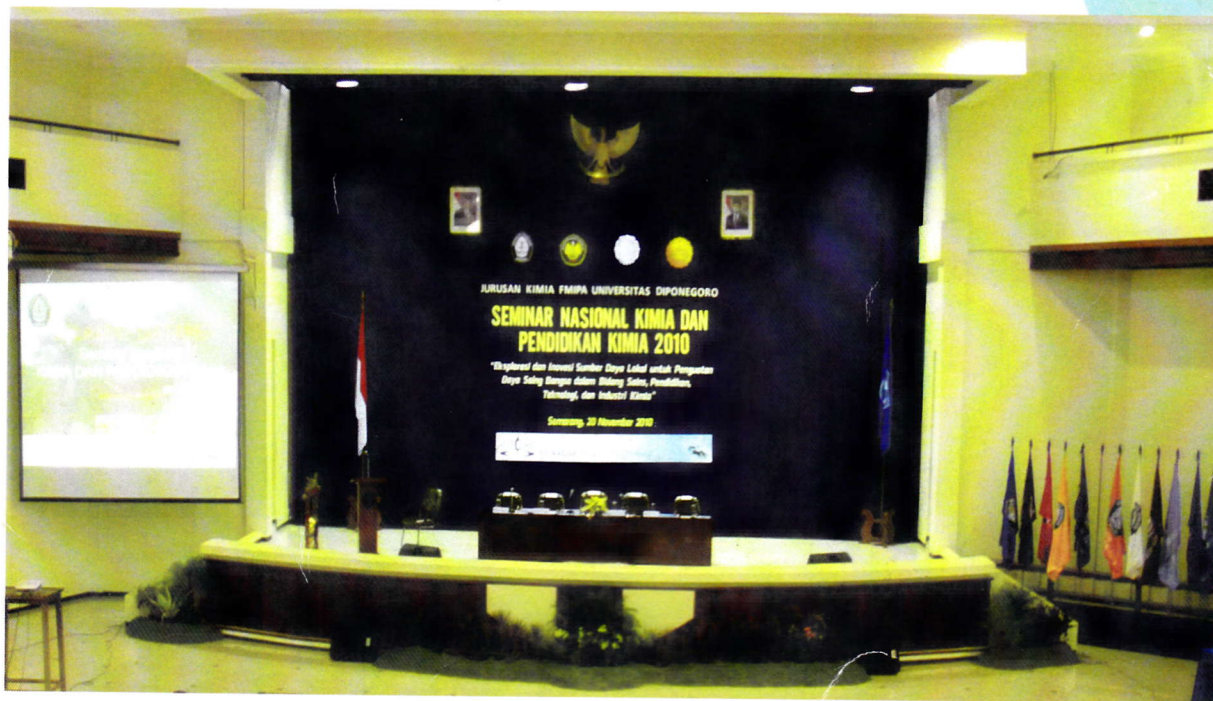


ISBN: 978-979-097-105-9

PROSIDING

# SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA 2010

"Eksplorasi dan Inovasi Sumber Daya Lokal Untuk Penguatan  
Daya Saing Bangsa dalam Bidang Sains, Pendidikan,  
Teknologi, dan Industri Kimia"



Semarang, 20 November 2010

Diselenggarakan oleh Jurusan Kimia



Badan Penerbit  
Universitas Diponegoro

ISBN: 978-979-097-105-9



# Prosiding

## Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 2010

Eksplorasi dan Inovasi Sumber Daya Lokal Untuk Penguatan Daya Saing Bangsa dalam Bidang Sains, Pendidikan, Teknologi, dan Industri Kimia

Semarang, 20 Nopember 2010

Terselenggara atas kerjasama  
Jurusan Kimia



Universitas Diponegoro Semarang\_ Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta  
Universitas Negeri Semarang\_ Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto

Diterbitkan oleh:

Badan Penerbit  
Universitas Diponegoro



**PROSIDING SEMINAR NASIONAL  
KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA 2010**

**TEMA SEMINAR**

*Eksplorasi dan Inovasi Sumber Daya Lokal Untuk Penguatan Daya Saing Bangsa dalam Bidang Sains, Pendidikan, Teknologi, dan Industri Kimia*

**TUJUAN SEMINAR**

*Seminar ini bertujuan untuk menciptakan suatu sistem komunikasi ilmiah antar kimiawan dan pemerhati dari berbagai kalangan; merintis kerja sama riset antarperguruan tinggi, lembaga penelitian, industri, pemerintah, dan masyarakat bagi pengembangan penelitian kimia dan pendidikan kimia yang mendukung pada penguatan peran kimia dan pendidikan kimia dalam mengeksplorasi dan melakukan inovasi sumber daya lokal untuk penguatan daya saing bangsa*

**Diterbitkan Oleh**

Badan Penerbit Universitas Diponegoro Semarang

**Tim Penyunting Prosiding Seminar Nasional  
Kimia dan Pendidikan Kimia 2010**

Didik Setiyo Widodo, S.Si, M.Si.

Rahmad Nuryanto, S.Si., M.Si.

M. Asy'ari, S.Si., M.Si.

Ismiyarto, S.Si, M.Si

Sriatun, M.Si.

**Alamat Tim Penyunting**

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Diponegoro Semarang

Telp. (024) 76480824 Fax. (024) 76480824

Email: [chemistry@undip.ac.id](mailto:chemistry@undip.ac.id)

Web: [www.kimia.undip.ac.id](http://www.kimia.undip.ac.id)

ISBN: 978-979-097-105-9

## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuhu*

Puji syukur kita haturkan ke hadirat Illahi atas anugerah dan limpahan rahman dan rahiemya hingga prosiding ini dapat diselesaikan dan diterbitkan. Prosiding ini merupakan bentuk publikasi atas makalah-makalah yang telah dipresentasikan pada Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 2010 atas kerjasama Jurusan Kimia FMIPA Universitas Diponegoro (Undip), Universitas Negeri Semarang (Unnes), Universitas Negeri Sebelas Maret (UNS) Surakarta dan Universitas Jendral Soedirman (Unsoed) dengan tema **Eksplorasi dan Inovasi Sumber Daya Lokal Untuk Penguatan Daya Saing Bangsa dalam Bidang Sains, Pendidikan, Teknologi, dan Industri Kimia**.

Prosiding ini disusun dalam 5 volume berdasarkan kategori kelas seminar. Volume A menyajikan makalah-makalah dengan tema kimia fisik, volume B menghimpun makalah bidang kimia analitik, volume C bidang kimia organik dan biokimia, volume D menyajikan makalah bidang kimia anorganik (dan material) dan E berisi makalah-makalah bidang pendidikan kimia. Sebagaimana diharapkan, prosiding ini sebagai perwujudan kerja sama publikasi hasil-hasil riset untuk memberikan kontribusi pada kemajuan ilmu kimia dan pendidikan kimia serta perluasan terapan hasil riset di Indonesia

Semoga prosiding ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, pembaca dan masyarakat dalam rangka menempatkan kontribusi dalam pengembangan ilmu dan terapannya bagi masyarakat. Amien.

*Wasalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuhu*

Semarang, 20 Nopember 2010

Panitia



## SAMBUTAN KETUA PANITIA

*Bismillahirrahmannirrahim. Assalamualaikum Wa. Wa.*

Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia (SKPK) 2010 ini merupakan agenda tahunan serta lanjutan kerjasama publikasi karya ilmiah yang telah dibangun Jurusan Kimia/Pendidikan Kimia Undip-Unnes dan UNS beberapa tahun lalu, dan Unsoed yang mulai bergabung pada tahun ini. Kerja sama ini diharapkan dapat mendekatkan harapan pada kerja sama riset Jawa Tengah khususnya dan nasional pada umumnya dan meningkatkan atmosfer keilmuan serta dapat memberikan nilai tambah bagi kemajuan ilmu kimia dan pendidikan kimia di Indonesia.

Sebagai institusi pengembang ilmu pengetahuan dan teknologi, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Diponegoro (Undip), Universitas Negeri Semarang (Unnes), Universitas Negeri Sebelas Maret (UNS) Surakarta dan Universitas Jendral Soedirman (Unsoed) bersinergi menciptakan media bagi para kimiawan dan praktisi yang berasal dari institusi pendidikan, pemerintah, lembaga penelitian, dan industri untuk bertemu, berkomunikasi dan berdiskusi melalui Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 2010 dengan tema **Eksplorasi dan Inovasi Sumber Daya Lokal Untuk Penguatan Daya Saing Bangsa dalam Bidang Sains, Pendidikan, Teknologi, dan Industri Kimia.**

Pada SKPK 2010 ini dibagi menjadi dua bagian yakni sesi pleno yang akan diisi oleh pembicara undangan baik dari kalangan pakar maupun industri (4 pembicara) dan sesi paralel (100 peserta). Pada seminar ini peserta tidak saja berasal dari 4 Universitas penyelenggara melainkan dari berbagai Universitas di seluruh Indonesia, tenaga pendidik di lingkungan Jawa Tengah serta peneliti dengan berbagai makalah mengenai permasalahan di bidang Kimia Analitik, Kimia Anorganik, Kimia Organik dan Biokimia, Kimia Fisik serta bidang Pendidikan Kimia.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada PT Wacos Total Engineering selaku sponsor tunggal pada penyelenggaraan seminar ini.

*Billakhtaufig wal bidayah. Wassalamualaikum Wa. Wa.*

Semarang, 20 November 2010  
Ketua,

Purbowatiningrum Ria S., S.Si., M.Si.



**SAMBUTAN KETUA JURUSAN KIMIA FMIPA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuhu*

Syukur alhamdulillah kita panjatkan kehadiran Allah SWT yang dengan ridho Nya kita dapat Ber bertemu kembali dalam forum Seminar Nasional dan Pendidikan Kimia 2010. Acara ini terselenggara berkat kerjasama antara 4 Jurusan Kimia di Jawa Tengah yaitu Jurusan Kimia Undip-Unnes-UNS-Unsoed. Kerjasama ini diharapkan dapat meningkatkan kedekatan setiap institusi yang terlibat sehingga diperoleh sinergi dalam penyelesaian permasalahan yang ada di Jawa tengah khususnya maupun permasalahan nasional.

Sumber daya alam yang ada di Indonesia sangat melimpah dan memiliki kekhasan, sehingga menjadi bahan kajian yang tidak ada habisnya baik dari tinjauan ilmu kimia, pendidikan kimia maupun teknologi dan industri kimia. Dengan mengembangkan potensi sumber daya alam melalui eksplorasi bahan alam, maka nantinya dapat digunakan sebagai bahan baku industri yang dapat dipergunakan bagi kesejahteraan bersama. Disamping itu dengan mengkaji kekhasan sumber daya alam lokal, maka akan memperkuat spesifikasi lulusan kimia yang akan dihasilkan tiap-tiap universitas yang terlibat, sehingga mempunyai lulusan yang berdaya saing di pasaran kerja. Melalui seminar dengan tema *eksplorasi dan inovasi sumber daya lokal untuk penguatan daya saing bangsa dalam bidang sains, pendidikan, teknologi dan industri kimia* diharapkan muncul gagasan, kajian atau temuan baru yang berkaitan dengan bahan alam lokal.

Kami mengucapkan terima kasih kepada peserta seminar mudah-mudahan niat baik ini mendapat berkah dari Allah SWT dan bermanfaat bagi semua. Tidak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada sponsor dan segenap panitia atas kerja keras dan bantuannya hingga acara ini dapat terselenggara.

Semoga sinergi berbagai kalangan ini dapat memberikan nilai tambah bagi kemajuan ilmu kimia dan pendidikan kimia di Indonesia. Sekecil apapun langkah menuju kemajuan itu lebih baik dari pada tidak melangkah sama sekali.

*Bilalittaufiq wal hidayah*

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuhu*

Semarang, 20 November 2010  
Ketua Jurusan Kimia

Drs. Gunawan, M.Si.



**SAMBUTAN KETUA JURUSAN KIMIA FMIPA  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

*Assalamualaikum Ws. Wl.*

Segala puji hanya milik Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kegiatan seminar bersama yang telah berlangsung selama ini antara Jurusan Kimia FMIPA Undip, Jurusan Kimia FMIPA Unnes, Jurusan Kimia FMIPA UNS dan Jurusan Kimia Unsoed dapat terlaksana pada tanggal 20 Nopember 2010.

Kegiatan seminar sebenarnya merupakan kegiatan rutin bagi lembaga pendidikan tinggi yang diselenggarakan dengan maksud sebagai media komunikasi dan diskusi antara berbagai pihak antara lain: peneliti, pendidik, praktisi dan *stakeholder*. Tujuan lainnya adalah untuk menciptakan kondisi yang memungkinkan terjadinya komunikasi ilmiah antar berbagai kalangan baik dari akademis maupun non akademis dan meningkatkan kerjasama antar perguruan tinggi khususnya dan antara perguruan tinggi dengan lembaga pemerintah dan swasta lainnya. Penyelenggaraan seminar bersama yang diikuti oleh beberapa Perguruan Tinggi dimaksudkan untuk mempermudah jaringan komunikasi antar peserta seminar. Berbeda dengan tahun kemarin, tahun ini kegiatan seminar bersama diikuti oleh anggota baru dari selatan Jawa Tengah yakni Jurusan Kimia Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto. Selamat bergabung dengan sesama pecinta kimia di Wilayah Jawa Tengah.

Tema seminar kali ini yakni “Eksplorasi dan Inovasi Sumber Daya Lokal untuk Penguatan daya Saing Bangsa dalam Bidang Sains, Pendidikan, Teknologi dan Industri Kimia” kiranya relevan dengan kondisi kehidupan sekarang ini. Sebagai negara yang kaya sumber daya alam, seharusnya hal ini dapat menunjang pembangunan untuk kesejahteraan masyarakat. Persoalannya adalah dengan cara bagaimana eksplorasi harus dilakukan agar tetap memperhatikan daya dukung lingkungan, bersifat tepat guna dan murah. Jawaban terhadap persoalan inilah yang perlu ditemukan melalui kegiatan seminar bersama ini. Pada gilirannya, jika persyaratan tersebut dipenuhi, maka diharapkan muncul penguatan daya saing bangsa, sehingga tidak bergantung dengan negara lain. Untuk itu diperlukan banyak terobosan dan inovasi melalui berbagai jalur, termasuk pendidikan yang berkualitas, agar menjadi bangsa yang maju, mandiri dan sejahtera.

Kerja keras seluruh Panitia Pelaksana selama kurun waktu yang panjang, banyak memberi sumbangan bagi kelancaran pelaksanaan seminar dan penerbitan *proceeding* seminar. Atas nama seluruh keluarga besar Jurusan Kimia FMIPA UNNES, kami mengucapkan selamat kepada rekan-rekan dari Jurusan Kimia FMIPA UNDIP yang pada tahun 2010 menjadi penyelenggara seminar. Semoga seminar kali ini membawa pencerahan bagi kita semua.

*Wassalamualaikum Ws. Wl.*

Ketua Jurusan Kimia  
FMIPA Unnes,

Drs. Sigit Priatmoko, M.Si.



**SAMBUTAN KETUA JURUSAN KIMIA FMIPA  
UNIVERSITAS NEGERI SEBELAS MARET**

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,*  
Salam sejahtera,

Pertama-tama marilah kita panjatkan Puji Syukur kehadiran Illahi Robby atas rahmat dan karunuaNya, kita dapat berkumpul dalam suasana yang sangat membahagiakan, yaitu dalam acara Seminar Nasional bersama di Universitas Diponegoro Semarang, dengan mengangkat tema **“Eksplorasi dan inovasi sumber daya lokal untuk penguatan daya saing bangsa dalam bidang sains, pendidikan, teknologi dan industri kimia”**. Acara ini merupakan acara tahunan yang diselenggarakan secara bergantian antara UNS, Undip, Unnes dan sekarang bertambah satu dengan Unsoed.

Kegiatan semnas bersama ini secara sistematis berfungsi sebagai forum komunikasi ilmiah mengenai perkembangan mutakhir di bidang sains, pendidikan, teknologi dan industri kimia. Adapun pemilihan tema **“Eksplorasi dan inovasi sumber daya lokal untuk penguatan daya saing bangsa dalam bidang sains, pendidikan, teknologi dan industri kimia”** sangatlah tepat karena pada saat ini sumber-sumber daya lokal belum digarap secara maksimal. Dengan adanya pertemuan ini kita berharap dapat bertukar informasi bahkan mungkin menjalin kerjasama untuk melakukan suatu penelitian sehingga dapat mengeksplorasi sumber daya lokal secara maksimal kemudian melakukan inovasi dan terobosan-terobosan baru. Mudah-mudahan dengan adanya forum tahunan ini kita dapat mewujudkan ide, gagasan, kajian dan temuan baru yang berakaitan dengan pemberdayaan sumber-sumber lokal.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua panitia yang terlibat dan semua peserta dalam SemNas Bersama di UNDIP semoga kebersamaan ini mendapat berkah Allah SWT dan dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Sekecil apapun langkah kita didalam menuju kemajuan akan lebih baik daripada tidak melangkah sama sekali.

*Billaahittaufiq wal hidayah, Wassalamu'alaikum Ws.Wb.*

Surakarta, 20 November 2010

Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNS



**SAMBUTAN KETUA PROGRAM STUDI KIMIA JURUSAN MIPA  
FST UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN**

*Assalamualaikum Ws.Wb*

Salam Kimiawan....,

Segala Puji Bagi Allah SWT yang telah memberikan kesempatan kepada kita untuk bisa terus berkreasi dan menghasilkan kegiatan yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan pada umumnya dan ilmu kimia khususnya.

Semnas Kimia dan Pendidikan Kimia yang bertemakan “Eksplorasi dan Inovasi Sumber Daya Lokal untuk Penguatan Daya Saing Bangsa dalam Bidang Sains, Pendidikan, Teknologi, dan Industri Kimia” ini merupakan salah satu wahana bagi para ilmuwan, akademisi, mahasiswa dan praktisi kimia untuk bisa bersilaturahmi dan mempublikasikan hasil karyanya sehingga bisa diketahui dan dimanfaatkan oleh seluruh masyarakat. Untuk itu, perlu kiranya kegiatan ini tetap dipertahankan dan secara rutin dilakukan setiap tahunnya.

Program studi kimia Unsoed saat ini sudah berusia 11 tahun dengan jumlah dosen 26 orang dan jumlah mahasiswa sekitar 250 orang setiap tahunnya. Prodi Kimia Unsoed sudah meluluskan sekitar 280 mahasiswa (per September 2010) yang sekarang sudah bekerja di berbagai instansi pemerintah ataupun swasta. Semnas ini merupakan keikutsertaan pertama kami dalam kepanitian, semoga saja keberadaan kami dapat memberikan manfaat dan efek yang baik dalam pelaksanaannya.

Pada kesempatan yang berbahagia ini saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh peserta yang berkenan hadir pada kegiatan semnas ini dan saya juga menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada seluruh panitia (Undip, Unnes, UNS dan Unsoed) atas usaha dan kerja kerasnya sehingga pelaksanaan semnas ini bisa sukses. Semoga pelaksanaan di tahun yang akan datang akan lebih baik dan sukses. Amien.

*Wassalamualaikum Ws.Wb*

Purwokerto, 20 Nopember 2010  
Kaprosdi Kimia Unsoed,

Roy Andreas



**SAMBUTAN KETUA PROGRAM STUDI KIMIA JURUSAN MIPA  
FST UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN**

*Assalamualaikum Wr.Wb*

Salam Kimiawan....

Segala Puji Bagi Allah SWT yang telah memberikan kesempatan kepada kita untuk bisa terus berkreasi dan menghasilkan kegiatan yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan pada umumnya dan ilmu kimia khususnya.

Semnas Kimia dan Pendidikan Kimia yang bertemakan “**Eksplorasi dan Inovasi Sumber Daya Lokal untuk Penguatan Daya Saing Bangsa dalam Bidang Sains, Pendidikan, Teknologi, dan Industri Kimia**” ini merupakan salah satu wahana bagi para ilmuwan, akademisi, mahasiswa dan praktisi kimia untuk bisa bersilaturahmi dan mempublikasikan hasil karyanya sehingga bisa diketahui dan dimanfaatkan oleh seluruh masyarakat. Untuk itu, perlu kiranya kegiatan ini tetap dipertahankan dan secara rutin dilakukan setiap tahunnya.

Program studi kimia Unsoed saat ini sudah berusia 11 tahun dengan jumlah dosen 26 orang dan jumlah mahasiswa sekitar 250 orang setiap tahunnya. Prodi Kimia Unsoed sudah meluluskan sekitar 280 mahasiswa (per September 2010) yang sekarang sudah bekerja di berbagai instansi pemerintah ataupun swasta. Semnas ini merupakan keikutsertaan pertama kami dalam kepanitian, semoga saja keberadaan kami dapat memberikan manfaat dan efek yang baik dalam pelaksanaannya.

Pada kesempatan yang berbahagia ini saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh peserta yang berkenan hadir pada kegiatan semnas ini dan saya juga menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada seluruh panitia (Undip, Unnes, UNS dan Unsoed) atas usaha dan kerja kerasnya sehingga pelaksanaan semnas ini bisa sukses. Semoga pelaksanaan di tahun yang akan datang akan lebih baik dan sukses. Amien.

*Wassalamualaikum Wr.Wb*

Purwokerto, 20 Nopember 2010  
Kaprod Kimia Unsoed,

Roy Andreas



SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS MIPA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuhu*

Puji syukur Alkhamdullilah selalu kita ungkapkan dengan tulus kehadiran-Nya yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah, sehingga pada pagi hari ini kita semua dapat bertemu dan dipertemukan untuk berdiskusi dalam forum Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 2010

Dengan kemajuan sains teknologi dan industri, era modern berawal dari kematangan riset aplikasi dan keberlanjutan dalam kehidupan masyarakat yang terus tertopang oleh sumber daya alam Indonesia. Dengan demikian penelitian-penelitian dasar, aplikasi, disain dan proses produksi harus mempertimbangkan ketersediaan sumber daya, modifikasi, aspek keterbaharuan, dan efisiensi. Permasalahan tidak mungkin ditangani pada satu bidang ilmu tetapi harus secara multidisiplin termasuk di dalamnya para pendidik maupun peneliti kimia mempunyai tanggung jawab besar untuk memberikan solusi.

Atas dasar pemikiran tersebut sebagai salah satu institusi pengembang ilmu pengetahuan dan teknologi maka saya sangat menghargai upaya panitia mempertemukan para kimiawan dan pemerhati dari institusi pendidikan, lembaga penelitian, pemerintah dan industri serta swasta untuk bertemu berkomunikasi dan berdiskusi melalui seminar yang diangkat oleh jurusan kimia Undip, Unnes, UNS dan Unsoed dengan tema **"Eksplorasi dan Inovasi Sumber Daya Lokal Untuk Penguatan Daya Saing Bangsa dalam Bidang Sains, Pendidikan, Teknologi, dan Industri Kimia"**.

Semoga komunikasi dan diskusi kali ini memberikan manfaat dan membuka mata kita untuk lebih arif dan bijak dalam mengembangkan Sains dan Teknologi guna mendukung perkembangan industri untuk memperkuat daya saing bangsa. Selamat mengikuti seminar. Terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuhu*

Semarang, 20 Npember 2010  
Dekan FMIPA Universitas Diponegoro,

Dra. Hj. Rum Hastuti, M.Si.

## MEMBANGUN SAINS DAN TEKNOLOGI KELAS DUNIA BERBASIS PADA PERMASALAHAN DAN SUMBERDAYA LOKAL

Akhmaloka  
Departemen Kimia ITB

**Abstrak**—Dewasa ini perkembangan sains dan teknologi berjalan sangat cepat, dibarengi dengan arus globalisasi informasi yang kuat, ilmu pengetahuan berkembang tidak mengenal batas-batas wilayah. Sains dan Teknologi unggul akan banyak muncul dari masyarakat yang inovatif. Pusat-pusat riset dan Universitas di Indonesia harus dapat bersinergi dan menentukan topik arah penelitian yang tepat untuk mampu menghasilkan pendidikan kelas dunia. Penulis mengajukan permasalahan-permasalahan dan sumberdaya lokal bisa dijadikan dasar dalam penentuan topik – topik riset di Indonesia. Dalam presentasi ini akan disampaikan topik penelitian penulis yang didasarkan atas *local comparative advantages* yang telah digeluti penulis lebih dari 15 tahun yaitu mengenai eksplorasi mikroorganisme termofilik dan enzim – enzim termostabil yang dihasilkannya.

## MODIFIKASI STRUKTUR KIMIA SENYAWA BAHAN ALAM: SINTESIS SERI SENYAWA KALIKS[4]RESORSINARENA DARI MINYAK DAUN CENGKEH DAN MINYAK ADAS SERTA PENERAPANNYA SEBAGAI ADSORBEN DAN ANTIDOTUM LOGAM BERAT

Jumina

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta 55281  
Telepon & faksimili: (0274)545188, Email:  
[jumina@ugm.ac.id](mailto:jumina@ugm.ac.id)

**ABSTRAK**—Kaliks[4]resorsinarena adalah oligomer siklik dari resorsinol yang dihubungkan oleh jembatan metin. Kelompok senyawa ini lazim disintesis melalui reaksi resorsinol dengan alkil atau aril aldehida dalam suasana asam. Senyawa ini memiliki geometri unik yang diwujudkan dalam konformasi kerucut, kerucut sebagian, berselang 1,2 maupun berselang 1,3. Eksistensi geometri tersebut ditambah dengan adanya rongga molekuler yang menyerupai keranjang serta keberadaan gugus hidroksil yang tersusun berjajar pada lingkaran atas cincin kaliks[4]resorsinarena diyakini merupakan faktor penting yang menyebabkan kelompok senyawa ini dapat berperan sebagai adsorben, ekstraktan, ligan, dan antidot (*antidotum*) untuk kation, anion, maupun senyawa organik netral. Selain resorsinol, aldehida merupakan senyawa kunci yang diperlukan dalam pembuatan kaliks[4]resorsinarena. Aneka macam alifatik dan aromatik aldehid telah digunakan untuk pembuatan kaliks[4]resorsinarena, kecuali formaldehida. Aldehida paling sederhana ini bersifat terlalu reaktif sehingga kondensasinya dengan resorsinol dalam suasana asam hanya menghasilkan material polimer yang sulit diidentifikasi. Salah satu sumber senyawa aldehid yang potensial dikembangkan di Tanah Air untuk pembuatan kaliks[4]resorsinarena adalah minyak atsiri, seperti: minyak daun cengkeh, minyak adas, minyak sereh, dan minyak kayu manis. Di dalam paparan ini akan diuraikan pendekatan, strategi, dan metode yang digunakan untuk mentransformasi komponen utama minyak daun cengkeh dan minyak adas menjadi seri senyawa oligomer siklik kaliks[4]resorsinarena baik yang memiliki karakter kaya maupun miskin elektron, termasuk polimer polikaliks[4]resorsinarena. Sementara kaliks[4]resorsinarena kaya elektron diproyeksikan sebagai adsorben dan antidot kation logam berat, kaliks[4]resorsinarena miskin elektron diproyeksikan sebagai adsorben dan antidot anion logam berat yang seringkali bersifat jauh lebih

toksik daripada bentuk kationnya. Adapun pembuatan polimer polikaliks[4]arena dimaksudkan untuk memperoleh struktur molekul berongga yang terletak berjajar sepanjang rantai polimer sehingga membentuk geometri menyerupai terowongan (*tunnel*). Dengan terbentuknya geometri seperti ini diharapkan senyawa tersebut memiliki daya adsorpsi dan aktivitas antidot lebih efektif dibandingkan dengan bentuk monomernya. Selain transformasi struktur, di dalam paparan ini juga akan diuraikan daya adsorpsi dan aktivitas antidot beberapa senyawa kaliks[4]resorsinarena hasil sintesis terhadap sejumlah kation dan anion logam berat.

**Kata kunci:** kaliks[4]resorsinarena, cengkeh, adas, sintesis, adsorben dan antidot

## PEMETAAN MIKROORGANISME DAN POTENSI BIOMOLEKUL DENGAN PENDEKATAN MOLEKULER

A.L.N. Aminin

Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Diponegoro

Keanekaragaman hayati adalah studi yang mencakup aspek genetik, taksonomi dan ekosistem dari sistem kehidupan. Plasma nutfah yang diperoleh melalui keanekaragaman hayati yang luas, menyediakan sumber utama bahan biologis untuk pengembangan obat-obatan, vaksin, produk farmasi, pengembangan varietas tanaman dan hewan serta untuk aplikasi lingkungan lainnya (Tripathi, et al., 2007). Mayoritas aplikasi bioteknologi saat ini adalah berasal dari mikroba, karena dunia mikroba merupakan fraksi terbesar dari keanekaragaman hayati di biosfer. Namun, isolasi mikroba secara langsung mengungkapkan bahwa mayoritas mikroba sulit dibudidayakan dan belum mewakili filum yang sudah dikenal sejauh ini. Oleh karena itu, pengetahuan tentang mikroba baru dan/atau informasi genom daripadanya, atau dari komunitas mereka, merupakan potensi besar untuk sediaan produk dan proses baru bagi industri (Beloqui, et al., 2008).

Organisme ekstremofilik adalah organisme yang mampu hidup di luar kondisi "normal" atau lebih tepat didefinisikan sebagai organisme yang mampu tumbuh optimal pada kondisi lingkungan ekstrim (Kristjansson dan Hreggvidsson, 1995). Mikroorganisme yang mampu hidup pada lingkungan dengan lebih dari satu kondisi ekstrim disebut poliekstremofilik (Rothschild dan Mancinelli, 2001). Kondisi ekstrim tersebut meliputi temperatur, pH, tekanan, konsentrasi garam, dan ketersediaan air. Baru-baru ini dilaporkan juga ekstremofilik yang berasal dari habitat yang mengandung radiasi tinggi, kadar logam berbahaya serta senyawa beracun (Satyanarayana et al., 2005). Langkah besar telah dilakukan pada beberapa tahun terakhir untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi prokariot ekstremofil, dan banyak diantaranya menunjukkan karakteristik metabolik yang menarik (Madigan dan Martinko, 2006).

Hingga saat ini, diketahui bahwa lebih dari 99% mikroba di alam belum berhasil dikulturkan di laboratorium. Oleh karena itu, keragaman mikroba beserta potensi aplikasinya mulai dari metabolit sekunder hingga biomolekul untuk keperluan bioteknologi masih bisa dieksplorasi secara luas. Penentuan identitas suatu organisme secara konvensional dilakukan melalui pengujian sifat-sifat morfologis. Sistem klasifikasi (fenetik) ini hanya sesuai diterapkan terhadap organisme

yang memiliki karakter morfologi yang cukup mencolok. Namun untuk prokariot, sistem ini kurang sesuai disebabkan oleh ukurannya yang kecil serta rendahnya keragaman morfologis (Madigan dan Martinko, 2006). Metode kultivasi merupakan teknik penting untuk mendapatkan informasi karakter fenotipik, namun teknik ini hanya mampu mengakses sebagian kecil spesies dari suatu ekosistem mikroba. Hal ini tidak relevan untuk kasus komunitas sangat kompleks seperti tanah yang diperkirakan mengandung lebih dari 53.000 spesies mikroba yang berbeda (Sandaa, et al., 1999).

Sistem identifikasi filogeni didasarkan atas kesejajaran atau kesatuan evolusi (Kyrpides dan Olsen, 1999). Untuk memberikan sebanyak mungkin informasi, kedua pendekatan perlu digabungkan dalam pengklasifikasian mikroorganisme (Stackebrandt, 1988). Saat ini, sistem filogeni berkembang pesat akibat penemuan metode PCR dan sekuensing DNA. Studi terhadap urutan gen-gen lestari, menyarankan pembagian makhluk hidup ke dalam tiga domain yaitu *Arkhea*, *Bakteria*, dan *Eukaria* (Woese et al., 1990). Selama tiga dekade terakhir, telah diperoleh kemajuan informasi yang luar biasa dan mendalam mengenai keragaman mikroba. Kemajuan ini terutama disebabkan oleh terobosan teknologi berbasis asam nukleat. Metode analisis yang paling sederhana saat ini didasarkan atas profil DNA untuk mengidentifikasi perbedaan komposisi fragmen DNA dari suatu komunitas. Dalam hal ini analisis dilakukan melalui metode PCR yang diikuti dengan pemotongan menggunakan enzim restriksi terhadap campuran fragmen hasil amplifikasi (RFLP). Lebih jauh, analisis keragaman urutan DNA pada gen yang sama dari organisme berbeda tidak hanya dimanfaatkan untuk studi keragaman mikroba namun juga studi keragaman tipe enzim dan metabolit sekunder.

Selain pendekatan RFLP, komunitas mikroba juga dapat ditentukan melalui analisis langsung terhadap klon-klon gen tertentu. Metode penentuan distribusi populasi bakteri yang banyak dilaporkan saat ini adalah metode PCR-DGGE. Pada teknik ini, fragmen gen 16S/18S rRNA diamplifikasi dan dilanjutkan dengan pemisahan fragmen-fragmen DNA melalui elektroforesis pada gel poliakrilamida yang mengandung denaturan bergradien. Teknologi lain dengan prinsip serupa adalah SSCP yang relatif lebih sederhana.

Studi keragaman mikroba termofilik telah dilakukan terhadap sumber-sumber air panas di wilayah Jawa Tengah, seperti Gedongsongo, Baturaden, dan Kawah Sikidang Dieng. Karagaman bakteri dari sumber Gedongsongo pada studi awal didominasi oleh kelompok *Thermus* sedangkan dominasi *Proteobacteria* ditunjukkan pada hasil studi lanjut dari sumber yang sama. Keberadaan *proteobacteria* pada hasil studi awal hanya ditemui dari kelompok  $\gamma$ -*proteobacteria*. Sedangkan keberadaan *proteobacteria* pada studi lanjut meliputi  $\alpha$ -*proteobacteria*,  $\beta$ -*proteobacteria*, dan  $\gamma$ -*proteobacteria*; dimana bakteri genus *Ralstonia* dan *Delftia* dari klas  $\beta$ -*proteobacteria* sangat dominan. Dari klas  $\alpha$ -*proteobacteria* hanya diwakili oleh genus *Hypomicrobium*, sedangkan dari klas  $\gamma$ -*proteobacteria* diwakili oleh *Pseudomonas* sp. Keberadaan *Thermus* pada studi lanjut hanya menunjukkan dominasi pada kultur anaerob. Beberapa isolat menunjukkan kedekatan relatif dengan kelompok *uncultured-proteobacteria* yang mengindikasikan keberadaan spesies-spesies baru (Aminin et al., 2008a).

Hasil studi keragaman isolat GS-2 menunjukkan dominasi baik dari klas  $\beta$ -*proteobacteria* maupun bakteri dari filum *Firmicutes* (gram positif asidofilik). Dari kelompok  $\beta$ -*proteobacteria*, genus

*Ralstonia* sangat menonjol dan diikuti oleh *Delftia*. Dari klas  $\alpha$ -*proteobacteria* ditemui isolat yang menunjukkan kedekatan relatif dengan *Acidithiobacillus* atau *uncultured  $\alpha$ -proteobacteria*. Pada filum *Firmicutes* dominasi ditunjukkan oleh spesies *Alicyclobacillus*, selain itu tiga isolat mewakili kelompok *Bacillus tusciae* (Aminin et al., 2008b).

Salah satu informasi menarik adalah bahwa golongan *proteobacteria* isolat Gedongsongo adalah unik dimana kelompok bakteri ini memiliki keragaman urutan pada daerah variabel V4-V5 dari gen 16S rRNA yang tidak dimiliki oleh *proteobacteria* umumnya yang sudah dipublikasikan. Keunikan lain yang menonjol adalah adanya deletion pada posisi 599 (posisi *E. coli*) dimana pada posisi ini hampir semua bakteri dari kelompok  $\beta$ -*proteobacteria* memiliki basa A. Dengan kata lain, isolat *proteobacteria* dari Gedongsongo merupakan spesies-spesies baru (Aminin et al., 2008a).

Penelitian yang sedang dijalankan oleh penulis beserta tim saat ini adalah eksplorasi keragaman bakteri dan jamur termofilik yang terlibat dalam degradasi biomassa lignoselulosa yang merupakan upaya *pretreatment* produksi bioetanol. Melalui teknologi SSCP, dapat dilihat adanya keragaman mikroba yang berbeda terhadap substrat lignoselulosa berbeda.