

## Kajian Produksi Pupuk Granul Kalsium-Magnesium-Fosfat Dari Cangkang Kerang Hijau Dan Asam Fosfat

Intan Shafira Widyananda<sup>1)\*</sup>, Elda Priyan Budi<sup>1)</sup>, Ketut Sumada<sup>1)</sup>, Srie Muljani<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Jalan Raya Rungkut Madya No.1, Gunung Anyar, Surabaya 60294 Indonesia

\* Penulis Korespondensi: E-mail: intansw00@gmail.com

### Abstrak

Pupuk merupakan semua bahan yang ditambahkan ke tanah untuk memberikan unsur tertentu yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Salah satu unsur yang penting bagi tanaman adalah fosfat, kalsium, dan magnesium. Pembuatan pupuk granul yang mengandung unsur fosfat, kalsium, magnesium dapat dilakukan dengan cara bahan baku berupa tepung cangkang kerang hijau yang sudah dihaluskan dicampur dengan perekat. Selanjutnya ditambahkan asam fosfat sesuai dengan variabel. Kemudian dilakukan proses granulasi pada pan granulator untuk mendapatkan produk berupa granul. Terakhir dilakukan pengovenan sesuai dengan variabel suhu. Variabel yang digunakan adalah konsentrasi asam fosfat yang ditambahkan dan suhu pengeringan yang dilakukan. Variabel konsentrasi asam fosfat sebesar 30%, 40%, 50%, 60%, dan 70%. Sedangkan variabel suhu pengeringan sebesar 50°C, 100°C, 125°C, 150°C, dan 200°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam fosfat dan suhu pengeringan maka konsentrasi  $P_2O_5$  dalam produk akan semakin meningkat. Hasil pupuk kalsium-magnesium-fosfat yang terbentuk dianalisa dengan XRF kemudian diklasifikasikan menurut kadar  $P_2O_5$  dengan standart BSNI. Untuk kondisi terbaik yang menghasilkan produk pupuk jenis Enkel Superfosfat adalah pada variabel konsentrasi asam fosfat 30% dengan suhu pemanasan 125°C. Untuk kondisi terbaik yang menghasilkan produk pupuk jenis SP-36 adalah pada variabel konsentrasi asam fosfat 70% dengan suhu pemanasan 150°C.

**Kata kunci:** asam fosfat; cangkang kerang hijau; granulasi; pupuk; SNI pupuk

### Abstract

Fertilizer is all the ingredients that are added to the soil to provide certain elements that are essential for plant growth. One of the elements that are important for plants is phosphate, calcium, and magnesium. Granule fertilizer containing phosphate, calcium, magnesium elements can be made by means of raw material in the form of powdered green mussel that has been mashed and mixed with starch. Furthermore, phosphoric acid is added according to the variables. Then the granulation process is carried out on the granulator to get a granule product. Finally, the oven is carried out in accordance with the temperature variables. The variables used were the added phosphoric acid concentration and the drying temperature. Phosphoric acid concentration variables were 30%, 40%, 50%, 60%, and 70%. Meanwhile, the drying temperature variables were 50°C, 100°C, 125°C, 150°C, and 200°C. The results showed that the higher the phosphoric acid concentration and the drying temperature, the  $P_2O_5$  concentration in the product would increase. The results of the calcium-magnesium-phosphate fertilizer formed were analyzed by XRF and then classified according to the  $P_2O_5$  concentration with the BSNI standard. The best conditions that produce fertilizer products type Enkel Superphosphate is at variable concentration of 30% phosphoric acid with heating temperature of 125°C. For the best conditions that produce fertilizer product type SP-36 is at variable concentration of 70% phosphoric acid with heating temperature of 150°C.

**Key words:** phosphoric acid; green mussel shell; granulation; fertilizer; SNI of fertilizer

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan pertumbuhan penduduk yang besar. Dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk akan berakibat pada meningkatnya kebutuhan pangan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut dilakukan usaha untuk meningkatkan hasil pertanian, salah satunya adalah dengan pemupukan. Menurut penelitian Liemawan tahun 2015, menyatakan bahwa cangkang kerang hijau mengandung 95,69% CaCO<sub>3</sub> dan 3,08% MgO. Kalsium merupakan elemen yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Sedangkan magnesium merupakan aktivator yang berperan dalam transportasi energi. Tingginya kandungan kalsium dan magnesium pada cangkang kerang hijau dapat menghasilkan produk pupuk yang baik bagi tanaman jika dipadukan dengan asam fosfat.

Pupuk dalam arti luas mencakup semua bahan yang ditambahkan ke dalam tanah untuk memberikan unsur tertentu yang penting bagi pertumbuhan tanaman sehingga dapat meningkatkan dan menjaga produktivitas persediaan pangan [1]. Kerang Hijau (*Perna Viridis*) dikenal sebagai *green mussels* adalah binatang lunak (moluska) yang hidup di laut, bercangkang dua dan berwarna hijau. Masyarakat selama ini hanya memanfaatkan daging kerang saja yang dinilai mempunyai nilai ekonomis dengan cara direbus dan dikupas kemudian langsung dipasarkan. Banyak cangkang kerang hijau yang menumpuk sebagai sampah di halaman rumah warga bahkan sampai pinggir pantai karena tidak dimanfaatkan [2].

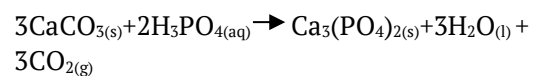
Tabel 1. Senyawa Yang Terkandung Pada Cangkang Kerang Hijau [3]

Senyawa	Kadar (%)
CaCO <sub>3</sub>	96,69
SiO <sub>2</sub>	0,22
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,00
MgO	3,08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01

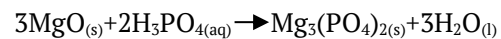
Kandungan kalsium dan magnesium yang tinggi sangat berpotensi untuk dijadikan pupuk dengan melakukan penambahan asam fosfat sehingga didapatkan pupuk dengan kandungan kalsium, magnesium, dan fosfat yang tentunya sangat bermanfaat bagi tanaman. Kalsium

adalah salah satu zat yang membentuk bagian atau organ dari setiap sel tanaman. Tanpa kalsium yang memadai, dinding sel akan runtuh dan tanaman tidak akan tumbuh tegak. Kalsium merupakan elemen penting pada pertumbuhan tanaman dan perkembangan buah. Peran penting kalsium yang lain yaitu dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit [4]. Unsur magnesium merupakan salah satu unsur yang sangat dibutuhkan oleh tanaman agar dapat tumbuh secara optimal. Jika tanaman mengalami kekurangan magnesium dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman, semakin cepatnya penuaan [5]. Unsur hara fosfor merupakan salah satu unsur hara yang sangat esensial bagi tanaman. Dengan adanya unsur fosfor yang cukup maka akan menjamin tanaman tumbuh dengan baik [6]. Untuk meningkatkan kadar fosfor dalam tanah pertanian umumnya dilakukan dengan penambahan pupuk kimia seperti SP-36 dan TSP [7].

a) Reaksi Kalsium Karbonat dengan Asam Fosfat



b) Reaksi Magnesium Oksida dengan Asam Fosfat



Granulasi merupakan proses pembentukan partikel-partikel besar dengan mekanisme pengikatan tertentu [8]. Ada beberapa metode granulasi yang umum dilakukan, yaitu:

1). Metode granulasi basah

Zat padat dicampurkan terlebih dahulu, lalu dibasahi dengan larutan bahan pengikat, bila perlu ditambah bahan pewarna. Setelah itu diayak menjadi granul, dan dikeringkan dalam almari pengering pada suhu 40°C-50°C. Setelah kering diayak lagi untuk memperoleh granul dengan ukuran yang diperlukan.

2). Metode granulasi kering

Metode granulasi kering dilakukan tanpa menggunakan bahan pengikat basah. Pembuatan granul dilakukan secara mekanis menggunakan alat mesin. Bahan akan dikempa dengan tekanan besar menjadi slug (bongkahan kompak) atau dengan alat *roller compaction* dimana massa yang dikempa

dengan tekanan besar menjadi lempengan-lempengan [9].

Faktor Yang Mempengaruhi Pembuatan Pupuk antara lain:

1. Konsentrasi asam fosfat  
Semakin besar konsentrasi asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) yang disemprotkan maka kadar  $P_2O_5$  pada pupuk fosfat yang dihasilkan akan semakin tinggi [9].
2. Penambahan tepung cangkang kerang hijau  
Semakin besar jumlah cangkang kerang hijau yang ditambahkan maka kadar kalsium akan semakin tinggi.
3. Jumlah bahan perekat  
Perekat ditambahkan pada pembuatan pupuk granul tidak boleh melebihi dari 10%. Semakin sedikit jumlah perekat yang ditambahkan maka pupuk granul yang dihasilkan akan mudah hancur dan cepat rusak ketika dikemas [11].
4. Suhu pemanasan granul  
Pemanasan disini berfungsi untuk mengurangi kadar air dan memperkuat struktur agar tidak cepat rusak.

Tujuan dari penelitian ini ada tiga, yang pertama adalah untuk mendapatkan pupuk fosfat yang mengandung tiga komponen, yaitu kalsium, magnesium, dan fosfat. Yang kedua untuk mempelajari proses granulasi pada pembuatan pupuk fosfat. Yang ketiga untuk mempelajari pengaruh suhu pengeringan terhadap kualitas pupuk fosfat.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Cangkang kerang hijau 200 gram, asam fosfat, air, tepung tapioka 20 gram.

### Alat

Screen 100 mesh, granulator, oven, gelas ukur, dan ember.

### Prosedur

#### Pembuatan Pupuk Granul Kalsium Magnesium Fosfat

200 gram tepung cangkang kerang hijau diaduk dengan 20 gram tepung tapioka. Campuran tepung tapioka dan cangkang kerang hijau direaksikan dengan larutan asam fosfat 110 ml sesuai variabel. Lalu hasil reaksi tersebut diumpungkan ke dalam *pan granulator* untuk proses granulasi. Pupuk granul yang telah terbentuk kemudian dipanaskan menggunakan

oven dengan variasi suhu yang telah ditentukan. Produk pupuk yang dihasilkan dianalisa kandungannya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar CaO

Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar CaO dalam pupuk kalsium-magnesium-fosfat mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi dari asam fosfat yang ditambahkan. Dengan meningkatnya kadar  $P_2O_5$  dalam pupuk, menyebabkan kadar CaO dalam pupuk akan menurun.

### Kadar $P_2O_5$

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar  $P_2O_5$  dalam pupuk kalsium-magnesium-fosfat mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya konsentrasi asam fosfat yang ditambahkan. Hal ini sesuai dengan percobaan terdahulu yang menyebutkan bahwa semakin tinggi kadar asam fosfat yang digunakan, kadar  $P_2O_5$  dalam pupuk yang dihasilkan akan meningkat karena semakin banyak fosfat yang bereaksi dengan cangkang kerang [10]. Berdasarkan hasil analisa, pupuk kalsium-magnesium-fosfat mengalami peningkatan kadar  $P_2O_5$  seiring dengan naiknya suhu pemanasan atau pengovenan. Hal tersebut terjadi karena kadar air dalam pupuk granul akan berkurang sehingga akan meningkatkan kadar  $P_2O_5$ . Kadar air pada pupuk granul berbanding terbalik dengan suhu pengeringan. Semakin tinggi suhu pengeringan maka kadar air pada pupuk granul akan menurun sehingga kadar dari komponen lain akan meningkat [10].

### Kadar MgO

Dari data yang didapatkan pada Tabel 2, menunjukkan bahwa kadar magnesium dalam produk pupuk akan mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya kadar asam fosfat yang diberikan. Adanya unsur magnesium menjadi kelebihan dari produk pupuk tersebut karena magnesium adalah unsur yang dibutuhkan oleh tanaman agar dapat tumbuh secara optimal. Kekurangan magnesium bagi tanaman dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman, percepatan penuaan, dan berkurangnya produktivitas dan kualitas tanaman [5].

Tabel 2. Hasil Analisa Produk Pupuk

Suhu (°C)	Konsentrasi Asam Fosfat (%)	Kadar (%)			Tabel 3. Klasifikasi Produk Pupuk			
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	Mg	Suhu Oven (°C)	Konsentrasi H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (%)	Kadar P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Standar BSNI
50	30	17,20	81,25	0,083	50	30%	17,2	-
	40	21,00	77,46	0,066		40%	21	ESP
	50	24,80	73,68	0,049		50%	24,8	ESP
	60	28,25	70,19	0,045		60%	28,25	ESP
	70	31,70	66,7	0,042		70%	31,7	ESP
100	30	23,80	74,26	0,060	100	30%	27,8	ESP
	40	25,80	72,32	0,052		40%	29,3	ESP
	50	27,80	70,37	0,043		50%	30,8	ESP
	60	31,85	66,44	0,040		60%	33,35	ESP
	70	35,90	62,5	0,037		70%	35,9	ESP
125	30	18,90	79,34	0,075	125	30%	18,9	ESP
	40	23,15	75,18	0,060		40%	23,15	ESP
	50	27,40	71,02	0,044		50%	27,4	ESP
	60	31,30	67,16	0,041		60%	31,30	ESP
	70	35,20	63,3	0,038		70%	35,2	ESP
150	30	19,40	79,13	0,073	150	30%	19,4	ESP
	40	23,30	75,32	0,059		40%	23,3	ESP
	50	27,20	71,5	0,044		50%	27,2	ESP
	60	31,75	66,6	0,041		60%	31,75	ESP
	70	36,30	61,7	0,037		70%	36,3	SP-36
200	30	21,10	77,41	0,067	200	30%	21,1	ESP
	40	24,35	74,06	0,056		40%	24,35	ESP
	50	27,60	70,7	0,044		50%	27,6	ESP
	60	32,60	65,75	0,040		60%	32,6	ESP
	70	37,60	60,8	0,036		70%	37,6	SP-36

Penambahan asam fosfat dimaksudkan untuk meningkatkan kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pada cangkang kerang hijau sehingga dapat dihasilkan pupuk yang sesuai dengan standar. Sementara itu, jika suhu pemanasan terlalu tinggi maka tekstur bahan akan menjadi kurang baik atau terlalu keras [11]. Berdasarkan kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> yang terkandung di dalam produk pupuk tersebut, kita dapat mengklasifikasikan produk pupuk ke dalam standar mutu BSNI. Data tersebut bisa dijadikan referensi untuk proses produksi pupuk untuk mencari kondisi optimum sesuai kebutuhan mutu pupuk.

#### SIMPULAN

Jika ditinjau dari kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, kondisi terbaik untuk standar pupuk ESP adalah pada suhu pemanasan 125°C dengan konsentrasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 30% dan menghasilkan pupuk dengan kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 18,9%, dan untuk syandar mutu SP-36 kondisi terbaiknya adalah pada suhu

#### Uji Kelarutan Pupuk

Dari hasil analisa uji kelarutan pupuk yang dilakukan pada konsentrasi 70% dengan berbagai variasi suhu, dapat disimpulkan bahwa kelarutan pupuk granul mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya suhu pemanasan. Hal tersebut terjadi karena tekstur pada pupuk granul akan semakin keras seiring dengan peningkatan suhu oven. Proses pelarutan dilakukan selama waktu satu jam kemudian disaring dan dioven hingga beratnya konstan kemudian dibandingkan dengan berat awal sebelum proses pelarutan. Nilai pH dari produk pupuk kalsium-magnesium-fosfat juga mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

#### Klasifikasi Produk Pupuk Fosfat

pemanasan 150 °C dengan konsentrasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 70% dan menghasilkan pupuk dengan kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 36,3%. Pupuk granul yang dihasilkan memiliki sifat fisik granul yang keras namun masih mudah larut dalam air.

#### SARAN

Disarankan untuk melakukan uji kadar air sebelum dan setelah dioven sehingga dapat mengetahui lebih jelas tentang pengurangan kadar air yang terjadi selama pengovenan selain itu disarankan untuk menggunakan tangki berpengaduk saat pencampuran agar proses reaksi berjalan stabil dan terukur.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. S. Santi, "Kajian pemanfaatan limbah nilam untuk pupuk cair organic dengan proses fermentasi," *Jurnal Teknik Kimia*, 2010.
- [2] E. Fitriah and et.al, "Pemanfaatan Daging dan Cangkang Kerang Hijau (*Perna Viridis*) Sebagai Bahan Olahan Pangan Tinggi Kalsium," *The 7th University Research Colloquium*, 2018.
- [3] A. E. Liemawan, Tavio, and I. G. P. Raka, "Pemanfaatan Limbah Kerang Hijau (*Perna Viridis L.*) sebagai Bahan Campuran Kadar Optimum Agregat Halus pada Beton Mix Design dengan Metode Substitusi," *jurnal Teknik ITS*, 2015.
- [4] S. F. El Habbasha and F. M. Ibrahim, "Calcium: Physiological function, deficiency and absorption," *International Journal of ChemTech Research*, 2015.
- [5] W. Guo, H. Nazim, Z. Liang, and D. Yang, "Magnesium deficiency in plants: An urgent problem," *Crop Journal*. 2016. doi: 10.1016/j.cj.2015.11.003.
- [6] I. Batubara, F. Fauzi, and K. Lubis, "Pengaruh Pemberian Fosfat Alam dan Bahan Organik Terhadap Sifat Kimia Tanah, Pertumbuhan Dan Produksi Padi (*Oryza Sativa L.*) Pada Tanah Sulfat Masam Potensial," *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 2014, doi: 10.32734/jaet.v2i3.7548.
- [7] D. Sari, S. Yusnaini, A. Niswati, and S. Sarno, "Pengaruh Dosis Dan Ukuran Butir Pupuk Fosfat Super Yang Diasidulasi Limbah Cair Tahu Terhadap Serapan P dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays L.*)," *Jurnal Agrotek Tropika*, 2016, doi: 10.23960/jat.v4i1.1907.
- [8] I. Nugrahani, H. Rahmat, and J. Djajadisastra, "Karakteristik Granul dan Tablet Propranolol Hidroklorida Dengan Metode Granulasi Peleburan," *Majalah Ilmu Kefarmasian*, 2005, DOI: 10.7454/psr.v2i2.3387.
- [9] "Pembuatan Pupuk Fosfat Dari Batuan Fosfat Alam Secara Acidulasi," *Teknik*, 2012, doi: 10.14710/teknik.v30i2.1865.
- [10] W. P. Ardiani, "Perbandingan Variasi Suhu Pengeringan Granul Terhadap Kadar Air dan Sifat Fisis Tablet Parasetamol," *Jurnal Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2012.
- [11] M. Lisa, M. Lutfi, and B. Susilo, "Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan terhadap Mutu Tepung Jamur Tiram Putih (*Plaeotus ostreatus*)," *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 2015.