

SISTEM PENGERING ADSORPSI DENGAN ZEOLITE (PARZEL) UNTUK PRODUK BAHAN PANGAN DAN TANAMAN OBAT: SEBUAH TEROBOSAN DI BIDANG TEKNOLOGI PENGERINGAN

Mohamad Djaeni, Aji Prasetyaningrum, Hargono

Laboratorium Teknologi Proses, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl Prof H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang
Telpon 024 7460058/Fax 024 7460055, mobile: 081390349620
Contact email: m.djaeni@undip.ac.id

Latar Belakang

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 (Djaeni, 2008). Hal ini tentu saja, menjadi suatu tantangan dan peluang **bagaimana** untuk dapat menyediakan **bahan tersebut** dengan **kualitas** yang sama atau hampir sama dengan kondisi segamya. Tantangan ini dapat terpenuhi, jika dalam proses pengeringan, warna, tekstur dan struktur bahan dapat dipertahankan, serta kandungan nutrisi, vitamin, dan bahan-bahan utama tidak mengalami degradasi.

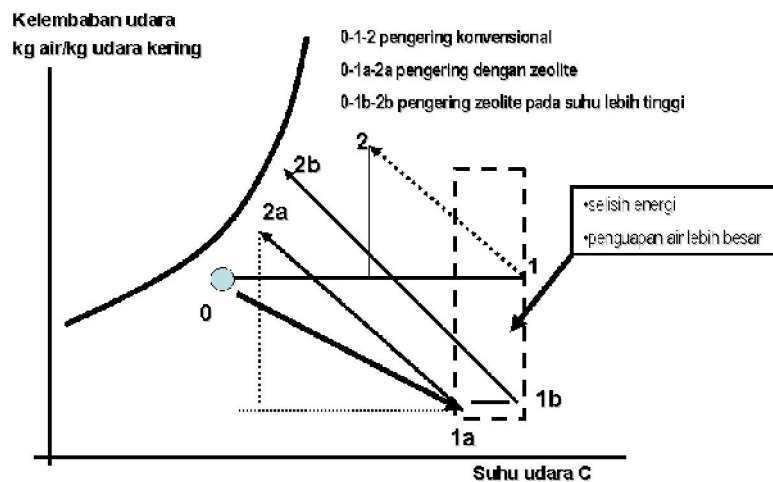
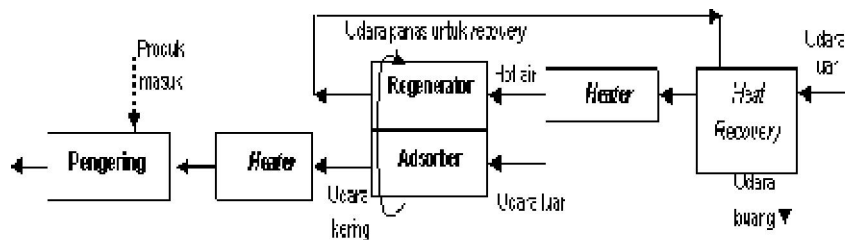
Tantangan lainnya dalam teknologi pengeringan adalah **borosnya** energi yang digunakan. Untuk produk bahan aditif pangan, produk makanan industri, dan obat-obatan **30-40%** dari total energinya digunakan untuk pengeringan. Bahkan untuk penanganan pasca panen, **60-70%** energi digunakan hanya untuk proses pengeringan. Jumlah yang besar ini, sebenarnya dapat ditekan jika **efisiensi energi** pada proses pengeringan dapat ditingkatkan. Saat ini, efisiensi energi pengeringan berkisar **30-60%**, yang menyerap sekitar **30-50%** dari **biaya operasi** (Djaeni, 2008).

Beberapa jenis **pengering moderen** telah dikembangkan seperti pengering model mikrowave, radio frekuensi, pengering vakum, dan pengering bersuhu rendah (*Freeze dryer*). Pengering tersebut mampu meningkatkan mutu produk makanan yang dikeringkan, tetapi **belum efisien** dari sisi penggunaan energinya. 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 pengering yang efisien** dan ramah lingkungan menjadi **urgen** di bidang teknologi pengeringan.

Hasil positif diperoleh melalui pengering adsorpsi dengan **zeolite (Parzel)** untuk mempercepat dan meningkatkan energi efisiensi (Djaeni dkk, 2007a). Prinsip dari sistem pengeringan dengan zeolite adalah udara sebagai media pengering 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 40-45^o C sehingga **driving force** proses pengeringan dapat dipertahankan tinggi (Djaeni dkk, 2007b; Djaeni, dkk 2008). 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.

Metode

Pada sistem ini, udara dikontakkan dengan zeolite pada unit adsorber sehingga air akan terserap dengan melepas panas (lihat gambar 1 dan 2). Oleh karena itu ada dua keuntungan yang diperoleh yaitu: udara menjadi kering (0.1 ppm kadar air) dan suhu udara naik sekitar 5-15°C diatas suhu masuknya. Udara yang sudah kering ini digunakan sebagai media proses pengeringan, sehingga **driving force** proses tinggi dan pengeringan menjadi **efisien**. Sementara itu adsorben (penyerap) yang telah jenuh dengan uap air diregenerasi pada regenerator menggunakan udara yang dipanasi dalam *heat recovery* dan *heater*.



Gambar 2 : Diagram psikometri sistem pengering adsorpsi dengan zeolite (0-2: pengering konvensional; 0-1a-2a atau 0-1a-2b: Parzel) Keterangan: pada pengering adsorpsi jumlah panas yang dibutuhkan untuk pengeringan menjadi lebih kecil (lihat beda 1a-1b), bahkan tanpa pemanasan (1a langsung ke 2a). Selain itu, dan air yang diuapkan lebih banyak (selisih 1a-2a atau 1b-2b, lebih besar dari 1-2) (Djaeni, 2008).

Keunggulan Teknologi

Berdasarkan riset skala laboratorium yang dilakukan **Mohamad Djaeni** dan telah mendapatkan publikasi di **Drying Technology** (6 artikel), **International Journal of Food Engineering** (1 artikel), 1(satu) **paten internasional** dan 2 (dua) buku berbasis riset keunggulan **inovatif** dan **komparatif** dari proses ini adalah (Djaeni dkk, 2009):

a. Keunggulan Inovatif

- Merupakan pendekatan **teknologi baru** dimana kapasitas udara dalam menguapkan air ditingkatkan dengan dehumidifikasi menggunakan zeolite
- Selama penyerapan kandungan air di udara akan turun sampai 0.1 ppm (dew point -50°C), dan suhu udara akan naik antara $5-15^{\circ}\text{C}$ diatas suhu masuknya, sehingga pengeringan lebih cepat
- Meningkatkan efisiensi energi pengeringan, sehingga mengurangi kebutuhan panas dari utilitas
- Zeolite adalah adsorben yang tidak beracun, ramah lingkungan, mudah dalam penanganan, serta memiliki daya serap terhadap air yang sangat tinggi pada berbagai kelembaban udara
- Adsorpsi dengan zeolite dapat diterapkan secara fleksibel dimana penyerap dapat dicampur dengan produk bahan pangan seperti biji-bijian (padi, jagung, kacang, dan lain-lain), maupun ditempatkan secara terpisah dalam unit lain lain
- Mutu produk yang meliputi kandungan nutrisi, warna, bahan-bahan aktif volatil, dan vitamin dapat terjaga mutunya selama proses pengeringan disebabkan suhu operasi proses tidak tinggi ($<50^{\circ}\text{C}$)

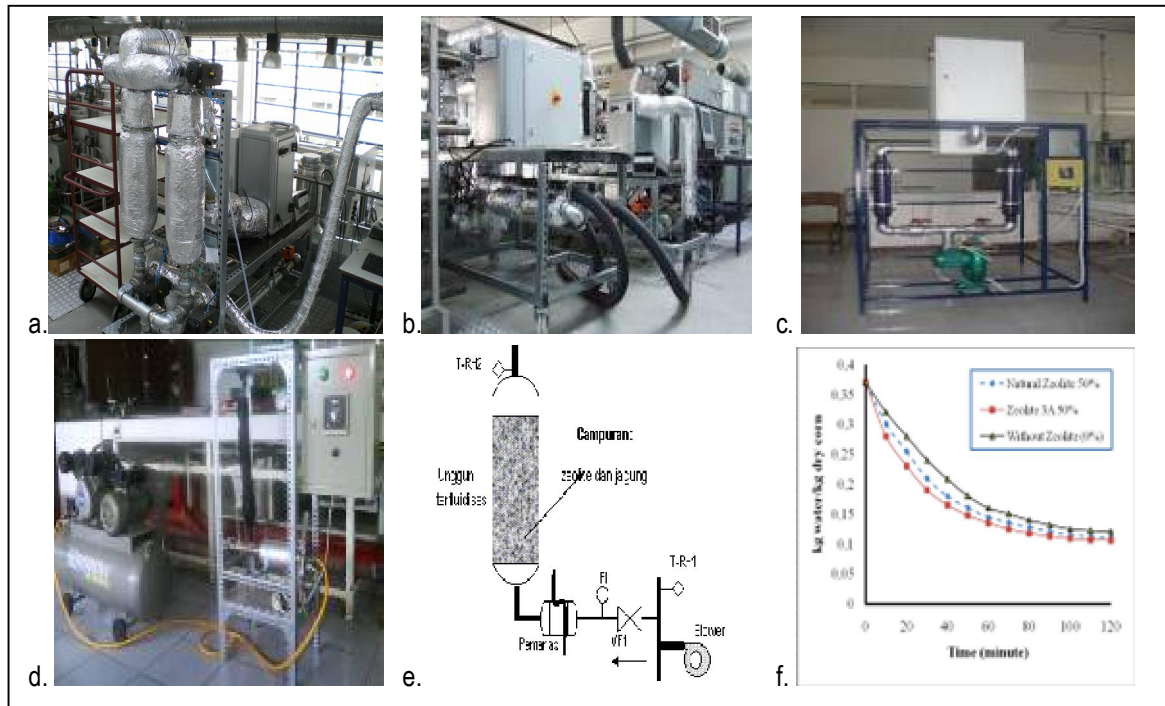
b. Keuntungan komparatif

- Mampu meningkatkan energi efisiensi sampai 20-30% diatas pengering konvensional dan menghemat kebutuhan biaya energi 10-15%
- Karena kebutuhan energi berkurang, maka dapat meminimalkan kebutuhan bahan bakar sebagai sumber energi pengeringan, sekaligus menurunkan emisi karbon ke udara
- Dibanding sistem pengering modern lainnya (**vakum, mikrowave, radio frekuensi, freeze dryer** (pengering bersuhu dingin)), **sistem pengering zeolite** membutuhkan investasi peralatan paling rendah, dan energi efisiensi paling tinggi

Hasil dan Prospek Aplikasi

Riset yang pertama dilakukan yaitu perhitungan neraca massa dan energi dari seluruh proses mulai dari adsorpsi, regenerasi, dan pengeringan. Dari neraca tersebut diperoleh efisiensi energi yang dicapai 70-75%. Desain lanjut telah dilakukan dengan merancang pengeringan multi tahap (**multistage**). Pada cara ini, udara keluar dari pengering didehumidifikasi lagi di adsorber untuk pengeringan tahap berikutnya. Cara ini dilakukan berulang tergantung dari jumlah tahapannya, sehingga panas yang terbuang dapat dimanfaatkan total. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa efisiensi proses pengeringan dapat mencapai 80-90% dengan jumlah tahap 2-3 (Djaeni dkk, 2007b).

Pendekatan konsep tersebut lalu diverifikasi dengan percobaan (lihat gambar 3). Dalam tahap ini sistem pengering adsorpsi dengan zeolite dikonstruksi dan ditest untuk mengeringkan produk makanan. Hasil menunjukkan bahwa efisiensi energi dapat mencapai 84-90% (2-3 stage), sementara untuk *single stage* 70-74%. Pencapaian ini, jauh diatas pengering konvensional yaitu 55-60% (*single stage*) dan 72% (4 stage) (Djaeni dkk, 2009). Apabila dihitung penghematan biayanya, sangat signifikan dan positif. Evaluasi tekno-ekonomi menunjukkan bahwa biaya bisa ditekan 10-15%, dimana investasi adsorber dan regenerator zeolite akan kembali dalam 2-3 tahun (tergantung dari kapasitasnya).



Gambar 3: Pengembangan pengering dengan zeolite. (a. Single stage dengan sistem shift, b. Multistage sistem, c. tray dryer dengan zeolite, d. Mixed-adsorption dryer dengan zeolite, e. Design mixed-adsorption dryer untuk jagung, f. Hasil performansi)

Ucapan Terimakasih

Pengembangan sistem pengering adsorpsi dengan zeolite ini berhasil atas dukungan dari Program TPSPD Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro 2004-2008, Penelitian kompetitif DP2M DIKTI, serta Kerjasama Penelitian dan Publikasi dengan *Agrotechnology and Food Science, Wageningen University* Belanda. Tim juga mengucapkan terimakasih atas dimuatnya artikel ini dalam buku **Karya Universitas Diponegoro Untuk Anak Bangsa** tahun 2011. Semoga apa yang ditulis memberi manfaat untuk kita semua. Amin

Daftar Pustaka

- Djaeni, M.; Bartels, P.; Sanders, J.; Straten, G. van; Boxtel, A.J.B. van. (2007a). Process integration for food drying with air dehumidified by zeolites. *Drying Technology*, vol. 25, issue 1, 225-239
- Djaeni, M.; Bartels, P.; Sanders, J.; Straten, G. van; Boxtel, A.J.B. van. (2007b). Multistage Zeolite Drying for Energy-Efficient Drying. *Drying Technology*, vol. 25, issue 6; 1063-1077
- 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.V.; van Asselt, C.J.; Sanders J.P.M.; van Straten, G.; van Boxtel, A.J.B. (2009). Assessment of a Two-Stage Zeolite Dryer for Energy Efficient Drying. *Drying Technology*, vol. 27, issue 10
- Djaeni, M.; Bartels P.V.; Sanders J.P.M.; van Straten, G.; van Boxtel, A.J.B. (2008). CFD for Multistage Zeolite Dryer Design. *Journal of Drying Technology*; vol. 26, issue 4