

- MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
- JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
- JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
- JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
- JURUSAN TEKNIK MESIN
- JURUSAN TEKNIK KIMIA




 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNOIN 2013



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PROSIDING
 ISBN : 978-602-14272-00



SEMINAR NASIONAL
TEKNOIN 2013
 Yogyakarta, 16 November 2013



TEKNOIN
JAPAL BANGGALAH PASTORAL HOPE CREATIVITY



S A M P U L P R O S I D I N G

SUSUNAN PERSONALIA PANITIA SEMINAR NASIONAL TEKNOIN 2013

Penanggung Jawab	: Ir. Gumbolo Hadi Susanto, M.Sc.	Dekan
Pengarah	: Wahyudi Budi Pramono, ST., M.Eng Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., MT. Dra. Kamariah, MS. Drs. Mohammad mastur, MSIE Yudi Prayudi, S.Si, M.Kom Tito Yuwono, ST., M.Sc Agung Nugroho Adi, ST., MT.	Wakil Dekan Direktur Pascasarjana MTI Ketua Jurusan Teknik Kimia Ketua Jurusan Teknik Industri Ketua Jurusan Teknik Informatika Ketua Jurusan Teknik Elektro Ketua Jurusan Teknik Mesin
Ketua Pelaksana Bendahara	: Hendra Setiawan, ST., M.T., D.Eng. : 1. Yustiasih Purwaningrum, ST., MT. 2. Erawati Lestari, A.Md.	
Reviewer	: 1. Prof. Dr. Hari Purnomo (UII) 2. Ir. Muhammad Waziz Wildan M.Sc., Ph.D (UGM) 3. Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng (ITS) 2. Ridwan Andi Purnomo, ST., M.Sc., Ph.D. (UII) 3. Dr. R.M. Faisal (UII) 4. Izzati Muhaimmah, ST., M.Sc. Ph.D. (UII) 5. R.M. Sisdarmanto Adinandra, ST., M.Sc., Ph.D. (UII) 6. Risdiyono, ST., M.Eng., D.Eng. (UII)	
Makalah & Prosiding: Koordinator	Firdaus, ST., MT. 1. Heri Suryantoro, A.Md. 2. Agus Sumarjana, ST. 3. Dian Ariyanto, A.Md. 4. Muhammad Susilo Atmodjo	
Sekretariat: Koordinator	Alvin Sahroni, ST., M.Eng. 1. Slamet Puji Astuti, A.Md. 2. Siti Amaroh, A.Md. 3. Jerry Irgo	
Sie. Acara dan Publikasi: Koordinator	Dwi Ana Ratna Wati, ST., M.Eng. 1. Suwati, S.Sos. 2. Pangesti Rahman, SE.	
Sie. Konsumsi dan perlengkapan:	1. Medilla Kusriyanto, ST., M.Eng. 2. Kasiyono, S.Kom. 3. Handry Setya Utama, A.Md. 4. Bagus Handoko, S.Pd. 5. Sri Handayani 6. Sarjudi 7. Eko Sukanto	
Pembantu Pelaksana :	1. Tri Handana 2. Muhammad Henry Himawan	

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Seminar Teknoin 2013 ini dapat terselenggara. Sejak penyelenggaraan yang pertama kali pada tahun 2004, seminar Nasional Teknoin telah menjadi agenda tahunan yang dilaksanakan dalam rangka mewujudkan misi Universitas Islam Indonesia yang memiliki komitmen pada kesempurnaan (keunggulan) dan risalah islamiyah di bidang pendidikan, penelitian, pengabdian masyarakat dan dakwah islamiyah. Perpijak pada misi tersebut, Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia berkeinginan untuk dapat memberikan kontribusi nyata melalui penyelenggaraan Seminar Nasional Teknoin 2013 yang sekaligus menjadi forum diseminasi untuk lima disiplin ilmu, yaitu: Teknik Kimia, Teknik Industri, Teknik Informatika, Teknik Elektro, dan Teknik Mesin.

Topik yang diambil pada pelaksanaan seminar nasional Teknoin tahun 2013 ini, yang juga merupakan seminar Teknoin yang ke-10 adalah "Menuju Kemandirian Teknologi Pertahanan Nasional" yang didasarkan pada pertimbangan semakin mendesaknya kebutuhan sistem pertahanan nasional yang memadahi dan handal. Untuk itu diperlukan kemandirian nasional yang tidak mungkin terwujud tanpa dukungan berbagai pihak untuk mengembangkan penelitian dan industri di bidang pertahanan nasional. Dengan kemandirian di bidang pertahanan nasional ini, akan semakin memperkuat posisi Indonesia di tingkat internasional.

Dalam seminar tahun ini, panitia menerima 96 buah makalah full paper yang berasal dari berbagai propinsi di Indonesia. Setelah dilakukan review terhadap makalah tersebut, 72 makalah dinyatakan layak untuk dipresentasikan dalam seminar nasional ini. Adapun distribusi makalah berdasarkan bidang ilmunya adalah sebagai berikut: 12 makalah di bidang Teknik Kimia, 21 makalah di bidang Teknik Industri, 7 makalah di bidang Teknik Informatika, 20 makalah di bidang Teknik Elektro dan 12 makalah di bidang Teknik Mesin.

Pada Kesempatan ini, kami sebagai ketua pelaksana menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pimpinan Fakultas Teknologi Industri UII, pimpinan Jurusan, dan pimpinan program Pascasarjana di lingkungan Fakultas Teknologi Industri UII, tim reviewer, dan segenap panitia pelaksana yang telah berusaha maksimal dan bekerjasama dengan baik hingga terlaksananya acara ini. Ucapan terima kasih kami sampaikan pula kepada Ibu Connie Rahakundini Bakrie dari Universitas Indonesia dan Bapak Hery Mochtady dari PT. Pindad yang telah meluangkan waktu untuk menjadi narasumber dalam seminar kali ini. Tidak lupa pula ucapan terima kasih kepada seluruh pemakalah serta semua pihak yang telah berpartisipasi dalam acara ini. Kami juga mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila selama ini ada sesuatu yang kurang berkenan.

Semoga dengan seminar ini, dapat lebih membuka wawasan dan ide-ide baru untuk melakukan berbagai inovasi di dalam mengembangkan teknologi di dalam negeri yang akan membawa kejayaan negeri kita ini dalam menghadapi berbagai rintangan yang muncul silih berganti. Selamat berseminar dan kami tunggu partisipasinya pada seminar nasional Teknoin selanjutnya di tahun 2014.

Wassalamu'alikum warahmatullah wabarakatuh

Yogyakarta, 16 November 2013

Ketua Panitia,

Dr. Eng. Hendra Setiawan

SAMBUTAN
DEKAN FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Assalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat pesat pada era globalisasi. Semua negara sudah merasakan dampak dari globalisasi tersebut. Globalisasi telah menyebar ke seluruh dunia dengan hasil teknologi yang telah mempengaruhi kehidupan masyarakat dunia dan menimbulkan perubahan yang sangat mendasar dalam tatanan hubungan antar bangsa.

Di bidang teknologi persenjataan, perkembangan yang ada mempunyai arti dua sisi yang saling berlawanan. Di satu sisi berimbas pada peningkatan kapasitas pertahanan Negara, dan di sisi lainnya merakibat pada semakin canggih dan variatifnya bentuk-bentuk kerawanan terhadap kedaulatan NKRI. Untuk menghadapi dan mengantisipasi situasi dan kondisi tersebut diperlukan usaha keras untuk membangun suatu teknologi pertahanan yang mandiri dengan pembekalan pengetahuan yang memadai. Melalui Seminar Nasional TEKNOIN yang bertema "Menuju Kemandirian Teknologi Pertahanan nasional" ini diharapkan terjadi pertukaran ide, konsep, dan pengetahuan di bidang teknologi pertahanan antar pusat-pusat riset yang ada dan sekaligus membangun kekuatan teknologi nasional menuju Indonesia yang lebih tangguh.

Industri pertahanan nasional saat ini baru mampu menguasai teknologi untuk level menengah dengan konten lokal tidak lebih dari 35%. Untuk itu diperlukan usaha keras untuk meningkatkan konten lokal industri pertahanan dan sekaligus berusaha untuk mampu menguasai teknologi level yang lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan rencana Kementerian Riset dan Teknologi pada bidang pembangunan industri pertahanan nasional yang menetapkan bahwa pada 2029 Indonesia diharapkan mampu memenuhi kebutuhan pokok angkatan darat, laut, dan udara TNI secara mandiri.

Sebagai sebuah forum ilmiah, seminar ini diharapkan dapat menjadi media diseminasi informasi hasil penelitian dan perkembangan terkini antar pihak dengan berbagai latar belakang, baik dari kalangan perguruan tinggi, lembaga penelitian, pemerintah/pengambil kebijakan, dan pihak industri. Diskusi antar pihak dengan berbagai perspektif ini diharapkan dapat memperluas *social networking* dan menghadirkan gambaran yang lebih lengkap atas berbagai perkembangan penelitian di bidang teknologi industri, dan pada gilirannya diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan teknologi dan pemanfaatannya bagi negara kesatuan Republik Indonesia.

Atas nama Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh panitia pelaksana yang telah bekerja keras untuk memberikan yang terbaik di acara ini. Tidak lupa pula ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi atas terselenggaranya Seminar Nasional Teknoin 2013 ini. Selamat berseminar dan semoga keberhasilan akan selalu menyertai anda semua.

Wassalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh

Yogyakarta, 16 November 2013

Dekan FTI UII

Ir. Gumbolo Hadi Susanto, M.Sc.

DAFTAR ISI
(Vol. 3 : Teknik Informatika dan Teknik Kimia)

Kata Pengantar

Ketua Panitia Seminar Nasional TEKNOIN 2013

Sambutan

Dekan Fakultas Teknologi Industri UII

Daftar Isi

Makalah Utama

- Sistem Pendukung Keputusan Rekomendasi Pengadaan Buku Perpustakaan PENS Dengan Metode AHP** C-1
Wiratmoko Yuwono
- Variasi Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi Dalam Mendukung Bisnis Industri Kecil Menengah** C-6
Panji Wishnumurti, Achmad Djunaedi, Wing Wahyu Winarno
- Rancang Bangun Aplikasi Wireless Controller Untuk Perangkat-Perangkat Hotspot Berbasis DD-WRT** C-14
Idris Winarno, Fitri Setyorini
- Penggunaan Sistem Cerdas untuk Mengenali Dosen S2 TE UGM pada Lingkungan *User Context Aware*** C-19
Amarudin, Widyawan, Warsun Najib
- Pengelompokan Koperasi Untuk Analisis Kesehatan Koperasi Menggunakan Fuzzy C-Means (Studi Kasus Dinas Koperasi Dan UMKM Kabupaten Jember)** C-27
Budi Satria Bakti, Sri Kusumadewi
- Adaptive E-Marketing Produk UMKM Berbasis Service Oriented Architecture** C-34
Wiharto, Wisnu Widiarto, Abdul Aziz
- Pemanfaatan Seed Region Growing Segmentation dan Momentum Backpropagation Neural Network untuk Klasifikasi Jenis Sel Darah Putih** C-41
Nurchaya Pradana T.P., Esti Suryani, Wiharto

Perhitungan Konsentrasi Polifenol Terekstrak (CAL) dan Koefisien Transfer Massa Volumetris Overall (kca) pada Leaching Polifenol dari Kulit Apel Malang dengan Pelarut Metanol-HCl 1% pada Berbagai Diameter Partikel Eni Budiyati, Tri Utami	D-1
Pengaruh Konsentrasi Ekstrak abu dan Waktu Perebusan Terhadap Kuat Tarik Serat Pada Proses Delignifikasi Bambu Apus (<i>Gigantochloa apus</i>) dengan Ekstrak Abu Kelopak Batang Pisang Endah Sulistiawati, Imam Santosa	D-7
Pembuatan Serat Tekstil Alami Dari Pohon Pisang Dengan Proses Delignifikasi Menggunakan Ekstrak Abu Limbah Pohon Pisang Dan Identifikasinya Imam Santosa	D-12
Pemanfaatan Limbah Batang Pisang (<i>Musa</i> sp.) di Kalimantan Selatan sebagai Alternatif Bahan Baku Pembuatan Kertas Chairul Irawan, Dwita Ariyanti, Pradifta Hernanda	D-17
Pengembangan Model Matematik untuk Memperoleh Tegangan Permukaan Larutan Zat Warna pada Pencelupan Benang Kapas Dalyono	D-24
Teknik Inaktivasi Enzim Gaultherase dan Ekstraksi Gaultherin secara simultan dengan pelarut Etanol merupakan salah satu cara untuk pengambilan Gaultherin dari Gandapura (<i>Gaultheria Fragrantissima</i>) Priyono Kusumo, Mega Kasmiyatun, Mohammad Endy Yulianto	D-28
Identifikasi Spektroskopi pada Adsorpsi NO₂ Menggunakan Katalis CuO/Zeolit Alam Arif Hidayat, Sutarno	D-32
Produksi Glukosa dari Limbah Serat Kelapa Sawit dengan <i>Diluted-Acid Hydrothermal Treatment</i>: Konversi dan Karakterisasi Iryanti Fatyasari Nata, Rahayu Khairunnisa, Fatimah	D-36
Kinerja Kombinasi Dari Alat Pirolisis Dengan Destilasi Secara Sinambung Dalam Memproduksi Asap Cair Tempurung Kelapa Siti Jamilatun, Maryudi, Martomo Setyawan	D-40
Produksi Ultrafine Ammonium Perkhlorat Menggunakan Spray Dryer: Pendekatan Similaritas Mohamad Djaeni, Cynthia Anggi Maulina*, Ahdayani Rosarrah*, Nurul Asiah**, Ratnawati	D-45
Pengaruh Konsentrasi Umpan Terhadap Kinetika Reaksi Depolimerisasi Karagenan Berbantu Ultrasonik Ratnawati, Aji Prasetyaningrum, Dyah Hesti Wardhani	D-49
Proses Degumming dengan Perendaman Dalam Larutan Asam Sebagai Usaha Peningkatan Mutu Serat Nanas Sukirman dan Faisal RM	D-54



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



SERTIFIKAT

MEMBERIKAN PENGHARGAAN KEPADA

Mohamad Djaeni

ATAS KEIKUTSERTAANNYA SEBAGAI

Pemakalah

Seminar Nasional Teknoin 2013

"MENUJU KEMANDIRIAN TEKNOLOGI PERTAHANAN NASIONAL"

YOGYAKARTA, 16 NOVEMBER 2013



DEKAN FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

IR. GUMBOLO HADI SUSANTO, M.Sc.

SEMINAR NASIONAL
TEKNO'IN 2013
KETUA PANITIA,

DR. ENG. HENDRA SETIAWAN, ST., MT

Produksi Ultrafine Ammonium Perkhlorat Menggunakan Spray Dryer: Pendekatan Similaritas

Mohamad Djaeni, Cynthia Anggi Maulina*, Ahdayani Rosarrah*, Nurul Asiah**, Ratnawati

*Mahasiswa program S1, ** Mahasiswa Program S2

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jalan Prof. Soedarto, SH. Semarang 50239, Telp/Fax : (024) 7460058

e-mail : mzaini98@yahoo.com, ratnawati_hartono@yahoo.com, nurul.tekim@gmail.com

Abstract—Peningkatan kebutuhan Ammonium perkhlorat (AP) sebagai bahan propelan untuk bahan bakar roket mendorong inovasi teknologi proses produksinya. Dalam penelitian ini, spray dryer digunakan untuk menghasilkan kristal AP berbentuk bulat dengan diameter $<170 \mu\text{m}$. Karena AP merupakan oksidator kuat dan berisiko tinggi, maka percobaan pengeringan spray dryer menggunakan larutan NaCl yang memiliki karakteristik fisik yang hampir sama dengan AP. Diameter AP akan diprediksi menggunakan secara similaritas dengan persamaan Weber. Proses pengeringan dilakukan pada kondisi laju alir udara pengering 9.1 m.s^{-1} , laju alir larutan 5.5 ml.s^{-1} dengan variasi konsentrasi AP 5, 10, 15, 20, 25 % dan suhu udara masuk 80,90,100,110,120 °C. Diameter partikel produk kering diukur menggunakan Scopeman Digital CDS Microscope MS-804 dengan perbesaran 400 kali. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi suhu semakin kecil ukuran kristal yang diperoleh. Sedangkan pada variasi konsentrasi terjadi sebaliknya. Pada konsentrasi tertinggi yaitu 20% dan suhu 100°C diperoleh diameter AP 50-60 μm .

Keywords—ammonium perkhlorat, konsentrasi, similaritas, spray dryer, suhu udara

I. PENDAHULUAN

Kemajuan dan perkembangan teknologi militer menjadi industri strategis dan memiliki peranan penting dalam sektor pertahanan keamanan negara. Perintisan Industri roket Indonesia dimulai sejak tahun 1960-an dan berhasil meluncurkan roketnya sendiri, yaitu roket Kartika 1 pada Agustus 1964. Hingga saat ini Lembaga Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) terus berupaya mengembangkan teknologi pembuatan roket yang yang handal dengan menggunakan amonium perkhlorat sebagai bahan propelan untuk bahan bakar roketnya.

Amonium perkhlorat (AP) merupakan bahan oksidator pada propelan yang diperoleh dari reaksi antara sodium perkhlorat hasil elektolisa garam NaCl dengan amonium klorida, dan dikristalkan dari air sebagai garam anhidrat [1,2,3,4,5]. Produksi Kristal AP oleh LAPAN diproses dengan metode pendinginan “alamiah” dari suhu larutan AP 90°C didinginkan hingga 30°C. Teknik pendinginan seperti ini menghasilkan kristal AP yang cenderung berbentuk jarum (*needle crystal*). Selain itu, kemurnian kristal yang dihasilkan relatif rendah yaitu 97%, sehingga diperlukan pemurnian (rekristalisasi) untuk mendapatkan kemurnian yang lebih tinggi, yaitu antara 99.5% hingga 100% [6].

Kendala utama dalam produksi AP adalah belum dikuasanya sistem kristalisasi AP yang menghasilkan partikel yang memenuhi spesifikasi bahan bakar roket. Spesifikasi yang dimaksud adalah kristal AP yang berbentuk bola dengan ukuran 100-170 μm . Dengan ukuran kecil dan bentuk bola ini efisiensi AP pada saat digunakan akan sangat tinggi dan resiko ledakan dapat dikurangi. Karena baik bahan bakar (logam) maupun AP dalam propelan berbentuk padat, maka kecepatan reaksi oksidasi atau pembakaran sangat ditentukan oleh ukuran partikel kedua komponen propelan tersebut. Kecepatan reaksi pembakaran semakin meningkat dengan semakin besarnya luas permukaan kontak antar oksidator dan bahan bakar. Ini bisa dilakukan dengan memperkecil ukuran partikel oksidator. Pada umumnya kecepatan pembakaran akan meningkat dengan semakin kecilnya ukuran rata-rata dari AP [7].

Metode kristalisasi menggunakan spray dryer diharapkan mampu menghasilkan kristal AP berukuran 150 – 170 mikron (100 – 80 mesh) berbentuk bulat [8,9]. Tetapan (droplet) larutan AP pada spray dryer akan berbentuk bulat karena tegangan muka. Ketika droplet kontak udara pamanas, air akan terevaporasi sehingga terbentuk kristal bulat AP cepat terbentuk. Bahkan karena dalam proses pengeringan semprot terjadi evaporasi pelarut air dengan cepat, maka kristal AP otomatis akan cepat terbentuk. Ukuran dan bentuk kristal dapat diatur dengan lebar nozzle penyemprot, kecepatan udara, maupun suhu, serta tekanan. Metode spray dryer ini telah sukses untuk produksi susu, serta ekstrak tanaman buah, obat, dan kopi [10, 11].

II. BAHAN DAN METODE

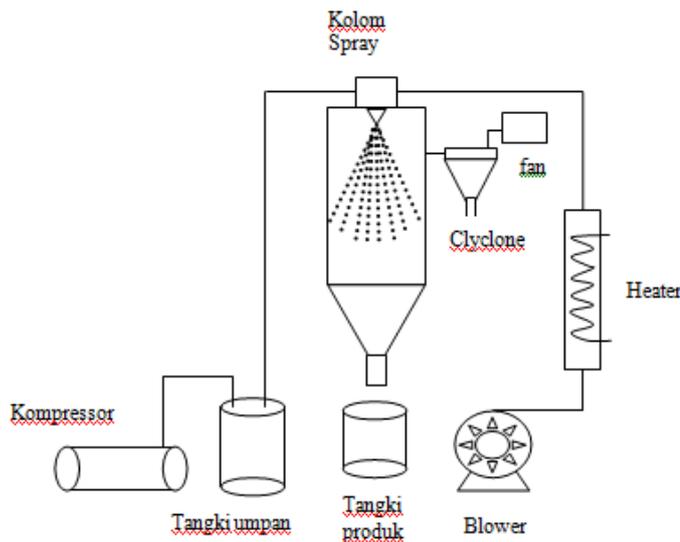
Penelitian ini menggunakan garam sebagai replika Ammonium Perkhlorat (AP). Garam dilarutkan kedalam air dengan berbagai variasi konsentrasi (5, 10, 15, 20, 25 % garam). Larutan garam ini diukur sifat fisiknya yang terdiri dari berat jenis, tegangan muka, dan viskositasnya. Parameter fisik ini nantinya yang akan digunakan untuk memprediksi diameter AP pada produk. Pada percobaan ini parameter fisik AP juga diukur pada konsentrasi yang sama dengan garam NaCl.

Larutan garam NaCl selanjutnya dimasukkan pada tangki umpan di spray dryer (gambar 1) dengan diberi udara tekan 10 – 12 bar. Karena ada tekanan maka larutan akan naik melalui pipa, sehingga umpan akan mengalir ke nozzle (ukuran 0.5

mm) pada *spray dryer* dengan laju umpan 5.5 ml.s^{-1} . Adanya tekanan udara yang besar dari kompresor menyebabkan larutan AP akan tersemprot keluar *nozzle* dan membentuk butiran. Butiran kecil dan halus ini akan kontak secara searah dengan udara pemanas yang divariasikan ($80,90,100,110,120 \text{ }^\circ\text{C}$) dengan laju alir udara pengering 9.1 m.s^{-1} yang dialirkan dari blower dan dipanasi oleh heater. Kontak udara panas dan larutan garam pada waktu tertentu akan menghasilkan kristal garam kering. Kristal ini selanjutnya diukur kadar air dan ukuran diameternya dengan *Scopeman Digital CDS Microscope MS-804* (perbersaran 400 kali). Adapun diameter AP dihitung dengan persamaan Weber [12].

$$\frac{dp}{do} = \frac{q^2}{\sigma do^3} \quad (1)$$

dimana, d_p = diameter partikel (μm), d_o = diameter orifice (μm)
 ρ = densitas larutan (gr/cm^3), q = laju volumetric (ml/s) serta
 σ = tegangan permukaan (Nm^{-1})



Gambar 1. Skema Alat Pengering Spray Dryer

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Konsentrasi Larutan

Tabel 1 menunjukkan sifat fisik larutan garam NaCl. Sedangkan tabel 2 merupakan data fisik larutan amonium perkhlorat (AP). Adapun kristal NaCl yang dihasilkan, serta kristal AP hasil perhitungan (menggunakan persamaan 1) dapat dilihat pada tabel 3. Semakin tinggi konsentrasi larutan garam maka nilai tegangan permukaan larutan tersebut menjadi semakin besar. Hal ini berpengaruh terhadap ukuran produk kering yang dihasilkan dimana menghasilkan kristal yang lebih besar.

Tegangan permukaan terjadi karena permukaan zat cair cenderung untuk menegang, sehingga permukaannya tampak seperti selaput tipis. Hal ini dipengaruhi oleh adanya gaya

kohesi antara molekul air. Pada dasarnya tegangan permukaan suatu zat cair dipengaruhi oleh beberapa factor diantaranya suhu dan zat terlarut. Dimana keberadaan zat terlarut dalam suatu cairan akan mempengaruhi besarnya tegangan permukaan [14]. Keberadaan zat terlarut dalam suatu cairan akan mempengaruhi tegangan permukaan. Penambahan zat terlarut akan meningkatkan viskositas larutan, sehingga tegangan permukaan akan bertambah besar.

Ukuran kristal NaCl hasil analisa Mikroskop CDS pada tabel 3 menunjukkan bahwa tingginya konsentrasi meningkatkan ukuran kristal garam NaCl. Contoh pengukuran dapat dilihat pada gambar 2, untuk konsentrasi garam 20% dan suhu 100°C . Dengan persamaan Weber untuk analogi berdasarkan karakteristik fisik larutan juga menunjukkan hal yang sama (tabel 3 kolom 3). Dari analisa ini dapat ditarik kesimpulan, bahwa ukuran kristal dapat ditentukan/dikontrol dengan variasi suhu atau pun konsentrasi umpan yang akan dikeringkan.

Tabel 1. Data Sifat Fisis Garam

Konsentrasi (%)	Densitas (gr/cm^3)	Viskositas (kg/cm^2)	Tegangan Muka (Nm^{-1})
5	1.001	1.308	67.700
10	1.020	1.394	67.810
15	1.059	1.618	69.210
20	1.079	1.729	69.300

Tabel 2. Data Sifat Fisis Ammonium Perkhlorat

Konsentrasi (%)	Densitas (gr/cm^3)	Viskositas (kg/cm^2)	Tegangan Muka (Nm^{-1})
5	1.025	1.643	120
10	1.051	1.319	118
15	1.078	1.351	116
20	1.108	1.301	112.06

Tabel 3. Data Diameter Garam dan Ammonium Perkhlorat pada berbagai variasi konsentrasi pada suhu 100°C

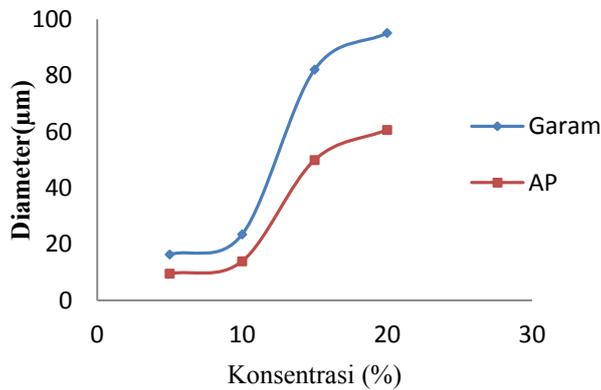
Konsentrasi (%)	Diameter kristal NaCl (μm)	Diameter kristal Ammonium Perkhlorat (μm)
5	16.307	9.475
10	23.433	13.877
15	82.087	49.890
20	95.116	60.628

Data hasil pengukuran dan perhitungan kristal garam NaCl dan AP dipresentasikan pada gambar 3. Hasil tersebut terlihat bahwa diameter Ammonium Perkhlorat mempunyai tren yang sama dengan diameter garam. Hal ini didapat dari hubungan similaritas antara Ammonium Perkhlorat dengan

garam menggunakan bilangan tak berdimensi, yaitu bilangan Weber.



Gambar 2. Hasil Pengukuran Diameter Menggunakan Mikroskop CDS



Gambar 3. Similaritas diameter garam (NaCl) dan Ammonium Perkhlorat pada suhu operasi 100 °C

Pada proses pengeringan, tegangan permukaan menyebabkan suatu perbedaan tekanan antara tetesan zat cair bagian dalam dan bagian luar. Tegangan permukaan menyebabkan lapisan cenderung untuk melakukan penyusutan atau mendapatkan luas permukaan terkecil karena bentuk ini dianggap mempunyai energi yang paling rendah (paling stabil). Sifat cenderung untuk memperkecil luas permukaan inilah yang menyebabkan tetesan-tetesan cairan berbentuk bulat. Tegangan permukaan tetesan air yang besar menyebabkan tetesan air tersebut menjadi stabil. Namun dalam proses pengeringan dibutuhkan luas permukaan yang besar. Ini berarti ukuran butiran semakin kecil namun memiliki jumlah yang banyak. Semakin banyak luas permukaan yang mengalami kontak dengan udara panas maka laju pengeringan akan semakin besar [14]. Sehingga, semakin besar konsentrasi larutan maka tegangan permukaannya akan semakin besar yang mengakibatkan proses pengeringan

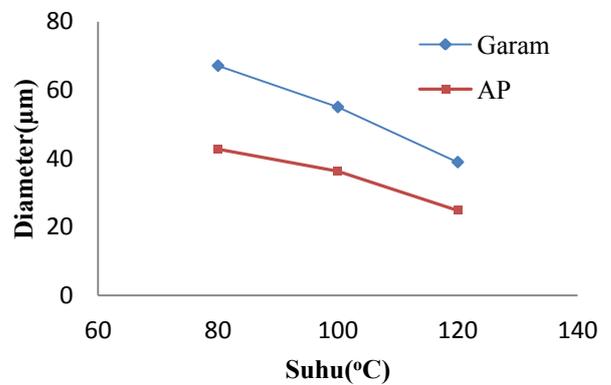
menjadi kurang maksimal sehingga diameter partikel semakin besar.

B. Pengaruh Suhu Udara Pengeringan

Pengaruh suhu terhadap ukuran kristal disajikan pada tabel 4 dan gambar 4. Semakin tinggi suhu udara pengering maka kelembaban relative udara akan semakin rendah sehingga menyebabkan transfer panas dan massa antara udara dan larutan garam akan semakin besar. Hal ini menyebabkan kadar air garam yang dihasilkan akan semakin berkurang. Sehingga semakin besar suhu maka kadar air dalam garam yang dihasilkan semakin berkurang. Hal ini sejalan dengan percobaan yang dilakukan oleh Luwangmawalat [15].

Tabel 4. Diameter Garam dan Ammonium Perkhlorat Pada konsentrasi 20 %

Suhu (°C)	Dp Garam (µm)	Dp Ammonium Perkhlorat (µm)
80	67.144	42.79
100	55.054	36.289
120	38.966	24.837



Gambar 4. Diameter Garam (NaCl) dengan Ammonium Perkhlorat pada konsentrasi 20%

Laju transfer panas berbanding lurus dengan suhu, sehingga semakin tinggi suhu maka laju transfer panas akan semakin tinggi yang menyebabkan penguapan air dari bahan besar sehingga kadar air pada produk garam semakin rendah [16,17]. Efeknya terhadap bentuk butiran adalah pengerutan akan terjadi dan ukuran produk semakin kecil (tabel 4 dan gambar 4). Dengan demikian semakin tinggi suhu operasi, maka diameter produk yang dihasilkan akan semakin kecil.

IV. KESIMPULAN

Konsentrasi dan suhu operasi pengeringan sangat berpengaruh terhadap ukuran diameter produk yang dihasilkan. Semakin kecil konsentrasi larutan, maka diameter partikel yang dihasilkan akan semakin kecil. Suhu

pengeringan yang semakin besar membuat diameter partikel yang dihasilkan semakin kecil. Pengeringan pada konsentrasi yang paling rendah, yaitu 5% diperoleh ukuran diameter yang paling kecil sebesar 9.475 μm . Sedangkan pada suhu pengeringan yang paling tinggi, yaitu 120⁰C diperoleh diameter partikel AP yang paling kecil, sebesar 24.837 μm . Dapat dilihat bahwa diameter AP yang dihasilkan dari proses spray drying lebih kecil dibandingkan dengan diameter partikel AP yang terdapat di LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional), berkisar antara 100-170 μm . Ukuran partikel AP yang lebih kecil ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi dan mampu mengurangi bahaya ledakan dalam penggunaan propelan sebagai bahan bakar roket.

UCAPAN TERIMAKASIH

Program ini dilakukan dengan fasilitas dari Laboratorium Proses Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Penelitian juga mendapatkan dukungan dari LAPAN berupa inisiasi alat percobaan serta akses mendapatkan kristal Ammonium Perkhlorat untuk sampel.

REFERENCES

- [1] Schumacher J.C., 1960. Perchlorates Their Properties, Manufacture and Uses. New York: Reinhold Publishing Corporation.
- [2] Choi, P, Bassarabov, DG and Datta, R. 2004. A Simple Model for Solid Polymer Electrolyte (SPE) Water Electrolysis. *Solid State Ionics* 175 (1-4) : 535 – 539.
- [3] Sawada, S, T. Yamaki, T, Maeno, M, Asano, A, Suzuki, T. Terai and Maekawa, Y. 2008. Solid Polymer Electrolyte Water Electrolysis Systems for Hydrogen Production Based on Our Newly Developed Membranes, Part I: Analysis of Voltage Current Characteristics. *Progress in Nuclear Energy* 50 (2-6): 443 – 448.
- [4] Haryoko, B., 2006. Penelitian Pembuatan Amonium Perkhlorat dari Natrium Klorida. Laporan Penelitian. Pusat Teknologi Dirgantara Terapan, LAPAN, Rumpin-Bogor: 11 – 15.
- [5] Prianto, B., 2007. Pemurnian Larutan Perkhlorat Hasil Elektrolisis Dari Kontaminan Klorat Dengan Menggunakan Reduktor Besi Sulfat. *Prosiding SIPTEKGAN XI*. Serpong, 6 November. LAPAN: 612 – 616.
- [6] Pinalia, A. 2011. Penentuan Metode Rekristalisasi Yang Tepat Untuk Meningkatkan Kemurnian Kristal Amonium Perkhlorat (AP). *Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara* Vol. 6 No. 2 Juni 2011 :64-70
- [7] Lista, E.L., Hartupee, R.B., Manfred, R.K., and O'Neil, P.L. (1978), Coated AP, US Patent No. 4115166.
- [8] Shabde, VBE. 2006. Optimal Design And Control Of A Spray Drying Process That Manufactures Hollow Micro-Particles. A Dissertation In Chemical Engineering, Submitted to the Graduate Faculty of Texas Tech University
- [9] Wilcox, D and Berg, M. 1994. Microsphere fabrication and applications: an overview. *Material Research Society*
- [10] Ratti C (2001). Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review. *Journal of Food Engineering* vol. 49, 311-319
- [11] Mujumdar, AS. 2004. *Guide To Industrial Drying Principles, Equipment Andnew Developments*. IWSID-2004, Mumbai, India 2004
- [12] Perry, R. 1997. *Chemical Engineer's Handbook*. New York. Mc Graw Hill Book Company.
- [13] Hidayati, S. 2009. Pengaruh Rasio Mol, Suhu dan Lama Reaksi terhadap Tegangan Permukaan dan Stabilitas Emulsi Metil Ester Sulfonat dari CPO. *Jurnal Teknologi dan Industri hasil Pertanian* Volume 14, No.1, Maret.
- [14] Mayani, H., Violleni, Prihadi. 2012. *Metode Pengeringan Menggunakan Metode Spray Dryer (Continous Drying)*. Univeritas Jenderal Soedirman.
- [15] Luwangmalawat, P. 2007. Effect of Tempertature on Drying Characteristics and Quality of Cooked Rice. *Journal of Food Science and Technology*: 716-723.
- [16] Hall, C. W. 1979. *Dictionary of Drying*. Dekker : New York.
- [17] Desrosier, N.W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. UI Press. Jakarta