

PEMANFAATAN LIMBAH *BRINE* PABRIK GARAM BERYODIUM UNTUK PEMBUATAN PUPUK ANORGANIK MULTINUTRIEN

Laili¹, Mariza Nurfanny², Nyoman Puspa Asri³
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jl. Arif Rahman Hakim, No. 100, Kota Surabaya, Jawa Timur 60117
Telp 031 5945043, Fax 031 5994620
Email : lailistempa19@gmail.com, watashi.ototo@gmail.com

ABSTRAK

Limbah *brine* adalah larutan garam dengan konsentrasi tinggi. Kandungan dalam limbah *brine* dapat dimanfaatkan menjadi pupuk anorganik multinutrien. Pada penelitian ini limbah *brine* dengan konsentrasi 28°Be di tambahkan asam fosfat (H_3PO_4) dan amonium hidroksida (NH_4OH) sebagai ligan pengendap serta natrium hidroksida ($NaOH$) sebagai pengatur pH. Pembuatan pupuk dilakukan didalam reaktor dengan mencampurkan limbah *brine* dengan NH_4OH sebanyak 181 ml serta H_3PO_4 berdasarkan rasio molar *brine* terhadap fosfat dengan variasi antara lain 1:0,5; 1:0,75; 1:1; 1:1,25; 1:1,5 selama 60 menit pada temperatur reaksi 30 dan 60°C. Setelah itu ditetesi $NaOH$ tetes demi tetes hingga mencapai pH 9. Endapan yang terbentuk disaring dan dicuci kemudian dioven pada temperatur 105°C selama 120 menit. Hasil terbaik diperoleh dari rasio molar *brine* terhadap fosfat 1:1,5 dengan temperatur reaksi 30°C. Berat pupuk yang dihasilkan 348,8 gram dengan komposisi antara lain 52,2% P_2O_5 ; dan 22,9% Mg.

Kata kunci : *Brine* , garam, pupuk multinutrien

ABSTRACT

Brine waste refers to a saline solution at a high concentration. Its content can be used as a multi-nutrient inorganic fertilizer. In this study, brine waste in the concentrations of 26.27 and 28°Be was added with phosphoric acid (H_3PO_4), ammonium hydroxide (NH_4OH) as a precipitating ligand, and sodium hydroxide ($NaOH$) as a pH regulator. The fertilizer was made in the reactor by mixing 181 ml of brine waste with NH_4OH and H_3PO_4 based on the molar ratio of brine to phosphate by 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.25, and 1:1.5 for 60 minutes at reaction temperatures of 30 and 60°C. After that, $NaOH$ was added dropwise until it reached pH 9. The precipitate formed was then filtered and washed as well as baked at a temperature of 105°C for 120 minutes. The best results occurred in the molar ratio of brine to phosphate of 1:1.5 at a reaction temperature of 30°C. The weight of the fertilizer produced was 348.8 grams with a composition of 52.2% P_2O_5 ; and 22.9% Mg.

Keywords: *brine, salt, multi-nutrient fertilizer*

PENDAHULUAN

Meningkatnya jumlah industri garam berakibat semakin meningkat pula limbah cair yang dihasilkan yang disebut *brine* dibuang begitu saja ke laut. *Brine* atau sering disebut dengan larutan garam yang memiliki fungsi sebagai air pencuci pada proses pembuatan garam. Air pencuci ini juga memiliki batas maksimal untuk melakukan proses pencucian pada garam. Dimana konsentrasi yang masih masuk untuk proses pencucian berkisar 22 – 25°Be. Ketika batas konsentrasi *brine* telah melebihi berarti sudah tidak layak untuk digunakan sebagai proses pencucian. Konsentrasi *brine* 28°Be sudah tidak dapat digunakan untuk proses pencucian pada garam karena hasil pencucian tidak maksimal. Limbah *brine* memiliki berbagai kandungan senyawa garam misalnya magnesium sulfat ($MgSO_4$), natrium klorida ($NaCl$), magnesium klorida ($MgCl_2$), kalium klorida (KCl), kalsium klorida ($CaCl_2$). Mineral-mineral pada *brine* termasuk unsur hara makro dan unsur hara mikro yang dibutuhkan oleh tumbuhan, seperti ion Mg^{2+} , K^+ dan Ca^{2+} [1].

Beberapa penelitian terkait dengan pemanfaatan *brine* menjadi pupuk anorganik, antara lain Jose dan Sanvicente (2002) yang mengubah bittern menjadi pupuk multinutrien pada temperatur reaksi 15°C dengan hasil kandungan magnesium (Mg): 17,45%, kandungan ion kalium (K): 5,40%, dan kandungan fosfat (PO_4): 53,92%. Sedangkan pada temperatur reaksi 30°C kandungan magnesium (Mg): 17,35%, kandungan ion kalium (K): 4,82%, dan kandungan pospate (PO_4): 51,22%. Dan menurut Sidik (2013), telah memanfaatkan limbah bittern hasil produksi garam sebagai bahan baku pupuk majemuk yang dipengaruhi

dari jenis basa pengatur pengendapan pupuk majemuk KOH, NaOH, dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Hasil yang diperoleh kurang maksimal karena dilakukan pada temperatur ruang sehingga rendemen yang diperoleh masih rendah.

Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh rasio mol *brine* dengan asam fosfat dan temperatur reaksi terhadap kualitas pupuk multinutrien yang dihasilkan. Pada penelitian ini, peneliti fokus mempelajari pengaruh konsentrasi *brine*, temperatur reaksi, rasio molar *brine* dengan asam fosfat terhadap kualitas pupuk multinutrien yang dihasilkan.

TINJAUAN PUSTAKA

Brine

Brine adalah larutan garam dengan konsentrasi yang tinggi. Cara membuat *brine* untuk proses pencucian yaitu melarutkan garam dengan air tawar dan dilakukan secara terus menerus hingga mencapai konsentrasi 22°Be . Fungsi *brine* sendiri pada proses pengolahan garam industri yaitu sebagai pencuci garam bahan baku agar produk garam yang dihasilkan memenuhi mutu.

Tujuan dari proses pencucian adalah membersihkan garam dari kotoran seperti pasir dan lumpur. Limbah cair yaitu *brine* biasanya dibuang ke laut yang merupakan sisa air proses pencucian dengan konsentrasi 28°Be dengan volume rata-rata sebesar $3\text{--}5\text{ m}^3$ tiap 3 hari sekali. Berikut ini adalah hasil limbah *brine* dengan variasi 28°Be .

Tabel 1. Hasil Uji Limbah Cair Industri Garam Beryodium

No	Hasil Analisa (% b/v)	Variasi 28°Be
1.	Nitrogen	1,90
2.	Fosfat	2,37
3.	Kalium	0,638
4.	Magnesium	2,69

Kandungan pada limbah *brine* awal ini dapat dimanfaatkan untuk menjadi pupuk anorganik multinutrien *pospate base*.

Asam Fosfat (H_3PO_4)

Asam fosfat juga dikenal sebagai asam ortofosfat yang memiliki rumus kimia H_3PO_4 . Fosfat merupakan sumber pupuk P yang efektif dan murah manfaatnya untuk meningkatkan produktivitas tanah dan tumbuhan, hanya saja kualitas pupuk fosfat alam sangat bervariasi tergantung pada kandungan P_2O_5 . Oleh karena itu, penggunaan fosfat secara langsung perlu memperhatikan kadar P_2O_5 total dan tersedia serta reaktivitasnya. Pupuk dari fosfat alam berasal batuan fosfat yang prosesnya hanya digiling halus sehingga dapat segera digunakan sebagai pupuk. Asal fosfat alam yaitu dari terbentuknya proses geokimia yang terjadi secara alami [2].

Sodium Hidroksida (NaOH)

Sodium hidroksida atau soda api dengan rumus kimia NaOH merupakan senyawa ionik berbentuk padat berwarna putih yang terdiri dari kation Na^+ dan anion OH^- , sangat larut dalam air serta mudah menyerap kelembaban dan karbon dioksida (CO_2) dari udara [3]. Fungsi penambahan NaOH adalah untuk memberikan suasana basa pada proses pembuatan pupuk.

Pupuk Multinutrient Phosphate Based

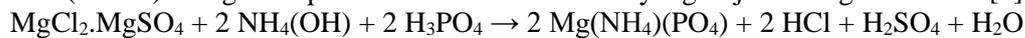
Pupuk *multinutrient phosphate based* termasuk dalam kategori pupuk anorganik karena pupuk *multinutrient phosphate based* merupakan pupuk berbasis fosfat yang terbuat dari bahan anorganik dan dibentuk dengan proses kimia.

Tabel 2. Kualitas Pupuk *Multinutrient Phosphate Based*

No	Komponen	Komposisi (% berat)
1	Fosfat (PO ₄)	45 – 55
2	Ammonia (NH ₄)	5 – 10
3	Magnesium (Mg)	15 – 25
4	Kalium (K)	20 – 30
5	Kadar Air	5 – 10

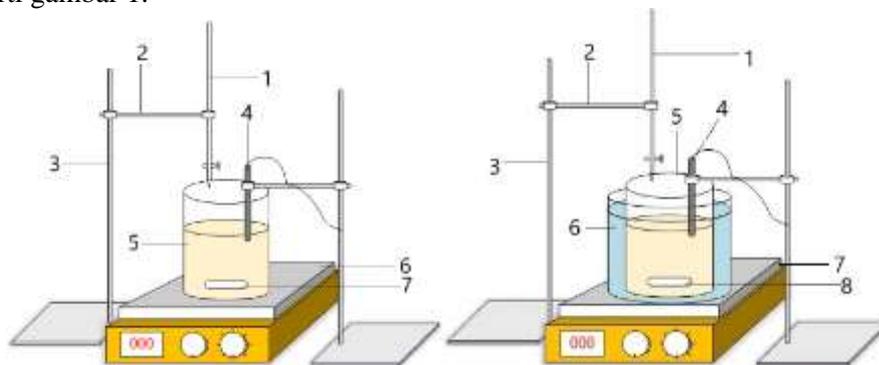
Jose dan Lerida, 2002

Dalam penelitian ini menggunakan *brine* dari limbah industri garam sebagai bahan utama. *Brine* yang mengandung ion Kalium (K) dan Magnesium (Mg) direaksikan dengan asam fosfat (H₃PO₄) dan sodium hidroksida (NaOH) sebagai zat penetral. Mekanisme reaksi yang terjadi sebagai berikut : [4]



METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan adalah gelas kimia 2000 ml dengan stirrer (*stirred batch reactor*). Gelas ukur 100ml untuk mengukur volume asam fosfat, gelas ukur 250 ml untuk mengukur ammonia dan gelas ukur 1000 ml untuk mengukur *brine*. pH meter digunakan untuk mengikuti perubahan pH dan oven sebagai alat pengering. Bahan yang digunakan adalah limbah *brine* konsentrasi 28°Be, asam fosfat sebagai ligan fosfat, ammonia dan sodium hidroksida sebagai ligan pengendap dan pengatur pH. Pada proses ini menggunakan variabel tetap : NaOH sebagai pengatur pH. Variabel beba : rasio molar *brine* terhadap asam fosfat 1:0,5; 1:0,75; 1:1; 1:1,25; 1:1,5 dan suhu pengadukan 30°C dan 60°C. Rancangan alat menggunakan alat sekala laboratorium seperti gambar 1.



Gambar 1. Rancangan alat pembuatan pupuk multinutrien *phosphate base* secara *batch*

Keterangan :

- | | |
|-------------|------------------------|
| 1. Buret | 5. Beaker glass 2000ml |
| 2. Klem | 6. Hot Plate |
| 3. Statif | 7. Stirrer |
| 4. pH meter | 8. Penangas |

Proses pembuatan pupuk multinutrien *phosphate base*

Limbah *brine* yang sudah dilakukan pengecekan awal dimasukkan dalam gelas kimia. Asam fosfat ditambahkan dengan perhitungan rasio molar yang ditentukan. Ammonia ditambahkan dengan rasio mol 1:1 *brine* terhadap ammonia. Larutan yang telah dicampur diaduk dengan stirrer selama 60 menit dengan variabel suhu reaksi. Tambahkan NaOH konsentrasi 5M secara perlahan-lahan hingga pH mencapai skala 9. Disaring endapan dan diltrat dengan vacuum dan kertas saring. Filtrat yang dihasilkan tetesi dengan perak nitrat, apabila terbentuk endapan cuci kembali endapan dengan aquades hingga filtrat tidak terbentuk endapan apabila ditetsi perak nitrat. Keringkan endapan pada oven dengan suhu 105°C dan suhu 120 menit. Apabila endapan sudah dioven simpan di desikator dan siap dikemas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Air Limbah *Brine* dengan Konsentrasi 28°Be

Berdasarkan hasil analisis laboratorium air limbah *brine* dengan konsentrasi 28°Be tercantum pada tabel 1.

Tabel 3. Analisa awal pada limbah *brine*

No	Hasil Analisa (% b/v)	Variasi 28°Be
1.	Nitrogen	1,90
2.	Fosfat	2,37
3.	Kalium	0,638
4.	Magnesium	2,69

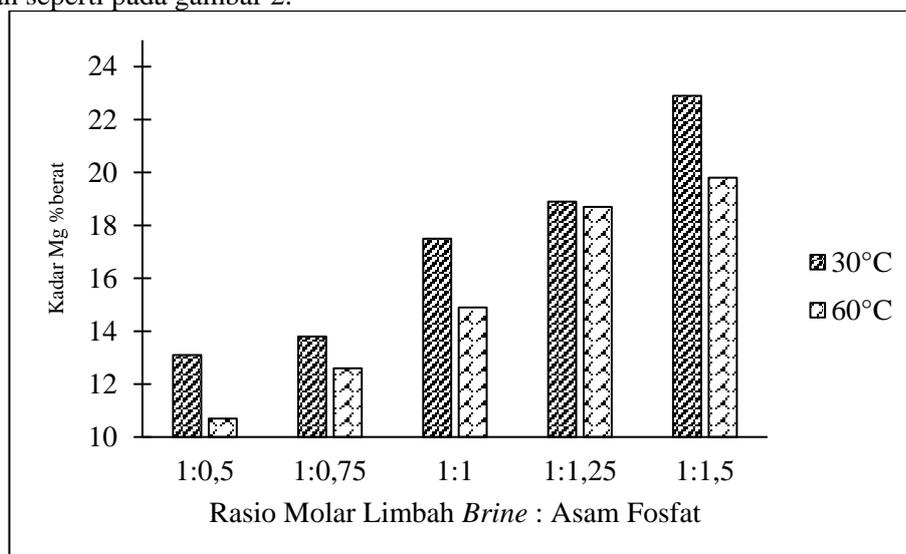
Berdasarkan hasil analisa yang terdapat pada tabel 1 dapat diketahui bahwa pada limbah *brine* terdapat kandungan nitrogen, fosfat, kalium, dan magnesium yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk multinutrient phosphate base. Kadar magnesium dan fosfat yang paling tinggi komposisi produk pupuk yang dimasukkan dalam penelitian adalah pengaruh kadar magnesium dan fosfat.

Tabel 4. Hasil analisa pupuk pada limbah *brine* konsentrasi 28°Be

Ion Rasio	Suhu 30°		Suhu 30°	
	Mg	P ₂ O ₅	Mg	P ₂ O ₅
1 : 0,5	13,1	29,1	10,7	27,3
1 : 0,75	13,8	34,9	12,6	34,5
1 : 1	17,5	40,8	14,9	39,5
1 : 1,25	18,9	46,3	18,7	44,6
1 : 1,5	22,9	52,2	19,8	50,3

Pengaruh Rasio Molar Terhadap Kadar Magnesium dan Perbedaan Suhu Pengadukan

Berdasarkan hasil penelitian dengan rasio mol terhadap kadar magnesium pada perbedaan suhu reaksi. Konsentrasi limbah *brine* yang digunakan 28°Be pada saat proses pembuatan pupuk anorganik diperoleh hasil penelitian seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Hubungan rasio molar dan perbedaan suhu terhadap kadar Mg pada konsentrasi *brine* 28 °Be

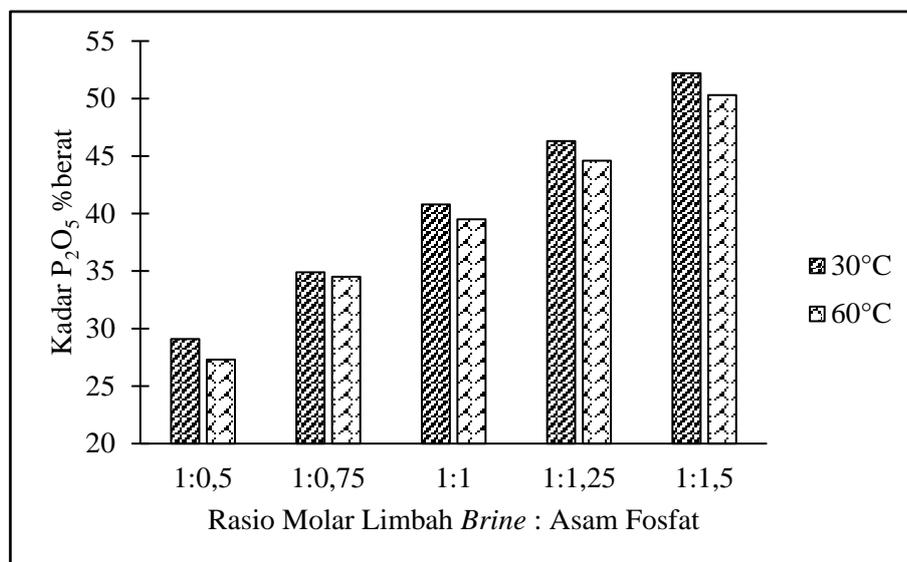
Dari gambar 2. hasil persentase analisa kadar Magnesium tertinggi diperoleh pada konsentrasi *brine* 28 °Be dan penambahan Asam Fosfat dengan rasio molar 1:1,5 menggunakan suhu proses pengadukan 30°C yaitu

22,9%. Sedangkan pada suhu 60°C menghasilkan kadar magnesium sebesar 19,8% dengan konsentrasi °Be dan rasio molar yang sama. Semakin kecil suhu pada proses pembuatan pupuk multinutrien *phosphate based* semakin tinggi kadar magnesium yang dihasilkan dan sebaliknya semakin besar suhu pada proses pembuatan pupuk multinutrien *phosphate based* semakin kecil kandungan ion magnesium yang dihasilkan. Perbandingan molar magnesium dan fosfat adalah parameter yang berpengaruh terhadap proses pembentukan pupuk [5]. Semakin besar penambahan molar fosfat yang ditambahkan, persentase (%) kadar magnesium (Mg) dalam produk pupuk semakin besar, hal ini disebabkan karena semakin besar asam fosfat (H_3PO_4) yang ditambahkan maka kadar magnesium dalam limbah *brine* yang terikat semakin besar [6].

Semakin kecil suhu yang digunakan saat proses pembuatan pupuk multinutrien *phosphate based* maka semakin tinggi kadar magnesium dan sebaliknya semakin tinggi suhu saat proses pembuatan pupuk multinutrien *phosphate based* maka semakin kecil kadar magnesium yang dihasilkan [7].

Pengaruh Rasio Molar Terhadap Kadar P_2O_5 dan Perbedaan Suhu Pengadukan

Berdasarkan hasil penelitian dengan rasio mol terhadap kadar P_2O_5 pada perbedaan suhu reaksi. Konsentrasi limbah *brine* yang digunakan 28°Be pada saat proses pembuatan pupuk anorganik diperoleh hasil penelitian seperti pada gambar 2.



Gambar 3. Hubungan rasio molar dan perbedaan suhu terhadap kadar P_2O_5 pada konsentrasi *brine* 28 °Be

Dari gambar 3. hasil persen analisa kadar P_2O_5 tertinggi diperoleh pada penambahan asam fosfat pada rasio molar 1:1,5 dengan suhu proses pengadukan 30°C yaitu 52,2% dan tertinggi kedua pada *brine* dan rasio yang sama tetapi dengan suhu 60°C pada saat proses pengadukan sebesar 50,3%. Perbedaan suhu pada saat proses produksi sangat mempengaruhi hasil kandungan dari pupuk multinutrien *phosphate based*. Semakin besar penambahan asam fosfat pada rasio molar *brine* maka semakin tinggi persentase (%) kadar fosfat sebagai P_2O_5 dalam pupuk dan naik saat penambahan asam fosfat semakin banyak.

Semakin besar asam fosfat yang ditambahkan kadar magnesium dalam limbah *brine* akan terikat secara sempurna. Sedangkan pada konsentrasi pada limbah *brine*, semakin besar konsentrasi limbah *brine* maka semakin tinggi hasil kadar fosfat sebagai P_2O_5 yang dihasilkan dan semakin kecil konsentrasi limbah *brine* maka semakin rendah kadar fosfat sebagai P_2O_5 yang dihasilkan. Penambahan rasio molar lebih banyak dapat memperbesar kadar molar yang ditambahkan yaitu asam fosfat [8].

KESIMPULAN

Kadar magnesium tertinggi dihasilkan dari rasio mol *brine* terhadap fosfat 1 : 1,5 yaitu sebesar 22,9% dan terkecil pada rasio molar *brine* terhadap asam fosfat 1 : 0,5 yaitu 13,1%. Sedangkan kadar fosfat tertinggi dihasilkan dari rasio mol *brine* terhadap fosfat 1 : 1,5 yaitu sebesar 52,2% dan terkecil pada rasio molar *brine* terhadap asam fosfat 1:0,5 yaitu 29,1%. Kualitas pupuk multinutrien terbaik dihasilkan dari suhu reaksi 30°C.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sato, A., Agung Rasmito, dan Soewarno Judjono. 2010. *Epsomite crystal from bittern*. Department of Chemical Engineering Institut Teknologi Adhi Tama.
- [2] Parbuntari, H., Prestica, Y., Gunawan, R., Nurman, M. And Adella, F. 2018. *Preliminary Phytochemical Screening (Qualitative Analysis) Of Cacao Leaves (Theobroma Cacao L.)*. Eksakta: Berkala Ilmiah Bidang Mipa, 19(2), Pp. 40-45. Doi: <https://doi.org/10.24036/Eksakta/Vol19-Iss2/142>.
- [3] Asngad, A., Inna Siti N., dan Suci Siska. 2016. *Pemanfaatan Kulit Kacang dan Bulu Ayam Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Kertas Melalui Chemical Pulping Dengan Menggunakan NaOH dan CaO*. Jurnal Bioeksperimen Universitas Muhammadiyah Surakarta. Vol.2 No.1. 25-34. ISSN 2460-1365.
- [4] Sidik, R.F. 2013. *Variasi Pupuk Majemuk Dari Limbah Garam (Bittern) Dengan Pengaturan Basa Berbeda*. Madura : Universitas Turnojoyo. [5] Ariyanto, E., Ani Melani dan Tri Anggraini. 2015. *Penyisihan PO₄ Dalam Air Limbah Rumah Sakit Untuk Produksi Pupuk Struvit*. Jurnal Fakultas Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
- [6] Sumada, K. 2007. *Produksi Pupuk Multinutrien Phosphate Base Dari Air Limbah Industri Garam*. Jurusan Teknik Kimia Universitas Pembangunan Negeri Veteran Jatim.
- [7] Jose, F.L., dan Lerida Sanvicente. 2002. *Multinutrient Phosphate-based Fertilizer From Seawater Bitterns*. Journal Of Intercience. ISSN 0378-1844.
- [8] Edahwati, L., Sutiyono, Dan Rizqi Rendri Anggriawan. 2021. *Pembentukan Pupuk Struvite dari Limbah Cair Industri Tempe dengan Proses Aerasi*. Surabaya : Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.