
PENGERINGAN JAGUNG DENGAN METODE *MIXED-ADSORPTION DRYING* MENGGUNAKAN ZEOLITE PADA UNGGUN TERFLUIDISASI

M. Djaeni, A. Agusniar, D. Setyani dan Hargono

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058
e-mail: mzaini98@yahoo.com

Abstrak

Jagung (Zea mays L.) merupakan salah satu tanaman yang penting, sebagai sumber makanan dan obat. Penanganan pasca panen jagung yaitu pengeringan sangat menentukan kualitas jagung untuk penggunaan selanjutnya. Proses pengeringan dengan cara adsorpsi menjadi suatu pilihan untuk menggantikan sistem pengering jagung konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu udara masuk, jenis zeolite, dan rasio berat jagung dan zeolite terhadap kecepatan pengeringan dan menghitung harga konstanta laju pengeringan. Pada penelitian ini, zeolite sebagai adsorben dicampur dengan jagung dengan rasio perbandingan tertentu dalam suatu unggun, kemudian difluidisasi dengan udara dengan suhu 30°C-50°C. Udara akan menguapkan air dari jagung, dan pada saat yang sama, zeolite akan menyerap air dari udara ini, sehingga kelembaban udara akan terjaga rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju pengeringan paling cepat ditandai oleh penurunan kadar air yang paling besar, yang terjadi pada suhu 50°C, dengan menggunakan zeolite sintesis, dan dengan rasio berat jagung dan zeolite adalah 25% : 75%. Harga konstanta laju pengeringan pada variabel ini adalah 0,0303. Hasil menunjukkan bahwa semakin meningkatnya suhu udara pengering maka penurunan kadar air semakin besar sehingga laju pengeringan semakin cepat.

Kata kunci: adsorpsi; jagung; pengeringan; zeolite.

1. PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan dunia yang terpenting, selain gandum dan padi. Penduduk beberapa daerah di Indonesia (misalnya di Madura dan Nusa Tenggara) juga menggunakan jagung sebagai pangan pokok. Selain sebagai sumber karbohidrat, jagung juga ditanam sebagai pakan ternak (hijauan maupun tongkolnya), diambil minyaknya (dari biji), dibuat tepung (dari biji, dikenal dengan istilah tepung jagung atau maizena), dan bahan baku industri (dari tepung biji dan tepung tongkolnya) (Anonim, 2009). Peranan jagung sangat penting sebagai sumber makanan dan obat sehingga penanganan pasca panen jagung menjadi sangat penting karena akan menentukan kualitas jagung untuk penggunaan selanjutnya. Penelitian dengan topik pengeringan jagung menggunakan model pengeringan adsorpsi ini menjadi sangat urgen diterapkan untuk meningkatkan mutu jagung, terutama agar kandungan karbohidrat dan protein tidak rusak selama proses pengeringan. Selain itu, energi proses pengeringan yang masih tinggi juga perlu untuk diminimalkan, sehingga proses pengeringan menjadi efisien.

Ada beberapa jenis pengering makanan dan biji-bijian, antara lain adalah pengeringan dengan matahari, pengeringan dengan pemanasan konveksi (oven dan fluidisasi), pengeringan vakum dan pengering berhawa dingin (freeze drying). Pengering dengan matahari sangat sederhana dan tidak memerlukan bahan bakar fosil untuk membangkitkan panas, tetapi sistem ini perlu tempat yang luas, waktu pemanasan yang lama (2-7 hari tergantung dari produk yang dikeringkan), ongkos buruh tinggi, kualitas produk hasil pengeringan tidak seragam, dan sangat tergantung pada cuaca. Terlebih lagi, produk menjadi tidak higienis karena ditempatkan pada ruang terbuka, sehingga kadang-kadang produk pengeringan dengan sinar matahari tidak dapat laku di pasaran (Mastekbayeva *dkk*, 1998).

Pengering dengan pemanasan konveksi (oven, fluidisasi) dimana udara panas dihasilkan melalui proses pemanasan baik dengan *steam*, listrik, atau gas hasil pembakaran, lebih handal dari pengering matahari. Pada sistem ini waktu operasi lebih singkat, kontaminasi produk rendah, kadar air dalam produk dapat dikontrol, tidak ada ketergantungan terhadap musim, serta biaya buruh dapat ditekan (Kiranoudis *dkk*, 1996). Namun, kualitas produk mengalami penurunan akibat introduksi panas, dan efisiensi pengeringan rendah atau boros energi. Bahkan pada pengeringan jagung dengan suhu >60°C, terjadi kerusakan pada tekstur, dan kandungan proteinnya.

Pengerian vakum dan pengerian berhawa dingin menghasilkan produk dengan kualitas nutrisi tinggi, serta meminimalkan terbuangnya aroma, bahan aktif dan volatil (mudah menguap), serta menekan rusaknya nutrisi (denaturasi protein), browning (pencoklatan bahan), dan reaksi enzim. Tetapi alat pengerian ini sangat boros investasi dan energi untuk pengkondisian ruang vakum dan dingin, serta waktu pengerian yang masih lama.

Proses pengerian dengan cara adsorpsi menjadi suatu pilihan untuk menggantikan sistem pengerian jagung konvensional. Dehumidifikasi (penurunan kadar uap air) udara sebagai media pengerian menggunakan adsorben (silika, alumina, pasir, tanah, LiCl, alkali atau zeolite) berpotensi untuk meningkatkan kualitas produk, dan energi efisiensi proses pengerian (Djaeni dkk 2007; Bussman, 2007; Revila dkk, 2006). Oleh karena itu, penelitian tentang pengerian jagung dengan metode adsorpsi menggunakan zeolite perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu udara masuk, jenis zeolite, dan rasio berat jagung dan zeolite terhadap kecepatan pengerian; dan menghitung harga konstanta laju pengerian.

2. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah jagung dan zeolite. Penelitian dilakukan dengan menggunakan variabel tetap: berat total 60 gram, laju alir 5 m/s, dan waktu pengambilan sampel 15 menit. Variabel berubah yang digunakan adalah suhu udara masuk (30 °C, 40 °C, dan 50 °C); jenis zeolite (zeolite alam dan zeolite sintesis); dan rasio berat jagung dan zeolite (100%:0%, 75%:25%, 50%:50%, dan 25%:75%).

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah kolom fluidisasi, indikator suhu, kompresor, heater, dan thermometer. Alat-alat tersebut dirangkai seperti pada Gambar 1. Alat lain yang diperlukan adalah timbangan digital, pengukur humidity udara, dan pengukur flowrate.

Sebelum melakukan pengerian, perlu dilakukan aktivasi zeolite terlebih dahulu. Aktivasi zeolite dilakukan secara fisik. Zeolite dipanaskan di dalam furnace dengan suhu 400°C selama 4 jam. Setelah zeolite sudah diaktivasi, kemudian zeolite digunakan pada pengerian jagung. Awalnya jagung dan zeolite ditimbang dan dicampur dengan rasio perbandingan tertentu, lalu dimasukkan dalam unggun fluidisasi. Sebagai media, udara luar dipanaskan pada suhu tertentu sesuai kondisi operasi masuk dan dialirkan pada unggun sampai campuran bahan yang ada terfluidakan. Response yang berupa suhu, berat zeolite dan berat jagung, diukur setiap 15 menit sampai didapatkan berat jagung kering konstan. Dari data berat jagung dan zeolite, selama waktu operasi dapat ditentukan kecepatan proses pengerian pada berbagai kondisi.



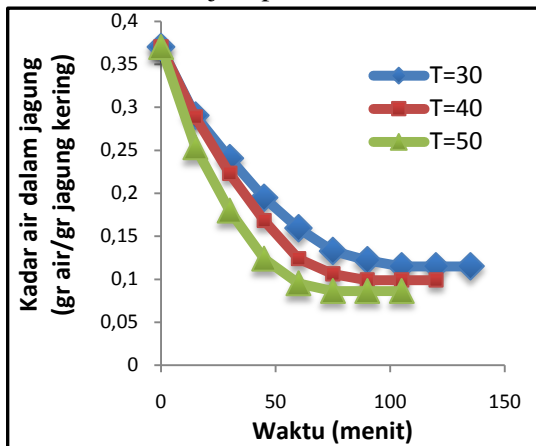
Gambar 1. Alat Pengerian Unggun Terfluidakan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

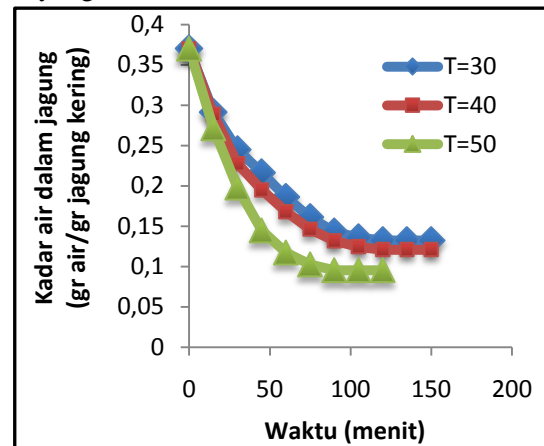
Pengaruh Temperatur terhadap Pengerian Jagung

Proses pengerian jagung dapat dilakukan baik tanpa pemanas, maupun menggunakan pemanas. Dalam penelitian ini digunakan udara sebagai media pemanas dengan suhu 40°C dan 50°C. Dari data penelitian diperoleh bahwa semua variabel menunjukkan penurunan berat jagung. Penurunan berat jagung menunjukkan bahwa kadar air di dalam jagung mengalami penurunan. Penurunan kadar air di dalam jagung karena pengaruh suhu udara masuk dapat dilihat pada grafik 1 dan 2.

Dari grafik 1 dan 2 dapat dilihat bahwa penurunan kadar air dari jagung yang paling besar terjadi pada variabel suhu 50°C. Pada proses pengeringan ada 2 fenomena penting, yaitu perpindahan panas dari media pengering ke bahan yang dikeringkan dan perpindahan massa air dari bahan yang dikeringkan ke media pengering (Treyball, 1983). Semakin tinggi suhu udara pengering maka relative humidity udara akan semakin rendah sehingga transfer panas dan massa antara udara dan jagung akan semakin besar. Pada variabel suhu 50°C ini, memiliki relative humidity yang rendah sehingga panas yang ditransfer dari udara ke bahan relatif besar. Hal ini dapat mengakibatkan perpindahan air dari bahan ke udara semakin besar. Oleh karena itu, pada variabel 50°C terjadi penurunan kadar air dalam bahan yang relatif besar.



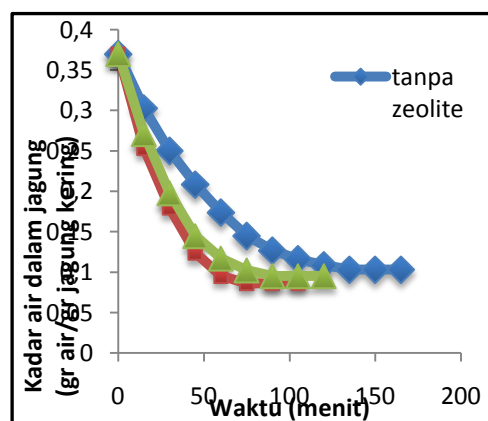
Grafik 1. Penurunan Kadar Air dalam Jagung (25% jagung dan Zeolite Sintetis)



Grafik 2. Penurunan Kadar Air dalam Jagung (25% jagung dan Zeolite Alam)

Pengaruh Jenis Zeolite terhadap Pengeringan Jagung

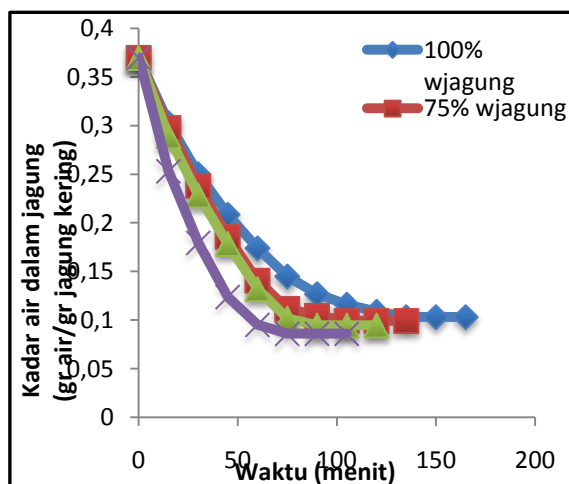
Proses pengeringan jagung dengan menggunakan zeolite memberikan hasil yang bagus, yaitu berupa jagung kering dengan kadar air di bawah 15%. Variasi jenis zeolite pada penelitian ini juga mempengaruhi hasil yang dihasilkan. Pada variabel zeolite sintetis memberikan hasil yang paling bagus dibandingkan dengan variabel zeolite alam. Hal tersebut ditunjukkan pada grafik 3. Pada grafik di atas, dapat dilihat bahwa pengeringan dengan menggunakan zeolite memakan waktu yang lebih cepat untuk mencapai berat jagung konstan daripada pengeringan tanpa menggunakan zeolite. Hal ini dikarenakan zeolite memiliki afinitas yang tinggi terhadap air, sehingga dapat mempercepat proses pengeringan jagung. Dari grafik diatas, juga dapat dilihat bahwa penggunaan zeolit sintetis lebih baik daripada zeolit alam. Pada zeolite sintetis waktu penyerapannya lebih singkat dan air yang terserap akan terikat kuat, sehingga air di dalam jagung yang terserap akan lebih banyak. Selain itu, pada zeolit sintetis memiliki ruang kosong pada pori 47% lebih banyak daripada zeolit alam sehingga air yang terikat oleh zeolit sintetis lebih banyak (Anonim, 2006). Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa pengeringan jagung yang paling bagus adalah dengan menggunakan zeolite sintetis.



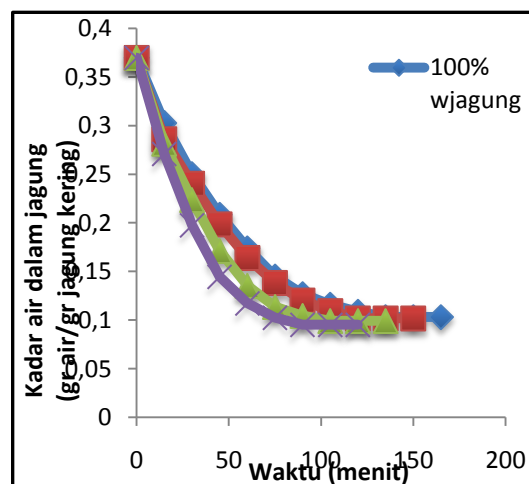
Grafik 3. Penurunan Kadar Air dalam Jagung pada Suhu 50°C dan Rasio 25% jagung

Pengaruh Rasio Berat Jagung dan Zeolite terhadap Pengeringan Jagung

Pengeringan jagung dengan menggunakan zeolite juga dapat dipengaruhi oleh rasio berat antara jagung dan zeolite. Pengaruh tersebut dapat dilihat dari penurunan kadar air di dalam jagung yang digambarkan pada grafik 4 dan 5.



Grafik 4. Penurunan Kadar Air dalam Jagung Zeolite Sintetis dan Suhu 50°C



Grafik 5. Penurunan Kadar Air dalam Jagung Zeolite Alam dan Suhu 50°C

Grafik 4 dan 5 (penurunan moisture content pada jagung dengan zeolite sintetis dan alam) menunjukkan bahwa penurunan kadar air yang paling banyak terjadi pada variabel 25% wjagung. Pada variabel ini, jumlah zeolit yang digunakan banyak sehingga banyak pula uap air di udara yang terserap oleh zeolit. Karena relative humidity merupakan fungsi dari suhu dan kadar air, maka semakin sedikit jumlah kadar air di dalam udara menyebabkan relative humidity udara semakin rendah, sehingga semakin banyak pula air dari jagung yang teruapkan ke udara dan kemudian teradsorpsi oleh zeolit. Oleh karena itu, pada variabel ini pencapaian kadar air setimbang (X_e) terjadi lebih cepat. Dengan kata lain, semakin banyak jumlah zeolite yang digunakan maka penurunan kandungan air dalam bahan akan semakin cepat.

Kinetika Pengeringan Jagung

Salah satu mekanisme penting di dalam proses pengeringan adalah perpindahan massa dari bahan ke media pengering. Untuk mengetahui laju pengeringan yang paling bagus pada penelitian ini, maka perlu dihitung konstanta pengeringan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{---} \quad (1)$$

Jika persamaan di atas diintegalkan, maka didapatkan:

$$\text{---} \quad (2)$$

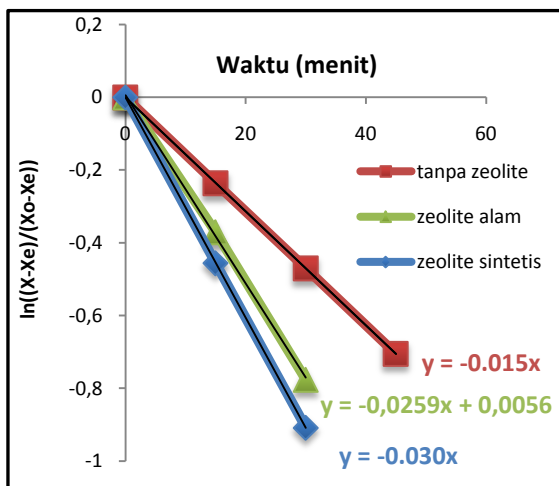
Dimana k menyatakan konstanta pengeringan (*drying constant*), X = kadar air bahan pada waktu t , X_e = kadar air bahan kesetimbangan, X_o = kadar air awal, dan t = interval waktu pengeringan (Istadi, dkk 2002). Konstanta pengeringan tergantung pada kadar air bahan dan kondisi udara pengering. Nilai konstanta pengeringan yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dilihat pada grafik 6 dan 7. Dari grafik 6, dan 7 dapat dilihat bahwa harga konstanta laju pengeringan yang optimum diperoleh pada variabel suhu 50°C; rasio 25% wjagung; dan zeolite sintetis yaitu 0,0303.

Sedangkan laju pengeringan dari penelitian dapat dilihat dari grafik 8 dan 9. Dari gambar 8 menunjukkan bahwa semakin besar suhu maka laju pengeringan juga semakin besar. Makin tinggi temperatur udara pengering maka kelembaban udara pengering makin rendah sehingga gaya dorong kandungan air antara bahan dengan udara makin besar. Disamping itu, makin tinggi

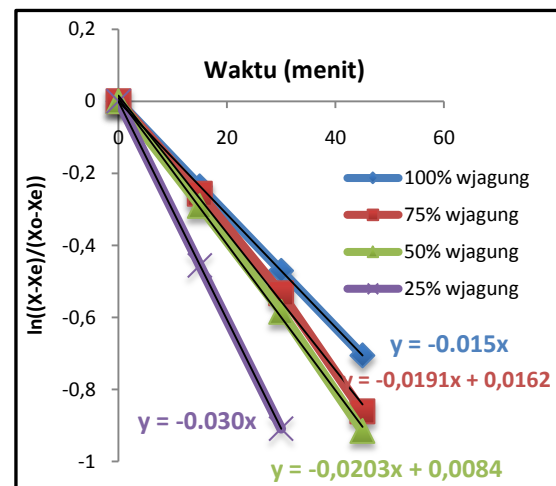
temperatur udara pengering akan makin banyak pula panas yang dipindahkan dari udara ke permukaan bahan yang selanjutnya dapat menguapkan moisture di dalam bahan.

Dilihat dari grafik 8, laju pengeringan yang paling besar ditunjukkan pada variabel zeolit sintetis. Hal ini karena zeolit sintetis memiliki ruang kosong pada pori yang lebih banyak daripada zeolit alam dan air yang terserap oleh zeolit sintetis akan terikat kuat, sehingga air yang teruapkan lebih banyak. Oleh karena itu, laju pengeringan jagung pada variabel zeolit sintetis lebih besar dibandingkan dengan variabel jenis zeolit lainnya (Anonim, 2006).

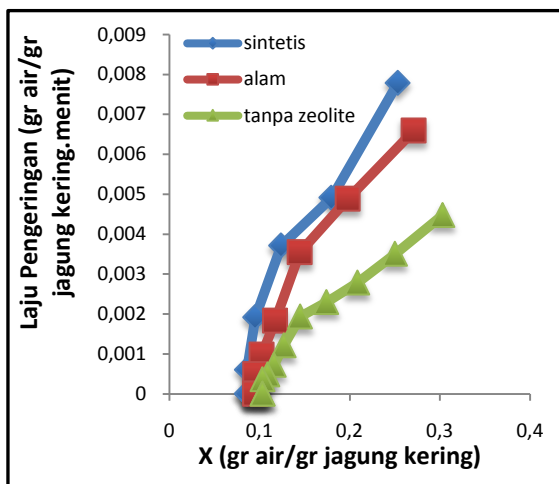
Untuk variabel rasio berat jagung dan zeolit ditunjukkan pada grafik 9, diperoleh bahwa laju pengeringan yang paling besar terjadi pada variabel rasio 25% wjagung. Pada variabel ini, jumlah zeolit yang digunakan banyak sehingga banyak pula uap air di udara yang terserap oleh zeolit. Karena relative humidity merupakan fungsi dari suhu dan kadar air, maka semakin sedikit jumlah kadar air di dalam udara menyebabkan relative humidity udara semakin rendah, sehingga semakin banyak pula air dari jagung yang teruapkan ke udara dan kemudian teradsorpsi oleh zeolit. Oleh karena itu, pada variabel ini pencapaian kadar air setimbang (X_e) terjadi lebih cepat. Dengan kata lain, semakin banyak jumlah zeolite yang digunakan maka penurunan kandungan air dalam bahan akan semakin cepat. Dari penjelasan di atas, laju pengeringan yang paling baik diperoleh pada variabel 50°C, rasio 25% wjagung dan zeolit sintetis.



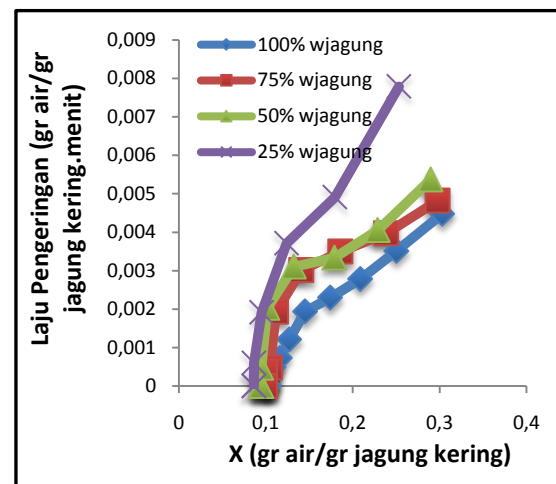
Grafik 6. Pengaruh Jenis Zeolite terhadap Laju pengeringan



Grafik 7. Pengaruh Rasio Berat Jagung dan Zeolite terhadap Laju Pengeringan



Grafik 10. Pengaruh Jenis Zeolit terhadap Laju Pengeringan



Grafik 11. Pengaruh Rasio berat jagung dan zeolite terhadap Laju Pengeringan (zeolite sintetis)

