

DESIGN OF ROTARY DRYER FOR IMPROVING THE QUALITY OF PRODUCT OF SEMI ORGANIC PHOSPHATE FERTILIZER

Arif Jumari¹⁾ Agus Purwanto¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Kimia F.T UNS

Abstract : *Semiorganic phosphate fertilizer is one of the alternatives of fertilizer supplying elements of N, P and K needed plant . This product was expected to be able to substitute the phosphate fertilizer supplied in chemical fertilizer form. Manufacturing of semi organic phosphate fertilizer consist of (1) composting of mixed organic materials and livestock manure, (2) grinding of compost, (3) grinding of phosphate rocks, (4) blending and prilling of grinded compost, phosphate rocks and water and (5) Drying of prilled fertilizer. As far as now the drying of semi organic phosphate fertilizer was carried out by drying under the sunshine. This proces was difficult to be done on rainy season , so it was needed an equipment to dry semi organic phosphate fertilizer, i.e, a Rotary Dryer. The purpose of the program was to design a Rotary Dryer for drying of semi organic phosphate fertilizer to maintain or even increase the capacity of production . Main components of Rotary Dryer were Shell, Fuel Burner, Gear of Shell mover, and Motor for driving Shell. Shell rotated at 4-8 rpm when It was being operated. This Shell was equipped with baffles for improving the contact between hot gas and prilled fertilizer. Motor for driving Shell was a single phase electric motor 1 HP equipped with reducer , chain and transmision gear. The Rotary Dryer was operable easily and safely. Drying using Rotary Dryer yield product of fertilizer with moisture content 12.9 % and drying under sunshine for 2-3 days drying was 13.1 % moisture content. Product with more homogeneous of moisture was also obtained by drying using Rotary Dryer. The capacity of drying using this Rotary Dryer was 250-300 kg/h and depends the desired moisture content and fuel burning rate. Fuel (kerosene) consumption was 2-3 liter/h.*

Keywords: *semiorganic phosphate fertilizer, drying of fertilizer, drying under sunshine, moisture content, rotary dryer*

PENDAHULUAN

Penggunaan pupuk organik dalam pengolahan tanah pertanian memberikan banyak keuntungan dibanding dengan pupuk kimia. Pupuk organik mampu memperbaiki struktur tanah dari padat menjadi gembur. Pada tanah yang gembur, suply udara dirongga tanah akan lebih baik dan pada akhirnya akan menambah kesuburan tanah. Manfaat pupuk organik yang paling banyak dirasakan adalah tersedianya unsur hara mikro yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Unsur hara mikro (N, P, K) merupakan unsur yang sangat dibutuhkan oleh tanaman.

Karena berbagai keuntungan dari penggunaan pupuk organik maka industri pupuk organik sangat menjanjikan. CV Trubus Prima Indonesia melihat peluang ini. Dengan produknya pupuk fosfat semi organik cap *kuda*, diharapkan dapat menjadi

alternatif penggunaan pupuk fospat yang selama ini disuplai oleh pupuk kimia. Dengan harga yang lebih murah dan manfaat yang lebih banyak, industri ini sangat dirasakan bermanfaat oleh petani. Kapasitas produksi CV. Trubus Prima Indonesia sebesar 3 sampai 4 ton per hari.

Proses pembuatan pupuk organik masih dilakukan dengan cara yang sederhana . Bagan pembuatan pupuk fospat semi organik dapat dilihat pada gambar 1. Bahan baku berupa kotoran ternak dan bahan organik lainnya dikomposkan dengan bantuan mikroorganisme yang berasal dari rumen. Setelah proses pengomposan selesai, bahan dimasukkan ke mesin penggiling untuk menghancurkan dan menyera-gamkan ukuran. Selain itu bahan baku yang berupa batuan fospat digiling sesuai ukuran yang diinginkan. Kemudian dengan ditambah sedikit air, bahan

dicampur dan kemudian dimasukkan ke mesin prilling. Keluar dari mesin ini pupuk sudah berwujud granular. Kemudian pupuk dikeringkan dibawah sinar matahari. Selanjutnya pupuk dikemas dalam kantong plastik dan siap untuk dipasarkan. Peralatan yang saat ini dimiliki oleh C.V Trubus Prima Indonesia adalah alat penghancur batuan phospat (Patungan dengan industri lain yang sejenis), alat penghancur kompos dan alat pembuat granular

Salah satu tahapan proses pembuatannya pupuk phosphate semi organik adalah proses pengeringan. Selama ini proses pengeringan dilakukan dengan cara pemanasan dibawah sinar matahari langsung. Pengeringan alami dengan panas dari sinar matahari ini menguntungkan dari aspek biaya produksi. Tetapi pengeringan dengan cara alami ini banyak kelemahan, diantaranya :

- a. Memerlukan tempat pengeringan yang luas
- b. Kadar air produk yang dikeringkan tidak seragam
- c. Waktu pengeringan lama
- d. Sulit dilakukan pada musim hujan

Dengan kendala pengeringan secara alami tersebut, terjadi penguangan kapasitas produksi yang cukup besar pada musim hujan, padahal permintaan produk pada musim hujan justru lebih besar daripada di musim kemarau.

Perumusan Masalah

Masalah utama proses produksi pupuk Phosphat semi-organik oleh C.V. Trubus Prima Indonesia adalah masalah pengeringan produk, terutama pada musim hujan. Padahal justru pada musim hujan permintaan produk pupuk phosapat semi-organik meningkat tajam sedangkan kapasitas produksi menurun. Hal ini terjadi karena pengeringan dilakukan secara alami menggunakan panas matahari langsung dan ini sulit dilakukan pada musim hujan. Selain itu, pengeringan dengan sinar matahari menghasilkan produk dengan kadar air yang tidak seragam.

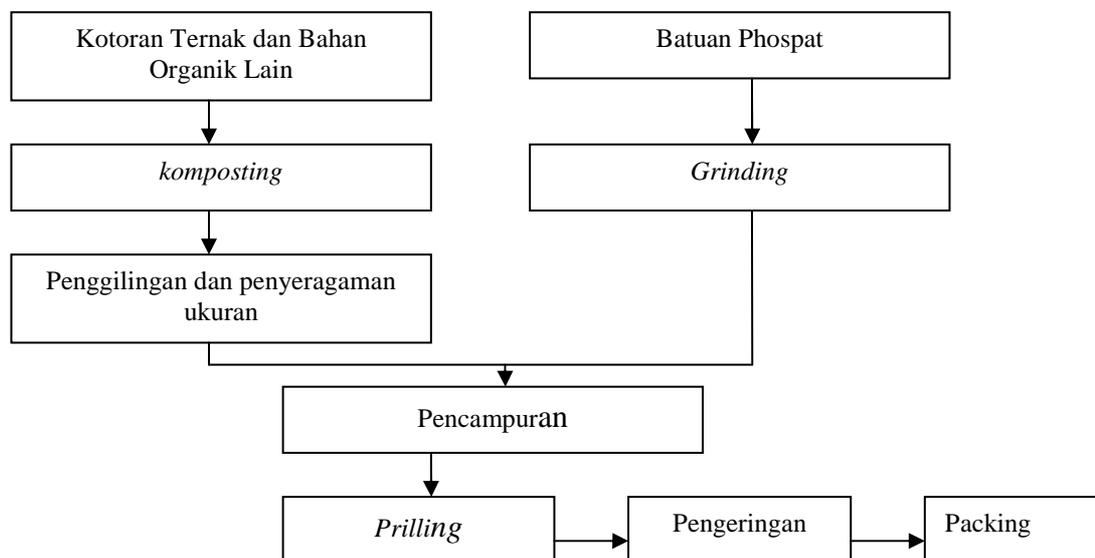
Berdasarkan uraian diatas maka perlu dirancang dan dibuat alat pengering untuk mengeringkan pupuk phosphate semi-organik untuk mempertahankan kapasitas produksi pada musim hujan dan untuk memperbaiki kualitas pupuk phosphate semi-organik yaitu kadar air yang rendah dan seragam. Alat pengering yang dirancang dan dibuat adalah jenis *Rotary Dryer* sebagai alat pengering produk pupuk phosphate semiorganik .

Tujuan dan Manfaat

Tujuan utama dari program ini adalah membuat dan merancang dan membuat Alat Pengering *Rotary Dryer*

1. Yang mampu mengeringkan pupuk phosphate semi organic sampai kadar air yang lebih rendah dan seragam dibandingkan kadar air hasil pengeringan alami dengan panas matahari.
2. Dapat dioperasikan dengan mudah ,aman dan kapan saja
3. dengan biaya operasi yang murah

Dengan adanya peralatan pengering ini diharapkan akan terjadi peningkatan kapasitas produksi. Selain itu, produk yang diperoleh akan mempunyai kualitas yang baik yaitu mempunyai kadar air yang seragam. Dari sisi ekonomi dengan adanya peningkatan kapasitas produksi nilai jual akan meningkat sehingga profit yang diperoleh akan meningkat pula. Selain itu kendala tidak dapat dipenuhinya kebutuhan pasar karena rendahnya kapasitas produksi dapat diatasi. Dengan kualitas produk yang baik maka akan semakin memperluas pasar yang telah ada.



Gambar 1. Proses pembuatan pupuk fosfat semi organik.

BAHAN DAN METODE

Deskripsi obyek

Secara umum, pengeringan ada-lah pengambilan sejumlah kecil air dari material. *Rotary Dryer* adalah salah satu tipe alat pengering yang terdiri dari sebuah silinder yang berputar diatas sebuah bearing dengan kemiringan yang kecil menurut sumbu horisontal. Panjang silinder biasanya bervariasi dari 4 sampai lebih dari 10 kali diameternya (bervariasi dari 0,3 sampai 3 m). Feed padatan dimasukkan dari salah satu ujung silinder dan karena rotasi, pengaruh ketinggian dan slope kemiringan, produk keluar dari salah satu ujungnya (Perry, 1984).

Rotary Dryer diklasifikasikan sebagai *direct*, *indirect-direct*, *indirect* dan *special types*. Istilah tersebut mengacu pada metode transfer panasnya, istilah *direct* digunakan pada saat terjadi kontak langsung antara gas dengan solid. (Perry, 1984). Peralatan *Rotary Dryer* dapat diaplikasikan untuk pemrosesan material solid secara *batch* maupun *kontinyu*. Material solid harus mempunyai sifat dapat mengalir bebas dan berwujud granular.

Secara umum, unit pemanas langsung merupakan unit yang sederhana dan paling ekonomis. Unit ini

digunakan pada saat kontak langsung antara padatan dan flue gas dapat ditoleransi. Karena beban panas total harus diberikan dan diambil, sejumlah volume total gas yang besar dan kecepatan yang tinggi diperlukan. Kecepatan gas yang ekonomis biasanya kurang dari 0,5 m/s (Perry, 1984). Metode *feeding* material tergantung pada karakteristik material dan loka-si serta jenis peralatan proses upstream. Yang paling sederhana *feeding* dilakukan secara gravitasi. Bila *feeding* secara gravitasi tidak memenuhi, biasanya digunakan *screw feeder*.

Rotary Dryer yang didesain pada kegiatan program vucer ini digunakan untuk mengeringkan pupuk fosfat semiorganik yang berupa butiran padat. *Rotary Dryer* beroperasi secara kontinyu dengan pemanasan langsung dengan aliran berlawanan arah dan pengumpanan secara gravitasi.

Metode desain

Pengering langsung pada *direct-heat Rotary Dryer* sangat cocok ditunjukkan sebagai mekanisme heat transfer sebagai berikut :

$$Q_t = U_a \cdot V \cdot (\Delta t)_m \quad (1)$$

dimana :

Q_t = Panas total yang ditransfer (J/s)

U_a = Koefisien transfer panas volumetrik (J / (s.m³.K))

V = Volume dryer, m³

Δt_m = *True mean temperature difference* antara gas panas dan material

Bila kuantitas uap yang diinginkan dipindah dari permukaan material dan temperatur material tidak diketahui, pendekatan yang baik untuk Δt_m adalah rata-rata logaritmik antara wet bulk udara pengering di inlet dan outlet pengering.

Hubungan yang direkomendasikan untuk pengering komersial yang di produksi di *United States* yang biasanya mempunyai *flight count per circle* 2.4 sampai 3.0 D dan kecepatan *shell peripheral* 60 sampai 75 ft/min :

$$Q_t = (0.5G^{0.67} / D).V.\Delta t_m \quad (2)$$

$$= 0.4.L.D.G^{0.67}.\Delta t_m \quad (3)$$

dimana :

Q_t = Total panas yang ditransfer (Btu / hr)

L = Panjang dryer (ft)

D = Diameter dryer (ft)

G = Kecepatan massa gas (lb/h.ft² luas penampang)

Δt_m = Rata-rata logaritmik gas masuk dan keluar *shell*.

Karakteristik material dibatasi temperatur gas, temperatur masuk biasanya ditetapkan oleh medium pemanas (400 K sampai 450 K untuk uap dan 800 K sampai 1100 K untuk pemanas gas atau minyak). Temperatur gas sebenarnya sangat tergantung pada fungsi ekonomis. Nilainya ditentukan sebagai :

$$N_t = (t_1 - t_2) / (\Delta t)_m \quad (4)$$

Dimana

N_t = Jumlah unit transfer panas berdasar gas.

t_1 = Temperatur gas awal (K)

t_2 = Temperatur gas keluar (K)

Persamaan di atas dapat digunakan untuk menentukan temperatur gas keluar. Secara ekonomis

N_t *Rotary Dryer* adalah antara 1.5 dan 2.5.

Rasio L/D yang paling efisien untuk keperluan komersial berada antara 4 sampai 10. *Rotary Dryer* biasanya dioperasikan dengan 10 sampai 15 % dari volumenya diisi dengan material. Waktu yang dibutuhkan untuk melalui *Rotary Dryer* dapat diestimasi menggunakan hubungan Friedman dan Marshall :

$$\theta = \frac{0.23L}{SN^{0.9}D} \pm 0.6 \frac{BLG}{F} \quad (5)$$

$$B = 5(D_p)^{-0.5} \quad (6)$$

dimana :

B=Sebuah konstanta, tergantung dari materialnya.

D_p =Ukuran rata-rata partikel menurut prosentasi beratnya (μ m)

F = Kecepatan rata-rata dryer (lb material kering/h.ft²)

θ = Waktu lewat (min)

S= Slope (ft/ft)

N= Kecepatan (r/min)

L= Panjang dryer (ft)

G= Kecepatan massa udara (lb/h.ft²)

D= Diameter dryer (ft)

+ = Menandakan cuntercurrent

- = Menandakan cocurrent

Alat pengering *Rotary Dryer* yang didesain dalam program ini adalah *Direct Heat Cocurrent Rotary Dryer*.

Data spesifikasinya adalah :

Material : Pupuk fosfat semi organik

Diameter silinder : 400 mm

Panjang silinder : 3500 mm

Kapasitas pengeringan : 300 kg/jam

Kecepatan silinder : 4 sampai 8 RPM

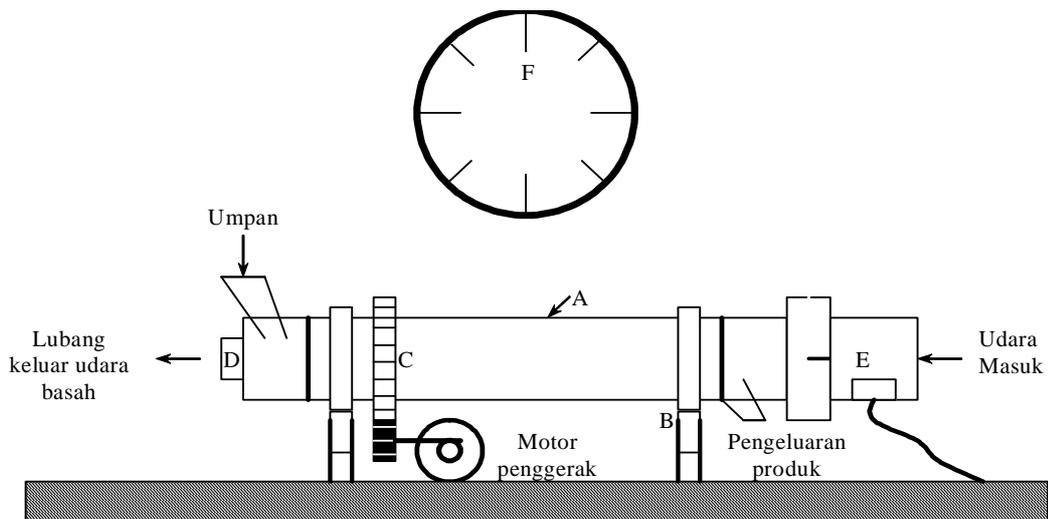
Konsumsi power oleh silinder : 1HP

Kecepatan Motor : 1440 RPM

Gambar skematik *Rotary Dryer* ada pada gambar 2.

Desain dan Prosedur Pelaksanaan

Secara umum tahap-tahap pelaksanaan program vucer pembuatan *Rotary Dryer* untuk mengeringkan pupuk fosfat semi-organik ditunjukkan dengan diagram alir pada gambar 3.



Keterangan:
 A. Selongsong pengering B. Rol bantalan selongsong. C. Roda gigi penggerak.
 D. Tudung pembuang udara. E. Ruang pemanas udara. F. Sayap pengangkut.

Gambar 2. Pengering putar dengan arus berlawanan

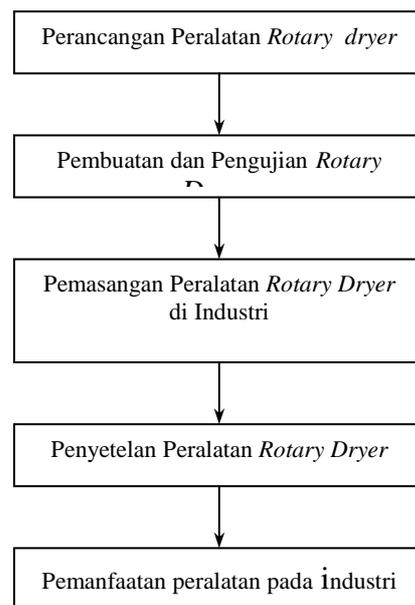
**HASIL DAN PEMBAHASAN
 Prototipe Rotary Dryer**

Hasil akhir kegiatan program Vucer ini adalah prototipe Rotary Dryer untuk mengeringkan pupuk fosfat semiorganik. Prototipe Rotary Dryer dapat dilihat pada gambar 4.

Adapun spesifikasi dari prototipe Rotary Dryer ini adalah sebagai berikut

- Fungsi : Meringkan Pupuk fosfat semi organik
- Diameter silinder : 400 mm
- Panjang silinder : 3500 mm
- Kapasitas pengeringan : 300 kg/jam
- Kecepatan silinder : 4 sampai 8 RPM
- Elevasi : 11° (max)
- Konsumsi power oleh silinder: 1HP
- Kecepatan Motor : 1440 RPM
- Pemanas: Direct, gas hasil pembakaran minyak tanah

Semula alat pengering dirancang untuk kapasitas 1 ton per jam. Dari hasil pengujian diperlukan adanya modifikasi-modifikasi sehingga akhirnya diperoleh kapasitas pengeringan 300-500 kg/jam tergantung kualitas pengeringan dan laju alir bahan bakar.



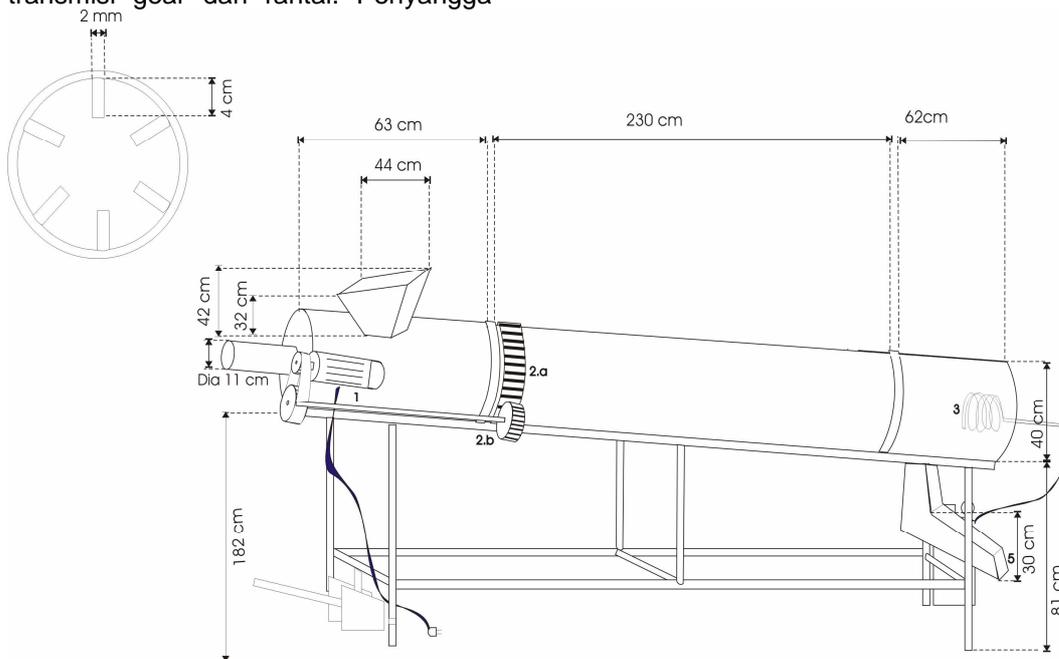
Gambar 3. Diagram Alir Pelaksanaan Kegiatan

Alat pengering Rotary Dryer untuk pengeringan pupuk phosphate semi organic ini menggunakan bahan bakar minyak tanah atau solar. Dengan modifikasi yang tidak banyak bahan bakar pemanas alat pengering ini dapat diganti dengan bahan bakar yang lebih murah (misalnya sekam padi atau serbuk penggergajian kayu) tetapi

kualitas pengeringan dan kapasitas pengeringan menjadi lebih rendah.

Penggerak alat pengering *Rotary Dryer* ini menggunakan motor listrik 1 fase berdaya 1 HP yang dilengkapi reducer untuk mengurangi putaran dan dihubungkan dengan transmisi gear dan rantai. Penyangga

alat pengering adalah baja profil L dan dilengkapi dengan pengatur elevasi untuk mengatur kemiringan alat pengering. Kemiringan besar berarti kapasitas besar tetapi kualitas rendah, dan sebaliknya.



Gambar 4. Prototipe alat pengering *Rotary Dry*

Evaluasi *Rotary Dryer* dan Hasil Pengeringan

Berdasarkan hasil ujicoba alat pengering baik saat masih berada di bengkel rekayasa maupun setelah dipasang pada industri pupuk fosfat semi-organik, C.V. Trubus Prima Indonesia bahwa (1) alat pengering dapat dioperasikan dengan mudah dan aman (2) Alat pengering mampu mengeringkan pupuk fosfat semi-organik sampai kadar air yang dipersyaratkan. Secara kuantitatif kadar air pupuk hasil pengeringan pada kapasitas pengeringan 300 kg/jam adalah 13.1 % sedangkan pupuk fosfat yang dipasarkan selama ini (hasil pengeringan sinar matahari selama 2-3 hari) adalah 12.9 %. Kondisi ujicoba pengeringan adalah kapasitas 300kg/jam, elevasi 8 ° (maksimum 11°), kecepatan pembakaran bahan bakar 3 liter/jam. Saat ini alat pengering *Rotary Dryer* belum dioperasikan karena

permintaan pasar rendah dan pengeringan masih bisa dipenuhi dengan penjemuran dibawah sinar matahari (lebih ekonomis). Pada musim hujan *Rotary Dryer* ini akan dioperasikan untuk mengantisipasi kenaikan permintaan pasar.

Penggunaan *Rotary Dryer* ini memang sedikit lebih mahal dibanding penjemuran dibawah sinar matahari. Perbedaan biaya disini adalah untuk biaya bahan bakar dan listrik. Akan tetapi, kalau dilihat dari hasil ujicoba dapat disimpulkan bahwa tingkat konsumsi bahan bakar untuk pengoperasian alat pengering ini sangat rendah (3 liter/300 kg pupuk)

Rotary Dryer memiliki beberapa keunggulan, diantaranya adalah (1) dapat dioperasikan dengan mudah dan aman, (2) hasil pengeringan yang lebih baik dengan waktu pengeringan yang singkat, (3) kapasitas pengeringan dapat ditingkatkan lagi dengan

memodifikasi burner untuk pembakaran bahan bakar.

Meskipun *Rotary Dryer* ini memiliki beberapa keunggulan, namun ada beberapa kekurangan pada alat ini, yaitu, (1) diperlukan biaya tambahan untuk listrik dan bahan bakar dibanding pengeringan dengan sinar matahari, (2) kapasitas pengeringan yang relatif kecil dibanding rencana semula, (3) belum dilengkapi alat pengumpan otomatis.

Ditinjau dari hasil pengeringan dapat dikatakan hasil pengeringan dapat memenuhi spesifikasi kadar air yang dipersyaratkan. Kadar air dalam pupuk juga lebih seragam dibanding hasil pengeringan dengan sinar matahari. Kadar air dalam pupuk bisa dikurangi lagi tetapi konsekuensinya adalah berkurangnya kapasitas pengeringan atau laju pembakaran bahan bakar yang meningkat.

KESIMPULAN

Dari hasil rekayasa alat pengering *Rotary Dryer* diperoleh beberapa kesimpulan (1) *Rotary Dryer* dapat bekerja dengan baik, (2) *Rotary Dryer* dapat membantu mempertahankan tingkat produksi pupuk fosfat semiorganik pada musim hujan, (3) *Rotary Dryer* dapat mengeringkan pupuk fosfat semi-organik dengan kadar air yang memenuhi standar yang ditetapkan, (4) Kapasitas pengeringan relatif kecil dan bisa sedikit diperbesar dengan memodifikasi burner pembakar bahan bakar

SARAN

Berdasarkan evaluasi pelaksanaan program vincer ini maka ada beberapa saran yang bisa diberikan disini, yaitu (1) *Rotary Dryer* dapat digunakan untuk mengeringkan bahan selain pupuk fosfat semiorganik bila bahan tersebut tahan temperatur tinggi, (2) Peningkatan kapasitas pengeringan dapat dilakukan dengan memodifikasi burner bahan bakar, (3) Peningkatan kapasitas yang besar dapat dilakukan dengan *scale up* alat pengering *Rotary Dryer* ini., (4) Penurunan biaya pengoperasian *Rotary Dryer* perlu

dipikirkan penggunaan bahan bakar alternatif yang lebih murah.

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, G.G., 1978, "*Unit Operations*", John Wiley and Sons, Inc., New York, pp. 559 - 580
- Earle, R.L., 1982, "*Satuan Operasi dalam Pengolahan Pangan*", Terjemahan, Sastra Hudaya, Jakarta.
- Geankoplis, Christie J., 1983, "*Transport processes and operations*", Second edition, Allyn and Bacon, Inc. Colorado, pp 509-513, 544-554.
- Gumbira, said, "*Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian*", Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Leena Yliniemi, 1999, "*Advanced Control of a Rotary Dryer*", Oulu University Library, Oulu, Finlandia.
- Marsono, Sigit, 2001, "*Aplikasi Pupuk Akar*", Penebar Swadaya, Jakarta
- McCabe, Smith, Harriot, 1999, "*Operasi Teknik Kimia (Terjemahan)*", Penerbit Erlangga, Jakarta, hal. 249-287
- Perry, R.H. dan Don Green, 1984, "*Perry's Chemical Engineering Handbook*", Mc.Graw Hill Book Co., Singapore, pp 20.29 - 20.44
- Stenley M. Walas, "*Chemical Process Equipment*", Mc.Graw Hill Book Co., Tokyo, pp 247-254
- Treybal, Robert E., 1981, "*Mass Transfer Operations*", 3rd ed., McGraw Hill Book Company, Auckland, pp 665-686
- Sri Warnijati Agra, 1992, "*Perpindahan Panas Konduksi dan Radiasi*", PAU-Ilmu Teknik - UGM, Yogyakarta, hal. 65 - 114