

Makalah Lengkap Terdokumentasi dalam
Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia 2009
dengan ISBN 978-979-98300-1-2



KUMPULAN ABSTRAK

Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia 2009 19-20 Oktober 2009

Peran Teknik Kimia dalam Menjamin Ketahanan Pangan dan Energi Nasional

Hotel Horison
Jalan Pelajar Pejuang '45 No. 121
Buah Batu, Bandung



Bersamaan dengan :

Seminar Teknik Kimia Soehadi Reksowardojo (ITB)
Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses (UNDIP)
Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia (UI)
Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia (ITS)
Seminar Teknik Kimia anggota APTEKINDO



ASOSIASI PENDIDIKAN TINGGI
TEKNIK KIMIA INDONESIA
(APTEKINDO)

Sambutan Ketua APTEKINDO



Atas nama Pengurus Asosiasi Pendidikan Tinggi Teknik Kimia Indonesia –APTEKINDO kami menyampaikan Selamat Datang di Bandung kepada segenap Pembicara Utama, Penyaji Makalah, Peserta Seminar, serta para Delegasi yang mewakili berbagai Jurusan / Program Studi Teknik Kimia di tanah air. Kita bertemu di Bandung untuk menjalankan agenda tiga tahunan dari APTEKINDO, yaitu Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia (SNTKI) dan Musyawarah Nasional.

Sesuai amanat dari Munas APTEKINDO tahun 2006 di Palembang, SNTKI dan Munas untuk tahun ini diselenggarakan di Bandung, bersamaan dengan Seminar Nasional Tahunan beberapa anggota APTEKINDO, yaitu Seminar Teknik Kimia Soehadi Reksowardojo dari ITB, Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses dari Universitas Diponegoro, Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia dari Universitas Indonesia, Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember, serta beberapa Seminar Nasional Teknik Kimia anggota APTEKINDO lainnya. Tema Seminar pada tahun ini adalah **Peran Teknik Kimia dalam Menjamin Ketahanan Pangan dan Energi Nasional**. Tema ini dipilih karena dengan bertambahnya populasi di tanah air dan makin terbatasnya sumber daya pertanian untuk tanaman pangan, maka perlu upaya terprogram dan terstruktur untuk menjamin ketersediaan pangan dan energi secara efisien dan berkelanjutan.

Pertemuan tiga tahun sekali ini sangat bermanfaat sebagai media komunikasi di antara para Peneliti maupun para pengelola Program Studi Teknik Kimia dari berbagai perguruan tinggi dan para praktisi di berbagai lembaga yang menggunakan hasil-hasil penelitian perguruan tinggi. Dengan adanya pertemuan ilmiah secara regular ini, Dosen, Mahasiswa, serta Alumni dapat membangun jaringan komunikasi yang kuat, sehingga standar akademik mau pun hasil penelitian dapat dimanfaatkan bersama untuk berbagai kepentingan.

Topik-topik Teknik Kimia yang sangat strategis perannya pada masa sekarang, akan dibahas pada Seminar ini, yaitu meliputi bidang-bidang Teknologi Keenergian, Termodinamika, dan Sistem Utilitas; Perancangan Pemodelan, dan Optimisasi Proses; Peristiwa Perpindahan, Unit Operasi Teknik Kimia, Teknologi Pengolahan Limbah; Teknologi Pemrosesan Makanan; Teknologi Bioproses dan Bioteknologi; serta bidang-bidang strategis lainnya. Pada Munas APTEKINDO, perwakilan dari Lembaga penyelenggara Program Studi Teknik Kimia, membahas berbagai masalah aktual yang berkaitan dengan pelaksanaan kurikulum Teknik Kimia serta membahas aspek keorganisasian APTEKINDO.

Kami menyampaikan terimakasih dan penghargaan yang tinggi kepada Para Sponsor yang telah memberikan dukungan finansial untuk penyelenggaraan Seminar dan Munas ini, kepada para Dosen Teknik Kimia dan Manajemen di Fakultas Teknologi Industri ITB yang telah berperan menjadi tuan rumah penyelenggaraan acara ini, kepada para anggota Panitia Pengarah yang berasal dari berbagai wilayah di tanah air, serta semua pihak baik pribadi maupun mewakili lembaga, yang telah membantu penyelenggaraan Seminar dan Munas Apekindo.

Selamat melaksanakan Seminar dan Musyawarah Nasional, untuk kemajuan bidang ilmu Teknik Kimia di Indonesia.

Dr. Sanggono Adisasmito
Ketua APTEKINDO

Kata Pengantar Ketua Panitia



Dalam rangka ikut membangun landasan dan pilar ilmu pengetahuan dan teknologi yang kokoh dan yang mencitrakan pengolahan sumber daya alam nasional, **Asosiasi Pendidikan Tinggi Teknik Kimia Indonesia – APTEKINDO**, menyelenggarakan **Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia – SNTKI** secara periodik setiap 3 tahun sekali sejak tahun 2003. Pada tahun 2009 ini, SNTKI diselenggarakan di Bandung dan mengusung tema **Peran Teknik Kimia dalam Menjamin Ketahanan Pangan dan Energi Nasional**. Pelaksanaan SNTKI 2009 merupakan simbiosis dari Seminar Teknik Kimia Soehadi Reksowardojo (ITB), Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses (Undip), Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia (ITS), Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia (UI), Seminar Teknik Kimia anggota APTEKINDO. Kegiatan SNTKI 2009 ini merupakan salah satu upaya untuk mendeseminasi karya-karya penelitian yang dilaksanakan di perguruan tinggi, lembaga penelitian, dan unit-unit penelitian di suatu institusi maupun industri di tanah air. Sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari kegiatan penelitian, seminar telah terbukti memainkan peranan yang sangat penting dan merupakan corong dalam membuka wahana kontribusi peneliti, memperkaya khazanah pengetahuan, memberi media diskusi, mengemukakan perkembangan terbaru hasil-hasil penelitian, dan menjembatani kolaborasi lebih lanjut di antara peneliti, industriawan, pemerintah, dan pengguna lainnya. Seminar juga sangat penting dalam memandu perkembangan ilmu dan teknologi yang digali dari penelitian, memacu pertumbuhan riset berkualitas tinggi berdasarkan baku nasional maupun internasional, memacu peneliti untuk lebih aktif dan produktif dalam meningkatkan kualitas risetnya, dan mengilhami peneliti dalam membangun laboratorium yang kuat dan berkesinambungan untuk menghasilkan maha karya – maha karya kebanggaan bangsa yang dapat diterapkan untuk kemajuan masyarakatnya. Perlu disadari bahwa makin tinggi kadar teknologi yang diciptakan sendiri, makin baik kinerja operasi sistem industri dalam negeri dan makin leluasa masyarakat tersebut di dalam mempolakan dan mengarahkan perkembangan sistem teknologi dan industrinya. Hal ini berarti bahwa masyarakatnya memiliki kemerdekaan di dalam berteknologi dan berindustri.

Dokumen ini menampung kumpulan makalah yang disajikan dalam SNTKI 2009 yang berisi perkembangan hasil penelitian terbaru, pengetahuan dan pengalaman berharga yang dicapai dalam 3 tahun terakhir. Dokumen ini memuat 188 makalah yang ditulis oleh lebih dari 300 penulis. Semua makalah yang dikirimkan ke SNTKI 2009 telah ditinjau oleh panitia dan disajikan dalam SNTKI 2009.

Panitia berharap bahwa buku ini dapat memberikan sebuah *platform* dan barometer untuk mempromosikan keunggulan hasil-hasil penelitian kita dan menjadi sebuah lokomotif untuk mendorong pembentukan jejaring kerjasama penelitian sebagai gaya dorong untuk membangun bangsa.

Panitia menyampaikan apresiasi yang tinggi kepada seluruh penyaji makalah lisan, makalah poster, peserta seminar, sponsor, dan pihak-pihak yang ikut membantu kelancaran kegiatan ini.

Bandung, Oktober 2009

Dr. Yogi Wibisono Budhi
Ketua Panitia Pelaksana SNTKI 2009

Susunan Panitia

Panitia Pengarah

Abdullah (UNDIP)
Farida Ali (UNSRI)
IGBN Makertihartha (ITB)
Marwan (UNSYIAH)
Sanggono Adisasmito (Ketua APTEKINDO)
Suryo Purwono (UGM)
Swastanti Brotowati (Politeknik Negeri Ujung Pandang)
Tri Widjaja (ITS)
Widodo Wahyu Purwanto (UI)

Panitia Pelaksana

Ketua	:	Yogi Wibisono Budhi
Wakil Ketua	:	Marsha Francinne
Sekretaris	:	Nina Nurchaeni Sri Baardianti A.M.
Koordinator Program	:	I Dewa Gede Arsa Putrawan Novita Saraswati
Koordinator Dana	:	Ronny Purwadi Stephanie Liana Utami Sutoko
Koordinator Logistik	:	Dendy Adityawarman Erick Saul

Daftar Isi

Kata Sambutan Ketua APTEKINDO

Kata Pengantar Ketua Panitia

Susunan Panitia

Daftar Isi

Teknologi Keenergian, Termodinamika, dan Sistem Utilitas (ETU)

No	Judul Artikel/Pengarang	Halaman
ETU-01	Pemodelan Proses Pencairan Batubara Menggunakan CFD (<i>Software FLUENT 6.3</i>) (Novia, Lia Cundari, SD Sumbogo Mukti, dan Muhammad Faizal)	ETU01-1
ETU-02	Simulasi Pengeringan Batubara Muda dengan Metode Rangkaian Pori pada Kondisi Isothermal (Anton Irawan dan Indar Kustiningsih)	ETU02-1
ETU-03	Studi Karakteristik Desulfurisasi Batubara Aceh dengan Adsorben Alami Berbasis Kalsium (Asri Gani, Mahidin, Andrea K. Dewi, dan Listya Wati)	ETU03-1
ETU-04	Study Eksperimental Aliran Gas Liquid dalam Mikroreaktor (Aloysius Yuli W.)	ETU04-1
ETU-05	Acid Pre-Treatment terhadap Minyak Biji Karet untuk Pembuatan Biodiesel (Dwi Ardiana Setyawardhani dan Sperisa Distantina)	ETU05-1
ETU-06	Degradasi Gliserol dengan Proses Batch menggunakan Gelombang Micro (Lailatul Qadariyah, Mahfud, Novita D, dan Cempaka D. S.)	ETU06-1
ETU-07	Efek Kualitas Minyak Jelantah Terhadap Harga Proses Produksi dan Kualitas Biodiesel (Maharani Dewi Solikhah, Imam Paryanto, dan Bina Restituta Baru)	ETU07-1

- ETU-08 **Inovasi Produksi Biodiesel Secara Kontinyu dengan *Reactive Distillation*** ETU08-1
(Aloysius Yuli W.)
- ETU-09 **Kajian Awal Korosi Baja Karbon dan Baja Tahan Karat Oleh Biodiesel** ETU09-1
(Isdiriyani M. Nurdin, Murni Sugestyna, dan Devi)
- ETU-10 **Konversi Gliserol menjadi Energi Alternatif melalui Reaksi Hidrotermal dan Sonokimia** ETU10-1
(Shofiyya Julaika, Sumarno, Lailatul Qadariyah, dan Mahfud)
- ETU-11 **Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Alpukat (*Persea gratissima*) dengan Proses Transesterifikasi** ETU11-1
(H. M. Rachimoellah, Kartika Yeni L., dan Riska Prawitasari)
- ETU-12 **Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Bunga Matahari** ETU12-1
(Rudi Hartono, Heri Heriyanto, Jayanudin dan Arnes S.)
- ETU-13 **Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Proses *Catalytic Cracking*** ETU13-1
(Luqman Buchori dan Widayat)
- ETU-14 **Produksi Biodiesel Secara Non-Katalitik dalam Reaktor Kolom Gelembung dengan Prinsip Distilasi Reaktif** ETU14-1
(Joelianingsih, Tatang H. Soerawidjaya, Armansyah H. Tambunan, dan Kamaruddin Abdullah)
- ETU-15 **Reaksi Dekarboksilasi Minyak Jarak Pagar Untuk Pembuatan Hidrokarbon Setara Fraksi Diesel dengan Penambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$** ETU15-1
(Setiadi dan Andres Suranto)
- ETU-16 **Sintesis Biodiesel dari Minyak Nabati melalui Rute Non Alkohol secara Kontinyu menggunakan *Candida rugosa* lipase** ETU16-1
(Heri Hermansyah, Rita Arbianti, dan Ahmad Waffa)
- ETU-17 **Efektivitas Kombinasi Proses Perendaman dengan Amoniak dan Asam pada Pengolahan Awal Biomassa sebagai bahan Mentah Pembuatan Bioetanol** ETU17-1
(Silvi Octavia, Tatang Hernas Soerawidjaja, dan Ronny Purwadi)
- ETU-18 **Pengaruh Perbandingan Berat Solid terhadap Glukosa Terbentuk pada Hidrolisis Bonggol Pisang untuk Pembuatan Bioetanol** ETU18-1
(Sri Rahayu Gusmarwani, M. Sri Prasetyo Budi, Wahyudi Budi Sediawan, dan Muslikhin Hidayat)

- ETU-19 **Biogas Production Kinetic from Cow Manure using Liquid Rumen As Inoculum** ETU19-1
(Budiyono, I. N. Widiassa, S. Johari, dan Sunarso)
- ETU-20 **Pengaruh *Hydraulic Retention Time* (HRT) dan Sirkulasi terhadap Produksi Biogas dalam Digester Anaerob** ETU20-1
(Muchayat, Nonot Soewarno, Aulia Bachtiar, dan Lintang Retno P.)
- ETU-21 **Pengolahan Sampah Organik untuk Memproduksi Biogas Sebagai Energi Terbarukan** ETU21-1
(Nonot Soewarno, Abas Sato, dan Muchayat)
- ETU-22 **Produksi Biogas dari Jerami Padi dengan Penambahan Kotoran Kerbau** ETU22-1
(Rudi Hartono dan Teguh Kurniawan)
- ETU-23 **Analisis Kinerja Lingkungan Pilihan Pengelolaan Sampah untuk Energi : Suatu Studi *Life Cycle Assessment*** ETU23-1
(Made Gunamantha, Chafid Fandeli, Shalihuddin Djalal Tandjung, dan Sarto)
- ETU-24 **Efisiensi dan Efektifitas Produk Briket Sampah Dengan Pengembangan Alat *Pressing*** ETU24-1
(Tri Poespowati)
- ETU-25 **Pemanfatan Sampah Organik Sebagai Bioenergi Serta Pemurnian Gas Hasil Produksi dengan Teknik Adsorpsi untuk Mendapatkan Sumber Energi Alternatif** ETU25-1
(Ramli Thahir, Alwathan, dan Fitriyana)
- ETU-26 **Pengaruh Penambahan Fungi dalam Proses Pretreatment Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Sumber Energi Terbarukan** ETU26-1
(Sri Rachmania Juliastuti dan Nuniek Hendrianie)
- ETU-27 **Pengaruh Perbedaan Bakteri dan Nutrien Terhadap Penurunan Konsentrasi Cr(Vi) di Tanah Menggunakan Metode *Slurry Phase Bioremediation*** ETU27-1
(Sandy Budihartono, Felycia Edi Soetaredjo, Laurentia Eka Setiawan, Nancy Dian Nugraheni dan Raymond Prawira Adinugraha)
- ETU-28 **Ebulliometer Sederhana Untuk Pengukuran Tekanan Uap Campuran Alkohol-Isooctane Secara Akurat** ETU28-1
(Ignatius Gunardi, Rama Oktavian, Vika Amidelsi, dan Gede Wibawa)

- ETU-29 **Liquid-Liquid Equilibrium Ternary System for Water + Propanoic acid + Methyl ethyl ketone** + ETU29-1
(Endarto Yudo)
- ETU-30 **Minimum Miscibility Pressure Estimation in Enhanced Oil Recovery by the Multiple Mixing Cell Method** ETU30-1
(T. Walmiki Samadhi, Hertanto Adidharma, dan Sugata P. Tan)
- ETU-31 **Pengukuran Kesetimbangan Uap-Cair untuk Sistem Air-Trietilen Glikol pada Tekanan 200, 400, dan 600 mmHg** ETU31-1
(Kuswandi, Dedy Rahadian, dan Vidya Putra)
- ETU-32 **Pengukuran Konstanta Henry dan Koefisien Transfer Massa dengan Metode Diferensial** ETU32-1
(Suhartono, Herri Susanto, Dwiwahju Sasongko, dan Azis Trianto)
- ETU-33 **Pengukuran Kelarutan Solven Kompleks dalam Larutan Polimer Menggunakan Metode *Quartz Crystal Microbalance*** ETU33-1
(Gede Wibawa, Anna Khoiroh, Grastayana Suki, Dicky Afrizal, dan Kuswandi)
- ETU-34 **Proses Pirolisis Katalisis dari Ban Bekas Menjadi Bahan Bakar Cair** ETU34-1
(Faleh Setia Budi, Didi Dwi Anggoro)
- ETU-35 **Perengkahan Katalitik Asam Oleat Untuk Menghasilkan *Biofuel* Menggunakan HZS5 Sintesis** ETU35-1
(Nurjannah, Irmawati, Achmad Roesyadi, Danawati)
- ETU-36 **Pengukuran Tekanan Uap Sistim Terner Ethanol – n-butanol – Isooctane Menggunakan *Inclined Ebulliometer*** ETU36-1
(Gede Wibawa, Zul Akbar AP, Agung Rasmito, Hyung Woo Lee dan Kuswandi)
- ETU-37 **Thermodynamic Modelling on Grate Combustion of Mixed Palm Shell and Empty Bunch Fuel in a Steam Boiler** ETU37-1
(Yazid Bindar dan Helen Adelina)
- ETU-38 **Perbandingan Proses Pembuatan Biodiesel didalam Reaktor *Batch* dan *Fixed Bed Reaktor* dengan Katalis Padat Alumina Berbasis Logam** ETU38-1
(Susila Arita)

- ETU-39 **Pengaruh Tahapan Proses Pembuatan Biodiesel terhadap Penurunan Persentase *Free Fatty Acid*** ETU39-1
(Susila Arita, Fitri Hadiyah, dan Leily Nurul K)

P eristiwa Perpindahan dan Unit Operasi Teknik Kimia (OTK)

No	Judul Artikel/Pengarang	Halaman
OTK-01	Destabilisasi Sistem Emulsi Detol-Asphaltene-Resin Menggunakan Agen Pendemulsi Methyl-trioctyl Ammonium Chloride (Bambang Pramudono)	OTK01-1
OTK-02	Simulasi Pengaruh Ukuran Partikel dalam Gasifikasi Batubara Kualitas Rendah Berbasis <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD) (Tantular Nurtono, Nuur Faridatun Hasanah, Ida Meipurwati, Susianto, dan Sugeng Winardi)	OTK02-1
OTK-03	Studi Penggunaan Membran Berslot untuk Memproduksi Emulsi Minyak / Air (Putu Doddy Sutrisna, Ester Susanti, dan Debby Mariana)	OTK03-1
OTK-04	Pengaruh Bentuk Partikel Terhadap Laju Pengeringan (Salman Al Rasyid, Raditya Caisaryanto, Margono, Ali Altway, Kuswandi, dan Susianto)	OTK04-1
OTK-05	Penyisihan Oksigen Terlarut dari Air Melalui Kontaktor Membran Serat Berongga dengan Proses Vakum dan Gas Penyapu (Sutrasno Kartohardjono, Immanuel Kharisma dan Peter)	OTK05-1
OTK-06	Perpindahan Massa pada Ekstraksi Asbuton dengan Pelarut Kerosin (Indah Dwinurwulan, Diana Puspasari Ongkokusumo, Halimi, Ali Altway, Kusno Budhikarjono, dan Susianto)	OTK06-1
OTK-07	Studi Perpindahan Massa pada Ozonasi dengan Gelembung Mikro (Eva F. Karamah, Setijo Bismo, dan Letti Annasari)	OTK07-1
OTK-08	Purifikasi Bioethanol dari Rumput Gajah dengan Distilasi Batch (Ni Ketut Sari)	OTK08-1
OTK-09	Formulasi Empirik Kinerja Proses Absorpsi CO₂ oleh Larutan KOH dalam Kolom Pancaran Gelembung (<i>Bubble Jet Column</i>) (Dijan Supramono, Setiadi, Venessia Wijaya, dan Sukirno)	OTK09-1

- OTK-10 **Mengatasi Problem Turunnya *Purity CO₂ Outlet Stripper* di Unit *CO₂ Removal Ammonia Kalti3*** OTK10-1
(Manik Priandani, Muhlis Ahmadi, dan Alvina Elysia)
- OTK-11 **Pengaruh Konfigurasi *Liquid Jet Flow* Kolom Gelembung Terhadap Kemampuan Absorpsi Gas CO₂** OTK11-1
(Setiadi, Nur Istiqomah, Dijan Supramono, dan Sukirno)
- OTK-12 **Transfer Massa Gas-Cair pada Proses Absorpsi Komponen Tar dalam Minyak** OTK12-1
(Wusana Agung Wibowo, Suhartono, dan Herri Susanto)
- OTK-13 **Pembentukan Tetes pada Kontak Cair - Cair dalam Kolom Isian** OTK13-1
(Mubiar Purwasasmita, Danu Ariono, Dwiwahju Sasongko dan Priyono Kusumo)
- OTK-14 **Pemungutan Krom Valensi III dalam Limbah Cair dengan Larutan NaOH dan Ca(OH)₂** OTK14-1
(Panut Mulyono dan Endang Susiani)
- OTK-15 **Pengembangan Model Ekstraksi Cair-Cair dalam Kolom Isian** OTK15-1
(Danu Ariono, Mubiar Purwasasmita, Dwiwahju Sasongko, dan Priyono Kusumo)
- OTK-16 **Perubahan Distribusi Ukuran Tetesan dalam Kolom Isian** OTK16-1
(Danu Ariono, Mubiar Purwasasmita, Dwiwahju Sasongko, dan Priyono Kusumo)
- OTK-17 **Improving Performance of Low Pressure Reverse Osmosis Systems by Intermittent Autoflushing** OTK17-1
(I Nyoman Widiassa, N. Sinaga, dan D. Ariyanti)
- OTK-18 **Aktivasi *Bagasse Fly Ash (BFA)* untuk Adsorpsi Cu (II) Secara *Batch* dan Kontinyu : Eksperimen dan Pemodelan** OTK18-1
(Avisya Yunita dan Agus Prasetya)
- OTK-19 **Pemodelan Perpindahan Massa pada Ekstraksi Asbuton dengan Pelarut Kerosin** OTK19-1
(Novi Akbar, Yulia Rachmawati, Ali Altway, Kusno Budhikarjono dan Susianto)
- OTK-20 **Dehidrogenasi Isopropil Alkohol untuk Produksi Hidrogen dan *Octane Booster*** OTK20-1
(Azis Trianto, Erwan Yonata dan Stephanus)

Pengembangan Material dan Membran (PMM)

No	Judul Artikel/Pengarang	Halaman
PMM-01	Pengaruh Pelarut Terhadap <i>Swelling</i> pada Kontraktor Membran untuk Pemisahan CO₂ dari Gas Alam (Yeni Rahmawati, I Gede Wenten, Charisma Pringga W., dan Mubiar P.)	PMM01-1
PMM-02	Preparation of Porous Hyaluronic Acid Particle with Outer Diameter- and Pore size-controllable using Template-driven Self-assembly Technique via spray routes (Asep Bayu Dani Nandiyanto, Widiyastuti, Ferry Iskandar, dan Kikuo Okuyama)	PMM02-1
PMM-03	Penambahan Aditif Sabut Kelapa pada Pemrosesan <i>Foam</i> Plastik Mikroseluler Polipropilena dengan Nitrogen Superkritis (Prida Novarita T., Retno S.Wilujeng, Danny S. Utomo, Yeni Rahmawati, Sumarno)	PMM03-1

Perancangan, Pemodelan, dan Optimisasi Proses (PPO)

No	Judul Artikel/Pengarang	Halaman
PPO-01	Optimasi Metode Pengambilan Kembali Logam Nikel dari <i>Spent Catalyst</i> NiO/Al₂O₃ menggunakan Kitosan dari Cangkang Rajungan Sebagai Adsorben (Yuliusman dan Ameria)	PPO01-1
PPO-02	Dinamika Tetes Ekstraksi Cair-Cair dalam Kolom Isian dan Tanpa Isian (Agus Mirwan dan Danu Ariono)	PPO02-1
PPO-03	Inovasi <i>Super-Steam Distillation</i> pada Isolasi Minyak Cengkeh untuk Minimasi Kebutuhan Energi (Sutijan, Arief Budiman, dan Arie Yohanes)	PPO03-1
PPO-04	Distilasi Terpadu untuk memisahkan Campuran Azeotrop Etanol-Air (Rastel Sitinjak, Andri Hariagung, Hakun Wira WAP, Gede Wibawa, dan Ali Altway)	PPO04-1

- PPO-05 **Evaluasi *Furnace Tipe Box*, Sebagai Proyeksi Perhitungan *Design Furnace Tipe Silinder Vertikal Terhadap Kebutuhan Jumlah Tube dan Diameter dengan Kapasitas Produksi 3800 Barrel/hari di Pusdiklat Migas Cepu*** PPO05-1
(Zakiyah Irfin, Eri Fradikta, dan Rahman Basuki)
- PPO-06 **Evaluasi Model Keseimbangan Uap-cair Sistem Karbon Dioksida dalam Pelarut Alkanolamin** PPO06-1
(Yansen Hartanto dan Tri Partono Adhi)
- PPO-07 **Kajian Implementasi Teknik Penyepakatan Data pada Kolom Distilasi: Studi Kasus Kolom De-Propanizer di Pabrik LPG PT XYZ** PPO07-1
(Nugroho Wibisono dan Tri Partono Adhi)
- PPO-08 **Kelakuan Dinamik Konverter Katalitik pada Kondisi Hot-Run untuk Oksidasi CO** PPO08-1
(Yogi Wibisono Budhi dan M. Habibi)
- PPO-09 **Minimisasi Kapasitas Pengolahan Air Limbah dengan *Water Pinch Analysis* pada Industri *Pulp* dan Kertas** PPO09-1
(Sri Wahyuni, Afroh Mas'udi, Ellina S. Pandebesie, Musfil A.S., dan Renanto H.)
- PPO-10 **On The Level of Transient Elementary Reaction Steps to Investigate the Dynamic Behaviour of the Catalytic Converter for Abatement of CO** PPO10-1
(Yogi Wibisono Budhi, Sri Baardianti A. M., dan Wiwin Lukman Febrianto)
- PPO-11 **Optimasi Proses Sulfonasi Lignin Isolat Menjadi Natrium Lignosulfonat Menggunakan Metode Permukaan Respon / *Response Surface Method*** PPO11-1
(Ismiyati)
- PPO-12 **Pemodelan dan Simulasi Proses *Start-up* Reaksi Oksidasi Katalitik Uap Bensin pada *Reverse Flow Reactor*** PPO12-1
(Profiyanti H. Suharti, Yogi Wibisono Budhi, dan Yazid Bindar)
- PPO-13 **Pemodelan dan Simulasi Reaktor Membran Berbasis Pd/Ag untuk *Water Gas Shift Reaction*** PPO13-1
(Hari Ronaldo dan Yogi Wibisono Budhi)

- PPO-14 **Simulasi Pengeringan Batubara Muda dengan Metode Rangkaian Pori pada Kondisi Isothermal** PPO14-1
(Bambang Galung Susanto, Wahyudi B. Sediawan, Akbar Surya Laksamana, dan Ronny)
- PPO-15 **Pemodelan *Rotary Kiln* pada Produksi Besi Spons** PPO15-1
(Yazid Bindar, Anton Irawan, dan Teguh Kurniawan)
- PPO-16 **Pendekatan Numerik untuk Menguji Kestabilan Solusi Tunak pada Konverter Katalitik** PPO16-1
(Yogi Wibisono Budhi, Aang Nuryaman, dan Agus Yodi Gunawan)
- PPO-17 **Pengaruh Dinamika Gas Umpan Terhadap Kinerja *Reverse Flow Reactor* untuk Pengolahan Emisi Gas Metana di Stasiun Kompresor** PPO17-1
(M. Effendy, Yogi W. Budhi, Yazid Bindar, dan Subagjo)
- PPO-18 **Pengembangan Model Ono-Kondo (OK) untuk Memprediksi Kapasitas Adsorpsi Gas Tekanan Tinggi** PPO18-1
(Mahmud Sudibandriyo)
- PPO-19 **Pengendalian *Crude Distillation Unit* (CDU) dengan Model *Predictive Control* (MPC)** PPO19-1
(Herdyan Aswin, Faris Aji, dan Renanto)
- PPO-20 **Pengendalian Temperatur Outlet *Hot Stream* pada *Cooling Water Network* (CWN) dengan Model *Predictive Control* (MPC)** PPO20-1
(Resti Afiadinie, Irna Herawati, dan Renanto)
- PPO-21 **Permodelan Perpindahan Massa pada Proses Pengeringan Limbah Padat Industri Tapioka di dalam *Tray Dryer*** PPO21-1
(Aulia Agus Kurniady, Nidia Rachma Setiyajyantri, Susianto, dan Kusno Budhikarjono)
- PPO-22 **Simulasi *Falling Film Evaporator* dengan Sistem *Black Liquor-Udara*** PPO22-1
(Gallilea Tanjung, Reino Arif Perdana S., Ali Altway, Kusno Budhikarjono dan Susianto)
- PPO-23 **Simulasi Kinerja Reaktor dan Regenerator Unit FCC dengan Software HYSYS** PPO23-1
(I Gede Dharma Susila, Yan Dwi Septadi, Musfil A.S., dan Renanto)

PPO-24	Simulasi <i>Recovery CO₂</i> dari Gas Sintesa Dengan Absorben K_2CO_3 dan Katalis DEA dalam <i>Packed Column</i> (Sanita Sari, Lela Kumalasari, Ali Altway dan Susianto)	PPO24-1
PPO-25	Study of Expert System Application for Troubleshooting in Alkanolamine Process (Pradana Sandi Sutanto dan Tri Partono Adhi)	PPO25-1
PPO-26	The Optimization of Reverse Flow Reactor for Treating Methane Emission from Natural Gas Compressor Station (M. Effendy, Yogi W. Budhi, Yazid Bindar, dan Subagjo)	PPO26-1
PPO-27	Visualisasi Pola Aliran dan Pengembangan Model Analisa Pencampuran Partikel Padat dengan Menggunakan <i>Orbiting Screw Mixer</i> untuk <i>Slow Release Urea</i> (Semuel Pati Senda, Renanto Handogo, Achmad Roesyadi, dan Wahono Sumaryono)	PPO27-1

Rekayasa Sistem Proses dan Produk (SPP)

No	Judul Artikel/Pengarang	Halaman
SPP-01	Pembuatan Karbon Aktif dari Tongkol Jagung dan Aplikasinya dalam Pemisahan Campuran Etanol dan Air (Yuliusman dan Arif Rahman)	SPP01-1
SPP-02	Analisa Sifat Mekanik Poliester / Bentonit Nanokomposit (Teuku Rihayat)	SPP02-1
SPP-03	<i>Blending</i> Akrilonitril Butadien Stiren dengan Polieter-eter keton Tersulfonasi untuk Sel Bahan Bakar Metanol Langsung (Sri Handayani dan Eniya Listiani Dewi)	SPP03-1
SPP-04	Ceramic Armor Will Be Replaced By Composite Armor Very Soon (Soeyatno)	SPP04-1
SPP-05	Identifikasi Steroid Teripang Pasir (<i>Holothuria scabra</i>) Indonesia (Sarifah Nurjanah, E Gumbira-Sa'id, Khaswar Syamsub, Suprihatin, ETTY Riani, dan Muhammad Hanafi)	SPP05-1
SPP-06	Karbon <i>Nanotube</i> dari Limbah Cair Pabrik Alkohol dengan Metode <i>Chemical Vapor Deposition</i> (Adrian Nur)	SPP06-1
SPP-07	Mekanisme Pembentukan Nanopartikel <i>Magnetite</i> Secara	SPP07-1

Elektrokimia

(Fauziatul F., Heru Setyawan, Sugeng Winardi, dan Widiyastuti)

- SPP-08 **Metode Regenerasi Silica Gel di Modifikasi Soxhlet Ekstraktor** SPP08-1
(Aloysius Yuli W.)
- SPP-09 **Mikronisasi Komposit Zat Aktif Terapeutik-Polimer dengan Teknologi *Supercritical Anti Solvent* (SAS)** SPP09-1
(Warlinda Eka Triastuti, Hendri Evan Setiawan, David Siahaan, Firman Kurniawansyah, dan Sumarno)
- SPP-10 **Pembuatan dan Karakterisasi Ampo Terpilar Besi Oksida serta Aplikasinya untuk Menyerap Methyl Violet dalam Air** SPP10-1
(Yuliani H. R., Imam Prasetyo, Agus Prasetya, dan Kartika U.)
- SPP-11 **Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Kulit Singkong UKM Tapioka Kabupaten Pati** SPP11-1
(Suherman, Ikawati, dan Melati)
- SPP-12 **Pembuatan Partikel *Hidroxy Apatite* (HA) dengan Proses *Flame Sintesis*** SPP12-1
(Widiyastuti, Tantular Nurtono, Warsito, Adhi Setiawan, dan Sugeng Winardi)
- SPP-13 **Pengaruh *Filler Carbon Black* terhadap Sifat dan Morfologi Komposit *Natural Rubber* / PolyPropylene** SPP13-1
(Bahruddin, Ida Zahrina, dan Said Zul Amraini)
- SPP-14 **Penggunaan Sodium Lauryl Sulfat dalam *Enhanced Oil Recovery*** SPP14-1
(Lienda Handojo, Adam Maulana Musthafa, dan Fadjar)
- SPP-15 **Peningkatan Kemampuan Photokatalitik-Sinar Tampak Tungsten Oksida dengan Rekayasa Nanopartikel** SPP15-1
(Agus Purwanto, Hendri Widiyandari, Darmawan Hidayat, dan Kikuo Okuyama)
- SPP-16 **Perbandingan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Simpur (*Dillenia indica*) dari Berbagai Metode Ekstraksi dengan Uji ANOVA** SPP16-1
(Tania Surya Utami, Rita Arbianti, Rini R., dan Ahmad Reza)
- SPP-17 **Proses Mikroenkapsulasi Minyak Nabati dengan Resin Urea-Formaldehid** SPP17-1
(Rochmadi, Agus Prasetyo, dan Wahyu Hasokowati)

SPP-18	Sintesis dan Karakterisasi Fotokatalis TiO₂ Nanotubes dengan Kombinasi Metode Sonikasi dan Hydrothermal (Indar Kustiningsih, Slamet, Dickson Mulia, dan Widodo Wahyu Purwanto)	SPP18-1
SPP-19	Sintesis Senyawa 2,4-diklorobenzoilurea dari 2,4-diklorobenzoil klorida dan Tiourea sebagai Calon Obat <i>Central Nervous System Depressant</i> melalui Proses Refluks (Dini Kesuma dan Harry Santosa)	SPP19-1
SPP-20	Technology Report on Reverse Flow Reactor Operation In European Roadmap for Process Intensification (Yogi Wibisono Budhi)	SPP20-1
SPP-21	Identifikasi Komponen Alkaloid pada Ekstrak Tanaman Ekor Kucing (<i>Cabomba furcata</i>) dari Tasik Chini, Pahang Malaysia (Masturah Markom, Nursyairah, Kurnia H. Dewi, Siti Rozaimah Sheikh Abdullah, Mushrifah Idris)	SPP21-1
SPP-22	Penyaringan Bahan Fitokimia pada Tanaman Ekor Kucing (<i>Cabomba furcata</i>) Sebagai Sumber Allelopatik (Masturah Markom, Loh Wei Jia, Kurnia H. Dewi, Siti Rozaimah Sheikh Abdullah, Mushrifah Idris)	SPP22-1
SPP-23	Karakterisasi Kopolimer Cangkok dari Pati -g- Poly(butyl)methacrylate (Aniek S. Handayani)	SPP23-1
SPP-24	Pemanfaatan Aditif pada Pembuatan Foam Mikroselular Plastik dengan Variasi Tekanan Penjenuhan (M. Istnaeny Hudha)	SPP24-1

Teknologi Bioproses dan Bioteknologi (TBB)

No	Judul Artikel/Pengarang	Halaman
TBB-01	Amobilisasi Lipase dari <i>Bacillus subtilis</i> sebagai Biokatalisator Pembuatan Biodiesel dari Minyak Randu (Achmad Chumaidi, Dwina Moentamaria, Heny Dewajani, Alva B. Rahimawati, dan Erika)	TBB01-1
TBB-02	Kajian Awal Pembuatan Biokatalisator Lipase Teramobil dari <i>Mucor miehei</i> untuk Pengolahan Minyak Randu Menjadi Biodiesel (Achmad Chumaidi, Dwina Moentamaria, Heny Dewajani, Amir Y., dan Ilham Kudus R.)	TBB02-1

- TBB-03 **Etanol dari Molases menggunakan *Zymomonas mobilis* yang diamobilisasi dengan κ -Karaginan pada Reaktor Kontinyu** TBB03-1
(Tontowi Ismail, Laili Iksanti, dan Nanik Dwi Jayanti)
- TBB-04 **Produktivitas Etanol Proses Fermentasi Kontinyu dengan *Zymomonas mobilis* Teknik Immobilisasi Sel Ca-Alginat Dan κ -Karaginan di Bioreaktor *Packed-Bed*** TBB04-1
(Musfil AS, Tri Widjaja, Ali Altway, Abdul Hakim M, Laila Nuraini A, dan Ita Fauziah N)
- TBB-05 **Kinerja Amilase *Aspergillus niger* ITBCC L74 dalam Sakarifikasi Pati Ubi Kayu Menjadi Bioetanol** TBB05-1
(Ukan Sukandar, Achmad Ali Syamsuriputra, Lindawati, dan Yadi Trusmiyadi)
- TBB-06 **Produksi Lakase menggunakan Fermentasi Padat (*Solid State Fermentation*) dari Limbah Hasil Pertanian** TBB06-1
(Hendro Risdianto, Elis Sofianti, Sri Harjati Suhardi, dan Tjandra Setiadi)
- TBB-07 **Pengaruh Sumber Karbon terhadap Produksi Bioplastik Polihidroksialkanoat (PHA) dengan *Ralstonia eutropha*** TBB07-1
(Martha Aznury, Adi Pancoro, dan Tjandra Setiadi)
- TBB-08 **Delignifikasi Ampas Batang Aren : Perbandingan Pengaruh Penambahan Glukosa dengan Penambahan Tetes** TBB08-1
(Fadilah dan Sperisa Distantina)
- TBB-09 **Klarifikasi Kinetika dan Mekanisme Degradasi Enzimatis Hemiselulosa Diikuti Degradasi Lignin pada Proses *Biobleaching*** TBB09-1
(Arief Widjaja, Arraziy Fauzan, dan Rahman Feryanto)
- TBB-10 **Parameter Kinetika Reaksi Enzim *Alfa-Amylase* dan *Glucoamylase* pada *Yield* Glukosa dari Proses Hidrolisa Limbah Padat Tapioka** TBB10-1
(S. R. Juliastuti dan Dian Yanuarita P.)
- TBB-11 **Penggunaan Limbah Tempe dalam Biodegradasi Zat Warna Azo menggunakan Bioreaktor Membran Aerob-Anaerob** TBB11-1
(Puti Sri Komala, Agus Jatnika Effendi, dan Wisjnuprpto)
- TBB-12 **Peningkatan Produksi Biomassa *Chlorella vulgaris* melalui Perlakuan Teknik Pemerangkapan Sel dalam Aliran Sirkulasi Media Kultur** TBB12-1
(Dianursanti, Rachma Nuzulliany, Anondho Wijanarko, dan M. Nasikin)

- TBB-13 **Studi Awal Reaksi Simultan Sakarifikasi dan Fermentasi Tepung Sorghum (*Sorghum Bicolor* L. Moench) dengan Katalis Enzim *Glucoamylase* dan *Yeast*** TBB13-1
(Endah Retno Dyartanti, Enny K A, dan Fadilah)
- TBB-14 **Disinfeksi Bakteri *E. coli* Secara Fotokatalitik dengan Katalis Komposit TiO₂-Karbon Aktif Berpenyangga Batu Apung** TBB14-1
(Slamet, Renda Filosofi Raisuli, dan Dewi Tristantini)
- TBB-15 **Efek Organik Karbon Terlarut pada Proses Sorpsi *Escherichia coli* di Mineral Bermuatan dalam Kondisi Jenuh** TBB15-1
(Yunus Fransiscus, Donny Robert, dan Tommy Septian W.)
- TBB-16 **Effect of Acid Catalyzed Methanolysis on the Bioactive Compounds of Rice Bran Oil** TBB16-1
(Siti Zullaikah dan Yi-Hsu Ju)
- TBB-17 **Hidrolisis Benzil Penisilin Menjadi Asam 6-aminopenisilanat (6-APA) dengan Menggunakan Sel Amobil *Escherichia coli* ITBCC B130** TBB17-1
(Ukan Sukandar)
- TBB-18 **Immobilisasi Lipase pada Kitin dan Penggunaannya dalam Produksi Methyl Ester dari Minyak Sawit** TBB18-1
(Renny Septiatni, Achmadin Luthfi, dan Siswa Setyahadi)
- TBB-19 **Immobilisasi Lipase pada Membran : Pengaruh Waktu Adsorpsi terhadap *Enzyme Loading*** TBB19-1
(Achmadin Luthfi, Siswa Setyahadi, Viola Mediariska, Misri Gozan, dan Mohammad Nasikin)
- TBB-20 ***Phanerochaete chrysosporium* sebagai *Fungal Treatment* Degradasi Selulosa pada Produksi Glukose dari Sampah Organik** TBB20-1
(S. R. Juliastuti dan A.S. Dwi Saptati N.H.)
- TBB-21 **Pengaruh pH Medium Terhadap Produksi Hidrogen dari Glukosa Menggunakan *Enterobacter aerogenes* NBRC 13534** TBB21-1
(Arief Widjaja)
- TBB-22 **Produksi Bioplastik Polihidroksialkanoat (PHA) dari Minyak Sawit** TBB22-1
(Sidik Marsudi)

TBB-23	Pengaruh Nisbah C/N dan Laju Aerasi Terhadap Produksi Enzim Amilase Menggunakan <i>Aspergillus niger</i> (Ronny Purwadi, Chris Amanta, dan Noni Lo Lan)	TBB23-1
--------	---	---------

Teknologi Pengolahan Limbah (TPL)

No	Judul Artikel/Pengarang	Halaman
TPL-01	Pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai Komposit Ramah Lingkungan Berbasis <i>Fiber Reinforced Concrete (FRC)</i> (Kamariah dan Fajriyanto)	TPL01-1
TPL-02	Fitoremediasi dengan Enceng Gondok dan Kiambang untuk Menurunkan Konsentrasi Deterjen, Minyak Lemak, dan Krom Total (Maria Prihandrijanti, Tuani Lidiawati S., Eric Indrawan, Hamfrey Winanda, dan Hengky Gunawan)	TPL02-1
TPL-03	Aplikasi Eksternal Membran Bioreaktor untuk Penyisihan Ammonia dari Limbah-Limbah Industri (Tutuk D. Kusworo, N. A. Handayani, dan I. N. Widiasa)	TPL03-1-
TPL-04	Perbandingan Kinerja SMBR dan SMAHBR Terhadap Potensi Pembentukan <i>Fouling</i> Membran Pengolah Limbah Cair Industri (Tri Widjaja, Ali Altway, Musfil AS, Dahlia Indah, Endah Trisetyaningsih, dan Sisca Rifia)	TPL04-1
TPL-05	Studi Proses <i>Hybrid</i>: Adsorpsi pada Karbon Aktif/Membran Bioreaktor Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri (Tri Widjaja, Ali Altway, Suprijanto, Voni Yuanita, Yulia Rahmawati, dan Hasasty Pratiwi)	TPL05-1
TPL-06	Kombinasi Flokulan <i>Starch-Graft-Polyacrylamide</i> dengan Polyaluminium Chloride untuk Penghilang Warna pada Limbah Cair (Sumarno, Nadia Permata, dan Putri Purnamasari)	TPL06-1
TPL-07	Peluang Pemanfaatan Sekam Padi sebagai Bahan Produksi Arang Aktif untuk Penganganan Limbah Industri yang Mengandung Senyawa Turunan Fenol (Frita Yuliati dan Herri Susanto)	TPL07-1
TPL-08	Penurunan Konsentrasi Warna pada Limbah Tekstil Menggunakan Tanaman Air (Tuani Lidiawati S, Candra Dwiratna, Renianti Galla, dan Teguh Satria Fatoni)	TPL08-1

TPL-09	Penurunan Kadar Logam Berat Limbah Cair Industri Emas (PT X) di Surabaya (Nyoman Puspaasri, Rachmad, dan Erfina)	TPL09-1
TPL-10	Uji Toksisitas Limbah Cair Industri <i>Bearing</i> PT. X Terhadap <i>Daphnia magna</i> (Studi Kasus : PT. X) (Katharina Oginawati dan Yulia Magdalena)	TPL10-1
TPL-11	Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Cap Khas Palembang dengan Proses`Filtrasi dan Adsorpsi (Tuty Emilia Agustina, Herni Badewasta)	TPL11-1
TPL-12	Pemrosesan Foam Plastik Mikroseluler dari Plastik Amorf Polistirena dengan Karbon Dioksida Superkritis (F. Nilna Minah, Sumarno)	TPL12-1
TPL-13	Kualitas Gas Emisi pada Uji Coba Insinerator Bergerak Skala 5 kg/jam (Muryanto, Muchlis, Edi Iswanto Wiloso)	TPL13-1

Teknologi Pemrosesan Makanan (TPM)

No	Judul Artikel/Pengarang	Halaman
TPM-01	Distribusi Minyak Kedelai pada Proses Ekstraksi (M. Arief Karim dan Robiah)	TPM01-1
TPM-02	Isolasi dan Karakterisasi Pati dari Buah Pisang Kepok dan Sukun (Aning Ayucitra, Laurentia E. K. Setiawan, Felycia E. Soetaredjo, Philip Wibowo, Julius Adi, Willy E. Halim, dan Irwan Setiadi)	TPM02-1
TPM-03	Karakterisasi Fisiokimia dan Fungsional Kitosan yang Diperoleh dari Limbah Cangkang Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) (Irwan Sofia, Pirman, A.P., dan Dzulfiana Haris)	TPM03-1
TPM-04	Keseimbangan Cair-Cair Sistem β-Caryophyllene+Etanol+Air pada Rentang Temperatur 303 K - 323 K (Kuswandi, Winarsih, Dany Prakoso, dan Kiki Syarif)	TPM04-1
TPM-05	Ekstraksi Minyak Dedak Padi Menggunakan Isopropil Alkohol (IDG. Arsa Putrawan, Rina Mariyana, dan Irna Rosmayanti)	TPM05-1

TPM-06	Kompos Generator Siklus Ruang Bioreaktor Tanaman (Mubiar Purwasasmita)	TPM06-1
TPM-07	Mie Basah dari Tepung Singkong : Pengembangan Proses Produksi dan Karakterisasi Produk (A. Z. Abidin, Cynantia, dan Adeline)	TPM07-1
TPM-08	Model Matematis Laju Penyusutan Berat Buah Jeruk dan Pepaya Selama Penyimpanan (Lie Hwa, Winoto, Dessy, dan Jasmin)	TPM08-1
TPM-09	Modeling Distilasi Uap untuk Minyak Atsiri (Aswati Mindaryani dan Krisna Andhi Nugraha)	TPM09-1
TPM-10	Pemurnian Asam Laktat Menggunakan Resin Penukar Anion Basa Kuat Diaion SA-10A+C177:C189 (Azis Trianto dan Rahmat Hidayat)	TPM10-1
TPM-11	Pemurnian Minyak Nilam Hasil Penyulingan Industri Rakyat (Nahar)	TPM11-1
TPM-12	Pengaruh <i>Edible Coating</i> terhadap Kecepatan Penyusutan Berat Buah Apel Potongan (Natalia Suseno, Lie Hwa, Happy C., dan Nur Isnaini)	TPM12-1
TPM-13	Pengaruh Konsentrasi HCl dan Suhu Hidrolisis pada Berat Molekul dan Derajat Deasetilasi Kitosan (Emma Savitri, Tokok Adiarso, dan Maria Yunita Anggen)	TPM13-1
TPM-14	Pengaruh Massa Adsorben Chitin pada Penurunan Kadar Asam Lemak Bebas (FFA), Bilangan Peroksida, dan Warna Gelap Minyak Goreng Bekas (Yustinah Sampurna)	TPM14-1
TPM-15	Pengaruh Modifikasi secara Asetilasi terhadap Karakteristik Pati Sagu dan Pati Jagung (Aning Ayucitra, Laurentia E. K. Setiawan, dan Nani Indraswati)	TPM15-1
TPM-16	Pengendalian <i>Fouling</i> dengan Modifikasi Permukaan Membran untuk Pemrosesan Bahan Pangan (Heru Susanto, Luqman Buchori, Titik Istirokhatun, dan Budiyo)	TPM16-1

TPM-17	Pengkayaan Protein Kulit Umbi Ubi Kayu melalui Proses Fermentasi : Optimasi Nutien menggunakan <i>Response Surface Methodology</i> (Abdullah Moch Busairi dan Wikanastri Hersoelistyorini)	TPM17-1
TPM-18	Peningkatan Kadar Protein Ampas Tapioka dengan Teknik Fermentasi Media Padat (A. Z. Abidin, A.A. Syamsuriputra, E. Riyanto, dan S. Andi)	TPM18-1
TPM-19	Produksi Antioksidan dari Daun Simpur (<i>Dillenia indica</i>) menggunakan Metode Ekstraksi Tekanan Tinggi dengan Sirkulasi Pelarut (Rita A., Tania S.U., Rini R., Heri H., dan Albana A.M.)	TPM19-1
TPM-20	Proses <i>Bleaching</i> CPO : Pengaruh Ukuran Partikel Bentonit dan Suhu Aktivasi terhadap Daya Jerap Bentonit (Yusnimar, Is Sulistyati Purwaningsih, dan Rochmadi)	TPM20-1
TPM-21	Studi Dekafeinasi Kopi dengan CO₂ Superkritik dan Perolehan Kafein (J.P. Sitompul, D. Armuninggar, Andrias WSP, J.P. Sianipar, T. Basoeki , dan R. Ufie)	TPM21-1
TPM-22	Mikroorganisme Lokal Sebagai Pemicu Siklus Kehidupan dalam Bioreaktor Tanaman (Mubiar Purwasasmita dan Kabelan Kunia M.Si)	TPM22-1

Teknik Reaksi Kimia, Kinetika Kimia, dan Katalisis (TRK)

No	Judul Artikel/Pengarang	Halaman
TRK-01	Perengkahan Katalitik Campuran Minyak Jarak dan Air Menjadi Hidrokarbon Setara Fraksi Bensin menggunakan Katalis B₂O₃/Zeolit (Setiadi dan Ahmad Adlan)	TRK01-1
TRK-02	Studi Awal Pemanfaatan Zeolit Alam untuk Penjernihan Asap Kebakaran (Yuliusman, Widodo W. P., Yulianto S. N., dan Yuda)	TRK02-1
TRK-03	Adsorption and Desorption of NO_x over Pt/g-Al₂O₃ Catalyst in the Presence of Excess Oxygen (Arif Hidayat)	TRK03-1

- TRK-04 **Kinetika Pasivasi Aluminium dalam Air Bebas Mineral dibawah 90 °C** TRK04-1
(Suwardi)
- TRK-05 **Kinetika Reaksi Alkid Resin Termodifikasi Minyak Jagung dengan Asam Anhidrida Ftalat** TRK05-1
(Heri Heriyanto, Rochmadi, dan Arief Budiman)
- TRK-06 **Model Kinetika Reaksi Konsektif Alkoholisis Minyak Jagung dan Esterifikasi Maleic Anhydride Menjadi Alkyd Resin** TRK06-1
(Jayanudin, Rochmadi, dan Arief Budiman)
- TRK-07 **Parameter Kinetika dan Termodinamika Proses Epoksidasi Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.*) Menggunakan Hidrogen Peroksida** TRK07-1
(Ratri Ariatmi Nugrahani)
- TRK-08 **Pembuatan dan Karakterisasi Katalis dari Bentonite Pacitan untuk Aplikasi Pembuatan Bahan Bakar Sintesis dari Sampah Plastik** TRK08-1
(Felycia Edi Soetaredjo, Herman Hindarso, dan Suryadi Ismadji)
- TRK-09 **Pendekatan Model Kinetika Heterogen dari Reaksi Hidrolisis Polisakarida (Sayur dan Buah) dengan Katalisator Asam Encer dalam Rangka Produksi Etanol** TRK09-1
(Doni Rahmat Wicakso, Wahyudi Budi Sediawan, dan Muslikhin Hidayat)
- TRK-10 **Pengaruh Jenis Katalis pada Proses Produksi Dietil Eter dengan Reaktor *Fixed Bed*** TRK10-1
(Dayat Widayat, A Roesyadi, dan M Rachimoellah)
- TRK-11 **Pengaruh Kondisi Operasi Terhadap Kinerja Reaktor Gauze untuk Produksi Hidrogen dan Nanokarbon melalui Reaksi Dekomposisi Katalitik Metana** TRK11-1
(Widodo W. Purwanto, Yuswan Muharam, dan Dwi Yulianti)
- TRK-12 **Pengaruh Rasio Fe : Co dalam Katalis Fe/Co-Al₂O₃ terhadap Produktivitas Hidrokarbon melalui Sintesis Fischer-Tropsch** TRK12-1
(Dewi Tristantini dan Börje Gevert)
- TRK-13 **Reaktor Membran Berunggun Tetap untuk Produksi Hidrogen dari Gas Produser Melalui *Water Gas Shift Reaction*** TRK13-1
(Dani Saputra, Boris Victor, Yogi Wibisono Budhi, dan Azis Trianto)

- TRK-14 **Sintesis Katalis Heterogen Nanokomposit Untuk Reaksi Trans-esterifikasi : Kajian Eksperimental** TRK14-1
(Arif Jumari, Agus Purwanto, dan Sperisa Distantina)
- TRK-15 **Studi Kinetika Reaksi Dekomposisi Katalitik Metana Menjadi Hidrogen dan Karbon *Nanotube* Menggunakan Reaktor Katalis Terstruktur Tipe Gauze** TRK15-1
(Praswasti PDKW, Yuswan Muharam, Widodo W. Purwanto, Eniya Listiani, dan Rizka Yulina)
- TRK-16 **Sintesis dan Uji aktivitas Cu/ZnO/Al₂O₃ untuk Sintesis H₂ melalui Reformasi Kukus Metanol** TRK16-1
(IGBN Makertihartha, Melia Laniwati Gunawan, Subagjo)
- TRK-17 **Kinetika Esterifikasi Asam Lemak Bebas dalam Minyak Sawit** TRK17-1
(Tirto Prakoso, Rasidi, dan Ummul Khair)

Sintesis Senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea dari 2,4-diklorobenzoil klorida dan Tiourea Sebagai Calon Obat *Central Nervous System Depressant* Melalui Proses Refluks

Dini Kesuma, Harry Santosa
Fakultas Farmasi, Universitas Surabaya
Jalan Raya KaliRungkut Surabaya

ABSTRAK

Senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea disintesis melalui reaksi asilasi antara tiourea dan 2,4-diklorobenzoil klorida dengan menggunakan pelarut tetrahidrofur. Sintesis senyawa tersebut dilakukan melalui proses refluks selama 5 jam dan dilanjutkan dengan pemanasan untuk menghilangkan pelarut. Persentase hasil sintesis adalah 67,86%. Kemurnian hasil sintesis ditunjukkan dengan adanya noda tunggal pada KLT dan jarak lebur yang sempit. Berdasarkan hasil identifikasi struktur dengan spektroskopi UV, spektroskopi IM, spektroskopi ¹H-RMI, dan KG-SM menunjukkan struktur senyawa hasil sintesis 2,4-diklorobenzoiltiourea sesuai dengan yang diharapkan.

Kata Kunci : 2,4-diklorobenzoiltiourea, sintesis, refluks.

ABSTRACT

The synthesis of 2,4-dichlorobenzoylthiourea was carried out by acylating thiourea with 2,4-dichlorobenzoyl chloride in tetrahydrofuran. The synthesis of 2,4-dichlorobenzoylthiourea through reflux's process for 5 hours and were continued with heating to evaporate the solvent. The percentage of the synthesis were 67,86%. The purity of the synthesized products were shown by the single spot on the TLC and narrow range of melting point. Based on the structure identification with UV spectroscopy, IR spectroscopy, and ¹H-NMR spectroscopy and GC-MS results, it showed the structure of the synthesized products were appropriate to the prediction.

Key Word : 2,4-dichlorobenzoylthiourea, synthesis, reflux.

1. PENDAHULUAN LATAR BELAKANG

Seiring dengan perkembangan zaman, masyarakat dituntut untuk bisa beradaptasi dengan berbagai macam perubahan yang terjadi dalam aspek-aspek kehidupan. Misalnya dalam bidang ekonomi masyarakat dituntut untuk bekerja lebih keras guna memenuhi kebutuhan sehari-hari. Dalam bidang pendidikan, siswa-siswi dituntut untuk lebih berprestasi dalam bidang akademik. Era perkembangan zaman yang pesat ditandai dengan semakin ketatnya persaingan dalam segala bidang kehidupan, sehingga tantangan yang dihadapi oleh tiap individu makin berat.

Pengaruh perkembangan zaman memberikan konsekuensi timbulnya berbagai gangguan. Pada awalnya akan timbul stres akibat ketidakmampuan individu dalam

mengatasi tantangan yang ada dan ketidakmampuan dalam beradaptasi terhadap perubahan tersebut. Bila stres yang dialami terus berlanjut dan tidak mampu diatasi, akan menimbulkan gangguan yang lebih parah seperti gangguan mental maupun gangguan psikiatrik. Untuk mengatasi gangguan-gangguan tersebut pada umumnya digunakan senyawa-senyawa penekan sistem saraf pusat seperti turunan benzodiazepin dan barbiturat yang termasuk dalam golongan psikotropik (Maramis, 1994).

Sedatif-hipnotik, terutama golongan barbiturat, banyak dipakai dalam bidang farmasi untuk mengatasi berbagai macam gangguan mental dan psikiatrik. Akan tetapi karena efek samping yang ditimbulkan pada pemakaian jangka panjang, penggunaan obat ini mulai dibatasi. Hal tersebut mendorong penelitian

lebih lanjut untuk bisa mengembangkan senyawa baru dengan aktivitas yang lebih baik dan mampu menurunkan efek samping yang ditimbulkan (Block, 1991).

Dalam bidang kimia medisinal atau farmakokimia, pengembangan senyawa baru dimulai dengan kajian hubungan antara struktur dan aktivitas. Aktivitas biologis suatu senyawa dipengaruhi oleh sifat-sifat kimia fisika seperti lipofilik (π), elektronik (δ), dan sterik (E_s). Sifat lipofilik dapat ditentukan dengan menghitung nilai $\log P$. Ada beberapa metode yang bisa digunakan untuk menentukan $\log P$, antara lain dengan metode $\sum \pi$ Hansh Fujita, $\sum f$ Rekker Mannhold atau secara komputerisasi dengan ChemOffice (Siswandono, 2000).

Selain itu dalam sintesis suatu senyawa organik, umumnya diharapkan produk akhir yang dihasilkan sebanyak mungkin, sehingga perlu memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi persentase hasil. Salah satu faktor tersebut adalah penggunaan alat yang berbeda. Alat merupakan media atau tempat berlangsungnya reaksi kimia dalam suatu proses sintesis. Bila alat yang digunakan mampu memberikan kondisi yang sesuai untuk terjadinya reaksi kimia tersebut, maka diharapkan hasil yang didapat menjadi lebih baik (Morisson, 1992).

Siswandono (1998) telah melakukan sintesis senyawa benzoilurea melalui reaksi asilasi antara salah satu gugus amina primer urea dengan gugus benzoil dari benzoil klorida. Benzoilurea merupakan ureida asiklik yang mempunyai struktur mirip dengan bromisovalum atau turunan barbiturat yang telah dikenal mempunyai efek penekan sistem saraf pusat, sehingga diharapkan benzoilurea juga mempunyai efek pada sistem saraf pusat. Benzoilurea tidak mengandung brom dalam strukturnya sehingga tidak menimbulkan efek samping bromisme.

Kesuma (2004) telah melakukan sintesis senyawa benzoiltiourea dengan melakukan reaksi asilasi antara salah satu gugus amina dari tiourea dengan gugus benzoil dari benzoil klorida. Ditinjau dari struktur kimianya, benzoiltiourea mirip dengan benzoilurea. Penggantian atom O pada urea dengan atom S menjadi tiourea, dimana keelektronegatifan atom O lebih besar daripada atom S. Berdasarkan hal tersebut, diharapkan benzoiltiourea memiliki efek penekan sistem saraf pusat dengan lipofilisitas yang lebih baik sehingga aktivitasnya meningkat dibandingkan dengan benzoilurea. Dari hasil uji aktivitas, benzoiltiourea memiliki efek penekan sistem saraf pusat sehingga bisa dijadikan sebagai senyawa induk dalam pengembangan lebih

lanjut untuk mendapatkan senyawa baru dengan aktivitas penekan sistem saraf pusat yang lebih baik.

Putra (2006) telah melakukan sintesis senyawa 4-klorobenzoiltiourea dengan melakukan reaksi asilasi antara salah satu gugus amina dari tiourea dengan gugus benzoil dari 4-klorobenzoil klorida. Hasil sintesis yang diperoleh sebesar 28,4%. Secara teoritis senyawa benzoiltiourea mempunyai nilai lipofilisitas ($\log P$) = 1,12. Dengan penambahan satu atom Cl pada cincin aromatis akan meningkatkan $\log P$ menjadi 1,68, sedangkan nilai optimal $\log P$ untuk senyawa penekan sistem saraf pusat adalah 2.

Atas dasar penelitian di atas, semakin memperkuat dasar pemikiran dalam penelitian ini untuk melakukan modifikasi struktur senyawa benzoiltiourea dengan penambahan lebih dari satu atom Cl pada cincin aromatis.

Dalam penelitian ini, modifikasi struktur benzoiltiourea dengan penambahan atom Cl pada posisi C2 dan C4 sehingga dihasilkan senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea. Dengan penambahan dua atom Cl pada cincin aromatis benzoiltiourea, nilai $\log P$ meningkat menjadi 2,24 dan diharapkan senyawa hasil sintesis mempunyai aktivitas yang lebih baik sebagai senyawa penekan sistem saraf pusat bila dibandingkan dengan senyawa induknya. Karena peningkatan aktivitas suatu senyawa disebabkan oleh peningkatan sifat lipofilik dan elektronik (Siswandono, 2000).

Pada penelitian sebelumnya, proses pencampuran bahan dan reaksi kimia terjadi dalam gelas piala. Bila reaksi kimia yang terjadi dalam gelas piala diganti dengan labu atau erlenmeyer yang direfluks, diharapkan reaksi berjalan lebih sempurna. Hal ini disebabkan karena frekuensi tumbukan dalam labu atau erlenmeyer yang direfluks lebih tinggi sehingga energi aktivasi dapat lebih cepat tercapai dan reaksi dapat berjalan dengan lebih baik.

Berdasarkan hasil orientasi, sintesis dilakukan dengan reaksi asilasi salah satu gugus amina dari tiourea dengan 2,4-diklorobenzoil klorida menggunakan pelarut tetrahidrofur melalui proses refluks selama 5 jam dan dilanjutkan dengan pemanasan selama kurang lebih 1 jam untuk menghilangkan pelarut tetrahidrofur. Penggunaan refluks diharapkan mampu membuat reaksi berjalan lebih sempurna sehingga persentase hasil yang didapatkan lebih baik daripada pemanasan menggunakan *magnetic stirrer*.

Selanjutnya senyawa hasil sintesis diuji kemurniannya dengan kromatografi lapis tipis dan titik lebur. Identifikasi struktur dengan spektroskopi ultraviolet, spektroskopi

inframerah, spektroskopi resonansi magnetik inti (^1H -RMI), dan kromatografi gas-spektroskopi massa (KG-SM).

RUMUSAN MASALAH

Berapa persentase hasil sintesis senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea melalui proses refluks selama 5 jam dan dilanjutkan dengan pemanasan selama kurang lebih 1 jam?

TUJUAN PENELITIAN

Melihat karakteristik struktur dan persentase hasil sintesis senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea melalui proses refluks selama 5 jam dan dilanjutkan dengan pemanasan selama kurang lebih 1 jam.

MANFAAT PENELITIAN

Diperoleh informasi tentang persentase hasil dari sintesis senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea melalui proses refluks selama 5 jam dan dilanjutkan dengan pemanasan selama kurang lebih 1 jam, sehingga bisa berguna dalam pengembangan sintesis senyawa turunan benzoiltiourea khususnya senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea yang diharapkan mempunyai aktivitas penekan sistem saraf pusat lebih baik dari senyawa induk.

2. METODE PENELITIAN

BAHAN

Bahan Untuk Sintesis 2,4-diklorobenzoiltiourea

- 2,4-diklorobenzoil klorida p.a (Aldrich)
- Tiourea p.a (Merck)
- Tetrahidrofurana p.a (Merck)
- Natrium bikarbonat p.a (Merck)
- Etanol 96% p.a (Merck)

Bahan Untuk Kromatografi Lapis Tipis

- Lempeng Silica Gel GF₂₅₄ (Merck)
- Etanol 96% p.a (Merck)
- Etil Asetat p.a (Merck)
- Kloroform p.a (Merck)
- Metanol p.a (Merck)

Bahan Untuk Identifikasi Struktur Senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea

- Etanol 96% p.a (Merck)
- KBr pro spektroskopi inframerah (Merck)
- DMSO-d₆ pro spektroskopi RMI (Merck)

ALAT

- Timbangan analitik Ohaus tipe AS 120
- Alat penentu titik lebur *Fisher Johns Melting Point Apparatus*
- Spektrofotometer Hitachi U-2001

- Spektrofotometer Jasco FT/IR-5300
- Spektrometer Hitachi FT-NMR R-1900
- Kromatografi Gas-Spektrometer Massa 5890 series III plus GC-5972 MS
- Peralatan Gelas Laboratorium
- Bejana Kromatografi (Camag)

METODE KERJA

Sintesis Senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea

Ditimbang tiourea 3,806 g (0,05 mol), disuspensikan ke dalam erlenmeyer 250 ml dengan pelarut tetrahidrofurana 25 ml. Ke dalamnya ditambahkan 2,4-diklorobenzoil klorida 5,237 g (0,025 mol) dalam 15 ml tetrahidrofurana sedikit demi sedikit yang diteteskan melalui corong tetes pada suhu kamar sambil diaduk dengan pengaduk magnet. Kedua campuran tersebut didiamkan selama satu jam lalu dilanjutkan dengan refluks selama 5 jam. Setelah direfluks, campuran tersebut dipindahkan ke dalam gelas piala dan dipanaskan kurang lebih selama satu jam di atas *hot plate* sambil diaduk dengan pengaduk magnet.

Hasil reaksi yang diperoleh ditambah larutan natrium bikarbonat jenuh sambil diaduk-aduk hingga tidak timbul buih lagi. Hasil reaksi dicuci dengan 2 x 25 ml air, disaring dengan corong buchner yang telah dihubungkan dengan pompa vakum. Sebelum dilakukan rekristalisasi, diperiksa dengan KLT (Kesuma, 2004).

Rekristalisasi Senyawa Hasil Sintesis

Senyawa hasil sintesis yang diperoleh dipindahkan ke dalam gelas piala 250 ml, diletakkan di atas pengaduk magnet dengan pemanasan (70°-80°C), ditambahkan etanol panas sambil diaduk perlahan hingga hasil reaksi tepat larut. Larutan yang dihasilkan dibiarkan pada suhu kamar. Kristal yang terbentuk disaring dengan corong buchner dan kemudian dipindahkan ke kaca arloji yang telah diketahui bobotnya, dikeringkan dalam oven 50°C. Kemudian kristal yang telah kering ditimbang untuk menghitung persentase 2,4-diklorobenzoiltiourea yang dihasilkan.

Identifikasi Senyawa Hasil Sintesis Kromatografi Lapis Tipis

Untuk mengetahui kemurnian senyawa hasil sintesis, dapat dipakai teknik kromatografi lapis tipis. Fase diam yang digunakan silica gel GF₂₅₄ dan fase gerak yang digunakan etanol:kloroform (3:1), etanol:etil asetat (9:1), metanol:etil asetat (3:1). Untuk penampakan noda

digunakan lampu UV 254 nm. Adanya noda tunggal pada semua lempeng kromatografi lapis tipis menunjukkan senyawa hasil sintesis tunggal (Putra, 2006).

Penentuan Titik Lebur

Titik lebur senyawa hasil sintesis dapat ditentukan dengan alat *Fischer Johns Melting Point Apparatus*. Sedikit kristal yang telah digerus halus diletakkan diantara dua lempeng kaca (*cover glass*) yang dihipitkan. Selanjutnya dua lempeng kaca yang telah dihipitkan tadi, dimasukkan ke dalam alat. Diamati suhu pada saat zat mulai meleleh hingga meleleh seluruhnya.

Spektroskopi Ultraviolet

Sampel dilarutkan dalam etanol sampai volume tertentu dan dibuat kurva absorbansi pada panjang gelombang 200-400 nm. Diamati puncak-puncak absorbansi yang dihasilkan (Silverstein, 1991).

Spektroskopi Inframerah

Sampel sebanyak kurang lebih 1 mg yang telah digerus halus dicampur dengan KBr sebanyak 100 mg untuk dibuat *pellet* KBr. Kemudian dibuat spektrum kurva % transmisi terhadap bilangan gelombang pada 4000-400 cm^{-1} . Pita-pita absorpsi khas yang tampak pada hasil pengamatan spektrum inframerah diidentifikasi sesuai dengan aturan yang ada untuk menentukan gugus-gugus fungsi (Noerdien, 1986).

Spektroskopi Resonansi Magnetik Inti (^1H -RMI)

Sedikit sampel dilarutkan dalam DimetilSulfoksid deuterated (DMSO-d₆). Dilakukan pengamatan spektrum resonansi proton senyawa pada daerah geseran kimia 0-15 ppm. Selanjutnya diamati dan diidentifikasi intensitas, jumlah, dan posisi pada daerah geseran kimia dari puncak-puncak proton pada spektrum magnet yang terjadi (Silverstein, 1991).

Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa

Sampel dilarutkan dalam etanol dan diinjeksikan ke dalam ruang injeksi (*injection port*). Selanjutnya dilakukan pengamatan spektrum fragmen-fragmen molekul yang terbentuk.

3. HASIL PENELITIAN

HASIL SINTESIS SENYAWA 2,4-DIKLOROBENZOILTIOUREA

Senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea disintesis melalui reaksi asilasi antara senyawa 2,4-diklorobenzoil klorida 5,237 g (0,025 mol) dan tiourea 3,806 g (0,05 mol) dengan pelarut tetrahidrofur melalui proses refluks selama 5 jam dan dilanjutkan dengan pemanasan selama

kurang lebih 1 jam. Dilakukan replikasi sebanyak tiga kali.

Hasil sintesis senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea berbentuk kristal dengan warna putih kekuningan dan bau agak menyengat. Hasil sintesis senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Persentase Hasil Sintesis Senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea

Replikasi	Bobot Hasil Praktis (g)	Persentase Hasil Sintesis (%)	Bobot rata-rata (%)
1	4,1810	67,16	67,86
2	4,2442	68,18	
3	4,2471	68,23	

Keterangan : Bobot hasil teoritis adalah 6,2250 gram

HASIL ANALISIS KEMURNIAN SENYAWA HASIL SINTESIS

Hasil Kromatografi Lapis Tipis

Uji kromatografi lapis tipis senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea hasil sintesis dilakukan dengan menggunakan tiga macam fase gerak yang berbeda. Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya satu noda dengan harga R_f yang dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2 Hasil Kromatografi Lapis Tipis dengan Tiga Macam Fase Gerak

No	Fase Gerak	Replikasi	R _f
1	Etanol : Kloroform (3:1)	1	0,84
		2	0,84
		3	0,84
2	Etanol : Etil Asetat (9:1)	1	0,88
		2	0,89
		3	0,89
3	Metanol : Etil Asetat (3:1)	1	0,86
		2	0,85
		3	0,86

Hasil Penentuan Titik Lebur

Penentuan titik lebur senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea hasil sintesis dilakukan sebanyak tiga replikasi. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 3

Table 3 Hasil Titik Lebur Senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea

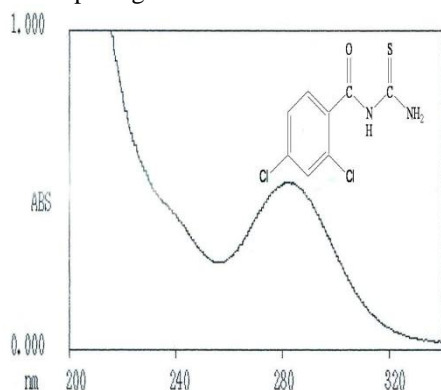
Replikasi	Jarak Lebur (°C)
1	164-165

2	163-164
3	164-165

HASIL IDENTIFIKASI SENYAWA HASIL SINTESIS

Hasil Identifikasi Spektroskopi Ultraviolet

Hasil pemeriksaan Spektroskopi Ultraviolet senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea dengan menggunakan pelarut etanol menghasilkan spektrum ultraviolet yang dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1 : Spektrum UV Senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea ($\lambda_{maks} = 281 \text{ nm}$)

Hasil Identifikasi Spektroskopi Inframerah

Gugus-gugus spesifik pada spektrum inframerah dari senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea hasil sintesis dapat dilihat pada tabel 4

Tabel 4 Bilangan Gelombang Spektrum Inframerah Senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea

Gugus Fungsi	Bil. Gelombang (cm^{-1})	Bil. Gelombang Hasil Sintesis (cm^{-1})
Ulur $-\text{NH}_2$	3500-3100	3344,87; 3248,42
Ulur $-\text{NH}-$	3500-3350	3167,40
Ulur $-\text{C}=\text{O}$	1700-1680	1689,94
Ulur $-\text{C}=\text{C}$ (aromatis)	1600-1475	1608,78; 1466,03
Tekuk $-\text{C}=\text{C}$ (aromatis, luar bidang)	900-600	912,41-704,08
$-\text{C}=\text{S}$	1250-1020	1375,37
Ulur $-\text{C}-\text{Cl}$ (aromatis)	1200-1010	1234,55; 1101,45

Hasil Identifikasi Spektroskopi Resonansi Magnetik Inti ($^1\text{H-RMI}$)

Data $^1\text{H-RMI}$ dari senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea hasil sintesis dengan menggunakan pelarut DMSO dapat dilihat pada tabel 5

Tabel 5 : Hasil $^1\text{H-RMI}$ Senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea

Pergeseran $\text{Ki } \delta$ (ppm)	Perbandingan Integrasi	Multiplisitas	Atom H dari Gugus
7,52-7,70	3	Multiplet	3 atom H dari cincin aromatik disubstitusi
9,56	2	Singlet Lebar	2 atom H dari NH_2
11,20	1	Singlet Lebar	1 atom H dari NH

Hasil Identifikasi Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa

Dari spektrum kromatografi gas-spektroskopi massa di atas, diperoleh data fragmentasi dari senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea hasil sintesis yang dapat dilihat pada tabel 6

Tabel 6 : Data m/e Senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea

No	m/e	Senyawa Fragmenten
1	204	$[(\text{C}_6\text{H}_3-\text{Cl}_2-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_3)]$
2	189	$[(\text{C}_6\text{H}_3-\text{Cl}_2-\text{CO}-\text{NH})]^+$
3	173	$[(\text{C}_6\text{H}_3-\text{Cl}_2-\text{CO})]^+$
4	145	$[(\text{C}_6\text{H}_3-\text{Cl}_2)]^+$
5	75	$[(\text{NH}-\text{CS}-\text{NH}_2)]^+$

4. PEMBAHASAN

Modifikasi struktur turunan benzoiltiourea dilakukan untuk mendapatkan senyawa baru yang memiliki aktivitas lebih baik sebagai penekan sistem saraf pusat dengan adanya gugus-gugus yang memiliki sifat lipofilik, elektronik, dan sterik tertentu pada posisi tertentu dari senyawa induk (Siswandono, 2000).

Modifikasi struktur benzoiltiourea dengan penambahan gugus Cl pada posisi C2 dan C4 sehingga dihasilkan senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea yang dapat meningkatkan nilai log P (lipofilisitas) dan semakin mendekati nilai log P optimal yaitu log P = 2. Peningkatan

nilai log P tersebut diharapkan dapat meningkatkan kemampuan senyawa dalam menembus sawar darah otak. Secara teoritis senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea mempunyai aktivitas yang lebih tinggi bila dibandingkan senyawa induknya dengan log P = 2,24.

Sintesis senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea dilakukan melalui reaksi asilasi antara salah satu gugus amina primer dari tiourea dengan gugus benzoil dari 2,4-diklorobenzoil klorida. 2,4-diklorobenzoil klorida 5,237 g (0,025 mol) direaksikan dengan tiourea 3,806 g (0,05 mol) selama 5 jam melalui proses refluks dan dilanjutkan dengan pemanasan pada *hot plate* selama kurang lebih 1 jam dengan tujuan untuk menghilangkan pelarut Tetrahidrofur yang digunakan dan untuk menyempurnakan reaksi yang terjadi.

Pada reaksi asilasi antara 2,4-diklorobenzoil klorida dengan tiourea menunjukkan bahwa hanya satu gugus amina saja yang bereaksi. Hal tersebut disebabkan adanya pengaruh halangan ruang dari gugus benzen yang menghalangi reaksi lebih lanjut terhadap gugus amina yang lain, dan juga oleh jumlah tiourea yang berlebih. Disamping itu, dalam sintesis ini memang diharapkan hanya satu gugus amina dari tiourea yang bereaksi dengan 2,4-diklorobenzoil klorida.

Pada reaksi di atas dibebaskan HCl sebagai hasil samping yang dapat mengganggu jalannya reaksi. Adanya HCl dapat memecah gugus amida dari senyawa hasil reaksi. Hal tersebut dapat diatasi dengan penambahan senyawa amina yang berlebih untuk menetralkan HCl yang terbentuk sebagai hasil samping reaksi. Tiourea 0,05 mol akan bereaksi dengan 2,4-diklorobenzoil klorida 0,025 mol, sedangkan sebagian sisa tiourea lainnya akan bereaksi dengan HCl yang dibebaskan (Fessenden, 1997).

Sebagai media pelarut digunakan tetrahidrofur (THF) yang merupakan suatu pelarut polar aprotik. Penggunaan pelarut polar aprotik dimaksudkan untuk meningkatkan reaksi S_N2 , karena tidak ada proton yang dapat ikut serta dalam pembentukan ikatan hidrogen (Bresnick, 2003). Pelarut polar aprotik dapat melarutkan senyawa organik, inert dan hanya mengikat kation sehingga anion (nukleofil) lebih bersifat reaktif. THF memiliki titik uap yang cukup rendah yaitu sekitar 66-70°C dan dapat bercampur dengan air sehingga lebih mudah dipisahkan atau dihilangkan (Hart, 2003).

Setelah reaksi asilasi selesai, ditambahkan larutan NaHCO_3 jenuh yang bertujuan untuk menetralkan sisa-sisa HCl yang kemungkinan masih ada. Penambahan larutan

NaHCO_3 jenuh dilakukan tetes demi tetes sampai HCl sisa habis. Habisnya HCl ditandai dengan tidak terbentuknya gelembung CO_2

Pencucian dengan air sebanyak 2 x 25 ml bertujuan untuk menghilangkan kelebihan NaHCO_3 dan garam NaCl yang terbentuk. Selain itu pencucian dengan air bertujuan untuk melarutkan tiourea sisa yang tidak bereaksi dengan senyawa 2,4-diklorobenzoil klorida.

Proses rekristalisasi dilakukan dengan etanol panas, karena senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea memiliki kelarutan yang baik dalam etanol panas tetapi kurang larut dalam etanol dingin atau suhu kamar. Salah satu keuntungan dari proses rekristalisasi adalah didapatkan senyawa hasil sintesis yang murni dan bebas dari pengotor. Selain itu didapatkan bentuk kristal yang homogen dan berwarna kuning muda.

Dari percobaan, bobot hasil sintesis tiap replikasi yang dihasilkan melalui proses refluks selama 5 jam dan dilanjutkan dengan pemanasan selama kurang lebih 1 jam adalah 4,1810 g; 4,2442 g; 4,2471 g dengan persentase hasil 67,16%; 68,18%; 68,23%. Persentase hasil rata-rata dari percobaan yang dilakukan sebanyak tiga replikasi adalah 67,86% Untuk mengetahui kemurnian dari senyawa hasil sintesis dilakukan uji kemurnian dengan kromatografi lapis tipis dan penentuan titik lebur. Untuk identifikasi struktur dilakukan dengan spektroskopi ultraviolet, spektroskopi inframerah, spektroskopi $^1\text{H-NMR}$, dan kromatografi gas-spektroskopi massa.

Uji kromatografi lapis tipis dilakukan dengan menggunakan tiga macam pelarut yang berbeda polaritasnya dan dihasilkan noda tunggal dengan harga R_f tertentu. Karena terdapat proses replikasi maka harga R_f diambil dari hasil replikasi yang terbanyak dan memiliki nilai sama. Senyawa hasil sintesis memberikan harga $R_f = 0,84$ dengan fase gerak etanol:kloroform (3:1), harga $R_f = 0,89$ dengan fase gerak etanol:etil asetat (9:1), dan dengan fase gerak metanol:etil asetat (3:1) harga $R_f = 0,86$ (tabel 4.2).

Penentuan titik lebur dilakukan dengan tiga replikasi, jarak lebur diambil dari hasil replikasi yang terbanyak dan memiliki nilai sama. Diperoleh jarak lebur sebesar 164-165°C (tabel 4.3) yang menunjukkan bahwa senyawa hasil sintesis tunggal karena jarak lebur yang relatif sempit.

Identifikasi senyawa hasil sintesis secara spektroskopi ultraviolet digunakan untuk mengetahui panjang gelombang maksimum, adanya ikatan rangkap terkonjugasi atau sistem aromatik. Absorbansi maksimum diperoleh pada panjang gelombang 281 nm.

Identifikasi senyawa hasil sintesis dengan spektroskopi inframerah (tabel 4.4) menunjukkan adanya gugus-gugus penting pada senyawa yaitu gugus -C=O ($1689,94 \text{ cm}^{-1}$); -C=C- aromatik ($1608,78 \text{ cm}^{-1}$; $1466,03 \text{ cm}^{-1}$); -NH_2 ($3344,87 \text{ cm}^{-1}$; $3248,42 \text{ cm}^{-1}$); -NH- ($3167,40 \text{ cm}^{-1}$); -C=S ($1375,37 \text{ cm}^{-1}$); -C=C tekuk aromatik ($912,41 \text{ cm}^{-1}$ - $704,08 \text{ cm}^{-1}$); dan -C-Cl ($1234,55 \text{ cm}^{-1}$; $1101,45 \text{ cm}^{-1}$).

Identifikasi senyawa hasil sintesis dengan spektroskopi $^1\text{H-RMI}$ (tabel 4.5) menunjukkan adanya puncak-puncak pada pergeseran kimia (δ) tertentu. Pergeseran kimia pada δ 7,52-7,70 ppm dengan perbandingan integrasi 3 (multiplet) menunjukkan adanya 3 atom H dari cincin aromatik disubstitusi, pergeseran kimia pada δ 9,56 ppm dengan perbandingan integrasi 2 (singlet lebar) menunjukkan adanya 2 atom H dari NH_2 , dan pada δ 11,20 ppm dengan perbandingan integrasi 1 (singlet lebar) menunjukkan adanya 1 atom H dari NH.

Identifikasi senyawa hasil sintesis dengan kromatografi gas-spektroskopi massa memberikan kromatogram dan menunjukkan adanya fragmen-fragmen dari senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea. Fragmen ($\text{C}_6\text{H}_3\text{-Cl}_2\text{-CONH-CH}_3$) menghasilkan $m/e = 204$, fragmen ($\text{C}_6\text{H}_3\text{-Cl}_2\text{-CONH}$)⁺ menghasilkan $m/e = 189$, fragmen ($\text{C}_6\text{H}_3\text{-Cl}_2\text{-CO}$)⁺ menghasilkan $m/e = 173$, fragmen ($\text{C}_6\text{H}_3\text{-Cl}_2$)⁺ menghasilkan $m/e = 145$, dan fragmen (NH-CS-NH_2)⁺ menghasilkan $m/e = 75$.

Dari hasil uji kemurnian dan identifikasi struktur senyawa hasil sintesis dengan serangkaian pemeriksaan, mulai dari penentuan KLT, titik lebur, serta analisis dengan Spektroskopi ultraviolet, inframerah, $^1\text{H-RMI}$ dan Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa dapat disimpulkan bahwa senyawa hasil sintesis adalah 2,4-diklorobenzoiltiourea.

Senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea adalah senyawa yang diharapkan mempunyai efek penekan sistem saraf pusat, maka perlu dilakukan uji farmakologi dan toksikologi sehingga dapat digunakan sebagai alternatif calon obat penekan sistem saraf pusat.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sintesis senyawa 2,4-diklorobenzoiltiourea melalui reaksi asilasi antara senyawa 2,4-diklorobenzoil klorida dan tiourea yang dilakukan melalui proses refluks selama 5 jam dan dilanjutkan dengan pemanasan selama kurang lebih 1 jam menunjukkan struktur 2,4-diklorobenzoiltiourea dan memberikan persentase hasil sebesar 67,86%.

6. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, perlu dilakukan penelitian lanjutan seperti uji farmakologi dan uji toksikologi sehingga dapat digunakan sebagai alternatif calon obat penekan sistem saraf pusat.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Baker JT, 2003, **Material Safety Data Sheet**, <http://www.jtbaker.com> (12 September 2008).
- Bresnick S, 2003, **Intisari Kimia Organik** (terjemahan Kotong H), Hipokrates, Jakarta, 3, 31, 33, 34.
- Budavari S, et al, 1996, **The Merck Index, An Encyclopedia of Chemicals, Drugs and Biologicals**, 15th edition, Merck&Co.Inc, USA, 238, 1258.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1995, **Farmakope Indonesia**, Edisi 4, cetakan I, Jakarta, 1200, 1002, 1138.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1979, **Farmakope Indonesia**, Edisi 3, Cetakan I, Jakarta, 658, 732, 735.
- Fessenden RJ, Fessenden JS, 1997, **Dasar-Dasar Kimia Organik** (terjemahan Sukmariah Maun), Binarupa Aksara, Jakarta, 285-288, 567.
- Gritter FJ et al, 1991, **Pengantar Kromatografi** (terjemahan K. Padmawinata), edisi 2, ITB, Bandung, 107
- Hart et al, 2003, **Kimia Organik** (terjemahan Achmadi S), Edisi 11, Erlangga, Jakarta, 199, 205, 206, 263.
- Hoan Tjay, T dan Rahardja, K, 2002, **Obat-Obat Penting, Khasiat, Penggunaan, dan Efek-Efek Sampingnya**, PT. Elex Media Komputindo Gramedia, Jakarta, 190-200.
- Katzung BG, 2002, **Farmakologi Dasar dan Klinik** (terjemahan Sjahbana) buku kedua, edisi 8, Salemba Medika, Jakarta, 97-100.
- Kesuma, 2004, **Modifikasi Struktur Benzoiltiourea dan Uji Aktivitas Penekan Sistem Saraf Pusat pada Mencit (*Mus musculus*)**, Tesis, Program Pascasarjana Universitas Airlangga, Surabaya.
- Khopkar SM, 1990, **Konsep Dasar Kimia Analitik** (terjemahan Saptorahardjo), Cetakan I, Universitas Indonesia, Jakarta, 300-310.
- Lyondell, 2008, **Tetrahidrofur**, <http://www.lyondell.com> (12 September 2008).
- Maramis, W. E, 1994, **Catatan Ilmu Kedokteran Jiwa**, Airlangga University Press, Surabaya, 88, 451-452.

- Mc Murry, J, 2000, **Organic Chemistry**, Broke Cole Publishing Company, California, 168-171, 607-609, 678-679, 766-800.
- Morrison RT and Boyd DN, 1992, **Organic Chemistry**, Allyn and Bacon Inc., Boston, 26-27, 32-33, 55, 59-61, 819.
- Mulja, M. dan Suharman, 1995, **Analisis Instrumental**, Airlangga University Press, Surabaya, 26-82, 114-138.
- Noerdin D, 1986, **Elusidasi Struktur Senyawa Organik dengan Cara Spektroskopi Ultralembayung dan Inframerah**, Angkasa, Bandung, 80-90.
- Putra, 2006, Sintesis Senyawa 4-Klorobenzoiltiurea dari 4-Klorobenzoil Klorida dan Tiourea dengan Suhu Pemanasan yang Berbeda, **Skripsi**, Program Sarjana S-1 Fakultas Farmasi Universitas Surabaya, Surabaya.
- Sastrohamidjojo H, 1994, **Spektroskopi Resonansi Magnet Inti (Nuclear Magnetic Resonance, NMR)**, Edisi I, Cetakan I, Liberty, Yogyakarta, 38.
- Sastrohamidjojo H, 1992, **Spektroskopi Infra Merah**, Edisi I, Cetakan I, Liberty, Yogyakarta, 58, 67.
- Sastrohamidjojo H, 1985, **Kromatografi**, Edisi I, Cetakan I, Liberty, Yogyakarta, 15, 19.
- Sigma-Aldrich, 2008, **2,4-dichlorobenzoyl chloride**, <http://www.sigma-aldrich.com> (12 September 2008).
- Silverstein, R.M, Bassler, G.C, Morrill, T.C, 1991, **Spectrometric Identification of Organic Compounds**, 4th Edition, John Wiley and Sons Inc., New York, 95, 181-189, 305.
- Siswandono, 1998, Modifikasi Struktur dan Hubungan Struktur-Aktivitas Senyawa-senyawa Baru Turunan Benzoilurea, **Disertasi**, Program Pascasarjana, Universitas Airlangga, Surabaya.
- Siswandono dan Soekardjo, 2000, **Kimia Medisinal I**, Edisi kedua, Airlangga University Press, Surabaya, 7, 256.
- Siswandono dan Soekardjo, 2000, **Kimia Medisinal II**, Edisi kedua, Airlangga University Press, Surabaya, 201, 225, 234, 242.
- Sudjadi, 1988, **Metode Pemisahan**, Cetakan I, Kanisius, Yogyakarta, 30-35, 167.