PROSIDING
SEMINAR NASIONAL MIPA 2006

Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA serta Peranannya Dalam
Peningkatan Keprofesionalan Pendidik dan Tenaga Kependidikan
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNY, Yogyakarta
1Agustus 2006

Diselenggarakan oleh:
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta

Diterbitkan oleh
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
Kampus Karangmalang, Sleman, Yogyakarta

Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
UNY, 2006

Cetakan ke – 1
Terbitan Tahun 2006

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Seminar Nasional (2006 Agustus 1: Yogyakarta)
Prosiding/ Penyunting: Sukisman Purtadi
Purtadi…. [et.al] – Yogyakarta: FMIPA
Universitas Negeri Yogyakarta, 2006
…jil
1. National Seminar
I. Judul II. Purtadi
Universitas Negeri Yogyakarta, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Penyuntingan semua tulisan dalam prosiding ini dilakukan oleh Tim Penyunting
Seminar Nasional FMIPA 2006 dari FMIPA UNY

PROSIDING SEMINAR NASIONAL KIMIA 2005
Tema Seminar : Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA serta Peranannya Dalam Peningkatan Keprofesionalan Pendidik dan Tenaga Kependidikan

diterbitkan oleh:
Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY

Tim Penyunting Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA

Sukisman Purtadi, M.Pd
Yusman Wiyatmo, M.Si.
Yuni Wibowo, S.Pd.
Nurhadi, S.Si.
Dr. Suyanto

Alamat Tim Penyunting
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta
Jl. Colombo No 1 Karangmalang, Depok Sleman, Yogyakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur yang tak terhingga disungsungkan kehadirat-Nya, atas segala karunia-Nya sehingga tim penyunting dapat menyelesaikan penyuntingan naskah-naskah Seminar Nasional ini.

Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA yang diselenggarakan pada tanggal 1 Agustus 2006 ini mengambil tema "Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA serta Peranannya Dalam Peningkatan Keprofesionalan Pendidikan dan Tenaga Kependidikan".

Berangkat dari tema ini, akan sangat beragam dan teramat luas cakupan prosiding yang akan dihadirkan. Oleh karena itu naskah terpilah menjadi empat bidang ilmu, yaitu matematika, fisika, kimia, dan biologi yang terkumpul dalam bendel tersendiri.

Tim penyunting juga menyadari bahwa dalam proses penyuntingan prosiding ini tak lepas dari kekurangsempurnaan. Tim mengaharapkan kritik dan saran untuk perbaikan penerbitan berikutnya. Bantuan dari berbagai pihak dalam proses penyuntingan ini tak dapat terbalas selain ucapan terimakasih yang sedalam – dalamnya kepada semua pihak yang telah membantu.

Akhirnya selamat berseminar!

Tim Penyunting Prosiding

SAMBUTAN KETUA PANITIA

Assalaamu'alaikum War. Wab.
Bapak, Ibu, dan Saudara peserta seminar yang berbahagia.

Alhamdulillaah, Tuhan yang Maha Esa, telah mengasihi dan mempertemukan kita di Hotel Inn Garuda Yogyakarta ini dalam keadaan sehat wal 'afiat. Oleh karena itu, marilah kita panjatkan puji syukur ke hadiratNya, semoga Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA yang akan kita laksanakan seharian ini dirdloi-Nya. Penyelenggaraan seminar ini diharapkan dapat menjadi wahana bagi peneliti dan pemerhati pendidikan MIPA untuk bertemu dan berdiskusi serta mempublikasikan hasil penelitian sebagai upaya untuk meningkatkan keprofesionalan guru dan dosen MIPA sesuai dengan tuntutan Undang-Undang Guru dan Dosen, yang pada akhirnya mampu meningkatkan kualitas pendidikan MIPA di Indonesia.

Seminar ini merupakan salah satu kegiatan akademik yang diselenggarakan setiap tahun oleh FMIPA UNY, dan tahun ini seminar terselenggara atas kerja sama FMIPA UNY dengan CPIU DIKTI DEPDIKNAS. Panitia mengundang tiga pembicara utama: Bapak Prof. Suyanto, Ph.D. (Dirjen Madikdasmen Depdiknas), Bapak Fasli Djalal, Ph.D. (Dirjen PMPTK Depdiknas), dan Bapak Prof. Dr. Sutiman Bambang Sumitro, M.Sc. (FMIPA UNIBRAW). Atas kesediaan dan kehadiran beliau bertiga di antara kita di sini untuk memberikan pecerahan, gagasan dan ide, kami ucapkan terima kasih.

Perlu kami sampaikan bahwa panitia menerima 132 abstrak dan makalah dari pemakalah yang berasal dari berbagai propinsi di Indonesia. Selain pemakalah tersebut, seminar ini juga dihadiri peserta pendengar, yang di antaranya adalah utusan CPIU dari UPI Bandung dan UM Malang. Atas kontribusi para peserta ini, kami sampaikan terima kasih.

Seminar ini tidak mungkin terselenggara tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, kami mengucapkan terima kasih kepada Rektor UNY, Bapak Prof. Sugeng Mardiyono, Ph.D. atas restu dan kehadiran, serta kesediannya untuk membuka acara ini. Kami juga menyampaikan rasa terima kasih yang dalam atas bantuan dan dukungan yang datangnya dari Sekretaris CPIU Ditjen DIKTI, Bapak Ir. Oetomo Djajanegara, dari Dekan FMIPA, Bapak Sukirman, M.Pd., dan dari pembantu dekan di FMIPA. Sebagai ketua panitia, saya juga menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua anggota panitia yang telah bekerja keras demi suksesnya pelaksanaan kegiatan ini.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa pasti terdapat kekurangan, kesalahan, dan kekhilafan di dalam penyelenggaraan seminar ini, baik dalam komunikasi maupun penyediaan fasilitas dan layanan bagi Bapak, Ibu dan Saudara semua. Untuk itu, dengan rendah hati, kami mohon ma'af.

Akhirnya, kami berharap seminar ini dapat memberi manfa'at bagi pengembangan keprofesionalan diri kita dalam menjalankan tugas untuk mewujudkan pendidikan MIPA yang berkualitas. SELAMAT BERSEMINAR !

Wassalaamu'alaikun War. Wab.

Ketua Panitia,

Jaslin Ikhsan, Ph.D.

SAMBUTAN DEKAN

Assalamu 'alaikum wr wb.

Pertama-tama, kita panjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas berkah dan rakhmatNYA yang senantiasa mengalir tiada putus-putusnya, sehingga pada hari ini kita dapat menghadiri seminar nasional di Hotel Inna Garuda. Seminar nasional seperti ini telah menjadi agenda tahunan dari FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta dalam rangka ikut serta mengakomodir antusias para dosen dan tenaga pendidik Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam untuk menyeminarkan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan, sebagai salah satu upaya untuk sharing pendapat dan pengetahuan untuk meningkatkan keprofesionalan pendidik.

Seminar kali ini mengambil tema : Penelitian Pendidikan dan Penerapan MIPA serta Peranannya dalam Peningkatan Keprofesionalan Pendidik dan Tenaga Kependidikan. Tema ini sesuai dengan semangat diberlakukannya Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 14 tahun 2005 tentang Guru dan Dosen dan Peraturan Pemerintah Nomor 19 tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan. Undang-undang dan Peraturan Pemerintah tersebut sungguh sangat menjanjikan untuk mewujudkan profesionalisasi jabatan pendidik, meskipun banyak hal dan kendala yang harus digarap untuk mewujudkan janji-janji tersebut.

Salah satu upaya yang diamanatkan dalam Undang-Undang dan Peraturan Pemerintah tersebut dalam menjadikan jabatan pendidik sebagai jabatan profesional untuk meningkatkan citra pendidik adalah pendidikan profesi yang memungkinkan pendidik menguasai kompetensi utuh, sehingga berpeluang memberikan layanan ahli yang andal yang diharapkan mampu menyumbang kepada peningkatan kualitas pendidikan. Pemilikan kompetensi yang tercermin dalam kemampuan memberikan layanan ahli ini akan ditandai dengan diperolehnya sertifikat pendidik yang selanjutnya akan diikuti oleh penghargaan yang berupa tunjangan profesi. Namun untuk memperolehnya, seorang guru dipersyaratkan untuk memenuhi kualifikasi akademik sarjana (S1) atau D-IV lebih dulu. Sehubungan peningkatan keprofesionalan pendidik dengan persyaratan-persyaratan tersebut merupakan suatu pekerjaan besar, bak hutan belantara, yang masih harus dirambah dan dirancang dengan penuh kehati-hatian. Adanya persepsi yang beragam tentang kompetensi dan profesi pendidik, di samping jumlah pendidik dan penyebarannya, heterogenitas latar belakang pendidikan dan sosial budaya dan banyaknya jenjang dan ragam pendidikan, serta berbatasnya anggaran pendapatan dan belanja negara akan menambah lebih kompleksnya permasalahan dalam meningkatkan keprofesionalan pendidik.

Hal-hal tersebut mengindikasikan betapa besarnya pekerjaan yang harus digarap untuk memenuhi amanat Undang-Undang yang sangat ambisius, yang dalam waktu 10 tahun menargetkan semua pendidik telah berperan sebagai tenaga profesional yang memenuhi kualifikasi akademik minimal. Oleh karena itu, tidak berlebihan jika dari seminar nasional ini diharapkan muncul mutiara-mutiara konseptual yang memberikan jalan pemecahan atas permasalahan nasional tersebut, baik secara parsial, regional maupun secara global.

Pada kesempatan yang baik ini, kita yang kebanyakan pendidik, sebelum kita mengajak atau bahkan ingin mendidik pendidik atau calon pendidik agar profesional dalam mendidik, kita perlu introspeksi, apakah diri kita sudah berperan sebagai pendidik yang profesional yang mengabdikan diri sepenuhnya untuk peserta didik. Hal ini insya Allah dapat kita lakukan, jika pekerjaan mendidik yang kita lakukan berlandaskan pada ibadah kepada Tuhan Yang Maha Esa. Pekerjaan yang dilakukan atas dasar ibadah yang senantiasa mengharapkan ridhoNYA, akan mendorong kita untuk selalu berusaha meningkatkan mutu pekerjaan kita dengan mencari cara-cara yang terbaik. Dengan kata lain, kita akan senantiasa meningkatkan keprofesionalan kita sebagai pendidik. Ingat bahwa kemajuan bangsa ini berada di tangan pendidik.

Demikian kata sambutan yang dapat kami sampaikan pada seminar nasional ini, mohon maaf, jika ada tutur kata yang salah atau tidak tepat. Selamat mengikuti seminar, semoga sukses dan bermanfaat pada kemajuan pembangunan pendidikan. Amin.

Wassalamu 'alaikum wr wb.

Yogyakarta, 1 Agustus 2006

Sukirman

Dekan FMIPA UNY

SAMBUTAN REKTOR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT, atas karunia, rahmat, nikmat, dan hidayahNya yang selalu dilimpahkan kepada kita semua sehingga kita dapat mengikuti kegiatan seminar nasional penelitian, pendidikan dan penerapan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA). Selamat datang di Yogyakarta, khususnya bagi para peserta dari luar Yogyakarta, dan terima kasih atas kehadiran para peserta dan para nara sumber/pembicara dalam seminar nasional dengan tema:

Penelitian, pendidikan, dan Penerapan MIPA serta Peranannya dalam Peningkatan Keprofesionalan Pendidik dan Tenaga Kependidikan.

Tema ini sangat relevan dengan semangat Undang-Undang Guru dan Dosen No: 14 Tahun 2005 dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No: 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan. Rumusan tema tersebut memiliki muatan untuk meningkatkan peran dan fungsí Lembaga Pendidikan dan Tenaga Kependidikan (LPTK) dalam mensukseskan implementasi baik Undang-Undang Guru dan Dosen maupun Standar Nasional Pendidikan.

Rendahnya kualitas pendidikan, khususnya bidang MIPA, antara lain juga disebabkan oleh penelitian dan pengembangan pendidikan MIPA yang kurang berkualitas. Untuk itu, semangat dan fasilitas pendukung untuk meneliti perlu ditingkatkan agar dapat menghasilkan temuan yang berkualitas. Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam merupakan pengetahuan dasar yang, walaupun banyak penerapannya, pada umumnya kurang diminati untuk mengembangkannya. Hal ini terbukti dengan sangat minimnya jumlah dan kualitas proposal penelitian tentang MIPA, pada setiap tawaran penelitian, jika dibandingkan penelitain dalam bidang lainnya. Untuk itu, saya sangat menghargai prakarsa untuk meyelenggarakan seminar nasional dalam penelitian, pendidikan, dan penerapan MIPA ini. Semoga dapat membangun suasana dan semangat baru dalam pengembangan kualitas bidang MIPA.

Akhirnya, saya sampaikan banyak terimakasih kepada segenap panitia penyelenggara, yang dalam hal ini Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), atas kesungguhannya dalam penyelenggaraan seminar nasional ini. Kami mohon maaf atas berbagai kekurangan dalam penyelenggaraan seminar nasional ini. Selamat mengikuti seminar nasional dan semoga sukses.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 1 Agustus 2006
REKTOR

Prof. Sugeng Mardiyono, PhD
NIP. 130687369

SUSUNAN PANITIA SEMINAR

Pengarah	1. H. Sukirman, M.Pd.	
	2. Dr. Ariswan	
	3. Drs. Sutiman	
Sekretaris	4 Suyoso, M.Si.	
	Paidi, M.Si.	
Ketua I	Jaslin, Ph.D.	
Ketua II	Warsono, M.Si.	
Sekretaris I	Dr. Hartono	
Sekretaris II	Heru Pratomo Al, M.Si.	
Bendahara I	Retno Arianingrum, M.Si.	
Bendahara II	R. Heri Widodo, SE.	
Seksi-seksi :		
Persidangan	1. Agus Purwanto, M.Sc.	
	2. Dr. Endang Wijayanti FX	
	3. Tri Atmanto, M.Si.	
	4. Sugiman, M.Si.	
	5. KH. Sugiyanto, Ph.D.	
	6. Ali Mahmudi, M.Pd.	
	7. Suratsih, M.Si.	
Prosiding:	1. Sukisman Purtadi, M.Pd..	
	2. Yusman Wiyatmo, M.Si.	
	3. Dr. Suyanto	
	4. Nurhadi, S.Si.	
	5. Yuni Wibowo, S.Pd.	
Publikasi :	1. Restu Widiatmono, M.Si.	
	2. Ciptono, M.Si.	
	3. R. Dedy Herdito, SE.	
Sekretariat :	1. Drs. Sarjono	10. Yanuar Istanto
	2. Sri Ayati, S.Pd.	11. Subekti Wining A.
	3. Pujiatun, S.Pd.	12. M. Ridwan Aziz
	4. R. Eny Kuswandari, ST.	13. Wahyu Adi Wibowo
	5. Eko Marsono, ST.	14. Fajar Solikin
	6. Suparmin	15. Suhartanta
	7. Marjawiyana	16. Sriyono
	8. Suhardi	17. Munawir Amin
	9. Yayuk Purwati, M.Pd.	18. Nokman Riyanto
		19. Supeni
Dokumentasi	1. Nur Kadarisman, M.Si.	
	2. Satino, M.Si.	
	3. Agus Triyanto	
	4. Waris Utomo	
Akomodasi & Transportasi :	1. Drs. Yudi Sutomo	
	2. Suyoto	
	3. Supriyadi	
Perlengkapan :	1. Sumiyati, S.Pd.	
	2. Supardi (Umper)	
	3. Supardi (Pendidikan)	
	4. Fatur Rochmah	
	5. Supono	
	6. Junedi	

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Tim Penyunting	ii
Kata Pengantar	iii
Sambutan Ketua Panitia	iv
Sambutan Dekan FMIPA	v
Sambutan Rektor UNY	vi
Susunan Panitia Seminar	vii
Dafar Isi	viii
PEMAKALAH UTAMA	
Makalah Prof.Dr.Sutiman Bambang Sumitro – FMIPA UNIBRAW)	U1
Makalah Fasli Djalal, Ph.D. – Dirjen PMPTK Depdiknas)	U2
Makalah Prof. Dr. Suyanto – Dirjen Mendikdasmen Depdiknas)	U3
PEMAKALAH – PEMAKALAH BIDANG KIMIA	
Amanatie, M. Hanafi, Jumina, Mustofa, Suharto, dan Endang Dwi Siswani	K-1
Isolasi dan pemurnian serta derivatisasi komponen senyawa xanton dari akar garcinia dulcis dan uji aktivitas anti malaria secara in-vitro	
Asep Supriatna	K-16
Kajian Kinerja Bentonit Terimpragnasi Aluminum pada Proses Pemucatan Minyak Sawit	
Cahyorini Kusumawardani	K-32
Fotosensitiser Kompleks Logam dalam Aplikasi Sel Surya Berbasis *Dye-Sensitized* Nanokristalin Semikonduktor	
Endang Dwi Siswani, Widyatmiko	K-43
Penggunaan Cat Sebagai Suatu Cara Pencegahan Korosi Pada Pipa Saluran	
Endang Widjajanti Laksono	K-51
Pasivasi Sebagai Pengendali Korosi Logam	
Hari Sutrisno	K-59
Metode *Chimie Douce*: Pengertian dan Beberapa Aplikasi dalam Sintesis Material	
Heru Pratomo Al	K-64
Reaksi Berosilasi Model Lotka Volterra	
Is Fatimah	K-72
Sintesis Material Zeolitik Terembani TiO_2 dari Abu Layang dan Aplikasinya Sebagai Katalis pada Desinfeksi Fotokatalitik Bakteri *E.coli*	
Jaslin Ikhsan, Endang Widjajanti LFX, Sunarto, Meirna Pramesti A	K-87
Perilaku Sorpsi 9-Aminoakridin oleh Montmorillonit	
Retno Arianingrum	K-95
Pengaruh Sumber Nitrogen pada Proses Fermentasi Antibiotik (*The Influence Of Nitrogen Sources On Fermentation Process Of Antibiotics*)	
Siti Sulastri & Susila Kristianingrum	K-118

Pembentukan Asosiasi Ion Untuk Analisis Ion Raksa Dalam Larutan Secara Spektrofotometri

Sri Atun K-131
Keanekaragaman Struktur Molekul dan Potensi Pemanfaatan Senyawa Oligostilbenoid pada Beberapa Spesies Tumbuhan Famili Gnetaceae

Sri Handayani K-147
Sad Cypress, Agatha Christie : Suatu Tinjauan Kimiawi Reaksi Penataan Ulang Morfin Menjadi Apomorfin

Crys Fajar Partana K-150
Pengembangan Kurikulum Inti Pendidikan Kimia Jenjang S1di LPTK

Das Salirawati K-162
Metode Wawancara Kognitif Sebagai Upaya Meningkatkan Kualitas Survey Dalam Penelitian Pendidikan

Edy Cahyono K-172
Pembelajaran Materi Kimia Organik Pada Matakuliah Kimia Dasar 2 Dengan Pendekatan Aesop's Berorientasi *Chemo-Entrepreneurship (Cep)*

Florentina Maria Titin Supriyanti, dan Heli Siti Halimatul M K-181
Penerapan Model Hipotesis Deduktif Sebagai Upaya Pengembangan Berpikir Kritis Mahasiswa Pada Praktikum Kinetika Enzim (Biokimia)

Ida Bagus Suryadharama dan Ika Lestari W K-191
Penggunaan Peta Konsep Dalam Pembelajaran Kimia Sma Pada Pokok Bahasan Zat Adiktif Makanan

Isana SYL K-200
Peningkatan Keprofesionalan Melalui Kompetensi yang Berkarakter

Kartini K-212
Perpaduan Learning Cycle dan Diagram Alir Sebagai Salah Satu Metode Pembelajaran untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kimia Ranah Kognitif, Afektif, dan Psikomorik Siswa Sma Laboratorium UM

Muhammad Su'aidy dan Sumari K-230
Hasil Monitoring Dan Evaluasi Pelaksanaan Piloting Dan Lesson Study Matapelajaran Kimia Di Smpn 4 Dan Sma Lab Um Malang

Nazriati K-242
Dampak Penggunaan Model *Learning Cycle* Terhadap Keaktifan dan Hasil Belajar Kimia Fisik II Mahasiswa Jurusan Kimia Universitas Negeri Malang Pada Semester Pendek 2005

Ridwan Joharmawan K-251
Reformasi Sekolah Melalui Kegiatan Lesson Study Kasus SMA Laboratorium UM

Rr. Lis Permana Sari dan Sukisman Purtadi K-261
Test Inventaris Konsep Kimia (*Chemistry Concept Inventory*) dan Pedoman Wawancara (*Interview Guide*) Sebagai Instrumen Identifikasi Miskonsepsi Kimia

Sri Rahayu dan Prayitno K-270
Refleksi Kegiatan Lesson Study Kimia Di SMP: Lesson Study Sebagai Wahana Pengembangan Keprofessionalan dan Kesejawatan Guru dan

Dosen MIPA
Sudarmin K-278
Penerapan Perkuliahan Kimia Organik Berorientasi Kemampuan Generik Bagi Mahasiswa Pendidikan Kimia
Sukisman Purtadi K-287
Isomer Benzena : Bentuk Pembelajaran Berorientasi Proses untuk Konsep Struktur Benzena pada Mata Pelajaran Kimia di Kelas XII
Wiwin Sriwulan K-295
Penerapan Model Pembelajaran dengan Pendekatan Keterampilan Proses Sains pada Topik Pemisahan Campuran di SMP Laboratorium (Percontohan) UPI

Ilmu dan Teknologi Berkembang Melebur
(Science and Technology is melting)

(Makalah Ringkas)

Sutiman Bambang Sumitro
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Brawijaya
Email: sutiman@brawijaya.ac.id

Sejarah Ilmu dan Teknologi

Di awal perkembangannya ilmu (sain) dikembangkan secara terpisah dengan teknologi. Baik ilmu maupun teknologi masing-masing dikembangkan oleh komunitas peneliti yang berbeda. Mereka umumnya memiliki dasar filosofi, tujuan maupun motiv yang berbeda. Bagi seorang ilmuwan motiv utama adalah rasa ingin tahu untuk mengungkap misteri atau rahasia alam, dan akhirnya menemukan konsep-konsep yang merupakan hukum-hukum dan kaidah yang kemudian dipakai sebagai dasar pengembangan ilmu selanjutnya dan juga sebagai dasar pemikiran pengembangan teknologi. Sementara itu, seorang teknolog, umumnya memiliki motiv utama berupa rasa ingin memecahkan permasalahan yang terkait dengan kepentingan hidup manusia.

Sejarah ilmu diawali dari kegiatan proses berfikir yang melibatkan filsafat dan logika yang umumnya merupakan upaya memahami alam dan pencarian kebenaran atas pertanyaan yang terkait dengan nilai dan rahasia alam semesta. Di sini dikenal nama-nama seperti Aristoteles, Galileo, Newton, dan lainnya. Sedangkan sejarah teknologi sebaliknya berawal dari pengalaman empiris yang pada awalnya tidak memunculkan nama besar. Bila ilmu umumnya berawal dari pemikiran sekelompok kecil manusia yang melakukan proses berfikir elitis, sistematis, terstruktur serta umumnya dituangkan dalam bentuk tulisan untuk sebuah komunikasi di kalangan terbatas, teknologi justru berkembang dari pengalaman banyak orang, bersifat pengalaman dan sering diperoleh melalui hasil kegiatan coba-coba atau penemuan kebetulan sepanjang sejarah manusia. Atas dasar sifat teknologi seperti inilah maka pada awal sejarahnya teknologi, yang telah dimulai ribuan tahun yang lalu, tidak mengenal ketokohan. Kita lebih banyak mengenal produk teknologi seperti pembuatan makanan atau minuman olahan, alat transportasi dan lainnya tanpa tahu siapa orang yang pertama kali sebagai pencetusnya. Tokoh-tokoh di bidang teknologi baru muncul setelah suatu era ketika teknologi dikembangkan dengan memakai landasan teori ilmiah. Kita mulai mengenal Thomas A. Edison, James Watt dan lainnya. Prinsip kerja berfikir ilmiah yang terstruktur, tertulis dan bersifat elitis telah merubah cara orang mengembangkan teknologi.

Seiiring dengan sifat teknologi yang terkait dengan hajat hidup orang banyak, maka dapat dipahami bila saat ini pengembangan teknologi tidak lepas

dari faktor kepentingan ekonomi. Sifat pengembangan teknologi yang semakin elitis dan keterkaitannya dengan kepentingan ekonomi memunculkan fenomena baru yaitu "paten" yang merupakan perlidungan hak pribadi seseorang untuk memperoleh keuntungan ekonomi dari hasil karyanya. Hal semacam ini adalah kecenderunngan masa kini yang tidak pernah terpikirkan oleh seorang Thomas A. Edisson ketika dia jatuh bangun melakukan eksperimennya untuk menemukan lampu pijar sebagai alat penerangan.

Ilmu dan Teknologi dua hal yang saling menopang

Saat ini ilmu dan teknologi berkembang secara sinergis. Kalau di masa lalu sering dimunculkan pendapat bahwa teknologi baru dapat dikembangkan di atas dasar ilmu teoritis yang umumnya berupa ilmu pengetahuan murni, maka saat ini, semakin banyak perkembangan pengetahuan dasar (ilmu) yang tidak mungkin terjadi bila tidak ada dukungan teknologi. Ketika Watson dan Crick pada tahun 1953 menemukan struktur DNA, mereka sama sekali tidak pernah berfikir bahwa konsepnya tersebut akhirnya dapat menghasilkan teknologi rekayasa genetika. Sebaliknya, saat ini ilmu Biologi Molekuler yang merupakan ilmu murni sangat membutuhkan teknologi rekayasa genetika untuk mengungkap berbagai misteri kehidupan. Untuk mengukapkan berbagai fenomena misteri perkembangan embrio seperti terbentuknya organ dan jaringan, saat ini orang melakukan berbagai eksperimen dengan memakai teknologi kultur embrio dan rekayasa transgenik. Di kala orang melakukan eksperimen ilmu pengetahuan seperti ini, tidak jarang berbagai teknologi baru diperoleh oleh peneliti sebagai hasil sampingan yang tidak terduga. Contoh lain adalah upaya orang untuk mengungkap misteri langit, saat ini telah ditemukan berbagai macam satelit yang merupakan perkembangan mutakhir dalam teknologi komunikasi.

Kenyataan ini adalah merupakan realita yang memerlukan perhatian terutama bagi para guru dan dosen ketika merancang kurikulum. Saya berpendapat mungkin akan sulit mengajarkan siswa SMU dalam pembelajaran Biologi yang secara tegas terpisah dengan Bioteknologi. Kita harus cermat terhadap perancangan kurikulum pengajaran ilmu dan teknologi agar nantinya dapat menjadi pengetahuan yang secara efektif membantu siswa dalam kehidupannya sehari-hari, selepas pendidikan. Pembicaraan bidang ilmu dan teknologi sebagai sebuah pengetahuan secara terpisah barangkali semakin tidak memberikan manfaat dengan semakin cepatnya perkembangan ilmu dan teknologi. Ilmu dan teknologi saat ini menjadi pengetahuan yang cenderung mendalam dan kompleks (rumit) selain juga semakin multidisipliner. Perkembangan biologi secara reduksi menhasilkan kajian biologi molekuler yang membutuhkan prasayarat pemahaman prima tehadap hukum-hukum kimia sampai ilmu komputer. Bahkan saat ini molekul DNA dibahas sebagai konsep "soliton". Dalam tahun-tahun belakangan, banyak penelitian berkaitan dengan gerak internal amplitudo besar DNA sampai pada kesimpulan: molekul dapat ditinjau sebagai sistem dinamika nonlinier dimana muncul gelombang soliton. Apakah gelombang soliton ini sungguh ada dalam DNA? Atau hal ini hanya contoh dari "invasi" tak benar dari pendekatan fisika ke dalam biologi? Menanggapi situasi ini barangkali lebih baik mengajarkan pentingnya dasar berfikir atau prinsip dasar bekerja secara

ilmiah, disamping melatih teknik untuk memunculkan spirit melakukan inovasi seperti layaknya seseorang ketika sedang mengembangkan teknologi.

Saat ini pengembangan ilmu dan teknologi dikerjakan secara berkelompok

Sejak kurun waktu dua puluh tahun terakhir, pengembangan ilmu maupun teknologi tidak lagi dikerjakan oleh orang perorang (sendirian). Perkembangan ilmu dan teknologi hanya dapat dilakukan dalam bentuk kerja kelompok dan melibatkan jaringan kerja luas dengan program kerja multi years. Hal semacam ini tidak terjadi di masa lalu ketika Benyamin Franklin membuat penangkal petir atau Curie menemukan sinar X. Penelitian secara berkelompok saat ini mutlak diperlukan karena pengembangan ilmu menuntut penguasaan teknik yang hampir tidak mungkin dikuasai oleh hanya satu-dua orang. Lain dari itu, kedalaman penelitian menuntut spesialisasi konsentrasi topik penelitian. Suatu masalah umumnya diupayakan didekati dari berbagai arah, dan selanjutnya baru akan memiliki makna nyata bila disintesakan, diperbandingkan dan konfirmasi dengan kaya orang lain. Walaupun penelitian dilakukan secara berkelompok, masing-masing melakukannya secara mandiri dan amat menghindari duplikasi atau plagiasi demi untuk memperoleh hasil yang memiliki makna konstribusi ilmiah.

Secara umum lembaga pendidikan Pasca Sarjana adalah lembaga yang sangat produktif memberikan sumbangan bagi perkembangan ilmu di mana-mana di dunia ini. Pendidikan pasca sarjana muncul sebagai kelompok peneliti dengan program payung penelitian multi-tahun dipimpin oleh seorang guru besar, dibantu beberapa orang asociate dan asisten. Mahasiswa di program pasca sarjana menjadi tenaga peneliti utama yang sangat handal. Usia yang masih muda, motivasi dan idealisme tinggi membuat lembaga pasca umumnya sangat produktif. Di banyak tempat pola pendidikan pasca sarjana dengan memakai kegiatan penelitian sebagai wahana pendidikan, sangat populer. Konstribusi lembaga pasca sarjana terhadap akumulasi pengetahuan dan inovasi teknologi baru sangat nyata. Kebanyakan peneliti ternama saat ini adalah guru besar atau ilmuwan muda dengan status dosen pasca sarjana.

Contoh-contoh mutakhir peleburan ilmu dan teknologi diberikan dalam bentuk data hasil penelitian penulis di bidang ilmu hayati selama menjadi dosen di Jurusan Biologi Universitas Brawijaya. Hasil-hasil penelitian tersebut adalah hasil kerja bersama staf dosen muda beserta mahasiswa. Pendidikan melalui kegiatan penelitian berkelompok dirasakan sangat efektif sebagai forum pembelajaran baik dosen maupun mahasiswa.

Daftar Bacaan

1. Albert, B., Bray, D., Lewis, J., raff, M., Roberts, K., Watson, J.D., 2005. Molecular Biology of the Cell (5th edition), Garland Publishing, Inc., London
2. Anonymus, Jendela IPTEK, jilid 1 s/d 16. Balai Pustaka, Jakarta
3. Hadi, M., and Nurlaila, I. 2006, Soliton dan DNA. Fisika LIPI, Institut Dinamika Non-linier..
4. Larkin, P. 1994, Genes at waork, Biotechnology. Kevin Jeans, CSIRO cataloging-in-Publication Entry

5. Manning, K.R. 1983. Black Apollo of Science, the lif of Ernest Everett Just. Oxford University Press. New York.
6. Matiru, B., Mwangi, A., Schlette, R. 1995. Teach your best. A hand book for university lectures. Institutes for Socio-cultural Studies, University of Kassel, Germany.
7. Sumitro, SB., 2005. Did you provide qualified supervision? Kuliah copendium pasca sarjana Universitas Brawijaya. Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya
8. Suriasumantri, J.S., 2003. Filsafat Ilmu, sebuah pengantar populer, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta

Isomer Benzena : Bentuk Pembelajaran Berorientasi Proses untuk Konsep Struktur Benzena pada Mata Pelajaran Kimia di Kelas XII

Sukisman Purtadi
Jurusan Pendidikan Kimia – FMIPA UNY

ABSTRAK

Dalam pembelajaran benzena di SMA, struktur cincin benzena biasanya dikenalkan secara langsung. Penentuan struktur benzena sebenarnya memiliki dimensi proses ilmiah. Guru atau pendidik dapat memanfaatkannya untuk mengaktifkan siswa dan sekaligus mengajak siswa memperoleh konsep sendiri dengan menentukan sendiri struktur benzena yang tepat, dari isomer – isomernya. Salah satu kelas besar dalam golongan aromatik adalah senyawa – senyawa yang memiliki induk hidrokarbon C_6H_6, yang sekarang disebut sebagai benzena. Rumus molekul inti benzene yang berupa cincin enam karbon dengan lingkaran ditengahnya digunakan untuk menunjukkan bahwa posisi keenam karbon tersebut setara dan elekron phi terdelokalisasi pada cincin tersebut.

Struktur benzena yang lebih tepat memang telah ditentukan akan tetapi rumus kimia C_6H_6 memberikan kemungkinan lain untuk senyawa kimia. Isomer C_6H_6 yang sangat banyak jumlah, meskipun isomer valensi benzena hanya sedikit, memberikan peluang pada proses pembelajaran benzena untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam menetapkan struktur yang tepat.

Dengan langkah – langkah ini pembelajaran akan lebih menarik karena siswa bebas berkreasi dengan model molekul mereka sendiri. Siswa tidak menerima struktur benzena secara mentah akan tetapi benar – benar memahami mengapa suatu struktur dipilih berdasarkan sifat senyawanya. Siswa juga memahami bahwa penentuan struktur bukan sesuatu yang terjadi dengan tiba – tiba akan tetapi melalui proses. Suatu struktur dapat diusulkan akan tetapi ketepatannya harus dilihat berdasarkan sifat fisika dan kimianya.

Kata kunci: benzene, isomer benzene, pembelajaran aktif

PENDAHULUAN

Sejak pertama kali diisolasi oleh Michael Faraday pada tahun 1825 dari residu berminyak yang tertimbun dalam pipa gas di London (Fessenden & Fessenden, 1997: 452), benzene memberikan banyak teka – teki pada kimiawan pada zaman itu. Benzena yang juga merupakan induk dari senyawa – senyawa aromatic relative stabil sekalipun senyawa turunannya melalui bermacam – macam tahap reaksi. Hal ini kontras dengan rasio karbon : hidrogen yang rendah, yang menunjukkan bahwa strukturnya tak jenuh.

Dipresentasikan dalam SEMINAR NASIONAL MIPA 2006 dengan tema " **Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA serta Peranannya Dalam Peningkatan Keprofesionalan Pendidik dan Tenaga Kependidikan**" yang diselenggarakan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNY di Yogyakarta pada tanggal 1Agustus 2006

Berbagai struktur diusulkan untuk merepresentasikan struktur benzena yang unik ini. Namun baru pada tahun 1865, empat puluh tahun setelah penemuan senyawanya, Kekule mengusulkan struktur lingkar enam dengan satu atom hidrogen melekat pada setiap atom karbonnya. Ia juga mengusulkan ikatan tunggal dan ganda dua berseling pada cincin tersebut agar valensi atom karbon = 4.

Dalam pembelajaran benzena di SMA, struktur cincin benzena biasanya dikenalkan secara langsung. Mungkin ada sedikit cerita tentang penemuan struktur lingkar benzena oleh Kekule melalui mimpi, akan tetapi hal ini tidaklah menjadi bagian yang penting dalam proses pemerolehan konsep oleh siswa. Siswa menjadi tidak aktif, tidak berproses dan menerima begitu saja struktur yang disodorkan pada mereka.

Penentuan struktur benzena sebenarnya memiliki dimensi proses ilmiah. Guru atau pendidik dapat memanfaatkannya untuk mengaktifkan siswa dan sekaligus mengajak siswa memperoleh konsep sendiri dengan menentukan sendiri struktur benzena yang tepat, dari isomer – isomernya. Bagaimana cara mengaktifkan siswa untuk menentukan sendiri struktur benzene inilah yang akan dibahas pada artikel ini.

PEMBAHASAN

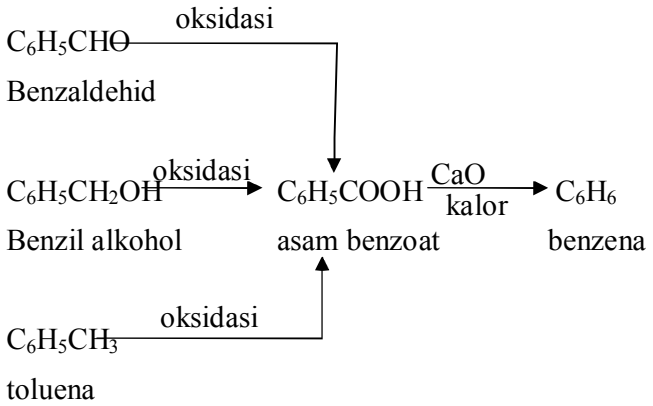
Benzena

Salah satu kelas besar dalam golongan aromatik adalah senyawa – senyawa yang memiliki induk hidrokarbon C_6H_6, yang sekarang disebut sebagai benzena. Benzena merupakan cairan takberwarna dengan bau yang enak. Titik lelh benzena adalah 5,5^{o}C dan titik didihnya 80oC. Benzena merupakan senyawa yang relatif stabil dan memiliki aplikasi yang penting pada industri kimia, meskipun diklaim merupakan senyawa karsinogenik (Gutman & Potgieter, 1994: 222).

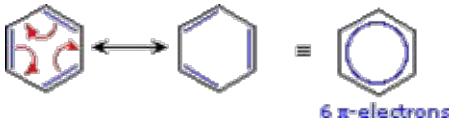
Benzena dapat dihasilkan dari reaksi bertahap senyawa hasil alam seperti, benzaldehid (dari minyak badam yang pahit), benzil alkohol (dari getah benzoin, dari kayu tertentu di Asia Tenggara), dan toluena (dari getah Tolu). Bila ketiganya

dioksidasi akan menghasilkan asam benzoat (asam ini juga dapat diperoleh langsung dari getah benzoin) (Hart, 1983: 91). Selanjutnya jika direaksikan dengan CaO dan dipanaskan akan dihasilkan benzena (C_6H_6)

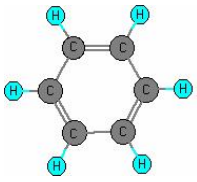
Reaksi

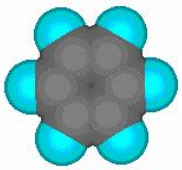


Sekarang telah diterima suatu sistem untuk benzene dengan struktur heksagonal biasa, cincin karbon datar dan stabilitas kimia dan termodinamika yang tinggi menjadi ciri untuk triena siklis terkonjugasi, yang dinyatakan dengan rumus berikut.

Benzena: 

Model molekul benzene





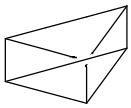
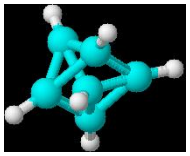
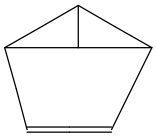
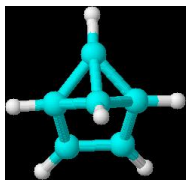
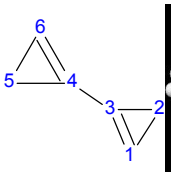
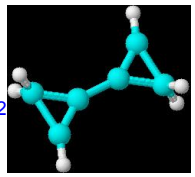
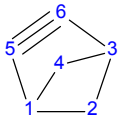
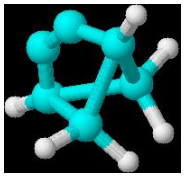
Benzene memiliki struktur heksagonal datar dengan setiap atom karbon terhibridisasi sp^2, dan semua ikatan karbon - karbon memiliki panjang dan kekuatan yang sama, yaitu diantara C – C dan C=C.

Rumus molekul inti benzene yang berupa cincin enam karbon dengan lingkaran ditengahnya digunakan untuk menunjukkan bahwa posisi keenam karbon tersebut setara dan elekron phi terdelokalisasi pada cincin tersebut.

Isomer Benzena (C_6H_6)

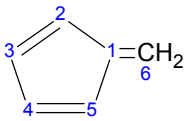
Struktur benzena yang lebih tepat memang telah ditentukan akan tetapi rumus kimia C_6H_6 memberikan kemungkinan lain untuk senyawa kimia. Senyawa – senyawa lain yang memiliki rumus C6H6 ini kita kenal sebagai isomer benzena. Sebelum membahas lebih jauh tentang berbagai kemungkinan struktur isomer-isomer benzena, perlu diperhatikan bahwa benzena terdiri dari enam atom karbon dengan satu atom hidrogen yang menempel pada atom karbonnya. Dengan kata lain, benzena terdiri atas enam gugus CH. Oleh karena itu isomer benzena yang memiliki enam gugus CH disebut isomer valensi (Gutman & Potgieter, 1994: 222).

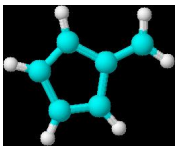
Gutman & Potgieter (1994: 222) menjelaskan bahwa hidrokarbon yang memiliki rumus molekul CnHm akan memiliki r = (2n + 2 – m)/2 cincin dan atau ikatan rangkap. Hal ini berarti spesi C_6H_6 dapat berupa:

Deskripsi	Contoh
a. Empat cincin tanpa ikatan rangkap	 
b. Tiga cincin dan satu ikatan rangkap dua Contoh: trisiklo [3,1,0,$0^{2,6}$] heks-3 ena	 
c. Dua cincin dengan dua ikatan rangkap dua Contoh : 1,1'-bi(sikloprop-1-en-1-il)	 
d. Dua cincin dengan satu ikatan rangkap tiga Contoh : bisiklo [2.1.1]heksa-2-una	 

e. Satu cincin dengan tiga ikatan rangkap dua

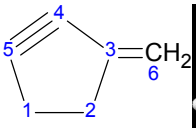
Contoh : fulvene

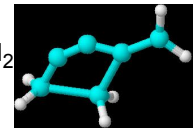




f. Satu cincin dengan satu ikatan rangkap dua dan satu ikatan rangkap tiga

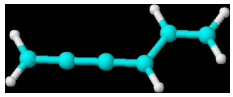
Contoh: 3-metilenasiklopentuna





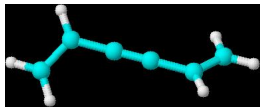
g. Asiklik dengan empat ikatan rangkap dua

Contoh: heks-1,2,3,5-tetraena



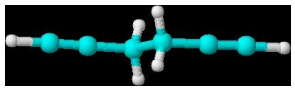
h. Asiklik dengan dua ikatan rangkap dua dan satu ikatan rangkap tiga

Contoh: heks-1,5 dien-3una



i. Asiklik dengan dua ikatan rangkap tiga

Contoh: heks-1,5-diuna



Jumlah Isomer C_6H_6 sangat banyak, meskipun isomer valensi benzena hanya sedikit, memberikan peluang pada proses pembelajaran benzena untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam menetapkan struktur yang tepat. Kemampuan ini melibatkan kerja dan sikap ilmiah. Sebagaimana yang dikehendaki dalam proses belajar mengajar kimia, belajar tidak hanya memberikan produk ilmiah akan tetapi juga prosesnya.

Pembelajaran Penentuan Struktur Benzena Berorientasi Proses

Dalam Kurikulum Berbasis Kompetensi, salah satu standar kompetensi yang ditetapkan untuk kelas XII semester 2 adalah "Memahami senyawa organik dan reaksinya, benzena dan turunannya, dan makromolekul". Lebih khusus pada benzena, kompetensi dasar yang harus dicapai adalah "Mendeskripsikan struktur, cara penulisan, tata nama, sifat, dan kegunaan benzena dan turunannya". Indikator yang dapat diturunkan dari kompetensi dasar ini adalah "Menjelaskan rumus

struktur benzena dan membuktikan setiap atom C pada cincin benzena fungsinya sama".

Untuk mencapai kompetensi dasar dengan indikator yang telah disebutkan tadi, banyak cara yang dapat digunakan. Jika guru tidak ingin repot dengan proses yang berbelit dan tidak menekankan segi proses pemerolehan konsep, guru dapat mengenalkan langsung struktur benzena seperti yang sudah dijelaskan di atas. Dengan cara demikian sebenarnya guru telah menghilangkan hak siswa untuk bertanya mengapa struktur itulah yang dipilih. Cara lain yang digunakan, sebagaimana telah disebutkan di atas, adalah dengan mengajak siswa secara aktif memikirkan berbagai kemungkinan struktur C_6H_6 untuk selanjutnya menentukan struktur yang paling mungkin untuk benzena

Pembelajaran yang berorientasi proses yang dimaksud di sini adalah konsep tidak diberikan secara langsung pada siswa akan tetapi dengan melalui proses. Orientasi proses dalam proses pembelajaran mengaju pada apa yang disebut oleh Ash (2000) sebagai keterampilan proses. Menurut Ash (2000) saat peserta didik berinteraksi dengan dunia dengan cara ilmiah, mereka akan mengamati, bertanya, berhipotesis, memprediksi, menyelidiki, menginterpretasi dan mengkomunikasikan. Semua ini sering disebut sebagai keterampilan proses. Berdasarkan hal ini, pembelajaran yang dikembangkan mengambil langkah – langkah sebagai berikut.

1. mengenalkan penyusunan molymod.

   Langkah ini dilakukan untuk menjelaskan pada siswa bahwa untuk mendapatkan gambaran lebih jelas dari molekul – molekul organik sering digunakan model molekul. Bila siswa sudah terbiasa dengan molymod, langkah ini dapat diabaikan.

2. menegaskan jumlah valensi (tangan) pada C dan H.

   Guru harus menjelaskan bahwa untuk mendapatkan gambaran molekul yang utuh atau netral, lubang – lubang pada setiap atom yang tergabung dalam senyawa yang dimodelkan harus terisi ikatan. Untuk atom karbon pada molymod selalu memiliki empat lubang, sedangkan hidrogen satu. Lubang – lubang ini menggambarkan valensi. Perlu dijelaskan pula bahwa untuk

menghubungkan dua atom tidak selalu dengan menggunakan satu ikatan akan tetapi dapat jadi dua atau tiga. Hal ini disebut ikatan rangkap

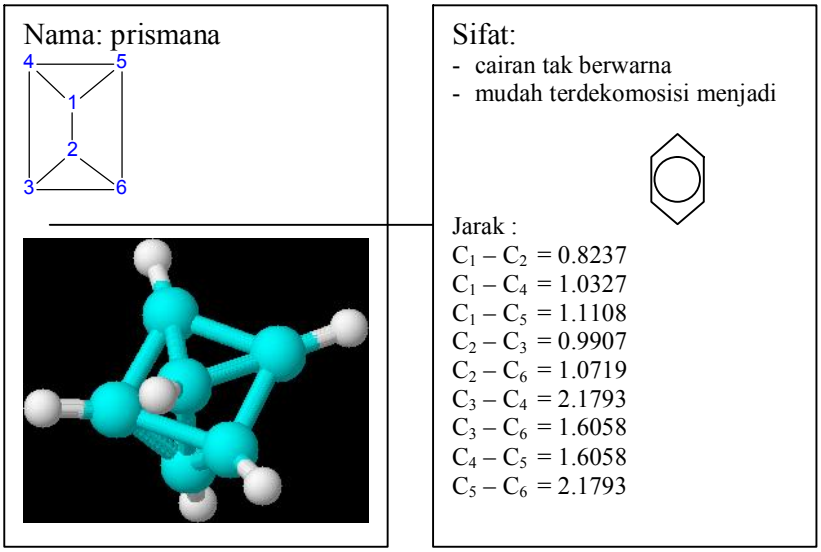
3. siswa menentukan berbagai kemungkinan struktur

   Siswa dapat mulai bekerja dalam kelompok yang sudah dibentuk sebelumnya setelah siswa mendapat penjelasan mengenai penyusunan molymod. Mereka dapat memulai menyusun sendiri molekul – molekul berdasarkan kreasi mereka. Langkah ini dapat dilakukan dengan langsung meminta siswa untuk membuat struktur C_6H_6 atau dengan perantara membuat struktur senyawa lain, misalnya C_4H_{10}. Pada langkah ini hamper semua dimensi proses dapat dikembangkan, misalnya, mereka akan mengamati, bertanya, berhipotesis, memprediksi, menyelidiki struktur molekul yang mereka buat

4. menentukan struktur dengan membandingkan energinya

   selanjutnya struktur – struktur yang diperoleh siswa dikumpulkan, dilihat apakah ada struktur yang sama untuk kemudian dibandingkan dengan data struktur molekul yang sudah ada. Siswa kemudian menulis data mengenai senyawa sesuai dengan struktur yang mereka buat. Data ini sebaiknya telah di buat oleh guru sebelumnya dengan menggunakan kartu.

   Contoh kartu dapat dilihat pada gambar 2



(a) (b)

Gambar 1. Contoh Kartu bagian depan (a) dan belakang (b)

5. kesimpulan

   Dengan data yang diperoleh melalui kartu yang diberikan oleh guru, siswa selanjutnya diajak berdiskusi tentang struktur mereka dan kenyataan – kenyataan tentang sifat – sifat kimia benzene, termasuk membandingkan jarak antar atom C dan energinya. Dari sini guru mengarahkan mengapa struktur yang tepat adalah struktur lingkar enam dengan ikatan rangkap yang berselang – seling.

Sikap Ilmiah yang Dapat Dikembangkan

Sebagaimana telah disebutkan di atas, pembelajaran ini memiliki dimensi sikap dan proses ilmiah yang dapat dikembangkan. Sikap ilmiah, yaitu : (a) rasa ingin tahu, (b) inventif, (c) berfikir kritis, dan (d) ketelitian dapat dikembangkan dalam pembelajaran ini, Sikap ilmiah yang ditekankan terutama bagaimana menarik kesimpulan berdasarkan data yang ada. Tentu saja aspek sikap ilmiah yang lain juga mendapat perhatian yang sama untuk dikembangkan

Rasa ingin tahu dapat dibangkitkan dengan mengajak siswa berfikir bersama, senyawa apa yang akan mereka dapatkan dari enam karbon dan enam hidrogen. Inventif dikembangkan dan ditunjukkan lewat kreasi mereka dengan struktur C_6H_6. Pada bagian akhir proses pembelajaran ini adalah menentukan struktur mana yang sesuai dengan inti benzena. Pada bagian ini pula siswa diajak berfikir kritis sebelum menentukan suatu hal, dalam hal ini penentuan struktur benzena.

Dengan langkah – langkah ini pembelajaran akan lebih menarik karena siswa bebas berkreasi dengan model molekul mereka sendiri. Siswa tidak menerima struktur benzena secara mentah akan tetapi benar – benar memahami mengapa suatu struktur dipilih berdasarkan sifat senyawanya. Siswa juga memahami bahwa penentuan struktur bukan sesuatu yang terjadi dengan tiba – tiba akan tetapi melalui proses. Suatu struktur dapat diusulkan akan tetapi ketepatannya harus dilihat berdasarkan sifat fisika dan kimianya.

KESIMPULAN

Benzena merupakan senyawa aromatik paling sederhana dan induk dari satu kelas senyawa yang disebut senyawa aromatik. Pengenalan rumus struktur benzena memiliki potensi untuk mengembangkan sikap dan proses ilmiah. Dengan mengalurkan penentuan struktur benzena berdasar langkah – langkah yang mengaktifkan siswa, siswa akan belajar banyak mengenai proses hingga diperolehnya konsep. Siswa akan terbiasa bertanya mengapa dan menjelaskan berdasarkan fakta – fakta yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

Ash, D. (2000). ***The Process Skill of Inquiry.*** **www.nsf.gov/pubs/** (diakses 8 Mei 2004).

Fessenden, R.J, J.S. Fessenden. 1997. ***Kimia Organik*** Jilid 1. Terjemahan A.H. Pudjaatmaka. Erlangga: Jakarta

Gutman, I., J.H. Potgieter. 1994. ***Isomer of Benzene***. Journal of Chemical Education (JCE) 71(3): 222 - 224

Hart, H. 1983. ***Kimia Organik: Suatu Kuliah Singkat***. Terjemahan Suminar Achmadi. Erlangga: Jakarta