

Kumpulan Abstrak
PROSIDING
ISSN 1411-4216



SEMINAR NASIONAL
**REKAYASA KIMIA
& PROSES**
2013
28 - 29 Agustus 2013



JURUSAN TEKNIK KIMIA
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG



SUSUNAN PANITIA
SEMINAR NASIONAL REKAYASA KIMIA PROSES 2013

- Penanggung Jawab : Dr. Ir. Budiyo, M.Si.
Dr. Siswo Sumardiono, S.T., M.T.
- Dewan Editor : Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudono, M.S.
Prof. Dr. Ir. Bakti Jos, DEA
Dr. rer. nat. Heru Susanto, S.T., M.M., M.T.
Dr. M. Djaeni, S.T., M.Eng.
Dr. Hadiyanto, S.T., M.Sc.
Dr. Ir. Didi Dwi Anggoro, M.Eng.
- Ketua : Dr. Nita Aryanti, S.T., M.T.
- Wakil Ketua : Dr. Widayat, S.T., M.T.
- Sekretaris : Aprilina Purbasari, S.T., M.T.
Dessy Ariyanti, S.T., M.T.
Anik Kristi Rahayu, S. Sos.
- Bendahara : Ir. Nur Rokhati, M.T.
Yuli Sugiarti
Erlina Sari
- Sie Acara : Dr. Andri Cahyo Kumoro, S.T., M.T.
Ir. Diah Susetyo Retnowati, M.T.
- Sie Makalah : Luqman Buchori, S.T., M.T.
Dr. Suherman, S.T., M.T.
Asep Muhamad Samsudin, S.T., M.T.
- Sie Konsumsi : Dr. Dyah Hesti Wardhani, S.T., M.T.
Ir. C. Sri Budiyati, M.T.
Indah Yuliana
- Sie Dana : Prof. Dr. Ir. Abdullah, M.S.
Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA
Dr. Tutuk Djoko Kusworo, S.T., M.Eng.



Dr. Nyoman Widiassa, S.T., M.T.

Ir. Danny Soetrisnanto, M.Eng.

Ir. Agus Hadiyanto, M.T.

Perlengkapan dan : Ir. Hargono, M.T.

Transportasi Ir. Slamet Priyanto, M.S.

Darto, A.T.

Sukari

Sie Informasi dan : Dr. Istadi, S.T., M.T.

Dokumentasi



KATA PENGANTAR

Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses (SRKP) merupakan salah satu forum diskusi ilmiah tahunan yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro bagi para peneliti perguruan tinggi, praktisi industri, serta lembaga penelitian lainnya. SRKP bertujuan untuk menyebarluaskan gagasan serta ide-ide untuk dapat dikaji dan dikembangkan menjadi suatu teknologi dan rekayasa proses yang lebih bermanfaat. SRKP 2013 diselenggarakan pada tanggal 28-29 Agustus 2013 di LP2MP Universitas Diponegoro, Gedung Widya Puraya, Kampus Undip Tembalang.

Buku kumpulan abstrak ini berisi abstrak makalah yang dipresentasikan pada SRKP 2013. Dalam seminar ini, panitia mengundang 5 *keynote speakers* dan 4 *invited speakers* serta telah menerima 106 abstrak untuk dapat dipresentasikan pada SRKP 2013. Makalah yang dipresentasikan pada SRKP 2013 dibagi menjadi 9 bidang yaitu : Termodinamika dan Teknik Separasi, Kinetika Reaksi dan Katalisis, Bioteknologi dan Bioproses, Teknologi Pangan, Perancangan Proses dan Alat Proses, Konservasi dan Efisiensi Energi, Sistem Kontrol dan Dinamika Proses, Material Baru dan Pengolahan Limbah dan Manajemen Lingkungan. Makalah lengkap dapat diperoleh pada prosiding dalam bentuk CD dengan ISSN 1411-4216.

Panitia mengucapkan terima kasih kepada para *keynote speaker*: Ir. Johannes Widjonarko, MBA, Dr. Ir. Dadan Kusdiana, M.Sc., Dr. Ahmad Jaiz bin Alimin, Assoc.Prof. Dr. Hii Ching Lik dan Dr. Hadiyanto. Ucapan terima kasih juga disampaikan panitia kepada Prof. Herri Susanto, Prof. Purwanto, Prof. Bambang Pramudono dan Dr. M. Djaeni sebagai *invited speakers*. Panitia mengucapkan terima kasih kepada SKK Migas sebagai sponsor tunggal dalam penyelenggaraan seminar ini. Selain itu disampaikan terima kasih kepada pemakalah seminar dan semua pihak yang berpartisipasi dan mendukung pelaksanaan seminar ini.

Panitia mohon maaf apabila ada kekurangan dalam penyelenggaraan seminar dan penyusunan buku abstrak ini. Semoga penyelenggaraan SRKP 2013 ini bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, Agustus 2013

Panitia SRKP 2013



DAFTAR MAKALAH
SEMINAR NASIONAL REKAYASA KIMIA DAN PROSES 2013

Plenary Paper

- P. 01** FROM HARVESTING TO CONSUMER DEMAND IN FOOD PROCESSING, **Hii Ching Lik**, Department of Chemical & Environmental Engineering University of Nottingham, Malaysia.
- P. 02** VALORISASI MIKROALGA UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT DAN SEBAGAI SUMBER ENERGI DAN PANGAN ALTERNATIF, **Hadiyanto**, Center of Biomass and Renewable Energy (C-BIORE) Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang

Invited Paper

- IP. 01** SISTEM PENGERING DENGAN MEDIA UDARA YANG DIDEHUMIDIFIKASI ZEOLITE SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN MUTU PRODUK BAHAN PANGAN, **Mohamad Djaeni, Ratnawati, Jumali**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang
- IP.02** SURFAKTAN DAN APLIKASINYA DALAM BIDANG ENERGI DAN PANGAN, **Bambang Pramudono**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang

A. Termodinamika dan Teknik Separasi

- A. 01** PENGUKURAN KESETIMBANGAN UAP-CAIR SISTEM BINER 2-BUTANOL + GLISEROL, SISTEM TERNER METANOL + 2-BUTANOL + GLISEROL DAN ETHANOL + 2-PROPANOL + GLISEROL PADA RANGE SUHU 313.3 K SAMPAI 333.15K, **Monica Wisnu, Fatika Ellena, Winarsih, Gede Wibawa**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- A. 02** POTENSI EKSTRAK KULIT BATANG TRENGGULI (*Cassia fistula*) SEBAGAI BIOLARVASIDA NYAMUK *Aedes aegypti* YANG RAMAH LINGKUNGAN, **Hermien Noorhajati, Nanik Siti Aminah, Diyani Paramita R.**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas W. R. Supratman, Surabaya
- A. 03** PEMILIHAN PELARUT EKSTRAKSI ETANOL DARI PELARUT BERBASIS ALKOHOL PADA PROSES FERMENTASI-EKSTRAKTIF, **Tri Widjaja, Yanuar Arief Prasetya, dan Mulan Nur Shabrina**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- A. 04** HIGH-PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY/HPLC AS A SEPARATION AND CHARACTERIZATION METHODS OF VITAMIN E FROM PALM OIL, **Sabrina Aprilisa Martha, Ferry F. Karwur, Ferdy S. Rondonuw**, Biology Postgraduate Program, Satya Wacana Christian University, Salatiga
- A. 05** PEMILIHAN PEMODIFIKASI ELUEN UNTUK PEMUNGUTAN ORYZANOL DALAM MINYAK BEKATUL MENGGUNAKAN ADSORBEN SILIKA, **Susanti, A.D., Sediawan, W.B., Wirawan, S.K., dan Budhijanto**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- A. 06** PENGARUH VARIASI DEBIT AIR SEBAGAI ABSORBEN TERHADAP PEMURNIAN GAS METAN (CH₄) PADA GAS LANDFILL DI TPST BANTAR

- GEBANG BEKASI, **Hairul Huda dan Febrina Zulya**, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Mulawarman, Samarinda
- A. 07** OPTIMASI PROSES EKSTRAKSI REAKTIF MINYAK JAHE DENGAN KATALIS HCL DENGAN BERBANTUKAN GELOMBANG ULTRASONIK, **Abdullah, Widayat, Hadiyanto, Dian Arofisma, Maharani Kusumaningrum**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang
- A. 08** EKSTRAKSI TIMAH DARI LIMBAH SLAG MENGGUNAKAN PELARUT ASAM KLOORIDA, **Febianta P. Mustika, Indra A. Tambunan, Susianto dan Fadlilatul Taufany**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- A. 09** EVALUASI ACID GAS REMOVAL UNIT YAITU AMINE PROCESS TECHNOLOGY DALAM PEMISAHAN CO₂ DAN H₂S DARI GAS ALAM, **Gede Wibawa, Vicky Imam Abdillah, Agung Nur Wachid dan Setiyo Gunawa**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- A. 10** UJI KINERJA KOLOM ADSORPSI UNTUK PEMURNIAN ETANOL SEBAGAI ADITIF BENSIN BERDASARKAN LAJU ALIR UMPAN DAN KONSENTRASI PRODUK, **Rosalia Sira Sarungallo, Benyamin Tangaran, Maxie Djonny, Henny Felicia**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Paulus
- A. 11** EFEKTIVITAS OZONE BACKWASHING UNTUK REDUKSI FOULING PADA PEMISAHAN EMULSI MINYAK AIR, **I. Prihatiningtyas, N. Aryanti dan D. Ikhsan**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
- A. 12** POTENSI MEMBRAN ULTRAFILTRASI UNTUK PENGOLAHAN AIR TERPRODUKSI, **N. Aryanti, H. I. Safitri, R. F. R. Astuti dan B. Pramudono**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
- A. 13** PEMODELAN PERPINDAHAN MASSA PADA EKSTRAKSI ASBUTON, **Harisma Lathifah, Ali Altway, dan Susianto**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
- A. 14** PROSES PENGAMBILAN OLEORESIN DARI CABE JAWA MENGGUNAKAN METODE EKSTRAKSI MULTI TAHAP DENGAN PELARUT ETANOL, **Jayanudin, Indrayatmi dan Saras Unggul Utami**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
- A. 15** PERILAKU FOULING PADA PROSES FRAKSINASI KITOSAN DENGAN MEMBRAN ULTRAFILTRASI, **Titik Istirokhatun dan Nur Rokhati**, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- A. 16** PENGARUH LAJU ALIR DAN SUHU UDARA PENGERING TERHADAP KECEPATAN PENGERINGAN JAGUNG DENGAN METODE *Mixed Adsorption Fluidized Bed Dryer*, **Luqman Buchori, Apriyan Tri Kusuma, Aleithea Rizkita Arifin, Didi Dwi Anggoro, Setia Budi Sasongko dan Mohamad Djaeni**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- A. 17** EKSTRAKSI ANTIOKSIDAN DARI KULIT KENTANG HITAM SEBAGAI OBAT KANKER, **Albertus Adrian Sutanto, Yustian Suharto, Christian Wijaya, Andreas Tony Soegiharto, Ariel Arif Atmadja, dan Hadiyanto**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- A. 18** PENGARUH KONTROL SUHU DAN HUMIDITY TERHADAP PROSES PENGERINGAN SELEDRI (*Apium graveolens*) DENGAN *TRAY DRIER*, **Ulfah Mediaty Arief^{*}, Aji Prasetyaningrum^{**}, Saptariana^{*} Agus Suryanto^{*},^{*}**

Jurusan Teknik Elektro Fak. Teknik Universitas Negeri Semarang, **) Jurusan Teknik Kimia Fak. Teknik Universitas Diponegoro

- A. 19** PERPINDAHAN PANAS DAN MASSA PADA EVAPORASI *VINASSE* DI DALAM *FALLING FILM EVAPORATOR* DENGAN ADANYA ALIRAN UDARA, **Suhadi, Altway A., Susianto, Budhikarjono K.**, Labperpanmass Jurusan Teknik Kimia, F.T.I., ITS
-

B. Kinetika Reaksi dan Katalisis

- B. 01** KINETIKA REAKSI DEASETILASI KITIN LIMBAH UDANG BERBANTUKAN ULTRASONIK, **Zainal Arifin, Dedy Irawan, Yuliana Dumais**, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda
- B. 02** PEMANFAATAN GLISEROL MENJADI GLISEROL KARBONAT MENGGUNAKAN KATALIS PADAT INDION 255 NA, **Herian Fahlawan, Sigit Sulistiono, Agung Surya Saputra, Khoirul Huda, Dhiaunnaser Asshobar, Nuryoto dan Jayanudin**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
- B. 03** DEGRADASI SELULOSA MENGGUNAKAN PROSES HIDROTERMAL DENGAN *PRE-TREATMENT* SONIKASI DALAM LARUTAN BERKATALIS, **Zaky Darmawan, Hamam Sahroni, Novi E, Sumarno**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
- B. 04** OPTIMASI KATALIS PROMOTOR GANDA BERBASIS $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ PADA TRANSESTERIFIKASI MINYAK SAWIT, **Achmad Roesyadi¹, Ignatius Gunardi¹, Nyoman Puspa Asri², Santi Dyah Savitri¹**, ¹Laboratorium Teknik Reaksi Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS), ²Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas W.R. Supratman (Unipra)
- B. 05** AKTIVITAS KATALIS $\text{CaO/KI}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ PADA TRANSESTERIFIKASI MINYAK SAWIT DALAM REAKTOR *Fluidized Bed*, **Ignatius Gunardi, Achmad Roesyadi, Sunu Ria Puspitaningati, Renata Permatasari, Santi Dyah Savitri**, Laboratorium Teknik Reaksi Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS)
-

C. Bioteknologi dan Bioproses

- C. 01** PEMANFAATAN LIMBAH AIR KELAPA SEBAGAI MEDIA PEMERAS DALAM PRODUKSI VIRGIN COCONUT OIL SECARA FERMENTASI ALAMI BERBASIS RAMAH LINGKUNGAN, **Andi Aladin¹, Setyawati Yani¹, Nurjannah¹, Indah Yuni dan Agustina Wangsa²**, ¹Jurusan Teknik Kimia Fak. Tek Industri Universitas Muslim Indonesia (UMI) Makassar, ²Mahasiswa S2 Teknik Kimia PPs UMI Makassar
- C. 02** PENGARUH VARIASI pH DALAM PROSES FERMENTASI BAGAS TEBU MENJADI GAS HIDROGEN MENGGUNAKAN *ENTEROBACTER AEROGENES*, **Arief Widjaja, Setiyo Gunawan, Aliyah Purwanti, Arief Rahmatullah, Alfariesta Gusti Gilang Ramadhan, Andika Dwi Hermawan**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
- C. 03** PEMBUATAN ETANOL DARI NIRA SIWALAN (*Borassus flabellifer L*) DENGAN PROSES FERMENTASI EKSTRAKTIF SECARA IMMOBILISASI SEL DALAM PACKED BED BIOREACTOR, **Astuti Lisa Wardany, Azlina**
-

- Tyara Putri, Tri Widjaja**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
- C. 04** PENGGUNAAN *PRETREATMENT* BASA PADA PROSES DEGRADASI ENZIMATIK AMPAS TEBU UNTUK PRODUKSI ETANOL, **Azizah Ayu Kartika , Hikmatush Shiyami Mariana, Arief Widjaja, dan Mulyanto**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- C. 05** BIODKATALIS METODE KO-IMOBILISASI GLUCOAMYLASE DENGAN *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* UNTUK PEMBUATAN BIO-ETANOL DARI SORGHUM (*sorghum bi color*) DENGAN REAKSI SIMULTAN HIDROLISA DAN FERMENTASI, **Dyartanti, E.R., Margono, Nura, S.A. dan Ramadhani,A.N.**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
- C. 06** PRODUKSI MINYAK NILAM MELALUI METODE FERMENTASI MENGGUNAKAN KAPANG *PANEROCHAETE CHRYSOSPORIUM*, **Sri Rulianah**, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang
- C. 07** ISOLASI DAN PEMURNIAN SENYAWA AKTIF YANG DIHASILKAN OLEH JAMUR ENDOFIT TANAMAN KAKAO, **Rofiq Sunaryanto dan Anis H Mahsunah**, Balai Pengkajian Bioteknologi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi BPPT
-

D. Teknologi Pangan

- D. 01** FITOKIMIA DAN PERANANNYA PADA PANGAN FUNGSIONAL, **Suharwadji Sentana**, Bidang Fisika Industri dan Lingkungan Pusat Penelitian Fisika LIPI
- D. 02** KEMAMPUAN *EDIBLE FILM* PATI GANYONG (*Canna edulis Kerr.*) BERANTIMIKROBA DAN BERANTIOKSIDAN EKSTRAK BAWANG (*Allium sativum*) DALAM MENGHAMBAT KERUSAKAN SOSIS, **Dyah Hesti Wardhani, Ratna Paramitha Sari, dan Septia Tri Wulandari**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- D. 03** CHARACTERIZATION AND ISOLATION OF VITAMIN E ISOMERS FROM PALM-FATTY ACID DISTILLATE (PFAD) BY UV-VIS, HPLC, AND COLUMN CHROMATOGRAPHY, **Sabrina Aprilisa Martha, Ferry F. Karwur, Ferdy S. Rondonuwu**, CARC Laboratory, Biology Postgraduate Program, Satya Wacana Christian University
- D. 04** PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI TEPUNG DAN PATI UBI JALAR UNGU, **Ariestya Arlene, Anastasia Prima K., dan Willy Lukas**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan
- D. 05** PENGGUNAAN STARTER PADA INDUSTRI PENGOLAHAN MOKAF DAN KELEBIHANNYA, **Suharwadji Sentana**, Bidang Fisika Industri dan Lingkungan Pusat Penelitian Fisika LIPI
- D. 06** KAJIAN PROSES PEMBUATAN DAN KARAKTERISTIK BERAS ANALOG UBI JALAR (*Ipomea Batatas*), **Hasnelly, M. Supli E., dan Putri Silvia P**, Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung
- D. 07** SIFAT FUNGSIONAL PATI GANYONG (*Canna edulis Kerr*) TERMODIFIKASI SECARA HIDROTERMAL, **Dyah Hesti Wardhani, Olivia Anastria, dan Maila Yesti Kuswandari**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
-

- D. 08** PENGARUH PENAMBAHAN CHITOSAN PADA PEMBUATAN *BIODEGRADABLE FOAM* BERBASIS PATI JAGUNG DAN PATI SINGKONG, **Nanik Hendrawati**, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang
- D. 09** SUHU PEMANGGANGAN DAN PERBANDINGAN JENKOL DENGAN TEPUNG TERIGU TERHADAP KARAKTERISTIK COOKIES JENKOL (*Pithecolobium jiringa*), **Thomas Gozali, Supli.Efendi, Hendra Abdul Buchori**, Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan
- D. 10** ACETYLATION OF GADUNG (*Dioscorea hispida Dennst*) FLOUR USING ACETIC ACID GLACIAL: EFFECT OF REACTION TIME ON SWELLING POWER AND SOLUBILITY, **Andri Cahyo Kumoro^{1,2}, Rizka Amalia^{1,2}, Catarina Sri Budiwati¹, Diah Susetyo Retnowati¹ and Ratnawati¹**, ¹Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Diponegoro University, ²Master of Chemical Engineering Program, Faculty of Engineering, Diponegoro University
- D. 11** PENGARUH KONSISTENSI SUSPENSI DAN KONSENTRASI OKSIDATOR H₂O₂ TERHADAP SIFAT FUNGSIONAL TEPUNG UMBI TALAS BOGOR (*Colocasia esculentum (L) Schott*) TEROKSIDASI, **Dessy Ariyanti dan Catarina Sri Budiwati**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- D. 12** DIVERSIFIKASI MINYAK CENGKEH MENJADI FINE CHEMICAL, **Widayat¹, Bambang Cahyono², Hadiyanto¹, dan Ngadiwiyono²**, ¹Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang, ²Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro Semarang

E. Perancangan Proses dan Alat Proses

- E. 01** METODE PEMARUTAN DAN PEMERASAN KELAPA DALAM PRODUKSI VIRGIN COCONUT OIL SECARA FERMENTASI ALAMI BERBASIS RAMAH LINGKUNGAN, **Lastri Wiyani¹, Andi Aladin^{*1}, Abdullah², Mustafiah³ dan Rahmawati³**, ¹ Jurusan Teknik Kimia Fak. Tek Industri Universitas Muslim Indonesia (UMI) Makassar, ² Jurusan Budidaya Pertanian, Fak. Pertanian UMI Makassar, ³ Mahasiswa Teknik Kimia Fak. Tek Industri UMI Makassar
- E. 02** PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP PEMBUATAN KARBON HITAM DARI BAMBU ORI DAN PETUNG UNTUK BAHAN TINTA FOTOKOPI, **Paiman Jhony, Hosta Ardhyanta, Andromeda Dwi Laksono, Gita Novian Hermans dan Aulia Fajrin**, Jurusan Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- E. 03** PRODUKSI GAS HIDROGEN DENGAN PEMANFAATAN GELOMBANG RADIO *SHORTWAVE* (SW), **Silvana Dwi Nurherdiana, Maulita Dismayanda, Rangga Aji Baskara, Nuari Wahyu Dwi Cahyani dan Hamzah Fansuri**, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- E. 04** PENINGKATAN LAJU REAKSI GLISEROL MENJADI GLISEROL KARBONAT MENGGUNAKAN KATALIS PADATAN DIDALAM REAKTOR BERPENGADUK, **Hilman Ibn Mahdi, Eka Irawan, Nuryoto, Jayanudin**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
- E. 05** DESAIN PROTOTIPE *ROTARY DRYER* UNTUK PROSES *UPGRADING* BATUBARA LIGNIT KALIMANTAN TIMUR, **Mardhiyah Nadir*, Muhammad Syahrir*, Bahtiar****, *Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda, ** Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Samarinda
- E. 06** EVALUASI METODE PENGERINGAN VAKUM-*FREEZE DRYING* PADA TEKanan PENGERINGAN DAN KETEBALAN CAIRAN SAMPLE YANG

- BERBEDA TERHADAP KARAKTERISTIK FUNGSIONAL TEPUNG PUTIH TELUR, **A. Hintono¹, Sutaryo¹, Nahariah² A.M.Legowo¹**, ¹ Program Studi Ilmu Peternakan Fakultas Peternakan dan Pertanian UNDIP Semarang, ²Laboratorium Daging dan Telur Fakultas Peternakan Unhas Makassar
- E. 07** PENGEMBANGAN MODEL ALAT PENYULINGAN UNTUK PRODUKSI MINYAK ATSIRI JERINGAU (*Acorus Calamus*), **Lyse Bulo, Maxie Djonny, Rosalia Sira Sarungallo**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Paulus
- E. 08** STUDY STABILITAS DAN EFEK PENAMBAHAN STABILIZER DALAM MEREDUKSI DEKOMPOSISI HIDROGEN PEROKSID, **Lino Meris R, Dimas Jouhari A.M, Rizka Yuliani P, Juwari dan Renanto**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- E. 09** ALAT PENERANG KABUT (*SPRAY DYER*) UNTUK PEMBUATAN ZAT WARNA ALAMI DARI KULIT KAYU MAHONI, KULIT KAYU TINGI, DAN KULIT KAYU SOGA JAMBAL DALAM BENTUK KONSENTRAT TINGGI, ¹**Paryanto, ¹ Agus Purwanto dan ²Ahmad Yunus**, ¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik UNS, ²Fakultas Pertanian UNS
- E. 10** UJI PEMANFAATAN TANIN DARI EKSTRAK DAUN TEMBAKAU SEBAGAI INHIBITOR KOROSI PADA BAJA LUNAK, **Marta Pramudita, Utami Ledyana, dan Aditya Fajar**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten.
-

F. Konservasi dan Efisiensi Energi

- F. 01** BLENDING BATUBARA HASIL FLOTASI DENGAN BATUBARA BITUMINOUS, **Andi Aladin, Abdul Makhsud, Mandasini, dan Bambang Sardi**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Industri Universitas Muslim Indonesia, Makassar
- F. 02** PRODUCTION OF BIODIESEL FROM ACTIVATED SLUDGE, **Phuong Lan Tran Nguyen, Alchris Wu Go, Aning Ayucitra, Suryadi Ismadji and Yi-Hsu Ju**, Department of Chemical Engineering National Taiwan University of Science and Technology
- F. 03** PEMANFAATAN BIOMASSA AMPAS TEBU (BAGGASE) SEBAGAI BAHAN BAKAR RENEWABLE PADAT SIAP PAKAI DENGAN METODE TOREFAKSI DAN DENSIFIKASI, **Yuniar Venta T.P., Ayu Sameswari Sasongko dan Trividiati Khusnul Ilmiah**, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- F. 04** OPTIMASI PENCAMPURAN ADITIF DAN BATUBARA DENGAN METODE *SPRAYING* PADA PROSES *UPGRADING* BATUBARA LIGNIT KALIMANTAN TIMUR, **Yuli Patmawati, Damianus Samosir, Suwanto**, Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda
- F. 05** POTENSI GASIFIKASI BIOMASSA SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF DI PROVINSI JAWA TENGAH: MODEL PENGEMBANGAN BERBASIS MASYARAKAT, **Agus Wariyanto, Wahyudi Hariyanto, Kuscahyo Budi Prayogo**, Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbang) Provinsi Jawa Tengah
- F. 06** PENINGKATAN KADAR LIPID PADA ALGAE *CHLORELLA VULGARIS* DAN *BOTRYOCOCCUS BRAUNII* KARENA PENGARUH PENAMBAHAN LOGAM BERAT (Cu dan Cd) DAN SALINITAS PADA LIMBAH INDUSTRI PT. SIER., **Nuniek Hendriane, S. R. Juliastuti, Ayu Dina E., dan Firdausil J.**, Jurusan
-

- Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- F. 07** PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK BIJI RANDU MENGGUNAKAN KATALIS KOH KULIT RANDU SEBAGAI UPAYA *GREEN ENERGY AND TECHNOLOGY*, **Mudzofar Sofyan, Ayu Chyntia, Prafitra Asih R.S.P., Ilham Tanjung dan Zeno Rizqi**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
- F. 08** EVALUASI KINERJA *CRUDE DISTILLATION UNIT* MENGGUNAKAN INTEGRASI PANAS DENGAN MEMPERTIMBANGKAN ASPEK *PRESSURE DROP* UNTUK MEMPEROLEH KEUNTUNGAN MAKSIMUM, **Moch. Hasan, Nadiar Chairani Rahamri, dan Renanto Handogo**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Semarang
- F. 09** PENGARUH TEKANAN HIDROGEN DAN WAKTU REAKSI TERHADAP PROSES DAN HASIL KONVERSI PADA PENCAIRAN BATUBARA PERINGKAT RENDAH, **Harli Talla, Wayan Warmada, Sugeng Spto Surjono, Hendra Amijaya**, Jurusan Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- F. 10** JARINGAN PERTUKARAN MASSA DENGAN 2-RICH STREAM DAN 2-LEAN STREAM PADA KOLOM ABSORBER TERINTEGRASI SWEETENING COG, **Angga Wahyu Wicaksono, Frestia Utami, Juwari, dan Renanto**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- F. 11** DISTRIBUSI PRODUK PADA PIROLISIS GAMBUT DARI AREA KECAMATAN MUARA BADAK KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA KALIMANTAN TIMUR, **Sitti Sahraeni, Harjanto, Irmawati Syahrir, Sophia Auliasari**, Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda

G. Sistem Kontrol dan Dinamika Proses

- G. 01** DESAIN PENGENDALI MIMO IMC 2x2 PADA FUNGSI TRANSFER PROSES KOLOM DISTILASI WOOD & BERRY, **Muhammad Baqir, Citra Bagus Pamungkas, Renanto, Juwari**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- G. 02** SIMULASI ABSORPSI REAKTIF CO₂ SKALA INDUSTRI DALAM KONDISI NON-ISOTHERMAL DENGAN PELARUT K₂CO₃ BERKATALIS, **Nur Ihda Farihatin Nisa, Firsta Hardiyanto, Hendi Riesta Mulya, Ali Altway dan Susianto**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- G. 03** TUNING PARAMETER PENGENDALI MIMO IMC PADA PROSES QUADRUPLE TANK, **Sony Ardian Affandy, Fariz Hidayat, Renanto, Juwari**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- G. 04** PENGGUNAAN RATIO CONTROL PADA SISTEM DUA DAN TIGA ALIRAN DENGAN MENGGUNAKAN SIMULASI ASPEN HYSYS, **Indrawan Pinandita, Aditya Anugerah Putra, Juwari, dan Renanto**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- G. 05** Analisa Kestabilan Berbagai Fungsi Transfer Proses dengan Kriteria Kestabilan Nyquist Menggunakan Program MATLAB, **Ahmad Misfa Kurniawan, Amelia Djafaar, Renanto, dan Juwari**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

H. Sistem Kontrol dan Dinamika Proses

- H. 01** KOPOLIMERISASI CANGKOK *STARCH* TERAKTIFASI PADA MONOMER SYNTHETIC MELALUI METODE ATRP (*ATOMIC TRANSFER RADICAL POLYMERIZATION*), **A.S. Handayani, M. Chalid, Emil Budianta, Dedi Priadi**, Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Indonesia, Banten
- H. 02** KOMPOSIT MEMBRAN ABS TERSULFONASI UNTUK PEMFC, **Nur Hidayati, Herry Purnama, Siti R. Nihayati, dan Fathekah L.N. Wati**, Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta
- H. 03** PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI LIMBAH KULIT PISANG, **Tuani Lidiawati S. , Lanny Yovita S., Antonius Oetama, dan Samuel Raymond T.,** Pusat Studi Lingkungan Universitas Surabaya
- H. 04** DEGRADASI KITOSAN PADA PROSES HIDROTERMAL BERTEKANAN CO₂ SUPERKRITIS DENGAN PRETREATMENT SONIKASI, **Cucuk Evi Lusiani, Meta Maya Sari, dan Sumarno**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- H. 05** PEMBUATAN *POLYURETHANE FOAM* BERBASIS *CASTOR OIL* DENGAN MENGGUNAKAN *BLOWING AGENT* KARBONDIOKSIDA, **Aunur Rofiq, Jakfar Sodik, dan Sumarno**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- H. 06** SONICATION TECHNIQUE FOR IMPROVING PROCESS IN SYNTHETIC ZEOLITE MANUFACTURING FROM RICE HUSK ASH, **Herry Purnama, Malik Musthofa, Adhen H. Akhwan, Intan K. Dewi**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- H. 07** PENGARUH *CROSSLINKING AGENT* KALSIMUM KLORIDA PADA PEMBUATAN FILM KOMPOSIT ALGINAT-KITOSAN DENGAN METODE *LAYER BY LAYER*, **Nur Rokhati, Titik Istirokhatun, Giovanni Anward, dan Yusuf Hidayat**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang
- H. 08** INTEGRASI PENYINARAN DENGAN SINAR UV PADA PROSES INVERSI FASE UNTUK PEMBUATAN MEMBRAN NON-FOULING, **Heru Susanto, Addina Pradita Nur dan Dini Karunia Sari**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang
- H. 09** PRODUCTION OF PITCH BASED CARBON FIBER FROM OIL PALM TRUNK, **Suyanto, Kotetsu Matsunaga and Kinya Sakanishi**, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Kawasan PUSPIPTEK, Serpong, Tangerang Selatan
- H. 10** KARAKTERISASI METODE ARUS PAKSA DALAM SIMULATOR PROTEKSI KATODIK SISTEM PERPIPAAN, **Nurcahyo**, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung.
-

I. Pengolahan Limbah dan Manajemen Lingkungan

- I. 01** PENURUNAN KADAR COD DAN PENINGKATAN KADAR LIPID PADA *CHLORELLA VULGARIS* DAN *BOTRYOCOCCUS BRAUNII* DENGAN VARIABEL NITROGEN, CO₂ DAN SALINITAS, **Sri Rachmania Juliastuti, Nuniek Hendrianie, Iko Premono Harimurti, Dimas Dwi Novrian**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- I. 02** PENURUNAN KANDUNGAN LIPID MENGGUNAKAN MIKROORGANISME *Rhizopus Oligosporous* DAN *Aspergillus Niger* DENGAN METODE
-

- FERMENTASI PADA PEMBUATAN KOMPOS MENGGUNAKAN LIMBAH *SLUDGE* INDUSTRI PENGOLAHAN SUSU, **Sri Rachmania Juliastuti^{*}**, **Rian Setya Budi dan Taufiqurrusydi**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- I. 03** PENGOLAHAN LIMBAH KULIT KAKAO (*THEOBROMA CACAO L.*) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI PIROLISIS DENGAN DUA SIKLUS DESTILASI, **Imam Hidayat**, Universitas Hasanudin
- I. 04** PENGARUH PENGGUNAAN INHIBITOR KERAK EDTA PADA *FOULING FACTOR* DALAM PROSES EVAPORASI LIMBAH RADIOAKTIF, **Zainus Salimin dan Endang Nuraeni**, Pusat Teknologi Limbah Radioaktif - BATAN
- I. 05** PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG UDANG SEBAGAI KITOSAN MELALUI VARIASI PADA TAHAP DEMINERALISASI DAN DEPROTEINASI, **Jayanudin, Dhena Ria Barleany, Rochmadi, Wiratni, Nasihin, dan Mela Widiawati**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten
- I. 06** KARAKTERISTIK CHAR PADA KULIT PISANG KEPOK (*MUSA PARADISIACA*) DAN SAMPAH ORGANIK PASAR SEGIRI SAMARINDA, **Novy Pralisa Putri, Imadini Nur Fadilah, Fajar Lizmawan**, Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Mulawarman, Samarinda
- I. 07** PENGALAMAN PENGOPERASIAN PROTOTYPE *PACKING ABSORBER* DI TPST BANTAR GEBANG, **Ari Susandy dan Rininta T. Noor**, Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Mulawarman
- I. 08** PENGKAJIAN ASPEK KESELAMATAN DAN EKONOMI PADA PENGELOLAAN LIMBAH CAIR AKTIVITAS TINGGI SKALA INDUSTRI, **Herlan Martono, Aisyah dan Wati**, Pusat Teknologi Limbah Radioaktif, Badan Tenaga Nuklir Nasional Kawasan Puspiptek, Tangerang Selatan
- I. 09** INVENTARISASI LIMBAH RADIOAKTIF BAHAN REFLEKTOR, PADA RENCANA DEKOMISIONING REAKTOR TRIGA MARK II BANDUNG, **Mulyono Daryoko dan Yuli Purwanto**, Pusat Teknologi Limbah Radioaktif, Badan Tenaga Nuklir Nasional Kawasan Puspiptek, Tangerang Selatan
- I. 10** ANALISA THERMOGRAVIMETRY BRIKET CHAR SAMPAH KOTA DENGAN VARIASI PEREKAT, **Dwi Aries Himawanto**, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- I. 11** PEMANFAATAN LIMBAH PADAT INDUSTRI PENGALENGAN UDANG SEBAGAI KOAGULAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TEKSTIL, **Agus Santosa, Bambang Poedjojono, Santi Dyah Savitri**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas W..R. Supratman, Surabaya
- I. 12** ANALISIS POTENSI BAHAYA SEBAGAI UPAYA PERBAIKAN SISTEM KESELAMATAN DI INDUSTRI KIMIA, **Ratna Indu Dewi, Arfi Maulana dan Yuyun Yuniati**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
- I. 13** MANAGEMENT HPNA HC UNIBON RU II DUMAI, **Budi Tri Jatmiko, Novi Lestu Sibagariang**, Hydrocracking Complex (HCC) Pertamina RU II Dumai



SERTIFIKAT

Diberikan kepada

Mohamad Djaeni

(Teknik Kimia Universitas Diponegoro - Indonesia)

atas partisipasinya sebagai

pemakalah undangan

dalam acara

SEMINAR NASIONAL REKAYASA KIMIA DAN PROSES 2013

Pengembangan Teknologi Proses Berkelanjutan dalam Pemberdayaan Sumber Daya Alam untuk Mewujudkan Ketahanan Energi dan Pangan"

Semarang, 28-29 Agustus 2013

Ketua Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik UNDIP

Dr. Ir. Budiyono, MSI

NIP. 19660220 199102 1001

Ketua Panitia

Nita Aryanti, ST., MT., PhD

NIP. 19750117 200003 2001



SEMINAR NASIONAL REKAYASA KIMIA dan PROSES 2013

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, SH Kampus Undip Tembalang-Semarang 50239
Telp.: 024-7460058; Fax: 024-76480675; email: srkp2013@live.undip.ac.id
Website: www.srkp2013.undip.ac.id



Semarang, 21 April 2013

No. : 03/K-IS/SRKP/IV/2013
Lamp. : -
Hal : Permohonan Menjadi *Invited Speaker*

Kepada
Yth. Dr Moh Djaeni

Dengan hormat,

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP akan menyelenggarakan Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2013 (SRKP 2013) yang merupakan program ilmiah tahunan sebagai media bagi para peneliti di perguruan tinggi, lembaga penelitian pemerintah dan swasta, industri dan masyarakat luas untuk saling bertukar informasi terkini mengenai hasil kajian mereka. SRKP 2013 akan diselenggarakan pada:

Hari/tanggal : Rabu-Kamis / 28-29 Agustus 2013

Waktu : 08.00 WIB - selesai

Tempat : Jurusan Teknik Kimia-FT UNDIP

Jl. Prof. H. Soedarto, SH Tembalang-Semarang 50239

Sehubungan dengan penyelenggaraan acara tersebut, maka panitia SRKP 2013 bermaksud mengajukan permohonan kepada Bapak untuk dapat menjadi *invited speaker* mengenai Peranan Teknologi Pengeringan dalam Menciptakan Ketahanan Pangan. Sebagai *invited speaker*, panitia akan menanggung semua biaya pendaftaran. Adapun untuk transportasi dan akomodasi menjadi tanggung jawab yang bersangkutan.

Atas perhatian dan dikabulkannya permohonan ini, kami ucapkan banyak terima kasih.

Hormat kami,
Ketua Panitia SRKP 2013

Dr. Nita Aryanti, ST, MT

NIP 19750117 200003 2 001





SEMIPAR NASIONAL REKAYASA KIMIA dan PROSES 2013

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, SH Kampus Undip Tembalang-Semarang 50239
Telp.: 024-7460058; Fax: 024-76480675; email: srkp2013@live.undip.ac.id
Website: www.srkp2013.undip.ac.id



Hal : Permohonan Pengiriman Makalah *Invited Speaker*

Kepada

Yth. Dr Moh Djaeni

Dengan hormat,

Berkaitan dengan penyelenggaraan Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2013 (SRKP 2013) yang semakin dekat yaitu pada:

Hari/tanggal : Rabu-Kamis / 28-29 Agustus 2013
Waktu : 08.00 WIB - selesai
Tempat : Jurusan Teknik Kimia-FT UNDIP
Jl. Prof. H. Soedarto, SH Tembalang-Semarang 50239

kami selaku panitia memohon Bapak untuk dapat mengirimkan makalah yang akan disampaikan dalam SRKP 2013 dengan format terlampir.

Demi kelancaran acara mohon untuk dapat mengirimkan makalah tersebut sebelum tanggal 1 Agustus 2013. Atas perhatian dan kerjasamanya, kami ucapkan banyak terima kasih.

Hormat kami,
Ketua Panitia SRKP 2013

Dr. Nita Aryanti, ST, MT
NIP. 19750117 200003 2 001



SISTEM PENGERING DENGAN MEDIA UDARA YANG DIDEHUMIDIFIKASI ZEOLITE SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN MUTU PRODUK BAHAN PANGAN

Mohamad Djaeni, Ratnawati, Jumali

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH, Tembalang, Semarang, 50275, Telp/Fax: (024)7460058

*Penulis korespondensi: m.djaeni@undip.ac.id

Abstrak

Pengeringan merupakan tahap yang menentukan dalam pengolahan produk bahan panga dan aditif. Meski demikian, proses pengeringan masih terkendala dengan rendahnya kualitas produk dan borosnya penggunaan energi. Untuk pengolahan bahan pangan lebih dari 50% total energi digunakan untuk pengeringan, sedangkan untuk pasca panen kebutuhan energi mencapai 70% dari seluruh rangkaian proses. Sementara itu, degradasi kualitas produk seperti rusaknya nutrisi dan vitamin, perubahan tekstur, hilangnya komponen aktif dan volatil, serta perubahan warna, terjadi akibat intervensi suhu yang tinggi selama proses.

Sistem pengering adsorpsi dengan zeolite berpotensi untuk mengatasi kendala tersebut. Pada sistem ini, udara sebagai media pengering didehumidifikasi dengan zeolite. Akibatnya, kadar air di udara turun sampai 0.1 ppm, dan suhunya naik 5 - 10°C lebih tinggi. Udara kering dan hangat ini akan mampu mempertahankan driving force pengeringan tetap tinggi, serta mempertahankan mutu produk. Pada penelitian ini, produk pangan yaitu padi, dan karaginan diujicobakan untuk mengevaluasi kinerja sistem pengeringan dengan adsorpsi. Hasil menunjukkan bahwa pada suhu 50 – 60°C, waktu pengeringan padi dua kali lebih cepat dari pengeringan biasa. Sedangkan untuk pengeringan karaginan yang dioperasikan pada suhu 60 – 80°C, penghematan waktu bisa 1 – 2 jam lebih cepat. Disamping itu, warna, tekstur, dan kandungan nutrisi, dapat dipertahankan tetap tinggi.

Kata kunci: aditif, adsorpsi, driving force, tekstur, zeolite

PENDAHULUAN

Pengeringan adalah proses yang sangat menentukan dalam proses pengolahan bahan pangan dan tanaman obat. Proses ini berguna untuk meningkatkan kemurnian produk, menjaga keawetan produk selama penyimpanan dan distribusi ke konsumen, serta mengurangi biaya transportasi. Sebagai contohnya adalah tepung susu kering dapat disimpan dalam waktu berbulan-bulan, dibandingkan dengan susu cair yang hanya bertahan 1 hari atau 1-2 minggu jika disimpan dalam keadaan dingin (Birchal *et al*, 2005). Selain itu ongkos untuk mengangkut susu bubuk kering juga 8-10 kali lebih murah dari susu cair. Sebab pada susu cair, yang diangkut 90% adalah air, sedangkan kandungan susunya hanya sekitar 5 %.

Pada saat ini, karena alasan kepraktisan dalam penggunaan, kemudahan dalam penanganan dan penyimpanannya, kecenderungan untuk mengkonsumsi dan memproduksi bahan makanan dan obat tradisional dalam bentuk instant atau serbuk kering semakin meningkat, mulai dari serbuk sari buah, sayuran, sup, saos, dan yeast, serta jamu. Hal ini tentu saja, menjadi suatu tantangan dan peluang bagaimana untuk dapat menyediakan bahan tersebut dengan kualitas yang sama atau hampir sama dengan kondisi segarnya. Tantangan ini dapat terpenuhi, jika dalam proses pengeringan, tekstur dan struktur bahan dapat dipertahankan, serta kandungan nutrisi, vitamin, dan bahan-bahan utama tidak mengalami degradasi. Perubahan yang terjadi selama proses pengeringan antara lain: berubah warna (contohnya browning, berubah warna menjadi coklat), karbonasi (terputusnya ikatan karbon sehingga warna jadi hitam), de-naturasi (seperti penggumpalan dan destruksi), reaksi enzimatik, penguapan (terutama untuk bahan volatil seperti minyak atsiri, eugenol dan gugus-gugus alkaloid), serta karamelisasi (terutama untuk gula dan glukosa, pada pengeringan diatas 120°C)) (Ratti, 2001).

Selain tantangan diatas, aspek lain yang menjadi akar permasalahan dalam pengeringan adalah borosnya energi yang digunakan (Kudra, 2004). Untuk produk bahan aditif pangan, produk makanan industri, dan obat-obatan 30-40% dari total energinya digunakan untuk pengeringan. Bahkan untuk penanganan pasca panen, 60-70% energi digunakan hanya untuk proses pengeringan. Jumlah yang besar ini, sebenarnya dapat ditekan jika efisiensi energi pada proses pengeringan dapat ditingkatkan. Saat ini, total energi efisiensi dalam pengeringan berkisar 30-60%, yang berarti bahwa energi yang harus disediakan 2-3 kali dari kebutuhan riilnya. Dengan jumlah sebesar itu, proses pengeringan menyerap sekitar 30-50% dari biaya operasi untuk pengolahan produk.

Beberapa jenis pengering moderen telah dikembangkan seperti pengering model mikrowave, radio frekuensi, pengering vakum, dan pengering bersuhu rendah (Freeze dryer) (Kudra, 2004; Kudra and Mujumdar,

2002). Pengereng tersebut mampu meningkatkan mutu produk makanan yang dikeringkan, tetapi belum efisien dari sisi penggunaan energinya (efisiensi energi 20-40%), jauh lebih rendah dibanding pengereng oven (50-60%). Bahkan selama 25 tahun terakhir inovasi teknologi pengereng itu sendiri hampir mencapai titik kejenuhan. Dengan terbatasnya sumber bahan bakar fosil, harga bahan bakar dunia yang sulit diprediksi, tingginya industrialisasi, dan kenaikan emisi karbon bumi serta perubahan iklim dunia; maka kebutuhan sistem pengereng yang efisien dan ramah lingkungan menjadi urgen di bidang teknologi pengereng (Djaeni, 2008).

Hasil positif diperoleh melalui pengereng adsorpsi dengan zeolite untuk mempercepat dan meningkatkan energi efisiensi (Djaeni *et al*, 2007; Revilla *et al*, 2002, Alikhan *et al*, 1992). Prinsip dari sistem pengereng dengan zeolite adalah udara sebagai media pengereng dikontakkan dengan zeolite pada unit adsorber sehingga air akan terserap dengan melepas panas. Oleh karena itu ada dua keuntungan yang diperoleh yaitu: udara menjadi kering dan suhu udara naik sekitar 40 - 50°C sehingga driving force proses pengereng dapat dipertahankan tinggi (Djaeni *et al*, 2007). Selain itu rentang suhu tersebut juga sangat sesuai untuk mengeringkan bahan pangan, aditif dan tanaman obat yang umumnya sensitif terhadap panas, sehingga menghasilkan produk yang bermutu tinggi.

Penelitian ini menyajikan aplikasi sistem pengereng adsorpsi dengan zeolite untuk produk pangan yaitu padi, serta karaginan dari rumput laut. Sebagai indikator, maka dievaluasi sifat fisik dan kandungan nutrisi (protein dan karbohidrat), serta kecepatan pengereng pada berbagai kondisi operasi. Hasil pengereng ini dibandingkan dengan sistem pengereng konvensional tanpa zeolite.

METODE PENELITIAN

Sistem dehumidifikasi udara dengan zeolite

Pada proses ini, sistem pengereng dilengkapi dengan dua kolom (A dan B) berdiameter 15 cm, dan tinggi 30 cm, yang berisi zeolite sebanyak 2 kg (seperti pada Gambar 1 dan 2). Kedua kolom tersebut bekerja secara shift sebagai berikut:

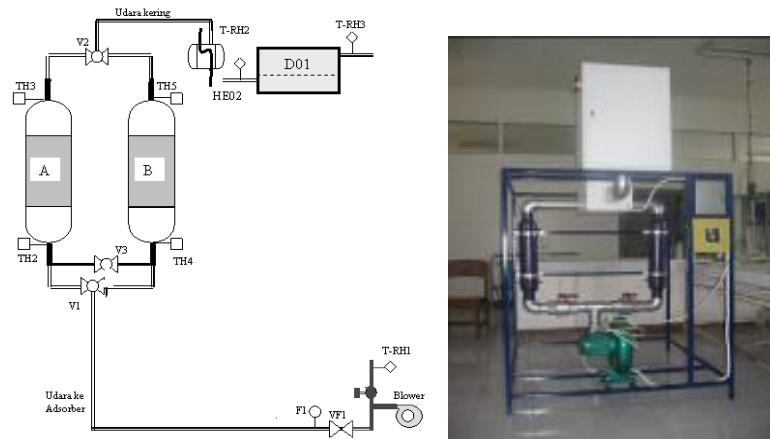
Udara luar dialirkan dengan blower ke unit adsorber (misalkan kolom A) untuk menurunkan kadar airnya. Akibat penyerapan ini maka suhu udara mengalami kenaikan 5-10°C diatas kondisi masuknya. Udara kering ini selanjutnya dipanaskan untuk mencapai kondisi yang diinginkan (misalkan 60°C) untuk proses pengereng. Untuk mengetahui zeolite sebagai adsorben sudah jenuh atau belum, dilakukan pengukuran kelembaban relatif udara dan suhu udara masuk dan keluar zeolite dengan T-RH meter (KW0600561 buatan Krisbow, Indonesia). Apabila kelembaban dan suhu pada masuk zeolite pada T-RH1 sama dengan suhu dan kelembaban relatif udara keluar zeolite T-RH2 maka zeolite tersebut telah jenuh. Setelah zeolite dalam kolom A akan jenuh air, fungsi sebagai penyerap sudah tidak dapat dijalankan. Oleh karena itu, proses penyerapan udara dialihkan ke kolom B, sedangkan zeolite dalam kolom A diregenerasi dengan pemanasan. Proses ini dilakukan secara berulang sampai waktu pengereng selesai.

Ujicoba pengereng bahan pangan

Pada penelitian ini, sistem pengereng adsorpsi dengan zeolite diujicobakan untuk pengereng karaginan dan padi. Karaginan merupakan produk olahan rumput laut sebagai aditif pada berbagai produk makanan dan minuman seperti sirup, jelly drink, selai, jenang dodol, dan agar. Sedangkan padi merupakan bahan makanan pokok dan mendasar yang harus tetap dijaga kualitas fisik dan kimianya agar menghasilkan butir yang utuh, serta memiliki tingkat rehidrasi yang tinggi saat dimasak. Selain itu kedua produk tersebut rentan/sensitif terhadap intervensi suhu karena akan mempengaruhi warna, tekstur, dan sifat kimianya. Pada proses ini akan dikaji pengaruh kondisi operasi (suhu, laju alir dan kelembaban udara, serta dimensi bahan) terhadap kualitas produk dan kecepatan pengereng.

Pengereng karaginan

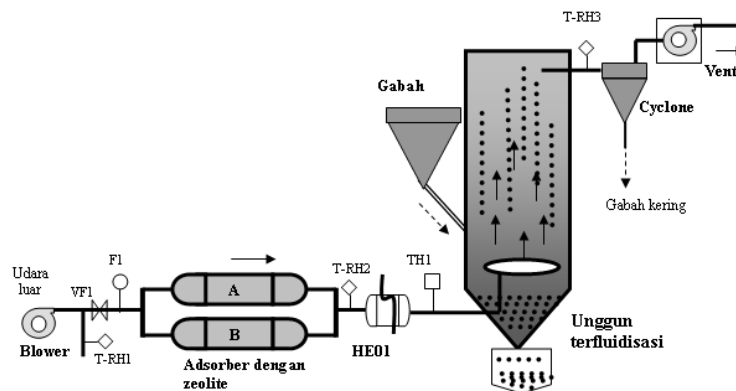
Pada proses ini karaginan diperoleh dari ekstraksi rumput laut jenis *Euchema cottoni*. Karaginan dari ekstrak rumput laut ini mengandung air 96% dengan bentuk cairan kental. Karaginan cair ini dimasukkan dalam plate berdiameter 7 cm dan dikeringkan pada alat pengereng D01 (lihat Gambar 1). Sebelum digunakan sebagai pengereng udara ini telah didehumidifikasi terlebih dahulu serta dipanaskan pada HE02 untuk mencapai kondisi pengereng. Sebagai bahan evaluasi kadar air dalam karaginan dianalisa setiap 15 menit dengan lama waktu 2 jam. Adapun variabel yang dipelajari adalah pengaruh laju alir udara, ketebalan karaginan, dan suhu operasi terhadap mutu dan kecepatan pengereng. Pada tahap ini, mutu karaginan berupa derajat keputihan diukur dengan *brightness and color meter 68-50 (TMI, USA)* and kekuatan gel diukur dengan *texture analyzer type TA1 (LLOYD Material Testing, UK)*.



Gambar 1: Sistem Pengering Adsorpsi dengan Zeolite Untuk Karaginan

Pengeringan padi

Pengeringan padi (gabah) dilakukan menggunakan unggun terfluidakan. Media pengering yang digunakan adalah udara yang telah didehumidifikasi dengan zeolite (Gambar 2). Udara luar dialirkan dengan blower berkecepatan minimal 3 m/detik (padi) ke unit adsorber (misalkan kolom A) yang berisi zeolite untuk menurunkan kelembabannya. Udara kering ini selanjutnya dipanaskan pada HE01 untuk mencapai kondisi yang diinginkan (misalkan 40°C) untuk proses pengeringan. Setelah waktu tertentu, zeolite dalam kolom A akan jenuh air. Pada kondisi ini fungsi sebagai penyerap sudah tidak dapat dijalankan. Oleh karena itu, proses penyerapan udara dialihkan ke kolom B, sedangkan zeolite dalam kolom A diregenerasi dengan pemanasan. Proses dievaluasi pada berbagai kondisi operasi (suhu dan laju udara) dengan memonitor kadar air dalam padi setiap 15 menit. Proses dihentikan ketika kadar air dalam padi mencapai 12 – 14%. Selanjutnya padi ini diuji kandungan nutrisinya, serta tingkat keutuhan pada saat digiling.



Gambar 2: Sistem Pengering Unggun Terfluidisasi dengan Zeolite Untuk Padi, Jagung atau biji-bijian

Perhitungan kecepatan dan waktu pengeringan

Dengan data kadar air tiap waktu sampling, maka difusivitas air pada bahan dapat diperhitungkan berdasarkan Boudhrioua *et al* (2003).

$$\ln \left(\frac{M_e - M}{M_e - M_0} \right) = \ln \left(\frac{8}{\pi^2} \right) - \frac{\pi^2 D t}{l^2} \quad (1)$$

Dimana t adalah waktu pengambilan sampel (detik), l the diameter atau ketebalan bahan (m), M adalah kadar air dalam bahan (kg air/kg bahan kering), and M_e adalah kadar air dalam kesetimbangan. Untuk karaginan dan padi harga M_e mengikuti persamaan GAB yang diturunkan masing-masing oleh Larotonda *et al* (2005), dan Iguaz and Virseda (2011).

$$k = \frac{Sh \cdot D}{l} \quad (2)$$

Dalam hal ini k adalah kecepatan pengeringan ($m.s^{-1}$), D adalah difusivitas air dalam bahan ($m^2.s^{-1}$), dan l adalah dimensi ukuran bahan (m), serta s adalah sekon (detik). Harga bilangan *Sherwood* (Sh) dapat diperoleh dari prosedur sebelumnya (Djaeni *et al* 2012). Berdasarkan harga k , waktu pengeringan (t_d) dapat dihitung sebagai berikut:

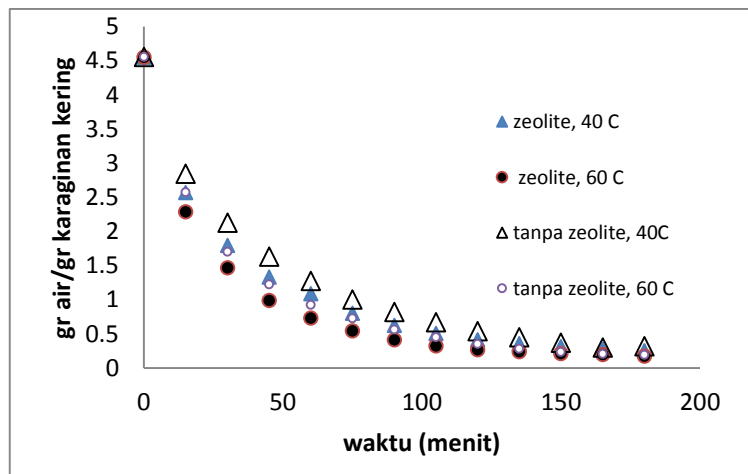
$$t_d = \frac{1}{k} \ln \left(\frac{M_0 - M_e}{M - M_e} \right) \quad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pengeringan Karaginan

Proses pengeringan karaginan dijalankan pada suhu 40 – 120°C menggunakan kecepatan udara pada pipa 0.5 – 2.0 m/detik (0.10 – 0.18 m/detik pada tray pengering), serta ketebalan karaginan 1 – 4 mm. Hasil pengeringan berupa kadar air setiap waktu sampel diilustrasikan dalam Gambar 3 untuk suhu 40°C dan 60°C. Sedangkan kecepatan pengeringan dan mutu karaginan dipresentasikan dalam Tabel 1 (untuk semua variabel proses). Dari Gambar 3, terlihat bahwa semakin tinggi suhu, semakin cepat waktu pengeringannya. Terbukti dalam waktu yang sama, pada temperatur tinggi kadar air dalam karaginan lebih kecil. Pada suhu yang lebih tinggi, molekul air akan lebih cepat bergerak, sehingga mampu mendifusi dan keluar permukaan karaginan untuk selanjutnya mengalami penguapan. Selain itu, pada suhu yang lebih tinggi kelembaban relative udara lebih kecil, yang akan mempercepat perpindahan masa air sesuai persamaan 1 - 3.

Jika dibandingkan dengan pengeringan konvensional tanpa zeolite, tampak bahwa sistem pengering adsorpsi menggunakan zeolite menunjukkan proses yang lebih cepat. Hal disebabkan bahwa zeolite akan mampu mengurangi kelembaban udara yang masuk pengering. Dengan kelembaban yang lebih rendah, maka kadar air pada kondisi seimbang yang ada dalam bahan (M_e) menjadi lebih kecil (mengikuti persamaan GAB). Sehingga, driving force proses pengeringan akan lebih tinggi (persamaan 1 – 3).



Gambar 3: Pengaruh suhu dan zeolite terhadap kecepatan pengeringan

Tabel 1 menyajikan harga difusivitas air, waktu dan kecepatan pengeringan, serta mutu karaginan yang dihasilkan pada proses pengeringan dengan zeolite. Berdasarkan tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa harga difusivitas air mengalami kenaikan pada suhu yang lebih besar mengikuti persamaan Arrhenius (Djaeni *et al*, 2012). Dengan semakin naiknya harga difusivitas maka kecepatan pengeringan akan lebih tinggi dan waktu pengeringan menjadi lebih cepat. Namun, demikian naiknya suhu akan merusak tekstur karaginan yang ditunjukkan dengan turunnya kekuatan gel dan derajat keputihan. Pada suhu yang lebih tinggi ikatan karbon pada karaginan akan rusak, dan cenderung mengarah pada karamelisasi. Selain itu, suhu yang tinggi akan meningkatkan reaksi pencoklatan atau browning (Thommessa *et al*, 2007).

Derajat keputihan dan kekuatan gel dapat dipertahankan pada operasi pada suhu rendah serta dengan meningkatkan laju alir udara dan mempertipis ukuran karaginan. Dengan laju udara yang tinggi dan karaginan yang tipis, waktu pengeringan dapat dipersingkat, sehingga kontak bahan dengan media panas dapat diminimalkan.

Tabel 1: Pengaruh kondisi operasi terhadap kecepatan pengeringan dan mutu karaginan

Kondisi operasi	$D_w \times 10^{-10} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	$k \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	Whiteness	Kekuatan gel, $\text{gr} \cdot \text{cm}^{-2}$
Suhu udara, pada laju udara $0.13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ dan tebal karaginan 2 mm				
40	1.14	4.83	53	116.0
60	1.47	5.16	50	105.1
80	1.53	5.51	44	98.8
100	1.63	5.89	40	87.5
120	1.74	6.31	36	63.0
Laju udara, pada suhu 80°C , dan tebal karaginan 2 mm				
0.105	1.53	4.94	45	88.9
0.130	1.53	5.51	48	97.8
0.157	1.53	6.03	49	99.3
0.180	1.53	6.51	50	101.7
Tebal karaginan, pada suhu 80°C , dan laju $0.13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$				
1.00×10^{-3}	1.53	5.51	50	102.0
2.00×10^{-3}	1.53	5.51	48	97.8
3.00×10^{-3}	1.53	5.51	46	91.4
4.00×10^{-3}	1.53	5.51	44	86.9

Pengeringan padi

Pengeringan padi dilakukan dengan zeolite pada berbagai suhu, laju alir udara, dan kelembaban relatif. Hasil seperti ditampilkan pada Tabel 2, menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan laju alir, kecepatan pengeringan makin besar dan waktu pengeringan makin pendek. Hal ini dapat dimengerti, karena pada kondisi suhu yang tinggi jumlah energi yang diterima padi lebih besar, sehingga memperbanyak air yang menguap. Selain itu, pada suhu yang lebih tinggi kandungan air yang maksimum yang terikat dalam padi menurun mengikuti persamaan GAB (harga M_e rendah), sehingga *driving force* terjadinya transfer masa dari padi ke udara lebih tinggi (sesuai persamaan 1 dan 2).

Tabel 2: Harga kecepatan pengeringan dan waktu pengeringan pada berbagai kondisi operasi

Kondisi operasi	D $\times 10^{-11} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	k $\times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$	Prediksi waktu pengeringan, menit
Suhu pengering, ($^\circ\text{C}$), pada laju udara $4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$			
40	0.47	0.86	305
50	0.79	1.21	187
60	1.40	1.76	116
Laju udara ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) pada suhu 50°C			
3	0.79	1.05	215
4	0.79	1.21	187
5	0.79	1.35	167

Walaupun kecepatan pengeringan tinggi, namun kenaikan suhu menyebabkan kualitas padi mengalami penurunan. Baik itu tingkat *whiteness*-nya, maupun transparansinya (Tabel 3). Pada saat dilakukan penggilingan, pada suhu operasi $>60^\circ\text{C}$, prosentase beras pecah dan menir semakin meningkat. Kandungan protein juga turun, dimana akibat suhu tinggi terjadi reaksi browning antara protein dengan gugus glukosa dalam padi yang menyebabkan warna padi menjadi agak coklat (tingkat keputihan rendah). Bukti adanya browning, ini adalah turunnya kadar amilosa dalam beras, serta menurunnya tingkat pembengkakan (swelling) dari beras saat direbus menjadi nasi (Tabel 4). Hasil dari Tabel 3 dan 4 dapat menunjukkan bahwa pengeringan dengan zeolite pada suhu rendah, mampu mempertahankan kandungan nutrisi dan fisik bahan, mendekati pengeringan dengan sinar matahari. Bahkan pada suhu 40°C , kualitas fisik beras hasil pengeringan dengan zeolite lebih tinggi dari pengeringan dengan sinar matahari.

Pengaruh kelembaban udara ditunjukkan pada Gambar 4, dimana pada proses ini kelembaban udara yang rendah akan mempersingkat waktu pengeringan secara signifikan terutama pada suhu operasi $40 - 60^\circ\text{C}$. Dengan dibatasinya suhu karena alasan penurunan kualitas, maka kelembaban relatif rendah menjadi pilihan untuk proses pengeringan padi. Oleh karena itu, pengeringan dengan zeolite memiliki potensi pengembangan yang besar guna meningkatkan kualitas produk pangan. Untuk pengeringan padi, dengan kelembaban relatif 20% dan suhu 60°C , kecepatan pengeringan sebanding pada suhu 90°C dengan kelembaban 80 - 90%. Namun demikian, pada suhu tinggi (lebih dari 80°C) pengaruh zeolite terhadap perbaikan mutu dan kecepatan pengeringan tidak besar. Karena pada kondisi ini, pengaruh suhu terhadap kecepatan pengeringan dan mutu produk sangat dominan.

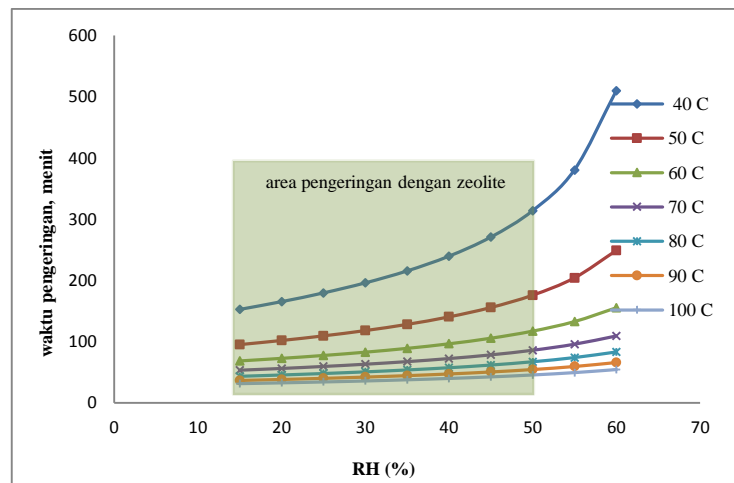
Hasil proses ini sejalan dengan pengeringan zeolite yang sebelumnya dilakukan untuk produk pangan yaitu Revila *et al* (2006) yang mengeringkan biji-bijian dengan berbagai adsorben. Dari penelitian tersebut efek zeolite dalam mempercepat pengeringan sangat besar. Sedangkan Nagaya *et al* (2006), menyimpulkan pengeringan dengan adsorben akan mampu mempertahankan mutu produk yang dikeringkan. Dibandingkan dengan penelitian padi tanpa zeolite yang dilakukan oleh Taweerarattanapanish *et al* (1999), Witinantakit et al (2006) dan Soponronnarit (1999), pengeringan padi dengan zeolite memiliki peningkatan performansi yang besar. Sebagai contoh pada sistem pengeringan unggun terfluidisasi tanpa zeolite, untuk mengeringkan padi dari 33% menjadi 15%, diperlukan waktu pengeringan kurang lebih 1 jam dengan suhu 150°C (Soponronnarit,1999). Sedangkan pada proses ini, hanya diperlukan suhu 60°C dengan kelembaban relatif udara 20% atau lebih rendah (Gambar 4).

Tabel 3. Sifat fisik beras dari gabah hasil pengeringan

Suhu Operasi, °C	Sifat Fisik							
	Whiteness/ (keputihan)	Transparansi	Kadar air	Beras Kepala	Beras pecah	Menir	Butir kapur	Rusak
40	45.3	1.65	12.60	80.40	18.87	0.73	1.53	1.41
60	45.9	1.31	12.30	78.70	19.01	2.29	2.04	1.33
80	45.2	1.04	12.20	29.87	64.47	5.66	1.74	29.87
100	40.3	0.83	11.00	13.43	65.38	21.19	1.75	0.93
matahari	45.2	1.75	13.20	79.62	19.03	1.36	1.56	1.44
60 tanpa zeolite	45.2	1.04	12.10	65.57	29.87	64.47	5.66	1.74

Tabel 4: Kandungan nutrisi beras dari gabah hasil pengeringan

Suhu Operasi, °C	Kandungan nutrisi		
	Protein	Amilosa	Swelling power
40	9.17	19.76	4.20
60	9.16	19.71	3.86
80	9.07	19.55	3.83
100	9.04	19.51	3.62
matahari	9.24	19.87	4.20



Gambar 4: Waktu pengeringan pada berbagai kelembaban relatif dengan kecepatan udara 5 m.s⁻¹

KESIMPULAN

Aplikasi proses pengeringan telah dilakukan menggunakan zeolite untuk karaginan dan padi. Hasil menunjukkan pengeringan dengan zeolite mampu meningkatkan performansi pada aplikasi suhu medium (40 – 70°C) baik kecepatan pengeringannya maupun kualitas produk yang dihasilkan. Rata-rata kecepatan pengeringan meningkat 1.5 – 2.0 kali dengan penurunan kelembaban udara dari 90% menjadi 20%. Untuk mempercepat proses pengeringan supaya sebanding dengan suhu tinggi dapat dilakukan dengan menaikkan laju udara pengering atau mempertipis ukuran bahan. Pada proses pengeringan karaginan dengan bahan yang tipis 1 – 2 mm dan laju udara 0.18 m.s⁻¹, kecepatan pengeringan akan sebanding dengan laju alir 0.10 m.s⁻¹ pada suhu 120°C. Dari sisi

mutu, pengeringan pada suhu yang rendah ini jauh lebih baik dibandingkan pada suhu yang tinggi, baik ditinjau dari sisi tekstur, kandungan nutrisi, maupun sifat fisik lainnya. Singkatnya, dehumidifikasi udara dengan zeolite, akan meningkatkan *driving force* pengeringan terutama pada suhu rendah, serta mampu mempertahankan mutu produk.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dilakukan pada Laboratorium Teknologi Proses Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Untuk analisa kualitas padi dilakukan pada Balai Besar Padi Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pertanian. Penelitian ini merupakan kompilasi dua penelitian yaitu pengembangan produk olahan rumput yang dibiayai DP2M DIKTI melalui skim MP3EI, serta pengeringan padi yang didanai skim KKP3N Kementerian Pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Alikhan, Z., Raghavan, G.S.V., Mujumdar, A.S. (1992). Adsorption drying of corn in zeolite granules using a rotary drum. *Drying Technology*, vol. 10 issue 3; 783-797
- Birchal, V.S., Passos, M.L., Wildhagen, G.R.S., and Mujumdar, A.S. Effect of spray-dryer operating variables on the whole milk powder quality. *Drying Technology* 2005, 23(3), 611-636
- Boudhrioua, N., Bonazzi, C., and Daudin, J.D (2003). Estimation of moisture diffusivity in gelatin–starch gels using time-dependent concentration–distance curves at constant temperature. *Food Chemistry* 82 (1), 139-149
- Djaeni, M. (2008). Energy Efficient Multistage Zeolite Drying for Heat Sensitive Products. Doctoral Thesis Wageningen University, The Netherlands, ISBN:978-90-8585-209-4
- Djaeni, M., Bartels, P., Sanders, J., Straten, G. van, and Boxtel, A.J.B. van. (2007). Process integration for food drying with air dehumidified by zeolites. *Drying Technology*, vol. 25, issue 1, 225-239
- Djaeni, M., Sasongko, S.B., Prasetyaningrum, A., Jin, X., and van Boxtel, A.J.B. (2012). Carrageenan drying with dehumidified air: drying characteristics and product quality. *International Journal of Food Engineering* 8(3); Article 32. DOI: 10.1515/1556-3758.2682
- Iguaz, A., and Virseda, P. (2011). Moisture desorption isotherms of rough rice at high temperatures, in *Advanced Topics in Mass Transfer*, El-Amin, M. ISBN : 978-953-307-333-0 (<http://www.intechopen.com/> accessed 18th January 2013)
- Kudra T. (2004). Energy aspects in drying. *Drying Technology*, 22(5), 917-932
- Kudra, T., and Mujumdar, A.S. (2002). *Advanced Drying Technology*. Marcel Dekker Inc., New York, USA
- Larotonda, F.D. S., Hilliou, L., Gonçalves, M.P., Alberto M. C., and Sereno, A.M.C (2005). Green edible films obtained from starch-domestic carrageenan mixtures. 2nd Mercosur Congress on Chemical Engineering and 4th Mercosur Congress on Process Systems Engineering. ENPROMER, Costa Verde, Rio de Janeiro, Brasil (<http://www.enpromer2005.eq.ufrj.br/> accessed, November 2, 2011)
- Nagaya, K., Li, Y., Jin, Z., Fukumuro, M., Ando, Y., and Akaishi, A. (2006). Low-temperature desiccant-based food drying system with air flow and temperature control. *Journal of Food Engineering* 75; 71-77
- Ratti, C. (2001). Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review. *Journal of Food Engineering* vol. 49, 311-319
- Revilla, G.O., Velázquez, T.G., Cortés, S.L., and Cárdenas, S.A. (2006). Immersion drying of wheat using Al-PILC, zeolite, clay, and sand as particulate media. *Drying Technology*, vol. 24, issue 8, 1033-1038
- Soponronnarit, S., (1999). Fluidized-bed paddy drying. *Science Asia* :51-56 (<http://www.scienceasia.org/> accessed 22nd January 2013)
- Taweerattanapanish, A., Soponronnarit, S., Wetchakama, S., Kongseri, N., and Wongpiyachon, S. (1999). Effects of drying on head rice yield using fluidization technique. *Drying Technology* 17(2); 346-353. DOI:10.1080/07373939908917535
- Thommesa, M., Blaschek, W., and Kleinebudde, P. (2007). Effect of drying on extruded pellets based on κ -carrageenan. *European Journal of Pharmaceutical Sciences* 31(2), 112-118
- Witinantakit, K., Prachayawarakom, S., Nathakaranakule, A., and Soponronnarit, S. (2006). Paddy drying using adsorption technique: Experiments and simulation. *Drying Technology*, 24 (5); 609-617. DOI:10.1080/07373930600626503