

Seminar Nasional Kimia 2013

“Inovasi Pendidikan dan Penelitian Kimia dalam Menyongsong Era Industrialisasi di Kalimantan Timur”



UNIVERSITAS MULAWARMAN
SAMARINDA KALIMANTAN TIMUR

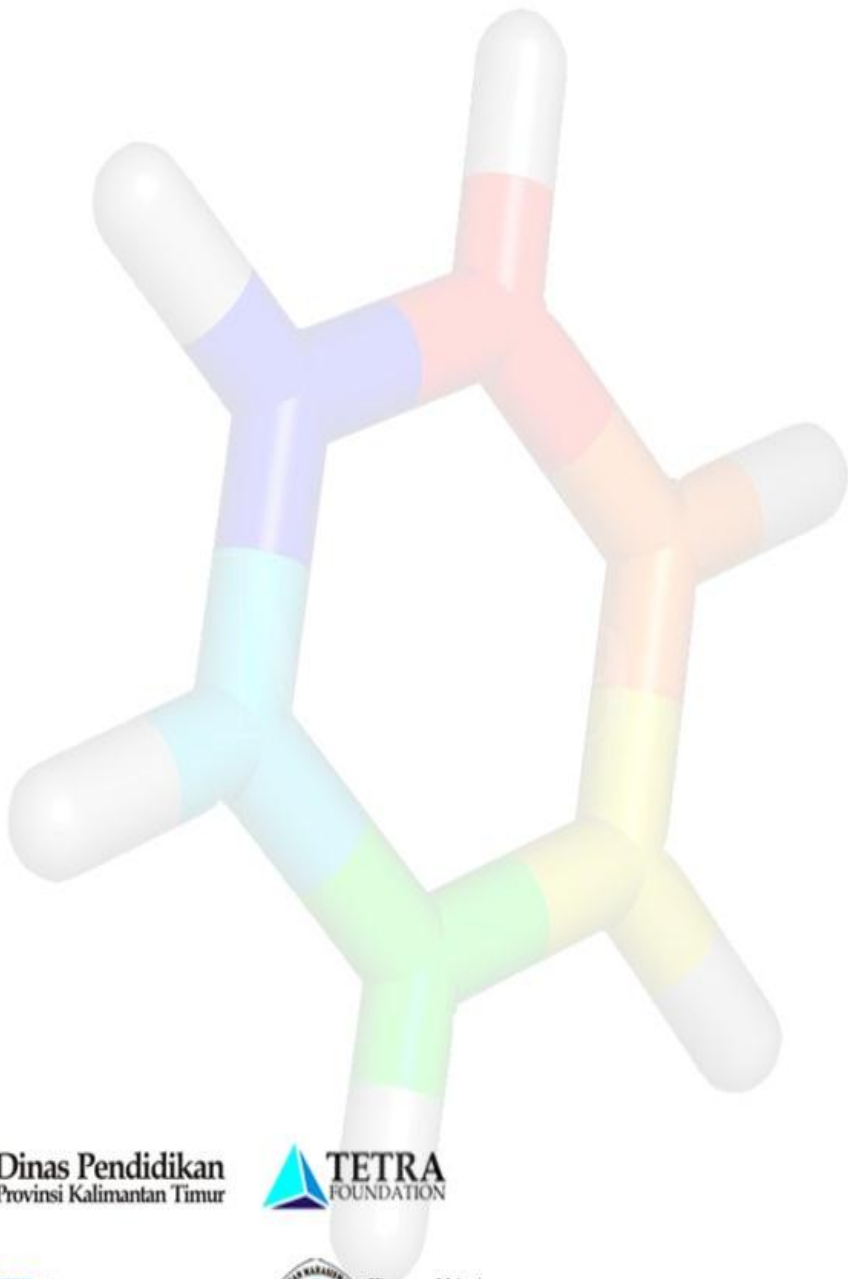
SEMINAR NASIONAL KIMIA 2013

“Inovasi Pendidikan dan Penelitian Kimia dalam Menyongsong Era Industrialisasi di Kalimantan Timur”

ISBN 978-602-19421-0-9



9 786021 942109



Prosiding

Seminar Nasional Kimia 2013

**Inovasi Pendidikan & Penelitian Kimia Dalam
Menyongsong Era Industrialisasi di Kalimantan Timur**

Steering Commite:

Drs. H. Musryahrim, M.M

Drs. Alimuddin, M.Si

Dr. A. Sentosa Panggabean, M.Si

Dr. Erwin, M.Si

Dr. Rahmat Gunawan, M.Si

Dr. Rudi Kartika, M.Si

Subur Pasaribu, S.Si, M.Si

Organizing Commite:

Finco Aprianto, S.Si (Ketua)

Rela Amalia, S.Si (Sekertaris)

Niswatun Hasanah, S.Si, M.Si (Bendahara)

SAMBUTAN KETUA PANITIA

Bismillahirrahmanirrahim,
Assalamu'alaikum wr. wb.,

Alhamdulillah, puji dan syukur senantiasa kita panjatkan kehadirat Allah SWT, sehingga pada hari ini, 9 November 2013, kita dapat melangsungkan acara Seminar Nasional Kimia 2013 yang diselenggarakan di Ballroom Hotel Radja, Samarinda. Seminar Nasional Kimia ini diseleenggarakan oleh Himpunan Kimia Indonesia-Kalimantan Timur (HKI-Kaltim) dan Dinas Pendidikan Kalimantan Timur bekerja sama dengan Fakultas MIPA Universitas Mulawaman dan Yayasan TETRA dengan tema "*Inovasi Pendidikan dan Penelitian Kimia dalam Menyongsong Era Industrialisasi di Kalimantan Timur*".

Seminar Nasional Kimia adalah seminar tahunan yang telah diselenggarakan oleh Himpunan Kimia Indonesia-Kalimantan Timur (HKI-Kaltim) sejak tahun 2011. Seminar Nasional Kimia ini terutama bertujuan untuk memfasilitasi pertukaran informasi dan kerja sama di antara peserta dalam mengembangkan pendidikan dan penelitian kimia di Indonesia dan Kalimantan Timur khususnya.

Panitia memilih tema seminar yang dikaitkan dengan kebijakan Pemerintah Daerah dimaksudkan untuk menginformasikan bahwa kita perlu untuk selalu melakukan inovasi terhadap pendidikan dan penelitian kimia sebagai "*center of science*" yang merupakan pondasi dari segala proses industri. Dengan demikian, pendidik kimia dapat mencetak generasi kimiawan yang kreatif dan berwawasan industri, serta kimiawan dapat memberikan sumbangsih nyata demi kemajuan industri Kalimantan Timur.

Pada seminar ini, panitia menerima 37 makalah yang akan dipresentasikan dalam 5 sidang parallel dan satu ruang poster. Adapun 5 bidang bahasan pada sidang paralel yang akan diselenggarakan adalah: 1. Pendidikan Kimia; 2. Perkembangan Industri Kimia; 3. Kimia Organik dan Bioteknologi; 4. Kimia Analisis dan Terapan; serta 5. Kimia Material dan Komputasi. Rincian makalah teknis yang diseminarkan terdiri dari makalah yang berasal dari Universitas Mulawarman (... makalah), Universitas Sumatera Utara (... makalah), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (... makalah), dan lain sebagainya.

Seminar Nasional Kimia 2013 ini menampilkan 4 pembicara utama, yaitu Dr. Bohari Yusuf, M.Si (Ketua Himpunan Kimia Indonesia - Kaltim), Dipl.-Ing Haznan

Habimanyu, Ph.D (Sekjen Himpunan Kimia Indonesia Pusat), Prof. Dr. Hanapi Usman, M.Si (Dekan Fakultas MIPA Universitas Hassanudin), dan Dr. Laode Rijai (Dekan Fakultas Farmasi Universitas Mulawarman). Selain itu, Seminar Nasional Kimia 2013 ini juga menampilkan 3 pembicara tamu, yaitu Prof. Basuki Wirjosentono, M.S, Ph.D (Ketua Pasca-Sarjana Universitas Sumatera Utara), Dr. Deden Saprudin, M.Si (Dosen Kimia Institut Pertanian Bogor), dan Dr. Eka Nuryanto, M.Si (Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan).

Akhir kata, panitia mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu terselenggaranya Seminar Nasional Kimia 2013 ini, khususnya kepada Fakultas MIPA Universitas Mulawarman dan Yayasan TETRA yang telah membantu menyelenggarakan seminar ini, para pembicara utama, pembicara tamu, penyaji makalah, peserta pendengar, undangan serta semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan namanya satu per satu. Kami juga memohon maaf atas segala kekurangan selama persiapan maupun penyelenggaraan seminar ini. Mudah-mudahan seminar ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wabillahi Taufiqwal Hidayah Wassalamu'alaikumwr. wb.

Samarinda, 9 November 2013
Ketua Panitia Seminar Nasional

Finqo Aprianto, S.Si

SAMBUTAN DEKAN FMIPA UNMUL

Yang terhormat, Bapak Gubernur Propinsi Kalimantan Timur dan Saudara sekalian peserta seminar yang berbahagia, Assalamu'alaikum Wr.Wb., Selamat pagi dan Salam sejahtera. Segala puji dan syukur marilah kita panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Pengasih dan Penyayang, atas izin-Nya, sehingga kita semua dapat berkumpul untuk bersama-sama mengikuti acara ini, yaitu Seminar Nasional Himpunan Kimia Indonesia di Samarinda.

Pada hari ini mewakili sivitas akademika FMIPA Unmul, saya mengucapkan selamat datang kepada seluruh peserta seminar. sebagai Dekan, saya berharap tema ini bermanfaat bukan hanya bagi kalangan dosen dan peneliti kimia, melainkan juga bagi masyarakat dan para pelaku industri. Melalui penelitian, pengembangan, dan penerapan ilmu kimia, bidang industri dapat mengeksplorasi proses yang lebih efektif dan efisien dan menghasilkan produk baru yang bernilai jual tinggi, sehingga dapat menciptakan lapangan kerja baru dan juga menarik minat investor, yang pada akhirnya dapat meningkatkan perekonomian masyarakat kita.

Saudara sekalian yang saya hormati, Indonesia dikenal sebagai negara yang mempunyai potensi sumber daya alam hayati dan nonhayati yang sangat besar dan beragam untuk digali serta dikembangkan ke arah pengembangan produksi industri kimia. Seperti kita ketahui bahwa sumber daya alam Indonesia sangat kaya, baik dalam jumlah maupun jenisnya, termasuk aneka ragam produknya. Salah satu sumber daya alam yang berpotensi besar untuk dikembangkan dan digali adalah produk hutan non kayu dan SDA laut. Indonesia dengan luas lautan yang mencakup hampir 2/3 luas wilayahnya seharusnya bisa memanfaatkannya sebagai bahan baku untuk kebutuhan industri kimia dasar. dan pemanfaatan produk tersebut sampai saat ini masih belum optimal, karena masih dipasarkan dalam bentuk bahan mentah yang nilai tambahnya sangat rendah. Salah satu cara yang andal dalam meningkatkan nilai tambah produk tersebut adalah mengembangkan industri kimia. Melalui teknologi kimia sederhana sebenarnya, bahan baku yang ada di sekitar kita dapat menghasilkan produk turunan-turunannya yang memberi nilai tambah lebih tinggi.

Saudara sekalian yang saya hormati. Industri kimia, farmasi dan pangan adalah salah bidang-bidang prospektif di masa kini dan akan datang untuk membantu kemandirian ekonomi masyarakat. Dengan cakupan yang sangat luas, industri ini diramalkan akan terus berkembang pesat di Indonesia pada masa-masa mendatang. Sementara itu, industri kimia ini

ke depan akan semakin kompleks dibandingkan dengan sebelumnya, karena mencakup berbagai proses kimia yang lebih rumit dalam berbagai skala dan kombinasi serta diatur dengan undang-undang, termasuk masalah keselamatan kerja. Persaingan global yang makin keras membuat konsumen menuntut kualitas produk terbaik dengan harga yang terjangkau. Untuk itu, teknologi kimia yang feasible harus terus-menerus dikembangkan agar produk-produk yang dihasilkan dapat bersaing di pasar internasional. Di dalam konstek ini peran pemerintah, akademisi/ perguruan tinggi, dan pelaku industri sangat penting di dalam meningkatkan peran kimia dalam menunjang industrialisasi.

Para pihak tersebut harus bersinergi sesuai dengan perannya. FMIPA sebagai salah satu perguruan tinggi di Indonesia akan selalu mendukung penuh berbagai upaya peningkatan peran kimia terutama melalui penyediaan SDM yang berkualitas dan menguasai teknologi yang ada. Bidang kimia industri telah dan sedang dikembangkan oleh FMIPA Unmul. Seminar ini diharapkan dapat menjadi wahana untuk berinteraksi, melakukan pertukaran informasi hasil penelitian antara ilmuwan dan stakeholder dalam rangka pemberdayaan potensi kimiawi bahan alam yang ada di sekitar kita.

Melalui fokus penelitian dan pengembangan yang baik, berbagai masalah yang ada dapat diselesaikan dengan tuntas. Untuk itu perlu kerja sama dengan berbagai pihak. Saya sangat berharap seminar ini tidak hanya ditindaklanjuti dengan penelitian lanjutan, tetapi yang terpenting ialah untuk pengembangan industri baik industri besar maupun usaha kecil dan menengah. Mudah-mudahan Seminar Nasional ini dapat berjalan dengan sukses sesuai dengan tujuan dan sasaran yang diinginkan. Semoga Allah SWT merestui dan selalu menunjukkan jalan yang terbaik bagi kita semua.

Terima kasih atas perhatiannya, Billahi taufik wal hidayah, Wassalamu'alaikum wr.wb.

Dekan,

Drs. Sudrajat, S.U.

SAMBUTAN GUBERNUR KALIMANTAN TIMUR



**PAPARAN
GUBERNUR KALIMANTAN TIMUR
Pada
SEMINAR NASIONAL KIMIA
HIMPUNAN KIMIA INDONESIA KALIMANTAN TIMUR
Sabtu 9 November 2013**

Assalamualaikum Wr. Wb.,

Selamat Pagi dan Salam Sejahtera buat kita semua

Yang kami hormati,

- Ketua Himpunan Kimia Indonesia Pusat
- Rektor Universitas Mulawarman
- Para Dekan, Pembantu Dekan, Ketua-Ketua Jurusan dan Ketua Program Studi di Lingkungan Universitas Mulawarman
- Pengurus Himpunan Kimia Indonesia Kalimantan Timur
- Kepala Dinas Pendidikan Provinsi Kalimantan Timur
- Hadirin sekalian yang berbahagia

Puji Syukur kita panjatkan kehadirat Allah S.W.T, karena kita semua masih diberi kekuatan dan kesehatan sehingga dapat bersama-sama menghadiri acara seminar kimia ini. Atas nama Pribadi, Pemerintah dan Masyarakat Kalimantan Timur menyampaikan Selamat kepada HKI Kaltim atas terselenggaranya seminar pada hari ini.

Kalimantan Timur, saat ini sedang giat-giatnya membangun pendidikan dengan menempatkan pengembangan sumberdaya manusia sebagai prioritas pembangunan. Kami sadar sepenuhnya bahwa untuk menuju pencapaian Visi Kalimantan Timur yaitu “*Mewujudkan Kalimantan Timur sebagai Pusat Agroindustri dan Energi terkemuka menuju Masyarakat Adil dan Sejahtera*”, diperlukan kualitas sumberdaya manusia yang handal.

Sehingga kekayaan alam yang kami miliki berupa minyak bumi, batubara, gas, dan sebagainya, harus benar-benar dimanfaatkan sebaik-baiknya untuk membangun sumberdaya manusia yang terdidik, terampil dan berintegritas.

Dalam membangun pendidikan di Kalimantan Timur, selalu dilandaskan pada Rencana Strategis Pendidikan Nasional. Hal ini sejalan dengan Program Pendidikan Kaltim yang kami beri nama Kaltim CEMERLANG yaitu pendidikan Kaltim yang CERDAS, MERATA dengan PRESTASI GEMILANG melalui Visi Pendidikan yaitu Terwujudnya Masyarakat Kalimantan Timur yang Berkualitas, Berakhlak Mulia dan Berdaya Saing sehingga Mampu dan Proaktif Menjawab Tantangan Zaman yang selalu berubah.

Hadirin sekalian yang berbahagia

Pada kesempatan yang berbahagia ini, kami membagi paparan ini dalam 3 sub tema, yaitu :

- Peranan Pemerintah Daerah dalam Pengembangan Riset
- Peranan Perguruan Tinggi berbasis dalam Penguatan Otonomi Daerah
- Kondisi Aktual Peluang Penelitian Bidang Kimia di Kaltim

A. PERAN PEMERINTAH DAERAH TERHADAP PENGEMBANGAN RISET (Studi Kasus Kalimantan Timur)

Riset sangat identik dengan Pendidikan tinggi, bahkan masih banyak yang berpendapat bahwa urusan riset adalah wilayahnya para peneliti di perguruan tinggi. tentu saja anggapan ini kurang tepat sebab urusan penelitian adalah tanggungjawab kita bersama. saya sangat berharap Kaltim menjadi Provinsi berbasis riset dimasa yang akan datang.

Peraturan perundang-undangan yang berlaku di Negara Kesatuan Republik Indonesia telah menegaskan bahwa kewenangan dan tanggungjawab penyelenggaraan pendidikan tinggi ada pada Pemerintah Pusat dalam hal ini Kementerian Pendidikan Nasional. Akan tetapi menurut hemat kami, bukan berarti Pemerintah Daerah Provinsi atau Kabupaten dan Kota tidak dapat memberikan peran bagi pengembangan pendidikan tinggi di daerah khususnya yang berbasis riset.

Bagi Pemerintah Provinsi Kaltim, Perguruan Tinggi adalah sub sistem dari pembangunan daerah, selain itu Perguruan Tinggi di Kaltim berperan mendidik dan mencerdaskan putra-putra daerah. Oleh karena itu, maka Pemerintah Daerah sudah

sepantasnya memberikan perhatian yang tinggi kepada upaya-upaya pengembangan pendidikan tinggi.

Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007, pada lampirannya menegaskan bahwa Pemerintah Provinsi memiliki kewenangan : “**Pemberian dukungan sumberdaya terhadap penyelenggaraan perguruan tinggi**”, berdasarkan hal tersebut, maka Pemerintah Provinsi Kaltim bersama-sama Pemerintah Kabupaten dan Kota se Kaltim telah dan akan terus melaksanakan perannya dengan baik dalam bentuk dukungan penyelenggaraan perguruan tinggi.

Untuk memberikan kekuatan hukum yang lebih jelas, maka saat ini Pemerintah Provinsi Kaltim telah memiliki Peraturan Daerah tentang Penyelenggaraan Pendidikan yang didalamnya memuat peran pemerintah daerah dalam memberikan dukungan kepada pendidikan tinggi. Secara spesifik Perda tersebut memuat bentuk-bentuk bantuan yang dapat diberikan oleh Pemerintah Daerah, diantaranya

- 1) Bantuan pengembangan Perguruan Tinggi menjadi *World Class University* pada Program Studi tertentu dan *Research University*,
- 2) Bantuan peningkatan mutu manajemen pendidikan tinggi,
- 3) Bantuan peningkatan kualifikasi pendidik dan tenaga kependidikan,
- 4) Bantuan pengembangan penelitian yang searah dengan visi misi pembangunan Kalimantan Timur,
- 5) Bantuan beasiswa bagi peserta didik,
- 6) Bantuan pengembangan sarana dan prasarana pendidikan pada perguruan tinggi yang mengembangkan program unggulan daerah.

Sesungguhnya banyak upaya yang dapat dilakukan oleh Pemerintah Daerah dalam menunjang pengembangan penelitian di daerah. Oleh karena itu, kita memiliki SKPD Balitbangda yang diharapkan dapat mengembangkan penelitian-penelitian yang menopang pengambilan kebijakan di daerah. Pemda juga memberikan perhatian penuh pada pengembangan riset di perguruan tinggi. Meskipun demikian, dalam memberikan dukungan kepada perguruan tinggi, pemerintah daerah mempersyaratkan adanya pengembangan program-program yang searah dengan visi dan misi pembangunan daerah di perguruan tinggi. Oleh karena itu, dukungan sumberdaya yang diberikan pemerintah daerah diprioritaskan kepada perguruan tinggi yang mengembangkan program yang searah dengan program-program pembangunan.

Sesungguhnya Pemerintah Kalimantan Timur sangat menaruh harapan kepada para ilmuwan, khususnya kimiawan di Kaltim untuk bersama-sama mengembangkan riset bidang kimia. Saat ini Pemprov sedang mengembangkan KEK Maloy yang intinya pada industri berbasis oleo-chemicals. saya mengajak para kimiawan untuk bersama-sama memikirkan pengembangan industri-industri hilir berbasis sawit atau CPO di Kaltim.

B. PERAN PERGURUAN TINGGI BERBASIS RISET DALAM PENGUATAN OTONOMI DAERAH

Perguruan Tinggi memiliki tiga fungsi utama yang kita kenal dengan Tri Dharma Perguruan Tinggi, masing-masing : Pendidikan dan Pengajaran, Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Ketiga fungsi ini sangat diharapkan dapat diimplementasikan dalam konteks penguatan otonomi daerah. Pemerintah Daerah seyogyanya membuka pintu selebar-lebarnya bagi perguruan tinggi untuk bersama-sama meningkatkan perannya dalam membantu percepatan pembangunan di daerah.

Fungsi Pendidikan dan Pengajaran yang dimiliki oleh Perguruan Tinggi seharusnya dapat dimanfaatkan dalam peningkatan kualitas sumberdaya manusia di daerah. Fungsi Penelitian yang dimiliki oleh Perguruan Tinggi seyogyanya dapat diarahkan pada kajian-kajian strategis tentang potensi daerah dan pengembangannya dalam menunjang pembangunan. Dan fungsi Pengabdian Masyarakat sudah seharusnya digunakan oleh kedua belah pihak untuk mengaplikasikan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi yang dimiliki kampus bagi kepentingan masyarakat banyak.

Hadirin yang berbahagia,

Sebagaimana kami sampaikan terdahulu, arah pengembangan pembangunan Kalimantan Timur telah tertuang dalam visi pembangunan yang pada intinya menyangkut dua sektor yaitu Agroindustri dan Energi. Hal ini disesuaikan dengan potensi dan keunggulan yang dimiliki oleh daerah. Pengembangan bidang energi dimaksudkan agar sumberdaya alam Kaltim berupa minyak, gas dan batubara dapat benar-benar dioptimalkan, Sedangkan pengembangan bidang Agroindustri dimaksudkan sebagai antisipasi habisnya potensi sumberdaya alam yang *non-renewable* tersebut, sehingga pada saatnya nanti Kaltim memiliki industri berbasis *oleo-chemical* tanpa harus tergantung pada migas dan batubara.

Perguruan Tinggi diharapkan dapat berpartisipasi aktif dalam mengantar pemerintah daerah mencapai visinya. Sehubungan dengan hal tersebut, Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur sangat mengharapkan dukungan perguruan tinggi dalam pengembangan sumberdaya manusia, khususnya pada bidang-bidang berikut :

1. penciptaan sumberdaya manusia yang berkualitas dibidang perencanaan, pemetaan, pemodelan, rancang bangun, dan bidang lainnya yang diperuntukkan bagi persiapan pengembangan sektor pertanian, perkebunan, kehutanan dan perikanan yang disertai kalkulasi ekonomi dan sosial budaya yang matang.
2. Penciptaan sumberdaya manusia yang memiliki kompetensi yang handal dibidang industri gas, kondensat dan *oleo-chemical* dalam rangka menyongsong Klaster Industri di Kalimantan Timur.
3. penciptaan sumberdaya manusia yang berkualitas dibidang pengelolaan sumberdaya tambang serta pemanfaatan sumberdaya energi.
4. penciptaan sumberdaya manusia yang berkualitas dibidang teknologi pemanfaatan hasil-hasil pertanian, perkebunan, kehutanan dan perikanan, yang dapat memberikan nilai tambah.
5. penciptaan sumberdaya manusia yang berkualitas dibidang manajemen dan pemasaran khususnya untuk produk industri hilir.
6. penciptaan sumberdaya manusia yang berkualitas dibidang analisis dan pengendalian dampak lingkungan baik fisik maupun sosial.

Pemberlakuan Otonomi Daerah sebagaimana diamanatkan oleh Tap MPR RI No. XV/1998, harus kita sadari bahwa secara bersamaan pula terdapat desakan arus globalisasi. Hal ini menimbulkan tantangan persaingan yang ketat di semua bidang. Sehubungan dengan tantangan tersebut, maka peran perguruan tinggi sangat diperlukan dalam membantu pemerintah daerah untuk bersama-sama menghadapinya.

Dalam rangka aktualisasi peran Perguruan Tinggi maka peranan makro yang dapat dimainkan antara lain:

1. Perguruan Tinggi memiliki peranan yang sangat penting dalam mempengaruhi perubahan-perubahan suatu masyarakat. Peran dan fungsi perguruan tinggi dapat diwujudkan dalam bentuk membangun gerakan pembelajaran masyarakat untuk mendorong segera terciptanya transformasi sosial.

2. Perguruan tinggi harus dapat menghilangkan jarak dengan basis-basis perubahan masyarakat yang ada. Perguruan tinggi diharapkan dapat berperan lebih progresif dalam mempengaruhi perubahan masyarakat secara lebih sistematis dan berdampak luas di masa-masa mendatang. Untuk itu kedekatan Perguruan Tinggi dan masyarakat harus diusahakan melalui program kemitraan kelompok-kelompok masyarakat dengan Perguruan Tinggi.
3. Perguruan tinggi dituntut untuk menentukan dan memilih kebijakan yang benar-benar strategis bagi perubahan-perubahan masyarakat yang lebih baik dan bagi penyelesaian masalah-masalah mendasar bangsa saat ini, baik ditingkat nasional maupun lokal.

Berkenaan dengan hal tersebut, maka perguruan tinggi dalam era otonomi daerah harus mampu melakukan upaya-upaya yang bermanfaat dalam bentuk yang lebih operasional, seperti :

1. Mengembangkan model pembangunan yang benar-benar berbasis pada keilmuan dan sumberdaya lokal.
2. Membangun basis-basis pengembangan keilmuan yang benar-benar relevan bagi kebutuhan masyarakat dalam rangka merespon perubahan global yang sangat dinamis.
3. Mengembangkan pusat-pusat pengembangan masyarakat, dengan memanfaatkan sumberdaya lokal yang ada.
4. Membantu pengembangan kebijakan strategis terhadap legislatif dan eksekutif serta mengontrol implementasi kebijakan-kebijakan tersebut.
5. Menghidupkan atau mendorong lembaga-lembaga independen diberbagai level daerah untuk mengimbangi inkorporasi negara yang selama ini masuk kedalam hampir semua sector kehidupan masyarakat, baik di pusat maupun daerah.
6. Menyebarkan (*dissemination*) berbagai informasi yang masih menjadi masalah yang dihadapi dalam kehidupan berbangsa dan bernegara melalui berbagai cara (*public education*) agar kelompok-kelompok masyarakat mempunyai kemampuan adaptif menyongsong era otonomi daerah.

Dunia perguruan tinggi saat ini diharapkan tidak lagi menjadi “menara gading”, melainkan “turun gunung” mendampingi pemerintah dan masyarakat, mengaplikasikan ilmu dan teknologi terkini dalam menyelesaikan persoalan-persoalan mendasar yang ada di daerah. Sebaliknya, pemerintah daerah diharapkan tidak lagi bersikap ”tertutup” dalam menerima

perubahan-perubahan dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Perguruan tinggi adalah sub sistem dari pembangunan daerah. Oleh karena itu, peran perguruan tinggi dalam penguatan otonomi daerah sangat diharapkan.

C. KONDISI AKTUAL PELUANG RISET BIDANG KIMIA DI KALTIM

Sebagaimana diketahui bahwa Kaltim adalah salah satu penyumbang devisa terbesar bagi republik ini. Potensi Kaltim terletak pada potensi sumberdaya alam yang sangat melimpah. Kekayaan sumberdaya alam tersebut sangat berhubungan dengan bidang keilmuan kimia. Oleh karena itu, prospek riset bidang kimia di Kalimantan Timur sangatlah terbuka.

Saat ini telah dikembangkan tiga klaster industri di Kalimantan Timur masing-masing Klaster Industri berbasis gas dan kondensat di Bontang, Klaster industri berbasis Oleochemicals di Maloy dan Klaster Industri berbasis Petrokimia di Balikpapan. Ketiga klaster industri yang dikembangkan ini sangat berkaitan dengan ilmu kimia. Oleh karena itu, Pemprov Kaltim sangat memprioritaskan pengembangan sumberdaya manusia bidang ilmu kimia, khususnya bidang-bidang teknik kimia, metalurgi, oleochemicals dan petrokimia.

Berdasarkan potensi dan prospek industri berbasis kimia yang sangat besar di Kalimantan Timur, maka saya dapat menyampaikan beberapa peluang-peluan riset yang sekiranya dapat dipikirkan oleh ilmuan kimia, yaitu :

1. Penelitian tentang pemanfaatan bahan berbasis minyak menjadi produk-produk petrokimia yang memiliki nilai tambah
2. Penelitian tentang industri hilir berbasis batubara
3. Penelitian tentang industri hilir berbasis sawit/CPO
4. Penelitian pengembangan industri gas menjadi produk-produk hilir
5. Penelitian potensi mineral yang tersebar diseluruh wilayah
6. Penelitian pencemaran kimia lingkungan
7. Penelitian pengembangan sumberdaya alam terbarukan
8. Penelitian penurunan emisi gas-gas rumah kaca
9. penelitian lainnya yang berbasis kimia secara luas.

Sangat banyak lahan kajian bidang kimia yang dapat diteliti oleh saudara-saudara para kimiawan di Kalimantan Timur. Pemerintah Provinsi menunggu inovasi dan kreatifitas dari anda semua. Demikian paparan ini, semoga bermanfaat bagi kita semua. Selamat berseminar

semoga sukses memberikan yang terbaik buat bangsa dan negara. dan dengan mengucapkan Bismillahir Rahmanir Rahim, Seminar Nasional Kimia dengan ini dibuka secara resmi.

Wassalamualaikum Wr. Wb

Samarinda, 9 November 2013

Gubernur,

H. AWANG FAROEK ISHAK

DAFTAR ISI

SAMBUTAN KETUA PANITIA	iii
SAMBUTAN DEKAN FMIPA UNMUL	v
SAMBUTAN GUBERNUR	vii
DAFTAR ISI	xv
JADWAL SEMINAR NASIONAL KIMIA 2013	
MAKALAH KUNCI	1
SUMBER DAYA ALAM DAN PENGEMBANGAN INOVATIF TEKNOLOGI PROSES Haznan Abimanyu	3
PENGEMBANGAN INDUSTRI KIMIA BERBASIS SUMBER DAYA ALAM HAYATI SEBAGAI ALTERNATIF PROSPEKTIF MENUJU PEMBANGUNAN NASIONAL BERKELANJUTAN Hanapi Usman	9
INOVASI PENDIDIKAN TINGGI KIMIA INDONESIA : SUATU KONSEP PEMIKIRAN PARADIGMA BARU Laode Rijai	20
ROLE OF CHEMISTS ON INDUSTRIAL DEVELOPMENTS : POTENCY OF PALM OIL INDUSTRY IN KALIMANTAN Basuki Wirjosentono	29
NANOMAGNETIK SEBAGAI PERMODIFIKASI ELEKTRODA PASTA KARBON UNTUK ANALISIS IODIDA Deden Saprudin	36
PROSPEK PENGEMBANGAN INDUSTRI KELAPA SAWIT INDONESIA Eka Nuryanto dan M. A. Agustira	43
MAKALAH UTAMA	44
THE IMPLEMENTATION ANALYSIS OF SELF ASSESSMENT TO ASSESS THE STUDENT OF XI SENIOR HIGH SCHOOL PERFORMANCE IN CHEMISTRY EQUILIBRIUM PRACTICUM Iis Intan Widiyowati dan Fitria Usmanti	46

ISOLASI BIOSURFAKTAN DARI LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT : PENDEKATAN METODE <i>EMULSIFICATION ACTIVITY</i> , <i>OIL DISPLACEMENT AREA</i> DAN <i>DROP COLLAPSE</i> Norholis Majid dan Akhmad Riva'I	50
UJI TOKSISITAS DAN PENENTUAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DENGAN METODE DPPH DARI METABOLIT SEKUNDER FRAKSI N- HEKSAN, ETIL ASETAT DAN METANOL-AIR DAUN SISIK NAGA (<i>Drymoglossum piloselloides</i> [Linn.] Pr.) Erwin, Dwi Fitria Sari, dan Chairul Saleh	54
UJI ANTIKANKER EKSTRAK KULIT KAYU BAWANG HUTAN (<i>Scorodocarpus borneensis</i> Becc.) TERHADAP SEL LEUKIMIA L1210 Rudi Kartika dan Partomuan Simanjuntak	61
ANALISIS KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA KELAS XI IPA SMA ISLAM SAMARINDA PADA POKOK BAHASAN HIDROLISIS MELALUI METODE EKSPERIMEN Maradona	65
PENERAPAN MODEL <i>MAKE A MATCH</i> PADA POKOK BAHASAN TATA NAMA SENYAWA UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA KELAS X-4 SMA NEGERI 1 SEBULU Abdul Rahman	75
UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DARI DAUN ANDONG (<i>Cordyline frutycosa</i> (L.) A. chev) DENGAN MENGGUNAKAN METODE DPPH Ritson Purba dan Anton Gunawan	81
SINTESIS METIL ESTER DARI MINYAK BIJI KARET (<i>Hevea brasiliensis</i>) SEBAGAI BIODIESEL DENGAN KATALIS ABU BUAH BINTARO (<i>Cebera manghas.L</i>) Bagus Muliawan, Subur P. Pasaribu dan Aman S Panggabean	87
PRODUCTION OF CELLULASE AND REDUCING SUGAR FROM OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCH BY <i>Streptomyces hirsutus</i> ISOLATE 12.3.A Hamka Nurkaya	93
KONTRIBUSI FAKTOR LINGKUNGAN FISIK DAN KIMIA KERJA TERHADAP PENCAPAIAN KINERJA KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA PERUSAHAAN Iwan Muhamad Ramdan	99
PROSPEK INDUSTRI PUPUK BERBASIS BAKTERI ENDOFIT UNTUK MENINGKATKAN KESEHATAN TANAMAN Maria Bintang dan Dwi Endah Kusumawati	101
STUDI FORMULASI GRANUL <i>EFFERVESCENT</i> KULIT BUAH MANGGIS (<i>Garcinia Mangostana</i> L.) SEBAGAI <i>FOOD SUPLEMENT</i> Supomo, Hayatus Sa`adah dan Yullia Sukawaty	104

OPTIMASI SUHU TRANSESTERIFIKASI MINYAK BIJI KARET (<i>Hevea brasiliensis</i>) SEBAGAI BIODIESEL DENGAN SUMBER KATALIS ABU KULIT BUAH KAPUK (<i>Ceibapetandra</i>) Zia Rahmana Putra Subur P. Pasaribu dan Erwin	116
EFEK SUHU DAN LAMA PEMANASAN TERHADAP SIFAT FISIKO-KIMIA BUBUK PEWARNA DARI KELOPAK BUNGA ROSELA (<i>Hibiscuss sabdariffa</i> L.) YANG DIHASILKAN Yuliani	125
PENGARUH SUHU REAKSI PADA PEMANFAATAN ABU BUAH BINTARO (<i>Cerbera manghas</i> L.) SEBAGAI KATALIS DALAM SINTESIS BIODIESEL MINYAK BIJI KARET (<i>Hevea brasiliensis</i>) Subur P. Pasaribu, Edlyn Febrina Pasaribu dan Chairul Saleh	132
UJI TOKSISITAS (<i>Brine Shrimp Lethality Test</i>) EKSTRAK DAN ISOLAT FRAKSI KLOOROFORM DARI DAUN KEREHAU (<i>Callicarpa longifolia</i> Lamk.) Arie Novadiana, Erwin dan Subur P. Pasaribu	143
UJI FITOKIMIA, TOKSISITAS DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN ALAMI DAUN TUMBUHAN KELAKAI (<i>Stenochlaena palustris</i>) DENGAN METODE DPPH Bonita Tahir, Chairul Saleh, dan Subur P. Pasaribu	150
UJI TOKSISITAS (<i>Brine Shrimp Lethality Test</i>) DAN AKTIVITAS HIPOGLIKEMIK DARI DAUN TERAP (<i>Artocarpus odoratissimus</i> B.) DENGAN METODE TOLERANSI GLUKOSA PADA MENCIT JANTAN Nur Futihah dan Harlinda Kuspradini	156
UJI TOKSISITAS AKUT EKSTRAK ETANOL BUAH LAKUM (<i>Cayratia tryfolia</i>) TERHADAP LARVA <i>Artemia salina</i> Leach DENGAN METODE <i>Brine Shrimp Lethality Test</i> (BSLT) Retno Prasetya dan Iis Intan W	165
KARAKTERISASI DAN SKRINING FITOKIMIA AKAR TABAR KEDAYAN (<i>Aristolochiafoveolata</i> Merr.) Siti Jubaidah, Sapri dan Risa Supriningrum	169
AKTIVITAS EKSTRAK DAN FRAKSI DAUN PIDADA MERAH (<i>Sonneratia caseolaris</i> L.) SEBAGAI ANTIOKSIDAN Herwinda S, dan Muh. Amir M	176
AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK N-HEKSANA, ETIL ASETAT DAN ETANOL DARI BUAH RANTI HITAM (<i>Solanum blumei</i> Ness Ex Blume) DENGAN METODE PEREDAMAN DPPH Murniaty Simorangkir, Ribu Surbakti, Tonel Barus dan Partomuan Simanjuntak	182

ISOLASI TOTAL FLAVONOID DAUN PALA (<i>Myristica fragrans</i> Houtt) Binawati Ginting, Tonel Barus, Lamek Marpaung, Partomuan dan Simanjuntak	186
IDENTIFIKASI JAMUR PADA UMBI BAWANG MERAH (<i>Allium cepa</i> L.) YANG TERSERANG PENYAKIT DENGAN METODE <i>BLOTTER ON TEST</i> Hetty Manurung	191
PENGARUH VARIASI DOSIS KOAGULAN TERHADAP PERUBAHAN PARAMETER FISIKA (STUDI KASUS : PDAM KOTA SAMARINDA) Ali Murtopo, Aman Panggabean dan Idris Mandang	196
POTENSI EKSTRAK AIR DAUN PACAR CINA (<i>Aglaia odorata</i>) SEBAGAI BIOLARVASIDA <i>Aedes aegypti</i> Eka Siswanto Syamsul, Dwi Lestari dan Siti Heldyana	205
PENENTUAN KUALITAS LEMAK PADA BAGIAN PERUT IKAN PATIN DJAMBAL (<i>Pangasius djambal</i>) Hamsinah, Alimuddin dan Erwin	209
UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK METANOL TUMBUHAN SINGGAH PEREMPUAN (<i>Loranthus</i> sp) DENGAN METODE DPPH (2,2- DIFENIL-1-PIKRILHIDRAZIL) Sapri, Mohd. Faizal dan Reni Pebrianti	217
UJI TOKSISITAS (<i>Brine Shrimp Lethality Test</i>) DAN PENENTUAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN ALAMI DARI DAUN TERAP (<i>Artocarpus</i> <i>odoratissimus</i> B.) DENGAN METODE DPPH (2,2-DIPHENYL-1- PICRYLHIDRAZYL) Tri Wahyu Septiani dan Erwin	226
PENGARUH LAMA FERMENTASI TERHADAP MUTU BIJI KAKAO (<i>Theobroma cacao</i> L.) YANG DIHASILKAN PETANI KAKAO DI TELUK KEDONDONG BAYUR SAMARINDA Marwati	233
KAJIAN KANDUNGAN PATI, AMILOSA DAN AMILOPEKTIN TEPUNG DAN PATI PADA BEBERAPA KULTIVAR PISANG (<i>Musa</i> spp) Miftakhur Rohmah	238
STUDI KOMPUTASI REAKSI ADSORBSI DISOSIASI GAS O ₂ PADA PERMUKAAN Pt-Fe DENGAN METODE TEORI FUNGSI KERAPATAN Darmin, Rahmat Gunawan, Aman S. Panggabean	243
PENGARUH PENAMBAHAN PARTIKEL MAGNETIK Fe ₃ O ₄ TERHADAP PENINGKATAN KONDUKTIVITAS MEMBRAN POLIMER ELEKTROLIT (PVA – LiOH) Rahmawati M	248

STUDI <i>DOCKING</i> MOLEKULAR SENYAWA KUERSETIN DAN HESPERITIN SEBAGAI INHIBITOR SEL KANKER DENGAN <i>AUTODOCK VINA</i> Hevin Muttaqin, Chairul Saleh & Rahmat <i>Gunawan</i>	253
ANALISIS TERMODINAMIKA SISTEM <i>HIBRIDA</i> PV/T BERDASARKAN MODEL TERMAL Dadan Hamdani, Yuki N Nasution	265

JADWAL SEMINAR NASIONAL KIMIA 2013

Samarinda, 9 November 2013

MAKALAH KUNCI

WAKTU	PEMAKALAH	JUD UL	MODERATOR
08.45-09.10	Dipl. Ing Haznan Abimanyu, Ph.D	Sumber Daya Alam dan Pengembangan Inovatif Teknologi Proses	Dr. Rahmat Gunawan, S.Si, M.Si
09.10-09.35	Prof. Dr. Hanapi Usman, M.S	Pengembangan Industri Kimia Berbasis Sumber Daya Alam Hayati Sebagai Alternatif Prospektif Menuju Pembangunan Nasional Berkelanjutan	Drs. Abdul Azis, M.Si
09.35-10.00	Dr. Laode Rijai, M.Si	Inovasi Pendidikan Tinggi Kimia Indonesia : Suatu Konsep Pemikiran Paradigma Baru	
10.00-10.15	Break		
10.15-11.00	Prof. Basuki Wirjosentono, M.S, Ph.D	Role of Chemists on Industrial Developments : Potency of Palm Oil Industry in Kalimantan	Dr. Rudi Kartika, M.Si
11.00-11.45	Dr. Deden Saprudin, M.Si	Nanomagnetik sebagai Pemodelifikasi Elektroda Pasta Karbon untuk Analisis Iodida	
11.45-12.30	Dr. Eka Nuryanto, M.Si	Prospek Pengembangan Industri Kelapa Sawit Indonesia	

MAKALAH UTAMA

PARAREL I. Pendidikan Kimia dan Terapan

No.	WAKTU	PEMAKALAH	JUDUL	MODERATOR
1.	14.00-14.15	Iis Intan Widiyowati, Fitria Usmanti	The Implementation Analysis of Self Assessment to Assess the Student of XI Senior High School Performance in Chemistry Equilibrium Practicum	Usman, S.Si, M.Si
2.	14.15-14.30	Norholis Majid dan Akhmad Riva'i	Isolasi Biosurfaktan dari Limbah Cair Kelapa Sawit : Pendekatan Metode <i>Emulsification Activity</i> , <i>Oil Displacement Area</i> dan <i>Drop Collapse</i>	
3.	14.30-14.45	Erwin, Dwi Fitria Sari, dan Chairul Saleh	Uji Toksisitas dan Penentuan Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH dari Metabolit Sekunder Fraksi n-Heksan, Etil Asetat dan Metanol-Air Daun Sisik Naga (<i>Drymoglossum piloselloides</i> [Linn.] Pr.)	
4.	14.45-15.00	Rudi Kartika dan Partomuan Simanjuntak	Uji Antikanker Ekstrak Kulit Kayu Bawang Hutan (<i>Scorodocarpus borneensis</i> Becc.) terhadap Sel Leukemia L1210	
5.	15.00-15.15	Maradona	Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas XI IPA SMA Islam Samarinda pada Pokok Bahasan Hidrolisis melalui Metode Eksperimen	
6.	15.15-15.30	Abdul Rahman	Penerapan Model <i>Make A Match</i> pada Pokok Bahasan Tata Nama Senyawa untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas X-4 SMA Negeri 1 Sebulu	
7.	15.30-15.45	Ritson Purba dan Anton Gunawan	Uji Aktivitas Antioksidan dari Daun Andong (<i>Cordyline frutycosa</i> (L.) A. chev) dengan Menggunakan Metode DPPH	

PARAREL II. Perkembangan Industri Kimia

No.	WAKTU	PEMAKALAH	JUDUL	MODERATOR
1.	14.00-14.15	Bagus Muliawan, Subur P. Pasaribu dan Aman S Panggabean	Sintesis Metil Ester dari Minyak Biji Karet (<i>Hevea brasiliensis</i>) sebagai Biodiesel dengan Katalis Abu Buah Bintaro (<i>Cerbera manghas.L</i>)	Norholis Majid, S.Si, M.Sc
2.	14.15-14.30	Hamka Nurkaya	Production of Cellulase and Reducing Sugar from Oil Palm Empty Fruit Bunch by <i>Streptomyces hirsutus</i> Isolate 12.3.A	
3.	14.30-14.45	Iwan Muhamad Ramdan	Kontribusi Faktor Lingkungan Fisik dan Kimia Kerja terhadap Pencapaian Kinerja Kesehatan dan Keselamatan Kerja Perusahaan	
4.	14.45-15.00	Maria Bintang dan Dwi Endah Kusumawati	Prospek Industri Pupuk Berbasis Bakteri Endofit untuk Meningkatkan Kesehatan Tanaman	
5.	15.00-15.15	Supomo, Hayatus Sa`adah dan Yullia Sukawaty	Studi Formulasi Granul <i>Effervescent</i> Kulit Buah Manggis (<i>Garcinia Mangostana L.</i>) sebagai <i>Food Supplement</i>	
6.	15.15-15.30	Zia Rahmana Putra Subur P. Pasaribu dan Erwin	Optimasi Suhu Transesterifikasi Minyak Biji Karet (<i>Hevea brasiliensis</i>) sebagai Biodiesel dengan Sumber Katalis Abu Kulit Buah Kapuk (<i>Ceibapetandra</i>)	
7.	15.30-15.45	Yuliani	Efek Suhu dan Lama Pemanasan terhadap Sifat Fisiko-Kimia Bubuk Pewarna dari Kelopak Bunga Rosela (<i>Hibiscuss sabdariffa L.</i>) yang Dihasilkan	
8.	15.45-16.00	Subur P. Pasaribu, Edlyn Febrina Pasaribu dan Chairul Saleh	Pengaruh Suhu Reaksi pada Pemanfaatan Abu Buah Bintaro (<i>Cerbera manghas L.</i>) sebagai Katalis dalam Sintesis Biodiesel Minyak Biji Karet (<i>Hevea brasiliensis</i>)	

PARAREL III. Kimia Organik dan Bioteknologi

No.	WAKTU	PEMAKALAH	JUDUL	MODERATOR
1.	14.00-14.15	Arie Novadiana, Erwin, Subur P. Pasaribu	Uji Toksisitas (<i>Brine Shrimp Lethality Test</i>) Ekstrak dan Isolat Fraksi Kloroform dari Daun Kerehau (<i>Callicarpa longifolia</i> Lamk.)	Dr. Chairul Saleh, M.Si
2.	14.15-14.30	Bonita Tahir, Chairul Saleh dan Subur P. Pasaribu	Uji Fitokimia, Toksisitas Dan Aktivitas Antioksidan Alami Daun Tumbuhan Kelakai (<i>Stenochlaena palustris</i>) dengan Metode DPPH	
3.	14.30-14.45	Nur Futihah dan Harlinda Kuspradini	Uji Toksisitas (<i>Brine Shrimp Lethality Test</i>) dan Aktivitas Hipoglikemik dari Daun Terap (<i>Artocarpus odoratissimus</i> B.) dengan Metode Toleransi Glukosa pada Mencit Jantan	
4.	14.45-15.00	Retno Prasetia dan Iis Intan W.	Uji Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Buah Lakum (<i>Cayratia tryfolia</i>) terhadap Larva <i>Artemia salina</i> Leach dengan Metode <i>Brine Shrimp Lethality Test</i> (BSLT)	
5.	15.00-15.15	Siti Jubaidah, Sapri dan Risa Supriningrum	Karakterisasi dan Skrining Fitokimia Akar Tabar Kedayan (<i>Aristolochia foveolata</i> Merr.)	
6.	15.15-15.30	Herwinda S, dan Muh. Amir M	Aktivitas Ekstrak dan Fraksi Daun Pidada Merah (<i>Sonneratia caseolaris</i> L.) sebagai Antioksidan	
7.	15.30-15.45	Murniaty Simorangkir, Ribu Surbakti, Tonel Barus dan Partomuan Simanjuntak	Aktivitas Antioksidan Ekstrak n-Heksana, Etil Asetat dan Etanol dari Buah Ranti Hitam (<i>Solanum blumei</i> Ness Ex Blume) dengan Metode Peredaman DPPH	
8.	15.45-16.00	Binawati Ginting, Tonel Barus, Lamek Marpaung, Partomuan dan Simanjuntak	Isolasi Total Flavonoid Daun Pala (<i>Myristica fragrans</i> Houtt)	
9.	16.00-16.15	Hetty Manurung	Identifikasi Jamur pada Umbi Bawang Merah (<i>Allium cepa</i> L.) yang Terserang Penyakit dengan Metode <i>Blotter on Test</i>	

PARAREL IV. Kimia Analisis

No.	WAKTU	PEMAKALAH	JUDUL	MODERATOR
1.	14.00-14.15	Ali Murtopo, Aman Panggabean dan Idris Mandang	Pengaruh Variasi Dosis Koagulan terhadap Perubahan Parameter Fisika (Studi Kasus : PDAM Kota Samarinda)	Drs. Alimuddin, M.Si
2.	14.15-14.30	Eka Siswanto Syamsul, Dwi Lestari dan Siti Heldyana	Potensi Ekstrak Air Daun Pacar Cina (<i>Aglaia odorata</i>) sebagai Biolarvasida <i>Aedes aegypti</i>	
3.	14.30-14.45	Hamsinah, Alimuddin dan Erwin	Penentuan Kualitas Lemak pada Bagian Perut Ikan Patin Djambal (<i>Pangasius djambal</i>)	
4.	14.45-15.00	Sapri, Mohd. Faizal dan Reni Pebrianti	Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Tumbuhan Singgah Perempuan (<i>Loranthus</i> sp) dengan Metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil)	
5.	15.00-15.15	Tri Wahyu Septiani dan Erwin	Uji Toksisitas (<i>Brine Shrimp Lethality Test</i>) dan Penentuan Aktivitas Antioksidan Alami dari Daun Terap (<i>Artocarpus odoratissimus</i> B.) dengan Metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhidrazyl)	
6.	15.15-15.30	Marwati	Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Mutu Biji Kakao (<i>Theobroma cacao</i> L.) yang Dihasilkan Petani Kakao Di Teluk Kedondong Bayur Samarinda	
7.	15.30-15.45	Miftakhur Rohmah	Kajian Kandungan Pati, Amilosa dan Amilopektin Tepung dan Pati pada Beberapa Kultivar Pisang (<i>Musa</i> spp)	

PARAREL V. Kimia Material dan Komputasi

No.	WAKTU	PEMAKALAH	JUDUL	MODERATOR
1.	14.00-14.15	Darmin, Rahmat Gunawan, Aman S. Panggabean	Studi Komputasi Reaksi Adsorpsi Disosiasi Gas O ₂ pada Permukaan Pt-Fe dengan Metode Teori Fungsi Kerapatan	Muhammad Rifqi Helmi, S.Pd
2.	14.15-14.30	Rahmawati M	Pengaruh Penambahan Partikel Magnetik Fe ₃ O ₄ terhadap Peningkatan Konduktivitas Membran Polimer Elektrolit (PVA – LiOH)	
3.	15.00-15.15	Hevin Muttaqin, Chairul Saleh & Rahmat Gunawan	Studi <i>Docking</i> Molekular Senyawa Kuersetin dan Hesperitin sebagai Inhibitor Sel Kanker dengan <i>Autodock Vina</i>	
4.	14.30-14.45	Dadan Hamdani, Yuki N Nasution	Analisis Termodinamika Sistem Hibrida PV/T Berdasarkan Model Termal	
5.	15.15-15.30	Tamrin	Sifat Mekanik dan Analisa Polyuretan Alam dari Lignin Isolate Serbuk Kayu Sembarang	
6.	15.30-15-45	Eddiyanto	Modifikasi Karet Alam menjadi Karet Alam Siklis dengan Berat Molekul Kecil melalui Reaksi Pemutusan Rantai dan Siklisasi	

Samarinda, 9 November 2013


Panitia Pelaksana

Makalah Kunci

#####

Sumber Daya Alam dan Pengembangan Inovatif Teknologi Proses

Dipl.-Ing. H. Haznan Abimanyu, Ph.D.
 Pusat Penelitian Kimia LIPI
 Sekretaris Jenderal HKI



Sumber Daya Alam dan Pengembangan Inovatif Teknologi Proses

Dipl.-Ing. H. Haznan Abimanyu, Ph.D.
 Pusat Penelitian Kimia LIPI
 Sekretaris Jenderal HKI

Samarinda-Indonesia, 9 November 2013 Seminar Nasional Kimia Kalimantan Timur 2013 1



Latar Belakang Sumber Daya Alam Indonesia

Indonesia memiliki tingkat biodiversitas tertinggi kedua di dunia setelah Brazil dalam bentuk keanekaragaman hayati.

Tetapi, pada kenyataannya negara-negara di dunia yang kaya akan sumber daya alamnya seringkali merupakan negara dengan tingkat ekonomi yang rendah (*Dutch disease*).

Indonesia juga terkenal atas kekayaan tanaman perkebunan seperti biji coklat, karet, kelapa sawit, cengkeh, dan kaya yang banyak di antaranya menempati urutan atas dari segi produksinya di dunia.


Sumber daya alam lain juga berbentuk berbagai jenis bahan tambang, seperti minyak, timah, gas alam, nikel, tembaga, bauksit, timah, batu bara, emas, dan perak.

Fakta yang terjadi:

- ❖ negara yang memiliki sumber pendapatan besar dari hasil bumi memiliki kestabilan ekonomi sosial yang lebih rendah daripada negara-negara yang bergerak di sektor industri dan jasa
- ❖ negara yang kaya akan sumber daya alam juga cenderung tidak memiliki teknologi yang memadai dalam mengolahnya

→ Perlu dilakukan inovasi teknologi proses dan produk untuk memberdayakan sumber daya alam yang ada.

Samarinda-Indonesia, 9 November 2013 Seminar Nasional Kimia Kalimantan Timur 2013 2



Pendahuluan Inovasi


Istilah inovasi dalam organisasi pertama kali diperkenalkan oleh Joseph Schumpeter pada tahun 1934. Inovasi dipandang sebagai kreasi dan implementasi kombinasi baru.

Istilah baru dijelaskan Adair (1996) bukan berarti original tetapi lebih ke keterbaruan (*newness*).

Inovasi merupakan aktivitas yang bertujuan memperbaiki proses yang telah tersedia, prosedur, produk, dan pelayanan atau menciptakan sesuatu yang baru dengan menggunakan atau memodifikasi konfigurasi yang telah ada.

Hasil inovasi teknologi dapat berupa penemuan, desain, data-data baru, ataupun pengetahuan baru. Tidak semua inovasi memerlukan penemuan (*invention*) baru, kadang hanya berbentuk perubahan kecil.

Samarinda-Indonesia, 9 November 2013 Seminar Nasional Kimia Kalimantan Timur 2013 3




Pendahuluan Inovasi Proses

Inovasi berawal dari berbagai konsep yang dikaji dan dikembangkan sebelum diaplikasikan.

Inovasi sering terinspirasi dari realitas yang terjadi. Inovasi proses untuk menghasilkan teknologi akan memerlukan:	Penelitian
	Pengembangan (peningkatan skala, testing)
	Produksi
	Marketing
	Penggunaan

Samarinda-Indonesia, 9 November 2013 Seminar Nasional Kimia Kalimantan Timur 2013 4



Pendahuluan Faktor Pendorong Inovasi

Perkembangan/kemajuan teknologi (*technical novelty*).

Perubahan kebutuhan/keinginan atau selera konsumen.

Perubahan dalam segmen pasar atau kemunculan segmen pasar yang baru.

Tekanan persaingan yang semakin ketat.

Perubahan atas faktor produksi (*kelangkaan relatif*) dan faktor ekonomi tertentu (misalnya nilai tukar mata uang).

Samarinda-Indonesia, 9 November 2013 Seminar Nasional Kimia Kalimantan Timur 2013 5



SDA dan Teknologi Proses

- Atsiri
- Kelapa Sawit
- Energi





Samarinda-Indonesia, 9 November 2013 Seminar Nasional Kimia Kalimantan Timur 2013

Atsiri

- Ada 200 macam minyak atsiri yang dikenal dunia. Di pasar global, produksi minyak atsiri dunia diperkirakan mencapai 150.000 ton atau setara dengan US\$ 1,4 miliar.
- Sekitar 50% dari produksi dunia tersebut digunakan untuk *flavour*, 5-10 % untuk *phytotherapy* dan aromaterapi, 20-25 % industri wewangian/ *fragrance* dan 20-25% digunakan untuk fraksinasi guna menghasilkan *aroma chemicals*.
- Hanya 40 macam yang dikenal di Indonesia. Kurang dari 20 macam yang diperdagangkan/diekspor di/dari Indonesia.
- Minyak atsiri Indonesia yang menguasai pangsa pasar dunia adalah massoi 100%, minyak nilam 80%, minyak pala dan minyak cengkeh 75%, minyak sereh 15%,
- Lebih dari 20 jenis minyak atsiri yang diimpor oleh Indonesia.
- Ekspor minyak atsiri dan bahan-bahan makanan (*flavour*) dan wewangian (*fragrance*) Indonesia pada tahun 2006 mencapai US\$ 100,8 juta atau meningkat 8% dibandingkan tahun 2005 US\$ 93,3 juta. Tahun 2007, nilai ekspor diperkirakan meningkat 10% dibandingkan tahun 2006.
- Impor minyak atsiri dan bahan-bahan *flavour* dan *fragrance* pada tahun 2006 mencapai US\$ 190,7 juta. Jumlah ini juga meningkat 7,3 % dibandingkan tahun 2005 sebesar US\$ 177,7 juta.

Samarinda, Indonesia, 9 November 2013 Seminar Nasional Kimia Kalimantan Timur 2013 7

TURUNAN MINYAK ATSIRI

NO	M. ATSIRI	TURUNAN	KEGUNAAN
1	Minyak sereh (Citronella Oil)	citronellol	rose alcohol perfumery chemicals
		citronellol formate	floral, cologne, lavender, to add flavours of orange, apple and plum
		citronellol acetate	to create rose, carnation and floral notes and lavender fruity flavour
		citronellal	perfumes for soap as citrus flavor agent
		citronellal ethylene glycol acetal	mild sweet herbaceous fragrance utk novel note in fresh floral and herbaceous fragrance
		isopulegol cycloital	rose like odour → floral lift in rose composition
		acetate	sweet minty odour in lavender, rose compositions
2	Minyak Nilam (Patchouli oil)	Patchouli Alcohol	mildly earthy
		Patchoulene	campuran bahan pewangi untuk parfum dan aroma terapi.
		Patchouli ester	possesses fresh woody odour, used in musk composition

Samarinda, Indonesia, 9 November 2013 Seminar Nasional Kimia Kalimantan Timur 2013

NO	ATSIRI	TURUNAN	KEGUNAAN
3	Minyak akar wangi	vetiverols	sweet, mildly earthy, rooty and possess balsamic odour
		formate vetiverols	dry delicate sweet powdery odour perfumery
		acetate vetiverols	possesses fresh woody odour used in most composition
4	Minyak kayu manis	butyrate eiferols	fresh floral, fruity odour perfumery
		Cinnamaldehide	spicy aroma carminative, dental preparation, powerful germicide
		amyl cinnamaldehide	possesses floral odour, basic constituent of jasmine type perfume
5	Minyak Cengkeh (Clove oil)	cynnanyl alcohol	fixative, blending perfumes
		eugenol → Iso eugenol eugenol asetat → vanillin β-kariofilen → etil vanilin	Pharmaceuticals, carnation perfumes, typical spicy effects
6	Minyak Kenanga	linalool	sweet, pleasant odour, blending perfumes, soap, cosmetics, flavour.
		format linalool	blending bergamot, pear flavour, apel
		asetat linalool	blend perfumes utk fresh & sweet notes
		propionate linalool	fresh, pleasant fruity odour and taste, flavour of pear
		benzoat linalool	green notes of wood, moss, citrus → men's perfumes

Samarinda, Indonesia, 9 November 2013 Seminar Nasional Kimia Kalimantan Timur 2013

Teknologi Proses Atsiri

Samarinda, Indonesia, 9 November 2013 Seminar Nasional Kimia Kalimantan Timur 2013 10

Kelapa Sawit: Produksi CPO

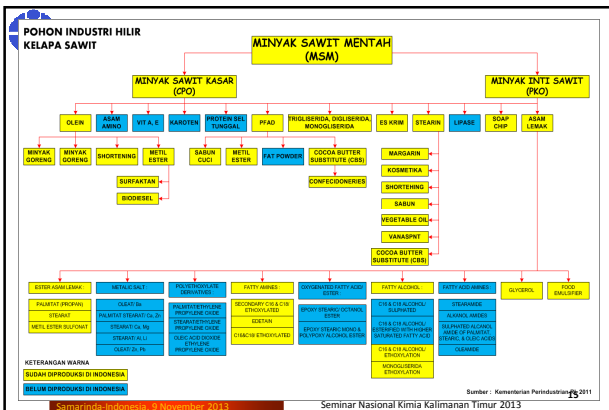
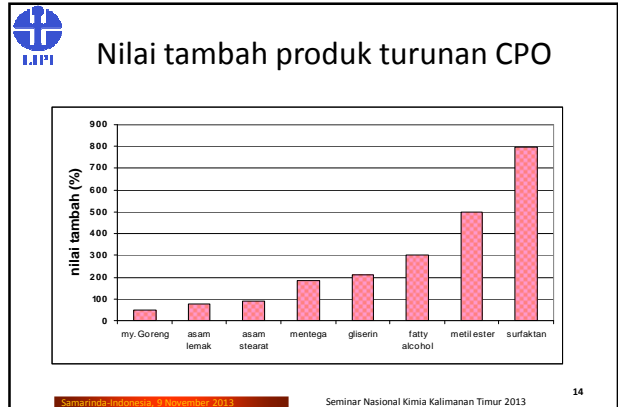
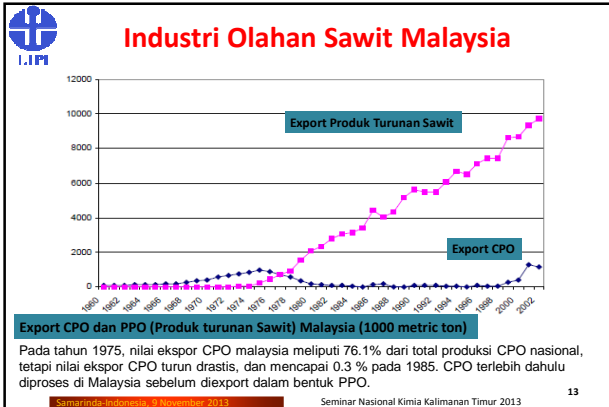
♦ Produksi CPO Indonesia 10 tahun terakhir terus meningkat dengan pertumbuhan 12% per tahun.

♦ Pengembangan perkebunan kelapa sawit tidak lagi terfokus di Sumatera, melainkan ke Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Potensi pengembangan ke Wilayah Indonesia Bagian Timur masih besar.

Samarinda, Indonesia, 9 November 2013 Seminar Nasional Kimia Kalimantan Timur 2013 11

Produk CPO dan turunannya

Samarinda, Indonesia, 9 November 2013 Seminar Nasional Kimia Kalimantan Timur 2013 12



PENGEMBANGAN PRODUK TURUNAN MINYAK SAWIT DI LIPI

Hasil litbang LIPI terkait bahan kimia turunan minyak sawit, meliputi pembuatan **surfaktan** (nonionik, kationik, senyawa ester, amida, sulfat dan etoksilat), bahan bakar alternatif (**biodiesel**, **biogasoline**), **emolient**, **pemekatan karotenoid**, pembuatan **adsorben bentonit** terpolimerisasi untuk proses bleaching minyak sawit serta preparasi **katalis** untuk proses hidrogenasi minyak sawit dan regenerasi katalis bekas hasil proses hidrogenasi.

- Ester: Makanan : ice cream; Polimer: formulasi plastik (sebagai plasticizer, lubricant); Base oil : Oli automotive; Kesehatan: vaksin ayam (sebagai media penstabil). Lingkungan : pengolah limbah minyak; Kosmetik; personal care : cream, lotion, lipstick; Tekstil : pad proses dyeing
- Amida: detergent
- Sulfonat; Detergent, penyamakan kulit
- Ethoksilat: Tekstil
- Ester epoksi; Plasticizer, Self Coating
- Poliurethan (rigid foam) untuk isolator, kemasan

Samarinda-Indonesia, 9 November 2013 Seminar Nasional Kimia Kalimantan Timur 2013 16

SKALA PILOT

PILOT PLANT PEMBUATAN SURFAKTAN SECARA OTOMATIS

PROTOTIP PILOT PLANT PROSES PRODUKSI SURFAKTAN AMIDA

Patent P00200700345 : Sistem Kontinyu Proses Produksi Senyawa Amida Dari Minyak Sawit

SISTEM KONTINYU PROTOTIP PILOT PLANT PROSES PRODUKSI SURFAKTAN ALKOHOL MONO ESTER

Digunakan untuk produksi: GMO, IPL, IPM, IPP, SMO, PEG 400 Oleat, dll surfaktan

Patent P00200400507 : Sistem Kontinyu Proses Alkohol Mono Ester dari Minyak Sawit

Samarinda-Indonesia, 9 November 2013 Seminar Nasional Kimia Kalimantan Timur 2013 17

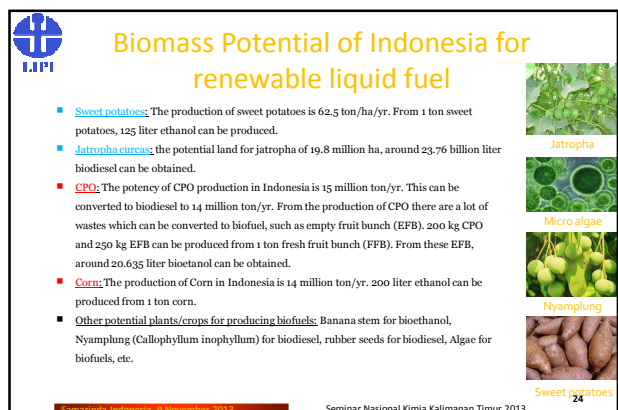
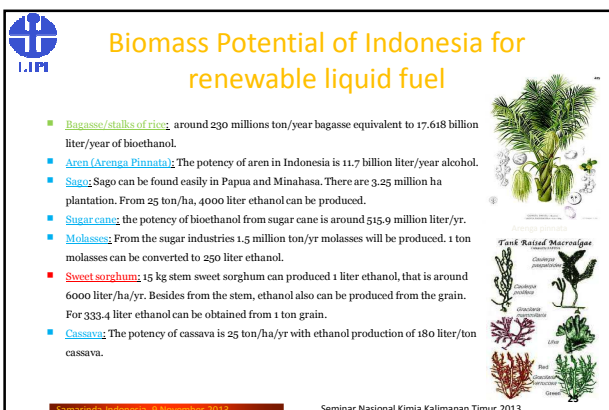
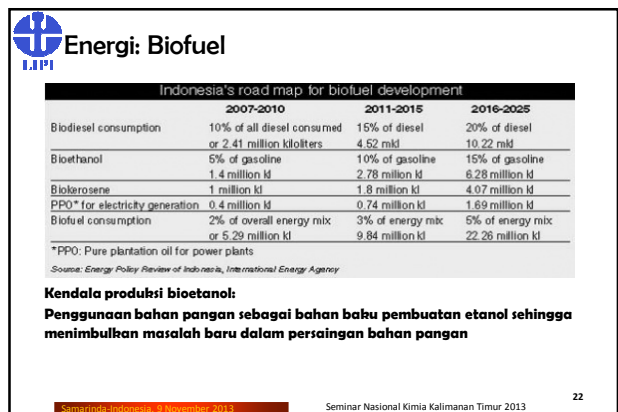
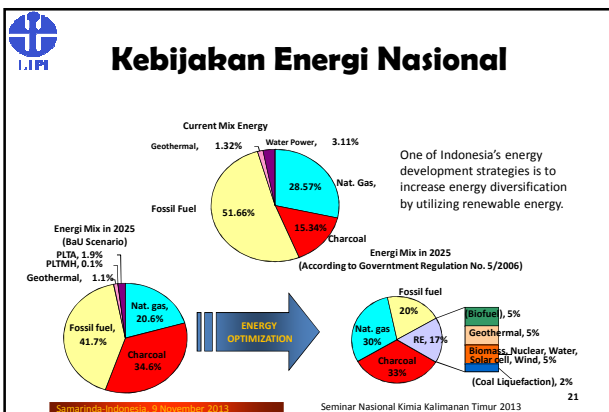
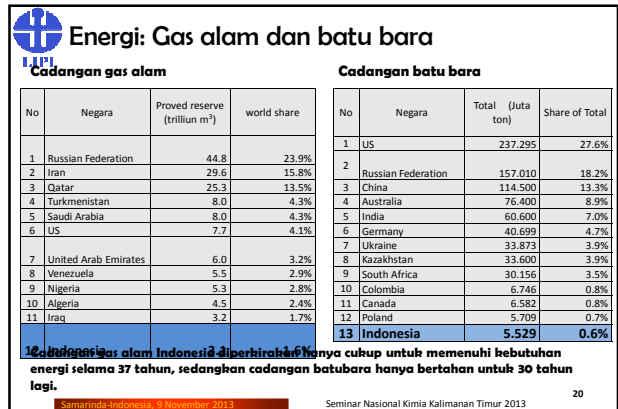
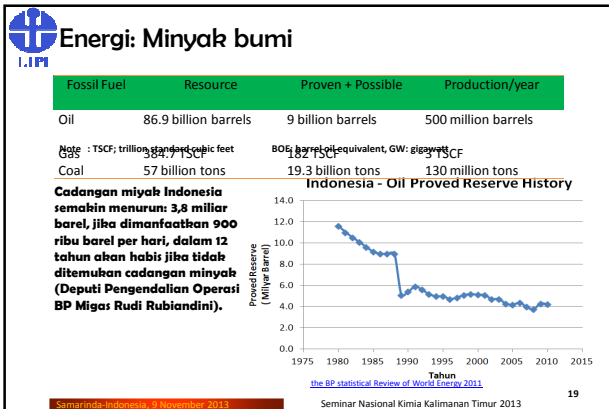
Fasilitas Uji Coba

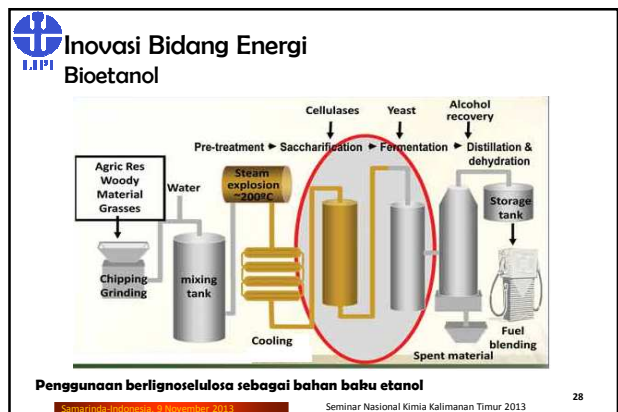
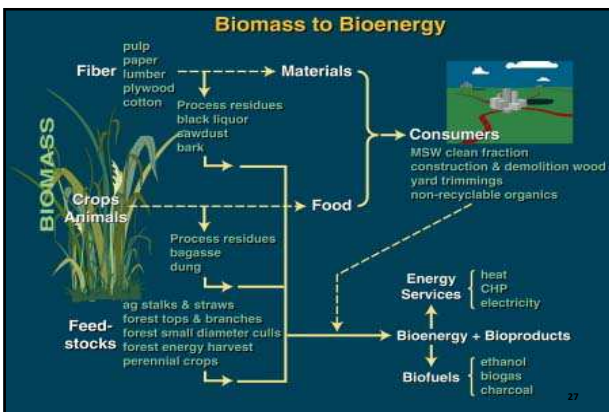
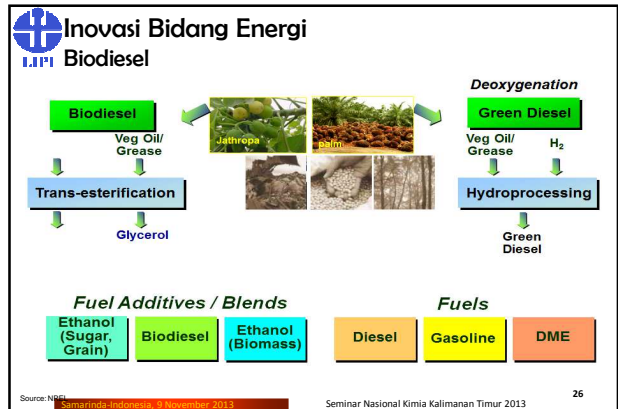
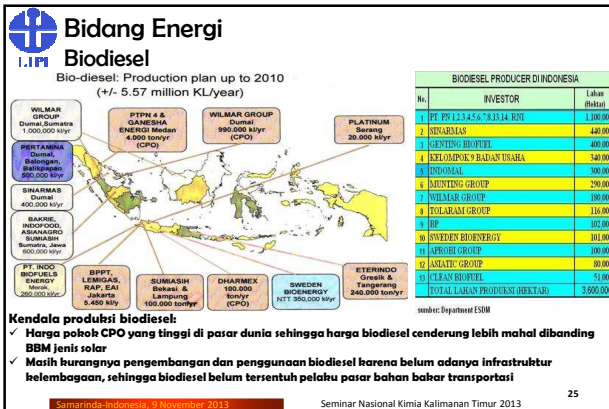
Laboratorium Scale

Kapasitas 300 kg raw/batch

kapasitas 2 Ton raw/batch

Samarinda-Indonesia, 9 November 2013 Seminar Nasional Kimia Kalimantan Timur 2013 18

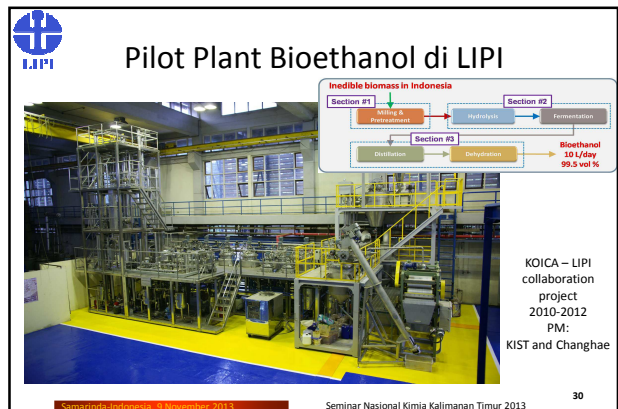




Cellulosic Source in Indonesia

	Potency (tons)	Cellulose Content (%)	Lignin content (%)
EFB	16.150.000.000	42	12.9
Bagasse	3.683.000.000	39.7	25.2
Rice stalk	44.229.343	37.71	16.62
Corn stover	3.010.274	37.3	17.5
sawdust	1.4000.000 (m ³)	52.5	20.55
Soybean stalk and leaves	2.356.000	32.1	18.5
Tobacco stalk	484.193	42.4	27
Switch grass	-	25,10	33,40

Samarinda, Indonesia, 9 November 2013 Seminar Nasional Kimia Kalimantan Timur 2013 29



Pilot plant specifications

Section 1: Milling & Pretreatment
 Biomass treatment capacity : 100 kg/day
 Pretreatment reactor : 450 L x 1 ea
 Hydrolysis tank inlet flow rate : 240 kg/day (Cellulose : 25.7 kg/day)
 Buffer tank : 3000 L x 1 ea

Section 2: Hydrolysis & Fermentation
 Hydrolysis tank : 350 L x 2 ea
 Yeast propagation tank : 50 L x 2ea
 Fermentation tank : 350 L x 4 ea

Section 3: Distillation & Dehydration
 Mesh & Stripper Column : Tray & Packed column, 9,000H
 Rectification column : Packed column, 9,000H
 Dehydration column : Zeolite packed column

Samarinda-Indonesia, 9 November 2013 Seminar Nasional Kimia Kalimantan Timur 2013 31

Pilot Plant Process

Raw material: EFB

Cellulose	30.9%
Hemi-Cellulose	14.8%
Lignin	36.4%
Water	9.6%
Ash	2.2%

Pretreatment

Pretreated EFB

Cellulose (glucose)	78.5%
Hemi-Cellulose (xylose)	8.5%
Lignin	15.6%
Water	3.7%
Ash	0.3%

Hydrolysis & Fermentation Ethanol Conc. 6.5 vol%

Distillation Ethanol Conc. 95 vol%

Dehydration Ethanol Conc. 99.8 vol%

Samarinda-Indonesia, 9 November 2013 Seminar Nasional Kimia Kalimantan Timur 2013 32

Process Efficiency

Base: cellulose

Raw EFB 186.04 kg → After cyclone 163.40 kg → 1st belt press 155.23 kg → 2nd belt press 153.80 kg → 3rd belt press 150.72 kg

efficiency: After pretreatment 87.83%, 1st belt press 95.00%, 2nd belt press 99.08%, 3rd belt press 97.997%

150.72 kg cellulose → Hydrolysis Tank (Glucose 11.9 kg, C-tec & H-tec) → Fermentation Tank (Glucose 3 kg, EtOH 1.53 kg, yeast) → EtOH 76.46 kg, Glucose 22.53 kg, Cellulose 7.39 kg

efficiency: hydrolysis 93.81%, Fermentation 85.6%

- Using 600 kg oil palm EFB, we produced 76.46 kg of ethanol
- Coverion to 1 ton basis of palm EFB = $76.46 \times 1000 / 600 = 127.43$ kg of ethanol/ton / 0.7947 kg/L = **160.53 L/ton of EFB** (include glucose in enzyme for fermentation)

Samarinda-Indonesia, 9 November 2013 Seminar Nasional Kimia Kalimantan Timur 2013 33

Thank you

Sequestered Carbon Reintroduced to Atmosphere

Atmospheric CO₂

Combustion of Fossil Fuels

Sequestered Carbon (Coal, Petroleum, Natural Gas)

34

NANOMAGNETIK SEBAGAI PEMODIFIKASI ELEKTRODA PASTA KARBON UNTUK ANALISIS IODIDA

Deden Saprudin^{1,*}, Indra Noviandri², Buchari², Mikrajuddin Abdullah³

¹Bagian Kimia Analitik, Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Jl. Agatis Kampus IPB Darmaga Bogor - 16116, INDONESIA

²Analytical Chemistry Research Division, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung - 40132, INDONESIA

³Physics of Electronic Materials Research Division, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Institut Teknologi Bandung, Gedung Fisika, Jalan Ganesa 10, Bandung 40132, INDONESIA

^{*}Email: dsp@ipb.ac.id

ABSTRAK

Nanomagnetit yang dibuat secara hidrotermal selama 3, 6, dan 12 jam dengan tiga bahan, yaitu FeCl₃, urea, dan natrium sitrat menghasilkan derajat kristalinitas masing-masing 47,81%, 77,15%, dan 84,67%. Ketiga bahan ini dapat meningkatkan arus puncak oksidasi iodida dalam medium KCl masing-masing sebesar 1,25 kali, 1,50 kali, dan 3,00 kali bila dibandingkan elektroda pasta karbon saja. Dengan meningkatnya kandungan nanomagnetit (5, 10, 15%) dalam elektroda pasta karbon, arus puncak oksidasi iodida naik secara linier. Dari data kemiringan kurva antara arus puncak dan akar kecepatan pemayaran, meningkatnya kristalinitas akan meningkatkan kemiringan kurva, yang sebanding dengan peningkatan luas permukaan efektif. Nanomagnetit dengan kristalinitas tinggi (sekitar 85%), memiliki hubungan yang linier antara arus puncak oksidasi dengan konsentrasi iodida dan memiliki koefisien korelasi 0,994, limit deteksi 1,4 µM, limit kuantisasi 4,2 µM, memiliki selektivitas yang tinggi terhadap NaCl, dan KBr, karena morfologi nanomagnetit pada kristalinitas tinggi lebih teratur.

Kata Kunci: Iodida, nanomagnetit, kristalinitas, volammetrisiklik, pasta karbon

ABSTRACT

Nanomagnetit was synthesized by hydrothermal for 3, 6, and 12 hours with three ingredients, namely FeCl₃, urea, and sodium citrate produce the degree of crystallinity, respectively 47.81%, 77.15%, and 84.67%. These three ingredients can increase the oxidation peak current iodide in medium KCl respectively, 1.25 times, 1.50 times and 3.00 times when compared to carbon paste electrodes only. With increasing content of nanomagnetit (5, 10, 15%) in the carbon paste electrode, the oxidation peak currents rise linearly iodide concentration. Data from the slope of the curve between the current peak and root-scan rate, with increased crystallinity will increase the slope of the curve, which is proportional to the increase in effective surface area of electrode. Nanomagnetit with high crystallinity (about 85%), has linearity for iodide concentration and anodic peak current ($R^2 = 0,994$), limit of detection 1,4 µM, limit of quantization, high selectivity towards NaCl, and KBr.

Keywords: Iodide, nanomagnetit, crystallinity, cyclic voltammetry, carbon paste

PENDAHULUAN

Nanomagnetit(Fe_3O_4) merupakan nanopartikel yang ramah lingkungan dan telah banyak digunakan sebagai bahan pemodifikasi elektroda dalam sensor dan biosensor (Cheng dkk, 2009; Zhang dkk, 2011, Yina dkk, 2010). Penggunaan magnetit untuk mendeteksi logam berat (Pb^{2+}) telah berhasil dilakukan (Yang dkk, 2012). Pada metode ini, suspensi magnetit diletakkan pada permukaan glasi karbon. Agar ion Pb^{2+} terjerap dengan baik pada permukaan elektroda, maka perlu ditambahkan iodida sehingga membentuk senyawa kompleks, $\text{PbI}_n^{(n-2)-}$ yang mudah diadsorpsi oleh magnetit sehingga kepekaan meningkat sebanyak 10 kali bila dibandingkan tidak menggunakan magnetit. Berdasarkan perbedaan potensial redoks Pb^{2+} dan I^- memberikan peluang penggunaan magnetit untuk analisis iodida (I^-), sehingga magnetit ini dapat digunakan untuk analisis kation dan anion. Sementara itu, penggunaan nanomagnetit sebagai pemodifikasi elektroda pasta karbon untuk analisis asam askorbat (Cao, 2010) memberikan efek elektrokatalisis, sehingga dapat menggeser puncak oksidasi asam askorbat ke arah yang lebih mudah untuk dioksidasi (potensial rendah). Pada penelitian itu juga dilaporkan bahwa magnetit yang dibuat dengan proses hidrotermal (suhu dan tekanan tinggi) memberikan peningkatan arus yang signifikan dibandingkan dengan magnetit yang dibuat pada suhu dan tekanan normal.

Secara umum, faktor utama yang menentukan efisiensi katalis dalam katalisis heterogen adalah luas area yang cukup besar, yang dapat diperoleh dengan menggunakan nanopartikel atau partikel berbentuk butiran yang memiliki pori-pori. Serbuk berukuran nano (*nanopowder*) berbentuk amorf dari Fe_2O_3 yang memiliki luas permukaan paling tinggi menunjukkan efisiensi katalisis peruraian H_2O_2 paling rendah. Sementara itu, efisiensi tertinggi dicapai oleh Fe_2O_3 dengan luas permukaan cukup rendah dengan memiliki kandungan fase kristalin cukup tinggi (Hermanek dkk, 2007). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa efisiensi katalisis tidak semata-mata disebabkan oleh tingginya luas permukaan, namun fase kristalin juga berpengaruh terhadap efisiensi katalis.

Sintesis magnetit secara hidrotermal dengan memvariasikan waktu sintesis memberikan derajat kristalinitas yang berbeda (Cheng dkk, 2010). Perbedaan derajat kristalinitas magnetit ini akan mempengaruhi daya adsorpsi suatu molekul atau ion pada permukaan magnetit. Banyaknya jumlah ion yang bergerak ke permukaan elektroda akan mempengaruhi arus yang dihasilkan ketika dilakukan analisis dengan metode voltametri, sehingga akan mempengaruhi kinerja elektroda dalam memberikan respon terhadap suatu ion. Respon ini dapat dilihat dari voltamogram siklik yang dihasilkan.

Pada sintesis menurut Cheng dkk (2010), digunakan empat jenis bahan kimia yaitu, FeCl_3 , urea, natrium sitrat, dan poliakrilamid. Diantara keempat bahan tersebut, poliakrilamid merupakan bahan yang mahal dan relatif sulit diperoleh. Fungsi dari poliakrilamid adalah sebagai surfaktan, menjadikan magnetit yang dihasilkan mudah terdispersi dalam air serta menjadikan morfologi magnetit yang dihasilkan berukuran sekitar 280 nm (Cheng, 2010). Guna meningkatkan penggunaan nanomagnetit dalam bidang pertanian, energi dan mengatasi masalah pencemaran lingkungan diperlukan pembuatan nanomagnetit yang sederhana, mudah, dan murah. Sintesis tanpa poliakrilamid menjadi tantangan tersendiri bagi para peneliti untuk meningkatkan efisiensi. Han dkk (2012) berhasil membuat magnetit berbentuk mikrosfer berukuran 2-3 μm yang memiliki pori-pori dari bahan FeCl_3 , natrium sitrat, dan amonia.

Karena nanomagnetit bersifat elektrokatalis dan kapasitor elektrokimia yang baik, maka material ini memiliki potensi digunakan sebagai pemodifikasi elektroda pasta karbon untuk analisis iodida, sekaligus juga penjajagan awal untuk penggunaannya sebagai bahan superkapasitor dan bahan pengganti anoda pada sel surya yang selama ini menggunakan platina.

METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain neraca analitik Mettler AE-200, pengaduk magnetik, galvanostat-potensiostat (Edaq) dilengkapi perangkat lunak (E-Chem) dan elektroda Ag/AgCl , penggerus, mikropipet, bom teflon, oven, pipet mikro, difraktometer sinar-X (XRD) (Shimadzu XRD-7000), mikroskop elektron payaran-spektroskopi dispersif energi (SEM-EDS) (Jeol), spektrofotometer UV. pH meter (HM-20S), dan peralatan gelas yang umum digunakan di laboratorium kimia analitik seperti labu takar, pipet tetes, gelas kimia, pipet volumetrik, dan lain-lain.

Bahan yang digunakan adalah garam $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Nacalai Tesque), urea (Merck), natrium sitrat (Merck), KI (Merck), KCl (Merck), H_2SO_4 (Merck), $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ (Wako), etanol (Merck), serbuk grafit, parafin cair, aqua-bidestilata, gas N_2 , HCl (Merck), K_2SO_4 (Merck), NaBr (Merck), kawat platina, aloi Devarda, natrium hipoklorit (NaOCl) 5 %, NaOH p.a., $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ p.a., serbuk fenol p.a., kaliumNa-tartrat, etanol, H_2SO_4 98%, campuran selen, indikator Conway, parafin cair, akuades, CHCl_3 (Merck), $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ (Merck), $(\text{CH}_3)_2\text{O}$ (Merck), n-heksan (Merck).

Pelaksanaan Penelitian:

Sintesis Magnetit (Cheng dkk. (2010) dengan modifikasi). Sebanyak 0,5406 g (2 mmol) garam $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 1,1764 g (4 mmol) natrium sitrat dan 0,3604 g (6 mmol) urea dilarutkan dalam 40 mL akuades. Larutan diaduk dengan pengaduk magnet selama 30 menit, kemudian dipanaskan dalam reaktor hidrotermal selama (M3), 6 jam (M6), dan 12 jam (M12) pada suhu 200°C.

Pencirian XRD. Pencirian XRD dilakukan untuk mengetahui fase besi oksida yang terdapat dalam sampel dan untuk menentukan ukuran kristal. Sekitar 200 mg sampel dicetak langsung pada aluminium ukuran 2×2.5 cm. Sampel dikarakterisasi dengan lampu radiasi Cu dengan panjang gelombang 1,5406 Å.

Pembuatan Elektroda Pasta Karbon (EPK) (Qiong dkk (2003) dengan modifikasi). EPK dibuat dengan mencampurkan 100 mg grafit dan 35 µL parafin cair, lalu dicampur hingga membentuk pasta homogen. Sebuah tabung gelas dengan diameter sekitar 2,5 mm digunakan sebagai badan elektroda. Kawat tembaga sebagai penghubung elektroda ke sumber listrik dimasukkan ke dalam tabung hingga tersisa ruang kosong sekitar 5 mm pada ujung tabung. Pasta dimasukkan ke ujung tabung hingga penuh dan padat. Permukaan elektroda dihaluskan menggunakan ampelas halus dan kertas minyak hingga licin dan berkilau.

Pembuatan EPK Termodifikasi Magnetit. Modifikasi elektroda pasta karbon dilakukan dengan mencampurkan magnetit dengan komposisi 5% (M5%), 10% (M10%), dan 15% (M15%) pada pasta karbon dengan komposisi grafit berkurang dan parafin yang tetap. Magnetit, serbuk grafit, dan parafin cair dicampur hingga membentuk pasta homogen. Sebuah tabung gelas dengan diameter 2,5 mm digunakan sebagai badan elektroda. Kawat tembaga sebagai penghubung elektroda ke sumber listrik dimasukkan ke dalam tabung hingga tersisa ruang kosong sekitar 5 mm pada ujung tabung. Pasta dimasukkan ke ujung tabung hingga padat. Permukaan elektroda dihaluskan menggunakan ampelas halus lalu dilanjutkan dengan penggunaan kertas minyak hingga menghasilkan permukaan yang licin dan berkilau.

Analisis Voltametri:

Pengaruh Kristalinitas Nanomagnetit. Pengaruh kristalinitas nanomagnetit terhadap arus puncak ditentukan dengan mengukur 1 mM KI dalam elektrolit KCl 0,1 M menggunakan EPK dan EPK termodifikasi nanomagnetit hasil sintesis 3, 6, dan 12 jam komposisi 10 mg. Respon arus diamati pada selang potensial 0-1,2 V dengan kecepatan payaran 100 mV/s.

Pengaruh Komposisi Nanomagnetit. Pengaruh komposisi nanomagnetit terhadap arus puncak ditentukan dengan pengukuran 1mM KI dalam elektrolit KCl 0,1 M menggunakan elektroda EPK dan EPK termodifikasi nanomagnetit hasil sintesis 3, 6, dan 12 jam dengan komposisi magnetit 5%, 10%, dan 15%. Respon arus diamati pada selang potensial 0-1,2 V dengan kecepatan payaran 100 mV/s.

Pengaruh Konsentrasi Iodida: Penentuan Sensitivitas, Limit Deteksi, dan Limit Quantisasi. Kurva kalibrasi dibuat dengan memplotkan konsentrasi iodida (0-0,8 mM) dengan arus puncak anodik. Pengujian voltametri siklik dilakukan dengan menggunakan EPK termodifikasi nanomagnetit hasil sintesis selama 3, 6 dan 12 jam dengan komposisi magnetit 10%. Respon arus diamati pada selang potensial 0-1,2 V dengan kecepatan payaran 100 mV/s. Linearitas kurva ditentukan berdasarkan koefisien determinasi kurva standar. Berdasarkan kurva standar yang diperoleh, ditentukan pula sensitivitas, limit deteksi, dan limit kuantitasi elektroda.

Pengaruh NaCl. Adanya pengaruh matriks terhadap pengukuran iodida ditentukan dengan mengukur larutan KI 1 mM dalam KCl 0,1 M dengan penambahan NaCl sebesar 0,1864 g dan 3,0000g. Elektroda yang digunakan yaitu elektroda termodifikasi nanomagnetit dengan lama sintesis 3, 6, dan 12 jam dengan komposisi magnetit 10 mg. Respon arus diamati pada selang potensial 0-1,2 V dengan kecepatan payaran 100 mV/s.

Pengaruh Bromida. Adanya interferensi ion halida terhadap pengukuran iodida ditentukan dengan pengukuran KI 1 mM dengan penambahan KBr 2 mM dan KBr 10 mM dalam KCl 0,1 M. Selanjutnya arus puncak yang dihasilkan dibandingkan dengan arus puncak KI 1 mM tanpa penambahan KBr.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis dan Karakterisasi Magnetit

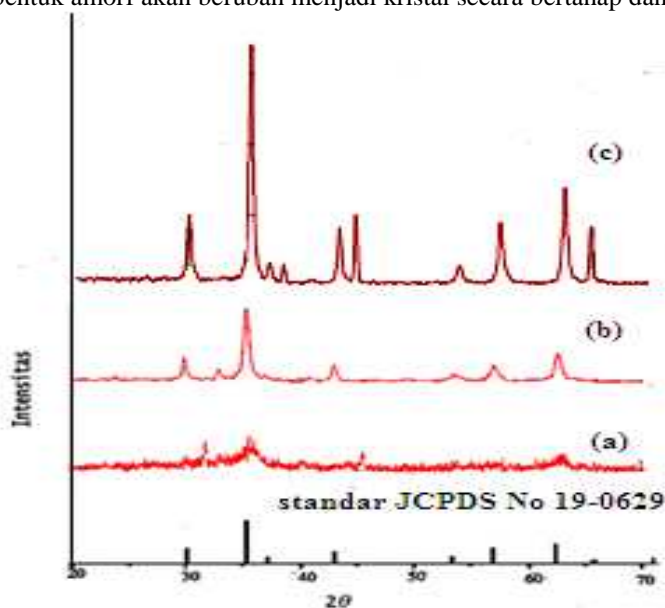
Magnetit disintesis menggunakan variasi waktu sintesis 3, 6, dan 12 jam. Hal ini dilakukan untuk memperoleh berbagai tingkat kristalinitas magnetit. Liang dkk (2006) menyatakan bahwa magnetit dapat dicirikan dari warna kristal yang hitam sedangkan warna larutan di atasnya berwarna kuning. Warna hitam yang merupakan ciri dari magnetit dipengaruhi oleh struktur kristalnya. Menurut Roonasi (2007), warna hitam ini disebabkan oleh adanya transfer muatan intervalensi antara Fe^{2+} dan Fe^{3+} . Magnetit kemudian dipisahkan dari filtrat dan dicuci dengan alkohol untuk menghilangkan pengotor pada kristal.

Rendemen yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1, rendemen hasil sintesis magnetit secara hidrotermal selama 3 jam, 6 jam, dan 12 jam berturut-turut 70, 72, dan 77%. Magnetit banyak yang menempel pada lapisan dalam teflon yang kontak dengan larutan sehingga sulit diambil, hal ini menyebabkan rendemen hasil berkurang sebanyak 23-30%. Dengan meningkatnya waktu sintesis, rendemen semakin tinggi, hal ini disebabkan makin lama ukuran semakin besar dan kristalinitas semakin tinggi sehingga lebih mudah dipisahkan dari cairan.

Tabel 1 Rendemen Sintesis Magnetit Secara Hidrotermal

Waktu Sintesis	Massa Magnetit yang diperoleh (g)	Rendemen (%)
3 jam	0,1096	70,94
6 jam	0,1120	72,49
12 jam	0,1190	77,02

Pola difraksi sinar-X menunjukkan puncak-puncak pada sudut yang sesuai dengan standar magnetit (JCPDS No. 19-0629) (Gambar 1). Difraktogram juga menunjukkan puncak-puncak yang memiliki susunan intensitas yang sesuai dengan standar. Perhitungan kristalinitas untuk magnetit yang disintesis selama 3, 6, dan 12 jam berdasarkan difraktogram sinar-x yang diperoleh, dengan cara perhitungan seperti terdapat pada Lampiran C. Kristalinitas magnetit yang disintesis selama 3, 6, dan 12 jam meningkat seiring dengan bertambahnya waktu sintesis, dengan hasil berturut-turut, 47,81%, 77,15%, 84,67% (Tabel 2). Cheng dkk (2009) menyatakan bahwa, padatan magnetit yang berbentuk amorf akan berubah menjadi kristal secara bertahap dan diameternya akan meningkat.

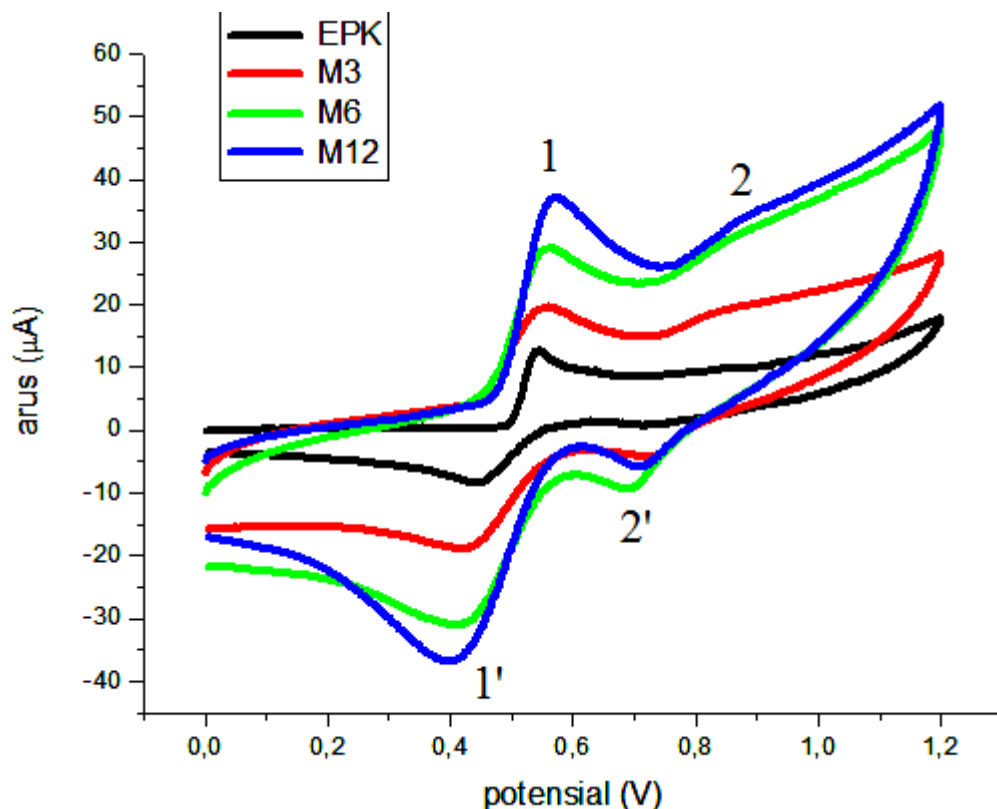


Gambar 1 Difraktogram nanomagnetit hasil sintesis, (a) 3 jam, (b) 6 jam, (c) 12 jam

Analisis Voltametri

Pengaruh Kristalinitas Nanomagnetit Terhadap Potensial dan Arus Puncak

Proses redoks pasangan iodium-iodida pada elektroda pada elektroda pasta karbon (EPK), elektroda pasta karbon termodifikasi magnetit yang disintesis selama 3 jam (M3), 6 jam (M6), dan 12 jam (M12) dapat dilihat pada Gambar IV.8. Pengukuran dilakukan terhadap larutan KI 1,0 mM dalam larutan KCl 0,1 M dari potensial 0,0-1,2 Volt (Vs Ag/AgCl) dengan kecepatan pemayaran 50 mV/detik.



Gambar 2 Voltamogram siklik KI 1,0 mM dalam KCl 0,1 M diukur dengan EPK dan EPK termodifikasi nanomagnetit dengan berbagai tingkat kristalinitas

Arus puncak oksidasi (arus puncak anodik, i_{pa}) pertama (1), lebih tinggi dibandingann arus puncak anodik kedua (2). Demikian pula, arus puncak reduksi (arus puncak katodik, i_{pc}) pertama (1') lebih tinggi dibandingkan arus puncak katodik kedua (2'). Analisis selanjutnya menggunakan puncak 1. Potensial puncak anodik-katodik disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Potensial (Volt) Puncak Anodik- Katodik KI 1mM dalam KCl 0,1 M

Potensial	EPK	M3	M6	M12
E_{pa1}	0.550	0.556	0.543	0.560
E_{pc1}	0.444	0.414	0.414	0.404
ΔE_1	0.106	0.129	0.146	0.156
E_{pa2}	-	0.830	0.870	0.880
E_{pc2}	0.738	0.736	0.698	0.718
ΔE_2	-	0.094	0.172	0.162

Apabila menggunakan EPK, untuk mengamati proses redoks pasangan iodium-iodida, puncak anodik 2 tidak jelas terlihat, karena arus puncak yang dihasilkan terlalu kecil. Dengan adanya magnetit, arus puncak anodik-katodik 2 akan semakin jelas terlihat. Berdasarkan Tabel 2, beda potensial pasangan puncak redoks 1 (ΔE_1) pada EPK adalah sebesar 106 mV sedangkan puncak anodik 2 tidak jelas teramati sehingga beda potensialnya tidak dapat ditentukan. Beda potensial puncak 1 (ΔE_1) dengan elektroda M3, M6, dan M12 berturut-turut, 129 mV, 146 mV, dan 156 mV. Data ini menunjukkan bahwa dengan semakin naiknya kristalinitas akan semakin besar ΔE_1 yang dihasilkan untuk berlangsungnya reaksi redoks. Pada M3 dengan tingkat **kristalinitas 47,81%** menghasilkan ΔE_p I/I₃ sebesar **129 mV**. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya reaksi kimia, yaitu pelarutan I_{2(s)} dipermukaan elektroda sebagai produk oksidasi I_(aq) yang selanjutnya akan membentuk I_{3⁻(aq)}. Walaupun pengaruh magnetit memperbesar nilai ΔE_p , sesungguhnya potensial mulai teroksidasinya I/I₂ lebih rendah dibandingkan dengan EPK, dalam hal ini, kehadiran magnetit mempermudah oksidasi I menjadi I₂. Pada M6 dengan tingkat **kristalinitas 77,15%** menghasilkan ΔE_p sebesar **146 mV**, hal ini kemungkinan disebabkan oleh semakin banyaknya I_{2(s)} yang dihasilkan, dengan kata lain makin tebal lapisan I_{2(s)} yang terbentuk. Pada M12 dengan tingkat **kristalinitas 84,67%**, menghasilkan ΔE_p sebesar **156 mV**, menunjukkan semakin banyaknya dan semakin tebalnya lapisan I_{2(s)} pada permukaan elektroda, dengan demikian membutuhkan energi ekstra untuk mengoksidasi I menjadi I_{3⁻}.

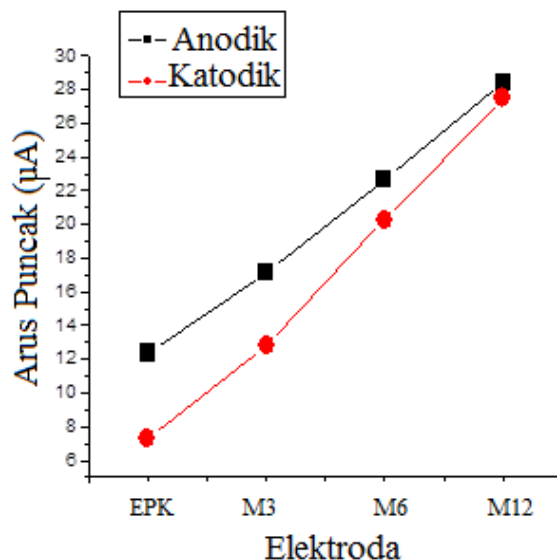
Silvestrini, 2011 melaporkan besarnya ΔE_p sebesar 150 mV dan nilai $E_{1/2}$ sebesar 0,548 V (Vs Ag/AgCl) untuk oksidasi I⁻ menjadi I₃⁻ dalam elektrolit H₂SO₄ 0,1 M menggunakan elektroda *Nanoelectrode Ensembles*. Sedangkan Hathoot, 2011 melaporkan besarnya ΔE_p sebesar 78 mV dan nilai nilai $E_{1/2}$ sebesar 0,071 V (Vs Ag/AgCl) untuk oksidasi I⁻ menjadi I₃⁻ dalam elektrolit HClO₄ 0,1 M menggunakan elektrode Pt (cakram). Hal ini menunjukkan bahwa oksidasi I⁻ tidak Nersntian.

Menurut Scholz (2010), pada permukaan elektroda logam, dapat terjadi proses elektrokatalisis. Pada proses ini, logam yang terkandung dalam elektroda bersifat sebagai katalis sehingga meningkatkan kecepatan reaksi. Kecepatan reaksi pada elektrokimia berhubungan dengan kecepatan transfer elektron pada permukaan elektroda per satuan waktu. Proses elektrokatalisis melibatkan transfer elektron oleh logam. Elektron yang mengalir dalam proses transfer elektron dapat terlibat dalam reaksi redoks anolat pada permukaan elektroda. Elektron yang mengalir dalam proses transfer elektron dapat terlibat dalam reaksi redoks anolat pada permukaan elektroda. Dengan demikian, reaksi redoks semakin termediasi, sehingga magnetit mampu meningkatkan intensitas arus puncak.

Tabel 3 dan Gambar 3 menunjukkan hubungan arus puncak 1 terhadap jenis elektroda yang digunakan. Arus anodik secara umum lebih tinggi dibandingkan arus reduksi untuk semua jenis elektroda. Hal ini mengindikasikan adanya lapisan di permukaan elektroda yang menghalangi transfer elektron, sehingga memperkecil arus katodik. Dengan adanya magnetit, reaksi redoks semakin termediasi, sehingga magnetit mampu meningkatkan intensitas arus puncak anodik, memperkecil lapisan yang menghalangi transfer elektron sehingga arus anodik meningkat. Hubungan arus puncak anodik dengan (%kristalin/%Amorf) menunjukkan persamaan $y = 2,4474 x + 14,729$ dengan koefisien korelasi 0,9969.

Tabel 3 Perbandingan Tinggi Arus Puncak Anodik-Katodik KI 1mM dalam KCl 0,1 M dari Voltamogram Siklik

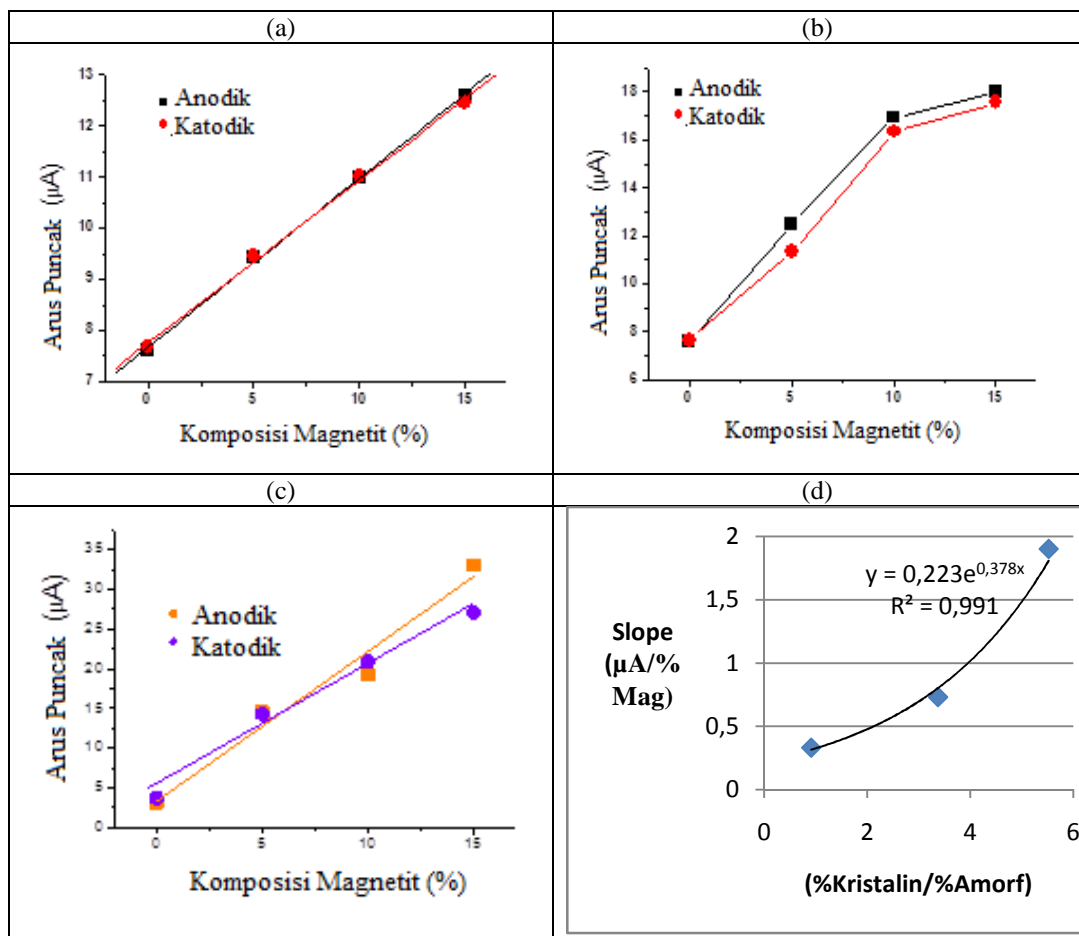
Elektroda	I_{pa}	I_{pc}	(I_{pa}/I_{pc})
EPK	12,38	7,3	1,70
M 3	17,14	12,8	1,41
M 6	22,63	20,26	1,12
M 12	28,44	27,53	1,03



Gambar 3 Arus puncak anodik-katodik KI 1,0 mM dalam KCl 0,1 M diukur dengan EPK dan EPK termodifikasi nanomagnetit dengan berbagai tingkat kristalinitas

Pengaruh Komposisi Magnetit Pada Berbagai Kristalinitas

Aluran antara arus puncak dengan jumlah nanomagnetit dalam elektroda pasta karbon terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4 Hubungan intensitas arus puncak dengan komposisi magnetit pada berbagai kristalinitas, (a) Sintesis 3 jam, (b) Sintesis 6 jam, (c) Sintesis 12 jam, (d) Slope Vs (% Kristalin/% Amorf)

Dengan semakin banyaknya nanomagnetit dalam elektroda pasta karbon, arus puncak yang dihasilkan semakin besar, hal ini disebabkan meningkatnya konsentrasi iodida pada permukaan elektroda. Hubungan linier (dengan koefisien korelasi 0,945-0,998) antara tinggi arus puncak anodik dan katodik (pada konsentrasi KI 1,0 mM dalam KCl 0,1 M) dengan jumlah nanomagnetit diberikan oleh semua komposisi. Pengaruh komposisi, yaitu dengan semakin banyaknya jumlah magnetit dalam elektroda pasta karbon untuk magnetit yang dibuat selama 3 jam (M3, kristalinitas 47,81%), memberikan kemiringan kurva anodik sama dengan kemiringan kurva katodik yang sama. Dengan naiknya komposisi magnetit, arus puncak anodik semakin tinggi. Besarnya arus sebanding dengan kapasitas. Untuk M3, memberikan kemiringan kurva arus puncak anodik sebesar 0,33 µA/(% magnetit), sedangkan untuk M6 dan M12 berturut-turut, 0,730 µA/(% magnetit), dan 1,90 µA/(% magnetit). Hubungan kemiringan kurva dengan (% kristalinitas/% Amorf) ditampilkan pada Gambar 4 (d).

Tabel 4 Persamaan Arus Puncak terhadap Komposisi Magnetit

Elektroda	Persamaan Arus Puncak Anodik	Koefisien Korelasi (R ²)	Persamaan Arus Puncak Katodik	Koefisien Korelasi (R ²)
M3	$I_{pa} = 0,330m + 7,676$	0,998	$I_{pc} = 0,318m + 7,754$	0,997
M6	$I_{pa} = 0,730m + 8,019$	0,945	$I_{pc} = 0,694m + 8,013$	0,954
M12	$I_{pa} = 1,90 m + 3.10^{-6}$	0,969	$I_{pc} = 1,50 m + 5.10^{-6}$	0,981

Pengaruh Konsentrasi Iodida

Pengaruh dari konsentrasi iodida pada rentang konsentrasi 0,0-0,8 mM diamati dengan menggunakan komposisi magnetit 10% kecepatan payar 50 mV/detik dengan persamaan regresi untuk elektroda M3, M6, dan M12 dapat dilihat

pada Tabel 5. Limit deteksi yaitu konsentrasi yang memberikan sinyal instrumen (y) secara signifikan berbeda dari “blanko” atau sinyal “latar belakang”. Garis dari regresi linier dapat digunakan untuk menentukan limit deteksi, dengan rumus sebagai berikut,

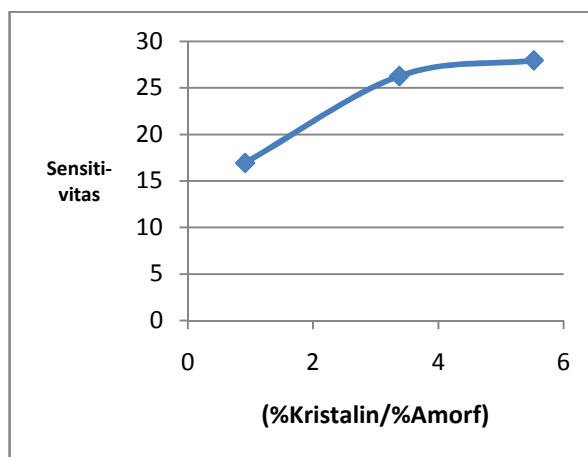
Limit Deteksi = $\frac{3 s_a}{b}$ dan Limit Kuantisasi = $\frac{10 s_a}{b}$, (s_a = simpangan baku intersep, b = kemiringan garis).

Dalam jangkauan konsentrasi iodida 0-0,8 mM, koefisien korelasi (0,994), dan sensitivitas terbesar (27,94 $\mu\text{A}/\text{mM}$) ditunjukkan oleh elektroda M12, dengan limit deteksi 1,3 μM dan limit kuantisasi 4,2 μM . Harga limit deteksi ini, satu orde di atas limit deteksi *Nanoelectrode Ensembles* yaitu, 0,3 μM (Silvestrini, 2011).

Hubungan sensitivitas dengan (%Kristalin/%Amorf) ditunjukkan pada Gambar 5. Dengan semakin tinggi kristalinitas akan menaikkan sensitivitas, menurunkan limit deteksi, dan limit kuantisasi.

Tabel 5 Persamaan Arus Puncak Anodik dan Katodik Elektroda M3, M6, dan M12

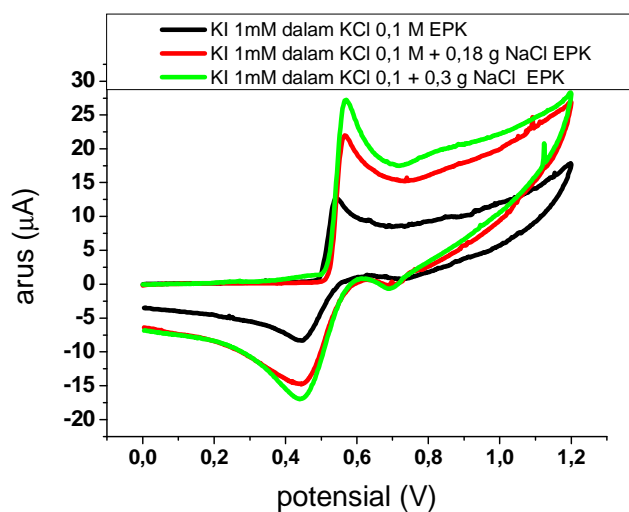
Elektroda	Persamaan Arus Puncak Anodik	Koefisien Korelasi (R^2)	Persamaan Arus Puncak Katodik	Koefisien Korelasi (R^2)
M3	$I_{pa} = 16,94c - 0,895$	0,968	$I_{pc} = 18,25c - 2,330$	0,882
M6	$I_{pa} = 26,26c - 0,705$	0,983	$I_{pc} = 19,20c - 0,3311$	0,941
M12	$I_{pa} = 27,94c - 0,712$	0,994	$I_{pc} = 24,88c - 0,625$	0,993



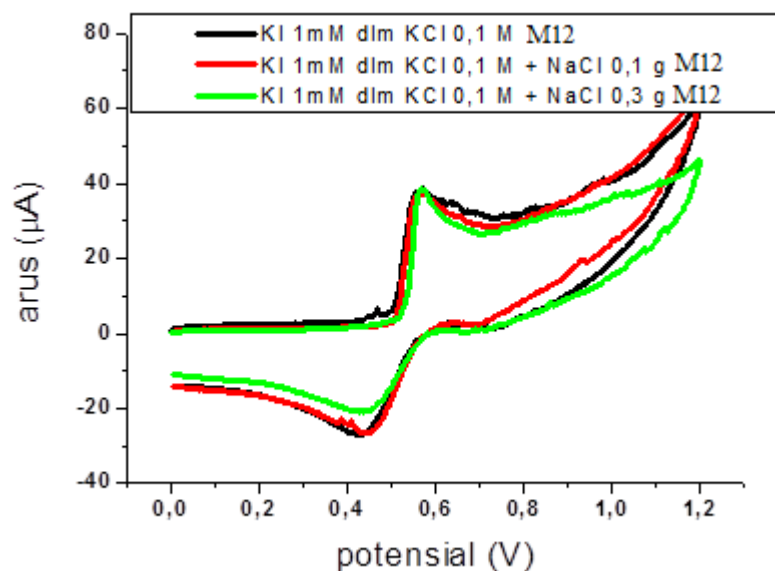
Gambar 5 Sensitivitas Terhadap (%Kristalin/%Amorf)

Pengaruh NaCl

Iodium sering dijadikan sebagai bahan pemfortifikasi pada garam dapur untuk mencegah penyakit gondok. Oleh karena itu dilakukan pengukuran Iod dalam NaCl untuk mendekati kondisi sampel sebenarnya. Penambahan NaCl 0,1 dan 0,3 g NaCl ke dalam 50 mL larutan yang mengandung KI 1 mM dan KCl 0,1 M dengan elektroda EPK memberikan kenaikan arus puncak anodik masing-masing 57 dan 95% (Gambar 6), hal ini disebabkan oleh naiknya konduktivitas larutan. Apabila pengukuran menggunakan elektrode M12 dengan kristalinitas 77,15%, dengan penambahan 0,1 dan 0,3 gram NaCl terhadap larutan yang mengandung KI 1 mM dan KCl 0,1 M relatif tidak berpengaruh terhadap tinggi arus puncak anodik (Gambar 7). Efek penambahan NaCl lebih kecil pengaruhnya pada nanomagnetit dengan tingkat kristalinitas tinggi. Hal ini disebabkan lapisan rangkap listrik pada kristalinitas tinggi memiliki densitas lapisan iodida yang tinggi sehingga tidak dipengaruhi oleh konduktivitas larutan.



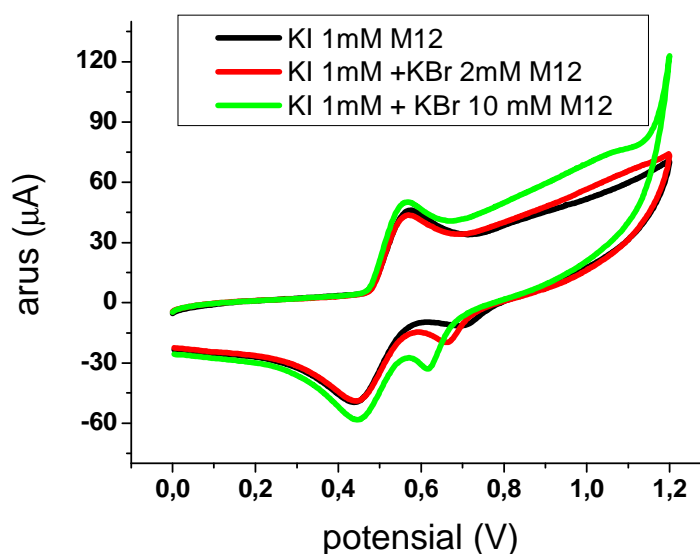
Gambar 6 Pengaruh Penambahan NaCl pada Voltamogram siklik KI 1,0 mM dalam KCl 0,1 M diukur dengan EPK



Gambar 7 Pengaruh Penambahan NaCl pada Voltamogram siklik KI 1,0 mM dalam KCl 0,1 M diukur dengan EPK Termodifikasi magnetit M12

Pengaruh KBr

Selektivitas diamati dari pengaruh ion halida lain yang biasanya menjadi pengganggu terhadap pengukuran iodida. Ion pengganggu yang digunakan dalam studi selektivitas ini ialah Br^- yang berasal dari KBr dengan rasio molar sebesar 2 dan 10. Adanya Br^- dalam jumlah yang cukup besar (hingga 10 kali lipat Iodida) tidak mengganggu pengukuran iodida karena kenaikan arus yang diperoleh masih dalam *range* yang dapat diterima yaitu 7-10% (Harmita 2007). Hal ini disebabkan oleh morfologi dari magnetit yang lebih kompak. Hal ini dikarenakan potensial reduksi bromium jauh berbeda dengan potensial reduksi iodium.



Gambar 8 Pengaruh Penambahan KBr pada Voltamogram siklik KI 1,0 mM dalam KCl 0,1 M diukur dengan EPK Termodifikasi magnetit M12

KESIMPULAN

Nanomagnetit yang disintesis selama 3, 6, dan 12 jam dapat meningkatkan arus puncak anodik iodida dalam medium KCl masing-masing sebesar, 1,25 kali, 1,50 kali, dan 3,00 kali bila dibandingkan elektroda pasta karbon saja. Dengan meningkatnya kandungan nanomagnetit (5, 10, 15%) dalam elektroda pasta karbon, arus puncak anodik iodida naik secara linier. Dari data kemiringan kurva antara arus puncak dan akar kecepatan pemayaran, dengan meningkatnya kristalinitas akan meningkatkan kemiringan kurva, yang sebanding luas permukaan efektif elektroda. Luas permukaan efektif elektroda meningkat dengan meningkatnya kristalinitas. Nanomagnetit dengan kristalinitas tinggi (sekitar 85%), memiliki hubungan yang linier antara arus puncak anodik dengan konsentrasi iodida dalam jangkauan konsentrasi 0-0,8 mM dan memiliki koefisien korelasi 0,994, limit deteksi 1,4 μM , limit kuantisasi 4,2 μM , memiliki selektivitas yang tinggi terhadap NaCl, dan KBr, karena morfologi nanomagnetit pada kristalinitas tinggi lebih teratur.

DAFTAR PUSTAKA

- Cao X., Wang N., Lu X., Guo L. (2010) : Facile construction of hierarchically nanostructured Fe_3O_4 films and their electrocatalytic performance. *J. The electrochemical society*. 154. K76-K79.
- Cheng Y., Liu Y., Huang J., Li K., Xian Y., Zhang W., Jin L. (2009): *Amperometric tyrosinase biosensor based on Fe_3O_4 nanoparticles-coated carbon nanotubes nanocomposite for rapid detection of coliforms*. *J. Electrochim Acta*. 54. 2588.
- Cheng W, Tang K, Qi Y, Sheng J, Liu Z.(2010): *One-step synthesis of superparamagnetic monodisperse porous Fe_3O_4 hollow and core-shell spheres*. *Journal of Mat. Chem*. 20: 1799–1805.
- Guan N, Wang Y, Sun D, Xu J. 2009. *A simple one-pot synthesis of single-crystalline magnetite hollow spheres from a single iron precursor*. *Nanotech J*. 20: 1–8.
- Han C., Zhao D., Deng C., Hu K., (2012). *A facile hydrothermal synthesis of porous magnetite microspheres*. *Material Letter*. 70. 70-72
- Hathoot A.A., Sherif D., Azzem M. A., (2010): *Composite Films of Metal Hexacyanoferrate and Poly(1,8-diaminonaphthalene) Derivatives: Electrosynthesis and Properties*. *Croat. Chem. Acta*. 83. 143-149.
- Hathoot A.A. (2011): *Electrooxidation of Iodide Ion at poly 8-(3-acetylmino-6-methyl-2,4-dioxopyran)-1-aminonaphthalene Modified Electrode in Aqueous solution*. *J. Croat. Chem. Acta*. 84. 469-473.
- Hermanek M., Zboril R., Medrik I., Pechousek J., dan Gregor C. (2007): *Catalytic efficiency of iron(III) oxides in decomposition of hydrogen peroxide: Competition between the surface area and crystallinity of nanoparticles*. *J. Am. Chem. Soc*. 129. 10929-10936.
- Qiong H., Junjie F., Sengshui H. (2003): *Voltammetric method based on an ion pairing reaction for the determination of trace amount of iodide at carbon paste electrode*. *J. Anal Sci*. 19. 681-686.

- Roonasi P. (2007): *Adsorption and Surface Reaction Properties of Synthesized Magnetite Nanopartikel* [tesis]. Swedia: Division of Chemistry, Department of Chemical Engineering and Geosciences, Lulea University of Technology.
- Scholz F., editor. (2010). *Electroanalytical Methods Guide to Experiments and Applications*. Edisi kedua. Heidelberg: Springer.
- Silverstini, M. (2011). *Advance in the Use of Nanoelectrode Ensembles in Analytical Chemistry and Molecular Diagnostic*. [Disertasi] Universitas Ca' Foscari Venezia.
- Yang Z., Dai P., You Y. (2012) : Iodide adsorption of lead(II) ion on a glassy carbon electrode modified with ferrocene oxide nanoparticles. *J. Microchem Acta*. 177. 449-456.
- Yina H.S., Zhou X.L., Ma Q., Ai S.Y., Chen Q.P., Zhu L.S. (2010): Electrocatalytic oxidation behavior of guanosine at graphene, chitosan and Fe₃O₄ nanoparticles modified glassy carbon electrode and its determination. *J. Talanta*. 82. 1193.
- Zhang Z.X., Zhu H., Wang X.L., Yang X.R. (2011): Sensitive electrochemical sensor for hydrogen peroxide using Fe₃O₄ magnetic nanoparticles as a mimic for peroxidase. *J. Microchem Acta*. 174.183.