

# PROSIDING

## Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia 2012

“The Challenge of Chemical Engineering Institutions  
in Product Innovation for a Sustainable Future”



Fakultas Teknik Universitas Indonesia  
Depok, Jawa Barat, Indonesia  
20-24 September 2012

Diterbitkan oleh:



Asosiasi Pendidikan Tinggi  
Teknik Kimia Indonesia

Disponsori oleh:



**PERTAMINA**  
LUBRICANTS



**Wika**  
PERTAMINA PT WILAJA KARYA (Persero) Tbk



Didukung oleh:



**SUEK** AG



PJS Rektor Universitas Indonesia  
**Djoko Santoso**



Yth. Para Pimpinan Fakultas Teknik Universitas Indonesia  
Yth. Para Pimpinan Departemen di Lingkungan FTUI dan UI  
Yth. Ketua dan Delegasi Asosiasi Pendidikan Tinggi Teknik Kimia Indonesia  
Yth. Ketua Federasi Industri Kimia Indonesia atau yang mewakili  
Yth. Ketua Badan Kejuruan Persatuan Insinyur Indonesia atau yang mewakili  
Yth. Para Plenary Speaker  
Yth. Para Pemakalah  
Yth. Rekan-rekan Dosen, Mahasiswa, dan Undangan lainnya

Saya merasa terhormat dapat memperoleh kesempatan untuk memberikan sambutan pada rangkaian acara Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia dan Musyawarah Nasional APTEKINDO 2012. Seperti yang kita ketahui bersama, pendidikan merupakan salah satu pilar pembangunan dan modal dasar dalam membangun peradaban bangsa. Salah satu bidang yang patut diperhatikan adalah pendidikan teknik kimia yang secara terstruktur diberikan di perguruan tinggi. Pendidikan tinggi teknik kimia telah berkembang secara pesat dan telah diimplementasikan secara luas di dunia industri. Ilmu teknik kimia perlu terus digali melalui berbagai penelitian, sehingga dapat diaplikasikan secara nyata dan komersial pada industri. Oleh sebab itu, menjadi harapan kita bersama bahwa rangkaian acara ini dapat memfasilitasi forum dunia ilmiah, industri, dan kelompok masyarakat lain untuk membahas persoalan-persoalan mendasar dan terkini dalam bidang pendidikan tinggi teknik kimia.

Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia merupakan forum ilmiah nasional periodik 3 tahunan di bidang teknologi proses. Kegiatan ini bertujuan untuk menjadi wadah mempertemukan akademisi, peneliti, ilmuwan, praktisi industri, dan mahasiswa guna mempertukarkan pikiran,

pengalaman, gagasan-gagasan baru, hasil-hasil penelitian, dan rancang bangun proses dalam bidang teknik kimia, serta untuk membahas persoalan-persoalan mendasar dan terkini dalam bidang pendidikan tinggi teknik kimia.

Dengan demikian, saya berharap rangkaian acara ini bisa menjadi usaha yang utama dalam mencapai relasi yang lebih kuat sebagai penghubung dunia ilmiah, industri, dan kelompok masyarakat lain dalam menciptakan forum komunikasi antar komunitas tersebut, serta membuka peluang kerja sama yang saling menguntungkan.

Saya ingin berterimakasih kepada APTEKINDO dan Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia untuk mengorganisir event yang sangat berharga ini, dan mendukung organisasi untuk berpartisipasi dan memberikan kontribusi nyata. Saya yakin kalian semua akan menemukan rangkaian acara ini inspiratif dan berguna. Dan dengan ini saya berharap kalian dapat memperoleh manfaat yang sebesar-besarnya.

**Depok, 20 September 2012**  
**Prof. Dr. Ir. Djoko Santoso, M.Sc.**  
**PJS Rektor Universitas Indonesia**



Ketua APTEKINDO

## Widodo W. Purwanto



Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmatNya sehingga agenda tiga tahunan yaitu **Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia (SNTKI) dan Musyawarah Nasional - Asosiasi Pendidikan Tinggi Teknik Kimia Indonesia (APTEKINDO) 2012** dapat dilaksanakan di Universitas Indonesia, Depok.

Atas nama pengurus APTEKINDO periode 2009-2012 kami menyampaikan Selamat Datang di acara SNTKI dan Munas 2012 kepada segenap pembicara utama, pemakalah, peserta seminar, mahasiswa, praktisi, undangan dan para delegasi yang mewakili seluruh Jurusan/Program Studi/Departemen Teknik Kimia di Indonesia.

Pada tahun ini APTEKINDO mengangkat tema Seminar *“The Challenge of Chemical Engineering Institutions in Product Innovation for a Sustainable Future”*. Tema ini dipilih selaras dengan “milineum ke-tiga” bidang teknik kimia yaitu Disain Produk Kimia dan keterkaitannya dengan Pembangunan Keberlanjutan serta permasalahan terkini industri kimia Indonesia.

Saya yakin bahwa SNTK dan Munas APTEKINDO 2012 merupakan salah satu forum komunikasi penting di tingkat nasional bagi para peneliti, penyelenggara pendidikan Teknik Kimia dan praktisi industri dalam rangka membahas perkembangan penelitian teknik kimia terkini, pendidikan Teknik Kimia dan industri kimia di Indonesia. Dengan adanya pertemuan ilmiah ini diharapkan dapat membangun kerjasama yang kuat diantara pemangku kepentingan Teknik Kimia dan mendukung peningkatan kualitas pendidikan Teknik Kimia, penelitian dan akhirnya dapat meningkatkan perkembangan industri kimia nasional.

Pada rangkaian acara tahun ini juga dilaksanakan untuk pertama kali Chemical Engineering Award 2012 yaitu pemberian apresiasi kepada insan Teknik Kimia Indonesia yang berprestasi dan memiliki kontribusi penting di bidang teknik kimia dengan kategori dosen, mahasiswa, dan praktisi.

Munas APTEKINDO 2012 akan membahas capaian asosiasi selama tiga tahun yaitu rekomendasi Kurikulum Inti, peningkatan kemampuan pembelajaran dosen dan publikasi Jurnal Teknik Kimia Indonesia (JTKI), dan berbagai permasalahan aktual yang dihadapi dunia pendidikan Teknik Kimia di Indonesia serta pemilihan kepengurusan APTEKINDO periode 2012-2015.

Akhirnya, kami menyampaikan terimakasih dan penghargaan yang tinggi kepada Sponsor, BKK-PII, FIKI, dosen dan mahasiswa serta manajemen di tingkat UI, FTUI dan Departemen Teknik Kimia yang telah berperan sebagai tuan rumah acara ini, anggota panitia pengarah, juri ChE. Award, editor JTKI, peserta Seminar dan Munas dan semua pihak yang membantu terselenggaranya acara ini.

Selamat melaksanakan Seminar dan Musyawarah Nasional, semoga sukses dan menghasilkan langkah penting dan nyata bagi kemajuan Pendidikan Teknik Kimia Indonesia.

**Depok, 20 September 2012**  
**Prof. Widodo W. Purwanto**  
**Ketua APTEKINDO**



Ketua Pelaksana  
**Sukirno**



Sebagai upaya turut berperan aktif membangun landasan 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. SNTKI 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. Pelaksanaan SNTKI ini merupakan salah satu upaya untuk mendeseminasi karya-karya penelitian yang dihasilkan oleh perguruan tinggi, lembaga penelitian, dan unit-unit penelitian industri di tanah air. Seminar ini disamping sebagai wahana bagi peneliti untuk berkontribusi dalam mengembangkan dan memperkaya khazanah pengetahuan, juga dimaksudkan sebagai media yang dapat menjembatani kolaborasi lebih lanjut di antara peneliti, industriawan, pemerintah, dan pengguna lainnya.

Pada tahun ini, SNTKI 2012 diselenggarakan di Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok dan mengusung tema *“The Challenge of Chemical Engineering Institutions in Product Innovation for Sustainable Future”*. Tema ini dipilih untuk memberikan wahana bagi peneliti untuk mengemukakan perkembangan terbaru hasil-hasil penelitiannya, terutama karya inovasi yang dapat diterapkan untuk kemajuan masyarakatnya secara berkesinambungan. Diharapkan karya inovasi tersebut dapat mengilhami peneliti lainnya dalam membangun laboratorium yang kuat dan berkesinambungan untuk menghasilkan karya yang makin berkualitas dan juga makin tinggi kadar teknologi

yang diciptakan sendiri, sehingga semakin mampu didalam mempolakan dan mengarahkan perkembangan sistem teknologi dan industri dalam negeri.

Dokumen ini menampung kumpulan makalah yang dipresentasikan dalam SNTKI 2012 yang berisi hasil penelitian, pengetahuan dan pengalaman dalam bidang-bidang: **rekayasa dan sistim proses kimia; rekayasa bioproses; reactor, kinetika dan katalisis; energi dan lingkungan; termodinamika dan peristiwa perpindahan; proses separasi; material dan nano teknologi; studi kasus industri dan pendidikan teknik kimia**. Dokumen ini memuat 178 makalah yang ditulis oleh lebih dari 300 penulis. Semua makalah yang dikirimkan ke SNTKI 2012 telah ditinjau oleh panitia.

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 yang dapat mengakselerasi kemajuan 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.

**Depok, 20 September 2012**  
**Dr. Sukirno**  
**Ketua Panitia Pelaksana SNTKI 2012**



## Susunan Panitia

### Panitia Pengarah

Prof. Dr. Ir. Widodo Wahyu Purwanto, DEA. (Ketua APTEKINDO)  
Ir. Nanang Untung (Ketua BKKPII)  
Ir. Hidayat Nyakman, M.Sc. (Ketua FIKI)  
Ketua Program Studi Teknik Kimia ITB  
Ketua Jurusan Teknik Kimia ITS  
Ketua Jurusan Teknik Kimia UGM  
Ketua Jurusan Teknik Kimia UNDIP  
Ketua Jurusan Teknik Kimia UNSRI  
Ketua Departemen Teknik Kimia UI  
Ketua Jurusan Teknik Kimia Univ. Riau  
Ketua Jurusan Teknik Kimia Univ. Surabaya  
Ketua Departemen Teknik Kimia USU  
Ketua Jurusan Teknik Kimia UII  
Ketua Jurusan Teknik Kimia UNS  
Prof. Dr. Ir. Mochamad Nasikin, M.Eng.  
Dr. Ir. Mahmud Sudibandriyo, M.Sc.  
Kamarza Mulia, Ph.D.

### Panitia Pelaksana

Ketua I  
Dr. Ir. Sukirno, M.Eng.  
  
Ketua II  
Tara Vergita  
  
Wakil Ketua I  
Dr. Ir. Praswasti PDK Wulan, MT.  
  
Wakil Ketua II  
Felita  
  
Bendahara I  
Dr. Eny Kusriani, S.Si.  
  
Bendahara II  
Nafian Awalludin  
  
Sekretaris I  
Dr. Tania Surya Utami, ST., MT.  
  
Sekretaris II  
Eka Nurin Sharfina Irianto  
  
Kepala Bidang SNTKI  
Dr. Ir. Nelson Saksono, MT.  
  
Wakil Kepala Bidang SNTKI I  
Dr. Muhamad Sahlan

### Panitia Pelaksana

Wakil Kepala Bidang SNTKI II  
Tania Desela, ST.  
  
Wakil Kepala Bidang SNTKI III  
Muhammad Saefuddin  
  
Kepala Bidang Munas APTEKINDO  
Dr. Ir. Asep Handaya Saputra, M.Eng.  
  
Kepala Bidang Munas APTEKINDO I  
Ir. Dewi Tristantini, MT., PhD.  
  
Kepala Bidang Munas APTEKINDO II  
Hasbi Priadi  
  
Kepala Bidang *ChemEng Award*  
Dr.rer.nat. Ir. Yuswan Muharam, MT.  
  
Wakil Kepala Bidang *ChemEng Award* I  
Dr. Ing. Donni Adinata, ST., M.Eng.Sc.  
  
Wakil Kepala Bidang *ChemEng Award* II  
Fransiska Milaniati Pratiwi  
  
Kepala Bidang Sponsor/Pendanaan  
Dr. Heri Hermansyah, ST., M.Eng.  
  
Wakil Kepala Bidang Sponsor/Pendanaan I  
Dr. Ing. Ir. Misri Gozan, M.Tech  
  
Wakil Kepala Bidang Sponsor/Pendanaan II  
Rizka Izdihar  
  
Kepala Bidang IT dan Dokumentasi  
Ir. Abdul Wahid, MT.  
  
Wakil Kepala Bidang IT dan Dokumentasi I  
Bambang Heru Susanto, ST., MT.  
  
Wakil Kepala Bidang IT dan Dokumentasi II  
Reza Tirsadi Librawan  
  
Kepala Bidang Prosiding dan Poster  
Dr. Ir. Setiadi, M.Eng.  
  
Wakil Kepala Bidang Prosiding dan Poster I  
Rahma Muthia, ST.  
  
Wakil Kepala Bidang Prosiding dan Poster II  
Muhammad Fakri Pirdaus



## Daftar Isi

<b>Rektor Universitas Indonesia</b>	<b>i</b>
<b>Ketua APTEKINDO</b>	<b>ii</b>
<b>Ketua Pelaksana</b>	<b>iii</b>
<b>Susunan Panitia</b>	<b>iv</b>
<b>Daftar Isi</b>	<b>v</b>
<b>Plenary Speaker</b>	<b>1</b>
<b>Energi dan Lingkungan (EL)</b>	<b>12</b>
<b>Material dan Nano Teknologi (MN)</b>	<b>158</b>
<b>Rekayasa Produk dan Sistem Proses Kimia (PP)</b>	<b>253</b>
<b>Proses Separasi (PS)</b>	<b>446</b>
<b>Rekayasa Bioproses (RB)</b>	<b>549</b>
<b>Reaktor, Kinetika dan Katalisis (RK)</b>	<b>723</b>
<b>Studi Kasus Industri (SI)</b>	<b>927</b>
<b>Pendidikan Teknik Kimia (TK)</b>	<b>966</b>
<b>Termodinamika dan Fenomena Perpindahan (TP)</b>	<b>990</b>

# SERTIFIKAT

di berikan kepada

**Mohamad Djaeni**

sebagai

**PEMAKALAH**



**SEMINAR NASIONAL TEKNIK KIMIA INDONESIA  
& MUSYAWARAH NASIONAL APTEKINDO 2012**

*The Challenge of Chemical Engineering Institutions in Product Innovation for a Sustainable Future*

Fakultas Teknik, Universitas Indonesia | 20 - 22 September 2012

Ketua APTEKINDO

Prof. Dr. Ir. Widodo Wahyu Burwanto, DEA

Ketua Pelaksana

Dr. Ir. Sukirno, M. Eng.





# Peningkatan Kecepatan Pengeringan Gabah dengan Metode *Mixed Adsorption Drying* Menggunakan Zeolite pada Unggun Terfluidisasi

Mohamad Djaeni, Luqman Buchori, Ratnawati, Rohmat Figi Arto dan Sheila Luvi Galfani

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro,  
Jl Prof H. Soedharto, SH, Tembalang, Semarang,  
\*E-mail: [mzaini98@yahoo.com](mailto:mzaini98@yahoo.com)

## ABSTRAK

Pengeringan adalah proses yang menentukan dalam mendapatkan gabah berkualitas tinggi, secara cepat dan efisien. Selama ini pengeringan masih mengandalkan panas matahari dimana kontinuitas proses dan mutu produk sangat tergantung pada cuaca. Pengeringan konvensional dengan sistem pemanasan belum mampu bersaing dengan matahari disebabkan masih borosnya energi, serta mutu gabah yang rendah akibat intervensi suhu  $>60^{\circ}\text{C}$ .

Pengeringan dengan zeolite menjadi opsi untuk pengeringan gabah. Pada proses ini, gabah dan zeolite dengan ukuran yang berbeda, dicampur dalam unggun terfluidisasi menggunakan media pengering udara. Udara akan menguapkan air dari gabah, dan pada saat yang sama zeolite akan menyerap air dari udara. Oleh karena itu, kelembaban udara pada unggun dijaga rendah yang akan mempertahankan driving force pengeringan tetap tinggi. Sehingga proses dapat efisien pada suhu yang lebih rendah ( $<60^{\circ}\text{C}$ ) guna mempertahankan mutu gabah.

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh kondisi operasi yaitu suhu, laju alir, dan komposisi zeolite dalam campuran terhadap proses pengeringan gabah. Variasi yang dilakukan adalah suhu udara pengering ( $30, 40, \text{ dan } 50^{\circ}\text{C}$ ), laju alir udara pengering ( $1.5, 2, 2.5 \text{ dan } 3 \text{ m/detik}$ ) dan prosentase zeolite dalam campuran ( $0\%, 20\%, 40\% \text{ dan } 60\%$ ). Hasil penelitian menunjukkan pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$ , laju alir udara  $1.5 \text{ m/detik}$ , dan zeolite dalam campuran  $40\%$ , pengeringan dapat dipercepat dari 50 menit (tanpa zeolite) menjadi 40 menit dengan laju pengeringan  $0.01 \text{ gr/cm}^2/\text{menit}$ . Proses pengeringan akan semakin cepat dengan naiknya suhu, laju alir udara dan prosentase zeolite dalam campuran.

*Kata kunci:* gabah, *mixed adsorption dryer*, pengeringan, zeolit, unggun fluidisasi

## 1. Pendahuluan

Beras adalah makanan pokok penduduk Indonesia. Namun ironisnya Indonesia sebagai negara agraris yang memiliki lahan pertanian yang subur justru mengimpor beras dari negara lain. Salah satu penghambat produksi beras di Indonesia yaitu permasalahan pada proses pengeringan gabah. Selama ini para petani Indonesia hanya mengandalkan panas matahari

untuk mengeringkan gabah hasil panennya sehingga pada saat musim hujan mereka mengalami kesulitan dalam proses pengeringannya. Pengeringan menggunakan panas matahari membutuhkan waktu minimal 3 hari untuk mencapai kadar air minimal dalam gabah agar dapat digiling dengan sempurna sehingga jika hari hujan petani tidak dapat mengeringkan gabah mereka dan hal ini dapat



menyebabkan gabah rusak yang pada akhirnya beras yang dihasilkan memiliki kualitas jelek [1].

Gabah dari hasil panen atau yang dikenal dengan nama "Gabah Kering Panen (GKP)" biasanya mempunyai kandungan air 18 – 25 %. Gabah harus memenuhi syarat kandungan air gabah agar gabah layak disimpan atau digiling, yaitu kandungan airnya sekitar 14%, sedangkan agar gabah dapat langsung digiling, kandungan airnya harus 12-13%. Gabah Kering Panen ini harus secepatnya dikeringkan karena jika tidak langsung dikeringkan, akan muncul permasalahan-permasalahan, yaitu akan terjadi kerusakan pada butir beras yang dihasilkan, ditandai dengan warna beras yang agak kecoklatan, menyebabkan harga jual rendah sehingga merugikan petani dan dengan kadar air tersebut gabah tidak mempunyai ketahanan untuk disimpan.

Selama ini, sebagian besar petani di Indonesia mengeringkan gabah dengan cara menjemurnya di lahan tertentu dengan mengandalkan panas matahari. Cara ini umum dilakukan karena proses pengeringannya sederhana dan biayanya yang dikeluarkan sedikit. Tetapi cara konvensional ini memiliki kelemahan-kelemahan, antara lain : ketergantungan terhadap panas matahari, lamanya proses pengeringan, luas lahan, jumlah pekerja, dan lain-lain [2]. Akibat pemanasan global ini, tidak dapat lagi dipastikan kapan musim kemarau tiba. Petani tidak bisa mengeringkan padi dengan tenang karena hujan bisa datang kapan saja. Sedangkan jika gabah tidak segera dikeringkan, gabah tersebut akan tumbuh atau membusuk karena aktivitas metabolisme oleh mikroorganisme. Hal ini tentu saja menurunkan kualitas gabah dan merugikan petani.

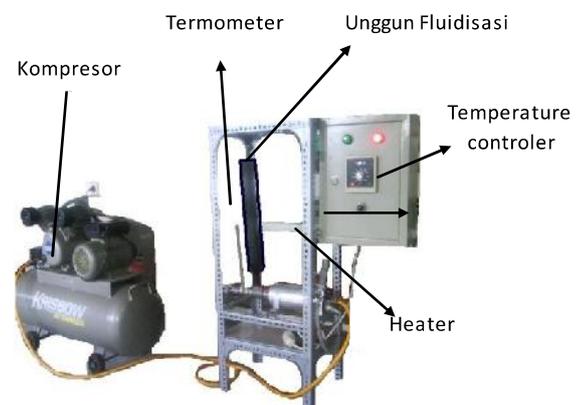
Untuk mengatasi permasalahan pengeringan gabah tersebut, salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu dengan metode pengeringan adsorpsi menggunakan zeolite alam. Pada sistem ini zeolite dan gabah dicampur dalam suatu unggun, kemudian difluidisasi dengan udara dengan suhu tertentu. Udara akan menguapkan air dari gabah, dan pada saat yang sama, zeolite akan menyerap air dari udara tersebut, sehingga kelembaban udara akan terjaga rendah dan

*driving force* proses pengeringan tetap tinggi. Dengan metode pengeringan adsorpsi menggunakan zeolite ini, proses pengeringan gabah dapat dilakukan dengan lebih cepat tanpa tergantung pada panas matahari dan para Petani dapat mengeringkan gabah pada musim apapun [3].

Dalam penelitian ini dikaji metode pengeringan adsorpsi menggunakan zeolite alam pada unggun terfluidisasi, yang akan mampu mempercepat proses pengeringan gabah. Dalam tahap ini di pelajari karakteristik pengeringan gabah dengan berbagai kondisi operasi pengeringan yaitu pada berbagai suhu udara pengering, laju alir udara pengering dan rasio komposisi gabah dan zeolite. Dalam kajian lebih lanjut eksperimen dilakukan untuk menganalisa pengaruh kondisi operasi terhadap kecepatan pengeringan hingga pengaruh terhadap kualitas fisik gabah kering.

## 2. Metode

Penelitian ini menggunakan alat pengering seperti pada gambar 2.1. Pertama gabah dan zeolit dicampur dengan perbandingan sesuai variabel (misalkan 20%). Campuran ini dimasukkan dalam kolom pada rangkaian alat gambar 2.1. Sebagai media, panaskan udara luar pada suhu tertentu sesuai kondisi operasi masuk dan alirkan pada unggun dengan kecepatan udara sesuai dengan variabel (misalkan 2 m/s) sampai campuran bahan yang ada terfluidakan.



Gambar 2.1 Alat percobaan



Sebagai respons dianalisa kadar air dalam zeolite dan gabah setiap 5 menit secara gravimetri. Operasi pengeringan dihentikan ketika % kadar air gabah telah mencapai 12- 14%. Dari data didapatkan hubungan antara kadar air dengan waktu, sehingga bisa diketahui kecepatan pengeringan dengan persamaan berikut:

$$N_c = \frac{(w_{awal} - w_{setelah\ \theta})}{A \cdot \Delta\theta} \text{ (gr/cm}^2 \cdot \text{men)} \quad (1)$$

Dalam hubungan ini  $N_c$  adalah laju pengeringan ( $\text{gr/cm}^2 \cdot \text{men}$ ),  $w_{awal}$  dan  $w_{setelah\ \theta}$  adalah berat awal dan berat saat waktu sampling ( $\text{gr}$ ),  $A$  adalah luas permukaan gabah ( $\text{cm}^2$ ).

### 3. Hasil dan Pembahasan

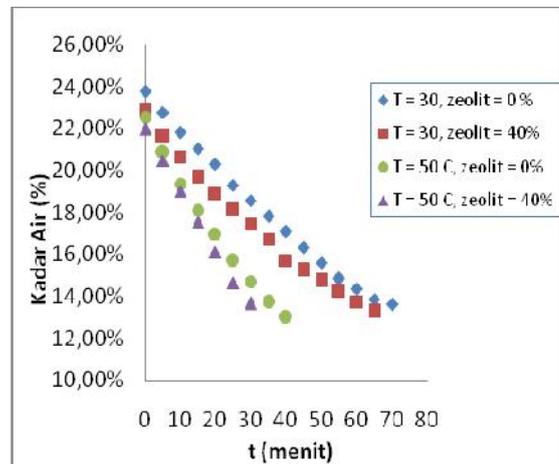
#### 3.1 Pengaruh rasio gabah dan zeolite, laju alir udara pengering dan suhu

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh berbagai kondisi operasi terhadap proses pengeringan. Variabel operasi yang dilakukan dalam percobaan ini adalah rasio gabah dan zeolite (100:0 ; 80:20 ; 60:40 ; 40:60), laju alir udara pengering (1,5 m/s ; 2 m/s ; 2,5 m/s ; 3 m/s), dan suhu udara pengering (30 °C ; 40 °C ; 50 °C ; 60 °C).

Pengaruh suhu udara pengering dan rasio komposisi zeolite dapat di amati pada gambar 3.1. Pada suhu 30 °C untuk mencapai kadar air yang diinginkan (12% - 14%) membutuhkan waktu hingga 75 menit. Sedangkan pada suhu 50 °C, hanya membutuhkan waktu 40 menit untuk mencapai kadar air (12% - 14%). Untuk mengetahui keseluruhan pengaruh suhu pada proses pengeringan dapat di amati pada Tabel 4.1. Terjadi perbedaan waktu pengeringan yang signifikan di antara suhu ini. Semakin tinggi suhu, proses pengeringan menjadi lebih cepat.

Pada proses pengeringan, terjadi perpindahan panas dari media pengering ke bahan yang dikeringkan dan perpindahan massa air dari bahan yang dikeringkan ke media pengering [4,5]. Semakin tinggi suhu udara pengering maka relative humidity udara akan semakin rendah, hal

ini menyebabkan transfer panas dan massa antara udara dan gabah akan semakin besar sehingga proses pengeringan akan lebih cepat.



**Gambar 3.1** Grafik Pengaruh Suhu dan % Zeolit terhadap Proses Pengeringan pada Variabel Laju Alir Udara 3 m/s

Selain suhu, rasio juga berpengaruh terhadap laju pengeringan (lihat gambar 3.1). Pada suhu pengeringan yang sama, variabel yang menggunakan zeolit memerlukan waktu yang lebih singkat untuk mencapai kadar air yang diinginkan (12% - 14%) dibandingkan dengan variabel yang tidak menggunakan zeolit. Zeolit berfungsi sebagai penyerap uap air. Pada proses ini udara pengering akan menguapkan air dari gabah (produk), sedangkan uap air yang ada di udara akan diserap oleh zeolite. Dengan demikian akan terjadi aliran transfer masa air dari gabah ke udara pengering, dan dari udara pengering ke zeolite.

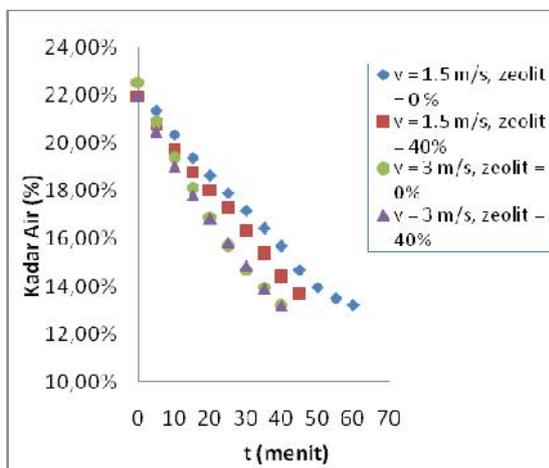
Proses penyerapan air oleh zeolite ini bersifat eksotermis, sehingga melepaskan panas yang akan tetap mempertahankan temperatur udara pengering [5]. Jadi dengan semakin banyaknya zeolit yang digunakan, uap air yang terserap oleh zeolit juga akan semakin banyak, ini menyebabkan relative humidity di sekitar unggun akan terjaga rendah sehingga air yang teruapkan dari gabah akan semakin banyak dan proses pengeringan pun



akan terjadi lebih cepat. Efisiensi pengeringan dengan menggunakan zeolit ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya dimana menunjukkan pemakaian zeolit ini selain bermanfaat dari sisi efisiensi energi, juga dapat memperbaiki kualitas produk [3].

Jadi dapat disimpulkan, semakin tinggi suhu udara pengering, maka waktu pengeringan semakin cepat dan semakin tinggi rasio komposisi zeolite maka waktu pengeringan juga semakin cepat. Zeolite tidak merusak kualitas fisik gabah kering.

Untuk mengetahui pengaruh laju alir terhadap proses pengeringan dapat di amati pada gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Grafik Pengaruh Laju Alir Udara Pengering dan % Zeolit terhadap Proses Pengeringan pada Variabel Suhu 40 °C

Dari gambar 3.2 dapat dilihat bahwa proses pengeringan terjadi lebih cepat pada laju alir udara pengering 3 m/s dibandingkan dengan laju alir udara pengering 1.5 m/s. Pada laju alir 1.5 m/s, proses pengeringan memakan waktu hingga 60 menit, sedangkan pada laju alir 3 m/s, proses pengeringan memakan waktu 40 menit. Terjadi perbedaan waktu yang cukup signifikan diantara 2 variabel ini. Semakin tinggi laju alir udara, proses pengeringan akan terjadi lebih cepat.

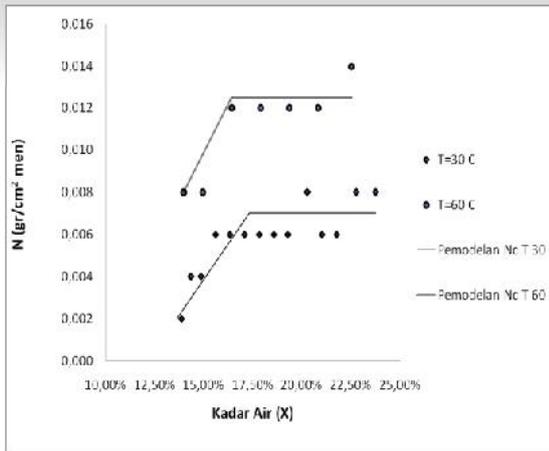
Pada proses pengeringan, panas dibutuhkan untuk menguapkan air yang terkandung dalam bahan dan udara yang mengalir diperlukan untuk

membawa uap air hasil pengeringan yang berada di sekitar bahan agar relative humidity udara pengering tetap terjaga rendah. Relative humidity udara sekitar yang rendah menyebabkan transfer massa semakin tinggi. Oleh karena itu, semakin tinggi laju alir udara pengering, maka proses pengeringan akan berjalan lebih cepat.

Rasio zeolit berpengaruh cukup signifikan terhadap proses pengeringan ketika laju alir 1.5 m/s. Hal ini dikarenakan pada laju alir rendah, uap air hasil proses pengeringan tidak dapat terbawa dengan cepat oleh udara pengering karena kecepatannya yang rendah. Udara di sekitar unggun memiliki relative humidity cukup besar, sehingga peran zeolit pada variable ini cukup besar yaitu untuk menyerap uap air di sekitar unggun agar relative humidity terjaga rendah. Pada laju alir yang tinggi, uap air dapat terbawa dengan cepat oleh udara pengering ke luar unggun, sehingga peran zeolit tidak begitu besar pada variable ini dibandingkan dengan variable laju alir rendah.

Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi laju alir maka proses pengeringan akan semakin cepat (waktu pengeringan lebih singkat). Zeolit memberikan pengaruh lebih besar pada laju alir yang rendah.

Laju pengeringan dapat dihitung berdasarkan persamaan 1. Laju pengeringan untuk variabel suhu 30 °C, laju alir 3 m/s dan zeolit 0% adalah 0.0067 gr/cm<sup>2</sup>.men sedangkan pada variabel suhu 50, laju alir 3 m/s dan zeolit 0% adalah 0.0115 gr/cm<sup>2</sup>.men Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi suhu udara pengering maka laju pengeringan semakin tinggi pula. Karakteristik pengaruh kondisi operasi terhadap kecepatan pengeringan dapat di amati pada Gambar 3.3,3.4, dan 4.5.



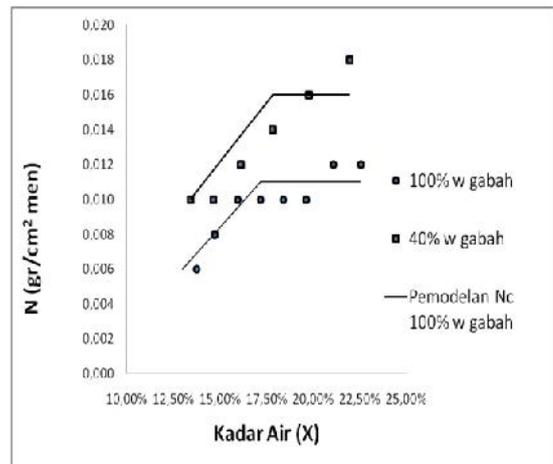
**Gambar 3.3** Grafik Pengaruh Suhu terhadap Kecepatan Pengeringan

Dari gambar 3.3 dapat diketahui bahwa suhu sangat berpengaruh terhadap kecepatan pengeringan. Pada percobaan didapatkan untuk variabel suhu 30 °C laju pengeringan tertinggi di capai pada 0.008 gr/cm<sup>2</sup>.men sedangkan suhu 60 °C laju pengeringan tertinggi dapat mencapai 0.014 gr/cm<sup>2</sup>.men, hal ini tentunya membuktikan adanya pengaruh yang signifikan dari besarnya suhu udara pengering terhadap kecepatan pengeringan.

Dari gambar 3.3 dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu udara pengering maka kecepatan pengeringan akan semakin tinggi pula. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu udara pengering maka relative humidity udara akan semakin kecil, relative humidity udara pengering rendah menyebabkan transfer massa air ke udara pengering akan lebih besar, sehingga proses pengeringan menjadi lebih cepat.

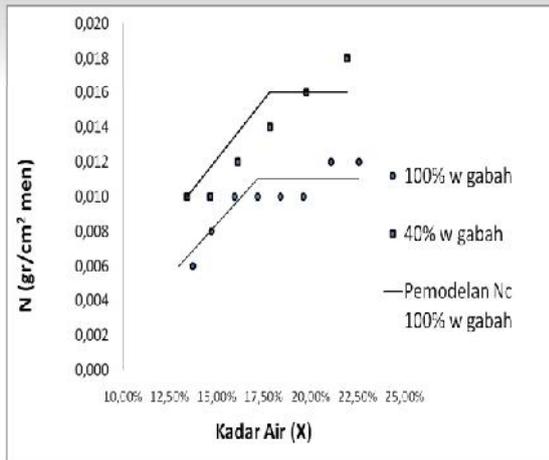
Gambar 3.4 menunjukkan pengaruh kecepatan udara pengering terhadap laju pengeringan. Dari gambar ini dapat diketahui bahwa semakin tinggi laju alir udara pengering, maka laju pengeringannya semakin tinggi pula sehingga proses pengeringan berlangsung lebih cepat. Pada percobaan ini kecepatan tertinggi di capai pada variabel laju alir udara pengering 3 m/s. Hal ini dikarenakan, pada kecepatan udara

yang lebih tinggi, fluidisasi partikel akan lebih baik dan tumbukan antar partikel akan lebih kuat. Sehingga, air di permukaan bahan akan lebih mudah keluar. Selain itu, peningkatan kecepatan udara pengering akan meningkatkan laju perpindahan massa dan panas, yang merupakan faktor penting dalam proses pengeringan.



**Gambar 3.4** Pengaruh Laju Udara terhadap Kecepatan Pengeringan

Dari gambar 3.5 didapatkan hasil bahwa semakin besar komposisi zeolite maka kecepatan pengeringan akan semakin tinggi. Zeolit berfungsi untuk menyerap uap air dalam udara yang dihasilkan pada saat proses pengeringan sehingga kandungan air dalam udara pengering terjaga tetap rendah. Proses penyerapan air oleh zeolit ini bersifat eksotermis, sehingga melepaskan panas yang akan tetap mempertahankan temperature udara pengering. Jadi dengan semakin banyaknya zeolit yang digunakan, uap air yang terserap oleh zeolit juga akan semakin banyak, ini menyebabkan relative humidity di sekitar unggun akan terjaga rendah sehingga air yang teruapkan dari gabah akan semakin banyak dan proses pengeringan pun akan terjadi lebih cepat.



**Gambar 3.5** Komposisi Zeolit terhadap Kecepatan Pengeringan

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa:

1. Semakin tinggi suhu, laju pengeringan semakin cepat. Pada percobaan ini direkomendasikan suhu pengeringan 40 °C untuk menghindari degradasi nutrisi beras
2. Semakin tinggi laju udara pengering maka kecepatan pengeringan semakin tinggi
3. Semakin banyak % zeolit, pengeringan semakin cepat karena kelembaban udara dalam kolom dijaga tetap rendah

#### Daftar Pustaka

- [1] Daulay, S.B. (2005). *Pengeringan Padi (Metode dan Peralatan)*. Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara (<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/778/1/tekper-saipul.pdf> akses 30 Juni 2011)
- [2] Taib, G., Said, G., Wiraatmaja, S. (1988). *Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian*. Mediatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- [3] Djaeni, M. (2008). *Energy Efficient Multistage Zeolite drying for Heat Sensitive Product*. Doctoral Thesis. Wageningen University. The Netherlands. ISBN: 1978-90-8585-209-4
- [4] Djaeni, M., Bartels, P.V, Sanders, J.P.M, van Straten, G., van Boxtel, A.J.B.. 2007. Process Integration for Food Drying with Air Dehumidified by Zeolite. *Drying Technology* 25 (1), 225-239.
- [5] Revilla, G.O.; Velázquez, T.G.; Cortés, S.L.; Cárdenas, S.A. (2006). Immersion drying of wheat using Al-PILC, zeolite, clay, and sand as particulate media. *Drying Technology*, 24(8), 1033-1038