



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

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°C , laju alir udara 1.5 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.

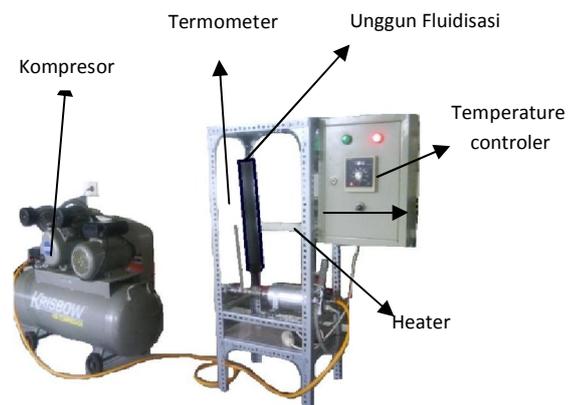
Selama ini, sebagian besar petani di Indonesia mengeringkan gabah dengan cara menjemurnya di lahan tertentu dengan mengandalkan panas matahari. Cara ini umum dilakukan karena proses pengeringannya sederhana dan biayanya yang dikeluarkan sedikit. Tetapi cara konvensional ini memiliki kelemahan-kelemahan, 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:

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

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

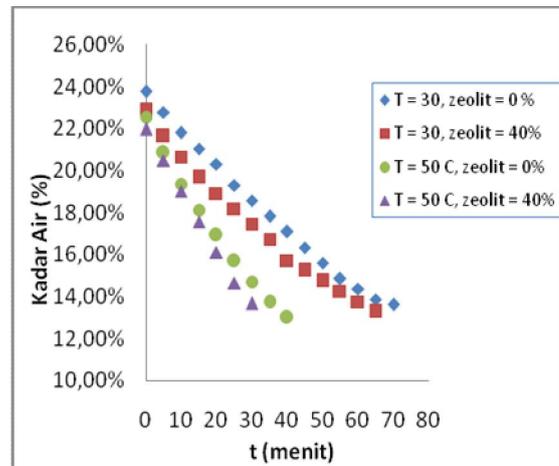
3. Hasil dan Pembahasan

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.

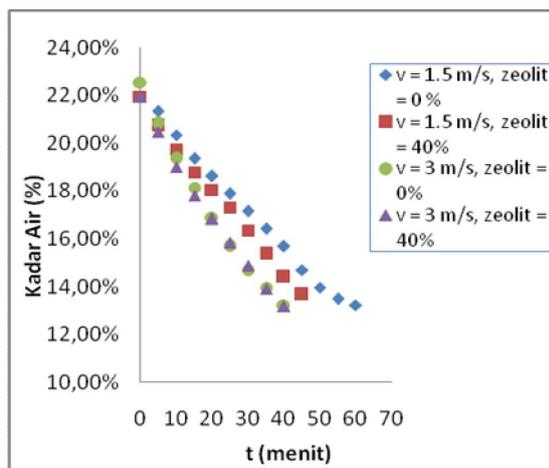
Proses penyerapan air oleh zeolite ini bersifat eksotermis, sehingga melepaskan panas yang akan tetap mempertahankan temperatur udara pengering [5]. Jadi dengan semakin banyaknya zeolit yang digunakan, uap air yang terserap oleh zeolit juga akan semakin banyak, ini menyebabkan relative humidity di sekitar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

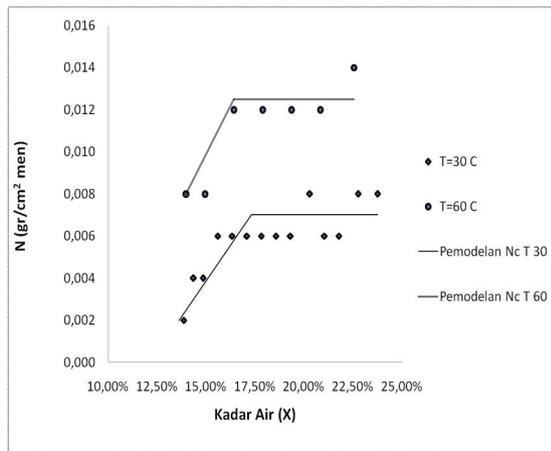
Pada proses pengeringan, panas dibutuhkan untuk menguapkan air yang terkandung dalam bahan dan udara yang mengalir diperlukan untuk membawa uap air hasil pengeringan yang berada

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/cm².men sedangkan pada variabel suhu 50, laju alir 3 m/s dan zeolit 0% adalah 0.0115 gr/cm².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.



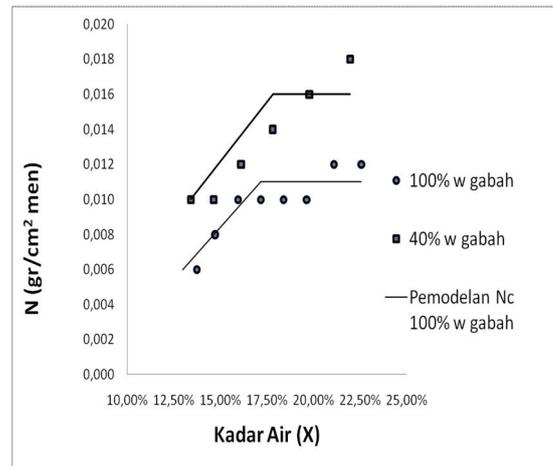
Gambar 3.3 Grafik Pengaruh Suhu terhadap Kecepatan Pengeringan

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/cm².men sedangkan suhu 60 °C laju pengeringan tertinggi dapat mencapai 0.014 gr/cm².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.

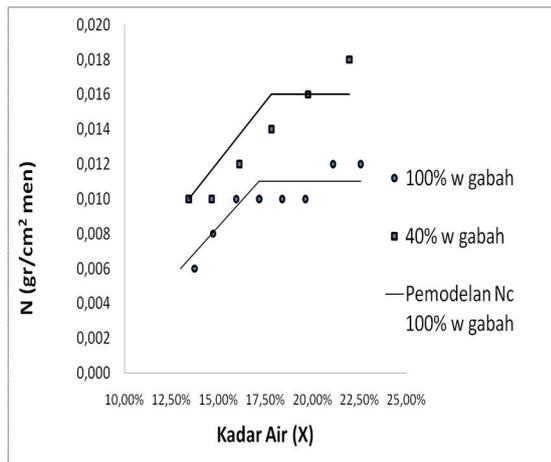
Gambar 3.4 menunjukkan pengaruh kecepatan udara pengering terhadap laju pengeringan. Dari gambar ini dapat diketahui bahwa semakin tinggi laju alir udara pengering, maka laju pengeringannya semakin tinggi pula sehingga proses pengeringan berlangsung lebih cepat. Pada percobaan ini kecepatan tertinggi 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

