



LAPORAN HASIL PENELITIAN

Pembuatan Pupuk *Struvite* dari Limbah Tambak Garam (*Bittern*) dengan Proses Aerasi

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Berdasarkan Pusat Data Statistik dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan (KPP), Sektor tambak garam di provinsi Jawa Timur adalah salah satu wilayah di Indonesia yang memberikan kontribusi besar terhadap produksi garam nasional. Garam yang dihasilkan dari tambak garam oleh Provinsi Jawa Timur adalah sebesar 358.878 ton pada tahun 2021, sedangkan jumlah produksi garam Nasional pada tahun 2021 adalah 879.986 ton. Hal ini menyatakan bahwa Jawa Timur menyumbang 40,78 % dari produksi garam Nasional. Selain menghasilkan produk garam pada proses produksi, terdapat juga hasil sisa berupa limbah cair. Limbah tersebut dikenal sebagai *Bittern*, yaitu cairan pekat yang merupakan sisa hasil proses kristalisasi garam. Pada proses kristalisasi garam, *Bittern* seringkali dibuang begitu saja tanpa memperhatikan manfaat dan kandungan mineral yang ada pada *Bittern* tersebut. Mineral yang terkandung dalam *Bittern* antara lain adalah Natrium Klorida (NaCl), Kalsium Klorida (CaCl₂), Magnesium Klorida (MgCl₂), Magnesium Sulfat (MgSO₄) dan Kalium Klorida (KCl) (Nadia, 2015).

Unsur yang cukup tinggi pada *Bittern* adalah Magnesium. Kadar Magnesium yang tinggi dalam *Bittern* dapat dimanfaatkan dengan cara melakukan *recovery* menggunakan NH₄⁺ (amonium) dan PO³⁻ (fosfat) sehingga diperoleh *Struvite* (Edahwati, 2021). *Struvite* merupakan kristal putih dengan rumus kimia (MgNH₄PO₄·6H₂O). Proses pembentukan *struvite* dilakukan dengan mereaksikan senyawa yang mengandung unsur Mg²⁺, NH⁴⁺ dan PO³⁻ pada pH 7-9. Ketika *Ion Activity Product* (IAP) dalam larutan melebihi *solubility product* (KSP) maka reaksi pembentukan kristal *struvite* dapat terjadi (Ariyanto E, et al., 2019).

Struvite dapat digunakan sebagai pupuk yang sifatnya tidak mudah larut dalam air. Sifat *struvite* yang tidak mudah larut dalam air menyebabkan pelepasan nutrisi terjadi secara perlahan (*slow release fertilizer*) sehingga pupuk *struvite* dapat diserap perlahan oleh tanah dan membuat pemupukan dapat lebih efisien serta ekonomis. Hal tersebut terbukti setelah dilakukan perbandingan terhadap



LAPORAN HASIL PENELITIAN

Pembuatan Pupuk *Struvite* dari Limbah Tambak Garam (*Bittern*) dengan Proses Aerasi

pupuk jenis lain seperti pupuk NPK, pupuk urea, pupuk kalium, dll. Pupuk jenis lain memiliki sifat yang unsur kimia penyusunnya mudah larut dalam air sehingga jika diaplikasikan pupuk akan terlalu cepat larut dan berpotensi mencemari aliran air yang ada di sekitar tanaman, maka dapat dikatakan jika pemupukan tersebut menjadi kurang efisien (Edahwati, 2021).

Pembuatan beberapa jenis pupuk dapat dilakukan dengan metode seperti Kristalisasi dan Aerasi. Kristalisasi merupakan proses penyusunan inti partikel-partikel zat padat hingga membentuk sebuah kristal pada suatu fase yang homogen (Yulianto, 2018). Kristal *struvite* dapat terbentuk melalui dua tahapan antara lain nukleasi atau pembentukan inti kristal yang berlanjut pada tahap pertumbuhan inti kristal menjadi bentuk yang lebih sempurna. Nukleasi terjadi ketika Molekul Mg^{2+} , NH_4^+ dan PO_4^{3-} mengalami kontak satu sama lain sehingga membentuk inti kristal. Pertumbuhan inti kristal terjadi ketika adanya penambahan molekul terlarut dari suatu larutan yang lewat jenuh (Callister, 2018). Metode lainnya yaitu dengan menggunakan bantuan Aerasi. Aerasi merupakan metode pengolahan air dengan menambahkan oksigen kedalam air (Yuniarti, 2019). Aerasi bertujuan untuk mempercepat tercapainya keadaan homogen sehingga semakin cepat pula proses pembentukan kristal *struvite*. Gelembung-gelembung halus udara yang diberikan kedalam suatu larutan akan terus naik melewati larutan tersebut sehingga larutan akan bergejolak dan homogenitas pada suatu larutan lebih cepat tercapai (Adiman, 2020). Pembentukan kristal pada kedua metode tersebut akan terjadi ketika kondisi dan parameter parameter tertentu telah tercapai seperti suhu, penggabungan ion dalam larutan, pH, tingkat kejenuhan, dan pengadukan (Prismasella, 2020).

Pembuatan *struvite* pernah dilakukan oleh (Laili, 2022) dengan memanfaatkan limbah brine pabrik garam menjadi pupuk anorganik multinutrien melalui proses kristalisasi. *Struvite* terbentuk pada kondisi optimal pada pH 9 dan suhu 30°C serta rasio brine terhadap Asam Fosfat sebesar 1:1,5. Pada kondisi tersebut diperoleh kadar tertinggi untuk Magnesium sebesar 22,9% dan Fosfat sebesar 52,2%.



LAPORAN HASIL PENELITIAN

Pembuatan Pupuk *Struvite* dari Limbah Tambak Garam (*Bittern*) dengan Proses Aerasi

Selain limbah industri garam, bahan baku pembuatan pupuk *struvite* berupa Magnesium juga dapat diperoleh dari limbah industri tempe. Seperti penelitian (Edahwati, 2021) pembuatan pupuk *struvite* dari limbah cair industri tempe melalui proses aerasi pada tangki aerasi dengan kondisi terbaik didapatkan pada rasio larutan MAP (Magnesium, Amonium, Fosfat) 3:1:1 dan laju alir udara 1,25 L/menit pada kondisi operasi pH 9. Pada kondisi tersebut diperoleh Magnesium sebesar 40,3% dan Fosfat sebesar 43,9%.

Sumber Magnesium untuk pupuk *struvite* tidak hanya dapat diperoleh dari limbah cair industri tetapi juga dapat berasal dari padatan berupa batuan dolomit. Seperti penelitian yang dilakukan oleh (Falah, 2022) yaitu tentang pembuatan *struvite* dari hasil ekstraksi dolomit (Mg_3PO_4) menggunakan proses aerasi. Pembuatan pupuk dilakukan dengan kondisi operasi yang optimal pada pH 9 dan laju alir udara 1 L/menit. Pada kondisi tersebut diperoleh kadar Magnesium tertinggi sebesar 11,2% dan Fosfat sebesar 84,3%.

Selanjutnya pembentukan *struvite* juga dapat diperoleh dari limbah lumpur aktif. Penelitian oleh (Moragaspitiya, 2019) menyatakan tentang adanya hubungan antara konsentrasi nitrogen amonia dengan ion pengotor kalsium pada kristalisasi *struvite*. Kondisi terbaik yang diperoleh pada penelitian ini yaitu, pada saat penambahan kandungan NH_4^+ sebesar 1000 mg/L untuk perbandingan Calsium, Magnesium dan Fosfat sebesar 0:1:1, dengan kondisi pH 9 dan suhu operasi 25°C diperoleh berat *struvite* sebesar 99,60%.

Berdasarkan peneliti terdahulu, diketahui jika pembentukan *struvite* dapat dilakukan dengan metode kristalisasi dengan hasil analisa kandungan Magnesium sebesar 22,9% dan Fosfat sebesar 52,2% (Laili, 2022). Pembentukan *struvite* dengan metode aerasi diperoleh hasil analisa Magnesium sebesar 40,3% dan Fosfat sebesar 43,9% (Edahwati, 2021). Hasil pembentukan kristal *struvite* dapat lebih maksimal apabila ditambahkan proses aerasi. Hal tersebut juga tentu dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, penambahan NH_4^+ , laju alir, dan kondisi pH. Maka dari itu pada penelitian ini kandungan Magnesium dan Fosfat pada limbah tambak garam (*Bittern*) akan dimanfaatkan menjadi *struvite* dengan proses aerasi.



LAPORAN HASIL PENELITIAN

Pembuatan Pupuk *Struvite* dari Limbah Tambak Garam (*Bittern*) dengan Proses Aerasi

Penelitian ini akan menggunakan reaktor yang bekerja secara batch. Bahan yang digunakan adalah limbah tambak garam (*Bittern*) dengan kandungan Magnesium yang akan dimanfaatkan menjadi *struvite* menggunakan proses aerasi secara batch. Pupuk *struvite* yang diperoleh dari penelitian ini akan dilakukan Uji XRF guna mengetahui jumlah kadar Magnesium, Amonium dan Fosfat pada pupuk *struvite* serta Uji SEM-EDX untuk mengetahui karakteristik, bentuk kristal, dan kandungan dari *struvite* yang dihasilkan.

I.2 Tujuan

Beberapa tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat pupuk *struvite* dari *bittern* yang sesuai dengan SNI melalui proses aerasi
2. Mengetahui pengaruh suhu dan amonia berlebih ($excess NH_4^+$) pada proses aerasi terhadap kadar Magnesium (Mg) dan Fosfat (PO_4) dari *bittern*
3. Mengetahui karakteristik kristal *struvite* serta perolehan kadar Mg dan PO_4 pada pembentukan kristal *struvite* dalam kondisi terbaik

I.3 Manfaat

Beberapa manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan solusi bahan baku pembuatan pupuk *struvite* selain dari batuan dolomit
2. Memperoleh kondisi optimal pembuatan pupuk *struvite* pada proses aerasi
3. Memanfaatkan limbah tambak garam (*Bittern*) yang selama ini masih belum ditangani dengan baik