

# DEPOSIT, PENYEBARAN DAN KARAKTERISTIK FOSFAT ALAM

A. Kasno, Sri Rochayati, dan Bambang Hendro Prasetyo

## PENDAHULUAN

Fosfat alam (*rock phosphate*) adalah nama umum yang digunakan untuk beberapa jenis batuan yang mengandung mineral fosfat dalam jumlah yang cukup signifikan, atau nama mineral yang mengandung ion fosfat dalam struktur kimianya. Banyak jenis batuan mempunyai komponen yang mengandung fosfat, akan tetapi batuan yang mengandung sejumlah fosfat yang mempunyai nilai ekonomi sebagai bahan tambang atau bijih tambang tidak banyak dijumpai.

Difinisi fosfat alam menurut American Geological Institute adalah batuan sedimen yang tersusun terutama oleh mineral fosfat (Gary *at al.*, 1974). Berdasarkan pada komposisi mineralnya batuan sedimen fosfat dapat dibedakan atas fosfat-Ca, fosfat Ca-Al-Fe dan fosfat Fe-Al (McClellan dan Gremillon, 1980). Ketiga jenis fosfat tersebut dapat merupakan suatu sekuen pelapukan dengan fosfat Fe-Al adalah yang paling lapuk.

Berdasarkan proses-proses pembentukannya fosfat alam dapat dibedakan atas tiga:

- Fosfat primer terbentuk dari pembekuan magma alkali yang mengandung mineral fosfat apatit, terutama fluor apatit  $\{Ca_5(PO_4)_3F\}$ . Apatit dapat dibedakan atas *Chlorapatite*  $3Ca_3(PO_4)_2CaCl_2$  dan *Flour apatite*  $3Ca_3(PO_4)_2CaF_2$ .

- Fosfat sedimenter (marin), merupakan endapan fosfat sedimen yang terendapkan di laut dalam, pada lingkungan alkali dan lingkungan yang tenang. Fosfat alam terbentuk di laut dalam bentuk *calcium phosphate* yang disebut *phosphorit*. Bahan endapan ini dapat diketemukan dalam endapan yang berlapis-lapis hingga ribuan milpersegi. Elemen P berasal dari pelarutan batuan, sebagian P diserap oleh tanaman dan sebagian lagi terbawa oleh aliran ke laut dalam.
- Fosfat guano, merupakan hasil akumulasi sekresi burung pemakan ikan dan kelelawar yang terlarut dan bereaksi dengan batu gamping akibat pengaruh air hujan dan air tanah.

Umumnya deposit fosfat alam ditemukan di daerah-daerah yang banyak mengandung kapur. Namun fosfat alam di Indonesia umumnya mempunyai kandungan P yang rendah, sebagian besar kelas D atau E (Sedyarso *et al.*, 1982). Artinya kandungannya di bawah 20% dan jumlahnya hanya cocok untuk penambangan kecil. Di Indonesia banyak dijumpai deposit fosfat alam, antara lain dijumpai di Tasikmalaya, Cileungsi, Ciamis, Bumiayu dan di Bangkalan sampai Sumenep.

Agar fosfat alam menjadi pupuk yang efektif, apatit yang terkandung didalamnya harus dapat larut secara cepat setelah digunakan (Hughes dan Gilkes, 1984). Fosfat alam mengandung P larut air sangat kecil, sehingga bila digunakan dalam tanah sejumlah pelarutan hanya terjadi oleh reaksi antara fosfat alam dengan ion hidrogen yang ada. Agar fosfat alam menjadi pupuk yang efektif, fosfat alam harus reaktif sehingga mudah larut dalam tanah, untuk mendukung pelarutan yang ekstensif sifat tanah harus menyediakan ion hidrogen yang cukup. Tanah harus basah,

sehingga terjadi difusi ion hidrogen dan fosfat serta ion kalsium dapat tersedia bagi tanaman.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kelarutan fosfat alam antara lain konsentrasi H, Ca dan P di dalam larutan, komposisi fosfat alam khususnya adanya substitusi karbonat terhadap P pada apatit, derajat pencampuran antara fosfat alam dan tanah serta tingkat penggunaan fosfat alam pada tanah (Khasawneh dan Doll, 1978). Kelarutan fosfat alam dalam larutan tanah akan lebih baik bila pH tanah, Ca dapat dipertukarkan dan konsentrasi P di dalam larutan tanah rendah (Chien, 1990). Pada tanah masam yang banyak memerlukan P penggunaan fosfat alam dinilai lebih efektif dan lebih murah dibandingkan bentuk P yang lain, karena pada tanah masam fosfat alam lebih reaktif dan lebih murah di banding penggunaan superfosfat (Sanches, 1976).

Pemakaian langsung fosfat alam sebagai pupuk diketahui hampir sama efektifnya dengan pupuk P cair di beberapa negara (Engelstad *et al.*, 1974; Chien dan Hammond, 1978). Pemakaian fosfat alam dari North Carolina dan Tunisia pada tanah Podsolik Merah Kuning yang kahat P, pH 4,5 dan kejenuhan aluminium 78% selama empat musim tanam berturut-turut untuk tanaman padi gogo dan jagung menunjukkan bahwa fosfat alam tersebut lebih efektif bila dibandingkan TSP (Sedyarso *et al.*, 1982). Penelitian lainnya pada tanah Podsolik dari Lampung dan Jambi menunjukkan bahwa fosfat alam mempunyai efektivitas yang sama dan bahkan lebih baik dari TSP (Sri Adiningsih dan Sri Rochayati, 1990).

Baik apatit maupun fosfat alam mempunyai nilai ekonomi dikarenakan kandungan P-nya. Fosfat yang diperoleh dari apatit

dan fosfat alam umumnya dimanfaatkan terutama untuk menghasilkan phosphoric acid ( $H_3PO_4$ ) yang kemudian dipergunakan untuk menghasilkan larutan *sodium phosphate*, *monocalcium phosphate*, *flourine-free dicalcium phosphate* sebagai suplemen pakan ternak. Untuk keperluan di industri pupuk, fosfat alam sebaiknya mempunyai kandungan 30%  $P_2O_5$ , kalsium karbonat (5%) dan <4% kombinasi oksida besi dan aluminium.

## DEPOSIT DAN PENYEBARAN FOSFAT ALAM DUNIA

Deposit fosfat merupakan sumber daya alam yang sangat penting dalam industri pupuk fosfat untuk pertanian. Hanya beberapa negara yang beruntung di wilayahnya ditemukan deposit fosfat yang ekonomis baik untuk industri pupuk maupun untuk digunakan langsung sebagai pupuk. Deposit fosfat ditemukan dalam berbagai formasi geologi seperti sebagai batuan sedimen, batuan beku, batuan metamorfik, dan guano. Sekitar 80-90% batuan fosfat yang ditambang berasal dari batuan sediment, 10-20% berasal dari batuan beku (FAO, 2004), dan hanya 1-2% berasal dari guano terutama akumulasi hasil ekskresi burung dan kelelawar (van Straaten, 2002). Hampir semua deposit batuan sedimen berupa *carbonate-flourapatite* yang disebut *francolite*, mengandung banyak karbonat untuk substitusi fosfat yang sangat reaktif dan cocok digunakan langsung untuk pupuk atau amelioran.

Produsen pupuk rock fosfat dunia lebih dari 30 negara, dengan 12 produsen besar di dunia hampir dapat menghasilkan 95% total produk. Tiga produsen terbesar berada di: US, Moroko, China dan Federasi Rusia menghasilkan dua pertiga produksi pupuk. Negara Arab menghasilkan 25% total produksi pupuk rock

fosfat dunia, dan sejumlah 57% merupakan cadangan. Cadangan dunia tanpa Maroko adalah 50% dari total cadangan, sementara US dan China mempunyai cadangan  $\pm$  20% dari total cadangan (JOPH, 2007).

Negara yang mempunyai deposit fosfat potensial untuk pupuk atau bahan industri pupuk, yaitu Afrika Utara seperti Maroko (5.000 juta t), Sahara Barat (1.600 juta t) serta Aljazair, Tunisia, Angola, Togo, dan Senegal dengan cadangan 100-500 juta t. Sedangkan di daerah timur tengah antara lain di Mesir (800 juta t), Jordania dan Israel masing-masing 100 juta t serta di Syria sebesar 400 juta t. Di Benua Eropa antara lain di USSR (Rusia) sebesar 1.500 juta t, di Perancis, Jerman, dan Belgia masing-masing sebesar 15 juta t. Di Asia yang terbesar di Mongolia 250 juta t, di China, Vietnam dan India sekitar 70-100 juta t. Sedangkan di Australia sebesar 500 juta t. Di Benua Amerika Utara di pantai timur (Florida, North Carolina, Tennessee) masing-masing sebesar 1.000 juta t serta di bagian tengah (Wyoming, Montana, Idaho) dengan cadangan 600 juta t. Sedangkan negara lain seperti Meksiko, Brazil, Kolumbia dan Venezuela dengan deposit sekitar ratusan ton. Penyebaran deposit fosfat alam di dunia berasal dari batuan sedimen disajikan pada Tabel 1.

Deposit fosfat alam berasal dari batuan beku (10-20%) ditemukan dengan ketebalan berkisar antara puluhan sampai ratusan meter dan kadar  $P_2O_5$  sampai 35%. Fosfat alam ini berkualitas tinggi. Deposit yang utama ditemukan di Rusia terdapat di semenanjung Kola (400 juta t). Di Afrika Selatan, Uganda, Brazil, dan Finlandia masing-masing sebesar antara 50-100 juta t. Sedangkan deposit fosfat dari batuan beku di Kanada, Rhodesia, Korea, India, dan lain tempat hanya terdapat relatif

rendah yaitu sekitar 5-10 juta t. Penyebaran deposit fosfat alam di dunia berasal dari batuan beku disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Penyebaran deposit fosfat alam berasal dari batuan sedimen di dunia (minimal 30% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

Lokasi/Negara	Cadangan	Sumber daya
<b>Afrika Utara</b>		
<i>Aljazaer</i>	500	600
<i>Maroko</i>	5.000	35.000
<i>Tunisia</i>	500	800
<b>Afrika Barat</b>		
<i>Angola*</i>	20	100
<i>Senegal</i>	190	3.000
<i>Sahara Barat</i>	1.600	15.000
<i>Togo</i>	100	200
<b>Timur Tengah</b>		
<i>Mesir</i>	800	2.000
<i>Iran*</i>		100
<i>Irak</i>	30	600
<i>Israel</i>	60	200
<i>Jordan</i>	100	200
<i>Saudi Arabia*</i>	100	1.000
<i>Syria*</i>		300
<b>Eropa</b>		
<i>Turkey</i>	400	400
<i>Kazakhstan</i>	950	950
<i>Rusia</i>	500	2.000
<i>Perancis, Belgia, Jerman</i>	15	30
<b>Australia</b>	500	1.500
<b>Asia</b>		
<i>China</i>	100	1.000
<i>India</i>	70	200
<i>Mongolia</i>	250	700
<i>Vietnam</i>	100	400
<i>Pakistan*</i>		150
<b>Amerika Utara</b>		
<i>Bagian Timur</i>	1.600	6.000
<i>Bagian Barat</i>	6.000	7.000
<b>Amerika Selatan</b>		
<i>Meksiko*</i>		1.140
<i>Brazil</i>		520
<i>Colombia</i>	200	600
<i>Peru (Sechura)</i>		6.100
<i>Venezuela</i>	20	20
<b>Total deposit fosfat alam</b>	<b>19.705</b>	<b>87.810</b>

\* Belum ditambang, Sumber: Cathcart (1980)

Tabel 2. Penyebaran deposit fosfat alam berasal dari batuan beku di beberapa negara di dunia (minimal 30% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

Lokasi/Negara	Cadangan	Sumber daya
	juta t	
Kola Peninsula, Rusia	400	400
Phalaborwa, Afrika Selatan	100	1.300
Brazil	237	775
Uganda Timur	40	160
Finlandia	50	100
Korea Utara	5	30
Rhodesia Selatan	10	10
Kanada*		40
Lain-lain	10	30
<b>Total deposit fosfat alam</b>	<b>852</b>	<b>2.845</b>

\* Belum ditambang, Sumber: Cathcart (1980)

Deposit fosfat sisa pelapukan ditemukan di Amerika Utara (Tennessee, USA bagian tengah dan barat), Senegal, Kolombia, dan Amerika Selatan. Jumlah deposit dari ratusan sampai jutaan ton dan merupakan deposit yang penting karena kualitasnya yang tinggi.

Deposit batuan terfosfatasi berasal dari guano yang terkenal ditemukan di pulau-pulau karang di lautan Pasifik seperti di Pulau Nauru (50 juta t), di Kepulauan Oceania sekitar 2-10 juta t tiap lokasi dan di lautan Hindia di Pulau *Christmas* (100 juta t).

Deposit guano yang merupakan suatu bahan yang mengandung nitrogen dan fosfat berasal dari akumulasi hasil ekskresi binatang laut dan kelelawar. Deposit yang besar terdapat

di Chili dan Peru sebesar ratusan ribu ton yang berasal dari guano dari ekskresi burung. Tebal lapisan deposit di Peru sampai 45 m. Dalam jumlah kecil ditemukan di Venezuela, Equador, Brazil, Madagaskar, dan Pulau Seychelles. Sedangkan deposit guano dari ekskresi kelelawar antara lain di Taiwan, Thailand, Philipina, Malaysia, Indonesia, Jamaika, dan Anguila. Kandungan guano umumnya 15% N, 10-12%  $P_2O_5$  sebagai bentuk yang mudah larut dan 2%  $K_2O$ . Diperkirakan fosfat alam di Pulau Jawa terjadi dengan proses semacam ini, tetapi gua asli sebagai tempat kelelawar menimbun ekskresinya telah hilang akibat erosi dan pelapukan sehingga tinggal deposit fosfat yang diperkaya saja.

Pada umumnya kadar  $P_2O_5$  dalam fosfat alam di dunia bervariasi dari 16-37% bahkan yang berasal dari batuan beku bisa mencapai 42%  $P_2O_5$ . Kadar  $P_2O_5$  sekitar 20-32% dalam deposit sediman umumnya lebih homogen.

## **PRODUKSI FOSFAT ALAM DUNIA**

Produksi fosfat alam dunia dimulai pada pertengahan abad XIX. Pada tahun 1847, fosfat alam mulai ditambang di Suffolk, Inggris sebesar 500 t. Pada tahun 1945 produksi fosfat alam 10 juta t, tahun 1974 lebih dari 100 juta t, perkembangan produksi fosfat alam meningkat secara linier sampai pertengahan tahun 1960 mencapai sekitar 50 juta t. Pada tahun 1980-an dan memasuki awal tahun 1990 produksi fosfat alam mulai stagnasi dan tampaknya mulai menurun pada tingkat produksi dunia sekitar 150-160 juta t.



Tabel 3. Produksi fosfat alam dunia, 1988

Negara produsen	Produksi fosfat alam (1.000 t), tahun	
	1988	1999
Amerika Serikat	45.389	40.867
Uni Soviet	34.400	-
Rusia	-	11.219
Maroko dan Sahara Barat	25,015	21.986
China	16.600	30.754
Sub total 4 negara	121.404 (75)	104.826 (72)
Yordania	6,611	6.014
Tunisia	6.103	8.006
Brasil	4.672	4.301
Israel	3,464	4.128
Togo	3.464	1.715
Afrika Selatan	2.850	2.941
Siria	2.342	2.084
Senegal	2.326	1.879
Sub total 12 negara	153.251 (95)	135.894 (93)
Nauru	1.540	604
Algeria	1.332	1.093
Irak	1.273	415
Mesir	1.146	1.018
Meksiko	835	955
India	739	-
Finlandia	584	734
Korea Utara	500	70
Vietnam	330	710
Swedia	142	-
Zimbabwe	125	124
Turki	74	-
Kolombia	35	4
Pakistan	35	-
Sri Lanka	23	30
Tanzania	15	-
Australia	13	145
Peru	13	15
Mali	10	-
Chili	9	-
Thailand	8	-
Filipina	8	-
Indonesia	1	-
Kazakhstan	-	900
Pulau <i>Christmas</i>	-	683
Venezuela	-	366
Kanada	-	350
Uzbekistan	-	139
Total dunia	162.041	145.472

Sumber: Stowasser, 1990, Van Kauwenbergh, 2001

Produksi fosfat alam dunia pada tahun 1988 sebesar 74,8% dari empat negara, yaitu Amerika Serikat, Uni Soviet, Maroko dan Sahara Barat, dan China. Produksi fosfat alam keempat berkisar antara 10,2 – 28,0 produksi dunia. Produksi delapan negara berkisar antara 1,4 – 4,1%. Produksi fosfat alam yang diproduksi oleh 23 negara berkisar antara <0,1 – 0,8% dunia, Indonesia memproduksi fosfat alam 1.000 t atau <0,1% produksi dunia.

Produksi fosfat alam tahun 1999 terutama dari Amerika Serikat, Rusia, Maroko dan Sahara Barat, serta China. Produksi fosfat alam menurun terjadi di Amerika Serikat, Maroko dan Sahara Barat. Secara keseluruhan produksi fosfat dunia menurun dari 162 juta t pada tahun 1988 menjadi 145 juta t pada tahun 1999 atau menurun 10%.

## **DEPOSIT DAN PENYEBARAN FOSFAT ALAM DI INDONESIA**

Deposit fosfat alam di Indonesia pada umumnya ditemukan di daerah pegunungan karang, batu gamping atau dolomitik yang merupakan deposit gua. Tersebar di Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Nusa Tenggara, dan Irian Jaya atau Papua. Menurut data yang dikumpulkan sampai tahun 1958 diperkirakan 663 ribu t, sekitar 76% terdapat di Pulau Jawa dan sekitar 23% terdapat di Sumatera Barat (Tabel 4). Hasil Survei Explorasi tahun 1968-1985 oleh Direktorat Geologi dan Mineral, Departemen Pertambangan telah ditemukan cadangan fosfat alam yang diperkirakan sebesar 895 ribu t yang tersebar di Pulau Jawa (66%), Sumatera Barat (17%), Kalimantan (8%), Sulawesi (5%), dan sekitar 4% tersebar di Papua, Aceh, Sumatera Utara, dan Nusa Tenggara. Perkiraan cadangan deposit fosfat alam terbesar terdapat di Jawa Timur

yaitu di daerah Tuban, Lamongan, Gresik, dan Madura sekitar 313 ribu t.

Tabel 4. Deposit fosfat alam di Indonesia menurut data yang dikumpulkan sebelum perang dunia II hingga 1958

No	Provinsi	Jumlah lokasi	Perkiraan deposit t	Kadar P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %
1.	Aceh	5	1.800	5,9
2.	Sumatera Utara	1	304	29,3
3.	Sumatera Barat	16	152.000	t.d
4.	Jawa Barat	77	169.640	9,3-43,4
5.	Jawa Tengah	104	228.175	10,1-35,1
6.	Jawa Timur	75	105.639	< 40,3
7.	Nusa Tenggara	2	3.000	1,3-27,2
8.	Irian Jaya	2	2.500	15,0-31,5

Keterangan: t.d = tidak ditetapkan, Sumber: Samo Harjanto (1986)

Deposit gua atau batu kapur terdapat pada daerah yang terpencah dan belum ditemukan deposit dalam jumlah yang cukup, kecuali untuk diusahakan dalam skala kecil. Berdasarkan dari keadaan geologi beberapa daerah yang cukup potensial diduga terdapat sekitar 1 atau 2 juta t deposit fosfat seperti di Ciamis, Pati, daerah antara Lamongan dan Tuban, serta di Hulu Mahakam, Kalimantan Timur. Pada daerah deposit fosfat yang telah diketahui diduga terdapat pula deposit P dari endapan laut yang biasanya cukup homogen dan dalam jumlah yang besar. Dari hasil eksplorasi tahun 1990 ditemukan fosfat endapan laut dengan kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sekitar 20-38% dalam jumlah sekitar 2-4 juta t pada formasi batu gamping Kalipucung di Ciamis.

Pada umumnya deposit fosfat alam di Indonesia mempunyai kadar total P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sangat bervariasi dari rendah sampai sedang dan ada beberapa deposit yang mencapai kadar sampai 40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Reaktivitas fosfat alam atau kelarutan fosfat alam yang

menentukan kemampuan fosfat alam melepaskan P untuk tanaman juga sangat bervariasi (< 1 – 18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Tabel 5. Deposit fosfat alam di Indonesia menurut data yang dikumpulkan dari tahun 1968 - 1985

No	Provinsi	Peta	Deposit	
			t	%
1.	Jawa Barat:			
	- Lebak	(1)	4.000	23,0-30,0
	- Rangkasbitung	(2)	td	td
	- Cibinong, Leuwiliang, Ciamis, Cigugur, Cijunjung, Parigi, dll	(3)	99.459	1,0-38,0
2.	Jawa Tengah:			
	- Sukolilo, Brati, Pati	(4)	119.000	10,0-38,0
	- Karangayun, Grobogan	(5)	54.500	26,0
3.	Jawa Timur:			
	- Tuban	(6)	25.831	28,0
	- Lamongan	(7)	186.680	31,0
	- Gresik	(8)	25.500	29,0
	- Madura	(9)	74.518	28,0
	- P.Kangean	(10)	t.d	t.d
4.	Kalimantan:			
	- Kandangan	(11)	75.240	12,5-37,0
5.	Sulawesi:			
	- P. Kakabiya	(12)	45.000	0,4-25,1
6.	Timor Timur			
	- Quelical	(13)	t.d	t.d
7.	Irian Jaya:			
	- Misool	(14)	t.d	3,0-8,0
	- Anjawi	(15)	2.500	3,0
	- Ayamaru	(16)	td	28,00
8.	Aceh	(17)	1.800	5,9
9.	Sumatera Utara	(18)	304	29,3
10.	Sumatera Barat	(19)	152.000	t.d
11.	Nusa Tenggara	(20)	30.000	1,3-27,2

Sumber: Sarno Harjanto (1986) dalam Moersidi S. (1999)

Sebaran deposit fosfat di Daerah Madura tersebar setempat-setempat mengisi rekahan dan gua-gua dalam jumlah yang sedikit. Deposit fosfat alam di Kabupaten Sampang terdapat di Bira Timur, Sokobanah, Sampang, Omben, Kedundung, Ketapang dan Jrengik dengan jumlah deposit sekitar 5.000.000 m<sup>3</sup>. Kisaran kandungan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> antara 2,28 - 37,09%. Endapan fosfat di Kabupaten Pamekasan terdapat di Kecamatan Pasean, Pakong dan Palengan. Mineralnya terdiri atas kolofan, dahlit dan

hidroksiapatit, dengan kisaran kandungan  $P_2O_5$  antara 5,61 - 37,79% dan jumlah deposit sekitar 23.400 m<sup>3</sup>. Endapan fosfat di Kabupaten Sumenep terdapat di 22 desa dalam 11 kecamatan. Mineralnya terdiri atas kolofan, dahlit dan hidroksiapatit, dengan kisaran kandungan  $P_2O_5$  antara 6,20 - 44,23%, terendah terdapat di Desa Ellak Daya, Kecamatan Lenteng (P/17 = 6,20%) dan tertinggi di daerah Desa Kabunan, Kecamatan Sumenep (P/15 = 44,23%). Endapan fosfat dengan kandungan  $P_2O_5$  di atas 30% terdapat sebanyak 15 lokasi sekitar 33,3% dari keseluruhan jumlah lokasi, tersebar di 10 desa dan delapan kecamatan. Luas sebaran fosfat seluruhnya sekitar 31 ha dengan jumlah sumber daya sekitar 827.500 m<sup>3</sup> (Yusuf, 2000).

Tabel 6. Deposit fosfat alam di Indonesia menurut data yang dikumpulkan tahun 2008 (Pusat Sumber Daya Geologi, 2008)

No	Provinsi	Deposit	Kadar $P_2O_5$
		t	%
1.	Jawa Barat:		
	- Bogor	30.000	33,04
	- Sukabumi	40.000	33,00-39,00
	- Ciamis,	2.516.100	14,55-39,00
2.	Jawa Tengah:		
	- Sukolilo, Pati	85.000	25,0-35,0
	- Salaman, Magelang	225.000	-
	- Ayah, Buayan, Kebumen	285.000	10,0-28,0
	- Grobogan	90.750	30,0
	- Batuwarno, Giritontro, Pracimantoro, Wonogiri	20.400	14,65-35,00
3.	Jawa Timur:		
	- Dander, Bojonegoro	1.870	31,32
	- Paceng, Sedayu, Gresik	2.500	-
	- Babat, Brondong, Lamongan	7.100	-
	- Pacitan	77.000	-
	- Tuban	80.400	33,4-49,3
	- Bangkalan	312.500	-
	- Sampang	15.000.000	9,79-43,14
4.	Aceh	21.000	6,25-40,91
5.	Kalimantan Selatan	166.200	8,82-11,18
6.	Kalimantan Timur	800	-

Hasil survei deposit fosfat alam di Indonesia yang dilakukan oleh Pusat Sumber Daya Geologi (2008) disajikan pada Tabel 6. Deposit batuan fosfat >100.000 t terdapat di Ciamis, Magelang, Kebumen, Bangkalan, Sampang, dan Kalimantan Selatan. Deposit fosfat di Kalimantan Selatan berupa guano, tersebar di gua-gua yang terbentuk di pegunungan.

### **Karakteristik fosfat alam**

Di alam terdapat sekitar 150 jenis mineral fosfat dengan kandungan P sekitar 1-38%  $P_2O_5$ . Sebagian fosfat alam ditemukan dalam bentuk apatit. Pada umumnya deposit fosfat alam berasal dari batuan sedimen dalam bentuk karbonat fluorapatit yang disebut francolite ( $Ca_{10-x-y}Na_xMg_y(PO_4)_{6-z}(CO_3)_zF_{0,4z}F_2$ ), sedangkan deposit berasal dari batuan beku dan metamorfik biasanya dalam bentuk fluorapatit ( $Ca_{10}(PO_4)_6F_2$ ) dan hidroksi apatit ( $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ ). Adapun deposit yang berasal dari ekskresi burung dan kelelawar (*guano*) umumnya ditemukan dalam bentuk karbonat hidroksi apatit ( $Ca_{10}(PO_4,CO_3)_6(OH)_2$ ). Mineral lain seperti kuarsa, kalsit, dan dolomit umumnya juga ditemukan dalam mineral apatit sebagai *secondary mineral*.

Selain fosfat dan karbonat, di dalam batuan fosfat alam terkandung berbagai unsur seperti Ca, Mg, Al, Fe, Si, Na, Mn, Cu, Zn, Mo, B, Cd, Hg, Cr, Pb, As, U, V, F, Cl. Unsur utama di dalam fosfat alam antara lain P, Al, Fe, dan Ca. Secara kimia, fosfat alam dapat dikategorikan menjadi fosfat alam dengan dominasi Ca-P atau Al-P dan Fe-P sedangkan unsur lain merupakan unsur ikutan yang bermanfaat dan sebagian lain kurang bermanfaat bagi tanaman. Unsur ikutan yang perlu diwaspadai adalah kandungan

logam berat yang cukup tinggi dalam fosfat alam, seperti Cd, Cr, Hg, Pb, dan U.

Fosfat alam mempunyai tingkat kelarutan tinggi pada kondisi masam, oleh karena itu sangat sesuai apabila digunakan sebagai sumber pupuk P pada lahan kering masam seperti *Ultisol*, *Oxisol* dan sebagian *Inceptisol*, dan kurang sesuai digunakan pada tanah bereaksi netral dan alkalin. Secara umum, kelarutan fosfat alam akan meningkat dengan menurunnya pH, Ca-dapat ditukar dan P dalam larutan tanah.

Fosfat alam mempunyai efek residu jangka panjang karena mempunyai sifat *slow release*, oleh karena itu pemberian fosfat alam dapat diberikan sekaligus pada saat tanam dan dapat digunakan hingga beberapa musim berikutnya.

### **Kualitas fosfat alam**

Untuk menjaga mutu fosfat alam dilakukan penilaian kualitas berdasarkan ketersediaan hara P bagi tanaman menurut kelarutan secara kimia dan respon tanaman. Secara kimia, penilaian kualitas fosfat alam dapat dilakukan dengan menentukan kadar  $P_2O_5$  dalam fosfat alam yang didasarkan atas kelarutan dalam satu atau lebih metode analisis, seperti P larut dalam asam kuat atau asam mineral dan P larut dalam asam lemah. Kelarutan fosfat alam dalam asam kuat atau asam mineral dinyatakan sebagai kadar P total, sedangkan kelarutan dalam asam lemah dinyatakan sebagai P mudah larut.

Reaktivitas atau kelarutan dari fosfat alam adalah suatu parameter yang menunjukkan kemampuan fosfat alam untuk melepaskan P yang dapat digunakan tanaman. Reaktivitas fosfat

alam umumnya dapat ditentukan dengan tiga jenis pereaksi (larutan kimia) yaitu amonium sitrat pH 7, asam sitrat 2%, dan asam format 2%. Ketiga pereaksi tersebut mempunyai efektivitas yang hampir sama untuk menduga reaktivitas fosfat alam. Klasifikasi fosfat alam potensial untuk digunakan langsung sebagai pupuk berdasarkan kelarutan dalam ketiga pereaksi disajikan pada Tabel 7. Reaktivitas fosfat alam berasal dari batuan sedimen umumnya lebih tinggi dari batuan beku.

Tabel 7. Klasifikasi fosfat alam untuk penggunaan langsung sebagai pupuk berdasarkan kelarutan

Fosfat alam potensial	Kelarutan (% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		
	Amonium sitrat pH 7	Asam sitrat 2%	Asam format 2%
Tinggi	> 5,4	> 9,4	> 13,0
Sedang	3,2 – 4,5	6,7 – 8,4	7,0 – 10,8
Rendah	> 2,7	< 6,0	> 5,8

Sumber: Diamond (1978)

Berdasarkan kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total dan yang terlarut dalam asam sitrat telah dilakukan penggolongan kualitas fosfat alam ke dalam empat golongan yaitu P-alam dengan mutu A, B, C, dan D seperti tertuang dalam SNI 02-3776-2005 (Tabel 8). Kualitas fosfat alam yang baik adalah yang mengandung total P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> lebih dari 20% dan yang mempunyai reaktivitas tinggi dengan kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> larut dalam asam sitrat 2% lebih dari 6%. Kualitas berbagai jenis fosfat alam berasal dari dalam negeri dan luar negeri disajikan pada Tabel 8. Pengawasan mutu sangat diperlukan untuk menghindari terjadinya salah pilih dan manipulasi.

Reaktivitas fosfat alam hanya menunjukkan tingkat kemampuan fosfat alam melepaskan P yang potensial tersedia untuk tanaman, tetapi tidak dapat digunakan untuk menduga jumlah P tersedia untuk tanaman karena efektivitas agronomi dari fosfat alam



di lapangan tergantung banyak faktor. Oleh karena itu penilaian kualitas fosfat alam selain dengan cara kimia juga dilakukan dengan cara penilaian respon tanaman yang disebut persentase tanggap tanaman atau lebih dikenal dengan istilah efektivitas relatif agronomis (*relative agronomic effectiveness*=RAE). Penilaian RAE fosfat alam dapat diukur berdasarkan persentase peningkatan hasil di lapangan antara tanaman yang dipupuk fosfat alam dibandingkan dengan TSP atau pupuk standar lain. Fosfat alam dengan RAE  $\geq 100\%$  mempunyai efektivitas yang sama atau lebih tinggi dari pupuk standar.

Tabel 8. Syarat mutu pupuk P-alam untuk pertanian (SNI 02-3776-2005)

No	Uraian	Satuan	Persyaratan			
			Mutu A	Mutu B	Mutu C	Mutu D
1.	Kadar fosfor sebagai P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>					
	- Total	% b/b	min 28	min 24	min 14	min 10
	- Larut asam sitrat	% b/b	min 7	min 6	min 3,5	min 2,5
2.	Kadar air	% b/b	maks 5	maks 5	maks 5	maks 5
3.	Kehalusan					
	- Kehalusan lolos 80 mesh Tyler	% b/b	min 50	min 50	min 50	min 50
	- Kehalusan lolos 80 mesh Tyler	% b/b	min 80	min 80	min 80	min 80
4.	Cemaran logam:					
	- Cadmium (Cd)	ppm	maks100	maks100	maks100	maks100
	- Timbal (Pb)	ppm	maks500	maks500	maks500	maks500
	- Raksa (Hg)	ppm	maks 10	maks 10	maks 10	maks 10
5.	Cemaran arsen (As)	ppm	maks100	maks100	maks100	maks100

Selain kualitas fosfat alam, regulasi untuk fosfat alam yang digunakan langsung perlu mempertimbangkan tiga faktor utama

yaitu reaktivitas/kelarutan fosfat alam, sifat tanah (terutama pH tanah) dan jenis tanaman. Faktor sosio-ekonomi dan isu kebijakan akan menentukan produksi dan distribusi, serta adopsi dan penggunaan fosfat alam oleh petani.

### **UPAYA-UPAYA YANG DILAKUKAN**

Dalam rangka pemanfaatan potensi fosfat alam sebagai sumber P untuk pertanian maka upaya-upaya yang perlu dilakukan, sebagai berikut:

- Meskipun petunjuk terjadi endapan fosfat yang bernilai ekonomi secara memuaskan belum ditemukan, tetapi survei dan eksplorasi deposit fosfat alam perlu dilanjutkan dengan kerjasama antara BBSDLP, Direktorat Geologi dan Mineral Departemen ESDM, LIPI, BPPT, dan Perguruan Tinggi. Selain itu survei dan eksplorasi deposit fosfat alam di Indonesia perlu dilakukan untuk meng-*update* perkiraan cadangan yang telah ditemukan.
- Walaupun telah banyak kemajuan di dalam teknologi pengembangan fosfat alam yang digunakan langsung, penelitian yang mengangkat isu peningkatan efisiensi penggunaan fosfat alam sangat diperlukan. Hal ini dapat dilakukan dengan teknologi pupuk baik secara biologi maupun kimiawi.
- Teknologi baru diperlukan untuk mengurangi biaya dan energi untuk penambangan dan penggunaan fosfat alam termasuk kegunaan/manfaat, transportasi, distribusi, dan pemasaran.
- Penggunaan fosfat alam yang tidak memenuhi standar SNI No. 02-3776-2005 secara teknis dan ekonomis akan merugikan. Oleh karena itu diperlukan pengawasan kualitas untuk (1) melindungi pengguna fosfat alam oleh petani dari kemungkinan praktek-

praktek pemalsuan baik oleh produsen maupun pedagang pupuk; (2) menjaga kualitas fosfat alam yang digunakan dalam produksi pertanian tetap baik; (3) menjaga efektivitas; dan (4) mencegah terjadinya pencemaran lingkungan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Cathcart, J.B. 1980. World phosphate reserves and resources. *In* F.E. Khasawneh *et al.* (eds.). The Role of Phosphorus in Agriculture. SSSA., Madison, Wisconsin. USA.
- 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.
- Chien, S. H. and L. L. Hammond. 1978. Comparison of various laboratory methods for predicting the agronomic potential of phosphate rocks for direct application. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 42: 935-939.
- Diamond. R.B. 1978. Vinson marketing of phosphate rock for direct application Proceeding of the Seminar on Phosphate Rock for Direct Application, pp. 448-463, March 20-23, Haifa, Israel.
- Engelstad, O. P., A. Jugsujinda, and S. K. De Datta 1974. Response by flooded rice to phosphate rock varying in citrat solubility. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 38: 524-529.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2004. Use of phosphate rocks for sustainable agriculture. Edited by F. Zapata and R.N. Roy. A Joint Publication of The FAO

Land and Water Development Division and The International Atomic Energy Agency. Rome.

Gary, M., R. McAfee Jr., and C. L. Walf (eds). 1974. Glossary of Geology. Amer. Geolog. Ins. Washington D.C.

Hughes, J. C. and R. J. Gilkes. 1984. The effect of chemical extractant on the estimation of rock phosphate fertilizer dissolution. Aust. J. Soil. Res. 22: 475-481.

Jordan Phosphate Mine Company. 2007. Peta Potensi Sumber Daya Geologi seluruh kabupaten di Indonesia.

Khasawneh, F. E. and E. C. Doll. 1978. The use of phosphate rock for direct application to soils. Adv. Agron. 30: 159-205.

McClellan, G. H. and L. R. Gremillon. 1980. Evaluation of phosphatic row materials. *In* F. E. Khasawneh, E. C. Sample and E. J. Kamprath (Eds). The role of phosphorus in Agriculture. Soc. Of Amer. Soil Sci. Soc. Of Amer. Madison, Wisconsin, USA.

Sarno Harjanto. 1986. Phosphate deposit in Indonesia. Workshop on Occurrence, Exploration and Development of Fertilizer Mineral. UNDP-ESCAP, Bangkok 1986.

Sedyarso, M., A. Sofyan, and S. Suping. 1982. Research on several P fertilizer and Mg applications on acid soil from Situng, West Sumatra. Proc. Tech. Meeting. Soil Res. Institute 3: 121 -134.

- Sri Adiningsih and Sri Rochayati. 1990. Use of phosphate fertilizers in arable food crop productin in Indonesia. Center for Soil and Agroclimate Research, Bogor, Indonesia.
- Stowasser, W. F. 1990. Phosphate Rock, Annual Report, Bureau of Mines, U.S. Department of the Interior, Washington, D.C., U.S.A., 18 p.
- Van Kauwenbergh. 2001. Overview of World Phosphate Rock Production. Paper presented at an International Meeting on Direct Application of Phosphate Rock and Related Technology: Latest Developments and Practical Experiences, July 16-20, 2001, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Yusuf, A.F. 2000. Endapat fosfat di Daerah Madura. Sub Dit. Eksplorasi Mineral Industri dan Batuan, Kolokium Hasil Kegiatan Lapangan DSM – 2000.