi kunci sempurnanya seseorang dalam beriman dan beragama.

Islam memberikan konsepsi yang lengkap dan sempurna pada seluruh aspek kehidupan manusia. Konsepsi yang diberikan merupakan konsepsi yang benar tentang keyakinan, akhlak, pendidikan, sosial, politik, ekonomi, militer, dan peradilan (minhajul hayah). Dengan merenungkan tujuan penciptaan manusia maka kita akan dapat melakukan segala sesuatunya sesuai dengan hakikat penciptaan kita. Seseorang yang ditempatkan dalam suatu posisi jabatan tertentu, maka ia harus mengetahui apa tujuan ia ditempatkan pada posisi jabatan tersebut. Demikian pula halnya dengan kita sebagai manusia ciptaan Allah, maka wajib bagi kita untuk mengetahui apa tujuan Allah SWT menciptakan kita. Allah berfirman dalam Al-Qur’anul karim:

وَمَا خَلَقْتُ الْجِنَّ وَالْإِنْسَ إِلَّا لِيَعْبُدُونِ

Artinya: *“Dan Aku tidak menciptakan jin dan manusia melainkan supaya mereka mengabdikan (menyembah) kepada-Ku.”* (QS. Adh-Dzariyat:56)

Kita dituntun untuk menghayati setiap langkah dan nafas kita untuk beribadah hanya kepada Allah swt. Hal ini sulit untuk dicapai jika manusia miskin ilmu dan tidak mau berfikir. Sehingga seruan untuk berfikir menjadi sangat penting untuk kita lakukan.

Ilmu merupakan hal pertama yang diajarkan Allah SWT kepada manusia pertama yang diciptakan, yaitu Nabi Adam AS. Firman Allah SWT dalam surah Al-Baqarah:31 yang artinya,

“Dan Dia mengajarkan kepada Adam nama-nama benda seluruhnya. Kemudian pada ayat yang berikutnya, Nabi Adam AS mengajarkan kepada malaikat apa yang telah diajarkan oleh Allah.” (Al-Baqarah: 33).

Hal ini membuktikan bahwa Allah SWT menaikkan kedudukan manusia dibandingkan para makhluk ciptaan-Nya yang lain, termasuk malaikat di dalamnya, hanya dengan memberikan ilmu pengetahuan. Bahkan wahyu pertama yang disampaikan kepada Rasulullah SAW adalah *Iqra*, yang berarti ‘membaca’. Malaikat Jibril AS sendiri yang diutus untuk menjadi guru bagi Rasulullah SAW.

Secara umumnya, manusia akan menjadi lebih kuat apabila menguasai ilmu pengetahuan. Berbagai bangsa pada masa dahulu seperti Yunani, Romawi, Persia, Cina, dan India, menjadi kuat dan terkenal karena penguasaannya terhadap ilmu pengetahuan yang meliputi falsafah, teknologi, serta keterampilan. Bangsa Romawi menjadi hebat karena pengetahuan mereka terhadap ilmu, bangsa Persia terkenal dengan kecerdikan mereka di medan peperangan, bangsa Cina dengan budaya perniagaan, perubahan dan teknologi (kertas), bangsa Yunani dan India dengan falsafah. Justru, ketika Allah SWT menghadirkan Islam di dunia, maka seiring itu jugalah Dia menurunkan ilmu pengetahuan yang bernama syariat yang semuanya terkandung dalam Al-Qur’an dan Sunnah.

Peradaban Islam pasca negara Islam Madinah menghasilkan umat Islam paling unggul ketika bangsa Eropa mengalami zaman yang gelap. Pada masa itu lahirlah tokoh-tokoh pemikir dan ilmuwan Islam seperti Ibnu Sina, Ibnu Baitutah, Ibnu Khaldun, Ibnu Kathir dan masih banyak tokoh-tokoh lainnya, termasuk di dalamnya yaitu empat imam fikih yaitu Imam Malik, Imam Syafi’i, Imam Abu Hanifah dan Imam Hambali. Bahkan, ilmu-ilmu dalam Islam senantiasa berkolaborasi dengan

zaman sehingga ia tidak pernah berhenti meningkatkan martabat dan kesejahteraan manusia. Umat Islam menjadi unggul apabila memahami keutamaan ilmu. Sebaliknya, apabila umat Islam tidak menguasai ilmu, maka akan menjadi umat yang mundur, lemah, bahkan hancur dimangsa zaman. Hal ini sangat bertentangan dengan kondisi umat Islam di masa Rasulullah SAW, para sahabat, dan tabiin. Contoh-contoh kemunduran umat Islam akibat tidak menguasai ilmu pengetahuan dapat dilihat pada masa kini. Umat Islam lebih banyak menjadi pengguna daripada produsen, lebih ramai menjadi hamba daripada tuan, lebih rela menjadi pengikut, pelaksana dan karyawan daripada pemimpin dan pengusaha. Jika keadaan ini senantiasa berlanjut maka akan sangat sulit bagi umat Islam untuk dapat bangkit dan menegakkan kejayaan Islam seperti sebelumnya.

Ilmu kimia dalam perspektif islam

Ilmu kimia merupakan ilmu yang banyak dikembangkan dan diwariskan para ilmuwan muslim pada abad keemasan Islam, bahkan hingga saat ini konsep kimia dan industri kimia yang ditemukan dimasa itu masih menjadi sumbangan yang penting bagi peradaban modern. Para ilmuwan masa kini dan sejarah bangsa eropa juga mengakui bahwa dasar-dasar ilmu kimia modern telah dibangun oleh kimiawan muslim pada masa itu. Karena banyaknya dan besarnya penemuan-penemuan kimia fenomenal di masa itu, dunia akhirnya menobatkan seorang ilmuwan kimia bernama Jabir Ibnu Hayyan sebagai bapak kimia modern.

Pada abad ke-18, dalam bukunya *The Story of Civilization IV: The Age of Faith*, Will Durrant, seorang ilmuwan berkebangsaan jerman mengatakan bahwa "pendiri ilmu kimia adalah para ilmuwan muslim yang mengembangkan ilmu kimia". Kimiawan muslimlah yang mendirikan pondasi ilmu kimia modern dan hamper seluruh konsep dalam ilmu kimia diciptakan oleh peradabn islam. Ilmu kimia telah ada pada masa Yunani, namun Yunani hanya melahirkan hipotesis yang samar-samar

dalam bidang kimia. Sedangkan peradaban islam memperkenalkan metode observasi yang tepat, metode eksperimen yang terkontrol dengan catatan yang detail, teliti dan konsep yang mendalam. Hal ini membuat peradaban islam tercatat sebagai peradaban yang telah merevolusi ilmu kimia menjadi ilmu yang nyata kemanfaatannya untuk manusia melalui industry kimia.

Para kimiawan pada masa kejayaan umat islam mengubah teori-teori kimia menjadi sebuah industri yang sangat memajukan eropa. Kemunculan konsep industri berbasis ilmu kimia menjadi catatan penting bagi peradaban dunia yang dipakai hingga saat ini. Ilmuwan islam saat itu berhasil menciptakan berbagai macam produk dan penemuan yang belum tergantikan hingga sekarang. Revolusi sains yang digelorakan saat itu berhasil menciptakan berbagai produk kimia penting sebagai bahan dasar berbagai industri. seperti alkohol, nitrat, silver dan potassium. Berbagai teknik pemurnian seperti sublimasi, kristalisasi dan distilasi juga ditemukan pada masa-masa itu. Dengan menguasai teknik-teknik itu, peradaban islam akhirnya mampu memunculkan sederet industri penting penggerak ekonomi dunia seperti industry militer, farmasi, perminyakan, tekstil, kesehatan, makanan dan minuman hingga industri perhiasan. Sejarah pencapaian besar umat muslim tersebut merupakan buah karya dan dedikasi para ilmuwan besar seperti, Al-Razi, Al-biruni, Jabir Ibnu Hayyan serta ilmuwan muslim lain yang namanya mungkin kurang kita ingat karena sedikitnya telaah yang dibaca penulis. Setiap ilmuwan memberikan sumbangan penemuan dan teknologi yang berbeda yang saling menyokong satu sama lain.

Sama halnya dengan agama dan praktek beribadah kepada Allah yang harus kita hayati dan lakukan setiap waktu. Ilmu kimia juga merupakan ilmu yang dapat kita resapi setiap waktu, setiap helaan nafas, setiap apa yang kita kerjakan dan kita hadapi. Melalui ilmu kimia kita menghayati bagaimana jeniusnya enzim di kelenjar pineal yang dapat mengatur

siklus tidur dan bangun⁵, bagaimana kerja natrium dan kalium bekerja bergantian untuk menjaga syaraf kita selalu seimbang ketika bekerja dan istirahat⁶, bagaimana gas-gas yang kita butuhkan dan buang tidak tertukar di paru-paru dan berbagai peristiwa menakjubkan lainnya dalam diri kita. Ini hanyalah sebagian kecil contoh, beribu-ribu reaksi antar senyawa dalam tubuh terjadi setiap detik, tanpa kesalahan, dengan sistem yang begitu kompleks dan rumit. Maha Besar Allah tuhan yang Maha Pengatur, Pemelihara dan Maha Berkehendak. Hanya kepadaNya lah segala puji dan penghambaan. Maka tidak heran jika banyak ilmuan kimia berpendapat "*Life is Chemistry*".

Ungkapan tersebut rasanya tidak berlebihan karena ilmu kimia mengantarkan kita menghayati setiap detik kehidupan. Melalui penghayatan berbagai peristiwa mikro didalam tubuh kita, atau apapun yang kita hadapi dalam keseharian kita seorang manusia akan semakin takjub dengan ayat-ayat Allah swt yang tergambar dan tercermin melalui diri. Ilmu kimia dapat mengantarkan seorang hamba senantiasa berdzikir mengingat sang Khalik, selalu merasa kecil dan semakin tadzim menjalankan perintahNya dan menjauhi apa-apa yang dilarang oleh Penciptanya.

Bidang-bidang kimia

Luasnya ilmu kimia yang meliputi segala aspek kehidupan membawa ilmu kimia menjadi dasar bagi berbagai disiplin ilmu seperti biologi, pertanian, peternakan, kedokteran dan farmasi. Ilmu kimia sendiri dibagi menjadi berbagai bidang studi. Beberapa diantara yang termashyur yaitu kimia organik, anorganik, kimia fisika, analitik, lingkungan dan komputasi. Pada dasarnya semua bidang studi ini memiliki peranan yang sama pentingnya untuk menghayati peristiwa-peristiwa atau ayat-ayat Allah SWT yang ada di alam. Mengambil pelajaran dan hikmah darinya untuk kemakmuran dan kesejahteraan manusia. Karena mengambil pelajaran bukan hanya mengerti, tapi juga dapat memanfaatkan untuk

kemaslahatan umat. Membawa kimia *rahmatanlil'alam* dengan menjadi pribadi kimiawan yang bermanfaat.

Salah satu cabang kimia organik yaitu sintesis bahan obat. Sintesis senyawa obat merupakan salah satu cabang ilmu kimia yang banyak menjadi perhatian peneliti. Maraknya berbagai penyakit merupakan masalah tersendiri di era modern ini. Pola hidup yang kurang sehat, kurang memperhatikan sunnah menjadi salah satu penyebabnya. Pengembangan obat merupakan ikhtiar manusia untuk mengurangi rasa sakit sekaligus ikhtiar para peneliti dalam rangka menjadi manusia yang beragama seutuhnya, menjadi manusia yang *rahmatanlil'alam*.

Contoh aplikasi dari kimia organik sintesis yaitu mengubah gugus vanilin menjadi senyawa yang sangat potensial sebagai obat. Vanilin dapat dimanfaatkan menjadi bahan aditif makanan dan dapat ditingkatkan nilai gunanya menjadi senyawa kalkon dan pirazolina⁷. Senyawa kalkon dilaporkan memiliki banyak sekali manfaat seperti anti-mikroba, anti-inflamasi atau peradangan, analgesik, imun-modulator, anti-malaria, anti-kanker, anti-virus, anti-leishma, anti-oksidan, anti-tuberkulosis, anti-hiperglikemik dan sebagainya⁸. Sedangkan pirazolina adalah senyawa turunan dari kalkon yang membentuk siklis lima yang mengandung 2 atom N. Beberapa senyawa pirazolina juga telah dilaporkan memiliki banyak aktifitas biologis yang sangat berguna bagi manusia seperti potential agen sitotoksik, agen anti-mikrobia, anti-virus, anti-inflamasi, anestetik dan mydriatik⁸.

Dalam penelitian Setyawati (2015), vanilin diubah menjadi senyawa aktif pirazolina yang terbukti melawan berbagai bakteri penyebab penyakit seperti; *Staphylococcus aureus* (jerawat, bisul, penyakit kulit), *Eschericia coli* (diare), *Shigella flexneri* (diare, infeksi saluran pencernaan), *Bacillus cereus* (keracunan makanan), *Bacillus subtilis* (gastroenteritis). Selain vanilin, bahan alam lain seperti minyak cengkeh, gandapura,

kunyit, temulawak dan lain-lain telah banyak dimanfaatkan sebagai senyawa potensi obat. Memanfaatkan bahan alam sebagai senyawa yang berguna bagi manusia sangat dianjurkan dalam Islam.

Sebagai khalifah di bumi, manusia memiliki dua peranan penting yang diamanahkan dan harus dilaksanakan hingga hari kiamat.

Peranan yang pertama yaitu memakmurkan bumi (Al'imarah), yakni dengan mengeksplorasi alam untuk dimanfaatkan sebaik-baiknya dengan adil dan merata dengan tetap menjaga kelestariannya supaya generasi selanjutnya tetap dapat memanfaatkan dan menikmatinya. Peranan kedua yaitu memelihara bumi dari upaya-upaya perusakan yang datang dari pihak manapun (Ar ri'ayah). Hal tersebut menyatakan bahwa bumi dan seisinya diciptakan oleh Allah untuk dimanfaatkan sebaik-baiknya demi kemakmuran dan kesejahteraan manusia. Memelihara bumi yang dimaksud disini juga termasuk memelihara akidah dan akhlak kita terhadap semua makhluk dan alam semesta. Manusia sebagai sumber daya perlu dijaga akhlaqnya dari kebiasaan-kebiasaan jahiliah yang merusak alam demi kepentingan sesaat.

Allah menurunkan penyakit beserta obatnya

Asy-Syaikh Imam Syamsuddin Abu Abdillah Muhammad bin Syaikh Shalih Abu Bakr yang selanjutnya lebih dikenal dengan Ibnu Al-Qoyyim Al-Jauziyah ditanya "Apa yang dikatakan oleh para tokoh ulama, para imam Islam radhi'allahu'anhum tentang seseorang yang ditimpa dengan sesuatu musibah yang diketahui bahwasanya kalau musibah itu terus menerus melanda, dengannya akan merusak dunianya dan akan merusak akhiratnya orang yang ditimpa musibah tersebut. Dan dia telah bersungguh-sungguh untuk menolak musibah tadi dari dirinya dengan segala macam jalan, namun tidak bertambah musibah itu kecuali nyalanya dan kedahsyatannya. Maka bagaimana cara menolak musibah itu dan apa jalan untuk menyingkapkannya?. Semoga Allah

memberikan rahmat kepada orang yang menolong seseorang yang ditimpa bencana tadi. Dan Allah selalu menolong hamba-Nya selama hamba itu menaungi saudaranya. Berilah fatwa kepada kami niscaya kalian akan mendapatkan pahala dan semoga Allah merahmati kalian.”

Maka Syaikhul Islam al-Imam Ibnu Qayyim-al-Jauziyah menjawab:

Alhamdulillah, ammaba’du. Telah tsabit dalam kitab Shahih Bukhari dari hadits Abu Hurairah radhiyallahu ‘anhu dan radhiyallahu ‘alaihi wasallam beliau bersabda,

مَا أَنْزَلَ اللَّهُ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً

“Tidaklah Allah menurunkan penyakit kecuali Dia turunkan untuk penyakit itu obatnya.” (HR. Al-Bukhari no. 5678)

Jabir radhiyallahu ‘anhu membawakan hadits dari Rasulullah Shallallahu ‘alaihi wasallam:

لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ، فَإِذَا أُصِيبَ دَوَاءُ الدَّاءِ بَرَأَ بِإِذْنِ اللَّهِ عَزَّ وَجَلَّ

“Setiap penyakit ada obatnya. Maka bila obat itu mengenai penyakit akan sembuh dengan izin Allah AzzawaJalla.” (HR. Muslim no. 5705)

Abdullah bin Mas’ud radhiyallahu ‘anhu mengabarkan dari Nabi Shallallahu ‘alaihi wasallam:

إِنَّ اللَّهَ لَمْ يَنْزِلْ دَاءً إِلَّا وَأَنْزَلَ لَهُ دَوَاءً، جَهْلُهُ مِنْ جَهْلِهِ وَعَلِمُهُ مِنْ عِلْمِهِ

“Sesungguhnya Allah tidaklah menurunkan penyakit kecuali Dia turunkan pula obatnya bersamanya. (Hanya saja) tidak mengetahui

orang yang tidak mengetahuinya dan mengetahui orang yang mengetahuinya.” (HR. Ahmad 1/377, 413 dan 453. Dan hadits ini dishahihkan dalam Ash-Shahihah no. 451)

HR. Ahmad di atas menjadi dasar bagi kita untuk berusaha mencari obat atau cara yang tepat untuk dapat menyembuhkan suatu penyakit. Selain itu hadits di atas juga menunjukkan adanya hukum sebab-akibat dalam menyembuhkan suatu penyakit dan menjadi sanggahan kepada orang-orang yang menolak metode penyembuhan ilmiah dan lebih memilih kepada metode penyembuhan praktis dan mistis yang menjanjikan kepada para pasien dapat menyembuhkan segala penyakit dan dapat sembuh dengan singkat. Walaupun tidak ada yang tidak mungkin bagi Allah SWT, Allah yang Maha berkehendak dan Maha perkasa dapat mengangkat suatu penyakit dari seseorang jika Ia berkehendak. Namun, Allah telah mengajarkan kita untuk dapat berpikir secara ilmiah dalam segala tindakan dan bersabar dengan sakit yang di derita agar kita mendapatkan rahmat ridhonya. Sesungguhnya pada setiap sakit yang dirasakan oleh orang-orang yang beriman ada pengampunan atas dosa-dosa yang telah ia (manusia) lakukan.

Lalu bagaimana dengan seseorang yang mengidap penyakit yang belum dilaporkan obatnya?, apakah Allah tidak menurunkan obat bersama dengan turunnya penyakit tersebut?. Sebelumnya, kita wajib mengimani setiap perkataan Rasulullah SAW bahwa setiap penyakit pasti ada obatnya, dengan iman hati kita menjadi kuat sehingga azzam untuk mencari sarana penyembuh akan semakin kuat. Kemudian, ungkapan dalam hadits shohih di atas “Setiap penyakit pasti ada obatnya”, merupakan ungkapan yang bersifat umum yang termasuk didalamnya penyakit-penyakit yang tidak dapat disembuhkan oleh para dokter dan penyakit-penyakit mematikan yang jarang sekali manusia dapat bertahan hidup dengannya. Hanya saja karena keterbatasan ilmu yang dimiliki manusia pada abad ini belum mampu untuk menemukan

obat yang sesuai. Perkembangan teknologi saat ini belum mampu menemukan sebab-akibat untuk mengatasi gejala yang ditimbulkan oleh penyakit tersebut. Sama halnya dengan penyakit diare yang dulu dianggap penyakit mistis yang merenggut sangat banyak nyawa karena kita belum tahu bahwa diare disebabkan oleh bakteri yang dapat disembuhkan dengan antibiotik tertentu.

Ada banyak faktor yang dapat menjadi sebab kesembuhan suatu penyakit, termasuk dosis dan cara pakai suatu obat. Hal ini adalah suatu ikhtiar dari para peneliti untuk menjadikan suatu senyawa obat dapat bertahan hingga mengenai tempat yang sakit dan efektif mengobati penyakit. Inilah yang diusahakan para ilmuwan obat untuk mewujudkan maksud dari penggalan hadist "*Maka bila obat itu mengenai penyakit akan sembuh dengan izin Allah AzzawaJalla.*" Oleh karena itu, inilah pentingnya perancangan senyawa obat dan formulasi obat yang dipelajari para kimiawan tidak hanya berhenti pada eksistensi suatu obat untuk setiap penyakit tetapi juga mekanisme dan kinetika obat hingga sampai pada reseptor dan menciptakan penyembuhan fa'ali. Tidak terbayangkan jika obat dirancang dan diberikan dengan cara yang salah atau dengan dosis yang tidak sesuai, maka mekanisme sebab-akibat penyembuhan akan tidak terjadi, justru mungkin akan menjadi sebab terciptanya penyakit yang baru. Oleh sebab itu, Rasulullah pun mengaitkan kesembuhan terhadap penyakit merupakan proses "kesesuaian" antara obat dengan penyakit yang diobati.

Hadist diatas juga mengandung perintah untuk berobat sebagai tawakkal untuk memperoleh kesembuhan. Berobat merupakan usaha yang sama posisinya dengan mencari makanan ketika lapar, mencari minum ketika dahaga dan hal-hal lain yang menjadi kebalikannya. Bukan hanya berdiam diri seraya berdoa saja. Bahkan seseorang belum dikatakan sempurna tauhidnya jika dia tidak berikhtiar dan melakukan tuntutan yang menjadi sebab musabab dari apa yang ia inginkan dan

imani, baik pada urusan dunianya maupun akhiratnya. Karena menolak hukum sebab-akibat berarti melecehkan sikap tawakal itu sendiri, seperti halnya melecehkan perintah dan kebijaksanaan Allah serta melemahkanNYa. Orang yang menolak hukum sebab-akibat seolah berkata “meninggalkan hukum sebab akibat lebih memperkuat tawakal”. Justru dengan meninggalkan sebab akibat menandakan seseorang lemah dari sikap tawakal. Sikap bersandarnya hati kepada Allah untuk mendapatkan hal yang berguna bagi dirinya dan menolak hal-hal yang berbahaya bagi dirinya dalam urusan dunia maupun akhiratnya. Namun sikap penyandaran itu harus diiringi dengan ikhtiar.

Inilah yang menjadi ikhtiar para kimiawan dan para periset lain yang bekerja dalam bidang pengembangan senyawa obat baru. Usaha menemukan obat yang sesuai dengan suatu penyakit, agar tercapai kesembuhan fa’ali dengan kaidah sebab musabab. Hal ini tentunya sangat sukar untuk terwujud jika kita tidak memiliki ilmu yang mumpuni tentang sebab musabab penyakit, tentang interaksi suatu senyawa obat dengan tubuh dan bagaimana cara untuk membuat senyawa tersebut atau sintesis, serta dapat kita dapatkan darimana senyawa tersebut atau bahan senyawa tersebut.

Tentunya dengan menghayati firman Allah tentang penciptaan kita, perintah untuk berfikir, menjadi manusia yang bermanfaat dan hanya menghambakan diri kepada Allah SWT membuat seorang kimiawan menjadi manusia seutuhnya. Selamat menjadi kimiawan seutuhnya, dengan ilmu yang mengantarkan kita semakin menghambakan diri kepada zat yang maha mencipta Allah SWT.

BAB 13

Makanan Dalam Pandangan Islam

Habibi Hidayat

Makanan Sehat

Alam semesta merupakan salah satu bukti ciptaan Allah SWT yang penuh dengan keajaiban dan keagungan dari sang pencipta. Banyak misteri yang tersimpan di dalam ciptaannya termasuk segala sesuatu yang terdapat di dalam tubuh makhluk hidup. Proses kimiawi yang terjadi dalam tubuh makhluk hidup memberi makna yang sungguh menakjubkan bagi setiap makhluk-Nya untuk terus mensyukuri segala yang telah Allah SWT berikan. Salah satu bagian terpenting yang dibutuhkan oleh tubuh kita adalah makanan. Islam memberikan rambu-rambu yang jelas bagi umatnya dalam mengkonsumsi makanan baik untuk dirinya sendiri maupun keluarganya. Makanan yang di maksud adalah makanan yang halal dan baik. Sebagaimana Nabi Muhammad SAW bersabda, " Dari Abu Abdillah Nu'man bin Basyir r.a, " Saya mendengar Rasulullah SAW bersabda, " *Sesungguhnya yang halal itu jelas dan yang haram itu jelas*".

Di antara keduanya terdapat perkara-perkara yang syubhat (samar-samar) yang tidak diketahui oleh orang banyak. Maka barang siapa yang takut terhadap syubhat, berarti dia telah menyelamatkan agama dan kehormatannya. Dan barang siapa yang terjerumus dalam perkara syubhat, maka akan terjerumus dalam perkara yang diharamkan. Sebagaimana penggembala yang menggembalakan hewan gembalannya di sekitar (ladang) yang dilarang untuk memasukinya, maka lambat laun dia akan memasukinya. *Ketahuiilah bahwa setiap raja memiliki larangan dan larangan Allah adalah apa yang Dia haramkan. Ketahuiilah bahwa dalam diri ini terdapat segumpal daging, jika dia baik maka baiklah seluruh tubuh ini dan jika buruk maka buruklah seluruh*

tubuh, ketahuilah bahwa dia adalah hati" (HR. Bukhari dan Muslim).

Setiap makhluk hidup membutuhkan makanan dalam proses pertumbuhannya karena salah satu ciri-ciri makhluk hidup yaitu makan dan minum. Makanan yang dimaksud adalah makanan yang mengandung karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan air. Semua makromolekul tersebut sangat dibutuhkan oleh tubuh dalam proses pertumbuhannya karena masing-masing senyawa tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda. Sebagaimana Allah berfirman di dalam Al-qur'an surat Albaqarah ayat 168 yang berbunyi:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُبِينٌ

Artinya : " Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaitan, karena sesungguhnya syetan itu musuh yang nyata bagimu."

Makanan yang kita makan akan masuk mengikuti peredaran darah dan akan memberikan efek bagi yang memakannya. Jika makanan itu berasal dari yang halal maka akan memberikan kebaikan kepada kita, sebaliknya jika makanan itu berasal dari makanan yang haram maka akan membawa kepada keburukan atau kemudharatan. Karena makanan yang kita makan akan menjadi saripati bagi kita untuk turun ke anak cucu kita nantinya. Sehingga dalam membesarkan anak dan keluarga hendaknya dari makanan yang halal agar makanan yang dimakan dapat membentuk pribadi yang menyejukan hati. Karena sifat baik dan buruk dari seseorang itu datangnya dari makanan yang kita makan. Makanan ini nantinya akan membentuk karakter atau pribadi yang terdapat dalam diri seseorang karena dia akan menjadi saripati (air mani) yang masuk dan ditanam di dalam rahim. Sari pati yang ditanam di dalam rahi ini merupakan awal dari proses penciptaan manusia sebagaimana Hadist

Riwayat Buhari dan Muslim yang disampaikan oleh Al ustadz Yazid bin 'Abdul Qadir Jawas :

عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ مَسْعُودٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ: حَدَّثَنَا رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ وَهُوَ الصَّادِقُ الْمَصْدُوقُ: إِنَّ أَعْدَكُمْ لِيَجْمَعُ خَلْقَهُ فِي بطنِ أُمِّهِ أَرْبَعِينَ يَوْمًا نَطْفَةً، ثُمَّ يَكُونُ عَلَقَةً مِثْلَ ذَلِكَ، ثُمَّ يَكُونُ مُضْغَةً مِثْلَ ذَلِكَ، ثُمَّ يُرْسَلُ إِلَيْهِ الْمَلَكُ فَيَنْفِخُ فِيهِ الرُّوحَ، وَيُؤَمَّرُ بِأَرْبَعِ كَلِمَاتٍ: بِكَلِمِ رِزْقِهِ، وَأَجَلِهِ، وَعَمَلِهِ، وَشَقِيٍّ أَوْ سَعِيدٍ، فَوَاللَّهِ الَّذِي لَا إِلَهَ غَيْرُهُ، إِنَّ أَعْدَكُمْ لِيَعْمَلُ بِعَمَلِ أَهْلِ الْجَنَّةِ حَتَّىٰ مَا يَكُونُ نَبْتُهُ وَنَبْتِهَا إِلَّا ذِرَاعَ قَيْسِيٍّ عَلَيْهِ الْكِتَابُ فَيَعْمَلُ بِعَمَلِ أَهْلِ النَّارِ فَيُدْخِلُهَا، وَإِنَّ أَعْدَكُمْ لِيَعْمَلُ بِعَمَلِ أَهْلِ النَّارِ حَتَّىٰ مَا يَكُونُ نَبْتُهُ وَنَبْتِهَا إِلَّا ذِرَاعَ قَيْسِيٍّ عَلَيْهِ الْكِتَابُ، فَيَعْمَلُ بِعَمَلِ أَهْلِ الْجَنَّةِ فَيُدْخِلُهَا. (رَوَاهُ الْبُخَارِيُّ وَمُسْلِمٌ)

Dari Abu 'Abdir-Rahman 'Abdullah bin Mas'ud Radhiyallahu 'anhu, ia berkata, Rasulullah Shallallahu 'alaihi wa sallam menuturkan kepada kami, dan beliau adalah ash-Shadiqul Mashduq (orang yang benar lagi dibenarkan perkataannya), beliau bersabda,"Sesungguhnya seorang dari kalian dikumpulkan penciptaannya dalam perut ibunya selama 40 hari dalam bentuk nutfah (bersatunya sperma dengan ovum), kemudian menjadi 'alaqah (segumpal darah) seperti itu pula. Kemudian menjadi mudghah (segumpal daging) seperti itu pula. Kemudian seorang Malaikat diutus kepadanya untuk meniupkan ruh di dalamnya, dan diperintahkan untuk menulis empat hal, yaitu menuliskan rizkinya, ajalnya, amalnya, dan celaka atau bahagianya. Maka demi Allah yang tidak ada ilah yang berhak diibadahi dengan benar melainkan Dia, sesungguhnya salah seorang dari kalian beramal dengan amalan ahli surga, sehingga jarak antara dirinya dengan surga hanya tinggal sehasta, tetapi catatan (takdir) mendahuluiya lalu ia beramal dengan amalan ahli neraka, maka dengan itu ia memasukinya. Dan sesungguhnya salah seorang dari kalian beramal dengan amalan ahli neraka, sehingga jarak antara

dirinya dengan neraka hanya tinggal sehasta, tetapi catatan (takdir) mendahuluinya lalu ia beramal dengan amalan ahli surga, maka dengan itu ia memasukinya”.

Saripati (air mani) mengandung banyak nilai gizi yang cukup tinggi terutama protein. Dalam dunia kesehatan, air mani dipandang sebagai suatu cairan atau substansi biologis yang dikeluarkan oleh pria untuk membuahi sel telur atau ovum, dan sebagai pembawa faktor genetika sebagai pewarisan sifat kepada keturunannya. Sehingga proses penciptaan manusia terjadi dari pertemuan antara sel sperma dan sel telur. Yang nantinya akan berkembang dan tumbuh di dalam rahim selama beberapa waktu yaitu selama 9 (sembilan) bulan 10 (sepuluh) hari. Kemudian akan terlahir ke dunia dengan ketetapan yang telah Allah SWT tentukan sampai ajal menjemput.

Makanan dalam Ilmu Pengetahuan

Manusia merupakan makhluk ciptaan Allah yang dianugrahi kesempurnaan dibandingkan dengan makhluk ciptaan Allah SWT yang lainnya. Karena manusia memiliki akal dan pikiran yang menjadikan manusia lebih tinggi derajatnya dibandingkan dengan makhluk ciptaan Allah SWT yang lain seperti hewan, tumbuhan, jin, syetan bahkan mikroorganisme sekalipun. Dengan adanya kelebihan ini hendaknya manusia dapat memberikan kebaikan dan manfaat yang luar biasa untuk makhluk Allah yang lain.

Makanan yang masuk ke dalam tubuh seorang pria dan wanita akan di proses secara kimiawi melalui proses metabolisme. Proses metabolisme merupakan suatu proses yang terjadi di dalam sel yang melibatkan reaksi-reaksi kimia baik secara anabolisme dan katabolisme. Makanan yang masuk di dalam tubuh kita akan diolah menjadi energi dan saripati yang akan berdampak pada kualitas sperma yang dihasilkan. Sel sperma mengandung protein yang memiliki gizi yang tinggi dan di dalamnya

terdapat DNA (*Deoxy Nucleic Acid*) yang membawa kromosom X dan Y, yang terdapat di dalam Al-Qur'an surat An-Nisa' ayat 1 yang berbunyi :

يَا أَيُّهَا النَّاسُ اتَّقُوا رَبَّكُمُ الَّذِي خَلَقَكُمْ مِنْ نَفْسٍ وَاحِدَةٍ وَخَلَقَ مِنْهَا زَوْجَهَا وَبَثَّ مِنْهُمَا رِجَالًا كَثِيرًا وَنِسَاءً وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي تَسَاءَلُونَ بِهِ وَالْأَرْحَامَ إِنَّ اللَّهَ كَانَ عَلَيْكُمْ رَقِيبًا ﴿النساء: ١﴾

Artinya: "Hai sekalian manusia, bertakwalah kepada Tuhan-mu yang telah menciptakan kamu dari seorang diri, dan dari padanya Allah menciptakan isterinya; dan dari pada keduanya Allah memperkembang biakkan laki-laki dan perempuan yang banyak. Dan bertakwalah kepada Allah yang dengan (mempergunakan) nama-Nya kamu saling meminta satu sama lain, dan (peliharalah) hubungan silaturrahim. Sesungguhnya Allah selalu menjaga dan mengawasi kamu." (QS. An-Nisa' :1).

Dari ayat diatas, Allah telah menciptakan manusia (adam dan hawa) dan manusia dalam wujud laki-laki dan perempuan. Kromosom yang membawa kode genetik dan penentu jenis kelamin, dalam proses pembentukan jenis kelamin dari laki-laki memiliki dua kromosom kelamin yang tidak sama, kromosom tersebut terdiri dari kromosom X dan Y. Berbeda dengan kromosom kelamin yang dimiliki oleh perempuan, jenis kelamin dari perempuan memiliki dua kromosom kelamin yang sama yaitu kromosom X dan X. Pada kromosom kelamin X dan Y dibawa oleh sperma dalam jumlah yang sama. Sedangkan, untuk sel kelamin perempuan seluruh sel telur (ovum) hanya memiliki kromosom X. Sehingga, dalam proses pembuahannya, apabila sperma yang membawa kromosom X berhasil mencapai ovum dan membuahnya, maka akan terbentuk sel kelamin yang sama yaitu sel kelamin XX yang berarti jenis kelamin dari sel pembentuk bayi tersebut adalah perempuan. Sedangkan, apabila sel sperma yang berhasil mencapai sel telur tersebut adalah sel sperma yang memiliki kromosom Y, maka

akan terbentuk sel kelamin yang berbeda dari sel kelamin tersebut yaitu sel kelamin XY yang artinya bayi yang terbentuk akan berjenis kelamin laki-kali.

Bentuk dan ciri-ciri dari sperma pembawa kromosom Y, antara lain: bentuknya bundar dan bersinar terang, memiliki ukuran sekitar sepertiga dari bentuk sperma dari kromosom X, pergerakannya lincah dan gesit dibandingkan dengan kromosom X, akan tetapi sperma kromosom Y ini lebih cepat musnah dalam perjalanannya menuju sel telur (ovum). Sedangkan sperma dari kromosom X memiliki bentuk yang lebih panjang dan besar, kurang lincah karena jalannya lambat, tetapi memiliki ketahanan hidup dalam menuju sel telur cukup kuat dan lama. Waktu yang dibutuhkan oleh sel sperma untuk mencapai sel telur (ovum) tepatnya di tuba falopi (rahim) membutuhkan waktu perjalanan sekitar 20 (dua puluh menit) sampai 2 (dua) jam.

Proses peleburan sel sperma dan sel telur yang terjadi di dalam tubuh seorang wanita, sel sperma akan hidup selama 4 (empat) hingga 7 (tujuh) hari, tergantung pada keadaan. Sehingga, walaupun melakukan hubungan suami-istri dalam beberapa hari sebelum masa subur (ovulasi), sel sperma tetap dapat melakukan proses pembuahan. Dalam proses perjalanan menuju sel telur dibutuhkan berjuta-juta sel sperma untuk menuju saluran sel telur, walaupun nantinya hanya satu sel sperma saja yang akan membuahi sel telur. Sebagian besar pria pada saat ejakulasi akan mengeluarkan sel sperma sebanyak 100 (seratus) juta sel sperma. Hal ini dapat di lihat dari pendapat WHO (*World Health Organization*), bahwa seorang pria akan beresiko mengalami kemandulan (unfertilizer) jika mereka mempunyai kurang dari 20 (dua puluh) juta sel sperma dalam setiap mililiter.

Sehingga islam mengajarkan kepada kita untuk menjaga stamina tubuh dan kesehatan kita dengan memakan makanan yang sehat dan bergizi,

rutin berolahraga dan yang paling penting meningkatkan ketakwaan dan pengabdian kita kepada Allah SWT, agar jiwa dan raga kita sehat dan kuat. Sehingga kita dapat terhindar dari hal-hal yang tidak baik yang nantinya akan berdampak negatif terhadap tubuh kita. Karena hidup teratur dalam pandangan islam sangat penting untuk memelihara ketahanan dan kesehatan tubuh. Semoga Allah SWT memberikan kebaikan dan kemuliaan kepada setiap hamba-Nya.

Allah SWT telah memperingatkan kita dalam setiap langkah hidup kita untuk menjaga makanan yang masuk ke dalam tubuh kita, akan tetapi masih ada saja manusia yang lupa akan hal-hal yang dilarang oleh Allah. Setiap manusia Allah beri hak nya untuk makan apa saja yang mereka suka. Akan tetapi pola makan yang sehat dan cara yang benar menurut islam adalah makanan yang baik lagi halal. Tentunya islam tidak pernah melewatkan aturan yang memberikan manfaat kepada manusia dalam pemenuhan makanan yang dimakan. Karena islam merupakan agama yang sempurna dan bersih.

Makanan yang sehat adalah makanan yang mengandung nilai gizi dan nutrisi yang cukup sesuai dengan kebutuhan tubuh kita, yaitu mengandung protein, karbohidrat, mineral, lemak, dan semua yang dibutuhkan oleh tubuh. Sedangkan halal berarti makanan tersebut diperoleh dengan cara yang baik dan di rahmati oleh Allah SWT bukan makanan yang berasal dari hal-hal yang haram dan tidak baik. Allah memerintahkan kita untuk memakan makanan yang halal dan baik (Halalan Thoyyiban) sebagaimana Allah berfirman di dalam Al-Qur'an surat Almaidah ayat 88 yang berbunyi:

وَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا ۗ وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي أَنْتُمْ بِهِ مُؤْمِنُونَ

Artinya:“ Dan makanlah makanan yang halal lagi baik dari apa yang Allah rezekikan kepadamu, dan bertakwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya” (QS. Al-Maidah :88).

Dari ayat diatas, Allah memerintahkan kita untuk memakan makanan yang halal lagi baik (Halalan Thoyyiban) tentu memiliki alasan yang baik untuk kita, karena Allah tidak ingin apa yang kita makan akan membahayakan tubuh kita. Karena makanan yang kita makan akan menjadi sari-sari makanan yang dialirkan melalui pembuluh darah dan akan menjadi benih yang akan mempengaruhi pembentukan karakter (pribadi) dari dalam diri seseorang. Sehingga perintah untuk memakan makanan yang halal lagi baik ini disejajarkan dengan sikap takwa kepada Allah SWT, sebagai sebuah perintah yang sangat tegas dan jelas. Perintah ini juga ditegaskan Allah SWT di dalam ayat yang lain, seperti yang terdapat pada Surat Al Baqarah : 168 yang berbunyi:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُّبِينٌ

Artinya:“Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syetan; karena sesungguhnya syetan itu adalah musuh yang nyata bagimu” (QS. Albaqarah : 168).

Halal itu bukan sekedar halal makanannya, tapi juga dari sumber bagaimana mendapatkannya pun harus halal. Kalau sumbernya haram seperti korupsi, mencuri, merampok, menggusur tanah rakyat dengan harga yang rendah, maka makanan yang dimakan pun meski sebetulnya halal, tetap haram. Dan akan membuat si pemakannya disiksa di api neraka. Nabi berkata: **“Tiap tubuh yang tumbuh dari (makanan) yang haram maka api neraka lebih utama membakarnya”.** (HR. Ath-Thabrani).

Pada zaman serba modern, manusia sering dilalaikan dalam memilih makanan dengan tujuan untuk pertumbuhan jasmani saja, tetapi lupa mengonsumsi makanan yang bermanfaat untuk pembentukan lahiriah dan rohaniah secara seimbang. Menurut Hunayn Ibn Ishaq, roh atau jiwa dibagi dalam tiga hal, yaitu hati, jantung dan otak manusia. Sejalan dengan itu, ketiga unsur penting tersebut membutuhkan kesehatan badan untuk memeliharanya, dan badan memerlukan makanan yang baik untuk memeliharanya dengan cara mendapatkan zat terbaik.

Hal ini menunjukkan bahwa makanan dan minuman sangat berkaitan dengan kesehatan hati, jantung dan otak merupakan organ penting di dalam tubuh manusia dalam pembangunan jasmani dan rohani mengikuti acuan berlandaskan ajaran Islam. Ahli sains dan pengobatan tidak menafikan pentingnya peranan hati dalam fungsi badan. Bahkan Islam juga memandang hati mempunyai peranan besar di mana ia mempengaruhi keseluruhan pembentukan pribadi dan akal seseorang. Nabi Muhammad SAW bersabda yang artinya " *Sesungguhnya di dalam tubuh manusia ada segumpal daging, yang apabila daging itu baik maka baiklah seluruh tubuh itu, dan apabila daging itu rusak, maka rusaklah seluruh tubuh itu, sesungguhnya ia adalah hati*". (HR. Bukhori)

Dengan demikian Rasulullah memperingatkan kita agar mencari makanan yang akan kita berikan kepada anak dan keluarga kita dari makanan yang baik dan diperoleh dengan cara yang baik pula agar kita dan keluarga kita nantinya dapat selamat di dunia dan di akhirat. Selain itu anak-anak akan terjaga dari perbuatan-perbuatan yang tidak baik karena mereka memasukkan makanan yang dimakan dari yang baik dan halal. Sehingga karakter pribadi yang mereka tunjukkan kepada kedua orang tuanya karakter yang dapat menyejukkan mata dan jiwa.

BAB 14

Eco Muslim dan Tantangannya Dalam Menjaga Lingkungan

Mai Anugrahwati

Di dalam surat Al An'am ayat 165, Allah SWT menyebutkan bahwa manusia merupakan khalifa di bumi, di mana khalifah ini mengandung arti; penguasa, penjaga, teman bumi, raja dan pengurus. Sehingga dapat dipahami bahwa manusia telah memiliki tugas sebagai khalifa/penguasa/pengurus bumi, yang di dalam aktivitasnya ia bukan hanya berhak untuk menggunakan semua yang ada di bumi untuk memenuhi kebutuhan hidupnya namun juga berkewajiban untuk merawat bumi. Dimana dalam rangka memenuhi kebutuhan dunianya ini, manusia melakukan berbagai aktivitas, baik aktivitas individu maupun aktivitas dalam skala yang lebih besar seperti pada skala industri.

Dan Dialah yang menjadikan kamu khalifah di bumi dan Dia meninggikan sebagian kamu atas sebagian (yang lain) beberapa derajat, untuk mengujimu tentang apa yang diberikan-Nya kepadamu. Sesungguhnya Tuhanmu amat cepat siksaan-Nya dan sesungguhnya Dia Maha Pengampun lagi Maha Penyayang.(Al An'am: 165).

Dari hak dan kewajiban tersebut, muncullah suatu istilah yang disebut dengan eco-muslim yang dapat diartikan sebagai muslim yang peduli dan bertanggung jawab dalam menjalankan seluruh aktivitasnya terhadap bumi. Sehingga seluruh aktivitas yang dilakukan sudah seharusnya sesuai dengan prinsip keberlanjutan dan perkembangan yang melindungi kehidupan, alam dan keindahan bumi untuk generasi-generasi yang akan datang.

Manusia dapat dengan leluasa menggunakan potensi yang ada dari bumi, seperti air, logam-logam, sayuran, buah-buahan, hewan-hewan ternak, serta produk hasil kelautan. Namun, seperti sebuah koin yang memiliki dua sisi, selain menggunakan apa yang ada di bumi, manusia juga memberikan dampak negatif pada bumi yaitu menghasilkan sampah atau limbah dari setiap aktivitas yang dilakukan.

Telah diketahui, bahwa bahan-bahan yang digunakan sehari-hari oleh manusia akan berakhir di danau, sungai dan laut, dimana bahan tersebut nantinya akan berdampak pada kehidupan air dan mungkin akan kembali menghantui manusia tanpa terduga. Misalnya, terdapat sebuah hasil penelitian ilmuwan Amerika dan Kanada yang diketahui bahwa ada kontaminan kimia berupa polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) di Lautan Pasifik yang berasal dari berbagai sumber seperti limbah perkotaan dan tumpahan minyak bumi di laut, dimana PAH tersebut menyebabkan kerusakan jantung embrio ikan salmon dan hering. Bahan kimia ini dapat menyebabkan jantung embrio ikan berdetak semakin lemah sehingga menimbulkan cacat jantung dan munculnya cairan di sekitar jantung. Selama lebih kurang 6 tahun, ilmuwan melakukan penelitian mengenai efek PAH pada ikan zebra yang secara medis ditetapkan memiliki sistem yang serupa dengan jantung manusia, hasilnya jantung ikan tersebut mengalami kecacatan setelah menyerap PAH dan senyawa ini dicurigai akan sangat berdampak pada sistem kardiovaskuler yang juga berkaitan erat dengan adanya polusi udara.

PAH merupakan polutan yang berasal dari pembakaran material organik yang tidak sempurna (seperti batu bara, minyak, petroleum dan kayu) yang sebagian dihasilkan baik dari aktivitas manusia (aktivitas kebakaran hutan, kebocoran deposit batubara/minyak bumi) maupun alam, seperti aktivitas gunung berapi. Selain mempengaruhi lingkungan perairan, pembakaran minyak bumi dan batu bara dari aktivitas transportasi, pembangkit tenaga listrik, rumah tangga, dan juga pembakaran sampah,

juga memberikan pengaruh besar pada terjadinya polusi udara. Saat ini, WHO menginformasikan berdasarkan pemodelan kualitas udara dunia, bahwa 92% populasi dunia hidup di area dengan kadar kualitas udara yang melebihi “Pedoman Kualitas Udara Ambien WHO” untuk rata-rata tahunan material partikulat dengan diameter kurang dari 2,5 mikrometer ($PM_{2,5}$). $PM_{2,5}$ merupakan polutan seperti sulfat, nitrat dan karbon yang dapat menembus ke dalam paru-paru dan sistem kardiovaskuler dan berdampak buruk pada kesehatan manusia.

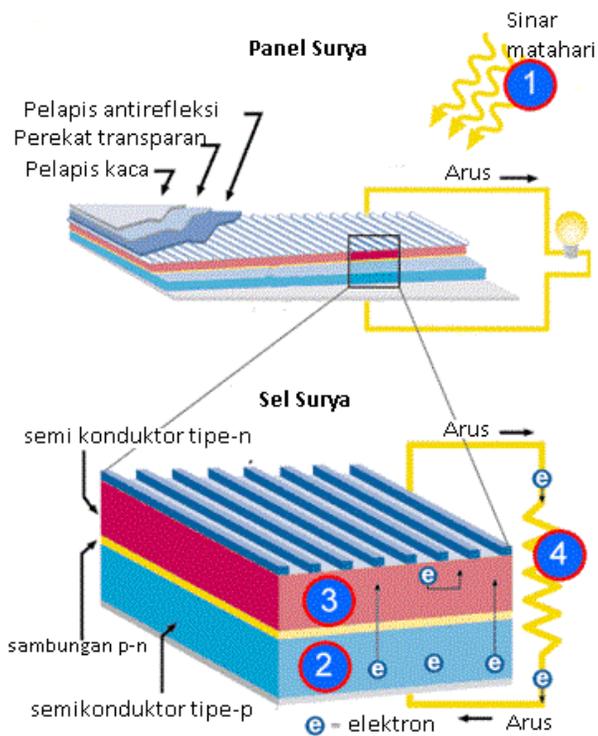
Aktivitas manusia yang lain seperti pada industri pertambangan, pengolahan bijih logam, elektroplating, bahkan industri penyamakan kulit, biasanya juga menghasilkan limbah cair yang mengandung kontaminan berupa logam berat misalnya timbal (Pb) dan kadmium (Cd). Dimana jika terjadi kontak antara limbah dan tanah, maka air dan ion-ion dapat masuk di antara lapisan-lapisan tanah. Sedangkan telah diketahui bahwa tanah sebagian terdiri dari mineral lempung yang tersusun atas lapisan-lapisan aluminosilikat yang menahan satu sama lain akibat adanya gaya elektrostatik. Air dan ion-ion logam berat yang masuk akan menyebabkan lempung menjadi mengembang dan menyerap kontaminan. Selanjutnya, kontaminan yang teradsorb dapat berpindah ke tempat lain mengikuti aliran air permukaan/air bawah tanah, dan dapat pula teradsorb oleh tanaman yang ada di area tanah tersebut. Jika tanaman tersebut merupakan sumber makanan bagi manusia dan hewan, maka bioakumulasi logam berat dapat terjadi.

Begitu pula yang terjadi jika aktivitas manusia menghasilkan limbah yang mengandung polutan organik seperti dari industri makanan, rumah sakit, dan rumah tangga. Tanpa pengolahan yang tepat, polutan tersebut akan menimbulkan dampak bagi lingkungan sekitar seperti menimbulkan bau tidak sedap, kematian ikan-ikan di sungai, eutrofikasi dan bahkan mengganggu kesehatan manusia.

Dari semua kasus yang telah dipaparkan, selain dapat menggali seluruh potensi alam semesta untuk kemaslahatan hidupnya, tersurat pula banyak tanggung jawab manusia termasuk umat muslim sebagai khalifah di bumi. Dalam rangka melaksanakan tanggung jawabnya tersebut, para ilmuwan dunia saat ini telah banyak melakukan perbaikan di berbagai bidang, seperti mengembangkan energi yang lebih ramah lingkungan serta pengelolaan limbah dari aktivitas manusia yang diubah menjadi energi listrik. Hal itu dilakukan agar terjadi pergeseran tren penggunaan energi, dari yang bersifat tidak dapat diperbarui dan berpotensi menimbulkan pemanasan global serta polusi udara dari gas-gas yang dapat mengganggu keseimbangan udara (misalnya CO_x , NO_x dan SO_x) ke arah sumber energi yang dapat diperbarui dan lebih ramah lingkungan. Beberapa teknologi modern yang telah dikembangkan antara lain dengan sistem sel surya dan sel bahan bakar mikroba yang sekaligus dapat berperan untuk mengambil energi kimia yang terdapat dalam limbah berbagai aktivitas manusia menjadi energi listrik.

Matahari merupakan salah satu sumber energi terbesar di alam semesta dan keberadaannya sangat melimpah di sebagian besar area bumi, dimana sinar matahari tersebut dapat masuk ke bumi dengan berbagai panjang gelombang yang dapat diartikan sama dengan membawa energi yang berbeda-beda. Sel surya merupakan salah satu sumber energi yang dapat mengubah sinar matahari secara langsung menjadi listrik dengan menggunakan sifat elektronik dari suatu material yang dikenal dengan semikonduktor, misalnya silikon (Si), galium arsenida (GaAs), dan kadmium sulfida (CdS). Sel surya dapat bekerja berdasarkan efek fotovoltaiik dari suatu material atau voltase yang tergantung pada cahaya diantara elektroda. Material fotovoltaiik ini sebagian besar berbentuk kristal dengan penataan atom yang seragam sebagai komponen penyusunnya.

Semikonduktor yang digunakan dalam sel surya secara umum terdiri atas dua tipe; tipe-n dan tipe-p. Material tipe-n merupakan jenis semikonduktor yang didoping/diberi pengotor dengan donor (atom-atom/pengotor yang mendonasikan elektronnya pada pita konduksi misalnya atom-atom dari golongan V dalam tabel periodik). Sedangkan material tipe-p merupakan semikonduktor yang didoping dengan akseptor (atom-atom/pengotor yang secara mudah memberikan lubang (hole)-nya pada pita valensi atau secara ekuivalen menerima elektron dari pita ini misalnya atom-atom pada golongan III pada tabel periodik).

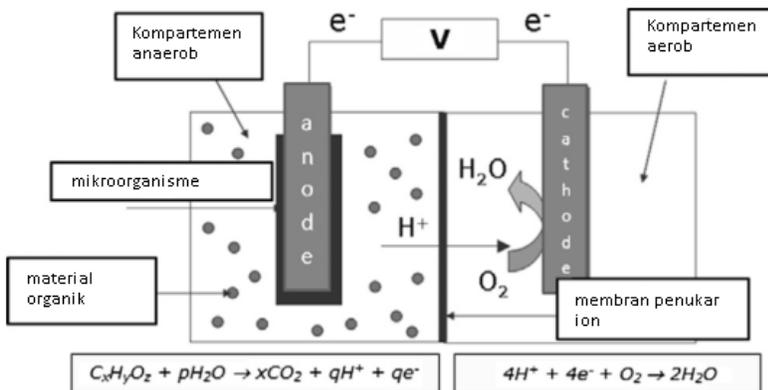


Gambar 14. 1. Skema sel surya(diubah dari pinterest.com)

Pada umumnya, sel surya yang sering dijumpai merupakan dioda sambungan p-n dimana dioda tersebut dibentuk dari sambungan

area semikonduktor tipe-n dan tipe-p. Area tipe-n memiliki densitas elektron yang besar dan densitas lubang yang kecil (Gambar 13.1). Oleh sebab itu, elektron siap berpindah dari material tersebut sedangkan lubang akan lebih cenderung menetap. Begitu pula sebaliknya dengan semikonduktor tipe-p. Ketika cahaya (1) datang, pasangan elektron-lubang yang berlebih akan terbentuk dalam material semikonduktor (2) (3) sifat transport pembawa akan mendorong terjadinya aliran elektron yang terbentuk dari semikonduktor tipe-p ke tipe-n, aliran lubang terjadi ke arah yang sebaliknya dan arus listrik (4) akan terbentuk dari sistem tersebut.

Di sisi lain, terdapat sel bahan bakar mikroba yang merupakan sistem bioelektrokimia yang menggunakan proses metabolisme mikroorganisme untuk mengubah senyawa-senyawa organik menjadi listrik dalam waktu yang cukup lama. Metode ini memiliki beberapa keunggulan seperti operasinya yang dapat berlangsung dengan biaya yang efektif sebab beroperasi pada temperatur dan tekanan ambien, tidak membutuhkan energi untuk aerasi pada elektrodanya dan energi yang dihasilkan dapat dikirimkan ke lokasi lain.



Gambar 14. 2. Skema sel bahan bakar mikroba (diubah dari Hernández-fernández et al., 2016)

Secara sederhana, sel bahan bakar mikroba tersusun atas dua kompartemen, yakni kompartemen anoda dan kompartemen katoda. Di anoda, mikroba melangsungkan proses oksidasi senyawa organik dan menghasilkan elektron. Senyawa-senyawa organik sederhana hingga senyawa yang lebih kompleks dalam air limbah dapat diproses pada kompartemen ini. Sedangkan di katoda, proton dan electron yang dihasilkan dari anoda bertemu dan membentuk air (Gambar 13.2).

Sehingga dapat diamati bahwa proses reduksi dan oksidasi pada sel bahan bakar mikroba ini melibatkan proses oksidasi senyawa organik oleh mikroba. Berbagai substrat organik yang berasal dari air limbah seperti limbah rumah tangga, limbah pemurnian minyak bumi, hingga limbah padatan dari sisa-sisa makanan dapat digunakan pada kompartemen anoda sebagai sumber senyawa-senyawa organik yang akan dioksidasi oleh mikroba. Dimana energi kimia yang terkandung pada limbah-limbah ini yang berasal dari senyawa-senyawa organik dan unsur-unsur nutrisi adalah sekitar 26%. Di samping itu, mikroba yang dapat digunakan untuk menginisiasi proses oksidasi di anoda pun bermacam-macam seperti *Pseudomonas aeruginosa*, *Chlorella vulgaris*, *Eschericia coli*, bahkan berbagai campuran mikroba dalam lumpur di sungai.

Sebagaimana telah dicontohkan para ilmuwan pendahulu yang telah memberikan banyak manfaat bagi umat manusia dan lingkungan, seperti Avicena (ahli di bidang kedokteran), Muhammad Al Khawarizmi (ahli di bidang algebra), dan Al Hasan Al Haytham (ahli di bidang optik dan cahaya), umat muslim saat ini juga seyogyanya dituntut untuk mengaplikasikan ilmu yang dimilikinya sekecil apapun agar memberikan manfaat bagi sekitar, terutama dalam rangka menjaga kelestarian lingkungan serta alam semesta. Tidak harus berdampak besar, namun hal-hal sederhana dalam kehidupannya sehari-hari, seperti membuang sampah pada tempatnya, berbelanja menggunakan tas belanja pribadi

yang dapat digunakan secara berulang kali, serta berperilaku hemat dalam menggunakan air pun bisa. Sebab menjaga lingkungan dan bermanfaat bagi sesama merupakan bagian dari berbuat baik/tidak menimbulkan kerusakan di muka bumi serta menunjukkan salah satu bentuk ketaqwaan seseorang.

Negeri akherat itu, Kami jadikan untuk orang-orang yang tidak ingin menyombongkan diri dan berbuat kerusakan di (muka) bumi. Dan kesudahan (yang baik) itu adalah bagi orang-orang yang bertaqwa. (QS. Al-Qasas: 83)

BAB 15

Peran Ahli Kimia dalam Penemuan Obat dari Perspektif Islam

Dhina Fitriastuti

Setiap orang pasti mendambakan kehidupan yang sehat dan bahagia di dunia ini. Namun seringkali, kehidupan yang sehat tersebut terganggu dengan adanya penyakit yang saat ini jumlahnya semakin banyak dan bervariasi. Penyakit yang akhir-akhir ini mengancam kehidupan manusia merupakan penyakit menular seperti HIV/AIDS, flu burung, flu babi, malaria, virus Zika dan lain sebagainya.

Data dari World Health Organization (WHO) memperlihatkan bahwa dalam kurun waktu lima tahun, daerah penyebaran penyakit infeksi mulai meningkat. Penyakit tersebut disebarkan melalui vektor penyakit seperti nyamuk dan beberapa mikroorganisme seperti virus, bakteri, jamur atau parasit. Penyakit tersebut dapat menyebar, langsung atau tidak langsung, dari satu orang ke orang lain.

Di Indonesia, yang termasuk negara tropis, banyak penyakit infeksi yang menjangkit dan tersebar di beberapa daerah. Pada tahun 2015, di Asia, kasus penyakit tuberkulosis (TBC) mencapai 61% dari kasus di seluruh dunia. Selain itu, penyakit infeksi yang menjangkiti daerah Asia pada umumnya dan Indonesia pada khususnya diantaranya chikungunya, malaria, HIV/AIDS, hepatitis B, demam berdarah, flu burung, kolera, dan lain sebagainya.

Dalam Hadist Riwayat Bukhari no. 5328, Rasulullah *shallallahu 'alaihi wasallam* menyebutkan bahwa tidak ada penyakit yang menular. Namun demikian, Rasulullah menekankan larangan supaya jangan mencampurbaurkan lingkungan yang mengandung penyakit dengan

lingkungan yang sehat. Sesuai sabda Rasulullah shallallahu 'alaihi wasallam:

حَدَّثَنِي عَبْدُ اللَّهِ بْنُ مُحَمَّدٍ حَدَّثَنَا هِشَامُ بْنُ يُوسُفَ أَخْبَرَنَا مَعْمَرٌ عَنِ الرَّهْرِيِّ عَنْ أَبِي سَلَمَةَ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ قَالَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ لَا عَدْوَى وَلَا صَفَرَ وَلَا هَامَةَ فَقَالَ أَعْرَابِيٌّ يَا رَسُولَ اللَّهِ فَمَا بَالُ الْإِبِلِ تَكُونُ فِي الرَّمْلِ كَأَنَّهَا الظَّبَاءُ فَيُخَالِطُهَا البَعِيرُ الْأَجْرَبُ فَيُجْرِبُهَا فَقَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ فَمَنْ أَعْدَى الْأَوَّلَ وَعَنْ أَبِي سَلَمَةَ سَمِعَ أَبَا هُرَيْرَةَ بَعْدَ يَقُولُ قَالَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ لَا يُورِدَنَّ مُمْرَضٌ عَلَى مُصِحٍّ وَأَنْكَرَ أَبُو هُرَيْرَةَ حَدِيثَ الْأَوَّلِ قُلْنَا أَلَمْ تَحْدِثْ أَنَّهُ لَا عَدْوَى فَرَطْنَ بِالْحَبَشِيَّةِ قَالَ أَبُو سَلَمَةَ فَمَا رَأَيْتُهُ نَسِيَ حَدِيثًا غَيْرَهُ

Artinya: "Telah menceritakan kepadaku [Abdullah bin Muhammad] telah menceritakan kepada kami [Hisyam bin Yusuf] telah mengabarkan kepada kami [Ma'mar] dari [Az Zuhri] dari [Abu Salamah] dari [Abu Hurairah] radliallahu 'anhu dia berkata; Nabi shallallahu 'alaihi wasallam bersabda: "Tidak ada 'adwa (keyakinan adanya penularan penyakit), tidak ada shafar (menganggap bulan shafar sebagai bulan haram atau keramat) dan tidak pula hammah (keyakinan jahiliyah tentang reinkarnasi)." Lalu seorang Arab badui berkata; "Wahai Rasulullah, lalu bagaimana dengan unta yang ada di padang pasir, seakan-akan (bersih) bagaikan gerombolan kijang lalu datang padanya unta berkudis dan bercampur baur dengannya sehingga ia menularinya?" Maka Nabi shallallahu 'alaihi wasallam bersabda: "Lalu siapakah yang menulari yang pertama?" Setelah itu Abu Salamah mendengar Abu Hurairah mengatakan; Nabi shallallahu 'alaihi wasallam bersabda: "Janganlah (unta) yang sakit dicampurbaurkan dengan yang sehat." -sepertinya Abu Hurairah mengingkari hadits yang pertama- maka kami bertanya; "Tidakkah anda pernah menceritakan bahwa tidak ada 'adwa (keyakinan

adanya penularan penyakit).” Lalu dia bicara dengan bahasa Habasyah, maka aku tidak pernah melihatnya lupa terhadap hadits selain hadits di atas.” (Hadist Riwayat Bukhari no. 5328)

Kehadiran obat baru akan memberikan harapan hidup baru bagi banyak orang yang terkena dampak penyakit yang sulit disembuhkan. Proses dalam menemukan senyawa aktif dalam obat baru mempunyai rangkaian tahapan yang sangat panjang dan melibatkan berbagai disiplin ilmu. Dalam proses pengobatan, kita tidak boleh lupa bahwa atas izin Allah-lah obat dapat menyembuhkan penyakit tersebut. Sesuai sabda Rasulullah *shallallahu ‘alaihi wasallam*:

حَدَّثَنَا هَارُونُ بْنُ مَعْرُوفٍ وَأَبُو الظَّاهِرِ وَأَحْمَدُ بْنُ عِيسَى قَالُوا حَدَّثَنَا ابْنُ وَهْبٍ أَخْبَرَنِي عَمْرُو وَهُوَ ابْنُ الْحَارِثِ عَنْ عَبْدِ رَبِّهِ بْنِ سَعِيدٍ عَنْ أَبِي الزُّبَيْرِ عَنْ جَابِرٍ عَنْ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ أَنَّهُ قَالَ لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ فَإِذَا أُصِيبَ دَوَاءُ الدَّاءِ بَرَأَ بِإِذْنِ اللَّهِ عَزَّ وَجَلَّ

Artinya: Telah menceritakan kepada kami Harun bin Ma’ruf dan Abu Ath Thahir serta Ahmad bin ‘Isa mereka berkata; Telah menceritakan kepada kami Ibnu Wahb; Telah mengabarkan kepadaku ‘Amru yaitu Ibnu Al Harits dari ‘Abdu Rabbih bin Sa’id dari Abu Az Zubair dari Jabir dari Rasulullah shallallahu ‘alaihi wasallam, beliau bersabda: “Setiap penyakit ada obatnya. Apabila ditemukan obat yang tepat untuk suatu penyakit, maka akan sembuhlah penyakit itu dengan izin Allah ‘azza wajalla.” (HR. Muslim no. 4084 Kitab Salam, shahih)

Secara umum, penelitian dan pengembangan senyawa aktif dalam obat harus melalui tahapan sebagai berikut:

1. Isolasi atau sintesis dan penapisan senyawa aktif
2. Uji pada sel dan hewan percobaan (uji in vitro dan in vivo)

3. Uji klinis pada manusia yang sehat (*healthy volunteers*)
4. Uji klinis pada manusia yang sakit (pasien)
5. Uji klinis pada manusia yang sakit dengan populasi diperbesar
6. Studi lanjutan (*post marketing surveillance*)

dimana berbagai tahap tersebut dapat memakan waktu 10-15 tahun, bahkan lebih. Bahkan tak jarang senyawa kandidat obat baru gugur di tengah jalan karena hasilnya yang tidak sesuai harapan. Peran seorang ahli kimia disini berada pada tahap yang sangat awal, yakni isolasi atau sintesis dan penapisan senyawa aktif.

Isolasi atau sintesis dan penapisan senyawa aktif merupakan tahap awal dari rangkaian penemuan suatu obat. Pada tahap ini, tanaman obat yang terbukti mampu menyembuhkan penyakit di daerah tertentu diisolasi senyawa aktifnya dan diujikan secara *in vitro* dan *in vivo*. Setelah itu, senyawa yang berpotensi sebagai obat tersebut disintesis ataupun dimodifikasi senyawa aktif obat yang diinginkan.

Perkembangan penelitian mengenai penemuan obat terhadap beberapa penyakit sudah banyak dilaporkan oleh para peneliti. Secara khusus, penulis telah melakukan penelitian dalam bidang penemuan obat, khususnya penyakit malaria. Mengapa malaria? Hal ini dikarenakan penyakit malaria tergolong penyakit menular yang banyak berkembang di Indonesia. Daerah endemik malaria di Indonesia diantaranya yaitu Papua, Maluku Utara, Maluku, Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Bangka Belitung, Kalimantan Tengah, Kepulauan Riau, dan Bengkulu.

Kasus endemik malaria salah satunya terjadi di Kabupaten Halmahera Barat, Maluku Utara. Seperti berita yang dilansir oleh Republika, pada tahun 2015 penyakit malaria menginfeksi 2.453 orang dari 85 desa endemis malaria di kabupaten tersebut. Kasus endemik malaria tertinggi masih terjadi di Provinsi Papua. Sebanyak 43 orang dari 100

orang penduduk telah terinfeksi penyakit ini. Daerah yang endemik malaria merupakan dataran rendah dan pesisir pantai serta wilayah pegunungan tengah Papua.

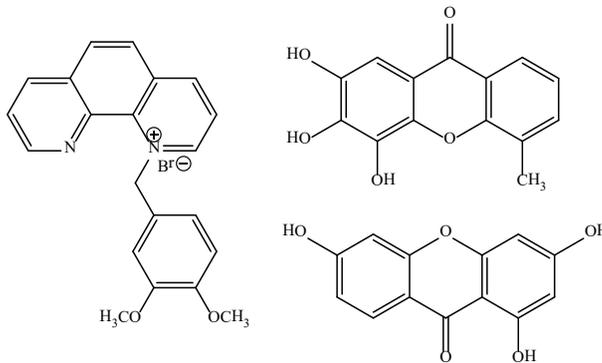
Malaria merupakan penyakit yang disebabkan oleh infeksi parasit *Plasmodium* yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles*. Terdapat empat spesies *Plasmodium* yang menginfeksi manusia, yaitu *Plasmodium falciparum* (*P. falciparum*), *P. vivax*, *P. ovale* dan *P. malariae*, dimana *P. falciparum* merupakan spesies yang paling bertanggung jawab terhadap sebagian besar kematian akibat malaria (Olumese, 2006).

Usaha penanggulangan penyakit malaria telah lama dilakukan namun masih belum optimal. Beberapa kendala dari usaha tersebut yaitu timbulnya vektor malaria yang resisten terhadap insektisida dan parasit yang resisten terhadap antimalaria komersial yang tersedia. *Plasmodium* (khususnya *P. falciparum*) telah dilaporkan oleh beberapa negara mengalami resistensi terhadap klorokuin, antimalaria komersial saat ini (Wilson dan Gisvold, 1982).

Resistensi parasit terhadap klorokuin dan penyebarannya yang begitu cepat dan luas hampir di seluruh dunia mendorong para peneliti untuk berusaha menemukan antimalaria baru. Usaha untuk menemukan antimalaria baru dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu isolasi senyawa aktif dari bahan obat alami dan sintesis senyawa aktif analog bahan alam. Senyawa aktif yang dihasilkan dari isolasi bahan obat alami memiliki rendemen yang sangat kecil dan membutuhkan biaya yang relatif lebih besar. Beberapa tanaman obat yang telah terbukti mampu menyembuhkan penyakit malaria adalah *Garcinia* dan *Calophyllum* yang merupakan spesies dari keluarga *Clusiaceae* (Hay *et al.*, 2004). Isolasi bahan aktifnya memberikan rendemen yang sangat kecil, yaitu 0,55%. Oleh karena itu, sintesis senyawa obat aktif berbasis bahan alam dirasa

lebih menguntungkan daripada isolasi senyawa obat aktif dari tanaman obat.

Yapi *et al.* (2000) telah mensintesis senyawa antimalaria baru golongan diaza fenantrena (alkaloid analog yang didapatkan pada beberapa keluarga *Angiospermae*) dari 3-amino, 5-amino, 6-amino, 8-aminokuinolina dan 5-aminoisokuinolina. Aktivitas antimalaria secara *in vitro* terhadap tiga galur *P. falciparum*, yaitu FcM29-Cameron dan FcB1-Columbia (resisten terhadap klorokuin) serta galur nigerian (sensitif terhadap klorokuin) menunjukkan bahwa sistem cincin 1,10-fenantrolina memiliki potensi yang besar sebagai obat antimalaria baru dengan IC_{50} yang kecil, yaitu sebesar $0,13 \mu M$ (Yapi *et al.*, 2000).



Gambar 14.1. Struktur senyawa 1,10-fenantrolinium bromida dan turunan hidroksixanton

Beberapa senyawa yang telah berhasil disintesis oleh Peneliti berasal dari golongan 1,10-fenantrolinium bromida dan turunan hidroksi xanton (Gambar 14. 1) yang berdasarkan literatur memiliki aktivitas antimalaria yang baik. Penelitian dan pengembangan lebih lanjut tentang senyawa tersebut masih dilakukan hingga saat ini. Disini lah peran ahli kimia dalam penemuan obat baru. Apabila obat yang tepat telah berhasil

ditemukan untuk suatu penyakit, maka akan sembuhlah penyakit itu dengan izin Allah 'azza wajalla, *inshaa Allah. Wallahu A'lam Bishawab.*

Pustaka

Hadist Riwayat Bukhari no. 5328

Hadist Riwayat Muslim no. 4084 Kitab Salam

Hay, A.,E., He'lesbeux, J.,J., Duval, O., LabaRed, M., Grellier, P., dan Richomme, P., 2004, Antimalarial Xanthones from *Calophyllum caledonicum* and *Garcinia vieillardii*, *Life Sci.*, 75, 3077, 3085.

Olumese, P., 2006, *Guideline for the Treatment of Malaria*, Global Malaria Programme, World Health Organization, Geneva.

Wilson dan Gisvold, 1982, *Kimia Farmasi dan Medisinal Organik*, Edisi ketujuh (diterjemahkan oleh: Fatah, A.M), Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Yapi, A.D., Mustofa, Valentin, A., Chavignon, O., Teulade, J.C., Mallie, M., Chapat, J.P., dan Blache, Y., 2000, New Potential Antimalarial Agents: Synthesis and Biological Activities of Original Diaza-analogs of Phenanthrene, *Chem. Pharm. Bull.*, 48, 1886-1889.

BAB 16

Air dan Tanah Sebagai Sumber Kehidupan

Febi Indah Fajarwati

Kehidupan suatu makhluk tidak lepas dari peran alam. Bumi telah menyediakan sumber daya alam untuk keberlangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Tanah dan air merupakan dua sumber alam yang mempunyai peranan penting dalam kehidupan makhluk hidup di bumi. Di dalam kehidupan, air dan tanah sebagai rahmat Allah yang diberikan kepada umat-Nya sebagai sumber kehidupan dimana seperti yang tertulis dalam penggalan ayat Al-quran berikut:

“(Tuhan) yang telah menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu, dan menjadikan jalan-jalan di atasnya bagimu dan yang menurunkan air (hujan) dari langit. Kemudian kami tumbuhkan dengannya (air hujan itu) berjenis-jenis aneka macam tumbuh-tumbuhan” (Qs. Taha 20:53).

Berdasarkan firman Allah SWT di atas, bumi (tanah) dan air diciptakan untuk makhluk hidup di bumi sebagai sumber alam yang menghidupkan makhluk-makhluk lainnya seperti tumbuh-tumbuhan. Peranan air dan tanah sangat kompleks dalam proses kehidupan makhluk hidup, tanpa adanya tanah yang subur dan air yang bersih kehidupan manusia sangatlah terganggu. Awal peradaban manusia dan lahirnya pusat-pusat perekonomian serta sosial diawali dengan adanya sumber-sumber air, seperti sungai dan mata air. Kontribusi air terhadap pembangunan ekonomi dan sosial dalam kegiatan masyarakat sangat vital. Ditinjau dari segi hidrologi, ada tiga jenis air utama yaitu air hujan, air permukaan (sungai, danau, rawa) dan air tanah. Air tanah sendiri merupakan sumber yang mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya karena sebagai

sumber utama air. Air tanah yang bersih berasal dari tanah yang bersih dan subur.

Namun pada masa sekarang dengan adanya pertumbuhan jumlah penduduk dan kegiatan perekonomian, kebutuhan air bersih semakin meningkat, sedangkan di sisi lain jumlah dan kualitasnya semakin menurun. Pencemaran lingkungan banyak berdampak pada keberadaan akan air bersih dan tanah yang subur. Hal terbesar yang mempengaruhi menurunnya sumber air bersih dan tanah yang subur adalah faktor alam (alami) atau faktor buatan (manusia). Faktor alam yang mampu mencemari lingkungan dapat berasal dari tektur tanah, batuan, vegetasi, iklim dan bencana seperti banjir dan meletusnya gunung merapi. Tetapi faktor buatan (manusia) lebih banyak berpengaruh terhadap kerusakan lingkungan seperti limbah – limbah kegiatan rumah tangga, kegiatan industri, pertambangan, pertanian, kegiatan rumah sakit, pembakaran hutan dan kegiatan fasilitas umum lainnya. Dalam ayat Allah di jelaskan:

“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia, Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar).” (QS. Ar-Rum: 41).

Dari ayat di atas di jelaskan bahwa kerusakan bumi banyak berasal dari ulah – ulah tangan manusia itu sendiri dan yang akan merasakan dari akibat kerusakan tersebut adalah manusia itu sendiri, seperti pencemaran asap pembakaran dari suatu industri ataupun pembakaran hutan yang menghasilkan gas CO₂ yang berakibat pada terjadinya penipisan ozon di atmosfer yang berdampak pada perubahan iklim yang drastis. Selain itu, pembuangan limbah cair industri pada badan sungai ataupun dibuang langsung ke permukaan tanah maka akan berdampak pada pencemaran air, air tanah dan tanah.

Salah satu dampak pencemaran lingkungan adalah berkurangnya sumber air bersih dan tanah yang kurang subur. Sumber air yang banyak digunakan dalam kegiatan sosial manusia adalah air tanah yang mana air tersebut dimanfaatkan sebagai sumber air minum karena keberadaannya di dalam tanah yang terlindungi dari pencemaran lingkungan secara langsung. Menurut Travis dan Etnier (1984) ada lima keuntungan menggunakan air tanah sebagai air minum yaitu:

1. Kualitasnya lebih baik daripada air permukaan dan air hujan serta keberadaannya relatif tidak begitu berpengaruh musim.
2. Perubahan kualitas air akibat perubahan waktu relatif kecil.
3. Cadangan air tanah lebih besar dan lebih mudah diperoleh, sehingga tidak memerlukan waduk penampung dan terhindar dari evaporasi
4. Distribusi dan luasan air tanah lebih besar daripada air permukaan sehingga mengurangi biaya penyaluran dan distribusi

Lahan diatas akuifer air tanah dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti perumahan, industri, pertanian ataupun rekreasi.

Sumber air tanah yang baik yaitu berasal dari tanah yang subur. Tanah merupakan media filtrasi masuknya air hujan atau air tanah yang selanjutnya hasil filtrasi tersebut masuk ke tanah dalam dan menjadi sumber air tanah. Selain sebagai media filtrasi air, tanah juga memiliki peranan yang penting yakni sebagai media tumbuh dan berkembangannya makhluk mikroorganisme lain.

Eksistensi dari tanah sendiri adalah sesuatu yang sangat kompleks. Dilihat sumber daya yang diberikan oleh tanah yaitu didalam dan permukaan tanah itu sendiri. Dari bawah tanah maka memberikan bahan-bahan mineral terdiri dari komponen anorganik dan organik yang bermanfaat bagi manusia. Komponen mineral anorganik dan

organik tanah memiliki peran salah satunya sebagai penyaring suatu kontaminan yang ada di dalam tanah. Komponen organik keberadaannya akan lebih tinggi pada tanah dengan vegetasi tertutup misalnya tanah hutan yang akan mempunyai tanah humus (zat organik) lebih banyak di bandingkan dengan tanah gersang (vegetasi terbuka) tanpa adanya tanaman. Sedangkan untuk komponen anorganik tanah terdiri atas fragmen batuan dan mineral diantaranya mineral silikat (mineral liat), oksida logam, dan hidroksida logam. Untuk segi permukaan, tanah tetap dapat memberikan manfaat seperti sebagai media tempat tumbuhnya tanaman, dan berdirinya bangunan-bangunan.

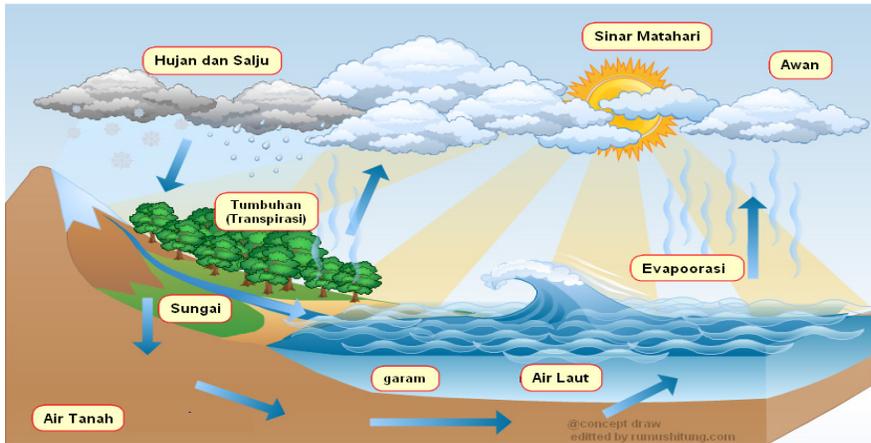
Secara umum tanah dapat didefinisikan sebagai suatu tubuh alam di permukaan bumi yang terjadi akibat bekerjanya gaya-gaya alam terhadap bahan alami (Wesley, 1977). Sedangkan Foth (1984) mendefinisikan tanah sebagai bahan mineral hasil evolusi yang dipengaruhi oleh faktor genesis (proses lahir atau pembuatannya) dan faktor lingkungan, seperti batuan induk, iklim, makro dan mikroorganisme serta kondisi topografi.

Tekstur tanah turut menentukan tata air dalam tanah, yaitu berupa kecepatan infiltrasi, penetrasi dan kemampuan pengikatan air oleh tanah. Terjadi tidaknya aliran permukaan, tergantung kepada dua sifat yang dipunyai oleh tanah tersebut, yaitu:

- a. Kapasitas infiltrasi, yaitu kemampuan tanah untuk meresapkan air, diukur dalam milimeter setiap satuan waktu.
- b. Permeabilitas dari lapisan tanah yang berlainan, yaitu kemampuan tanah untuk meluruskan air atau udara ke lapisan bawah profil tanah.

Air tanah adalah salah satu mata rantai yang penting dalam kehidupan. Dalam keadaan murni, air merupakan cairan yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa. Air tanah adalah air yang berada di bawah

permukaan tanah pada zona jenuh air, dengan tekanan hidrostatis sama atau lebih besar daripada tekanan udara. Sumber utama air tanah adalah air hujan yang meresap ke dalam tanah mengikuti suatu proses yang disebut daur hidrologi.



Gambar 16. 1. Siklus Hidrologi

Dalam daur hidrologi air tanah terjadi melalui perjalanan air dari laut ke udara, sungai, danau dan kembali ke laut lagi dengan melalui berbagai proses, tahapan dan perubahan wujud. Proses yang paling penting adalah evaporasi, transpirasi, hujan dan limpasan permukaan. Tahap pertama dari siklus hidrologi adalah penguapan air dari laut, uap ini dibawa ke atas daratan oleh massa udara yang bergerak. Selanjutnya bila uap mengalami pendinginan hingga titik embunnya, maka uap tersebut akan membeku menjadi butiran air yang membentuk awan kabut. Butiran-butiran uap kecil ini akan berkembang cukup besar untuk selanjutnya jatuh ke permukaan bumi sebagai hujan (Gambar 15.1).

Dalam firman Allah disebutkan : " Kami turunkan dari awan air hujan yang tercurah dengan hebatnya, untuk Kami tumbuhkan dengan air itu biji-bijian dan tanam-tanaman" (QS. An-Naba 14-15)

Sesuai firman Allah SWT diatas bahwa air mempunyai peranan penting bagi kehidupan, salah satunya sebagai media pelapukan mineral dan bahan organik dalam tanah untuk menyiapkan sumber hara larut bagi pertumbuhan tanaman dan mikroorganisme lainnya. Kandungan air dalam tanah sangat berpengaruh terhadap konsistensi tanah, kesesuaian tanah untuk diolah dan variasi kandungan air tanah mempengaruhi daya dukung tanah. Dengan demikian menjaga dan melestarikan bumi sama seperti menjaga keberlangsungan hidup kita makhluk hidup di bumi. Tersurat dalam ayat Allah:

“Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik...” (QS. Al-A’raf: 56)

“Dan janganlah kamu merugikan manusia dengan mengurangi hak-haknya dan janganlah membuat kerusakan di bumi” (QS. Asy-Syu’ara’: 183)

Dari dua ayat di atas Allah memerintahkan kita (manusia) untuk mampu menjaga dan melestarikan alam sumber tanah dan air yang baik agar generasi anak cucu kita dapat merasakan kehidupan di bumi dengan baik pula. Kehidupan yang baik berasal dari alam yang subur dan makmur.

Daftar Pustaka

Foth, H.D., 1984, *Dasar-dasar Ilmu Tanah*, Terjemahan Purbayani, E.D., Lukiwati, D.R. dan Trimulatsih, R., UGM Press, Yogyakarta.

Notodarmojo, S. 2005. *Pencemaran Tanah dan Air Tanah*. Bandung : Penerbit ITB

Travis, C.C dan Etnier, E.L., 1984, *Groundwater Pollution Enviromental and Legal Problems*, Westview Press Inc, Colorado.

Wesley, L.D., 1977, *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

BAB 17

Nanomaterial Dalam Tinta Kehidupan Manusia

Ika Yanti

وَمَا تَكُونُ فِي شَأْنٍ وَمَا تَتْلُو مِنْهُ مِنْ قُرْآنٍ وَلَا تَعْمَلُونَ مِنْ عَمَلٍ إِلَّا كُنَّا عَلَيْكُمْ شُهُودًا إِذْ تُبَيِّنُونَ بِهِ وَوَمَا يُغْنِي عَنْ رَبِّكَ مِنْ شَيْءٍ نَقْلًا ذَرَّةً فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي السَّمَاءِ وَلَا أَمْسَجَرَ مِنْ ذَلِكَ وَلَا أَكْهَرَ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُبِينٍ

Artinya: "Kamu tidak berada dalam suatu Keadaan dan tidak membaca suatu ayat dari Al-Quran dan kamu tidak mengerjakan suatu pekerjaan, melainkan Kami menjadi saksi atasmu di waktu kamu melakukannya. tidak luput dari pengetahuan Tuhanmu biarpun sebesar zarah di bumi ataupun di langit. tidak ada yang lebih kecil dan tidak (pula) yang lebih besar dari itu, melainkan (semua tercatat) dalam kitab yang nyata (Lauh Mahfuzh)". (QS. Yunus:61)

Perkembangan sebuah teknologi sangat berperan penting dalam kehidupan manusia. perubahan jaman yang semakin modern tidak diimbangi dengan perkembangan keimanan dan ketakwaan manusia membuat pengetahuan yang semakin maju mudah sekali untuk disalahgunakan. Ayat tersebut diatas sangat jelas sekali menyatakan bahwa "sebagian yang kecil berpengaruh terhadap sebagian yang besar". Mengenal budaya filosofi jawa "sithik iso dadi akeh (dari yang sedikit (kecil) bisa menjadi banyak". Kehidupan dunia adalah sebuah kesempatan bagi manusia yang diberikan Allah SWT untuk menjadi seorang khalifah dimuka bumi ini yang bertugas untuk memakmurkan bumi ini dan mengolah semua yang ada di muka bumi ini bahkan yang ada di dunia ini untuk kesejahteraan manusia sekaligus untuk mengenal lebih dekat atau bahkan mengenal lebih dekat secara langsung keagungan Allah SWT melalui segala sisi serta potensi yang dimiliki oleh manusia untuk menguak dan berpikir lebih jauh tentang kekuasaan-nya,

sang Maha Pencipta dan Maha Kuasa atas segala sesuatu yang ada di dunia ini, khususnya melalui ilmu pengetahuan.

Sangat menarik ketika kita mengupas lebih jauh tentang ilmu pengetahuan yang ada di jaman sekarang. Begitu banyak jenis ilmu pengetahuan dan bidang pengetahuan yang dapat kita kenal di jaman yang sangat maju saat ini. Berawal dari sebuah pengetahuan dan terus berkembang menjadi kelompok-kelompok bidang ilmu hingga salah satunya bidang ilmu kimia. Di dalam ilmu kimia pun dikelompokkan menjadi beberapa bidang secara garis besar yakni bidang analitik, anorganik, organik, dan kimia fisika. Dengan berputarnya roda waktu bertambah kembali bidang baru ilmu kimia komputasi dan masih banyak lagi yang dirasa semakin menyempit dan semakin spesifik. Menuntut ketelitian yang semakin tinggi, akurasi yang semakin tinggi dan detail yang semakin akurat. Hasil yang semakin maksimal dan optimal serta semakin baik membuat ilmu pengetahuan dan spesifitas menjadi sangat penting karena memiliki dampak yang semakin besar dan semakin dapat dirasakan tingkat manfaatnya bagi manusia.

Perkembangan yang begitu pesat bahkan membawa perkembangan ilmu kimia hingga ke tingkat partikel nano yang hingga kini masih terus berkembang dan semakin dirasakan “efek” serta “dampak”-nya bagi kehidupan manusia. Menjadikan tingkat kehidupan manusia menjadi semakin mudah dan dapat mengakses apapun hingga membuat kita semakin sadar akan “betapa besar kekuasaan-Nya dan semakin lemahnya manusia” di dunia ini.

Al-Qur’an adalah petunjuk hidup bagi manusia dan sekaligus sebagai pedoman serta arahan yang dapat digunakan oleh manusia dalam menghadapi “ombak” kehidupan di dunia ini, dunia yang kecil tapi membawa “pengetahuan” yang begitu besar, yang bahkan jika air laut yang ada diseluruh dunia ini digunakan sebagai tinta untuk menulis

niscaya tidak akan cukup untuk kita menulisnya, dunia yang sangat sedikit usianya akan tetapi sangat berpengaruh besar terhadap kehidupan manusia selanjutnya (yakni alam akhirat) karena hanya dengan dunia kita saat ini kita dapat terus “bercocok tanam” dan terus “memupuk” tanaman kita yang selanjutnya akan kita petik untuk kita rasakan hasil kerja keras kita, segala apa yang kita perbuat didunia ini, untuk kemudian digunakan sebagai bekal kehidupan kita di akhirat kelak. Dunia yang kecil dan sempit akan tetapi akan membawa kita serta menjadi arahan bagi kita di kehidupan dimasa yang akan datang.

Kecil akan tetapi memberikan efek yang sangat besar bagi kehidupan manusia. Ya, itulah material (yang biasa kita sebut sebagai seorang kimiawan sebagai partikel) nano. Kecil dan memberikan efek yang sangat luar biasa. Seperti sebuah ucapan “terima kasih” yang biasa kita berikan kepada sesama manusia atas apa (kebaikan) yang telah sesama kita sebagai seorang manusia lakukan. Kecil, sepele dan ringan untuk kita lakukan, bahkan tidak memerlukan “energi” yang sangat besar, seperti halnya ketika kita mencoba untuk menghitung sebuah kinetika reaksi kimia berapa energy yang dibutuhkan dalam proses pembentukan ikatan atau pemutusan sebuah ikatan suatu molekul, akan tetapi memiliki efek yang sangat besar bagi kita sebagai manusia yang dikaruniai oleh Allah SWT sebuah hati dan perasaan serta pikiran yang secara psikologis akan membuat pikiran kita (di dalam alam bawah sadar kita) menjadi bahagia, senang, atau dengan bahasa yang lebih “extreme-nya” membuat kita sebagai manusia merasa diakui eksistensi kita di dunia ini.

Kecil tapi luar biasa itulah sebuah kata yang mungkin pantas untuk kita sematkan pada partikel nano, dimana ketika pengetahuan tentang sebuah partikel nano ini terus dikembangkan (secara aplikatif) menjadi sebuah bentuk teknologi yang biasa disebut dengan nanoteknologi. Dan ternyata berdampak sangat besar terhadap kemampuan teknologi

untuk terus digunakan sebagai sarana kita sebagai seorang manusia untuk terus menguak “misteri” ilmu pengetahuan dan segala apa yang ada di dunia ini sehingga menjadikan kita semakin memahami akan kebesaran dan kekuasaan-nya.

Subhanallah, itulah yang terlintas didalam pemikiran kita sebagai seorang manusia yang beriman bahwa sungguh segala apa yang ada dunia ini telah tertera di dalam sebuah kitabullah yang telah diturunkan kepada kita melalui seorang Rosul yang selama ini kita cintai sekaligus seorang hamba dan kekasih Allah SWT yakni junjungan kita nabi besar Muhammad SAW. Sebuah kitab dan petunjuk bagi kita sebagai seorang manusia yang telah diturunkan sejak lebih dari 1400 tahun yang lalu yang tertera jelas di dalam Al-Qur’an, surat yunus ayat 41 yang artinya “”kamu tidak berada dalam suatu keadaan dan tidak membaca suatu ayat dari al-quran dan kamu tidak mengerjakan suatu pekerjaan, melainkan kami menjadi saksi atasmu di waktu kamu melakukannya. Tidak luput dari pengetahuan tuhanmu biarpun sebesar zarah di bumi ataupun di langit. Tidak ada yang lebih kecil dan tidak (pula) yang lebih besar dari itu, melainkan (semua tercatat) dalam kitab yang nyata (lauh mahfuzh)”.

Pada Al-Qur’an terdapat pula sebuah surat, dimana ketika kita berpikir lebih jauh dan kita telaah lebih jauh menerangkan tentang sebuah “keajaiban dan pengaruh” partikel nano dalam bidang nano teknologi yang sangat bisa kita rasakan manfaatnya dalam kehidupan kita di dunia ini serta memberikan banyak sekali manfaat serta kegunaanya bagi kehidupan kita yakni surat surat Al-Zalzalah ayat 7-8, dimana Allah SWT berfirman dalam Al-Quran :

(فَمَنْ يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ خَيْرًا يَرَهُ (7) وَمَنْ يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ شَرًّا يَرَهُ (8))

Artinya: “Barangsiapa yang mengerjakan kebaikan sekecil zarah, niscaya dia akan melihat (balasan)nya. Dan barangsiapa yang

mengerjakan kejahatan sekecil zarrah, niscaya dia akan melihat (balasan)nya pula.” (QS. Al Zalzalah:7-8)

Sebenarnya masih banyak sekali firman Allah SWT yang menyebutkan dampak serta manfaat *zarrah* (sesuatu yang sangat kecil) di antaranya yaitu QS. Al-Baqoroh ayat 26, An Nisa ayat 40 dan Saba’ ayat 3. Firman Allah SWT yang telah Allah SWT wahyukan kepada Nabi Muhammad SAW berupa Al-Qur’an yang selalu senantiasa kita imani dan kita amalkan. Beberapa tafsir Al-Qur’an mengenai istilah *zarrah* yang telah dikemukakan oleh para ulama sehingga menghasilkan Hadist yang shohih salah satunya seperti Hadist shahih dari Ibnu Majah yang penggalan hadistnya sebagai berikut:

“...Rasulullah shallallahu ‘alaihi wassallam bersabda: “Jika Allah telah mengangkat orang-orang mukmin dari neraka dan mereka telah merasa aman, maka tidaklah perdebatan salah seorang di antara kalian terhadap temannya di dalam perkara yang hak yang terjadi di dunia itu lebih keras dari perdebatan orang-orang mukmin kepada Tuhan mereka tentang saudara-saudara mereka yang dimasukkan ke dalam neraka.”

Beliau bersabda: “Orang-orang yang beriman berkata; ‘Wahai Tuhan kami, saudara-saudara kami dulunya shalat bersama kami, puasa bersama kami, dan melaksanakan haji bersama kami, tapi kenapa Engkau masukkan mereka ke dalam neraka!’

Allah berfirman: ‘Pergi dan keluarkanlah orang-orang yang kalian kenal dari mereka.’ Maka mereka mendatangnya dan mengenali mereka dengan bentuk-bentuk mereka, bentuk-bentuk mereka tidak dimakan oleh api. Di antara mereka ada yang dimakan api hingga ke sebagian kedua betisnya. Dan ada yang telah dimakan api hingga kedua mata kakinya. Maka mereka pun mengeluarkannya. Kemudian

kami berseru; 'Wahai Tuhan kami, kami telah mengeluarkan orang-orang yang telah Engkau perintahkan kepada kami.' Kemudian Dia Berfirman: 'Keluarkanlah orang yang dalam hatinya terdapat keimanan seberat satu dinar. Kemudian orang yang dalam hatinya terdapat keimanan seberat satu dinar. Kemudian orang yang dalam hatinya terdapat keimanan seberat setengah dinar. Kemudian orang yang dalam hatinya terdapat keimanan seberat biji sawi.'

Abu Sa'id berkata: "Barangsiapa tidak mempercayai ini, maka hendaklah ia membaca: "Sesungguhnya Allah tidak menganiaya seseorang walaupun sebesar zarah, dan jika ada kebajikan sebesar zarah, niscaya Allah akan melipat gandakan dan memberikan dari sisi-Nya pahala yang besar."

Subhanallah, begitu besar kekuasaan Allah SWT. Begitu *gamblang* firman-firman Allah SWT di dalam Al-Qur'an telah menjelaskan kepada kita bahwasanya segala apa yang ada di dunia ini, sekecil apapun itu benar-benar akan membawa perubahan dan dampak yang sangat besar kepada kita sebagai seorang manusia sekaligus seorang hamba Allah SWT. Begitu kecil sehingga kita saat ini dapat merasakan dan melihat sebuah komputer yang dulu begitu kompleks dan besar sekarang menjadi sebuah komputer yang kecil akan tetapi memiliki kinerja yang sangat luar biasa. Menjadikan seorang "insinyur" dapat membuat sebuah desain yang beraneka ragam, nilai kekuatan yang besar, ukuran yang optimal tanpa meninggalkan sisi "estetika"-nya. Menjadikan para ilmuwan dapat menghasilkan produk pupuk dengan pola disperse yang dapat diperhitungkan secara matematis. Menjadikan kita sebagai seorang ahli kimia dapat mendesain serta merekayasa sebuah material menjadi sebuah material yang memiliki kemampuan yang optimal, desain proses yang efisien, kinetika yang sederhana, energi yang optimal, emisi yang dapat di reduksi secara maksimal, serta berbagai desain rekayasa yang sangat beragam, dan masih banyak lagi teknologi-

teknologi yang dapat dihasilkan sehingga dapat menghasilkan sebuah keluaran yang memiliki nilai kearifan yang tinggi dan ramah lingkungan sehingga dapat menunjang tanggung jawab serta amanah kita sebagai manusia sekaligus sebagai seorang khalifah di bumi ini untuk terus memakmurkan bumi yang kita cintai ini.

BAB 18

Peran Surfaktan dalam Penanganan Limbah Logam Berat dalam Tanah

Argo Khoirul Anas

Perkembangan Industri yang Mencemari Lingkungan

Perkembangan bidang industri telah memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia. Namun, seiring dengan perkembangan tersebut timbul masalah berupa penurunan kualitas lingkungan yang disebabkan oleh limbah yang mengandung bahan kimia beracun dan berbahaya (B3) yang dihasilkan oleh industri tersebut. Salah satu jenis limbah B3 yang dihasilkan oleh proses industri tersebut adalah logam berat seperti arsen (As), merkuri (Hg), timbal (Pb), dan kadmium (Cd). Jika tidak ditangani secara serius, dalam konsentrasi tinggi logam-logam tersebut akan merusak air, tanah, dan udara di sekitar kita. Bahkan, logam tersebut juga berpotensi masuk ke dalam tubuh sehingga mengakibatkan kerusakan serius bagi organ tubuh kita.

Pencemaran lingkungan yang ditimbulkan oleh logam berat merupakan permasalahan kita bersama. Pencemaran lingkungan sendiri didefinisikan sebagai masuknya substansi-substansi berbahaya ke dalam lingkungan sehingga kualitas lingkungan menjadi berkurang dan kondisi lingkungan menjadi berubah karena adanya pencemaran ini. Dalam hal ini, tanah adalah faktor penting untuk menunjang kelancaran hidup, namun seiring dengan perkembangan zaman kualitas tanah telah mengalami berbagai perubahan. Tanah yang dulunya kaya akan humus dan subur, kini kering dan terkesan kotor sehingga tingkat kebermanfaatannya bagi kehidupan terus merosot dari masa ke masa. Terkait dengan hal tersebut diperlukan solusi yang tepat untuk menanganinya karena hal ini menyangkut kemaslahatan makhluk hidup di muka bumi ini.

Pandangan Al Quran terhadap Pentingnya Kelestarian Lingkungan

Manusia diciptakan dalam bentuk yang paling sempurna dibandingkan dengan makhluk ciptaan Allah SWT lainnya. Dalam hal ini, Manusia dianugerahi akal yang dapat digunakan sebagai bekal untuk memikirkan setiap penciptaan Allah SWT. Dengan akal manusia mampu memikirkan setiap proses penciptaan makhluk Allah untuk dijadikan sebagai penemuan-penemuan yang berguna bagi kehidupan. Sehubungan dengan hal tersebut, Allah menugaskan manusia untuk menjadi khalifah di muka bumi ini sebagaimana firmanNya dalam Q.S Al An'am ayat 165 yang artinya:

Dan Dialah yang menjadikan kamu sebagai khalifah-khalifah di bumi dan Dia mengangkat (derajat) sebagian kamu di atas yang lain, untuk mengujimu atas (karunia) yang diberikanNya kepadamu. Sesungguhnya Tuhanmu sangat cepat memberi hukuman dan sungguh, Dia Maha Pengampun lagi Maha Penyayang.

Berbicara mengenai peran manusia sebagai khalifah, tentu hal ini berkaitan dengan kondisi lingkungan saat ini. Di mana manusia dan lingkungan memiliki keterkaitan yang begitu erat, karena sebagai khalifah manusia diberi tanggung jawab penuh untuk menjaga kelestarian lingkungan di muka bumi ini. Bahkan Allah menegaskan bahwa setiap kerusakan yang terjadi di muka bumi ini hanyalah disebabkan karena perilaku manusia, sebagaimana firman Allah SWT dalam Q.S Ar Ruum ayat 41 yang artinya:

Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan Karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).

Jika dikaitkan dengan pencemaran yang ditimbulkan oleh logam berat, maka ayat di atas semakin menjelaskan bahwa manusia harus bertanggung jawab penuh terhadap setiap kerusakan yang ditimbulkan oleh pencemaran tersebut. Untuk menyikapi hal ini, kita tidak boleh diam berpangku tangan tanpa berbuat apa-apa, harus lahir langkah-langkah strategis yang dapat dijadikan sebagai solusi bagi permasalahan ini. Sebagai upaya untuk menanggulangi masalah pencemaran oleh limbah logam berat, manusia telah dianugerahi akal yang dapat digunakan untuk berkreasi dan berinovasi dalam menciptakan solusi yang tepat terhadap masalah pencemaran limbah ini, Allah berfirman:

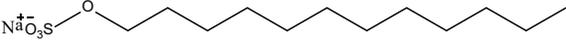
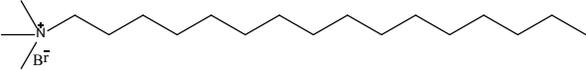
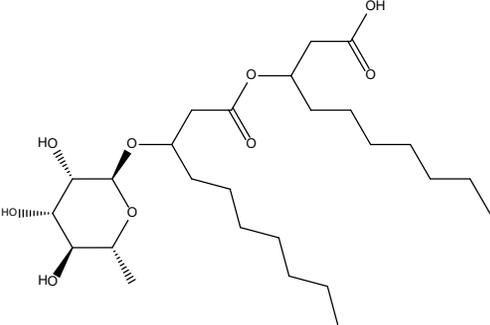
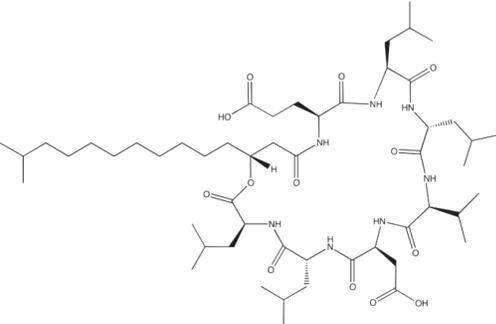
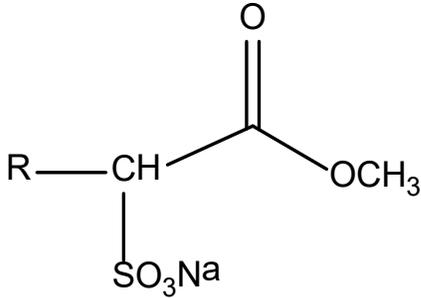
Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal (Q.S Ali Imran: 190)

Penanganan Limbah Logam Berat Menggunakan Surfaktan

Logam berat yang terakumulasi dalam tanah dapat mengakibatkan kontaminasi yang berdampak serius bagi kehidupan biota dalam tanah. Bahkan limbah logam berat ini berpotensi masuk ke dalam tubuh manusia sehingga dapat merusak organ-organ dalam tubuh. Untuk menanggulangi hal tersebut, beberapa upaya telah dilakukan, salah satunya adalah penggunaan surfaktan untuk mengangkat limbah logam berat dari dalam tanah. Surfaktan merupakan senyawa yang telah digunakan dalam berbagai bidang karena kemampuannya untuk menurunkan tegangan antarmuka suatu komponen yang tidak saling bercampur. Senyawa ini terdiri dari kepala yang bersifat hidrofilik dan ekor yang bersifat hidrofobik. Dengan adanya kedua bagian tersebut, maka surfaktan dapat berinteraksi dengan komponen yang bersifat hidrofobik maupun hidrofilik sehingga dapat menyatukan komponen yang awalnya saling terpisah.

Limbah logam berat teradsorpsi pada permukaan tanah dalam bentuk ion atau endapan. Limbah ini dapat diangkat dari tanah oleh surfaktan melalui mekanisme pengompleksan atau pertukaran ion antara logam dengan surfaktan. Terdapat beberapa jenis surfaktan yang diklasifikasikan berdasarkan muatan pada gugus hidrofiliknya, di antaranya adalah surfaktan anionik (bermuatan negatif), kationik (bermuatan positif), dan non-ionik (tidak bermuatan). Salah satu surfaktan anionik komersial yang telah digunakan untuk mengangkat logam berat dari tanah adalah *Sodium Dodecyl Sulphate* (SDS) dengan struktur kimia yang dapat dilihat pada Tabel 1. Di mana surfaktan ini terbukti mampu mengangkat logam Cu(II) and Zn(II). Selanjutnya, surfaktan kationik juga memiliki peran dalam pengangkatan logam berat dari tanah. Salah satu jenis surfaktan kationik adalah *Cetyltriethyl Ammonium Bromide* (CTAB) yang telah digunakan untuk mengangkat logam Pb dari dalam tanah. Sejauh ini diketahui bahwa dalam proses pengangkatan logam berat dari tanah, surfaktan anionik lebih banyak digunakan dibanding surfaktan kationik. Hal ini disebabkan karena tanah memiliki muatan negatif sehingga surfaktan kationik lebih mudah teradsorb oleh tanah. Hal ini berakibat pada jumlah surfaktan kationik yang dibutuhkan untuk mengangkat logam berat dari tanah akan lebih banyak dibanding surfaktan anionik karena sebagian dari surfaktan kationik juga terserap oleh tanah.

Tabel 18. 1. Daftar Beberapa Surfaktan yang Digunakan dalam Proses Adsorpsi Logam Berat

Nama Surfaktan	Struktur Kimia
SDS	
CTAB	
Rhamnolipid	
Surfaktin	
MES	

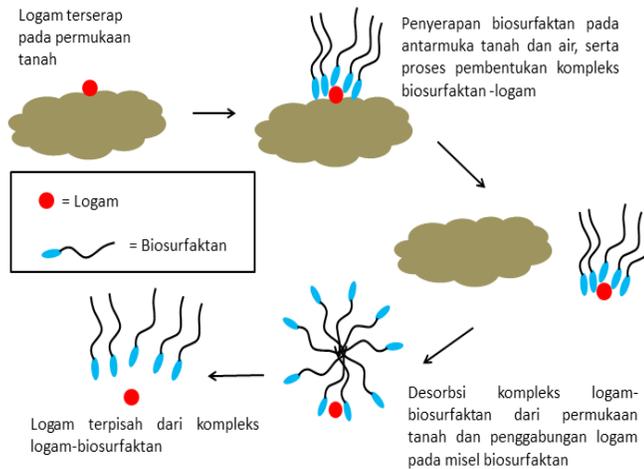
Surfaktan tipe selanjutnya adalah surfaktan yang bersifat lebih ramah lingkungan atau dikenal dengan istilah biosurfaktan. Sama halnya dengan struktur surfaktan yang telah dijelaskan sebelumnya, biosurfaktan juga terdiri dari bagian hidrofilik dan hidrofobik. Bagian hidrofilik biosurfaktan dapat berupa polisakarida, fosfat, asam amino, dan karbohidrat. Sementara itu, bagian hidrofobiknya dapat berupa rantai hidrokarbon alifatik.

Berdasarkan sumber bahan baku yang digunakan, biosurfaktan dapat diklasifikasikan menjadi dua golongan. Pertama adalah biosurfaktan yang dapat dihasilkan dari mikroorganisme, di mana mikroorganisme memiliki kemampuan untuk menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang dapat digunakan sebagai biosurfaktan. Contoh biosurfaktan yang dihasilkan dari hasil metabolisme mikroorganisme adalah rhamnolipid dan surfaktin, dengan struktur kimia yang dapat dilihat pada Tabel 1. Rhamnolipid yang dihasilkan oleh *Pseudomonas aeruginosa* merupakan senyawa gabungan antara karbohidrat dan alkil yang berasal dari asam lemak (glikolipida). Bagian hidrofilik rhamnolipid adalah berupa gugus glikosil dengan bagian hidrofobik berupa asam lemak. Sementara itu, surfaktin merupakan biosurfaktan yang tersusun atas molekul protein dan lemak. Dalam hal ini, molekul lemak berperan sebagai gugus hidrofilik, sedangkan gugus hidrofobiknya tersusun oleh molekul protein. Kedua biosurfaktan ini telah terbukti dapat mengangkat cemaran limbah logam tembaga.

Adapun jenis biosurfaktan yang kedua adalah biosurfaktan yang berasal dari bahan alam, salah satunya bahan alam berupa minyak nabati. Biosurfaktan berbasis bahan alam dapat dibuat dari asam lemak yang dihasilkan melalui proses hidrolisis minyak nabati. Di mana, asam lemak ini dapat direaksikan dengan suatu alkohol untuk menghasilkan senyawa metil ester. Senyawa biosurfaktan akan didapat setelah mereaksikan senyawa metil ester tersebut dengan asam sulfat. Hasil biosurfaktan

tersebut dikenal dengan Metil Ester Sulfat (MES) yang memiliki gugus hidrofilik yang bermuatan negatif sehingga dikategorikan ke dalam biosurfaktan anionik.

Mekanisme kerja biosurfaktan dalam mengangkat cemaran limbah logam berat terdiri dari beberapa tahapan sebagaimana disajikan pada Gambar 17.1. Pada tahap awal, terjadi interaksi antara biosurfaktan dengan antarmuka tanah-air yang diikuti dengan terbentuknya suatu kompleks biosurfaktan-logam. Kemudian dilanjutkan dengan proses desorpsi kompleks biosurfaktan-logam dari permukaan tanah diikuti dengan penggabungan logam dalam sistem misel biosurfaktan. Selanjutnya, logam tersebut dapat dipisahkan melalui proses pengendapan atau menggunakan teknik pemisahan membran.



Gambar 18. 1. Tahapan Pengangkatan Limbah Logam dari Tanah oleh Biosurfaktan

Tantangan Ke Depan Mengenai Penggunaan Surfaktan untuk Mengatasi Limbah Logam Berat

Melihat potensi surfaktan sebagai agen pengangkat limbah logam berat dari dalam tanah, penelitian mengenai desain struktur surfaktan yang cocok untuk adsorpsi logam berat menjadi sangat menarik. Dalam hal ini, struktur ataupun formulasi surfaktan yang cocok untuk mengangkat logam berat dari dalam tanah masih menjadi misteri. Beberapa upaya telah dilakukan, misalnya dengan menerapkan formulasi surfaktan campuran ataupun mensintesis surfaktan baru untuk digunakan dalam pengangkatan cemaran logam berat dalam tanah, namun hingga kini belum diperoleh hasil yang memuaskan. Sementara itu, penggunaan biosurfaktan menjadi objek yang menarik untuk diimplementasikan sebagai alternatif penanggulangan limbah logam berat dalam tanah. Karena biosurfaktan merupakan senyawa surfaktan yang bersifat lebih ramah lingkungan dibanding surfaktan sintetik, serta memiliki nilai toksisitas yang lebih rendah. Sehingga, penggunaan biosurfaktan akan lebih aman dibanding surfaktan sintetik.

Daftar Pustaka

- Achmad, R.. (2004). *Kimia Lingkungan*. Penerbit Andi: Yogyakarta.
- Mao, X., Jiang, R., Xiao, W. and Yu, J. (2015). Use of Turfactants for The Remediation of Contaminated Soils: A Review. *Journal of hazardous materials*, 285, pp.419-435.
- Mulligan, C.N., Yong, R.N., Gibbs, B.F., James, S. and Bennett, H.P.J. (1999). Metal Removal from Contaminated Soil and Sediments by The Biosurfactant Surfactin. *Environmental Science & Technology*, 33(21), pp.3812-3820.
- Mulligan, C.N. (2009). Recent Advances In The Environmental Applications of Biosurfactants. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 14(5), pp.372-378.
- Ochoa-Loza, F.J., Artiola, J.F. and Maier, R.M. (2001). Stability Constants for The Complexation of Various Metals with A Rhamnolipid Biosurfactant. *Journal of Environmental Quality*, 30(2), pp.479-485.
- Pacwa-Płociniczak, M., Płaza, G.A., Piotrowska-Seget, Z. and Cameotra, S.S. (2011). Environmental Applications of Biosurfactants: Recent Advances. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(1), pp.633-654.
- Peters, R.W. (1999). Chelant Extraction of Heavy Metals from Contaminated Soils. *Journal of Hazardous Materials*, 66(1), pp.151-210.
- Rahman, P.K. and Gakpe, E. (2008). Production, Characterisation and Applications of Biosurfactants-Review. *Biotechnology*.
- Reningtyas, R. and Mahreni, M. (2015). Biosurfactant. *Eksergi*, 12(2), pp.12-22.

Santos, D.K.F., Rufino, R.D., Luna, J.M., Santos, V.A. and Sarubbo, L.A. (2016). Biosurfactants: Multifunctional Biomolecules of The 21st Century. *International journal of molecular sciences*, 17(3), p.401.

Tadros, T. F. (2006). *Applied Surfactants: Principles and Applications*. Berkshire: John Wiley & Sons.

BAB 19

Bagaimana Peran Teknologi Elektrokimia dalam Sensor Produk Non Halal?

Wiyogo Prio Wicaksono

Sudah tahukah Anda? Indonesia merupakan negara muslim terbesar pertama di dunia dengan prosentasi jumlah penduduk muslimnya sebesar 13.1% dari jumlah penduduk dunia. Jumlah ini jauh lebih besar dibandingkan dengan India, Pakistan, Banglades, dan Nigeria pada tahun 2010. Data tahun 2010, jumlah penduduk muslim Indonesia sebanyak 205 juta jiwa atau sekitar 88% dari total penduduk Indonesia¹. Oleh karenanya, perhatian terhadap permasalahan kehalalan produk, khususnya makanan dan minuman yang dikonsumsi menjadi penting. Seorang muslim harus mengetahui secara pasti tentang kehalalan setiap makanan dan minuman yang dikonsumsi. Hal ini sebagai wujud nyata ketaatan kepada syari'at yang telah Allah ta'ala tetapkan untuk umatNya.

Bagaimana perhatian masyarakat muslim Indonesia?

Akhir-akhir ini, perhatian umat muslim terhadap kehalalan apa yang mereka konsumsi kian meningkat. Di Indonesia sendiri terdapat sebuah badan yang dibentuk oleh pemerintah untuk mengurus masalah ini. Badan ini dikenal sebagai Majelis Ulama Indonesia (MUI), yaitu wadah para ulama, yang dalam perjalanannya melahirkan kesepakatan fakwa-fatwa untuk kemashlahatan umat muslim di Indonesia. Di bawah naungan MUI, telah didirikan juga Lembaga Pengkajian Pangan Obat-obatan dan Kosmetika Majelis Ulama Indonesia (LPPOM MUI) untuk menjalankan fungsi sertifikasi halal. Dengan adanya lembaga ini sebenarnya sudah sedikit memberi rasa tentram bagi umat muslim Indonesia. Namun faktanya, belum semua produk, baik pangan, obatan-obatan, maupun

¹ Pew Research Center, "Muslim Population of Indonesia", diakses dari <http://www.pewforum.org/2010/11/04/muslim-population-of-indonesia/>, pada tanggal 17 Agustus 2016 pukul 11.05

kosmetik didaftarkan oleh produsen untuk memperoleh sertifikat halal, sehingga tidak ada jaminan produk-produk yang beredar dipasaran yang belum disertifikasi halal dijamin kehalalannya. Beberapa metode standar untuk uji kehalalan produk yang telah digunakan oleh LPPOM MUI antara lain PCR (*Polymerase Chain Reaction*), analisa PDK (*Pork Detection Kit*), dan metode GC (*Gas Chromatography*)².

PCR ini merupakan metode molekuler yang dapat mengidentifikasi produk sampai pada level DNA spesifik, apakah terdapat kandungan DNA babi atau tidak. Metode ini memeberikan informasi hasil deteksi dalam waktu sekitar 30 menit. Selain itu, terdapat alat PDK yang juga dapat digunakan mengidentifikasi ada tidaknya protein babi secara kualitatif berdasarkan reaksi spesifik antigen-antibodi. Alat PDK ini mirip dengan tes kit kehamilan yang dapat diketahui hasilnya dalam waktu 5 sampai 25 menit. Sedangkan metode GC merupakan metode standar yang dapat digunakan untuk menganalisis kandungan alkohol dalam suatu sampel di laboratorium. Namun demikian, dari semua metode yang sudah ada memiliki kekurangan seperti instrumennya masih mahal dan tidak semua orang bisa menggunakannya. Di sisi lain, umat muslim membutuhkan suatu teknologi dan perangkat uji kehalalan yang mudah digunakan serta murah, sehingga mereka dapat menguji halal tidaknya suatu produk yang mereka beli secara praktis dan mandiri di rumah maupun di tempat di mana produk itu dibeli.

Oleh karena itu, saat ini sedang terus dikembangkan penelitian untuk menghasilkan sebuah perangkat uji kehalalan yang praktis, mudah dioperasikan oleh semua orang, dan *portable*. Dalam beberapa tahun terakhir, pengembangan perangkat uji kehalalan berbasis metode elektrokimia sangat menarik untuk diikuti, dan potensinya ke depannya sangat menjanjikan.

² Lembaga Pengkajian Pangan, Obat-obatan, dan Kosmetika Majelis Ulama Indonesia, Surat Keputusan Lembaga Pengkajian Pangan, Obat-Obatan, dan Kosmetika Majelis Ulama Indonesiatentang Kebijakan Analisa Laboratorium Nomor : SK49/Dir/LPPOM MUI/XII/14

Apa yang dimaksud dengan produk non halal?

Produk non halal adalah segala macam makanan, minuman, dan produk turunannya yang secara nash, baik dalam Al Qur'an maupun hadits dijelaskan keharamannya. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2014 Tentang Jaminan Produk Halal Bab III tentang Bahan dan Proses Produk Halal (PPH) Bagian Kesatu Pasal 17, 18 dan 20 menyatakan bahwa bahan yang digunakan dalam PPH terdiri atas bahan baku, bahan olahan, bahan tambahan, dan bahan penolong yang berasal dari hewan, tumbuhan, mikroba, atau bahan yang dihasilkan melalui proses kimiawi, proses biologi, atau proses rekayasa genetik dimana bahan yang berasal dari hewan pada dasarnya halal, kecuali yang diharamkan menurut syariat yang meliputi bangkai, darah, babi, dan atau hewan yang disembelih tidak sesuai dengan syariat, sedangkan bahan yang berasal dari tumbuhan pada dasarnya halal, kecuali yang memabukkan dan atau membahayakan kesehatan orang yang mengkonsumsinya.

Menurut Komisi Fatwa dan LPPOM MUI, secara kimiawi alkohol (khamar/ minuman memabukkan) tidak hanya terdiri dari etanol, melainkan juga mencakup methanol, propanol, butanol, dan sebagainya. Namun demikian, etanol banyak digunakan untuk produksi produk pangan, obat-obatan, dan kosmetika. Di dunia perdagangan, etanol (etil alkohol) dikenal dengan nama alkohol³, sedangkan di masyarakat minuman ini dikenal sebagai minuman keras.

Bagaimana Al Qur'an menjelaskan tentang permasalahan halal dan haram ini?

Allah ta'ala telah berfirman di dalam kitabNya bahwasanya beberapa diantara yang diharamkan Allah seperti bangkai, darah, dan babi berdasarkan firman Allah ta'ala dalam Surat Al Baqarah ayat 173:

³ Komisi Fatwa Majelis Ulama Indonesia, Fatwa Majelis Ulama Indonesia tentang Hukum Alkohol No. 11 tahun 2009

“Sesungguhnya Dia hanya mengharamkan atasmu bangkai, darah, daging babi, dan (daging) hewan yang disembelih dengan (menyebut nama) selain Allah. Tetapi barangsiapa terpaksa (memakannya), bukan karena menginginkannya dan tidak (pula) melampaui batas, maka tidak ada dosa baginya. Sungguh, Allah Maha Pengampun, Maha Penyayang” (QS. Al-Baqarah [2]: 173)⁴

Pada surat yang lain, yaitu Al Maidah ayat 3, Allah ta’la juga menegaskan tentang keharaman bangkai, darah, dan daging babi:

“Diharamkan bagimu (memakan) bangkai, darah, daging babi, dan (daging hewan) yang disembelih bukan atas (nama Allah, yang tercekik, yang dipukul, yang jatuh, yang ditanduk, dan yang diterkam binatang buas, kecuali yang sempat kamu sembelih. Dan (diharamkan pula) yang disembelih untuk berhala...” (QS. Al Ma’idah [5]: 3)⁵.

Selain itu, Allah berfirman di dalam surat Al Ma’idah ayat 90 yang menegaskan keharaman khamar (segala minuman yang memabukkan):

“Wahai orang-orang yang beriman! Sesungguhnya minuman keras, berjudi, (berkorban untuk) berhala, dan mengundi nasib dengan anak panah, adalah perbuatan keji dan termasuk perbuatan setan. Maka jauhilah (perbuatan-perbuatan) itu agar kamu beruntung” (QS. Al Ma’idah [5]: 90)⁶.

Pada surat yang lain, Allah juga menegaskan haramnya khamar dalam surat Al Baqarah ayat 219, Allah ta’ala berfirman

4 Departemen Agama, *Mushaf Al Qur’an Terjemah*, Edisi 2002, (Jakarta: CV Darus Sunnah, 2012), h. 27

5 Departemen Agama, *Mushaf Al Qur’an Terjemah*, Edisi 2002, (Jakarta: CV Darus Sunnah, 2012), h. 108

6 Departemen Agama, *Mushaf Al Qur’an Terjemah*, Edisi 2002, (Jakarta: CV Darus Sunnah, 2012), h. 124

“Mereka menanyakan kepadamu (Muhammad) tentang khamar dan judi. Katakanlah, “Pada keduanya terdapat dosa besar dan beberapa manfaat bagi manusia. Tetapi dosanya lebih besar dari manfaatnya.” (QS. Al Baqarah [2]: 219)⁷.

Bagaimana Rasulullah menyinggung masalah ini?

Rasulullah *Shallallahu ‘alaihi wa sallam* juga membahas mengenai permasalahan kehalalan produk ini:

“Yang halal itu sudah jelas dan yang haram pun sudah jelas; dan di antara keduanya ada hal-hal yang musyta-bihat (syubhat, samar-samar, tidak jelas halal haramnya), kebanyakan manusia tidak mengetahui hukumnya. Barang siapa hati-hati dari perkara syubhat, sungguh ia telah menye-lamatkan agama dan harga dirinya...” (HR. Muslim)

Namun demikian, sebenarnya apa yang diharamkan Allah untuk dimakan jumlahnya sangat sedikit, selebihnya, apa yang ada di muka bumi ini pada dasarnya adalah halal berdasarkan firman Allah dalam surat Al Baqarah ayat 29.

Dialah (Allah) yang menciptakan segala apa yang ada di bumi untukmu...” (QS. Al-Baqarah [2]: 29)⁸.

Dalam surat Al A’raf ayat 32 Allah ta’ala juga menegaskan tentang kehalalan makhluk Allah secara umum

“Katakanlah (Muhammad), “Siapakah yang mengharamkan perhiasan dari Allah yang telah disediakan untuk hamba-hamba-Nya

7 Departemen Agama, *Mushaf Al Qur’an Terjemah*, Edisi 2002, (Jakarta: CV Darus Sunnah, 2012), h. 35

8 Departemen Agama, *Mushaf Al Qur’an Terjemah*, Edisi 2002, (Jakarta: CV Darus Sunnah, 2012), h. 6

dan rezeki yang baik-baik?" Katakanlah, "Semuanya itu untuk orang-orang yang beriman dalam kehidupan dunia, dan khusus (untuk mereka saja) pada hari kiamat. " Demikianlah Kami menjelaskan ayat-ayat itu untuk orang-orang yang mengetahui". (QS. Al-A`raf [7]: 32)⁹.

Allah kembali menegaskan dalam Surat Al Jasiyah ayat 13

"Dan Dia menundukkan apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi untukmu semuanya (sebagai rahmat) dari-Nya. Sungguh, dalam hal yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang berpikir" (QS. Al-Jasiyah [45]: 13)¹⁰.

Adakah kadih fikih untuk menentukan halal haramnya suatu hal?

Dalam memastikan halal haramnya suatu hal, digunakan kaidah fikih sebagai berikut *"hukum asal sesuatu yang bermanfaat adalah boleh dan hukum asal sesuatu yang berbahaya adalah haram, sedangkan hukum asal mengenai sesuatu adalah boleh selama tidak ada dalil muktabar yang mengharamkannya."*¹¹

Elektrokimia dan sensor produk non halal

Apa yang Anda ketahui tentang elektrokimia? Elektrokimia adalah salah satu cabang ilmu kimia yang mempelajari perubahan kimia yang disebabkan oleh adanya aliran arus listrik atau produksi energi listrik akibat adanya reaksi kimia. Salah satu cabang dari elektrokimia adalah elektroanalisis. Elektroanalisis fokus pada pengukuran kuantitas listrik,

9 Departemen Agama, *Mushaf Al Qur'an Terjemah*, Edisi 2002, (Jakarta: CV Darus Sunnah, 2012), h. 155

10 Departemen Agama, *Mushaf Al Qur'an Terjemah*, Edisi 2002, (Jakarta: CV Darus Sunnah, 2012), h. 500

11 Komisi Fatwa Majelis Ulama Indonesia, *Keputusan Fatwa Komisi Fatwa Majelis Ulama Indonesia tentang Penetapan Produk Halal*, tanggal 13 Muharram 1431 H/30 Desember 2009 M

seperti arus, potensial, dan muatan¹². Disebut elektroanalisis karena metode ini akan menganalisis sampel berdasarkan pada pengukuran sifat listrik dari sampel dengan menggunakan prinsip reaksi reduksi dan oksidasi dari sampel. *Cyclic voltammetry* (CV) menjadi salah satu metode elektroanalisis yang dapat digunakan untuk menganalisis suatu sampel, dimana sampel akan diberi beda potensial dan akan menghasilkan kuat arus listrik. Besarnya kuat arus listrik ini akan sebanding dengan konsentrasi dari sampel. Selain CV, dapat digunakan juga metode amperometrik, dimana dengan memberikan potensial listrik tertentu dalam selang waktu tertentu terhadap sampel, maka akan dihasilkan kuat arus listrik yang sebanding dengan konsentrasi sampel.

Apa yang perlu diperhatikan dalam mendesain sebuah perangkat sensor berbasis elektrokimia?

Dalam mendesain sensor elektrokimia terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan, antara lain:

- Sampel, analit yang akan dideteksi harus bersifat elektroaktif (dapat dioksidasi dan direduksi)
- Elektroda, material konduktor elektronik padat dimana listrik (elektron) mengalir¹³. Untuk aplikasi sensor, biasanya digunakan sistem tiga elektroda, yaitu terdapat elektroda kerja dimana reaksi dimana reaksi oksidasi-reduksi deteksi sampel terjadi, elektroda standar sebagai pembanding dimana potensialnya hampir konstan, dan elektroda pendukung.

“Jenis material elektroda kerja sangat berpengaruh terhadap keberhasilan deteksi suatu sampel. Dalam kasus tertentu, perlu dilakukan modifikasi di permukaan elektroda kerja, baik dengan menggunakan nanopartikel, antibodi, enzim, maupun probe

12 Wang, Joseph. 2000. Analytical electrochemistry, 2nd ed. USA: Wiley-VCH

13 Bagotsky, V S. 2006. Fundamental of chemistry. 2nd ed. USA: John Wiley & Sons, Inc

(penanda) tertentu, sehingga sensitifitas dan selektifitasnya terhadap sampel dapat meningkat”.

- Elektrolit, berupa larutan konduktor ionik sebagai media pergerakan ion dalam larutan¹⁴.

Bagaimana perkembangan teknologi elektrokimia untuk menghindarkan kita dari produk non halal?

Pontesi terbesar yang menjadikan makanan dan minuman tidak halal adalah adanya zat alkohol dan kandungan babi di dalamnya. Selain dalam bentuk minuman beralkohol, alkohol juga sering ditambahkan ke dalam berbagai olahan makanan, Sebagian produsen kue dengan sengaja menambahkan alkohol pada saat membuat kue, agar terasa lebih nikmat. Terdapat juga jenis alkohol yang biasa digunakan untuk bahan tambahan saat memasak, yaitu wine. Selain itu, buah hias pada kue, sebelumnya juga direndam ke dalam rhum (alkohol fermentasi) agar aromanya lebih menggugah selera¹⁴. Di sisi lain, babi ada di dalam makanan dalam berbagai bentuk. Mulai dari daging segar, daging yang dicampurkan ke dalam bakso, pasta, burger, roti, dan bahan penambah rasa masakan. Dari lemak babi dapat dihasilkan produk seperti emulsifier, margarin, *ice cream*, *creamer*, dan *cream*. Dari kulit babi dapat diperoleh gelatin yang dapat digunakan pada produk permen, ice cream, jelly, dan kapsul, serta kolagen untuk produk kosmetik. Dari organ dalamnya bisa dihasilkan insulin dan keju. Sedangkan, dari darahnya dapat dihasilkan produk obat dan sosis¹⁵. Sangat banyak produk yang berasal dari babi bukan?

Teknologi elektrokimia dapat digunakan dalam mendeteksi senyawa alkohol. Senyawa alkohol, biasanya etanol (C_2H_5OH) dapat dioksidasi

14 Anonim, “Berhati-hati dengan Rhum dan Flavor Rhum”, diakses dari <http://www.republika.co.id/berita/shortlink/16114>, pada 17 September 2016 pukul 08.00

15 The Assessment Institute For Foods Drugs And Cosmetics, Indonesian Council Of Ulama (LPPOM MUI)

pada elektroda kerja secara elektrokimia menggunakan potensial listrik tertentu, dimana arus listrik yang dihasilkan akan memberikan informasi tentang kadar alkohol yang sesuai. Namun, penelitian menunjukkan bahwa oksidasi etanol memerlukan potensial listrik yang cukup tinggi, sehingga perlu dilakukan modifikasi elektroda menggunakan material yang dapat memberikan efek katalis. Sebuah penelitian tahun 1999, menggunakan elektroda tungsten oksida termodifikasi platina (Pt|WO₃) dalam pelarut campuran asam sulfat dan natrium sulfat¹⁶.

Strategi lainnya, sensor alkohol dibuat menggunakan teknologi modifikasi elektroda dengan enzim, salah satunya menggunakan alkohol *dehydrogenase* (ADH)^{17,18}

Alkohol direaksikan dengan kofaktor Nicotinamide Adenine Dinucleotide (NAD⁺) dikatalisis oleh ADH menghasilkan asetaldehida (CH₃CHO), Dihyronicotinamide Adenine Dinucleotide (NADH), dan H⁺.

Selain menggunakan enzim ADH, dapat juga digunakan alkohol oksidase (AOX)¹⁸

Dengan menggunakan metode deteksi amperometrik telah dikembangkan sensor alkohol berbasis enzim katalase¹⁹

16 Chen, Y., Chen, K.Y. & Tseung, A.C.C., 1999. An electrochemical alcohol sensor based on a co-electrodeposited Pt WO 3 electrode. , 471, pp.151–155.

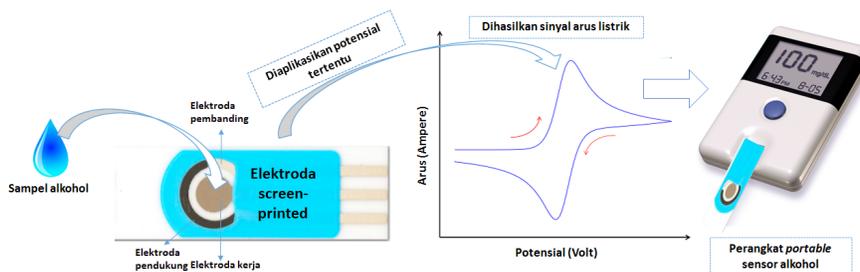
17 Kuswandi B, Ahmad M. Recent progress in alcohol biosensors. *OA Alcohol* 2014 Jan 18;2(1):1.

18 Salimi, F. et al., 2012. A novel Alcohol Biosensor Based on Alcohol Dehydrogenase and Modified Electrode with ZrO 2 Nanoparticles. *Int. J. Electrochem. Sci*, 7, pp.7225–7234.

19 Angeloni, R. et al., 2015. Ethanol Determination in Alcoholic Beverages Using Two Different Amperometric Enzyme Sensors. *Current Analytical Chemistry*, pp.56–67.

Bagaimana potensi teknologi elektrokimia untuk pengembangan sensor alkohol ke depannya?

Metode elektrokimia ini sangat cocok dalam sensor alkohol ini, selain karena dapat didesain menjadi alat yang cukup *portable*, juga cukup sensitif, selektif, dan mudah dioperasikan. Seperti apakah desain alatnya?



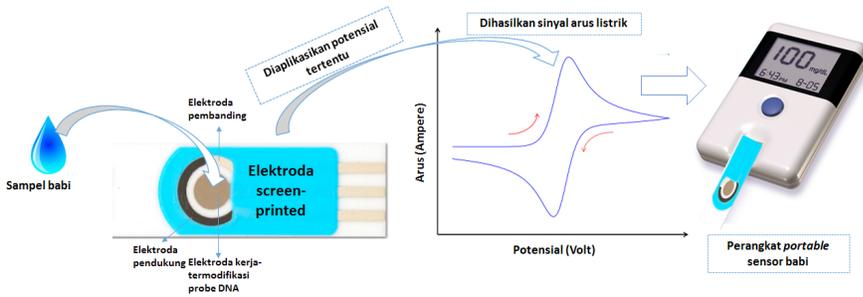
Gambar 19. 1. Skema teknologi elektrokimia untuk sensor

Perangkat ini akan menggunakan elektroda *screen-printed* yang terdiri dari tiga elektroda, yaitu elektroda pembanding (standar), elektroda pendukung, dan elektroda kerja. Elektroda ini potensial digunakan untuk aplikasi sensor yang *portable*. Menarik bukan?

Sejalan dengan sensor alkohol, teknologi elektrokimia juga dapat digunakan untuk menjadi konsep dasar fabrikasi perangkat untuk deteksi kandungan babi. Melalui DNA nya kandungan babi baik dalam produk makanan maupun obat dapat diidentifikasi. Deteksinya ini pun tergolong spesifik, karena DNA setiap makhluk adalah spesifik. Penelitian terbaru menggunakan elektroda seng oksida (ZnO)-nanopartikel emas yang dimodifikasi dengan probe DNA spesifik babi²⁰

20 Tan, et al. 2016. An electrochemical DNA biosensor based gold-thiolate conjugation utilizing ruthenium complex $[Ru(dppz)_2(qtpy)]Cl_2$. *Microsystem Technologies*.

Bagaimana desain perangkat sensor berbasis elektrokimianya?



Gambar 19. 2. Skema teknologi elektrokimia untuk sensor babi

Sinergisasi sains dan islam

Pengembangan ilmu sains (kimia), salah satunya elektrokimia, selalu selaras dengan perkembangan kualitas keislaman masyarakat, termasuk umat muslim Indonesias. Melalui aplikasi teknologi elektrokimia dalam bidang sensor, permasalahan sebgaiian besar umat muslim tentang kekhawatiran halal-haram produk yang mereka konsumsi dapat terselesaikan. Singkatnya, ketenangan hidup dalam berislam didukung dengan pengembangan sensor produk non halal berbasis teknologi elektrokimia.

Referensi

- Angeloni, R. et al., 2015. Ethanol Determination in Alcoholic Beverages Using Two Different Amperometric Enzyme Sensors. *Current Analytical Chemistry*, pp.56–67
- Anonim, “Berhati-hati dengan Rhum dan Flavor Rhum”, diakses dari <http://www.republika.co.id/berita/shortlink/16114>, pada 17 September 2016 pukul 08.00
- Bagotsky, V S. 2006. *Fundamental of chemistry*. 2nd ed. USA: John Wiley & Sons, Inc
- Chen, Y., Chen, K.Y. & Tseung, A.C.C., 1999. An electrochemical alcohol sensor based on a co-electrodeposited Pt WO 3 electrode. , *Journal of Electroanalytical Chemistry* , 471, pp.151–155.
- Departemen Agama, *Mushaf Al Qur’an Terjemah*, Edisi 2002, (Jakarta: CV Darus Sunnah, 2012)
- Komisi Fatwa Majelis Ulama Indonesia, *Keputusan Fatwa Komisi Fatwa Majelis Ulama Indonesia tentang Penetapan Produk Halal*, tanggal 13 Muharram 1431 H/30 Desember 2009 M
- Komisi Fatwa Majelis Ulama Indonesia, *Fatwa Majelis Ulama Indonesia tentang Hukum Alkohol No. 11 tahun 2009*
- Kuswandi B, Ahmad M. Recent progress in alcohol biosensors. *OA Alcohol* 2014 Jan 18;2(1):1.
- Lembaga Pengkajian Pangan, Obat-obatan, dan Kosmetika Majelis Ulama Indonesia, *Surat Keputusan Lembaga Pengkajian Pangan, Obat-Obatan, dan Kosmetika Majelis Ulama Indonesiatentang Kebijakan Analisa Laboratorium Nomor : SK49/Dir/LPPOM MUI/XII/14*

- Pew Research Center, "10 Countries With the Largest Muslim Populations, 2010 and 2050", diakses dari http://www.pewforum.org/2015/04/02/muslims/pf_15-04-02_projectionstables74/, pada tanggal 17 Agustus 2016 pukul 11.00
- Pew Research Center, "Muslim Population of Indonesia", diakses dari <http://www.pewforum.org/2010/11/04/muslim-population-of-indonesia/>, pada tanggal 17 Agustus 2016 pukul 11.05
- Salimi, F. et al., 2012. A novel Alcohol Biosensor Based on Alcohol Dehydrogenase and Modified Electrode with ZrO₂ Nanoparticles. *Int. J. Electrochem. Sci*, 7, pp.7225–7234.
- Tan, et al. 2016. An electrochemical DNA biosensor based gold-thiolate conjugation utilizing ruthenium complex [Ru(dppz)₂(qtpy)]Cl₂. *Microsystem Technologies*.
- The Assessment Institute For Foods Drugs And Cosmetics, Indonesian Council Of Ulama (LPPOM MUI)
- Wang, Joseph. 2000. Analytical electrochemistry, 2nd ed. USA: Wil



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

978-602-450-111-2

