

## PUPUK KALIUM FOSFAT DARI LIMBAH CAIR INDUSTRI RUMPUT LAUT DAN $H_3PO_4$ DENGAN PROSES KRISTALISASI

Wahyu Nur Fadlilah Dwi Purnama<sup>1)\*</sup>, Widiya Ningrum<sup>2)</sup>, Ketut Sumada<sup>3)</sup>, Caecilia Pujiastuti<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, email:wahyufadlilah046@gmail.com

<sup>2)</sup>Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, email: widiyaningrum52@gmail.com

<sup>3)</sup>Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur,

<sup>4)</sup>Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur,

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya 60249 Telepon (031) 8782179, Faks (031) 8782257

\* Penulis Korespondensi: Email: wahyufadlilah046@gmail.com

### Abstrak

Limbah cair dari proses pemasakan rumput laut sangatlah kaya akan kalium hidroksida, tujuan penelitian ini adalah mengoptimalkan penggunaan limbah cair pemasakan rumput laut dengan cara menambahkan asam fosfat dengan proses kristalisasi, dimana akan terbentuk pupuk kalium fosfat dengan kadar  $K_2O$  dan  $P_2O_5$  yang dapat membantu disektor pertanian. Pada penelitian ini digunakan variasi konsentrasi asam fosfat yaitu, 5%; 10%; 15%; 20%; 25%; 30%, variasi volume limbah yaitu, 200ml; 300ml; 400ml; 500ml; 600ml; 700ml serta volume asam fosfat 50ml; 150ml; 250ml; 350ml; 450ml; 550ml. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi konsentrasi asam fosfat memiliki efek pada pembentukan kristal dan kadar  $K_2O$  dan  $P_2O_5$ . Dibuktikan jika konsentrasi asam fosfat semakin tinggi. Bila larutan memiliki pH sangat asam ataupun terlalu basa maka kristal tidak akan terbentuk. Kristal terbentuk rentan pH 2-5. Didapatkan kondisi optimum pada proses kristalisasi pupuk kalium fosfat yaitu pada volume limbah 500 ml dan 250 ml asam fosfat 10% yang menghasilkan pupuk mono kalium fosfat dengan kadar  $K_2O$  dan  $P_2O_5$  memenuhi SNI. Untuk pupuk kristal yang didapatkan trendnya menunjukkan bahwa pupuk tersebut berjenis monokalium phosphate ( $KH_2PO_4$ ) yang dapat dilihat dengan pH kelarutan tersebut yang rata-rata 3,9 – 5 dengan kadar  $P_2O_5$  yang didapat antara 50,1% - 60%.

**Kata kunci:** industry rumput laut; kalium phosphat; kristalisasi; limbah cair; pupuk

## POTASSIUM PHOSPHAT FERTILIZER FROM WASTEWATER OF SEAWEED INDUSTRY AND $H_3PO_4$ WITH CRYSTALLIZATION PROCESS

### Abstract

Liquid waste from the seaweed cooking process very rich of potassium hydroxide, the purpose of this research is to optimize use of liquid waste for cooking seaweed by adding phosphoric acid by means crystallization, which will form potassium phosphate fertilizer with levels of  $K_2O$  and  $P_2O_5$  can help agricultural sector. In this research, variations used concentration of phosphoric acid namely 5%; 10%; 15%; 20%; 25%; 30%, variation volume of waste, namely, 200ml; 300ml; 400ml; 500ml; 600ml; 700ml and volume of phosphoric acid 50ml; 150ml; 250ml; 350ml; 450ml; 550ml. The results showed that variations in the concentration of phosphoric acid had an effect on crystal formation and levels of  $K_2O$  and  $P_2O_5$ . It was proven if the concentration of phosphoric acid was getting higher. If solution has a very acidic or basic pH then no crystals are formed. Crystals formed are susceptible to pH 2-5. Optimum conditions in the crystallization process of potassium phosphate were the waste volume of 500 ml and 250 ml of 10% phosphoric acid which produced mono potassium phosphate with levels  $K_2O$  and  $P_2O_5$  according to SNI. For crystal fertilizers, the trend shows the fertilizer is monocalium phosphate ( $KH_2PO_4$ ) which can be seen with pH of the solubility which averages 3.9 - 5 with  $P_2O_5$  levels obtained between 50.1% - 60%.

**Key words:** seaweed industry; potassium phosphate; crystallization; wastewater; fertilizer

## PENDAHULUAN

Rumput laut merupakan bagian terbesar dari tanaman laut yang tumbuh dan berkembang hampir diseluruh perairan Indonesia. Dengan banyaknya budidaya rumput laut di Indonesia sendiri telah mendorong tumbuhnya industry rumput laut yang berkembang dengan sangat pesat (Hala, 2018). Sehingga perlu dilakukan pengolahan limbah yang mengandung banyak kalium yang muncul dari industry tersebut dan salah satunya yaitu pemanfaatan limbah cair pemasakan rumput laut menjadi pupuk yang dapat bermanfaat bagi sektor pertanian. Pupuk merupakan bahan yang dapat menggantikan unsur hara tanah yang sudah habis terhisap sehingga menyebabkan tanaman tumbuh dengan subur. Pupuk terdiri dari dua jenis yaitu pupuk organik yang biasanya terbuat dari bahan organik dan pupuk anorganik adalah pupuk yang terbuat dari senyawa anorganik yang mengandung banyak unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman (Lingga, 2008).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengkaji pembuatan pupuk kalium phosphate dengan menggunakan bahan lain dengan proses yang berbeda juga Berbagai macam metode digunakan untuk mendapatkan produk pupuk kalium phosphate dengan hasil terbaik diantaranya menggunakan proses granulasi dan kristalisasi. Proses kristalisasi sendiri adalah proses untuk memperoleh produk dengan kemurnian tinggi dan dengan tingkat pemunggutan (yield) yang tinggi pula. Salah satu sifat penting kristal yang perlu diperhatikan adalah ukuran kristal individual dan keseragaman ukurannya (Sebagai kristal bulk) Untuk alasan inilah distribusi ukuran kristal (Crystal Size Distribution, CSD) harus selalu dikontrol (Mc Cabe et al, 1985). Sedangkan proses granulasi sendiri merupakan proses granul yang biasanya dilakukan dengan menggunakan alat granulator dan hasil akhirnya berbentuk granul.

Dari hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Aprilina Purbasari dan Fales Setia Budi (2007) mengenai „Pembuatan Pupuk kalium Phosphat Dari Abu Kulit Kapok Dan Tepung Fosfat Secara Granulasi, dimana

dalam proses ini bahan yang digunakan adalah tepung fosfat dengan kadar  $P_2O_5$  11,37%, abu kulit kapok, aquadest dan asam phosphate 20%. Pada penelitian ini didapatkan hasil berupa pupuk kalium phosphate berbentuk granula dengan hasil yang didapat yaitu kadar kalium terbesar 1,88 %. Apabila kadar abu kulit kapok semakin meningkat menyebabkan kadar fosfat ( $P_2O_5$ ) dalam pupuk akan menurun.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh volume limbah dan konsentrasi asam phosphate serta laju penguapan terhadap pembentukan pupuk kalium phosphate. untuk mengetahui kadar  $K_2O$  dan  $P_2O_5$  yang terkandung dalam pupuk kalium phosphate yang terbentuk.

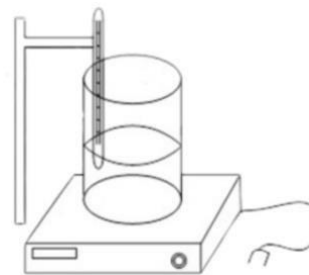
## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair pemasakan rumput laut, asam phosphate dengan konsentrasi sesuai dengan ketentuan serta aquadest sebagai pelarut.

### Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah rangkaian alat sederhana dengan menggunakan pemanas listrik dan beaker glass.



**Gambar 1.** (a) Rangkaian Alat Kristalisasi

### Prosedur

#### Pembuatan Pupuk Kalium Phosphat

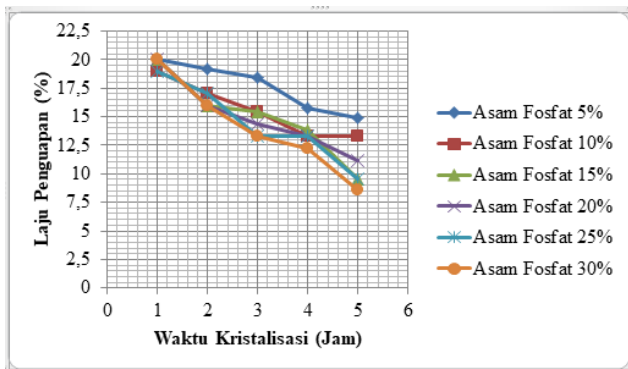
Metode penelitian yang digunakan dalam proses pembuatan pupuk kalium fosfat ialah metode kristalisasi. Dimana limbah cair pemasakan rumput laut dicampurkan dengan asam fosfat yang sudah diencerkan dengan aquadest sesuai dengan variable konsentrasi asam fosfat yang telah ditentukan dan volume limbah serta asam fosfat yang telah ditentukan.

Kemudian cek pH dan densitas yang nantinya digunakan untuk menghitung laju penguapan. Untuk pengecekan densitasnya sendiri dilakukan selang satu jam sekali. Kemudian dipanaskan sampai membentuk produk pupuk kalium phosphate dalam bentuk kristal. Kemudian dilakukan uji XRF untuk mengetahui kadar  $K_2O$  dan  $P_2O_5$ .

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Didapatkan hasil dari pupuk kalium fosfat yang menggunakan variasi konsentrasi asam fosfat yang berbeda yaitu konsentrasi asam fosfat 5%; 10%; 15%; 20%; 25%; dan 30%, pupuk kalium phosphat yang terbentuk berfase padatan kristal yang memiliki pH antara 2-5 dan cairan yang memiliki pH sangat asam dan basa. Selain itu dengan perbedaan konsentrasi asam fosfat didapatkan, pada perbedaan konsentrasi asam fosfat yang digunakan juga menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi yang digunakan maka laju penguapan rendah, diperoleh hasil analisa yang tercantum pada grafik dibawah ini.

#### a.) Laju Penguapan Pada Pembuatan Pupuk Kalium Phosphat

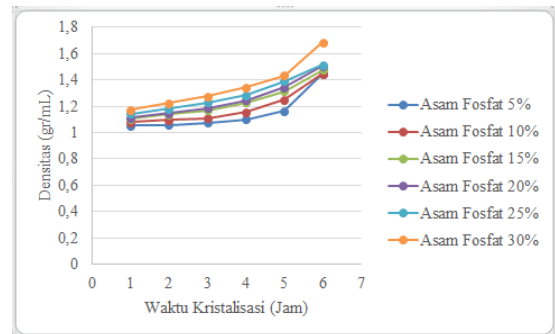


Gambar 1. Grafik Hubungan Antara Waktu Kristalisasi Dengan Laju Penguapan Pada Sampel 200 mL Limbah Dan 550 mL Asam Phosphat

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang digunakan dalam proses kristalisasi maka semakin menurun laju penguapannya. Hal ini sesuai literatur yaitu semakin lama waktu kristalisasi, laju penguapan semakin kecil. Pada perbedaan konsentrasi asam fosfat yang digunakan juga

menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi yang digunakan maka laju penguapan rendah. Hal ini disebabkan karena kandungan airnya semakin kecil, karena pada konsentrasi asam fosfat 5% kadar airnya lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi asam fosfat 30%.

#### b.) Perubahan Densitas Pada Pembuatan Pupuk Kalium Phosphat



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Waktu Kristalisasi Dengan Perubahan Densitas Pada Sampel 200 mL Limbah Dan 550 mL Asam Phosphat

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang digunakan dalam proses evaporasi maka semakin naik densitas dari larutan. Hal ini sesuai literature yaitu semakin lama proses penguapan maka akan semakin meningkat densitas larutan karena semakin pekat larutan tersebut. Pada perbedaan konsentrasi asam phosphate yang digunakan juga menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi yang digunakan maka perbedaan penurunan volumenya sedikit namun konsentrasi asam phosphate yang paling tinggi juga memiliki densitas yang paling tinggi juga dari pada konsentrasi dibawahnya. Karena pada konsentrasi asam phosphate 30% dihasilkan larutan yang lebih pekat.

**c.) Bentuk Akhir Pupuk Kalium Fosfat**

Tabel 1. Limbah Pemasakan Rumput Laut Dengan Asam Fosfat 5%

No	Bahan	pH	Bentuk	
			Kristal	Cair
1.	200 ml Limbah	1,9		V
	Dengan 550 ml Asam Fosfat			
2.	300 ml Limbah	4,6	V	
	Dengan 450 ml Asam Fosfat			
3.	400 ml Limbah	4,7	V	
	Dengan 350 ml Asam Fosfat			
4.	500 ml Limbah	8,6		V
	Dengan 250 ml Asam Fosfat			
5.	600 ml Limbah	13,4		V
	Dengan 150 ml Asam Fosfat			
6.	700 ml Limbah	13,6		V
	Dengan 50 ml Asam Fosfat			

Berdasarkan tabel diatas didapatkan hasil bahwa pupuk kalium phosphate yang terbentuk memiliki dua fase yaitu kristal dan cair. Dari tabel tersebut, pada pH 4,6 dan 4,7 terbentuk kristal sedangkan yang lain berbentuk cair. Hal serupa terjadi pula pada konsentrasi asam phosphate yang lainnya dengan rata-rata fase kristal yang terbentuk pada pH 2-5. Hal tersebut berarti pH dan konsentrasiasam phosphate sangat berpengaruh dalam pembentukan kristal pupuk kalium phosphate. Jika konsentrasi asam phosphate yang ditambahkan tinggi dan volume asam phosphate yang semakin besar, maka pH akan semakin asam dan sebaliknya jika jika konsentrasi asam phosphate semakin rendah dan volum asam phosphate semakin sedikit, maka pH semakin basa.

**d.) Massa Produk Pupuk Kalium Fosfat**

Tabel 2. Tabel Massa Produk Kalium Fosfat

No	Sampel	Massa Produk (gr)	Keterangan
1.	300 mL Limbah	31,307	Sedikit Berair
	Dengan 450 mL Asam Fosfat 5%		
2.	400 mL Limbah	18,627	Sedikit Berair
	Dengan 350 mL Asam Fosfat 5%		
3.	400 mL Limbah	25,593	Sedikit Berair
	Dengan 350 mL Asam Fosfat 10%		
4.	500 mL Limbah	40,052	Tidak Berair
	Dengan 250 mL Asam Fosfat 10%		
5.	600 mL Limbah	26,305	Sedikit Berair
	Dengan 150 mL Asam Fosfat 15%		
6.	500 mL Limbah	36,6	Sedikit Berair
	Dengan 250 mL Asam Fosfat 20%		
7.	600 mL Limbah	55,891	Sedikit Berair
	Dengan 150 mL Asam Fosfat 20%		
8.	500 mL Limbah	60,5	Sedikit Berair
	Dengan 250 mL Asam Fosfat 25%		
9.	600 mL Limbah	34,4	Tidak Berair
	Dengan 150 mL Asam Fosfat 25%		
10.	600 mL Limbah	57,7	Sedikit Berair
	Dengan 150 mL Asam Fosfat 30%		

Berdasarkan tabel diatas terlihat perbedaan massa produk antara sampel satu dengan yang lainnya. Hal tersebut dipengaruhi oleh volume limbah cair pemasakan rumput laut dan konsentrasi asam fosfat yang digunakan. Dalam proses ini volume limbah dan konsentrasi asam fosfat yang ditambahkan tidak boleh berlebih dimana hal tersebut dibuktikan dalam stokiometri reaksi kalium dan asam fosfat. Kondisi optimum didapat pada 500 ml limbah cair pemasakan rumput laut dan 250 ml asam fosfat 10% dengan massa produk 40,052 gram. Pada kondisi ini

didapatkan % konversi reaksi, % yield produk yang cukup besar dan kristal yang dihasilkan berwarna putih kekuningan dan tidak mengandung air

**e.) pH Kelarutan Produk Pupuk Kalium Fosfat**

Tabel 3. pH Kelarutan Produk Pupuk Kalium Fosfat

No.	Sampel	Ph
1.	300 mL Limbah Dengan 450 mL Asam Fosfat 5%	2,5
2.	400 mL Limbah Dengan 350 mL Asam Fosfat 5%	2,9
3.	400 mL Limbah Dengan 350 mL Asam Fosfat 10%	4,7
4.	500 mL Limbah Dengan 250 mL Asam Fosfat 10%	4,2
5.	600 mL Limbah Dengan 150 mL Asam Fosfat 15%	2,7
6.	500 mL Limbah Dengan 250 mL Asam Fosfat 20%	4,8
7.	600 mL Limbah Dengan 150 mL Asam Fosfat 20%	2,6
8.	500 mL Limbah Dengan 250 mL Asam Fosfat 25%	4,5
9.	600 mL Limbah Dengan 150 mL Asam Fosfat 25%	4,1
10.	600 mL Limbah Dengan 150 mL Asam Fosfat 30%	3,9

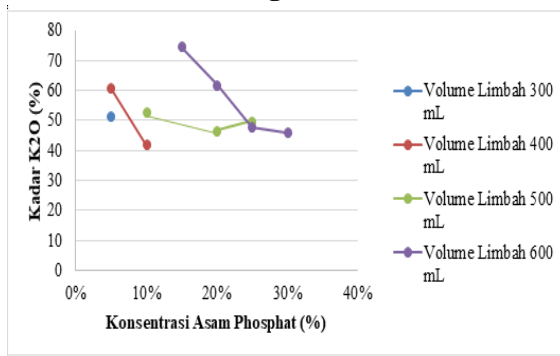
Berdasarkan tabel diatas terlihat perbedaan pH antara sampel satu dengan yang lainnya. Dari pH tersebut dapat membuktikan produk tersebut termasuk  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  atau  $\text{K}_3\text{PO}_4$ . Dari data diatas rata-rata produk pupuk kalium fosfat yang dihasilkan merupakan produk pupuk yang termasuk pupuk Monokalium Fosfat( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ). Karena pada pupuk monokalium fosfat untuk pH kelarutannya sendiri adalah 3,9 – 5 dengan kadar  $\text{P}_2\text{O}_5$  sebesar minimal 51,5%.

Tabel 4. Kadar  $\text{K}_2\text{O}$  dan  $\text{P}_2\text{O}_5$

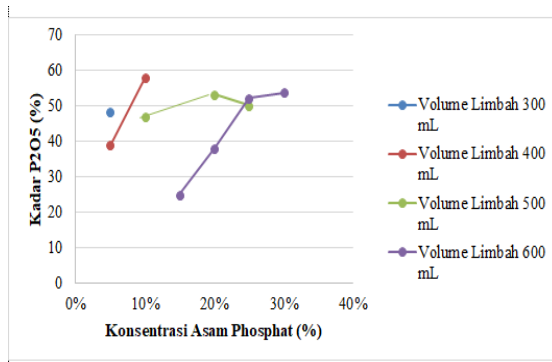
No	Sampel	Kadar	
		$\text{K}_2\text{O}$ (%)	$\text{P}_2\text{O}_5$ (%)
1.	300 ml Limbah Dengan 450 ml Asam Fosfat 5%	51,5	48,3
2.	400 ml Limbah Dengan 350 ml Asam Fosfat 5%	60,8	39
3.	400 ml Limbah Dengan 350 ml Asam Fosfat 10%	42	57,9
4.	500 ml Limbah Dengan 250 ml Asam Fosfat 10%	52,8	47,1
5.	600 ml Limbah Dengan 150 ml Asam Fosfat 15%	74,6	25
6.	500 ml Limbah Dengan 250 ml Asam Fosfat 20%	46,6	53,2
7.	600 ml Limbah Dengan 150 ml Asam Fosfat 20%	61,8	38
8.	500 ml Limbah Dengan 250 ml Asam Fosfat 25%	49,8	50,1
9.	600 ml Limbah Dengan 150 ml Asam Fosfat 25%	47,7	52,2
10.	600 ml Limbah Dengan 150 ml Asam Fosfat 30%	46,1	53,8

Sedangkan pada data tabel IV.6.1 dapat dilihat pada pupuk yang termasuk pupuk monokalium fosfat memiliki rata-rata kadar  $\text{P}_2\text{O}_5$  sebesar 50,1% - 60%. Dari data tersebut sesuai dengan teori yang terdapat pada landasan teori diatas.

**f.) Hasil Analisa Pupuk Kalium Fosfat Dari Limbah Dengan Asam Fosfat**



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Asam Phosphat Dengan Kadar K<sub>2</sub>O



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Asam Phosphat Dengan Kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Pada kedua grafik diatas menunjukkan bahwa kadar K<sub>2</sub>O dan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pada sampel yang membentuk kristal. Dari grafik tersebut juga didapatkan tidak pada titik yang sama dikarenakan tidak semua sampel bisa menjadi kristal, namun ada yang tetap dalam bentuk cair. Faktor yang mempengaruhi hal tersebut adalah pH. Jika pH sangat asam maka sampel akan menjadi kental sedangkan jika pH basa sampel akan tetap berbentuk cairan. Untuk pH yang dapat membentuk kristal rentan antara pH 2-5. Pada Grafik 3. sendiri didapatkan trend bahwa semakin meningkatnya kadar asam phosphate maka kadar K<sub>2</sub>O semakin menurun. Sedangkan pada grafik 4, untuk kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> semakin meningkat sesuai dengan penambahan konsentrasi asam fosfat sendiri. Semakin pekat asam fosfat yang ditambahkan maka kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> juga semakin tinggi. Dibuktikan dari volume limbah yang berbeda juga tidak mempengaruhi trend. Untuk kadar K<sub>2</sub>O tertinggi didapatkan pada sampel 600 mL

limbah dengan 150 ml asam fosfat 15% yaitu sebesar 74,6%. Untuk kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tertinggi didapatkan pada sampel 400 mL limbah dengan 350 mL asam fosfat 10% sebesar 57,9%. Untuk hasil kadar K<sub>2</sub>O dan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> juga melampaui kadar yang tercantum dalam SNI pupuk. Dibandingkan dengan SNI Kondisi optimum didapat pada 500 ml limbah cair pemasakan rumput laut dan 250 ml asam fosfat 10% dengan massa produk 40,052 gram. Pada kondisi ini didapatkan %konversi reaksi, %yield produk yang cukup besar dan kristal yang dihasilkan berwarna putih kekuningan dan tidak mengandung air. Dibandingkan dengan peneliti terdahulu yang dilakukan oleh Aprilina Purbasari dan Faleh Setia Budi (2007) mengenai "Pembuatan Pupuk Kalium Phospat dari Abu Kulit Kapok dan Tepung Fosfat Secara Granulasi", Kadar kalium terbesar yang didapat adalah 1,88%. asam fosfat dan 2,09%.

**SIMPULAN**

Pada hasil penelitian ini didapatkan kesimpulan adalah pada pupuk kalium phospat yang dihasilkan rata-rata merupakan pupuk monokalium phospat dikarenakan pH kelarutan produk rata-rata 3,9 – 4,8 dengan kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sebesar 50,1% - 60% dan untuk kondisi optimum pada proses kristalisasi pupuk kalium phospat yaitu pada volume limbah 500 ml dan 250 ml asam fosfat 10% yang menghasilkan pupuk mono kalium phospat dengan kadar K<sub>2</sub>O dan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> memenuhi SNI. Dimana kadar SNI untuk K<sub>2</sub>O dan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> yaitu 50% dan 36% sedangkan hasil yang didapat 52,8 % dan 47,1%. Konversi reaksi dan % yield yang dihasilkan cukup tinggi yaitu 45,6 % dan 78,02%.

**SARAN**

Disarankan untuk mengoptimalisasi kembali sehingga mendapatkan hasil pupuk berbentuk Kristal yang sesuai dan tepat. Setelah dilakukan uji XRF lebih baik diujikan FTIR agar dapat mengetahui yang pasti untuk ikatan-ikatan yang terjadi. Peneliti selanjutnya dapat mencoba untuk menggunakan jenis asam yang lain, sehingga dapat dibandingkan untuk mendapatkan hasil yang terbaik

---

## DAFTAR PUSTAKA

- Hala, Y, dkk. 2018. *"Analisis Potensi Limbah Cair Hasil Pengolahan Rumput Laut Sebagai Pupuk Buatan"*. ([www.researchgate.net/publication/265102616](http://www.researchgate.net/publication/265102616)). Diakses pada tanggal 5 Februari 2018 pukul 16.45 WIB.
- Lingga dan Marsono. 2008. *"Petunjuk Penggunaan Pupuk"*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- McCabe, Warren L. 1985. *"Unit Operations of Chemical Engineering, 4 ed"*. Singapore: Mc Graw-Hill Book Co.
- Purbasari, A dan Budi, S. 2008. *"Pembuatan Pupuk Kalium Fosfat Dari Abu Kulit Kapok dan Tepung Fosfat Secara Granulasi"*. Jurnal Teknik. Vol: 29. No: 2. Hal: 92-96.