

RANCANG BANGUN SISTEM PENGUMPAN BAHAN PADA *PNEUMATIC CONVEYING RING DRYER*

Abadi Jading*, Eduard Fransisco Tethool dan Paulus Payung

Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Papua

Jl. Gunung Salju, Amban, Manokwari, Papua Barat, 98314

*Email: a.jading@unipa.ac.id

Abstrak

Pengumpanan bahan merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi selama proses pengeringan pati sagu basah dengan *Pneumatic Conveying Dryer (PCRD)*. Oleh karena itu, perlu dilakukan perancangan sistem pengumpanan bahan dengan kinerja yang optimal. Tujuan penelitian ini adalah merancang bangun sistem pengumpanan bahan pada PCRD yang terdiri dari hopper dengan silinder bergigi yang dilengkapi screw conveyor bertingkat, untuk meningkatkan dan mengatur laju umpan (aliran) bahan secara kontinyu, dan memperkecil ukuran bahan yang masuk ke dalam ruang pengering. Metode yang digunakan adalah *engineering design method (EDM)*. Data dianalisis secara teknis, kemudian dibahas secara deskriptif. Hasil rancangbangun sistem pengumpanan bahan pada PCRD adalah terciptanya sistem pengumpanan bahan yang terdiri dari hopper berbentuk prisma termodifikasi kapasitas 15-30 kg dengan silinder bergigi yang dilengkapi screw conveyor bertingkat. Sistem pengumpanan bahan dapat mengatur laju aliran bahan secara kontinyu dengan waktu tinggal bahan di dalam sistem pengumpanan selama 11,3 menit.

Kata kunci: bahan, conveyor, hopper, pengumpan, screw

1. PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan yang sering terjadi dalam proses pengeringan pati sagu basah pada *pneumatic conveying ring dryer (PCRD)* adalah pengumpanan bahan. Hal ini disebabkan pati sagu basah memiliki sifat yang lengket sehingga sulit terurai. Pati sagu menggumpal dan mengalami penyumbatan di dalam hopper. Selain itu, ukuran partikel pati sagu basah harus dalam kondisi seragam dan berukuran lebih kecil dari kecepatan terminal (*terminal velocity*) udara blower, sehingga dapat terangkut dengan baik selama proses pengeringan pada PCRD. Jading dkk. (2016; 2017) telah mengembangkan PCRD dengan sistem pengumpanan menggunakan silinder bergigi. Selain itu, modifikasi pengumpanan dengan silinder bergigi juga telah dilakukan untuk pengeringan pati sagu pada pengering *agitated fluidized bed* (Jading dkk., 2012; 2013). Namun demikian, kinerja dari sistem pengumpanan tersebut belum optimal.

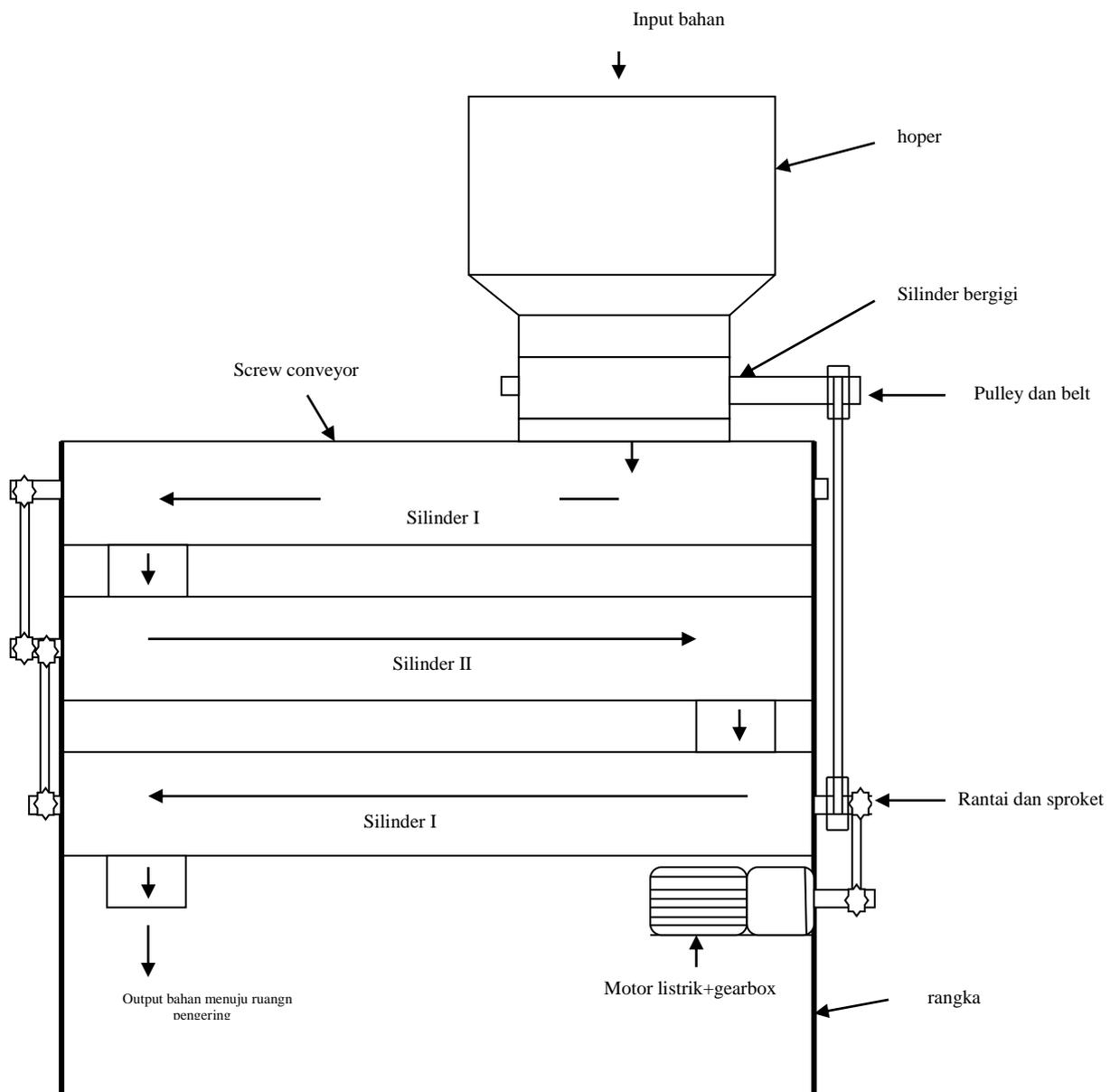
Bahan sering mengalami penyumbatan pada mulut hopper, sehingga aliran bahan tidak kontinyu. Hal ini sangat mempengaruhi kinerja pengering PCRD. Oleh karena itu, perlu pengembangan dan penyempurnaan konstruksi sistem pengumpanan tersebut, dengan mengubah rancangan hopper dan bagian *screw conveyor*. Menurut Fernandes dkk. (2009) dan Lopes dkk. (2011) pengembangan rancangan hopper dengan *screw conveyor* akan memberikan pengaruh yang besar terhadap kinerja sistem pengumpanan. Tujuan penelitian ini adalah merancang bangun sistem pengumpanan bahan pada *pneumatic conveying ring dryer (PCRD)* yang terdiri dari hopper dengan silinder bergigi, serta dilengkapi *screw conveyor* bertingkat, untuk meningkatkan dan mengatur laju umpan (aliran) bahan secara kontinyu dan memperkecil ukuran bahan yang masuk ke dalam ruang pengering.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan sejak April 2019, di laboratorium Teknik Pertanian dan Biosistem, sub laboratorium Perbengkelan Mesin Agroindustri, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian (FATETA), Universitas Papua (UNIPA), Manokwari, Papua Barat. Bahan yang digunakan pada penelitian ini, terdiri dari dua bagian, yaitu bahan untuk rancangbangun, dan bahan untuk pengujian fungsional serta kinerja sistem pengumpanan bahan pada PCRD. Adapun bahan utama yang digunakan untuk rancangbangun adalah pelat besi (tebal 2,3 mm), pelat *stainless steel* (tebal 2 mm), besi siku 4x4B, dan beberapa bahan pendukung lainnya. Sedangkan bahan yang digunakan untuk pengujian fungsional dan kinerja sistem pengumpanan

adalah pati sagu basah (kadar air awal $\pm 40\%$ basis basah, ukuran 20-60 μm , dan densitas 550 kg/m^3), yang diperoleh dari daerah Manokwari dan sekitarnya. Alat yang digunakan untuk rancangbangun adalah alat dan mesin utama perbengkelan (mesin las listrik, mesin gurinda, dan lain-lain), sedangkan alat untuk pengujian fungsional dan kinerja sistem pengumpanan terdiri dari alat ukur (*tacho meter*, *moisture analyzer*, *stopwatch*, dan lain-lain), dan alat pendukung lainnya.

Metode yang digunakan untuk merancangbangun dan menguji kinerja sistem pengumpanan bahan pada PCRD adalah *Engineering Design Method* (EDM) (Jading dkk., 2012). Metode EDM terdiri dari pengumpulan data dan informasi karakteristik pati sagu basah, perancangan, konstruksi, pengujian dan perbaikan rancangan bagian proses dan pendukung sistem pengumpanan. Data hasil rancang bangun dan pengujian kinerja dianalisis secara matematis, kemudian dibahas secara deskriptif. Rancangan sistem pengumpanan bahan terdiri dari hoper dengan silinder bergigi, dan *screw conveyor* bertingkat. Perancangan sistem pengumpanan bahan menggunakan analisis teknis dengan menghitung dimensi bagian-bagian proses dan pendukung, untuk mengetahui volume hoper, dan daya penggerak *screw conveyor*. Pengujian kinerja dilakukan untuk mengetahui laju umpan bahan, dan waktu tinggal bahan. Adapun skema sistem pengumpanan bahan pada mesin PCRD, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema sistem pengumpanan bahan pada PCRD

Untuk merancang hoper, maka terlebih dahulu menentukan bentuk dan ukuran dimensi hoper yang digunakan, yaitu piramida termodifikasi, seperti pada Gambar 2. Dimensi hoper ditentukan menggunakan Persamaan 1 dan 2 (Kuye dkk., 2011).

$$V_{hpf} = h_1(W_1L_1) + \frac{h_2}{3}((W_1L_1) + (W_2L_2) + (\sqrt{(W_1L_1)(W_2L_2)})) \quad (1)$$

Persamaan 1 dapat disederhanakan menjadi Persamaan 2.

$$V_{hpf} = h_1A_1 + \frac{h_2}{3}(A_1 + A_2 + \sqrt{A_1A_2}) \quad (2)$$

dimana V_{hpf} adalah volume hoper (cm^3), A_1 luas permukaan input atas (cm^2), A_2 luas permukaan output bawah (cm^2), h_1 tinggi input hoper atas (cm), h_2 tinggi output hoper bawah (cm), W_1 lebar input atas (cm), dan W_2 lebar output bawah (cm). Laju umpan bahan ditentukan dengan Persamaan 3 (Kuye dkk., 2011).

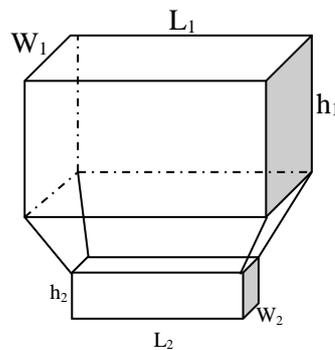
$$V_{hpf} = 1.1 \left[\frac{F_r t_{fr}}{\rho_{ib} 60} \right] \quad (3)$$

dimana V_{hpf} adalah volume hoper (m^3), F_r laju umpan (kg/jam), t_{fr} waktu tinggal bahan di dalam hoper (menit), dan ρ_{ib} densitas bahan input (kg/m^3).

Screw conveyor yang digunakan berbentuk piringan dan silinder (*disc and cylinder*). Daya total yang dibutuhkan untuk menggerakkan *screw conveyor* ditentukan menggunakan Persamaan 4 (Kuye dkk., 2011).

$$P_{tsc} = \left[\frac{(L_{sc} N_{sc} F_{dsc} F_{bsc}) + (C_{sc} L_{sc} W_{ib} F_{fsc} F_{msc} F_{psc}) / 10^6}{E_{sc}} \right] F_o \quad (4)$$

dimana P_{tsc} adalah daya total penggerak (Hp), L_{sc} panjang conveyor (m), N_{sc} kecepatan putaran operasi (rpm), F_{dsc} faktor diameter conveyor (12,0), F_{bsc} faktor hanger bearing (1,0), C_{sc} kapasitas conveyor (ft^3/jam), W_{ib} berat bahan input per volume atau densitas bahan input (lbs/ft^3), F_{fsc} faktor flight (1,0), F_{msc} faktor bahan (1), F_o faktor overload, F_{psc} faktor paddle (1,2), dan E_{sc} efisiensi drive (0,88).

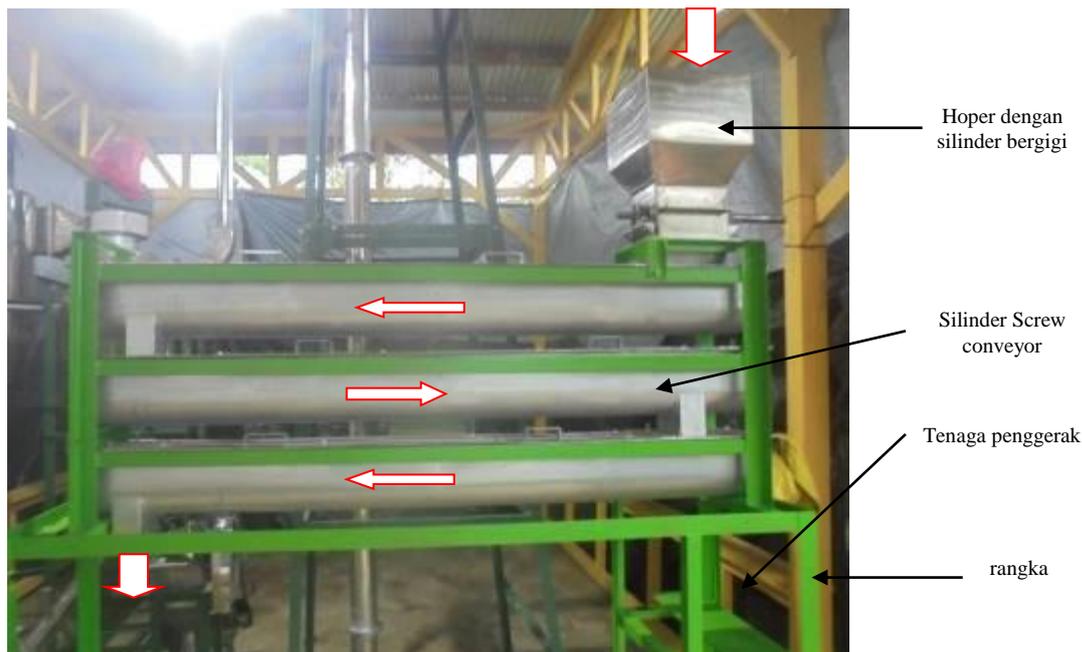


Gambar 2. Skema dan dimensi hoper

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Konstruksi Hoper dengan silinder bergigi, dan *screw conveyor*

Hasil rancang bangun sistem pengumpanan bahan pada PCRD dapat dilihat pada Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan konstruksi sistem pengumpanan bahan dengan ukuran dimensi panjang, lebar dan tinggi yaitu (200x50x236) cm. Bagian-bagian sistem pengumpanan bahan tersebut, terdiri dari hoper dengan silinder bergigi, dan *screw conveyor* bertingkat. Hoper berbentuk piramida termodifikasi yang dilengkapi silinder bergigi, untuk mengatur laju aliran dan memperkecil ukuran bahan menuju *screw conveyor*. Menurut Jading dkk. (2013; 2016), penggunaan silinder bergigi pada proses pengumpanan bahan sangat efektif mengatur laju aliran bahan, dan mampu memperkecil ukuran bahan yang masuk ke dalam ruang pengering. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Balami dkk. (2012).



Gambar 3. Konstruksi sistem pengumpanan bahan pada PCRD

Volume hoper yang dihasilkan dari proses rancang bangun adalah 25.416 cm^3 ($0,025 \text{ m}^3$). Hal ini sesuai dengan hasil perhitungan menggunakan Persamaan 2. Luas permukaan input atas (A_1) adalah 900 cm^2 , tinggi bagian atas (h_1) 20 cm, luas permukaan output bawah (A_2) ($21,5 \times 16,5$) cm^2 , tinggi output bawah 12 cm. Hoper dilengkapi dengan silinder bergigi yang berukuran panjang dan diameter 20 cm dan 15 cm. Tinggi, diameter, dan jarak antara gigi pada silinder tersebut masing-masing adalah 0,5 cm, 0,35 cm dan 1,5 cm. Jika diketahui densitas pati sagu basah 550 kg/m^3 , maka kapasitas hoper adalah 15-30 kg pati sagu basah. Bentuk konstruksi hoper dengan silinder bergigi dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.

Untuk mengalirkan pati sagu basah ke dalam ruang pengering, maka telah dirancang *screw conveyor* bertingkat yang memiliki *pitch* berbentuk piringan. *Pitch* tersebut terpasang di dalam silinder menggunakan poros (as) 1 inci. Silinder tersebut memiliki panjang 200 cm, diameter 16 cm, dan kedalaman 19 cm. Silinder tersebut disusun secara bertingkat, yaitu sebanyak tiga tingkatan. Oleh karena itu, panjang keseluruhan silinder *screw conveyor* tersebut adalah 600 cm. Silinder pada tingkat pertama memiliki jumlah *pitch* sebanyak 38 buah, jumlah *pitch* di dalam silinder tingkat kedua adalah 41 buah, dan silinder tingkat ketiga memiliki jumlah *pitch* sebanyak 39 buah. Jarak antara *pitch* pada setiap silinder adalah 4 cm, dengan kedalaman *pitch* 6 cm. Untuk menggerakkan *screw conveyor* tersebut, maka berdasarkan hasil perhitungan menggunakan Persamaan 4, dipilih motor listrik 3 phase 380 V, 2 hp, 1500 rpm, dengan sistem transmisi rantai dan sproket. Untuk penurunan putaran silinder bergigi dan *screw conveyor*, maka digunakan *gear box* dengan perbandingan 1:100, sehingga diperoleh kecepatan putaran silinder bergigi dan *screw*

conveyor sebesar 15 rpm. Kecepatan putaran tersebut sangat efektif mengatur laju aliran bahan yang masuk ke dalam ruang pengering (Jading dkk., 2013).



Gambar 4. Bentuk hoper dengan silinder bergigi



Gambar 5. Bentuk *screw conveyor*

3.2. Kinerja sistem pengumpan

Berdasarkan pengujian kinerja sistem pengumpan bahan hasil rancang bangun pada penelitian ini, diperoleh data awal yang meliputi waktu tinggal bahan selama proses pengumpanan (t_{tr}) 11,3 menit, dan laju umpan bahan (F_r) 66,37 kg/jam. Hal ini menunjukkan bahwa laju umpan bahan pada sistem pengumpan bahan hasil rancangan, lebih besar apabila dibandingkan dengan sistem pengumpan terdahulu hasil rancangan Jading dkk. (2016; 2013). Namun demikian, lebih kecil dari laju umpan yang dihasilkan pada sistem pengumpan bahan hasil rancangan Balami dkk. (2012). Laju umpan sistem pengumpan bahan hasil rancangan Jading dkk. (2016) adalah 12 kg/jam, Jading dkk. (2013) adalah 0,25 kg/jam, dan Balami dkk (2012) adalah 115 kg/jam-1120 kg/jam. Hal ini disebabkan karena laju umpan yang dihasilkan pada sistem pengumpan bahan hasil rancang bangun pada penelitian ini, disesuaikan dengan kapasitas input bahan pada PCRD, seperti yang telah dijelaskan dalam hasil penelitian Jading dkk. (2016).

4. KESIMPULAN

Telah tercipta prototipe sistem pengumpan bahan pada PCRD yang terdiri dari hopper dengan silinder bergigi yang dilengkapi *screw conveyor* bertingkat berbentuk piringan dan silinder (*disc and cylinder*) yang memiliki kapasitas hopper 0,025 m³, atau 15-30 kg pati sagu basah, dengan laju umpan bahan 66,37 kg/jam. Prototipe sistem pengumpan tersebut, masih dalam proses pengujian kinerja, khususnya untuk mengetahui ukuran partikel pati sagu basah yang dihasilkan, sehingga dapat dialirkan secara kontinyu ke dalam ruang pengering.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (KEMRISTEKDIKTI) melalui Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRPM) yang telah membiaya penelitian ini (Riset Terapan 2019).

DAFTAR PUSTAKA

- Balami, A.A., Adgidzi, D., Kwaya, E.I., (2012), Modification and Testing of a Cassava Flash Dryer Feeder Unit. *Academia Research International* 2(3), pp. 82-87.
- Fernandes, J.W., Cleary, P.W., McBride, W., (2009), Effect of Screw Design on Hoper Drown By a Horizontal Screw Feeder, *Paper, Seventh International Conference on CFD in the Minerals and Process Industries CSIRO, Melbourne, 9-11 December 2009.*
- Jading, A., Aman, W.P., Payung, P., Tethool, E.F., (2012), Pengembangan Rancangan Agitator Untuk Mengoptimalkan Aliran Bahan pada Alat Pengering Pati Sagu Model Agitated-Vibro Cross Flow Fluidized Bed, *Prosiding, Seminar Nasional PERTETA, Denpasar, 13-14 Juli 2012*, pp. 463-469.
- Jading, A., Bintoro, N., Karyadi, J.N.W., (2016), Analisis Efisiensi Pneumatic Conveying Recirculated Dryer untuk Pengeringan Bahan-bahan Tepung, *Prosiding, Seminar Nasional Fakultas Pertanian UPN Veteran, Yogyakarta, 10 Desember 2016*, pp. 370-378.
- Jading, A., Bintoro, N., Karyadi, J.N.W., (2017), Evaluation of Performance of Pneumatic Conveying Recirculated Dryer for Drying of Flour Materials, *Prosiding, International Seminar Agricultural Engineering (ISAE), Lampung, Indonesia, 10-12 Agustus 2017*, pp. 1-8.
- Jading, A., Payung P., Aman, W.P., Tethool E.F., (2013), Perancangan Hoper dengan Pengumpan Bertenaga Motor Listrik pada Alat Pengering Pati Sagu Model Agitated Vibro Cross Flow Fluidized Bed, *Istech* 5(2), pp. 70-81.
- Kuye, A., Ayo, D.B., Sanni, L.O., Raji, A.O., Kwaya, E.I., Otuu, O.O., Asiru, W.B., Alenke, B., Abdulkareem, I.B., Bamkefa, B., Tarawali, G., Dixon, A.G.O., Okechukwu, R.U., (2011), Design and Fabrication of Flash Dryer for the Production of High Quality Cassava Flour. www.iita.org, Diakses: 9 Juni 2019, jam 13:00 WIT.
- Lopez, C.S., de Padua, T.F., Ferreira, M.d.C., Freire, J.T., (2011), Influence of the Entrance Configuration on the Performance of a Non-Mechanical Solid Feeding Device for a Pneumatic Dryer, *Drying Technology* 29, pp. 1186-1194.