

PEMBUATAN PUPUK FOSFAT
DARI BATUAN FOSFAT ALAM SECARA ACIDULASI

Faleh Setia Budi, Aprilina Purbasari *)

Abstract

Phosphate rock containing P_2O_5 can be used as raw material of phosphate fertilizer. Phosphate rock can be found in many areas in Indonesia, but its P_2O_5 -content is relative low. In this research, phosphate rock from Rembang (P_2O_5 -content 11.37%) is used as raw material for phosphate fertilizer production by acidulation process using phosphoric acid solution. Operation variables are phosphoric acid concentration (10, 20, 30, 40 %-vol), spraying model of phosphoric acid solution (one hole and many holes), and spraying position of phosphoric acid solution (end, centre, end & centre). The result shows that the increase of phosphoric acid concentration is proportional to P_2O_5 -content in phosphate fertilizer with highest P_2O_5 -content in the amount of 18.29%. One-hole spraying model and end-position spraying gives highest phosphate fertilizer yield in amount of 169.5 grams.

Keywords: acidulation, phosphate fertilizer, spraying

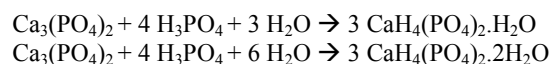
Pendahuluan

Unsur fosfat merupakan salah satu nutrisi utama yang sangat esensial bagi tanaman disamping unsur nitrogen dan kalium. Peranan fosfat yang terpenting bagi tanaman adalah memacu pertumbuhan akar dan pembentukan sistem perakaran serta memacu pertumbuhan generatif tanaman. Fosfat banyak tersedia di alam sebagai batuan fosfat dengan kandungan tri kalsium fosfat yang tidak larut dalam air. Agar dapat dimanfaatkan tanaman, batuan fosfat alam harus diubah menjadi senyawa fosfat yang larut dalam air.

Indonesia merupakan negara agraris dimana sebagian besar penduduknya berprofesi sebagai petani (petani sawah / ladang / kebun) yang mempunyai konsumsi pupuk fosfat yang cukup tinggi, yaitu sebesar 800 ribu ton pada tahun 2005. Kebutuhan pupuk fosfat yang cukup tinggi tersebut dipenuhi oleh PT Petrokimia Gresik yang memproduksi pupuk fosfat SP-36 dan beberapa industri pupuk fosfat skala kecil yang memproduksi pupuk fosfat alam (www.petrokimia.gresik.com/main-product.htm).

Bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan pupuk fosfat adalah batuan fosfat yang cukup banyak terdapat di seluruh pelosok tanah air. Namun, batuan fosfat yang terdapat di Indonesia mempunyai kandungan P_2O_5 yang tidak memenuhi spesifikasi untuk dipakai sebagai bahan baku pembuatan pupuk fosfat dalam industri pupuk di Indonesia (Moersidi, 1999). Sebagian besar kebutuhan batuan fosfat di dalam negeri dipenuhi dari impor.

Pada penelitian ini pupuk fosfat dibuat menggunakan bahan baku batuan fosfat alam. Kadar P_2O_5 dalam batuan fosfat alam yang rendah ditingkatkan dengan proses acidulasi menggunakan larutan asam fosfat (H_3PO_4). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut (Husein dkk., 1998):



Pada proses acidulasi ini tepung fosfat alam akan mengalami proses granulasi menjadi pupuk fosfat dengan ukuran tertentu.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh variabel penambahan larutan asam fosfat serta model dan letak penyemprotan larutan asam fosfat terhadap produk pupuk fosfat yang dihasilkan.

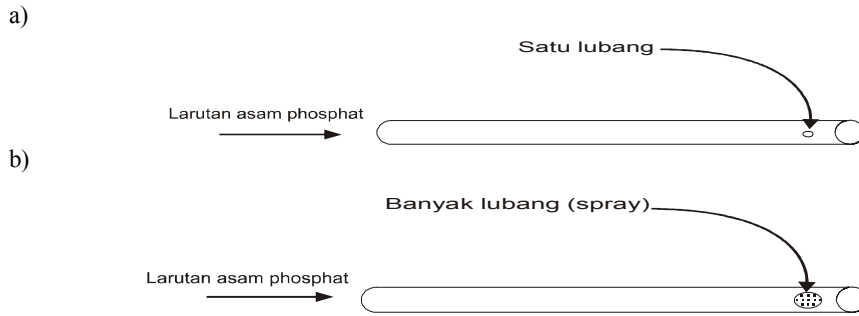
Metodologi Penelitian

Bahan yang digunakan adalah tepung batuan fosfat alam dari daerah Rembang (kadar P_2O_5 11,37 %), asam fosfat (H_3PO_4) 85%, dan aquadest. Peralatan yang digunakan adalah *pan granulator*, ayakan, pipa penyemprot, dan neraca analitis.

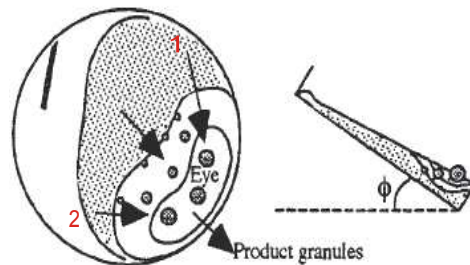
Kajian variabel yang dipelajari pada penelitian ini adalah kadar asam fosfat (10, 20, 30, 40 %-volume), model penyemprotan asam fosfat (satu aliran dan banyak aliran (*spray*)), dan letak penyemprotan asam fosfat (bagian ujung, bagian tengah, dan bagian ujung & tengah *pan granulator*). Pada setiap kajian variabel kondisi lain dibuat tetap, yaitu laju alir penyemprotan 43 ml/menit, kecepatan putaran granulator 10 rpm, sudut kemiringan granulator 60° , waktu operasi 5 menit, dan massa umpan tepung fosfat 0,5 kg.

Percobaan dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah penyiapan bahan baku tepung fosfat yang telah dipisahkan dari impuritas dengan diayak dan asam fosfat yang telah diencerkan.

*) Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Undip



Gambar 1. Model penyemprotan larutan asam fosfat pada *pan granulator*: a) satu lubang, b) banyak lubang

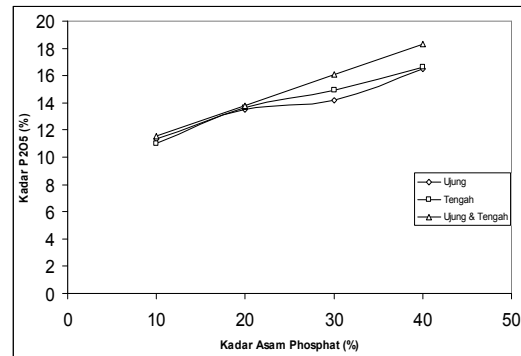


Gambar 2. Letak penyemprotan larutan asam fosfat pada *pan granulator*: 1) bagian ujung, 2) bagian tengah (Ennis and Litster, 1996)

Tahap kedua adalah proses granulasi. Tepung fosfat sebanyak 0,5 kg dimasukkan ke dalam *pan granulator* sebagai umpan. Setelah dihubungkan arus listrik, *pan granulator* akan berputar berlawanan arah jarum jam dengan kecepatan putaran 10 rpm. Tepung fosfat akan membentuk granul dengan adanya penambahan larutan asam fosfat melalui *sprayer* dengan laju alir 43 ml/menit. Proses granulasi berlangsung selama 5 menit. Empat menit pertama merupakan operasi penyemprotan larutan asam fosfat dengan perincian waktu penyemprotan berlangsung selama 3 detik dan jeda waktu selama 7 detik sebelum penyemprotan selanjutnya. Selanjutnya, 1 menit terakhir sebagai waktu granulasi. Setelah operasi granulasi selesai, hasilnya diambil dan dikeringkan dengan cara penjemuran langsung oleh sinar matahari. Produk yang sudah kering dianalisis distribusi diameter granul dengan menggunakan ayakan (ukuran 2 – 4 mm) dan kadar fosfat (P_2O_5) dengan instrumen AAS.

Hasil dan Pembahasan

1. Pengaruh penambahan asam fosfat terhadap kadar P_2O_5 pupuk fosfat yang dihasilkan
Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar asam fosfat yang digunakan, kadar P_2O_5 dalam pupuk yang dihasilkan semakin tinggi pula pada masing-masing proses dengan letak penyemprotan yang berbeda pada model penyemprotan satu aliran.



Gambar 3. Hubungan antara kadar asam fosfat dengan kadar P_2O_5 dalam pupuk

Penambahan asam fosfat dimaksudkan untuk meningkatkan kadar P_2O_5 pada batuan fosfat alam yang rendah. Peningkatan penambahan kadar asam fosfat dari 10 hingga 40 %-volume dapat meningkatkan kadar P_2O_5 dalam pupuk fosfat hasil dengan kadar paling tinggi adalah sebesar 18,29% untuk penambahan asam fosfat 40% pada letak penyemprotan di bagian ujung dan tengah *pan granulator*.

Tabel 1. Berat pupuk yang diproduksi (gram) dengan model penyemprotan satu lubang

No	Kadar H ₃ PO ₄ (%-volume)	Letak penyemprotan	Ukuran partikel pupuk		
			< 2 mm	2 - 4 mm	> 4 mm
1	10	Ujung	315,5	74,7	38,2
2		Tengah	320,7	66,2	161,4
3	20	Ujung&Tengah	228,8	30,9	262,5
4		Ujung	268,8	169,5	81,1
5	30	Tengah	310,7	145,8	67,8
6		Ujung&Tengah	305	43	216
7	40	Ujung	334,7	137,8	95
8		Tengah	323,2	140,6	73,6
9	40	Ujung&Tengah	148	71	359
10		Ujung	310,3	148,7	106,1
11	40	Tengah	285,4	113,9	138,5
12		Ujung&Tengah	207,5	78,5	266

Tabel 2. Berat pupuk yang diproduksi (gram) dengan model penyemprotan banyak lubang (*spray*)

No	Kadar H ₃ PO ₄ (%-volume)	Letak penyemprotan	Ukuran partikel pupuk		
			< 2 mm	2 - 4 mm	> 4 mm
1	10	Ujung	484	14	18,5
2		Tengah	473	18	48
3	20	Ujung&Tengah	532	25	6
4		Ujung	508	19,5	16,5
5	30	Tengah	455	34	43
6		Ujung&Tengah	533	45	23
7	40	Ujung	471	26,5	14
8		Tengah	439	34	21
9	40	Ujung&Tengah	479	75	23
10		Ujung	470	8	7
11	40	Tengah	438	22	17
12		Ujung&Tengah	500	18	7

2. Pengaruh model penyemprotan terhadap berat pupuk fosfat yang dihasilkan

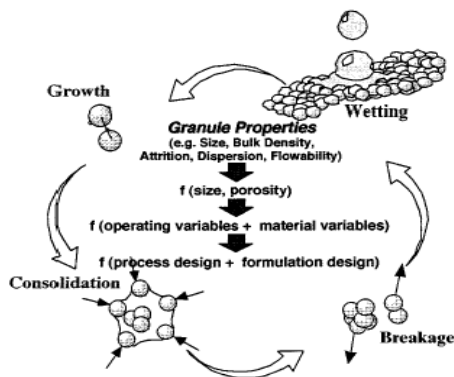
Tabel 1 dan 2 menunjukkan berat produk pupuk fosfat berdasarkan ukuran partikel pupuk pada masing-masing variabel kajian. Dari kedua tabel tersebut dapat diketahui bahwa model penyemprotan satu lubang menghasilkan produk pupuk fosfat berukuran 2 – 4 mm sesuai Standar Industri Indonesia (SII) yang lebih banyak dibandingkan dengan model penyemprotan banyak lubang (*spray*) pada penggunaan kadar asam fosfat dan letak penyemprotan yang sama. Hasil pupuk fosfat paling besar adalah 169,5 gram yang diperoleh pada model penyemprotan satu lubang, penambahan kadar asam fosfat 20%, dan letak penyemprotan pada bagian ujung.

Pada model penyemprotan satu lubang arah aliran penyemprotan langsung mengarah satu titik pada tepung fosfat umpan (fokus pada satu tempat) sehingga granul yang terjadi lebih banyak dan granul yang terbentuk mempunyai ukuran yang cukup besar (2 – 4 mm). Sedangkan pada model penyemprotan banyak lubang (*spray*) arah aliran penyemprotannya cenderung menyebar ke berbagai arah pada tepung fosfat sehingga menyebabkan granul yang terbentuk berukuran kecil (kurang dari 2 mm).

Proses granulasi yang terjadi pada tepung fosfat berlangsung melalui beberapa tahapan (Gambar 4). Tahap pertama, tetesan - tetesan cairan masuk ke dalam tepung fosfat. Selanjutnya terjadi proses difusi massa antara cairan dengan zat tepung, yaitu sebagian massa cairan masuk ke dalam tepung dan sebagian massa tepung menyerap cairan yang disemprotkan.

Proses ini menyebabkan terbentuknya granul awal (ukuran granul kurang dari 2 mm). Pada model penyemprotan satu arah, arah aliran penyemprotan mengarah pada satu titik dan dengan jumlah cairan semprotan yang lebih banyak, menyebabkan granul yang masih berukuran kecil tersebut tumbuh membentuk granul dengan ukuran yang lebih besar. Adanya pengaruh berat granul dan gaya sentripetal yang bekerja pada *pan granulator* menyebabkan pada ukuran tertentu granul tersebut akan jatuh keluar dari *pan granulator* sebagai produk. Sedangkan pada model penyemprotan banyak lubang (*spray*), arah penyemprotannya menyebar pada permukaan tepung dan jumlah cairan yang disemprotkan sedikit sehingga menyebabkan pertumbuhan granul yang masih berukuran kecil berlangsung kurang optimum dan tidak merata. Akibatnya sebagian besar granul yang terjadi berukuran kurang dari 2 mm.

Pada penyemprotan satu arah, jumlah cairan semprotan yang besar menyebabkan proses terbentuknya granul lebih cepat dibandingkan model penyemprotan banyak lubang (*spray*) sehingga produk pupuk yang diperoleh pada penyemprotan satu lubang lebih banyak dibandingkan penyemprotan dengan banyak lubang (*spray*).



Gambar 4. Proses *agitative agglomeration* atau granulasi. (Perry dan Green, 1999)

3. Pengaruh letak penyemprotan terhadap berat pupuk fosfat yang dihasilkan
 Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa letak penyemprotan cairan pada bagian ujung dari *pan granulator* menghasilkan produk pupuk fosfat yang memenuhi SII (berukuran 2 – 4 mm) paling banyak dibandingkan letak penyemprotan pada bagian tengah dan pada bagian ujung & tengah pada penambahan kadar asam fosfat yang sama untuk model penyemprotan satu lubang. Hal ini disebabkan proses granulasi terjadi karena adanya penambahan cairan ke permukaan tepung fosfat. Pada letak penyemprotan bagian ujung, cairan ditambahkan ke tepung fosfat pada bagian ujung dari *pan granulator*. Dengan penambahan cairan dan adanya putaran dari *pan granulator* akan mengakibatkan terbentuknya granul awal (ukuran

granul < 2 mm). Selanjutnya granul awal tersebut akan bergerak pada bagian tengah *pan granulator*. Pada posisi ini, granul akan tumbuh menjadi ukuran yang lebih besar karena adanya proses difusi antara cairan dan tepung. Selain itu, pada posisi ini, tidak terjadi penambahan kembali cairan terhadap granul awal yang telah terbentuk atau hanya sebagian kecil saja sehingga granul yang terbentuk sesuai spesifikasi (ukuran granul 2 – 4 mm) dalam jumlah yang banyak. Dan pada akhirnya, granul itu akan keluar dari *pan* karena adanya pengaruh gaya berat granul dan gaya sentripetal yang bekerja pada *pan*. Pengeluaran produk pupuk karena adanya gaya sentripetal terletak pada bagian ujung. Untuk granul awal yang mengalami penambahan kembali cairan maka granul itu akan tumbuh menjadi granul dengan ukuran mesh > 4mm sehingga tidak akan memenuhi spesifikasi produk.

Pada letak penyemprotan bagian tengah, dihasilkan pupuk yang berukuran 2 – 4 mm dengan jumlah yang lebih sedikit dibandingkan letak penyemprotan pada bagian ujung. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan cairan kembali pada granul awal yang telah terbentuk, dimana granul awal yang terbentuk berada pada bagian tengah granul sewaktu mengalami pertumbuhan. Dengan adanya penambahan cairan kembali, maka difusi antara cairan dan tepung pada granul awal yang telah terbentuk terjadi kembali. Akibatnya, produk yang dihasilkan dengan ukuran granul 2 – 4 mm dalam jumlah yang sedikit sedangkan produk dengan ukuran granul > 4 mm dihasilkan dalam jumlah yang cukup banyak.

Pada letak penyemprotan bagian ujung & tengah, dihasilkan pupuk yang berukuran 2 – 4 mm dengan jumlah yang paling sedikit dari ketiga letak penyemprotan yang dilakukan. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan cairan yang berlebihan dan adanya penambahan cairan kembali pada granul awal yang telah terbentuk. Penambahan cairan yang berlebihan ini menyebabkan granul yang terbentuk berukuran lebih besar (ukuran granul > 4 mm) sehingga tidak memenuhi spesifikasi, sedangkan granul dengan ukuran granul 2 – 4 mm yang terbentuk jumlahnya sedikit.

Untuk model penyemprotan banyak lubang (*spray*) seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 2, letak penyemprotan cairan pada bagian ujung & tengah dari *pan granulator* menghasilkan produk pupuk fosfat yang memenuhi SII (berukuran 2 – 4 mm) paling banyak dibandingkan letak penyemprotan pada bagian ujung dan pada bagian tengah pada penambahan kadar asam fosfat yang sama. Hal ini disebabkan pada model penyemprotan banyak lubang (*spray*) arah aliran penyemprotannya cenderung menyebar ke berbagai arah

pada tepung fosfat sehingga menyebabkan granul yang terbentuk berukuran kecil (kurang dari 2 mm). Adanya penambahan cairan kembali pada bagian tengah *pan granulator* mengakibatkan granul tumbuh dan berukuran lebih besar (2 – 4 mm) sehingga penyemprotan pada bagian ujung dan tengah menghasilkan pupuk fosfat berukuran 2 – 4 mm yang paling banyak dibandingkan penyemprotan pada bagian ujung atau pada bagian tengah saja.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kadar P_2O_5 produk pupuk fosfat yang dihasilkan sebanding dengan konsentrasi asam fosfat yang ditambahkan pada proses acidulasi, proses pembuatan pupuk fosfat dengan model penyemprotan satu lubang dan letak penyemprotan cairan pada bagian ujung *pan granulator* memberikan hasil pupuk fosfat paling besar, yaitu 169,5 gram.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional yang telah membiayai penelitian ini serta Anton Sri Widodo dan Debi Abriyantoro yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

1. Ennis and Litster, (1996), “Granulation and Coating Technologies for High-Value-Added Industries”, E & G Associates.
2. Husein, M., Kodradi, Y., dan Kohlik, A., (1998), “Super Phosphate Fertilizer Plant Optimalization”, PT Petrokimia Gresik (Persero), Indonesia.
3. Moersidi, S., (1999), “Fosfat Alam sebagai Bahan Baku dan Pupuk Fosfat”, Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat Bogor, Bogor, hal 1 – 39.
4. Perry, Robert H. and Green, Don W., (1999), “Perry’s Chemical Engineering Handbook”, McGraw-Hill Companies, Inc., New York.

