

PELARUTAN FOSFOR DARI BATUAN FOSFAT DENGAN BANTUAN GELOMBANG ULTRASONIK

[Dissolved Phosphorus Of Phosphate Stones With Ultrasonic Waves As An Efforts]

Oleh :

Rahmat Ibnu Mas'ud¹ , Sugeng Triyono² , Sri Waluyo³, Tamrin⁴

¹⁾ Mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

^{2,3,4)} Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

✉ komunikasi penulis, email : rahmatibnu20@yahoo.com

Naskah ini diterima pada 8 Oktober 2012; revisi pada 18 Oktober 2012;
disetujui untuk dipublikasikan pada 21 Oktober 2012

ABSTRACT

Fertilizer is a material that can add nutrients to soil. Phosphate is one of essential elements of fertilizer for plants. Ultrasonic waves can potentially be used as a method to dissolve phosphorus from phosphate stone, by means of immersion in water and gived of ultrasonic waves. The aim of this study was to analyze the P content from phosphate stone that was dissolved in water and the excited by ultrasonic waves. The tests were the concentration of phosphate in water of 30, 60, and 90%, and the duration of ultrasonic wave (60 kHz) of 15, 30, and 60 minutes. The parameters observed were the levels of dissolved P (P2O5), pH value, and specific energy. The samples were analyzed, namely liquid and solid samples were separated after ultrasonic vibrate. The results of the analysis of the highest levels of soluble P from liquid samples are at 90% concentration, treatment time-vibrate 15 minutes, that is equal to 0.0415 mg/l, whereas the treatment of solid samples at concentrations of 60% , within 15 minutes, amounting to 1.38%. The measurement results show the solution pH is neutral phosphate after vibrated tend to alkaline with pH values between 7 – 8. Sample concentration of 60% treatment, 15 minutes and 90% concentration, treatment time of 15 minutes is the most efficient, because it uses only the smallest specific energy is 0.15 J/mg and 0.1 J/mg, can produce high levels of dissolved P.

Keywords: **fertilizer, phosphate stones, ultrasonic, P dissolved.**

ABSTRAK

Pupuk adalah suatu bahan yang dapat menambah unsur hara bagi tanah. Fosfat merupakan salah satu unsur pupuk yang sangat penting bagi tanaman. Gelombang ultrasonik berpotensi menjadi metoda yang efektif untuk membantu melarutkan fosfor dari serbuk fosfat, dengan cara perendaman dalam air dan dialiri gelombang ultrasonik. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kadar P dari batuan fosfat yang terlarut dalam air dengan bantuan gelombang ultrasonik. Perlakuan yang diujikan adalah konsentrasi larutan fosfat 30, 60, dan 90 %, serta waktu penggetaran dengan transduser ultrasonik berfrekuensi 60 kHz selama 15, 30, dan 60 menit. Parameter pengamatan terdiri dari kadar P terlarut (P2O5), nilai pH, dan energi spesifik. Sampel yang dianalisis yaitu sampel cair dan padat yang dipisahkan setelah penggetaran ultrasonik. Hasil analisis kadar P terlarut tertinggi dari sampel cair terdapat pada perlakuan konsentrasi 90 %, waktu penggetaran 15 menit, yaitu sebesar 0,0415 mg/l, sedangkan sampel padat pada perlakuan konsentrasi 60 %, waktu 15 menit, yaitu sebesar 1,38 %. Hasil pengukuran pH menunjukkan larutan fosfat setelah penggetaran bersifat netral cenderung basa dengan nilai pH antara 7 – 8. Sampel perlakuan konsentrasi 60 %, waktu 15 menit dan konsentrasi 90 %, waktu 15 menit merupakan perlakuan paling efisien, karena hanya menggunakan energi spesifik terkecil yaitu 0,15 J/mg dan 0,1 J/mg, dapat menghasilkan kadar P terlarut tertinggi.

Kata Kunci: pupuk, batuan fosfat, ultrasonik, P terlarut.

I. PENDAHULUAN

Pupuk adalah suatu bahan yang bersifat organik ataupun anorganik. Bila ditambahkan ke dalam tanah ataupun tanaman, pupuk dapat menambah unsur hara dan kesuburan tanah. Pupuk juga merupakan kebutuhan utama dalam produksi pertanian, baik dalam budidaya tanaman pangan, hortikultura, maupun perkebunan. Hal ini disebabkan karena di dalam pupuk terdapat unsur-unsur yang diperlukan oleh tanaman seperti, nitrogen, fosfor, dan kalium.

Fosfat merupakan salah satu unsur pupuk yang sangat penting bagi tanaman. Pemakaian langsung fosfat alam sebagai pupuk diketahui hampir sama efektifnya dengan pupuk P cair (Chien, 1990). Penelitian pada tanah Podsolik dari Lampung dan Jambi menunjukkan bahwa fosfat alam mempunyai efektivitas yang sama dan bahkan lebih baik dari TSP (Rochayati, dkk., 2007).

Penggunaan batuan fosfat atau bahan alami lain secara langsung di lahan untuk menyediakan kebutuhan unsur P bagi tanaman tidak efektif terutama di tanah-tanah tidak masam, karena fosfor yang terkandung bersifat tidak larut atau tidak tersedia (Wahida, dkk., 2007). Karena itu, diperlukan perlakuan pelarutan fosfor terlebih dahulu sebelum fosfat tersebut dapat diaplikasikan ke lahan-lahan pertanian.

Di dalam industri pupuk, asam sulfat digunakan untuk melepas fosfor dari ikatan trikalsium fosfat (tak larut) menjadi monokalsium fosfat yang larut di dalam air dan tersedia bagi tanaman. Untuk memperkaya kadar fosfat, asam fosfat sering ditambahkan (Rhem et.al, 2002). Karena asam sulfat merupakan bahan kimia yang mahal, maka perlu dicari alternatif lain yang lebih murah untuk melepaskan atau melarutkan fosfor.

Gelombang ultrasonik berpotensi menjadi metoda yang efektif untuk melarutkan fosfat. Gelombang ultrasonik merupakan

gelombang yang berfrekuensi di atas 20 kHz. Gelombang ini merambat dalam medium padat, cair dan gas, karena gelombang ini merupakan rambatan energi sebagai interaksi dengan medium yang dilaluinya (Bueche, 1986 dalam Yatarif, 2008). Gelombang ultrasonik tidak bisa merambat pada ruang hampa sehingga proses transmisi pada ruang hampa tidak pernah terjadi (Dally, dkk, 1993). Di dalam cairan (biasanya air), ultrasonik dapat menghasilkan radikal OH⁻, H⁺, HO₂⁻, dan H₂O₂ yang bersifat merusak (Adewuyi, 2001). Jika serbuk batuan fosfat dimasukkan ke dalam air dan dialiri gelombang ultrasonik, maka kemungkinan besar fosfat akan bereaksi dengan ion H⁺ membentuk monokalsium fosfat (superfosfat) yang larut dalam air.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap kadar P terlarut yang terkandung di dalam batuan fosfat dengan direndam ke dalam air. Pelarutan fosfat dalam air tersebut dibantu dengan getaran ultrasonik sehingga ion H⁺ dari air akan terlepas dan bereaksi dengan unsur P dalam fosfat. Kemudian dianalisis kadar P terlarut dari batuan fosfat tersebut dengan perlakuan konsentrasi larutan dan durasi waktu yang berbeda. Tujuan dari penelitian ini adalah menguji dan menganalisis kadar P terlarut yang terkandung dalam batuan fosfat direndam dalam air dengan bantuan gelombang ultrasonik. Hipotesisnya yang akan dibuktikan pada penelitian ini adalah pemberian gelombang ultrasonik dapat meningkatkan kelarutan kadar P terlarut dari batuan fosfat yang direndam dalam air.

II. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April - Mei 2012 di Laboratorium Rekayasa Sumber Daya Air dan Lahan Jurusan Teknik Pertanian dan Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Universitas Lampung. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Analisis Politeknik Negeri Lampung. Peralatan yang digunakan adalah transduser gelombang ultrasonik piezoelektrik berfrekuensi 60 kHz, power supply, booster, horn,

ayakan/mesh, gelas ukur, cawan, wadah larutan, sendok, penggerus, kantong plastik, timbangan analitik, timbangan mekanik (Ohaus), pH meter, dan stopwatch handphone. Bahan yang digunakan yaitu batuan fosfat berukuran 200 mesh dan air akuades.

Konsentrasi larutan fosfat yang diujikan dalam penelitian ini yaitu : 30%, 60%, dan 90%. Sedangkan waktu penggetaran ultrasonik yang diuji-cobakan adalah : 15, 30, dan 60 menit.

Tabel 1. Matrik percobaan

Konsentrasi (%)	Durasi (menit)		
	60	30	15
30	P1	P4	P7
60	P2	P5	P8
90	P3	P6	P9

Prosedur dalam penelitian ini yaitu batuan fosfat dihaluskan dan diayak dengan menggunakan ayakan mesh 200. Batuan fosfat yang digunakan adalah partikel yang lolos saring mesh 200. Batuan fosfat dibagi dalam tiga perlakuan massa 30 g, 60 g, dan 90 g, masing-masing direndam dalam air 100 ml, kemudian digetarkan dengan ultrasonik. Setiap perlakuan masing-masing sampel dilakukan penggetaran dengan ulangan dua kali, kemudian dipisahkan antara endapan dan airnya. Sampel endapan dan air selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dianalisis P terlarutnya (P205).

Energi yang digunakan ultrasonik untuk menggetarkan larutan fosfat dihitung dengan rumus berikut :

$$Es = \frac{W.t}{k.V} \tag{1}$$

Dimana, Es: Energi spesifik (Joule/gram); W: Daya (Watt); t: Waktu (s); k: Konsentrasi (gram/liter); V: Volume (liter).

Analisis data pengaruh variasi perlakuan terhadap kadar P terlarut menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dan dilanjutkan secara manual dengan analisis

sidik ragam (perhitungan tidak ditampilkan). Data energi spesifik dari masing – masing perlakuan dianalisis menggunakan tabel dan grafik. Sehingga diketahui kecenderungan untuk masing – masing perlakuan terhadap kadar P terlarut yang dihasilkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kadar P Terlarut (P205)

Hasil P terlarut (P205) sampel cair yaitu massa P per volume larutan, setelah dianalisis dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

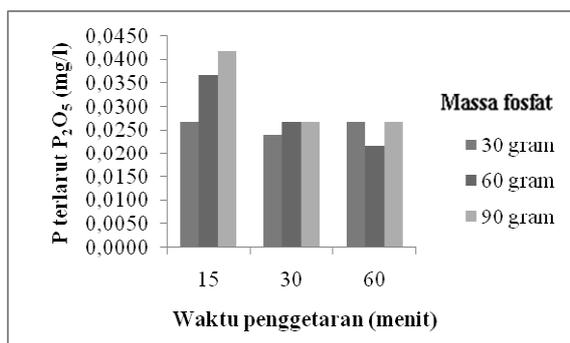
Tabel 2. Kadar P-terlarut sampel cair

Perlakuan	P ₂ O ₅ Rata-rata (mg/l)	Notasi BNT 5%
P1	0,0265	b
P2	0,0215	a
P3	0,0265	b
P4	0,0240	ab
P5	0,0265	b
P6	0,0265	b
P7	0,0265	b
P8	0,0365	c
P9	0,0415	d

Setelah dilakukan analisis sidik ragam, didapat F hitung perlakuan 4,83 dengan F tabel pada taraf 5% dan 1% masing-masing sebesar 3,23 dan 5,47, namun tidak signifikan dengan F tabel pada taraf 1 % sebesar 5,47. Uji lanjut dengan uji BNT pada taraf 5 % didapat hasil bahwa sampel P8 dan P9 berbeda nyata dengan seluruh perlakuan, sedangkan P2 berbeda nyata dengan seluruh perlakuan kecuali dengan P4 tidak berbeda nyata. Peningkatan P terlarut terjadi pada waktu 15 menit, semakin besar massa serbuk fosfat maka kadar P205 semakin tinggi, karena dengan banyaknya massa batuan fosfat dalam air, kandungan fosfornya lebih besar. Sedangkan, pengaruh

perbedaan waktu pada massa yang sama terlihat bahwa semakin kecil waktu penggetaran, maka P terlarut yang didapat semakin tinggi. Hal ini terjadi karena kandungan P terlarut dalam fosfat jumlahnya terbatas dan memiliki batas waktu efektif untuk berikatan dengan unsur H⁺ dalam air. Sehingga kemungkinan jika terlalu lama digetarkan akan membuat P terlarut yang berikatan dengan H⁺ justru lepas kembali.

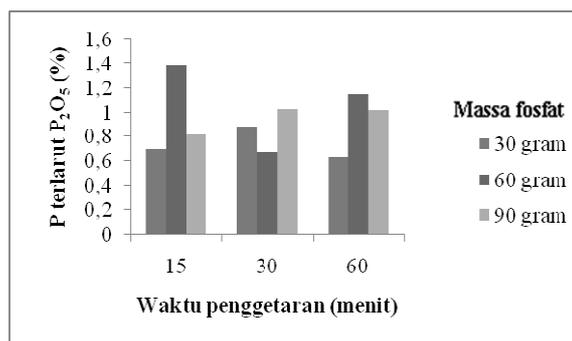
Berdasarkan Tabel 2, besar massa fosfat dalam larutan lebih berpengaruh terhadap hasil P terlarut daripada perlakuan waktu. Hal ini terjadi kemungkinan karena pada konsentrasi tinggi (massa fosfat lebih banyak) jarak kontak antara transduser ultrasonik dengan fosfat dalam larutan lebih dekat, sehingga energi yang dihasilkan untuk memisahkan ion lebih besar. Sedangkan, durasi penggetaran justru lebih efektif pada waktu 15 menit, karena kemungkinan jika terlalu lama justru akan melepas kembali P terlarut yang telah berikatan dengan H⁺.



Grafik 1. Hubungan massa fosfat dan waktu penggetaran terhadap kadar P terlarut sampel cair

Hasil analisis kadar P terlarut (P₂O₅) sampel padat adalah berupa persentase antara massa P terlarut per massa sampel padat fosfat, dengan perlakuan massa batuan fosfat dan waktu penggetaran yang berbeda, dapat dilihat pada Grafik 2 berikut ini.

Dari diagram tersebut, pada waktu penggetaran yang sama, kadar P terlarut cenderung lebih besar pada massa 60 gram dan 90 gram, hal ini dikarenakan konsentrasi larutan lebih besar.



Grafik 2. Hubungan massa fosfat dan waktu penggetaran terhadap kadar P terlarut sampel padat

3.2. Energi Spesifik

Tabel 3. Energi yang dibutuhkan pada penggunaan ultrasonik

Sampel	P ₂ O ₅		Massa (g)	Waktu (menit)	Energi (J/g)
	Rata-rata (mg/l)	P ₂ O ₅ (%)			
P1	0,026	0,62	30	60	1200
P2	0,021	1,14	60	60	600
P3	0,026	1,01	90	60	400
P4	0,024	0,87	30	30	600
P5	0,026	0,67	60	30	300
P6	0,026	1,02	90	30	200
P7	0,026	0,70	30	15	300
P8	0,036	1,38	60	15	150
P9	0,041	0,81	90	15	100

Dari Tabel 3 terlihat kecenderungan bahwa besar energi berbanding lurus dengan waktu dan berbanding terbalik dengan massa. Sedangkan, untuk besarnya volume dan daya tetap sebesar 100 ml dan 100 W, sehingga tidak mempengaruhi besarnya energi. Jika dilihat dari hasil P terlarut, ada kecenderungan P terlarut semakin meningkat dengan waktu penggetaran yang kecil, sehingga energi yang digunakan juga semakin kecil. Pada massa fosfat yang sama, kadar P terlarut cenderung menurun pada energi spesifik yang lebih besar. Pada perlakuan waktu yang sama, semakin tinggi

massa fosfat akan menghasilkan P terlarut yang lebih besar dengan energi spesifik semakin kecil. Karena saat konsentrasi larutan besar (massa fosfat lebih besar), jarak antara transduser ultrasonik dengan batuan fosfat langsung bersentuhan, sehingga penggunaan energinya lebih efektif walaupun pada waktu yang relatif kecil. Sesuai dengan rumus energi yaitu waktu dibagi konsentrasi (massa fosfat), maka pada waktu yang sama, semakin besar massa fosfat akan menggunakan energi yang semakin kecil.

Jika dilihat secara keseluruhan, P terlarut yang dihasilkan tidak signifikan dan terlalu kecil yaitu hanya 0 - 1,5 %. Ada kemungkinan - kemungkinan perlakuan penggunaan ultrasonik yang diberikan kurang efektif untuk membantu melarutkan P pada batuan fosfat. Diantaranya, frekuensi ultrasonik yang digunakan kurang sesuai dengan frekuensi alami pelarutan fosfat, durasi penggetaran kurang relevan terhadap efektivitas pelarutan P. Sedangkan tingkat konsentrasi larutan fosfat lebih efektif dalam mempengaruhi besarnya P terlarut dalam air dengan bantuan ultrasonik.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah P terlarut yang dihasilkan tidak signifikan dan terlalu kecil. Perlakuan yang paling berpengaruh terhadap besarnya P terlarut adalah konsentrasi larutan, semakin besar massa fosfat dalam larutan, semakin besar P terlarut yang didapat. Ada kemungkinan perlakuan ultrasonik yang digunakan kurang efektif untuk melepaskan ion H^+ dari air untuk berikatan dengan fosfor dari batuan fosfat.

4.2. Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dari penelitian ini, maka disarankan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mencari frekuensi dan amplitudo gelombang ultrasonik yang tepat untuk melepaskan ion H^+ dari air, sehingga diperoleh hasil P terlarut optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adewuyi, Y. 2001. Sonochemistry: Environmental Science and Engineering. *Ind. Eng. Chem. Res.* 40: 4681-4715.
- Bueche, F.J. 1986. Fisika. Seri buku Schaum, edisi kedelapan, Erlangga.
- Chien, S. H. 1990. Reaction of phosphate rock with acid soils of the humid tropic. Paper Presented at Workshop on Phosphate Sources for Acid Soils in the Humid Tropic of Asia, Kuala Lumpur.
- Dally, J., Riley, W., and Mc Connel, K.G. 1993. Instrumentation for Engineering Measurements. Inc. New York.
- Rhem, G., Schmitt, M., Lamb, J., Randall, G., and Busman, L. 2002. Phosphorus in the Agricultural Environment. University of Minnesota.

<http://www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems/DC6288.html>

Rochayati, S., Sutriadi, M.T., dan Kasno, A. 2007. Pemanfaatan Fosfat Alam untuk Lahan Kering Masam. *J. Tanah Trop.* 9 : 31-35.

Wahida, A., Fahmi, A., dan Jamberi, A. 2007. Pengaruh pemberian fosfat alam asal Maroko terhadap pertumbuhan padi di lahan sulfat masam. *J Tanah Tropika*, 12(2): 85-9.

Yatarif, N. W. 2008. Karakterisasi Sinyal. FMIPA: Universitas Indonesia.

J. TEP LAMPUNG