



**PERTAMINA**



**TRIPATRA**

**An Integrated Solution to the Oil,  
Gas and Energy Sector.  
Engineering - EPC - O&M**

A Member of Indika Energy Group



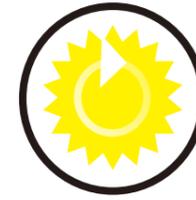
**Mobil Cepu Ltd.**  
An ExxonMobil Subsidiary



ISSN 1411-4216



# PROSIDING



Kampus  
Alas  
**PROSIDING** SEMINAR NASIONAL REKAYASA KIMIA & PROSES 2014 20-21 AGUSTUS 2014

SEMINAR NASIONAL

## REKAYASA KIMIA & PROSES 2014

20-21 AGUSTUS 2014



**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG**



**DAFTAR MAKALAH**  
**SEMINAR NASIONAL REKAYASA KIMIA DAN PROSES 2014**

<b>Plenary Paper</b>	
<b>Polymeric Based Membrane For Fuel Cell And Wastewater Treatment Applications</b> <i>A.F. Ismail, J. Jaafar, M.H.D Othman, M.A. Rahman, W. J. Lau</i> Advanced Membrane Technology Research Centre (AMTEC), Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Skudai, Johor, Malaysia	
<b>Recent Progress On Biodiesel Research In Taiwan Tech</b> <i>Yi-Hsu Ju</i> Department of Chemical Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan	
<b>Invited Paper</b>	
<b>Analisis Ketahanan Sistem Energi Nasional dan Tantangan Riset</b> <i>Widodo Wahyu Purwanto</i> Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia	
<b>Kelompok A. PERPINDAHAN MASSA DAN PANAS</b>	
A.1	<b>Kajian Pengaruh Reologi Cairan Nira Pekat terhadap Kinerja <i>Falling Film Evaporator</i></b> <i>Susianto, Ali Altway, Suhadi, Arnis Farida Kusuma, Erfira Yuliana</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
A.2	<b>Mikroenkapsulasi Senyawa Fenolik dari Kulit Kacang sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Minyak Kacang</b> <i>Daniel Vincent Sanjaya, Eric Gunawan, Christian Harmoko, Nani Indraswati, Aning Ayucitra</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
A.3	<b>Pemodelan Perpindahan Massa Adsorpsi Dengan <i>Heterogenous Surface Diffusion Model</i></b> <i>Aditya Putranto, Stephanie Angelina</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung



A.4	<b>Drying Time Prediction for Seaweed Drying</b> <i>Mohamad Djaeni, Dessy Agustina Sari</i> Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Diponegoro University, Semarang
A.5	<b>Pengeringan Jahe Menggunakan Pengering Rak Desiccant</b> <i>Suherman Suherman, Abdullah Busairi, Slamet Priyanto, Rosalin Martya Wardhani, Thias Hamas Assaffah</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang

### Kelompok B. TEKNOLOGI PANGAN

B.1	<b>Pengaruh Morfologi Laktosa untuk Meningkatkan Performa Salbutamol Sulfat dalam Terapi Menggunakan <i>Dry Powder Inhaler</i></b> <i>Katherine dan Kunn Hadinoto</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung
B.2	<b>Pemanfaatan Kitosan dan Ekstrak Teh Hijau sebagai Bahan Antimikroba dan Antioksidan pada Pelapisan Buah</b> <i>Titik Istirokhatun, Novia Eka Mawarni, Zuroidatul Khoriyah, dan Nur Rokhati</i> Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
B.3	<b>Pengaruh Penambahan Natrium Metabisulfat sebagai Penghambat Pencoklatan dari Tepung Sukun</b> <i>Heny Kusumayanti, Laila Faizah, R.TD. Wisnu Broto</i> PSD III Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP, Universitas Diponegoro, Semarang
B.4	<b>Fortifikasi FeSO<sub>4</sub> Pada Tepung Ubi Jalar Ungu (<i>Ipomoea batatas</i> L.) sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bubur Bayi Instan</b> <i>Muhammad Fadhlun Adzim, Sella Kurnia Putri, Noer Abyor Handayani</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
B.5	<b>Pengaruh <i>Multi Stage Extraction</i> (MSE) dan Penambahan <i>Konjac Glucomannan</i> terhadap Rendemen dan Mutu Produk Karagenan</b> <i>A. Prasetyaningrum., G.W. Santoso., M.Djaeni., E.F. Istiqomah., Shafrizal</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
B.6	<b>Studi Awal Sintesis dan Karakterisasi Pati Asetat dari Umbi Ganyong (<i>Canna edulis</i> Ker.)</b> <i>Caroline, Asaf Kleopas Sugih, Henky Muljana, Katherine Kho</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan Bandung

B.7	<p><b>Ekstraksi Akar Ilalang (<i>Imperata cylindrica</i>) serta Aktivitas Inhibisinya Terhadap <math>\alpha</math>-Glukosidase yang Berfungsi dalam Pembentukan Virus Hepatitis B</b></p> <p><i>Nurul Aisyah S., Tania Surya Utami dan Rita Arbianti</i></p> <p>Program Studi Teknologi Bioproses, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok</p>
B.8	<p><b>Nanoenkapsulasi Ekstrak Daun Keji Beling ( <i>Strobilanthes cripa</i>) dengan Metode Gelasi Ionik untuk Sediaan Obat Antihiperkolesterolemia</b></p> <p><i>Fransiska Milaniati Pratiwi, Tania Surya Utami, Rita Arbianti</i></p> <p>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok</p>
B.9	<p><b>Isolasi dan Identifikasi Tanin dari Daun Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i> L) Serta Uji Aktivitas Inhibisi terhadap Enzim Xanthine Oxidase</b></p> <p><i>Citta Devi Guntari, Rita Arbianti dan Tania Surya Utami</i></p> <p>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok</p>
B.10	<p><b>Oksidasi Tepung Umbi Talas dengan Hidrogen Peroksida</b></p> <p><i>Catarina Sri Budiwati dan Dessy Ariyanti</i></p> <p>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang</p>
B.11	<p><b>Asetilasi Tepung Talas (<i>Colocasia esculenta</i>) Menggunakan Asam Asetat Glisial: Pengaruh Konsistensi Luluhan dan pH pada <i>Swelling Power</i> dan Kelarutan</b></p> <p><i>Catarina Sri Budiwati , Diah Susetyo Retnowati dan Andri Cahyo Kumoro</i></p> <p>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang</p>
B.12	<p><b>Kajian Awal Pemanfaatan Pektin dan Zat Warna Alami dari Kulit Buah Naga pada Pembuatan Jelly</b></p> <p><i>Welliam, Renardi Andhika dan Susiana Prasetyo</i></p> <p>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung</p>
B.13	<p><b>Efek Kadar Air Adonan dan Suhu Ekstrusi terhadap Derajat Gelatinisasi Beras Analog dari Tepung Jagung</b></p> <p><i>Purwiyatno Hariyadi, Slamet Budijanto dan Faleh Setia Budi</i></p> <p>Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor</p>
B.14	<p><b>Ekstraksi Senyawa Fenolik dari Terung Ungu Sebagai Antioksidan Alami</b></p> <p><i>Boby Setia Gunawan, Christian Hadiano, Stefanus, Nani Indraswati, Aning Ayucitra</i></p> <p>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya</p>



B.15	<b>Profil dan Potensi Antioksidan Fenolik Dedak Padi Terfermentasi</b> <i>Dyah Hesti Wardhani, Karim A Abdurrahman dan Novita W Aruben</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
B.16	<b>Kajian Pengaruh Suhu dan Kelembaban Ruang Penyimpan terhadap Laju Penurunan Berat Buah dan Sayuran</b> <i>Lie Hwa</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya
B.17	<b>Prekursor Flavor Turunan Karotenoid pada Daun Teh Kering: Identifikasi Kandungan Flavor dan Kaitannya dengan Inovasi Produk</b> <i>Cicilia Aristya Dyah Puspita, Leo Senobroto dan Ferry Freddy Karwur</i> Magister Biologi, Satya Wacana Christian University, Salatiga dan Research and Development Department, PT. Indesso Aroma, Bogor
B.18	<b>Karakterisasi Sifat Fisiko Kimia Tepung Sorghum Termodifikasi Bakteri Asam Laktat Kultur Campuran</b> <i>Kristinah Haryani, Noer Abyor Handayani, Rizky Priambodo, Renita Dyah A</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
B.19	<b>Pangan Fungsional</b> <i>Herry Santosa Noer Abyor Handayani</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
B.20	<b>Proses Pembuatan Kopi Luwak Termodifikasi secara Fermentasi</b> <i>Slamet Priyanto, Bambang Pramudono, Istadi, Amin Nugroho</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang

### Kelompok C. KINETIKA REAKSI DAN KATALISIS

C.1	<b>Karakteristik Fisika-Kimiawi dari Reaksi Ozonasi Minyak Bunga Matahari, Minyak Biji Anggur dan Minyak Kedelai</b> <i>Setijo Bismo, Honesty Indria Nisa, Rahayu Eka Susilarini, Dian Ikramina</i> Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok
C.2	<b>Peningkatan Hasil Pirolisis Ampas Kesumba (<i>Bixa orellana</i>) menjadi Karbon Aktif Melalui Pengendalian Waktu Tinggal</b> <i>Paryanto, Wusana Agung Wibowo, Akhmad Makhli, Anandya Putra Widyantoro</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
C.3	<b>Studi Kinetika Dekomposisi Glukosa pada Temperatur Tinggi</b> <i>Achmad Roesyadi, Fika Anjana dan Widya Rosa Oktaviani</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, Institute Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya



C.4	<b>Studi Kinetika Reaksi Dehidrasi Etanol Menjadi Etilen dengan Katalis 15%-B SiO<sub>2</sub>/<math>\Gamma</math>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> <i>Dinarti Paramita, Subagjo</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional, Bandung
C.5	<b>Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit dengan Menggunakan Katalis Berpromotor Ganda Berpenyangga <math>\Gamma</math>-Alumina (CAO/MGO/<math>\Gamma</math>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dalam Reaktor Fluidized Bed</b> <i>Niar Kurnia Julianti, Tantri Kusuma Wardani, Ignatius Gunardi dan Achmad Roesyadi</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
C.6	<b>Pembuatan Biofuel dari Minyak Kelapa Sawit Melalui Proses Hydrocracking dengan Katalis Ni-Mg/<math>\Gamma</math>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> <i>Anindita Pramesti Putri N, Dwi Fitriyanto, dan Achmad Roesyadi</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
C.7	<b>Karakterisasi Katalis Tembaga Berlapis Mangan pada <i>Catalytic Converter</i> untuk Mengurangi Emisi Gas Carbon Monoksida Motor Bensin</b> <i>RM. Bagus Irawan, Purwanto, Hadiyanto</i> Program Doktor Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang
C.8	<b>Konversi <i>Coal Tar</i> menjadi Bahan Bakar Cair Melalui Proses Hidrogenasi Menggunakan Katalis Co-Mo/Zeorlit Y</b> <i>Didi Dwi Anggoro, Luqman Buchori</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
C.9	<b>Sintesis dan Karakterisasi Katalis Zirconia Tersulfatasi dengan Pengembangan Zeolit Alam Untuk Esterifikasi <i>Palm Fatty Acid Distillate</i></b> <i>Bachrun Sutrisno, R. Abdul Djalal, Arif Hidayat</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

#### Kelompok D. BIOTEKNOLOGI DAN BIOPROSES



D.1	<b>Produksi Bioetanol Berbasis Nira Sorgum Manis Melalui Rekayasa Bioproses <i>Fed Batch</i></b> <i>Rosalia Sira Sarungallo, Tjodi Harlim, Marcia Bunga Pabendon, Denny, Marleni Mangera</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makasar
D.2	<b>Pengaruh Jenis Susu dan Jenis Enzim Terhadap Perolehan dan Kualitas Keju Mozzarella</b> <i>Ariestya Arlene, Andry</i> Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Parahyangan, Bandung
D.3	<b>Penurunan Kadar Sianida pada Umbi Gadung (<i>Dioscorea Hispida</i>) dengan Proses Fermentasi Menggunakan <i>Saccharomyces cerevisiae</i></b> <i>Ery Susiany Retnoningtyas, Dini Endah Setyo Rahaju</i> Laboratorium Teknologi Bioproses, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
D.4	<b>Pengaruh Asam pada Proses Pretreatment untuk Produksi Bioetanol dari Rumput Gajah (<i>Pennisetum purpureum</i>)</b> <i>Kusmiyati, Achmad Amiruddin Hasan</i> <i>Pusat Studi Energi Alternatif, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta</i>
D.5	<b>Pengaruh Pretreatment Basa Pada Produksi Bioetanol Dari Rumput Gajah (<i>Pennisetum purpureum</i>)</b> <i>Achmad Amiruddin Hasan, Kusmiyati</i> Pusat Studi Energi Alternatif, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
D.6	<b>Pemanfaatan Bagase Sebagai Crude Selulase Menggunakan Kapang <i>Panerochaete chrysosporium</i></b> <i>Sri Rulianah, Hardjono, Imron Rosyidi, Mila R, Desy A</i> Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang
D.7	<b>Pengaruh Laju Alir Umpan terhadap Produktivitas Bioetanol oleh <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Amobil Dalam <i>Fluidized Bed Bioreactor</i></b> <i>Margono, E.R Dyartanti, S.H Pranolo, Habib Anggara, Hani Saputro</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

## Kelompok E. TEKNIK SEPARASI DAN PURIFIKASI



E.1	<b>Perancangan Pabrik Vanilin dari Daun Cengkeh</b> <i>Ariestya Arlene A., Amanda Archangela K., Lidya Kurniawan &amp; Amadea Vania</i> Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Parahyangan, Bandung
E.2	<b>Transfer Massa pada Ekstraksi Antosianin dari Bunga Pukul Empat (Mirabilis Jalapa L.)</b> <i>Endang Kwartiningsih, Pratiti Nandini, Soraya Ulfa Muzayanha</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta
E.3	<b>Studi Kinetika Absorpsi Karbon Dioksida Menggunakan Larutan Kalium Karbonat Berpromotor Senyawa Amine</b> <i>Novita Diah Permatasari, Brian Damara, Ali Altway, Susianto, Suprpto, Siti Nurkhamidah</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
E.4	<b>Ekstraksi Timah dari Limbah Slag Menggunakan Pelarut Asam Klorida (HCl)</b> <i>Raymond Vensky Rattu, Edwin Kurnia, Nonot Soewarno, Ali Altway, Susianto, Fadlilatul Taufany, Siti Nurkhamidah</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
E.5	<b>Rekayasa Rektifikasi untuk Pemurnian Minyak Nilam Rakyat</b> <i>A.S. Dwi Saptati N.H., Bambang Ismuyanto, Diah Mardiana</i> Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang
E.6	<b>Reduksi Protein Dalam Proses Purifikasi Tepung Dari Umbi Ganyong</b> <i>Novia Amanda, Laurensius Sylvester, Herry Santoso, Judy R.B. Witono</i> Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung
E.7	<b>Teknologi Kompleksasi Urea sebagai Sarana Pemungutan Asam Linoleat dari Minyak Nabati</b> <i>Dwi Ardiana Setyawardhani, Arini Hidayat Assalimah, Putria Ari Susanti</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
E.8	<b>Aktivasi Tongkol Jagung sebagai Bioadsorbent untuk Dehidrasi Campuran Ethanol-Air</b> <i>E.R. Dyartanti, Niga Roszaputra, Ira Wariadi</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta



E.9	<b>Penambahan <i>CO-Solvent</i> MgCl<sub>2</sub> Dan CaCl<sub>2</sub> Pada <i>Acidic Brine Water</i> Dalam Ekstraksi CaCO<sub>3</sub> Pada Asbuton untuk Produksi Aspal</b> <i>Meyda Astria, Muhammad Faiz Firdaus, Dwitya Nur Fadilah, Mohammad Nasikin</i> Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok
E.10	<b>Uji Kinerja Pemisahan Zat Warna Reaktif dengan <i>Micellar-Enhanced Ultrafiltration Membrane</i> (MEUF)</b> <i>Nita Aryanti, Fatikhatul K. Ika S., Reza Harena Putriadi dan Bambang Pramudono</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
E.11	<b>Ekstraksi Tanin dari Kulit Kayu Pinus sebagai Bahan Perekat Briket</b> <i>Natalia Suseno, Tokok Adiarto, Andreas Dalton, Patrick Tendean</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya
E.12	<b>Pemisahan Trigliserida dari Minyak Mentah Nyamplung</b> <i>Setiyo Gunawan, Tri Widjaja, Dessy Anggraini, Della Istianingsih, Lusi Ernawati, dan Yi Hsu Ju</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
E.13	<b>Utilisasi Membran Berpori Nano sebagai Kontaktor untuk Proses Penyisihan Gas CO<sub>2</sub> dari Campurannya dengan CH<sub>4</sub> Menggunakan Pelarut Dietanolamina</b> <i>Sutrasno Kartohardjono, Fahima dan Maulana Abdul Rasyid</i> Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok
E.14	<b>Ekstraksi Minyak Atsiri dengan Metode Enfleurasi Menggunakan Lemak Nabati dan Lemak Hewani</b> <i>Siswanti Soe'ei, Nyoman Puspa Asri, A.S. Dwi Saptati Nur Hidayati, Diah Agustina P</i> Jurusan Teknik Kimia, Universitas WR Supratman, Surabaya dan Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
E.15	<b>Pemurnian Crude Etanol Melalui Proses Distilasi-Dehidrasi Menggunakan Adsorben Bentonit</b> <i>Hargono, Amanda Dyah Kurnia dan Putri Prima Astuti</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
E.16	<b>Pengembangan Teknik Ekstraksi Minyak Jahe dengan Ekstraktor Gelombang Mikro (<i>Microwave Assited Extraction</i>) untuk meningkatkan Kadar Zingiberen dalam Minyak Jahe</b> <i>Dwi Handayani, Diyono Ikhsan, Heri Dwi A, Mandy</i> PSD.III Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.



E.17	<b>Proses Destilasi Vakum pada Minyak Cengkeh Pada Tekanan Vakum: Simulasi dan Eksperimen</b> <i>Widayat, M.H., Haidar, L. Nurdiana, Ngadiwiyanana, B Cahyono dan H Satriadi</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro
E. 19	<b>Pengaruh Metode Dan Jenis Pelarut Ekstraksi terhadap Rendemen dan Kualitas Minyak Atsiri Nilam</b> <i>Aning Ayucitra, Wenny Irawaty, dan Felycia Edi Soetaredjo</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

#### Kelompok F. PERANCANGAN PROSES DAN ALAT PEMROSES

F.1	<b>Perancangan Pabrik Shampoo dengan Bahan Baku Minyak Kemiri</b> <i>Ernest Arbita, Julian Syantidewi, Andri Harbi Salim, dan Anastasia Prima K</i> Magister Teknik Kimia Universitas Katolik Parahyangan, Bandung
F.2	<b>Dinamika Proses Sistem <i>Pure Capacity</i> pada 2 Tangki Seri</b> <i>Yulius Dedy Hermawan, Siti Diyar Kholisoh, Affan Fajar Hamdani, dan Dustini Dewi Puspita</i> Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran", Yogyakarta
F.3	<b>Produksi <i>Virgin Coconut Oil</i> (VCO) secara Terpadu dengan Pengolahan Limbah VCO untuk Meningkatkan Nilai Ekonomi Kelapa Berbasis Ramah Lingkungan</b> <i>Andi Aladin, Basri Modding, Nurjannah, Setyawati Yani dan Lastri Wiyani</i> Jurusan Teknik Kimia Fak. Tek Industri Universitas Muslim Indonesia (UMI) Makassar Jurusan Ekonomi/Manajemen Pemasaran, Fak. Eknomi UMI) Makassar
F.4	<b><i>Blade Mixer</i> untuk Peningkatan Homogenitas Adonan Kerupuk, Study Kasus Di UKM Kerupuk Di Kecamatan Tuntang Kabupaten Semarang</b> <i>Luqman Buchori, Hargono dan M. Djaeni</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
F.5	<b>Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa Sawit Terimpregnasi <math>TiO_2</math> sebagai Adsorben Gas Karbon Monoksida dari Asap Pembakaran</b> <i>Yuliusman, Mariatul Qibthiyah, Luthfi Rais</i> Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok
F.6	<b>Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Tingkat Keawetan Bambu Ampel</b>



	<b>dengan Pengawet Alami <i>Ageratum conyzoides</i>, Linn)</b> <i>Dwi Suheryanto, Lies Susilaning</i> Balai Besar Kerajinan dan Batik, Yogyakarta
F.7	<b>Peningkatan Kualitas Hasil Celupan Kain Batik Sutera dengan Ekstrak Kayu Mahoni Menggunakan Zat Iring Tunjung</b> <i>Dwi Suheryanto</i> Balai Besar Kerajinan dan Batik
F.8	<b>Evaluasi Kegagalan Proses di <i>High Pressure DECOMPOSER (DA-201)</i> Pabrik Urea PUSRI-IB</b> <i>Devie Herdiansyah, Rizqi Maulana</i> Departemen Perencanaan dan Pengendalian Produksi PT Pupuk Sriwidjaja Palembang
F.9	<b>Rekayasa Alat Pengering dengan Teknologi <i>Mixed Adsorption Drying</i> untuk Pengeringan Teh Hijau</b> <i>Sri Utami Handayani, Vita Paramita, Senen, M. Endy Yulianto</i> Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang

#### Kelompok G. KONSERVASI DAN EFISIENSI ENERGI

G.1	<b>Peningkatan Konversi Jerami Padi Menjadi Bioetanol Melalui <i>Pretreatment</i> dengan Bantuan Gelombang Mikro dan Gelombang Ultrasonik</b> <i>Calvin Hardi Garchia, Hendry Kurniawan, Chintya Gunarto, Aning Ayucitra</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya,
G.2	<b>Pemanfaatan Jerami untuk Pembuatan Biogas dengan Starter Campuran Kotoran Sapi dan Kotoran Ayam</b> <i>Sarah Yarden Palinggi, Agustina Gunawan, Yohanes Sudaryanto, Antaresti</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya
G.3	<b>Aplikasi Teknologi Membran pada Pembangkitan Listrik Berbasis Perbedaan Salinitas</b> <i>Asep M. Samsudin, Heru Susanto, Meike Fitrianingtyas, I Nyoman Widiassa</i> Membrane Research Center (MeR-C), Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
G.4	<b>Pengaruh Kerosin pada Peningkatan Kualitas Batubara Bayah di Banten Selatan</b> <i>Heri Heriyanto, Widya Ernayati K, Ahmad Juproni, Rosikha Taqi</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon



G.5	<b>Kajian dan Pengembangan Sistem Penyimpanan Energi Listrik Sebagai Solusi Sistem Penyimpanan Energi Terbarukan Masa Depan</b> <i>Arianti Nuur Annisa, Muhammad Yanuar Ananta dan Dessy Ariyanti</i>
	Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
G.6	<b>Potensi Rumput Laut sebagai Bioenergi</b> <i>Anggara Mahardika, AB Susanto, Ferdy S. Rondonuwu</i> Program Pascasarjana Magister Biologi – Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga
G.7	<b>Pembangkitan Listrik Berbasis Perbedaan Salinitas dengan Menggunakan Teknologi Reverse Electrodialysis</b> <i>Heru Susanto, Asep M. Samsudin, Meike Fitrianingtyas, Yoga Prasetya, Dan Meindy Catur R.P, I Nyoman Widiasta</i> Membrane Research Center (MeR-C), Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
G.8.	<b>Optimasi Variabel Proses pada Produksi Hidrogen dari Limbah Biomassa dengan Proses Gasifikasi Satu Tahap Menggunakan Penyerap Calsium Hidroksida Berpromotor</b> <i>Mega Kasmiyatun, Priyono Kusumo, Ery Fatarina P</i> Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 (UNTAG) Semarang

#### Kelompok H. MATERIAL BARU

H.1	<b>Pembuatan Lithium Ferri Phospat (LiFePO<sub>4</sub>) sebagai Material Katoda Baterai Lithium Ion dengan Tingkat Keamanan Tinggi</b> <i>YL Sukma Setyo P, Wiwin Candra Astuti, dan Agus Purwanto</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
H.2	<b>Pembuatan Modul Sel Surya Berbasis Pewarna untuk Aplikasi Charger Baterai Handphone</b> <i>Agus Purwanto, Elita Silver, Erin Ria Mardani</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
H.3	<b>Pembuatan Silika Aerogel dari Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> dengan Pengeringan Atmosferik</b> <i>Diah Agustina P, Bambang Poerwadi, Rama Oktavian, Vivi Nurhadianty Prodi</i> Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang
H.4	<b>Studi Awal Sintesis Pati Resisten Tipe III Dari Ganyong (<i>Canna Edulis</i> Ker.)</b> <i>Irene Felicia, Asaf Kleopas Sugih, Henky Muljana, Katherine Kho</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan Bandung



H.5	<b>Prospek <i>Sansevieria Spp</i> (Lidah Mertua) sebagai Bahan Baku Serat Alam Non Tekstil Teknik Tenun</b> <i>Retno Widiastuti, Dana Kurnia Sabana, Yudi Satria</i> Balai Besar Kerajinan dan Batik, Yogyakarta
H.6	<b>Pengaruh Kitosan terhadap Karakteristik Plastik Biodegradabel dari Kulit Singkong</b> <i>Haryo Wibisono, Neni Damajanti</i> Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto
H.7	<b>Peningkatan Kualitas <i>Setting Time</i> Semen Dengan Optimasi Kehalusan, Kandungan <i>CaO Free</i>, dan Kandungan <i>C3A</i> Terak (Studi Kasus Di PT. SEMEN INDONESIA)</b> <i>Muyasaroh Effendi, Darwati, Ery Fatarina Purwaningtyas</i> Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945, Semarang
H.8	<b>Pembuatan Titania Nano Partikel Untuk Bahan Aktif Elektroda Sel Surya</b> <i>Gilang Widya Permana, Ari Suryo Lenggono, Agus Purwanto</i> Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
H.9	<b>Pembuatan Membran Komposit PES-Alginat-Kitosan dengan Crosslink Agent Kalsium Klorida untuk Dehidrasi Etanol</b> <i>Nur Rokhati, Titik Istirokhatun, Imam Rizki Arianto, La Ode Gustirizkiawan, Winda Putri Haryanti, Guntur Takana Yasis</i> Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
H.10	<b>The Effect Of Dope Solution Composition On The Production Of Membrane Cellulose Acetat For Produced Water Treatment</b> <i>T.D. Kusworo, N. Aryanti, M.Muntafa H Firdaus, Herlina Sukmawati</i> Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Diponegoro University, Semarang
H.11	<b>Produksi Ultrafine Brazilin Berbahan Kayu Secang (<i>Caesalpiniasappan</i>) sebagai Pewarna Tekstil Biodegradable Terfiksasi</b> <i>Dewi Ayu Novita, Arianti Nuur annisa, Ratri Rahmawati, Abarar Haris dan Moh. Djaeni</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
H.12	<b>Teknologi Sol Gel pada Pembuatan Timah Oksida (<math>\text{SnO}_2</math>) Nano Partikel Didoping dengan Paladium (Pd) Sebagai Material Sensitif pada Sensor Gas Carbon Monoksida (CO)</b> <b>Slamet Widodo</b> , Tony Kristiantoro Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (PPET-LIPI), Kampus LIPI Jl. Sangkuriang Bandung



H.13	<b>Proses Pembuatan Divais Sensor Gas CO Berbasis Timah Oksida (SNO<sub>2</sub>) dengan Teknologi Film Tipis</b> <i>Slamet Widodo, Goib Wiranto</i> PPET-LIPI, Jl. Sangkuriang Komp. LIPI Bandung
H.14	<b>Preparasi dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Ampas Tebu</b> <i>Arif Hidayat, Dyah Retno Sawitri</i> Chemical Engineering Department, University of Islam Indonesia

### Kelompok I. PENGOLAHAN LIMBAH DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN

I.1	<b>Pengolahan Limbah Cair Air Cucian Alat Minuman Berenergi Jenis Serbuk dengan Reaktor Anaerobik Bersekat</b> <i>Indro Sumantri dan Ika Bagus Priyambada</i> Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang
I.2	<b>Uji Aplikasi Skala Pilot Membran Ultrafiltrasi untuk Daur Ulang Air Limbah Mall dan Hotel Menjadi Air Bersih</b> <i>I Nyoman Widiasa, Budiyono, Ratnawati</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
I.3	<b>Tinjauan Ekonomi Penerapan Produksi Bersih di IKM Pelapisan Emas/ Perak Untuk Perhiasan Imitasi</b> <i>Lies Susilaning Sri Hastuti</i> Balai Besar Kerajinan dan Batik, Yogyakarta
I.4	<b>Eko-Efisiensi sebagai Perangkat Pengelolaan Lingkungan untuk Penghematan Pemakaian Sumberdaya</b> <i>Fahriza Risnawati, P. Purwanto, Onny Setiani</i> Program Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro, Semarang
I.5	<b>Studi Kemampuan Koagulan Alami <i>Moringa oleifera</i> dan Koagulan Kimia dalam Mengolah Limbah Industri Kertas</b> <i>Tuani Lidiawati S, Maria Prihandrijanti, Agnes Rahardjo, dan Richard Hardy Yuwono</i> Pusat Studi Lingkungan, Universitas Surabaya, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Surabaya



## PENGARUH MORFOLOGI LAKTOSA UNTUK MENINGKATKAN PERFORMA SALBUTAMOL SULFAT DALAM TERAPI MENGGUNAKAN *DRY POWDER INHALER*

**Katherine<sup>a</sup> dan Kunn Hadinoto<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Ciumbuleuit No.94, Bandung, Indonesia, 40141. Telp/Fax: (022)2032700, e-mail:therrykho@yahoo.com

<sup>b</sup>School of Chemical and Biomedical Engineering, Nanyang Technological University  
62 Nanyang Drive N1.2 B2-31, Singapore, 637459. Tel.: (065) 6514 8381

### Abstrak

*Salbutamol sulfat adalah bahan aktif yang biasa digunakan untuk mengobati penyakit yang berhubungan dengan saluran pernafasan seperti asma dan chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Salbutamol biasanya dapat diaplikasi dalam bentuk inhalasi aerosol. Pada penelitian ini, performa inhalasi salbutamol sulfat dengan bantuan  $\alpha$ -laktosa monohidrat (laktosa) yang diperoleh dengan presipitasi anti solvent dipelajari. Laktosa merupakan bahan berfungsi sebagai diluent dan carrier bagi salbutamol sulfat. Parameter yang divariasikan adalah morfologi dan ukuran laktosa. Laktosa dengan berbagai bentuk dan ukuran diperoleh dengan menambahkan larutan laktosa ke dalam etanol. Laktosa yang terbentuk kemudian dicampur dengan salbutamol sulfat menggunakan rasio tetap. Karakterisasi laktosa meliputi ukuran, densitas dan kemudahan mengalir (flowability) partikel. Karakterisasi performa campuran meliputi analisis emitted dose (ED) dan fine particle fraction (FPF) dari simulasi inhalasi in vitro menggunakan next generation impactor (NGI). Laktosa yang dihasilkan memiliki bentuk seperti serbuk sari dan jarum. Hasil analisis menunjukkan bahwa formulasi dengan laktosa berbentuk serbuk sari berukuran kecil memiliki performa yang sama dengan laktosa komersil (berbentuk tomahawk) (ED 67% dengan FPF 10%) dan dengan variabilitas yang lebih kecil dibandingkan laktosa komersil.*

**Kata kunci:** *laktosa, salbutamol sulfat, presipitasi anti-solvent*

### PENDAHULUAN

Salbutamol sulfat (SS) adalah obat anti asma dan agen *bronchodilator* yang banyak digunakan untuk mengobati penyakit yang berhubungan dengan saluran pernafasan. SS dapat diberikan kepada pasien dalam bentuk serbuk dengan bantuan *Dry Powder Inhaler (DPI)*. DPI memiliki kelebihan dibandingkan bentuk lain seperti nebulizer dalam hal kemudahan membawa dan waktu penyimpanan yang lebih lama. Formulasi DPI mewajibkan partikel obat berada dalam ukuran aerodinamika antara 1  $\mu$ m dan 5  $\mu$ m (Hickey *et al.*, 1996). Akan tetapi, partikel dalam rentang ukuran ini cenderung bersifat kohesif dan memiliki kekuatan antartpartikel yang tinggi sehingga sangat sulit ditangani dan sulit dilepaskan dari inhaler pada saat inhalasi. (Visser, 1989)

Cara yang umum untuk mengatasi masalah ini adalah dengan SS dengan partikel *carrier* yang besar. (Telco dan Hickey, 2005). Selama pencampuran, ikatan antar partikel SS diharapkan putus dan SS akan terdistribusi pada permukaan *carrier*. Ketika diinhalasi, SS diharapkan terlepas dari *carrier* dan dapat masuk ke bagian dalam dari system pernafasan.

Adhesi dan pelepasan zat aktif dari *carrier* bergantung pada sifat fisikokimia dari zat aktif dan *carrier*. (French *et al.*, 1996; Begat *et al.*, 2004). Akan tetapi mekanisme pastinya belum diketahui (deBoer *et al.*, 2012). Beberapa sifat yang telah diselidiki adalah ukuran *carrier* (French *et al.*, 1996; Steckel dan Müller, 1997; Podczeczek, 1999; Donovan dan Smyth, 2010; dan Ooi *et al.*, 2011) dan bentuk (Zenget *et al.*, 2000; Iida *et al.*, 2001; Larhib *et al.*, 2003a), Kaialy *et al.*, 2011, Hassan dan Lau, 2009). Ukuran *carrier* dilaporkan sebagai factor yang dominan dalam mempengaruhi performa aerosol. Tetapi berbagai studi menunjukkan tren yang

berlawanan. Selain itu faktor bentuk juga ditunjukkan sebagai faktor yang mempengaruhi dimana bentuk seperti serbuk sari dan jarum diharapkan memiliki waktu terbang (*time of flight*) yang lebih lama (Zeng *et al*, 2000)

Di dalam artikel ini, akan dipelajari pengaruh formulasi laktosa yang telah dimodifikasi dengan metode presipitasi anti-solvent sehingga didapatkan berbagai bentuk dan ukuran. Laktosa sendiri merupakan *carrier* yang sangat umum digunakan dalam formulasi DPI.

## METODE PENELITIAN

### Persiapan laktosa berbentuk *tomahawk*

Laktosa komersil ( $\alpha$ -lactose monohydrate) berbentuk *tomahawk* (Sigma Aldrich, USA) diayak untuk memperoleh distribusi partikel yang sempit. Laktosa dituangkan di atas ayakan dengan bukaan 75  $\mu\text{m}$  yang diletakkan di atas ayakan dengan bukaan 38  $\mu\text{m}$ . Proses pengayakan dibantu dengan Autotapdensitometer (Quantachrome, USA) selama 5 menit. Massa setiap ayakan dicatat sebelum pengayakan diulangi untuk 5 menit lagi. Siklus ini diulang sampai setiap ayakan mencapai massa yang konstan. Setelah itu, laktosa yang tertahan pada ayakan dengan bukaan 38  $\mu\text{m}$  dan yang melewati ayakan dengan bukaan 38  $\mu\text{m}$  disimpan di lemari dengan humiditas terkontrol.

### Persiapan laktosa berbentuk jarum dan serbuk sari dengan presipitasi anti – solvent

Untuk memperoleh laktosa berbentuk jarum, larutan laktosa 5% w/v ditambahkan ke etanol 99,86% (Sigma Aldrich, USA) dengan rasio volume 2:45. Larutan diaduk selama 1 menit dan didiamkan selama 15 menit. Suhu selama pembentukan partikel dijaga konstan pada suhu 20°C. Partikel yang terbentuk dikumpulkan dengan sentrifugasi selama 10 menit pada 7.500 rpm, diikuti dengan pengeringan partikel tersaring di oven selama 12 jam pada suhu 70°C.

Untuk memperoleh laktosa berbentuk serbuk sari berukuran kecil, larutan laktosa 15% w/v ditambahkan ke etanol dengan rasio air etanol 2:45. Suhu dijaga konstan pada 3°C. Laktosa berbentuk serbuk sari berukuran besar diproduksi dengan menambahkan larutan laktosa 15% w/v ke etanol dengan rasio air – etanol 2:1. Larutan diaduk selama 1 menit. Setelah itu, campuran yang terbentuk ditambahkan ke etanol sehingga rasio akhir air etanol 2:45. Suhu dijaga konstan pada 20°C selama proses presipitasi. Pengumpulan laktosa berbentuk serbuk sari dilakukan dengan cara yang sama dengan laktosa berbentuk jarum.

### Pencampuran salbutamol sulfat dengan laktosa

Salbutamol sulfat (SS, diperoleh dari Riedel de Haën, Jerman) dan laktosa dicampur dengan rasio 1:67.5 (w/w). (Larhib, 2003) Salbutamol sulfat digunakan tanpa ada *pre-treatment*. Campuran itu diaduk dengan menggunakan *vortex mixer* untuk 30 menit.

### Karakterisasi campuran salbutamol sulfat dengan laktosa

Kadar salbutamol sulfat ditentukan dengan melarutkan sejumlah massa campuran di dalam larutan PBS 1x. Kadar salbutamol sulfat diukur dengan UV-Vis spektrofotometer (UV-mini-1240, Shimadzu, Japan) pada panjang gelombang 223 nm.

Morfologi SS dan laktosa dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) model JSM-6390LA (JEOL, USA). Bentuk dan kekasaran permukaan ditentukan secara kualitatif dari gambar – gambar SEM. Ukuran partikel ditentukan dari gambar SEM dengan menggunakan perangkat lunak pengolah gambar ImageJ (NIH, USA) berdasarkan pengukuran 100 partikel yang dipilih dari posisi yang berbeda. Partikel dikarakterisasi dalam diameter berbasis volum ( $d_g$ ), dan diameter aerodinamika ( $d_a$ ).  $d_a$  teoritis dihitung dari persamaan 1 dengan diperoleh  $\rho_{eff}$  dari densitas tap yang dikoreksi dengan factor  $0.79^{-1}$  dengan mempertimbangkan susunan unggun yang tidak sempurna.

$$d_a = d_g \sqrt{\frac{\rho_{eff}}{\rho_s}} \quad \text{dimana } \rho_s = 1 \text{ g/cm}^3 \quad (1)$$

Untuk mengetahui homogenitas campuran, sampel dari setiap formulasi dipilih dan dianalisis kadar

salbutamol sulfatnya. Homogenitas campuran dinyatakan dalam persentase koefisien variasi kadar obat (%CV) Campuran disebut homogen bila %CV di bawah 5%.

Laktosa dideskripsikan dengan diameter Feret maksimum dan rasio elongasi partikel (ER). Feret diameter adalah jarak antara 2 garis parallel yang bersinggungan dengan batasan partikel, diukur pada sudut yang berbeda. ER di definisikan sebagai rasio diameter Feret maksimum dan diameter Feret minimum. Di samping itu, nilai span digunakan untuk menghitung distribusi ukuran partikel dengan menggunakan persamaan 2.  $d_{g,10}$ ,  $d_{g,50}$ , and  $d_{g,90}$  adalah diameter partikel pada distribusi 10%, 50%, and 90%. Nilai span yang tinggi menunjukkan distribusi ukuran yang lebih lebar.

$$span = \frac{d_{g,90} - d_{g,10}}{d_{g,50}} \quad (2)$$

Nilai ditentukan  $\rho_{eff}$  dari densitas tap ( $\rho_{tap}$ ) dengan menggunakan *tap densitometer* (Quantachrome, USA) pada 2000 ketukan menggunakan 4 mL volume bubuk. *Carr's compressibility index* (CI), ditentukan dari persamaan 3. Nilai CI di bawah 25 menunjukkan partikel yang mudah mengalir dan partikel dengan nilai CI di atas 40 menunjukkan partikel yang sulit mengalir.

$$CI = \left(1 - \frac{\rho_{bulk}}{\rho_{tap}}\right) \cdot 100\% \quad (3)$$

Efisiensi aerosolisasi dikarakterisasi menggunakan *Next Generation Pharmaceutical Impactor* (NGI; Copley Scientific, UK) bertahap tujuh yang dilengkapi dengan sebuah *induction port* (IP) dan *pre-separator* (PS). Sebagai pengganti *inhaler*, digunakan sebuah tube yang disebut PET (Kho) Laju alir yang dibutuhkan untuk mencapai hilang tekan 4kPa adalah 85 L/menit yang ditentukan menggunakan *critical flow controller* (Copley Scientific, UK). Diameter aerodinamika efektif untuk setiap tahap pada laju alir ini adalah 6,7, 3,7, 2,4, 1,4, 0,8, 0,5, dan 0,3  $\mu\text{m}$  dari tahap pertama sampai tahap ke tujuh. Durasi aliran ditentukan selama 2.8s untuk menarik udara sebesar 4 L yang mensimulasikan volume udara pernafasan manusia pada umumnya.

Tahap – tahap pada *impactor* dilapisi dengan *silicone grease* untuk mencegah terbawanya partikel ke tahap berikutnya setelah deposisi. Salbutamol sulfat yang dikumpulkan dari PET, IP, PS dan tahap – tahap *impactor* ditentukan dengan UV-Vis spektrofotometer.

Parameter yang digunakan dalam karakterisasi efisiensi aerosolisasi adalah *emitted dose* (ED), dispersibilitas dan *fine particle fraction* (FPF<sub>RD</sub>). ED adalah jumlah salbutamol sulfat yang berhasil diaerosolisasi dari inhaler, dinyatakan dalam persentase jumlah salbutamol sulfat yang terukur. Dispersibilitas (FPF<sub>ED</sub>) adalah jumlah salbutamol sulfat dengan  $d_a \leq 5\mu\text{m}$  yang diekspresikan sebagai fraksi massa obat yang teraerosolisasi dari inhaler. FPF<sub>RD</sub> didefinisikan sebagai jumlah salbutamol sulfat dengan  $d_a \leq 5\mu\text{m}$  diekspresikan sebagai persentase dari jumlah total salbutamol sulfat yang dalam sampel. ED mengindikasikan kemampuan partikel untuk diaerosolisasi dan FPF mengindikasikan efisiensi aerosolisasi dari campuran salbutamol sulfat – laktosa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakterisasi salbutamol sulfat dan laktosa

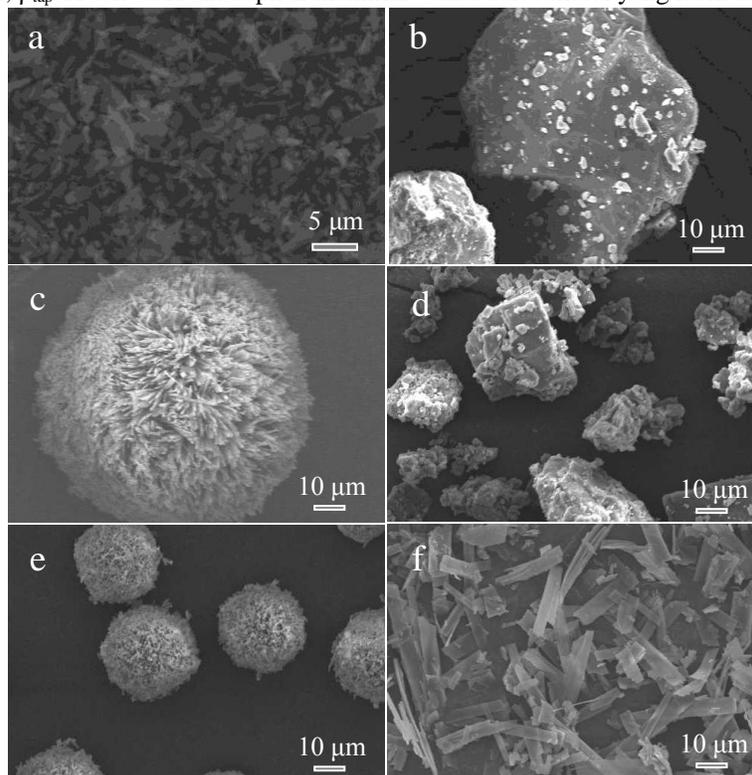
SS merupakan partikel dengan diameter rata – rata 2,5  $\mu\text{m}$  dan nilai span 1,1 (Gambar 1a.). Rentang ukuran partikel SS mengindikasikan bahwa bila dihirup SS akan terdeposisi di dalam paru – paru. Namun mengingat kecilnya ukuran rata – rata SS, bila diaerosolisasi tanpa bantuan *carrier* seperti laktosa, SS akan cenderung menempel pada *inhaler* atau teraerosolisasi dalam bentuk agregat partikel yang menyebabkan SS tidak terdispersi dengan sempurna.

Karakteristik partikel laktosa dirangkum pada Tabel 1 dan gambarnya dapat dilihat pada Gambar 1b – 1f. Dari segi ukuran, partikel laktosa terbagi menjadi 2 rentang ukuran. Untuk rentang ukuran yang besar, terdapat *tomahawk* besar (TB) dengan ukuran rata – rata 68  $\mu\text{m}$  dan serbuk sari besar (SSB) dengan diameter rata-rata 51  $\mu\text{m}$ . Dibandingkan dengan TB, SSB memiliki keseragaman ukuran yang lebih tinggi yang dilihat dari nilai span yang jauh lebih kecil (0,3). Selain itu nilai  $\rho_{tap}$  untuk SSB jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan nilai  $\rho_{tap}$  TB. Dengan rendahnya nilai  $\rho_{tap}$  diharapkan SSB akan memiliki waktu aerosolisasi (*time of flight*) yang lebih lama dari TB.

**Tabel 1.** Karakteristik laktosa

Carrier	$d_{g,mean}(\mu\text{m})$	$d_{g,10}(\mu\text{m})$	$d_{g,50}(\mu\text{m})$	$d_{g,90}(\mu\text{m})$	Span	ER	$\rho_{tap}(\text{g/cm}^3)$	CI
TB	68.2±2.1	48.8	64.4	100.0	0.8	1.6	0.92	38
TK	19.3±0.8	10.6	17.4	30.6	1.1	1.5	0.41	25
SSB	50.8±1.0	47.3	50.7	62.2	0.3	1	0.19	50
SSK	14.4±0.2	11.3	14.1	21.5	0.7	1	0.23	25
JK	15.3±0.6	7.8	14.3	24.1	1.1	4.1	0.05	24

Untuk rentang ukuran kecil, terdapat *tomahawk* kecil (TK), serbuk sari kecil (SSK), dan jarum kecil (JK) dengan ukuran rata – rata antara 14-20  $\mu\text{m}$ . Dari nilai span dapat dilihat bahwa JK dan TK memiliki rentang ukuran terlebar dengan nilai 1,1 dan SSK memiliki nilai span terkecil dengan angka 0,7. Partikel SSK mendekati dimensi bola dengan ER 1 sedangkan JK memiliki dimensi yang lebih ekstrim dengan ER 4,1. Bila nilai dibandingkan,  $\rho_{tap}$  JK dan SSK diharapkan memiliki waktu aerosolisasi yang lebih lama daripada TK.



**Gambar 1.** Morfologi (a) salbutamol sulfat, (b) laktosa *tomahawk* besar, (c) laktosa serbuk sari besar, (d) laktosa *tomahawk* kecil, (e) laktosa serbuk sari kecil, dan (f) laktosa jarum

Kemudahan mengalir merupakan salah satu indikator dalam pemilihan *carrier* karena partikel yang sulit mengalir dapat menyebabkan ketidakkonsistenan dalam *dosing* skala besar. Secara umum, laktosa berukuran kecil menunjukkan kemudahan mengalir sedangkan laktosa berukuran besar lebih sulit mengalir dengan TB menunjukkan tingkat kesulitan mengalir sedang dan SSB menunjukkan tingkat kesulitan mengalir yang besar. Kesulitan mengalir laktosa berukuran besar ini diperkirakan karena lekukan permukaannya yang besar sehingga terjadi mekanisme *interlocking* antarpartikel. Pengaruh mekanisme diperkirakan terutama sangat besar pada SSB karena bentuk jarum yang menyelimuti permukaan laktosa diiringi dengan jarak yang besar antar jarum, menyebabkan jarum – jarum tersebut mudah menempati ruang yang kosong.

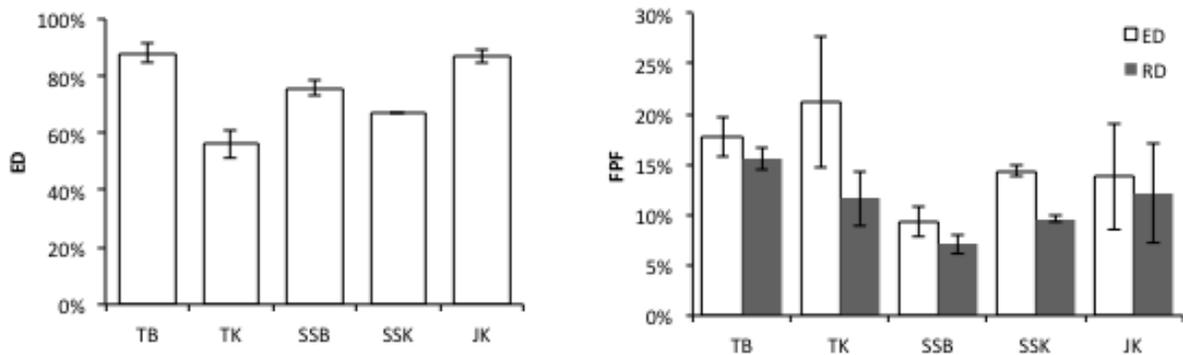
### Karakterisasi campuran salbutamol sulfat dan laktosa

Homogenitas campuran SS dengan berbagai laktosa ditampilkan pada Tabel 2. Semua campuran salbutamol sulfat – laktosa mempunyai campuran yang homogen kecuali campuran SS dengan TB. Campuran yang tidak homogen ini diperkirakan disebabkan oleh terdapatnya perbedaan pusat energi pada permukaan TB yang menyebabkan SS menempel secara tidak merata pada permukaan TB.

**Tabel 2.** Homogenitas campuran salbutamol sulfat dan laktosa

Run	Drug content	%CV
TB-SS	1.2%	5.9
SSB-SS	1.9%	0.5
TK-SS	2.0%	1.1
SSK-SS	1.8%	0.3
JK-SS	2.2%	1.8

Karakter aerosolisasi campuran SS dan laktosa dapat dilihat pada Gambar 2. Dilihat dari ED, campuran TB-SS dan JK – SS memiliki kemampuan aerosolisasi yang paling bagus. Untuk partikel berbentuk *tomahawk*, pengecilan ukuran laktosa menyebabkan kemampuan aerosolisasi campuran berkurang. Kecenderungan ini juga terlihat pada partikel berbentuk serbuk sari yang mengalami penurunan ED. Namun penurunan kemampuan aerosolisasi jauh lebih besar pada partikel berbentuk *tomahawk*.



**Gambar 2.** ED dan FPF campuran SS – laktosa

Dalam hal dispersibilitas, secara umum, laktosa berukuran kecil memiliki dispersibilitas yang lebih bagus daripada laktosa berukuran besar. Untuk partikel *tomahawk*, kenaikan dispersibilitas itu tidak signifikan. Sedangkan untuk partikel berbentuk serbuk sari, peningkatan dispersibilitas akibat pengecilan ukuran adalah signifikan. Pada saat pencampuran, untuk laktosa berukuran besar, SS terdeposisi di antara ceruk yang terdapat laktosa. Ceruk ini cukup besar sehingga ketika pada saat aerosolisasi, SS terlindung dari aliran udara. Akibatnya mekanisme pelepasan SS dari laktosa hanya bergantung pada perubahan momentum dan tumbukan antarpartikel. Di sisi lain untuk campuran SS dengan laktosa yang kecil, laktosa lebih berperan sebagai penghalang agar antar partikel SS tidak saling bersentuhan. Selain itu ketika diaerosolisasi, partikel SS akan terekspos pada aliran udara sehingga untuk pelepasan SS dari laktosa terjadi dari dua mekanisme, yaitu dengan bantuan aliran udara dan dengan bantuan kekuatan tumbukan antar partikel. Kedua hal inilah yang menyebabkan secara umum kemampuan dispersi SS dari laktosa berukuran kecil lebih besar.

Efisiensi aerosolisasi merupakan fungsi dari ED dan dispersibilitas. Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa secara umum efisiensi aerosolisasi dari semua formulasi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, kecuali efisiensi formulasi SSB – SS yang jauh lebih rendah daripada yang lain. Hal ini disebabkan oleh dispersibilitas SS dari SSB yang sangat rendah. Sedangkan untuk konsistensi aerosolisasi, SSK-SS menunjukkan konsistensi terbaik yang dilihat dari persen errornya yang kecil.

## KESIMPULAN

Partikel laktosa dengan berbagai bentuk dan ukuran telah diproduksi dengan menggunakan metode presipitasi anti-solvent. Laktosa tersebut kemudian dicampur dengan salbutamol sulfat dan performanya dari berbagai sisi dianalisis. Dari sisi kemudahan mengalir terlihat bahwa laktosa berukuran kecil lebih mudah mengalir daripada laktosa berukuran besar. Selain itu dispersibilitas laktosa berukuran kecil lebih bagus daripada dispersibilitas laktosa berukuran besar. Efisiensi aerosolisasi laktosa kecil tersebut kemudian dibandingkan antara laktosa berbentuk jarum, *tomahawk* dan serbuk sari. Hasilnya menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan. Namun dari antara ketiga bentuk tersebut, laktosa serbuk sari menunjukkan variabilitas yang paling kecil sehingga disimpulkan campuran salbutamol sulfat dan laktosa serbuk sari kecil merupakan campuran dengan hasil yang optimum.

## DAFTAR PUSTAKA

- Begat, P., Morton, D. A. V., Staniforth, J. N. and Price, R., (2004), The cohesive-adhesive balances in dry powder inhaler formulations II: Influence on fine particle delivery characteristics', *Pharmaceutical Research*, 21(10), 1826-1833.
- De Boer, A. H., Chan, H. K. and Price, R., (2012), A critical view on lactose-based drug formulation and device studies for dry powder inhalation: Which are relevant and what interactions to expect?, *Advanced Drug Delivery Reviews*, 64(3), 257-274.
- Donovan, M. J. and Smyth, H. D. C., (2010), Influence of size and surface roughness of large lactose carrier particles in dry powder inhaler formulations, *International Journal of Pharmaceutics*, 402(1-2), 1-9.
- French, D. L., Edwards, D. A. and Niven, R. W., (1996), The influence of formulation on emission, deaggregation and deposition of dry powders for inhalation, *Journal of Aerosol Science*, 27(5), 769-783.
- Hassan, M. and Lau, R., (2009), Effect of Particle Shape on Dry Particle Inhalation: Study of Flowability, Aerosolization, and Deposition Properties, *AAPS PharmSciTech*, 10(4), 1252-1262.
- Hickey, A. J., Martonen, T. B. and Yang, Y., (1996), Theoretical relationship of lung deposition to the fine particle fraction of inhalation aerosols, *Pharm Acta Helv*, 71(3), 185-90.
- Iida, K., Hayakawa, Y., Okamoto, H., Danjo, K. and Leuenberger, H., (2001), Evaluation of flow properties of dry powder inhalation of salbutamol sulfate with lactose carrier, *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 49(10), 1326-1330.
- Kaialy, W., Alhalaweh, A., Velaga, S. P. and Nokhodchi, A., (2011), Effect of carrier particle shape on dry powder inhaler performance, *International Journal of Pharmaceutics*, 421(1), 12-23.
- Larhrib, H., Martin, G. P., Marriott, C. and Prime, D. (2003) 'The influence of carrier and drug morphology on drug delivery from dry powder formulations', *International Journal of Pharmaceutics*, 257(1,Ä2), 283-296.
- Larhrib, H., Cespi, M., Dyas, M. A., Roberts, M. and Ford, J. L., (2006) Engineered carrier with a long time of flight (TOF) to improve drug delivery from dry powder inhalation aerosols., *Drug Delivery to the Lungs*, 17, 304-307.
- Ooi, J., Traini, D., Hoe, S., Wong, W. and Young, P. M., (2011) Does carrier size matter? A fundamental study of drug aerosolisation from carrier based dry powder inhalation systems, *International Journal of Pharmaceutics*, 413(1-2), 1-9.
- Podczek, F., (1999), The Influence of Particle Size Distribution and Surface Roughness of Carrier Particles on the in vitro Properties of Dry Powder Inhalations, *Aerosol Science and Technology*, 31(4), 301-321.
- Steckel, H. and Müller, B. W., (1997), In vitro evaluation of dry powder inhalers I: Drug deposition of commonly used devices, *International Journal of Pharmaceutics*, 154(1), 19-29.
- Telko, M. J. and Hickey, A. J., (2005), Dry powder inhaler formulation, *Respiratory Care*, 50(9), 1209-1227.
- Visser, J., (1989), Van der Waals and other cohesive forces affecting powder fluidization, *Powder Technology*, 58(1), 1-10.
- Zeng, X. M., Martin, G. P., Marriott, C. and Pritchard, J., (2000), The influence of carrier morphology on drug delivery by dry powder inhalers, *International Journal of Pharmaceutics*, 200(1), 93-106.



**Mobil Cepu Ltd.**  
An ExxonMobil Subsidiary



**TRIPATRA**

**An Integrated Solution to the Oil,  
Gas and Energy Sector.  
Engineering - EPC - O&M**

A Member of Indika Energy Group



**skkmigas**

