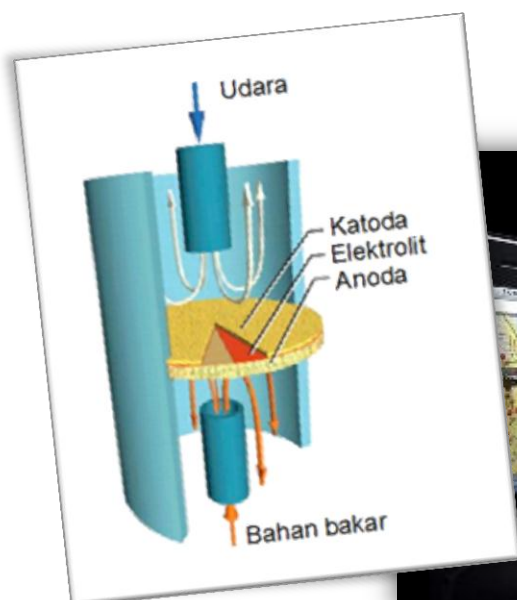


majalah **1000** Guru

Edisi ke-2



Januari 2011



Menjembatani antara profesional di segala bidang baik di dalam dan luar negeri untuk membantu pendidikan di Indonesia secara langsung



1000guru.net



Kata Pengantar

Menjumpai para pembaca, pada edisi kedua ini majalah 1000guru dengan sangat senang kembali menyajikan delapan artikel menarik dari berbagai bidang keilmuan.

Pada rubrik matematika, Hadi Susanto, seorang pengajar (lecturer) di Universitas Nottingham, menyampaikan seklumit cerita yang menarik tentang mengapa dia memilih jurusan matematika setelah lulus SMA, dan apa itu matematika murni dan matematika terapan.

Pada rubrik fisika, Zainul Abidin, peneliti di Surya Institute dan STKIP Surya yang baru menyelesaikan studi doktoralnya di College of William Mary, Amerika Serikat, bercerita dengan sangat menarik tentang partikel-partikel penyusun dasar materi dan gaya-gaya yang mengatur dinamikanya.

Pada rubrik kimia, Fitria Rahmawati, mahasiswa doktoral di kelompok keahlian kimia anorganik dan fisik Institut Teknologi Bandung (ITB), bercerita tentang fuel cell, sel elektrokimia yang mampu mengkonversi bahan bakar (fuel) menjadi energi listrik. Sebuah teknologi yang mampu memproduksi energi yang bersih, yang mungkin akan sangat dibutuhkan di masa depan.

Di bidang biologi, Mas Rizky A. A. Syamsunarno, dosen Fakultas Kedokteran Unpad, yang saat ini sedang meneruskan kuliah doktoral di Universitas Gunma, Jepang, bercerita tentang gen dan peranannya sebagai si pembawa informasi di dalam tubuh.

Di bidang teknologi, Dedi Eka Priyanto, mahasiswa sarjana di Teknik Kimia Universitas Kyoto, Jepang, bercerita tentang teknologi baterai Lithium-Ion, salah satu teknologi baterai yang kehadirannya semakin penting di tengah elektronisasi kehidupan kita, juga kebutuhan akan energi yang bersih.

Di bidang kesehatan, Ardiansyah, peneliti dalam bidang pangan di IPB Indonesia dan Universitas Tohoku, bercerita tentang apa sih makanan yang bermutu itu.

Sementara itu di bidang sosial, Yogi Rahmayanti, mahasiswi doktoral dalam bidang ekonomi di Universitas Osaka, Jepang, bercerita tentang bagaimana mengukur kaya atau miskin sebuah negara, yang dimulai dengan menjelaskan apa itu GDP dengan bahasa yang mudah di pahami.



Akhirnya pada rubrik budaya, Isti Winayu, mahasiswi magister di Universitas Waseda dalam bidang Ilmu Hubungan Internasional, menghibur kita dengan sebuah cerita yang menarik tentang bagaimana Jepang yang terkenal di dunia dengan teknologi-teknologinya itu, ternyata juga hiruk pikuk dengan festival-festival budaya, yang disebut matsuri.

Kami sangat berharap bahwa tulisan-tulisan diatas bisa sedikit mengisi waktu luang para pembaca dengan cerita-cerita yang menarik dan mudah dipahami. Kami juga akan sangat senang untuk mendengarkan masukan-masukan dari pembaca yang bisa dikirim ke salah satu anggota tim editor di bawah ini. Selamat membaca!

Tim redaksi

Ahmad-Ridwan Tresna Nugraha (Sendai, Jepang, art.nugraha@gmail.com)

Agung Budiyo (Tokyo, Jepang, agungby@yahoo.com)

Witri Lestari (Leipzig, Jerman, uwitwl@yahoo.com)

Miftakhul Huda (Gunma, Jepang, stunecity@gmail.com)

Indah Kartika Murni (Yogyakarta, Indonesia, ita_kartika@yahoo.com)

Muhammad Ali Imron (Dresden, Jerman, imbron@yahoo.com)

Yogi Rahmayanti (Osaka, Jepang, rahmayantiyogi@yahoo.com)

Sidrotun Naim (Arizona, Amerika Serikat, snaim@email.arizona.edu)

Isti Winayu (Tokyo, Jepang, loving_himawari@yahoo.com)



Daftar Isi

Matematika

Adakah Sesuatu yang Baru dari Matematika? 1

Fisika

Secuil Tentang Alam 4

Kimia

Fuel Cell: Teknologi Bersih yang Menjanjikan 9

Biologi

Informasi Genetika Manusia: Buku Kehidupan Kita 14

Teknologi

Bergaul dengan Baterai Litium-Ion 17

Kesehatan

Kualitas Pangan 21

Sosial

Negara Kaya dan Miskin: Bagaimana Mengukurnya? 23

Budaya

Belajar dari Jepang: Matsuri 28



Rubrik Matematika

“Adakah sesuatu yang baru dari Matematika?”

Ketika saya lulus SMA tahun 1997 dan memutuskan masuk ke jurusan matematika, beberapa guru dan teman bertanya, "Mengapa matematika?" Jawaban waktu itu hanya dua: karena saya suka matematika dan karena saya merasa bisa mendapatkan nilai di atas *passing grade*-nya. Jawaban kedua tentu saja yang paling penting waktu itu karena lolos Ujian Masuk Perguruan Tinggi Negeri (UMPTN) mungkin dapat diartikan lolos dari lubang jarum seleksi kehidupan. Masuk perguruan tinggi bergengsi cenderung diartikan penghidupan yang layak setelah lulus kuliah, walaupun kenyataannya tidak selalu demikian. Beberapa tahun setelahnya, ternyata saya masih mendapat pertanyaan yang serupa ketika memperkenalkan diri sebagai peneliti matematika: Penelitian matematika? Apa ada yang baru dari matematika? Bukankah $1+1=2$ selamanya? Jawaban yang diberikan berdasarkan pengalaman saya akan diuraikan dalam tulisan ini.

Penelitian di bidang matematika bisa dikategorikan menjadi dua kelompok berdasarkan motivasi penelitian tersebut: penelitian yang didorong oleh aplikasi matematika di bidang ilmu lainnya dan penelitian yang termotivasi oleh pengembangan bidang matematika itu sendiri. Kelompok pertama sekarang lebih dikenal sebagai matematika terapan dan kelompok kedua biasa disebut dengan matematika murni.

Penelitian dalam kelompok matematika terapan, sesuai dengan namanya, diawali dari masalah nyata yang bisa muncul dalam fisika, teknik, ekonomi, sastra dan bidang ilmu sosial. Untuk mencari contohnya sangat mudah. Di Eropa, ada pertemuan rutin matematikawan dengan dunia industri dalam lokakarya yang bertajuk *the European Study Group with Industry* yang diorganisasikan oleh kampus-kampus berbeda di Eropa. Serupa dengan itu, di Australia ada *Mathematics in Industrial Study Group*, sedangkan di Amerika ada *Mathematical Problems in Industry*. Dalam pertemuan ini pihak industri mempresentasikan masalah-masalah yang mereka hadapi yang sering kali membutuhkan metode matematika baru. Karena itu tidak jarang dalam proses merumuskan persoalan-persoalan nyata tersebut ke dalam persamaan bisa ditemukan metode matematika baru atau bahkan tercipta sub-bidang ilmu baru yang berbeda dan terpisah dari yang sudah ada.

Berdasar pengalaman saya sendiri semakin tinggi kita sekolah dan belajar, semakin tidak jelas batas antara satu bidang ilmu dengan bidang ilmu lainnya. Karena itu bukan hal yang aneh bila ada matematikawan yang sangat mengerti detil ilmu sel dan ada ahli biologi yang menguasai matematika tingkat tinggi. Juga banyak nama disiplin ilmu yang merupakan gabungan dua disiplin ilmu berbeda, seperti *mathematical biology*, *biological mathematics*, *mathematical engineering*, *engineering mathematics*, dan sebagainya. Beberapa perguruan tinggi bahkan mempunyai jurusan matematika dan jurusan teknik di tempat yang sama.

Sedangkan dalam matematika murni, penelitiannya didorong oleh keinginan mengembangkan matematika itu sendiri, terlepas apakah nanti penelitiannya bermanfaat atau tidak dalam kehidupan sehari-hari. Motivasi si matematikawan sendiri terkadang juga tidak lebih dari sekadar main-main dengan angka. Berikut satu contoh hasil riset yang masih hangat baru diangkat dari penggorengan.

Ketika kita menaruh laptop di atas meja, kita menaruhnya dengan sangat hati-hati agar laptop tidak jatuh ke lantai. Namun terkadang meja tempat kita menaruh laptop tersebut penuh dengan barang-barang lainnya. Tanpa harus menurunkan barang-barang lain tersebut, berapa luas minimum meja yang harus tersedia supaya kita masih bisa menaruh laptop di atasnya?



Burkard Polster, matematikawan dari Monash University, Australia, membuat formulasi matematika dari pertanyaan di atas dalam sebuah artikel ilmiah yang dimuat online di arXiv:0906.0809. Sedikit kutipan pembukaan artikel tersebut:

"I often work on my laptop in bed. When needed, I park the laptop on the bedside table, where the computer has to share the small available space with a lamp, books, notes, and heaven knows what else. It often gets quite squeezey.

Being regularly faced with this tricky situation, it finally occurred to me to determine once and for all how to place the laptop on the bedside table so that its 'footprint' – the area in which it touches the bedside table – is minimal. In this note I give the solution of this problem, using some very pretty elementary mathematics."



Tapi mungkin kita akan langsung bertanya, "Apa untungnya membuat rumusan matematika untuk masalah seperti ini? Mengatur laptop di atas meja dengan menggunakan ilmu kira-kira bisa jadi jauh lebih cepat dari pada dihitung terlebih dahulu dengan menggunakan matematika."

Ajaibnya sering kali bidang ilmu matematika yang awalnya terlihat tidak ada gunanya seperti ini di kemudian hari dijumpai ternyata dibutuhkan di bidang ilmu lainnya. Ibaratnya seperti orang-orang yang membangun pagar tembok semanya yang satu sama lain tidak saling bertegur sapa tapi kemudian beberapa tembok saling bertemu dan memotong tanpa sengaja.

Ketika hal ini terjadi, apakah bidang ilmu matematika murni tersebut lantas menjadi matematika terapan? Jawabnya bisa ya, bisa tidak. Karena itu kategorisasi matematika terapan dan matematika murni sesungguhnya tidak mempunyai batas yang jelas. Dan karena itu pula kesimpulannya selama manusia masih berpikir dan kehidupan masih berkembang, akan selalu ada yang baru dari matematika.

Bahan bacaan

- Burkard Polster, *Minimizing the footprint of your laptop (on your bedside table)*, arXiv:0906.0809 (2009).

Penulis

Hadi Susanto, dosen di School of Mathematical Sciences, Nottingham University, Inggris.

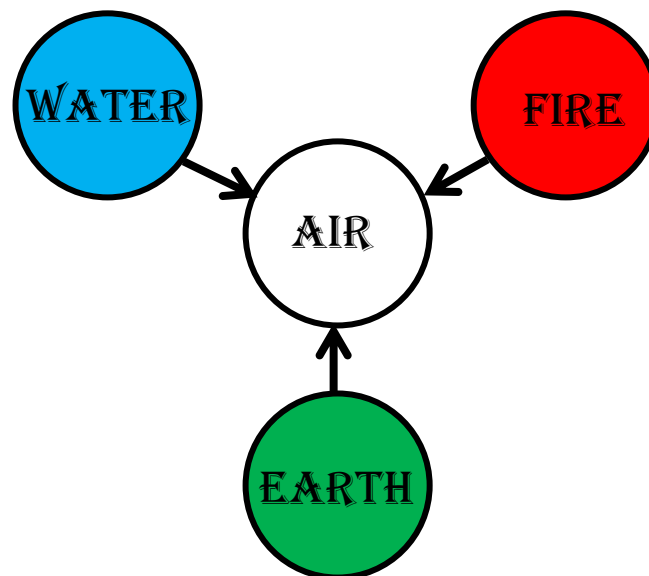
Rubrik Fisika

“Secuil tentang alam”

Salah satu pertanyaan yang ingin dijawab oleh para fisikawan adalah:

Apa "batu bata" penyusun berbagai macam zat-zat di alam semesta?

Menurut Anaximenes dari Miletus, alam semesta tersusun atas air (*water*), api (*fire*), tanah (*earth*), dan udara (*air*) yang saling berkaitan satu sama lain seperti pada gambar berikut.



Para filsuf pada jaman itu masih beranggapan bahwa semua zat dapat dibagi terus-menerus hingga sekecil-kecilnya. Konsep bahwa ada zarah yang paling kecil dan tidak dapat dibagi-bagi lagi, muncul sejak abad ke-6 sebelum Masehi di India oleh Nyaya dan Vaisheshika, lalu oleh Democritus dari Yunani. Democritus menyebutnya sebagai *atomos*.

Berkat kontribusi dari kimiawan-kimiawan sejak abad ke-17 seperti Robert Boyle, Antoine Lavoisier, John Dalton, dan Mendelev, manusia mulai mengenal beberapa atom dan punya tabel periodik.



1 H																	2 He				
3 Li	4 Be															5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg															13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr				
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe				
55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn				
87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo				
119 Uun																					
* Lanthanides		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu					
** Actinides		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr					

Mengapa atom tertentu ditempatkan pada baris dan kolom tertentu pada table periodik dapat dipahami lebih baik setelah berkembangnya mekanika kuantum, yang dipelopori ilmuwan-ilmuwan abad ke-20 seperti: Planck, Einstein, J. J. Thomson, Rutherford, Bohr, de Broglie, Heisenberg, Schrodinger, Born, dan kawan-kawannya.

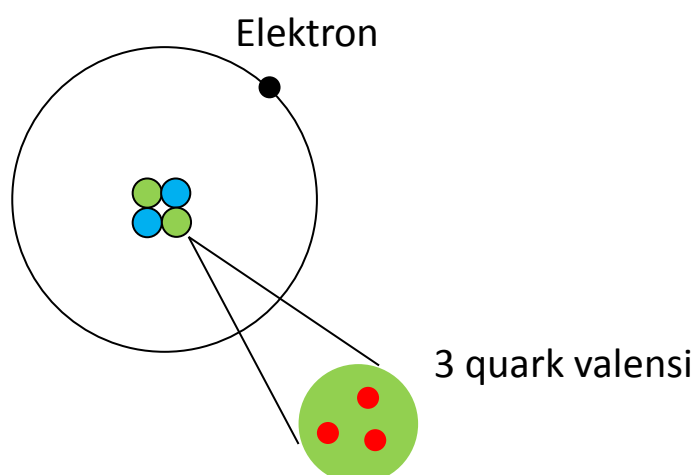
Karena ulah Rutherford, dipahami bahwa atom masih dapat dibagi lagi menjadi elektron dan inti atom yang saling tarik menarik dengan gaya elektromagnetik. Elektron bermuatan listrik negatif dan inti atom bermuatan positif. Muncul masalah yaitu inti atom helium yang muatannya dua kali muatan inti atom hidrogen ternyata punya massa 4 kali massa inti atom hidrogen. Berkat penemuan Chadwick diketahui bahwa perbedaan rasio massa dan muatan ini karena inti atom tidak hanya tersusun atas proton yang bermuatan positif tapi juga neutron yang tidak bermuatan, yang massanya hampir sama.

Sekian banyak unsur-unsur pada tabel periodik disusun hanya oleh 4 jenis partikel: elektron, proton, neutron, dan tidak ketinggalan juga foton: partikel yang "membawa" gaya elektromagnetik. Cukupkah sampai di sini? Ternyata belum!

Melalui eksperimen yang dilakukan di laboratorium-laboratorium pemercepat partikel dan dari pengamatan sinar kosmik diketahui bahwa proton dan neutron hanyalah dua dari se-kebon-binatang (lebay nih!) partikel-partikel yang masuk dalam kelompok *hadron*.



ATOM



Hadron (termasuk proton dan neutron) tersusun atas quark-quark dan gluon-gluon, demikian menurut Model Standar fisika partikel (*Standard Model of Particle Physics*). Apaan tuh?

Partikel elementer menurut Model Standar

Menurut Model Standar, batu bata penyusun zat-zat di alam semesta ini terdiri atas quark dan lepton. Partikel-partikel ini saling berinteraksi secara: elektromagnetik, interaksi lemah, dan interaksi kuat. Model Standar ini mengabaikan interaksi gravitasi antara partikel.

"Tabel periodik" partikel elementer ternyata lebih sederhana:

Lepton	simbol	Q	Quark	simbol	Q
Neutrino elektron	ν_e	0	Up	u, u, u	2/3
Elektron	e	-1	Down	d, d, d	-1/3
Neutrino muon	ν_μ	0	Charm	c, c, c	2/3
Muon	μ	-1	Strange	s, s, s	-1/3
Neutrino tau	ν_τ	0	Top	t, t, t	2/3
Tau	τ	-1	Bottom	b, b, b	-1/3



Q adalah muatan listrik dalam satuan muatan proton. Ada 6 "rasa" (*flavors*) yang dikelompokkan dalam 3 generasi. Masing-masing punya anti partikel. Untuk lepton ada 6 "rasa" dan 6 anti partikelnya, $6+6=12$. Untuk quark, selain punya rasa juga punya 3 macam "warna" (*colors*) yaitu merah, hijau, dan biru. Warna di sini tidak ada kaitannya dengan persepsi mata terhadap cahaya tampak, begitu juga "rasa" tidak ada kaitannya dengan lidah, sekedar nama. Total untuk quark ada $6 \times 3=18$, dan 18 anti-quark, $18+18=36$.

Hanya partikel ber"warna" yang dapat ber-interaksi-kuat, analog dengan hanya partikel bermuatan listrik yang dapat berinteraksi secara elektromagnetik. Pada tabel di atas, lepton tidak dapat ber-interaksi-kuat, dan neutrino tidak dapat ber-interaksi-elektromagnetik, tapi semuanya (lepton dan quark) dapat ber-interaksi-lemah.

Foton adalah partikel yang "membawa" gaya elektromagnetik, adapun partikel yang bertanggung jawab membawa gaya-gaya lainnya adalah sebagai berikut:

Gaya Fundamental	Partikel	Jumlah
Elektromagnetik	Foton	1
Interaksi lemah	W^+ , W^- , Z	3
Interaksi kuat	Gluon	8

Model Standar fisika partikel butuh minimal satu partikel Higgs. Meskipun sampai sekarang belum terbukti keberadaannya. Menurut Model Standar ini, elektron, muon, tau, quark, W^+ , W^- , Z memiliki massa karena keberadaan medan Higgs, melalui mekanisme perusakan simetri secara spontan (*spontaneous symmetry breaking*). Sudah ada beberapa hadiah nobel yang terkait, yaitu kepada Glashow, Weinberg dan Salam pada tahun 1979 untuk teori *Elektroweak* dan kepada Nambu pada tahun 2008 ini untuk mekanisme perusakan simetri secara spontan (Goldstone juga punya andil dan pantas iri). Apa itu mekanisme perusakan simetri spontan?

Panjang ceritanya, Nak. Hahahahaha... ☺

Pengamatan osilasi neutrino, yaitu bahwa neutrino dapat berganti "rasa", menunjukkan bahwa paling sedikit 2 dari 3 neutrino bermassa. Ini berarti bahwa Model Standar perlu dimodifikasi. Keberadaan massa neutrino ini dapat diakomodir dengan cara mengubah (menambah) beberapa parameter pada Model Standar. Adapun jika LHC (Large Hadrons Collider), yaitu akselerator partikel yang beroperasi sejak 2008, tidak menemukan partikel Higgs, maka fisikawan perlu mencari mekanisme



alternatif bagaimana partikel-partikel elementer di atas bermassa. Meskipun semua partikel elementer tidak bermassa, hadron yang merupakan partikel komposit dapat memiliki massa diam. Ingat persamaan terkenal $m = E/c^2$. Ada juga beberapa model alternatif yang tidak membutuhkan Higgs dapat dibaca di referensi tingkat lanjut.

Secara keseluruhan, menurut Model Standar fisika partikel, minimal ada $12+36+12+1=61$ macam partikel elementer. Bisa saja partikel yang sekarang kita sebut elementer ternyata tidak elementer: masih punya sub-struktur. Bisa juga ternyata ada lebih dari tiga generasi quark dan lepton.

Dan bagaimana pula dengan *dark matter*? Kita tunggu pembahasan selanjutnya.

May the force be with us.

Bahan bacaan

- F. Halzen and A. D. Martins, *Quarks and Leptons: An Introductory Course in Modern Particle Physics*, John-Wiley & Sons (1984).
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Atom>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Neutrino_oscillation
- http://en.wikipedia.org/wiki/Large_Hadron_Collider
- http://en.wikipedia.org/wiki/Higgsless_model

Penulis

Zainul Abidin, peneliti di Surya Institute dan STKIP Surya, alumni College of William Mary, Amerika Serikat. Kontak: zxabidin at yahoo dot com.

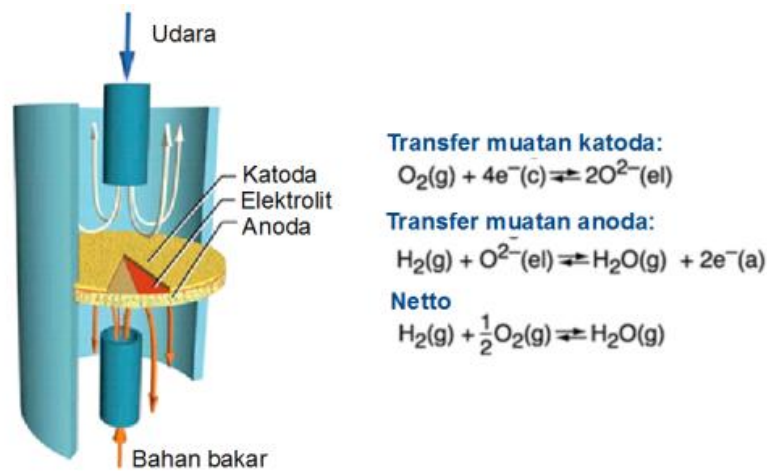


Rubrik Kimia

“FUEL CELL, Teknologi bersih yang menjanjikan”

Sel bahan bakar (*fuel cell*) merupakan sel elektrokimia yang mampu mengkonversi bahan bakar (*fuel*) menjadi energi listrik. Sel ini dapat digunakan sebagai pembangkit listrik skala besar, maupun skala kecil, misalnya untuk keperluan rumah tangga, atau biasa disebut dengan microCHP (*micro Combined Heat and Power*) yang mampu menyediakan kebutuhan listrik dan panas bagi rumah tangga. Fuel cell juga dapat digunakan dalam bidang otomotif. Bahkan Brazil telah melakukan uji coba prototipe bus fuel cell pada tahun 2009, yang bahan bakarnya, yaitu hydrogen, diproduksi dari elektrolisis air pada suatu stasiun produksi gas hydrogen. Pada tahun 2003, Honda juga telah meluncurkan mobil berbahan bakar hydrogen dengan menerapkan teknologi fuel (Honda FCX). DeimlerChrysler di Eropa bahkan telah meluncurkan proyek Sarana Transportasi Kota yang bersih untuk Eropa (CUTE = Clean Urban Transport for Europa) akhir tahun 2001 berupa sejumlah bus berbahan fuel cell yang beroperasi di Amsterdam, Barcelona, Hamburg, London, Luxemburg, Madrid, dan Reykjavik (Islandia).

Berbeda dengan teknologi penghasil energi yang berbasis pembakaran, teknologi ini bersih, karena jika digunakan hydrogen sebagai bahan bakar, maka tidak akan dihasilkan karbon dioksida (CO_2) sebagai hasil samping produksinya. Sedangkan jika digunakan bahan bakar hidrokarbon, yang bersumber dari bahan bakar fosil, maka karbon dioksida masih akan diproduksi, tetapi dengan kuantitas yang jauh lebih rendah dibandingkan karbon dioksida yang dihasilkan oleh mesin penghasil energi yang berbasiskan teknologi pembakaran. Berkaitan dengan fleksibilitas bahan bakar yang bisa digunakan tersebut, fuel cell juga dinyatakan sebagai teknologi yang berkelanjutan, karena selain mengandalkan gas hydrogen murni sebagai bahan bakar, teknologi ini juga tetap bisa menggunakan bahan bakar fosil, seperti gas metana, butana, etanol, metanol dan sebagainya.



Skema komponen-komponen penyusun fuel cell dan reaksi di dalamnya

Prinsip dasar kerja fuel cell pertama kali ditemukan oleh seorang ilmuwan Jerman bernama Christian Frederic Schonbein pada tahun 1838, dan dipublikasikan dalam suatu majalah ilmiah. Sketsa pertama dari fuel cell dibuat oleh Sir William Robert Grove tahun 1842 pada majalah ilmiah *Philosophical Magazine and Journal of Science*. Tahun 1955, seorang ahli kimia, W Thomas Grubb, yang bekerja pada Perusahaan General Electric, memodifikasi desain fuel cell dengan mengaplikasikan membran penukar ion-polistiren tersulfonasi. Tiga tahun kemudian, modifikasi dilanjutkan oleh Leonard Niedrach, dengan mendeposisikan platinum pada membran polistiren tersebut. Platinum tersebut berfungsi sebagai katalis (pemercepat reaksi) bahan bakar. Selanjutnya perusahaan *General Electric* bekerjasama dengan NASA dalam Proyek Gemini, yang merupakan proyek yang pertama kali mempergunakan fuel cell secara komersial.

Tahun 1959, seorang Insinyur Inggris Francis Thomas Bacon, berhasil mengembangkan fuel cell yang mampu menghasilkan daya 5 kW. Pada tahun yang sama, Harry Ihrig dan timnya mampu membuat fuel cell berdaya 15 kW. UTC Power merupakan perusahaan yang pertama kali memproduksi secara komersial fuel cell stasioner yang digunakan sebagai pembangkit energi cadangan pada rumah sakit, universitas-universitas, maupun gedung-gedung perkantoran. Sampai akhir 2009, UTC Power telah memasarkan fuel cell dengan produksi daya mencapai 400 kW. Perusahaan ini juga tetap mensuplai fuel cell untuk NASA, selain juga mengembangkannya sebagai sumber energi dalam bidang otomotif. Perusahaan ini pula yang pertama kali

mendemonstrasikan fuel cell untuk otomotif, yang menggunakan membrane PEM (proton exchange membrane) yang mampu beroperasi pada kondisi beku.



Beberapa contoh penggunaan fuel cell dalam kendaraan bermotor

Jenis-jenis fuel cell dapat dibedakan berdasarkan temperatur operasionalnya. Fuel cell yang dioperasikan pada temperatur kurang dari atau sampai 200°C , contohnya yaitu PEMFC (*proton exchange membrane fuel cell*) dan DMFC (*Direct methanol fuel cell*). Kedua jenis fuel cell tersebut sudah dalam tahap komersial, tetapi risetnya masih berlanjut sampai sekarang dalam rangka meningkatkan efisiensinya. Fuel cell yang dioperasikan pada temperatur sedang, yaitu antara 600°C – 800°C , contohnya adalah MCFC (*molten carbonate fuel cell*) yang mampu menghasilkan daya sampai 100 MW dan DCFC (*Direct Carbon Fuel Cell*). Meskipun kedua jenis ini sudah sampai pada tahap komersial, risetnya juga tetap berlangsung dalam rangka peningkatan efisiensinya. Sedangkan fuel cell yang dioperasikan pada temperatur tinggi yaitu antara 850°C – 1100°C , adalah SOFC (*solid oxide fuel cell*). Kelebihan dari SOFC ini adalah tidak diperlukan keberadaan katalis dalam sistemnya, sehingga biaya produksinya dapat diturunkan, karena katalis merupakan material yang cukup mahal serta mudah teracuni oleh hasil samping reaksi dalam sel, yaitu karbon monoksida atau teracuni oleh kandungan sulfur dalam bahan bakarnya.

Salah satu jenis fuel cell yang cukup menarik adalah fuel cell yang menggunakan bakteri sebagai katalis. Tepatnya, menggunakan enzim dari bakteri tersebut sebagai katalis, dikarenakan enzim dari bakteri mikroba tersebut bersifat aktif secara elektrokimia, yaitu mampu mentransfer elektron-elektron ke material lain. Pada fuel



cell jenis ini, yang biasa disebut dengan *microbial fuel cell*, bahan bakar dioksidasi oleh mikroorganisme di anoda, menghasilkan elektron-elektron dan proton-proton. Elektron-elektron ditransfer ke katoda melalui sirkuit eksternal, sedangkan proton-proton ditransfer ke katoda melalui separator membran.

Perkembangan teknologi yang menghasilkan sumber energi yang bersih dan dapat diperbarui sangat diperlukan saat ini, dengan tujuan utama mengurangi pelepasan karbon dioksida ke dalam atmosfer bumi yang berkontribusi besar pada pemanasan global. Bahkan, pemerintah Indonesia telah menjadikan hal tersebut sebagai salah satu kebijakannya yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah RI tahun 2006. Dalam PP tersebut ditetapkan bahwa 5% dari konsumsi energi nasional harus merupakan sumber energi baru. Dewan riset nasional, pada tahun 2006 juga sudah mencanangkan bahwa pada tahun 2025, sel bahan bakar dengan kapasitas 250 MW harus sudah dikembangkan. Dengan perkembangan pesat riset-riset fuel cell di luar negeri, bahkan teknologi ini telah memasuki tahap komersial di negara-negara maju tersebut, terutama dalam bidang otomotif. Kita berharap bangsa Indonesia mampu secara mandiri mengembangkan teknologi ini sehingga tidak hanya menjadi pangsa pasar bagi produk-produk fuel cell dari Negara lain.

Saat ini para peneliti yang tergabung dalam konsorsium Fuel Cell Indonesia (FCI) telah menghasilkan prototype skala laboratorium pembangkit listrik tenaga (PLT) Fuel Cell dengan kapasitas 500 watt untuk pemakaian di rumah tangga. Penelitian-penelitian pembuatan komponen-komponen fuel cell telah dilakukan secara parsial di berbagai lembaga penelitian seperti LIPI, BPPT, Batan, ITB, UI, Lemigas maupun PLN. Selanjutnya, prototype PLT fuel cell tersebut akan dikembangkan untuk skala industri. Cetak biru produksi PLT fuel cell telah dibuat oleh konsorsium FCI dan telah ada industri yang tertarik untuk memproduksinya, yaitu *Medco Energy*. Dengan bantuan kebijakan dari pemerintah baik berupa pemberian insentif maupun keringanan pajak, diharapkan dapat menurunkan biaya produksi dan pembangkitan PLT fuel cell tersebut sehingga mampu bersaing dengan pembangkit listrik konvensional yang telah ada.

Pengembangan selanjutnya adalah meningkatkan kandungan lokal dalam PLT fuel cell, antara lain pada bahan baku polimer dan oksida padat yang digunakan. Sedangkan gas hidrogen, sebagai bahan bakar fuel cell, keberadaannya melimpah di Indonesia. Dari PLTU Suralaya saja, gas hidrogen dihasilkan sebagai produk samping sebanyak 150 ton per hari, sedangkan yang dimanfaatkan kembali untuk pembangkitnya hanya 20 ton per hari. Dengan ketersediaan bahan bakar, bahan baku komponen fuel cell, serta para peneliti yang kompeten, maka selayaknyalah bangsa Indonesia menyandarkan harapan pada kelompok-kelompok riset di bidang fuel cell tersebut, baik yang berasal dari universitas-universitas, maupun lembaga-lembaga penelitian di Indonesia untuk mampu mengembangkan teknologi fuel cell sebagai pembangkit energi yang bersih, secara mandiri.



PLTU Suralaya, Cilegon, Banten

Bahan bacaan

- http://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_cell
- <http://world.honda.com/HDTV/FuelCell/Promo-0304/>
- Kompas, 2003, Pengembangan Fuel Cell di Indonesia, Juli 25 2003.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia No: 5 Tahun 2006, tentang kebijakan energi nasional.

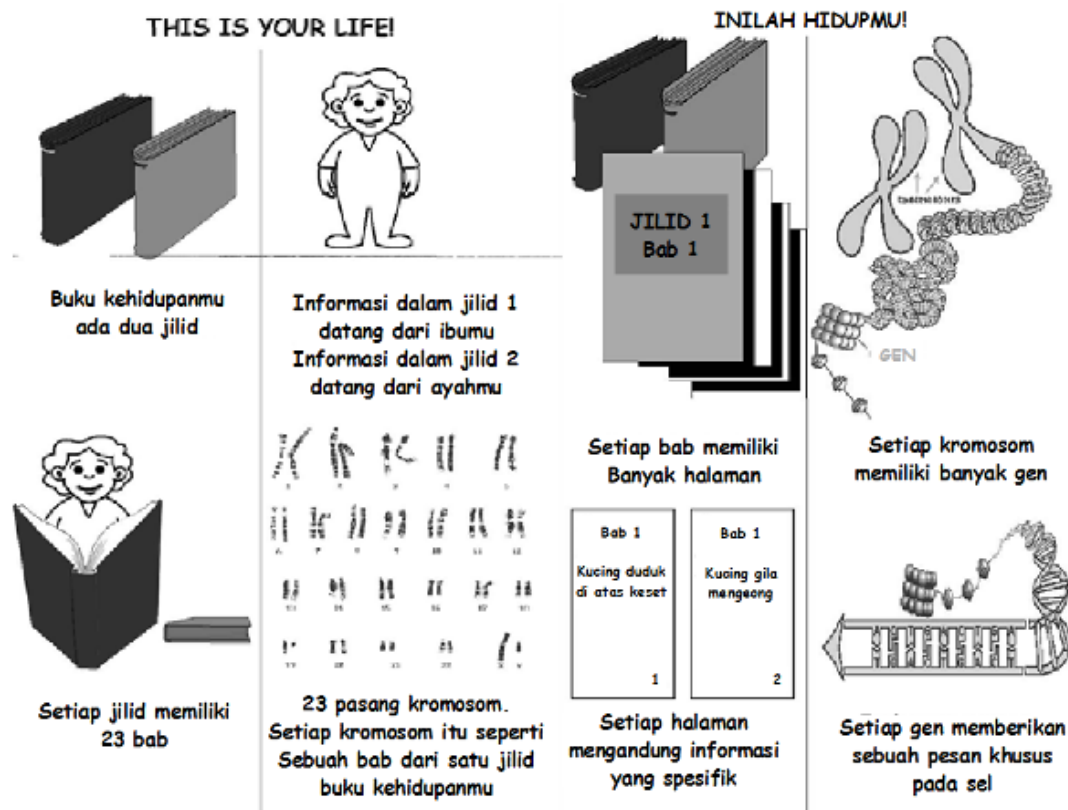
Penulis

Fitria Rahmawati, dosen Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta dan juga Mahasiswa doctoral di Kelompok Keahlian Kimia Anorganik dan Fisik Institut Teknologi Bandung (ITB). Kontak: fi_rahmawati at yahoo dot com.

Rubrik Biologi

“Informasi genetika manusia: Buku kehidupan kita”

Setiap manusia dilahirkan sama, namun memiliki ciri khas yang berbeda-beda. Bentuk dan karakter manusia telah ditentukan sejak proses pembentukannya. Kita bayangkan bahwa sejak lahir manusia membawa buku kehidupan. Buku tersebut terdiri dari 2 jilid, dari gen ayah dan ibu. Masing-masing jilid terdiri dari 23 bab, atau di dalam tubuh dikenal sebagai kromosom. Seperti buku, masing-masing bab berbeda-beda, ada yang tebal dan ada yang tipis. Ada kromosom yang memiliki ribuan informasi genetik, sedangkan kromosom yang lain memiliki ratusan informasi genetik. Kalimat di dalam bab buku diibaratkan sebagai DNA (*Deoxyribonucleotide Acid*), yang hanya memiliki 4 huruf atau basa nitrogen yakni A (*Adenin*), T (*Thymine*), G (*Guanine*) dan C (*Cytosine*). Huruf-huruf tersebut tersusun berulang dalam ribuan kombinasi. Rangkaian dari DNA yang memiliki kemampuan untuk membentuk protein dikenal sebagai gen. Protein ini selanjutnya akan menjadi berbagai komponen yang akan membentuk tubuh manusia.





Tubuh manusia tersusun atas jutaan sel. Setiap sel mengandung kopi informasi genetik yang tersimpan dengan sempurna di dalam inti sel. Pengecualian tentu saja pada sel yang tidak memiliki inti sel, seperti sel darah merah atau eritrosit. Rantai DNA bila diurutkan sangatlah panjang. Bila dibentangkan panjangnya setara dengan jarak bumi ke bulan lima ribu kali bolak-balik. Oleh karena itu, rantai DNA harus digulung sedemikian rupa pada protein yang disebut *histone*. Rangkaian DNA yang terlilit histone menyerupai bentuk tasbih, dan kemudian terlipat sehingga membentuk kromosom. Selain inti sel, DNA juga tersimpan dalam mitokondria namun dalam bentuk yang berbeda dengan kromosom. Mitokondria adalah unit yang tersebar di dalam sel dan berfungsi sebagai pusat energy sel yang dihasilkan dari proses respirasi sel.

Bentuk rantai DNA adalah rantai ganda terpilin (*double helix*). Meskipun sangat panjang, namun saat ini hanya sekitar 10% saja yang mampu membentuk DNA, yang disebut *coding DNA*. Sebagian besar rantai DNA yang tidak mampu membentuk protein, atau *non-coding DNA* pada awalnya diduga sebagai DNA sampah. Namun saat ini, telah diketahui non-coding DNA memiliki peran tersendiri, diantaranya turut menentukan kemampuan coding DNA dalam membentuk protein.

Meskipun tiap manusia memiliki gen yang hampir sama, namun ekspresi gen (protein yang terbentuk) ditentukan pula oleh faktor lingkungan. Faktor lingkungan memberikan rangsang yang berbeda-beda sehingga menghasilkan respon gen yang berbeda-beda pula. Sebagai contoh, bila seseorang memiliki orang tua yang memiliki penyakit diabetes atau kencing manis, anak dari orang tua tersebut memiliki kecenderungan yang besar untuk terkena penyakit diabetes. Namun bila sejak dini anak tersebut sudah membiasakan pola hidup yang sehat seperti mengurangi konsumsi makanan kaya lemak dan meningkatkan makanan kaya serat, maka kemungkinan untuk terkena diabetes menjadi kecil. Begitu juga sebaliknya, bila seseorang yang normal sejak dini tidak mengatur pola makannya, maka kecenderungan untuk terkena diabetes meningkat seiring dengan perjalanan umur.

Gen menghasilkan protein bila dibutuhkan sesuai dengan stimulus dari luar dan perkembangan manusia. Bila tidak dibutuhkan, maka DNA akan diikat secara erat pada protein histone, sehingga tidak mampu menghasilkan protein. Faktor lingkungan seperti radiasi atau zat pemicu kanker (karsinogenik) seperti merkuri dan formalin juga dapat menyebabkan hilangnya atau meningkatnya kemampuan gen secara berlebihan, bahkan dapat juga menyebabkan munculnya kemampuan gen yang seharusnya tidak



dibutuhkan. Perubahan ini dikenal sebagai mutasi. Hampir semua mutasi memiliki dampak yang merugikan bagi manusia dan menimbulkan penyakit, bahkan kematian.

Perkembangan ilmu kedokteran saat ini telah mengidentifikasi sekitar 23 ribu gen yang tersebar dalam 23 kromosom dan di dalam mitokondria. Jumlah total pasangan basa di dalam kromosom manusia mencapai 3 miliar. Para ahli yang tergabung dalam *Human Genome Project* saat ini telah berhasil memetakan informasi mengenai lokasi dan urutan basa DNA manusia. Hal ini merupakan salah satu terobosan kemajuan teknologi kedokteran yang memiliki peranan penting dalam peradaban manusia. Meskipun proyek ini telah selesai sejak April 2003, pemahaman fungsi dari keseluruhan rantai DNA belumlah selesai. Namun demikian, dengan keberhasilan memetakan informasi genetik manusia, membuka peluang bagi ribuan ilmuwan dari seluruh dunia untuk mempelajari informasi genetik. Penelitian di bidang genetika telah berhasil mengidentifikasi penyebab penyakit, target pengobatan dan bahkan menemukan gen baru yang memiliki peranan penting di dalam tubuh. Siapa tahu, Andalah yang setelah ini akan menemukan gen baru.

Catatan

Meskipun dalam tulisan ini digunakan analogi bab buku untuk kromosom, harap diingat bahwa kromosom dan hampir semua sistem di dalam makhluk hidup adalah berpasangan. Kromosom manusia berjumlah 23 pasang (atau 46 buah), yaitu 22 pasang membentuk tubuh kita, dan satu pasang menentukan jenis kelamin. Seorang anak akan menerima 23 kromosom tunggal dari masing-masing orang tua, sehingga jumlah kromosom tiap generasi adalah tetap (23 pasang).

Penulis

Mas Rizky A. A. Syamsunarno, Dosen Fakultas Kedokteran Unpad, saat ini sedang meneruskan kuliah S3 di Gunma University, Jepang. Kontak: masrizkyanggun at yahoo dot com.

Rubrik Teknologi

“Bergaul dengan baterai Litium-Ion”



Iphone memanfaatkan baterai litium ion sebagai sumber energinya

Dewasa ini baterai menjadi barang yang tidak bisa dilepaskan dalam kehidupan sehari-hari kita. HP, digital kamera, laptop, bahkan Robot dan mobil, kesemuanya memerlukan baterai sebagai sumber penggerak. Baterai akan menjadi salah satu sumber energi masa depan yang sangat menjanjikan.

Diantara banyak jenis baterai, baterai litium-ion mendapat perhatian utama. Selain memiliki kepadatan energi yang tinggi, baterai ini juga ringan, dan bisa dipakai berkali-kali.

Bateri litium-ion, pertama kali dikembangkan oleh ilmuwan Jepang, Yoshino Akira, yang memadukan karbon, litium dan polimer sebagai anoda. Pada tahun 1991 untuk pertama kalinya baterai litium-ion diproduksi secara massal oleh Sony Corp berkerja sama dengan Asahi Kasei Corp. Sejak saat itu, baterai litium-ion terus berkembang pesat dan pada tahun 2010 baterai litium-ion mulai digunakan pada mobil, lebih dikenal dengan nama mobil hybrid atau mobil elektrik

Pada kesempatan kali ini saya akan mencoba menjelaskan prinsip, bagian-bagian pada baterai litium beserta teknologi yang ada didalamnya.

Prinsip kerja dari baterai Litium-ion

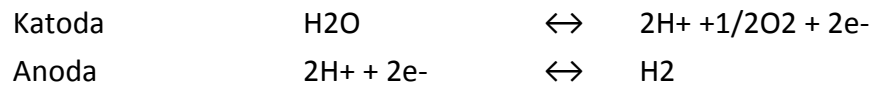
Table 1 memperlihatkan perbandingan 3 jenis baterai, yaitu fuel cells, baterai nikel-metal hydride dan baterai litium-ion, yang menjadi perhatian saat ini. Ketiga jenis baterai ini memiliki kesamaan yaitu memanfaatkan reaksi redoks (reduksi dan oksidasi) pada kedua elektroda untuk menghasilkan listrik.

Fuel cells memanfaatkan reaksi antara hydrogen dan oksigen untuk menghasilkan listrik. Voltase yang dihasilkan, secara teoritis 1.23 V, namun pada kenyataannya hanya menghasilkan dibawah 1.0 V. Berbeda dengan fuel cell, baterai nikel-metal hydride

menggunakan material penyimpan hydrogen sebagai anoda, dan nikel hidroksida sebagai katoda. Baterai ini mampu menghasilkan 1.32 V.

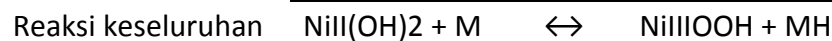
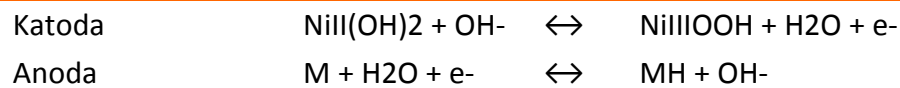
Tabel 1. Reaksi utama yang terjadi pada beberapa baterai
(Chemistry Today 2009, 463, pg 20)

a) Fuel cells



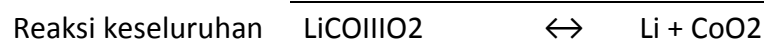
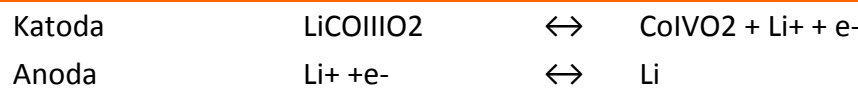
Elektroda : C/Pt , voltase : (teori 1.23 V, kenyataannya ~1.0 V)

b) Baterai Nickel-Metal hydride



Larutan elektrolit : KOH, voltase : 1.32V

c) Baterai Litium-ion



Larutan elektrolit : LiPF₆ (larutan karbonat), voltase : 3.70V

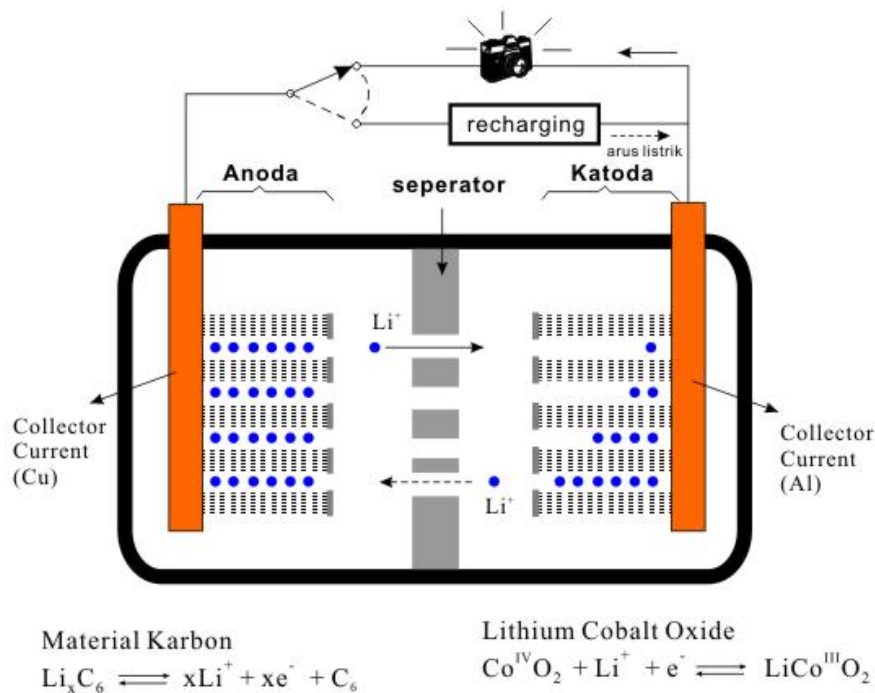
Diantara ketiga jenis baterai ini, baterai litium-ion lah yang menghasilkan voltase tertinggi, 3 kali lipat dari yang dihasilkan baterai nickel-metal hydride. Baterai litium menggunakan komposit berstruktur layer, Litium Cobalt Oxide (LiCoO_2), sebagai katoda, dan material karbon (dimana litium disisipkan diantara lapisan karbon) sebagai anoda.

Susunan struktur dari baterai litium-ion bisa dilihat pada gambar 1. Baterai litium ion terdiri atas anoda, separator/pemisah, elektrolit, dan katoda. Katoda dan anoda umumnya terdiri atas 2 bagian, yaitu bagian material aktif (tempat masuk-keluarnya ion litium) dan bagian pengumpul elektron (collector current).

Proses penghasilan listrik pada baterai litium-ion dapat dijelaskan sebagai berikut: ketika anoda dan katoda dihubungkan, elektron akan mengalir dari anoda menuju katoda, bersamaan dengan itu arus listrik mengalir dengan arah sebaliknya. Pada bagian dalam baterai, terjadi proses pelepasan ion litium pada anoda, untuk kemudian ion tersebut berpindah menuju katoda melalui larutan elektrolit. Di katoda, bilangan oksidasi kobalt berubah dari 4 menjadi 3, karena masuknya elektron dan ion litium dari

anoda. Sedangkan proses recharging/pengisian ulang, terjadi berkebalikan dengan proses ini.

Dari sekian banyak jenis logam, mungkin kita akan bertanya kenapa litium dijadikan sebagai bahan anoda? Litium memiliki nilai potensial standar paling negatif (-3.0 V), paling ringan (berat atom: 6.94 g), sehingga bila digunakan sebagai anoda dapat menghasilkan energi yang tinggi.



Gambar 1. Struktur Baterai Litium-ion
(Chemistry Today 2009, 463, pg 21, dengan perubahan)

Berikut ini cara menghitung nilai kepadatan energi yang dihasilkan oleh baterai litium ion secara teori. Jika menggunakan logam litium pada anoda, maka dari 1 kg logam litium dapat menghasilkan kapasitas energi per 1 kg massa sebesar (Coulumb/second = Ampere) :

$$= \frac{96500\text{C/mol}}{3600\text{s/hour}} \times \frac{1000\text{gr/kg}}{6.94\text{gr/mol}} = 3861\text{Ah/kg}$$

Bila dikalikan dengan potensial standar litium (3 V), kepadatan energi menjadi 11583 W h/kg (W=Watt, h=hours). Sedangkan bila menggunakan senyawa karbon sebagai



anoda, dan dianggap satu unit grafit (6 atom karbon) mampu menampung 1 atom litium, maka setiap 1 kg anoda memiliki kapasitas energi 339 A h/kg secara teori.

Sama halnya dengan anoda, kapasitas energi pada katoda bisa dihitung dengan cara yang sama. Untuk LiCoO₂, secara teori memiliki kapasitas energy 137 Ah/kg. Dengan mengetahui berat molekul dari material elektroda (disebut juga material aktif) dan berapa banyak elektron yang keluar masuk di setiap molekulnya, kapasitas dan kepadatan energi baterai litium dapat dihitung secara teori.

Bahan bacaan

- D. Aurbach, K. Gamolsky, B. Markovsky, Y. Gofer, M. Schmidt, and U. Heider, *Electrochim. Acta* 2002, 47, 1423-1439
- H. Kim, B. Han, J. Choo, and J. Cho, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2008, 47, 10151 – 10154
- W. M Zhang, J. S Hu, Y. G Guo, S.F Zheng, L.S Zhong, W.G.S, and L.J Wan, *Adv. Mater.* 2008, 20, 1160–1165
- J. Huang, Z. Jiyang, *Electrochim. Acta* 2008, 53, 7756-7759

Penulis

Deddy Eka Priyanto, mahasiswa sarjana pada jurusan Teknik Kimia, Universitas Kyoto, Jepang, yang akan melanjutkan program magister di tempat yang sama mulai April 2011. Kontak: dedlier at yahoo dot com.



Rubrik Kesehatan

“Kualitas pangan”

Dalam kehidupan sehari-hari kita sering membicarakan masalah mutu. Sering diantara kita beranggapan bahwa sebagian besar mutu produk buatan luar negeri lebih baik daripada produk dalam negeri. Atau secara tidak sadar kita sering berkomentar wah payah barang/pakaian/makanan atau apa saja produk hasil manusia kita katakan tidak bermutu.

Pertanyaan mendasarnya adalah, "Apa sesungguhnya mutu itu?" Pertanyaan ini memiliki banyak jawaban karena maknanya akan berlainan bagi setiap orang dan tergantung pada konteksnya. Selain itu, mutu sendiri memiliki banyak kriteria yang berubah terus menerus.

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, dalam hal makanan, kadang dengan serta-merta kita mengatakan suatu barang bermutu apabila: rasa makanannya enak atau sesuai dengan selera, higienis, ukuran porsi makanan sesuai, pilihan jenis-jenis (menu) masakan, kecepatan pelayanan, keramahan pelayan, kenyamanan dan keamanan lingkungan, dan harga yang sesuai.

Pertanyaan mengenai apakah produk atau jasa tersebut memenuhi atau bahkan melebihi harapan konsumen/pelanggan merupakan aspek yang penting dalam mutu. Selain itu dikenal pula istilah *fitness for use*, yang memiliki dua aspek utama, yaitu:

1. *Ciri-ciri produk yang memenuhi permintaan pelanggan.* Mutu yang lebih tinggi memungkinkan perusahaan meningkatkan kepuasan pelanggan, membuat produk laku terjual, dapat bersaing dengan pesaing, meningkatkan pangsa pasar dan volume penjualan, serta dapat dijual dengan harga yang lebih tinggi.
2. *Bebas dari kekurangan.* Mutu yang tinggi menyebabkan perusahaan dapat mengurangi tingkat kesalahan, mengurangi pengerjaan ulang dan pemborosan, mengurangi biaya garansi, mengurangi ketidakpuasan pelanggan, mengurangi inspeksi dan pengujian, memperpendek waktu pengiriman produk ke pasar, meningkatkan hasil dan kapasitas, dan memperbaiki kinerja penyampaian produk atau jasa.

Penerapan konsep mutu di bidang pangan dalam arti luas menggunakan penafsiran yang beragam, diantaranya adalah mutu merupakan gabungan atribut produk yang dinilai secara organoleptik (warna, tekstur, rasa dan bau).

Dari aspek konsumen didasarkan pada pemilihan produk secara total oleh konsumen. Dalam hal ini mutu dianggap sebagai derajat penerimaan konsumen terhadap produk yang dikonsumsi berulang (seragam atau konsisten dalam standar dan spesifikasi), terutama sifat organoleptiknya. Mutu juga dapat dinilai sebagai kepuasan (kebutuhan dan harga) yang didapatkan konsumen dari integritas produk yang dihasilkan produsen.

Produk-produk bahan pangan dapat digolongkan menjadi dua berdasarkan mutunya yaitu: (1) karakteristik fisik/tampak, meliputi **penampilan** yaitu warna, ukuran, bentuk dan cacat fisik; **kinestetika** yaitu tekstur, kekentalan dan konsistensi; **flavor** yaitu sensasi dari kombinasi bau dan cicip, dan (2) karakteristik tersembunyi, yaitu nilai gizi dan keamanan mikrobiologis.

Berdasarkan karakteristik tersebut, profil produk pangan umumnya ditentukan oleh ciri organoleptik, misalnya kerenyahan pada keripik. Selain itu terdapat juga ciri organoleptik lainnya yang ikut menentukan mutu pangan seperti bau, aroma, rasa, dan warna.

Pada produk pangan, pemenuhan spesifikasi dan fungsi produk yang bersangkutan dilakukan menurut standar estetika (warna, rasa, bau, dan kejernihan), kimiawi (mineral, logam-logam berat dan bahan kimia yang ada dalam bahan pangan), dan biologi/mikrobiologi (tidak mengandung bakteri patogen penyebab penyakit).



"makanlah yg banyak" biar tetap sehat :D
(Restoran Handaya, Sendai - Jan 2007)

Penulis

Ardiansyah, peneliti dalam bidang pangan di IPB Indonesia dan Universitas Tohoku, Jepang. Kontak: arditpg at gmail dot com.



Rubrik Ilmu Sosial

“Negara kaya dan negara miskin, bagaimana mengukurnya?”

Apa yang membuat suatu negara dianggap lebih makmur dari sebelumnya atau dari negara lain? Mengapa Jepang dianggap sebagai keajaiban ekonomi? Atau mengapa akhir-akhir ini turis dari China makin banyak ditemui di mana-mana? Pertanyaan-pertanyaan itu terkait dengan sebuah kata yang akan kita bahas di sini, GDP. Suatu negara dapat dinilai lebih makmur dari sebelumnya atau dari negara lain antara lain jika nilai GDP-nya per penduduknya naik dari sebelumnya atau lebih tinggi dibandingkan dengan negara pembanding. Jepang dianggap sebagai keajaiban ekonomi karena sejak masa setelah perang berhasil menggandakan GDPnya hampir 75 kali dalam 30 tahun (dari 14,2 pada 1951 menjadi 1040,1 milyar dolar AS pada 1980). Sedangkan GDP China rata-rata naik sekitar 10% dalam 30 tahun terakhir ini.

GDP, singkatan dari *Gross Domestic Product*, yang diterjemahkan ke dalam Bahasa Indonesia menjadi Produk Domestik Bruto atau PDB, adalah salah satu ukuran kinerja ekonomi sebuah negara. Mengapa suatu negara perlu mengetahui GDP-nya? Salah satu manfaat GDP adalah, bersama indikator ekonomi yang lain, dapat dijadikan alat ukur keberhasilan suatu pemerintahan. Selain itu saat ini GDP juga dapat dianggap sebagai indikator ekonomi paling penting karena sifatnya yang menyeluruh dan menjadi muara ataupun sumber dari kebanyakan ukuran-ukuran kinerja ekonomi lain seperti inflasi, angka pengangguran, dan sebagainya.

Apa yang sebenarnya terkandung dalam GDP?

Dari namanya ada 3 elemen GDP yang dapat kita uraikan satu per satu. Pertama, "*gross*" berarti kasar sehingga dapat dibayangkan akan ada pengurang untuk menjadi angka yang lebih bersih. Dari penurunan angka kasar inilah nantinya kita bisa melihat bahwa sebenarnya GDP benar-benar dekat dengan kehidupan orang per orang. Kedua, "*domestic*" berarti GDP berkaitan dengan wilayah, atau negara yang merupakan wilayah dengan otoritas tertinggi. Ketiga, "*product*", dari mana bisa kita simpulkan bahwa GDP mengukur produksi, capaian, keluaran, atau hasil. Dengan demikian lebih



tepatnya GDP didefinisikan sebagai total nilai seluruh barang dan jasa yang diproduksi dalam suatu negara pada periode waktu tertentu.

Kemudian bagaimana kita menghitung nilai barang dan jasa yang diproduksi ini? Saat ini disepakati bahwa nilai barang dan jasa dilihat dari harga pasarnya, atau harga yang dibayarkan oleh pengguna untuk dapat menikmati barang dan jasa tersebut. Penghitungan nilai tersebut dapat didekati dari 2 arah, yaitu dari sisi pendapatan atau sisi pembayaran, yang akan menghasilkan angka yang sama. Mungkin akan terpikir betapa rumitnya menjumlahkan pendapatan atau pembayaran atas seluruh barang dan jasa dalam suatu negara, setiap tahun. Tentunya tidak mungkin kita benar-benar menghitung satu persatu barang dan jasa tersebut, sehingga dapat dilakukan suatu metode tertentu seperti mengambil sampel/contoh melalui survei sebagai bahan menghitung nilai keseluruhan. Tidak tertutup kemungkinan adanya kekeliruan dalam penghitungan ini. Namun demikian apabila metode statistik yang dipakai cukup valid, maka secara umum kekeliruan yang terjadi tidak akan terlalu besar. Selain itu agar dapat dilakukan perbandingan antarnegara, perlu ada kesepakatan secara internasional agar cara-cara penghitungan tersebut dilakukan sesuai standar yang sama. Saat ini sistem pengukuran yang disepakati adalah *System of National Account* (SNA) atau Sistem Neraca Nasional dari PBB.

Angka GDP dapat disajikan dalam beberapa bentuk, antara lain nominal, riil, dan per kapita. GDP nominal adalah angka GDP sesuai dengan nilai uang saat itu. GDP riil menghitung GDP dengan memperhitungkan perubahan nilai uang yang disebabkan oleh inflasi/deflasi (naik/turunnya harga barang). Sedangkan GDP per kapita adalah angka GDP dibagi dengan total penduduk, sehingga mencerminkan angka kemakmuran tiap orang.

Dalam perhitungan GDP banyak pengabaian terpaksa dilakukan. Salah satu contoh transaksi yang diabaikan adalah barang dan jasa yang dihasilkan dan digunakan sendiri, seperti makanan yang dimasak di rumah sendiri, atau menjahit baju sendiri. Namun demikian ada salah satu jenis transaksi semacam itu yang dimasukkan dalam perhitungan GDP, yakni nilai jasa tinggal di rumah sendiri. Nilai jasa tersebut diasumsikan sama dengan harga sewa rumah yang akan dibayar penyewa sekiranya rumah tersebut disewakan. Nilai asumsi semacam ini disebut *imputed value*. Metode *imputed value* juga diterapkan pada barang dan jasa yang tidak ada nilai pasarnya, seperti layanan umum yang disediakan secara gratis oleh pemerintah. Nilai jasa



pemerintah semacam ini dihitung dari harga perolehannya, yakni berapa biaya yang dikeluarkan pemerintah untuk menyediakan barang atau jasa tersebut.

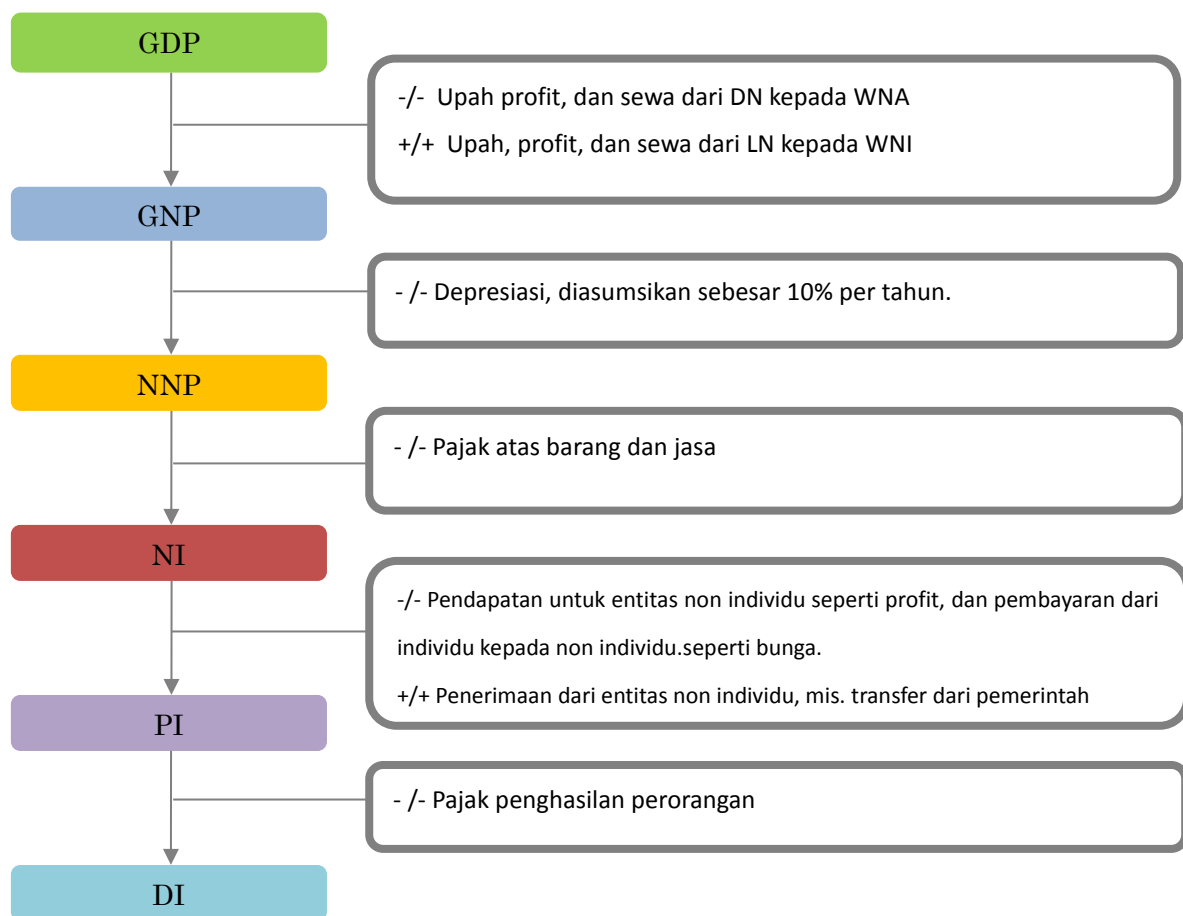
Selain itu ada beberapa contoh kegiatan ekonomi yang dikecualikan dari perhitungan GDP. Salah satunya jual beli barang bekas. Seperti kita ketahui barang bekas seringkali masih sangat bernilai, bahkan ada barang bekas yang nilainya makin lama tinggi, misalnya benda-benda koleksi. Mengapa penghitungan GDP mengecualikan nilai barang bekas? Karena pada hakekatnya tidak ada barang baru yang diproduksi, dan meningkatnya harga barang bekas dapat dianggap sebagai transfer pendapatan, yakni dari pembeli ke penjual, dengan demikian secara agregat nilai barang dan jasa dalam negara tersebut tidak bertambah ataupun berkurang. Satu lagi perputaran barang dan jasa yang sulit dimasukkan dalam penghitungan GDP adalah barang dan jasa yang berputar di sektor informal, atau biasa disebut *underground economy*. Negara berkembang umumnya memiliki sektor informal cukup besar, sehingga perbandingan angka GDP resmi antara negara berkembang dan negara maju seringkali menjadi bias. Di Indonesia sektor informal contohnya pedagang asongan, tukang ojek, usaha rumahan dan sebagainya, usaha yang menghasilkan nilai tambah namun tidak resmi tercatat.

Selanjutnya mari kita bahas bagaimana angka GDP dapat mempengaruhi hidup kita secara pribadi. Seperti kita bahas di awal, GDP adalah angka kasar. Dari situ bisa didapat ukuran-ukuran lain yang lebih khusus yang akhirnya akan sampai pada ukuran kemakmuran setiap orang. GDP apabila kita tambahkan dengan nilai bersih pendapatan dan pengeluaran warga Indonesia yang diterima dan dibayarkan di luar negeri dan kita kurangkan dengan nilai bersih yang diterima/dibayarkan warga asing di Indonesia, maka akan kita dapatkan angka yang disebut *Gross National Product* (GNP). Dengan kata lain GDP berdasarkan teritori, sedangkan GNP berdasarkan status kependudukan.

Dari GNP, apabila dikurangkan biaya depresiasi, yakni surutnya nilai barang dan jasa dalam satu periode, maka kita dapatkan angka yang disebut *Net National Product* (NNP). Jadi NNP merefleksikan nilai barang dan jasa secara lebih intrinsik, bukan hanya berdasarkan harga. Dari NNP kita berlanjut pada apa yang disebut *National Income* (NI) dimana perbandingan keduanya menggambarkan perbedaan dari nilai yang dibayarkan pengguna barang dan jasa (angka NNP) dengan nilai yang diterima penyedia barang dan jasa (angka NI). Perbedaan ini timbul dari adanya pajak atas barang dan jasa yang disetorkan kepada pemerintah. Dengan demikian, sebenarnya nilai tersebut tidak

benar-benar hilang dari agregat ekonomi suatu negara, melainkan hanya berpindah kantong saja. Dari angka NI ini kemudian dapat dihitung *Personal Income* (PI) atau pendapatan pribadi, yakni nilai NI setelah dikurangkan dengan pendapatan yang diterima entitas non individu, atau pembayaran dari individu kepada entitas non individu. Yang terakhir, dari angka PI, berapa yang benar-benar bisa kita dibelanjakan, disebut dengan *Disposable Income* (DI), yaitu PI setelah dikurangi kewajiban pajak penghasilan pribadi.

GDP dan Ukuran Pendapatan Lainnya



Selanjutnya untuk mengukur kemakmuran suatu negara apakah pemerintah hanya perlu peduli pada angka GDP saja? Selain angka GDP umumnya pemerintah juga memperhatikan seberapa meratanya penyebaran kemakmuran tersebut. Misalnya jika pendapatan terkumpul pada suatu kelompok kecil saja maka walaupun angka GDP tinggi kemungkinan jumlah orang miskin masih banyak. Untuk itu ada ukuran lain yang tidak kalah penting misalnya *Poverty Index* (ukuran kemiskinan) dan *GINI Coefficient*



(ukuran pemerataan). Selain itu akhir-akhir ini juga muncul ukuran kemakmuran yang sifatnya lebih luas, seperti *Gross National Happiness* (GNH), yang mempertimbangkan unsur-unsur penyumbang kualitas hidup yang lain seperti kualitas budaya dan lingkungan.

Bahan bacaan

- N. G. Mankiw, *Macroeconomics, 5th edition*, Worth Publisher (2003).
- <http://www.worldbank.org>
- <http://www.jref.com>
- <http://www.grossnationalhappiness.com>

Penulis

Yogi Rahmayanti, mahasiswi doktoral dalam bidang ekonomi di Universitas Osaka, Jepang. Kontak: rahmayantiyogi at yahoo dot com.



Rubrik Budaya

“Belajar dari Jepang: Matsuri”

Ketika mendengar kata Jepang, apa yang biasanya terlintas dalam benak kita? Sebagian besar orang akan menjawab teknologi, sepeda motor, sushi, kimono, atau komik. Semua benar karena memang banyak produk buatan Jepang yang beredar di Indonesia. Namun, di atas semua itu, pernahkah terbersit keingintahuan tentang seperti budaya Jepang saat ini? Kita sering mendengar bahwa Jepang adalah bangsa yang berbudaya dan berdisiplin tinggi sehingga bisa maju pesat seperti sekarang ini. Namun, apakah hal tersebut benar adanya dan terpelihara hingga sekarang? Dalam tulisan ini, penulis ingin berbagi pengalaman tentang budaya Jepang yang dilihat sehari-hari selama tinggal di Jepang.

Salah satu poin dalam kebudayaan Jepang yang akan dibicarakan di sini adalah *matsuri*, yang dapat diterjemahkan menjadi festival. Ketika pertama kali mengunjungi Jepang beberapa tahun lalu, penulis merasa penasaran dengan semaraknya festival yang ada saat itu. Ketika akhirnya tinggal lebih lama lagi, penulis semakin takjub dengan beragamnya festival yang ada. Sekilas semua festival tersebut tampak sama tetapi jika dicermati lebih dekat, ternyata sangat bervariasi.

Matsuri yang beragam

Matsuri di Jepang biasanya diselenggarakan untuk memperingati hari tertentu yang berhubungan dengan kepercayaan Shinto atau Buddha. Beberapa festival bahkan telah ada sejak beratus-ratus tahun lalu sebagai persembahan kepada para dewa. Ritual kepercayaan tersebut masih tetap menjadi inti dari festival yang ada sekarang, tetapi ditambahi dengan acara lain yang meriah. Festival yang berhubungan dengan kepercayaan semacam ini biasanya diadakan di suatu kuil. Kuil Shinto di Jepang pun cukup banyak alirannya dan masing-masing mempunyai semacam hari penting tertentu yang perlu dirayakan. Oleh sebab itu, tampak banyak sekali jenis festival yang diadakan di Jepang. Barangkali jika diamati lebih cermat, hampir tiap minggu ada beragam festival di berbagai tempat yang berbeda.

Selain itu, festival di Jepang juga sering diselenggarakan berdasarkan musim. Seperti kita tahu bahwa Jepang terdiri dari empat musim dan masing-masing musim tersebut



dianggap spesial bagi masyarakat Jepang. Festival yang berkaitan dengan perayaan salah satu musim ini biasanya berbeda-beda antara satu tempat dengan tempat lainnya. Misalnya, ketika musim dingin, daerah di kawasan utara lebih bersalju sehingga muncul beragam festival salju (*yuki matsuri*). Ketika musim semi, bunga-bunga mulai bermekaran di seluruh penjuru Jepang lalu diadakanlah festival melihat bunga Sakura dan sebagainya (*hana matsuri*). Musim panas yang biasanya cukup melelahkan pun tetap dirayakan dengan adanya festival kembang api (*hanabi taikai*) dan juga festival tarian musim panas (*bon odori matsuri*). Saat musim gugur tiba pun cukup banyak terlihat festival musim gugur (*aki matsuri*) dengan pawai dan tarian.

Masyarakat di berbagai daerah juga sering menyelenggarakan festival lokal. Rata-rata festival lokal diselenggarakan oleh pemerintah kota atau perkumpulan masyarakat. Tujuannya bisa bermacam-macam, misalnya untuk memperingati hari bersejarah tertentu bagi masyarakat tersebut, menunjukkan daya tarik istimewa yang dimiliki kota tersebut, atau bahkan hanya sekedar untuk hiburan. Karena bersifat lokal, kemeriahan festival pun tergantung pada besar kecilnya kota penyelenggara. Meskipun begitu, ada beberapa festival lokal yang menjadi dangat populer di seluruh Jepang karena dinilai unik atau meriah. Festival lokal yang unik semacam ini biasanya dikunjungi tidak hanya oleh masyarakat lokal tetapi juga orang-orang dari kota lain dan bahkan wisatawan asing. Contohnya: Yuki Matsuri di Sapporo dan Fukushima, Gion Matsuri di Kyoto dan Fukuoka, serta festival lokal lainnya.

Beberapa contoh festival yang rutin diselenggarakan di Jepang:

- *Shogatsu* atau perayaan tahun baru
- *Hina Matsuri* atau festival boneka yang ditujukan untuk anak-anak perempuan
- *Hanami* atau menikmati Bunga Sakura
- *Kodomo no hi* atau hari anak, terutama untuk anak-anak laki-laki
- *Tanabata* atau festival bintang, setiap 7 Juli
- *Bon odori* atau festival tarian musim panas
- *Toro nagashi* atau festival penghanyutan lampion
- *Sichi-go-san (7-5-3)* atau perayaan untuk anak yang berusia 3, 5, atau 7 tahun
- *Setsubun* atau upacara perayaan pergantian musim



(kiri ke kanan) Gion Matsuri di Kyoto, Yuki Matsuri di Sapporo, dan Bon Odori

Kegiatan dalam Matsuri

Matsuri di Jepang adalah acara massal. Sebuah festival bisa melibatkan ratusan atau bahkan ribuan orang. Peserta festival ini tidak hanya sekedar datang berkumpul semata, tetapi berpartisipasi aktif dalam setiap bagian festival. Peserta festival biasanya adalah warga setempat yang tinggal di sekitar area festival. Tiap festival mempunyai detail kegiatan yang barangkali berbeda satu dengan lainnya.

Dari sekian banyak festival, yang paling sering terlihat adalah *omikoshi*. Omikoshi adalah miniatur kuil yang diusung seperti usungan atau gunung dalam upacara tradisional di Jawa dan Bali. Biasanya terbuat dari kayu dengan hiasan tali, ukiran, patung burung phoenix, dan berwarna keemasan, merah, atau ungu. Omikoshi ini bisa beragam ukuran dan beratnya. Misalnya, dalam Hakata Gion Matsuri di Fukuoka, terdapat satu omikoshi yang harus dipanggul oleh lebih dari 30 orang. Warga setempat dengan suka rela menyediakan diri untuk ikut memikul omikoshi ini secara bergantian. Bahkan, ada pula omikoshi ukuran kecil yang ditujukan untuk anak-anak usia SD.



Omikoshi

Matsuri di Jepang juga menarik karena pakaian tradisional yang dipakai para peserta ataupun penontonnya. Dalam kebanyakan festival, pesertanya memakai *happi*, semacam baju mirip piyama dengan tulisan kanji matsuri atau nama kelompok masyarakat di mana mereka bergabung. Biasanya mereka memesan khusus happi tersebut secara berkelompok. Untuk pembawa omikoshi, mereka biasanya memakai



sepatu tradisional yang mirip kaos kaki. Sepatu semacam ini sudah ada sejak zaman dahulu. Bahkan, di acara festival yang bertema sejarah, tidak jarang pakaian ala samurai atau orang zaman dulu pun turut ditampilkan.

Festival di Jepang, bukan sekedar ritual kepercayaan dan pawai omikoshi semata. Di sekitar arena matsuri, umumnya terdapat banyak tenda penjual makanan dan minuman. Makanan yang dijual adalah makanan tradisional seperti *takoyaki* (bola-bola berisi gurita), *yakisoba* (mi goreng), *ikayaki* (cumi-cumi panggang), *yakitori* (semacam sate) dan sebagainya. Bahkan terdapat juga semacam gula-gula arum manis seperti yang ada di Indonesia, manisan buah apel, dan gulali. Ketika festival musim panas, yang paling digemari adalah *kakigoori* atau es serut yang dikucuri sirup di atasnya.

Bagi pengunjung yang menonton matsuri, acara semacam ini juga sebagai tempat melepas penat dan bersantai bersama keluarga. Untuk anak-anak, banyak permainan yang bisa ditemui, misalnya memancing balon dari air dengan kait kertas, menangkap ikan kecil dengan saringan kertas, semacam tembak hadiah, dan sebagainya. Jika acara diselenggarakan di kuil Shinto, biasanya juga ada pentas tarian tradisional Jepang atau hiburan lainnya.

Hal lain yang menarik untuk diamati selain keberagaman festival di Jepang adalah dukungan masyarakat dalam penyelenggaraan acara tersebut. Jepang adalah negara modern yang perkembangan teknologinya sudah sedemikian pesat. Jika berpikir praktis, mungkin kita akan mengambil kesimpulan bahwa kemungkinan besar masyarakat Jepang sudah tidak mau lagi melakukan hal-hal yang bersifat tradisional. Namun kenyataannya hingga sejauh ini, budaya tradisional masih terpelihara dengan baik dalam masyarakat.

Dukungan seperti apakah yang diberikan oleh masyarakat terhadap pelestarian budaya di Jepang? Pertama, dukungan dana itu pasti. Masyarakat Jepang biasanya mendonasikan dana melalui kuil Shinto atau perkumpulan tertentu yang sekiranya akan menyelenggarakan acara. Besar kecilnya sumbangan tergantung pada kemampuan masing-masing. Ada pula yang memberikan dukungan berupa tenaga dan waktu. Mereka sengaja meluangkan waktu untuk membantu berbagai persiapan serta berpartisipasi dalam festival tersebut. Orang-orang yang meminggul omikoshi biasanya sampai mesti merelakan pundaknya mengeras atau lecet. Namun, mereka tidak mengeluh dan tetap tertawa karena bagi mereka ini adalah cara berbagi kebersamaan dengan masyarakat sekitar.



Masyarakat setempat sangat senang terlibat dalam festival karena itu sebagai bukti keterikatan sosial mereka. Masyarakat Jepang sejak dulu terkenal sangat homogen dan mempunyai ikatan sosial yang sangat kuat. Hal tersebut menjadikan seseorang atau keluarga cenderung mengikuti apa yang dilakukan oleh lingkungan di sekitarnya demi menjaga keharmonisan sosial. Oleh karena itu, matsuri di Jepang juga bisa disebut sebagai upaya untuk menjaga keharmonisan dalam masyarakat.

Matsuri lebih dari sekedar ritual kepercayaan ataupun peringatan hari penting semata. Lebih dari itu, matsuri adalah bukti komitmen masyarakat Jepang terhadap peninggalan leluhurnya. Meskipun dalam penyelenggaraannya, unsur-unsur modernitas seperti musik, kostum, tema acara dan sebagainya mulai masuk dan mengubah nuansa dalam festival. Namun, secara garis besar nilai-nilai tradisional masih melekat kuat. Misalnya, di beberapa kota sering ada *yosakoi matsuri* (festival tari yosakoi) di mana para peserta memakai kostum kreasi baru dari kimono diiringi campuran musik tradisional dan modern.

Budaya adalah sesuatu yang terus berjalan dan berubah sesuai dengan perkembangan suatu masyarakat. Bertahan atau tidaknya suatu kebudayaan tergantung pada kemauan dari masyarakat tersebut untuk melestarikannya. Masyarakat Jepang juga menghadapi kekhawatiran atas modernitas yang sangat pesat. Hal ini terbukti dari mulai tergesernya beberapa budaya tradisional di beberapa daerah. Namun, pemerintah maupun masyarakat Jepang memilih untuk tidak menyerah begitu saja dan sebisa mungkin memelihara nilai-nilai budaya lokalnya. Semoga demikian pula dengan bangsa Indonesia yang terkenal dengan kekayaan budayanya.

Bahan bacaan

- Japan Guide (<http://www.japan-guide.com/>)
- Wikipedia (http://en.wikipedia.org/wiki/Japanese_festivals)

Penulis

Isti Winayu, mahasiswi magister di Waseda University dalam bidang Ilmu Hubungan Internasional. Kontak: loving_himawari@yahoo.com.