

Filtrasi Limbah Cair Industri Tahu dengan Media Partikel Batuan Fosfat (Filtration Of Whey Using Rock Phosphate)

Sugeng Triyono¹, Agus Haryanto¹, Meylinda Silviana²,

¹ Dosen Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

² Alumni Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

e-mail: meylindasilviana@ymail.com

ABSTRAK

Limbah cair industri tahu (whey) memiliki kandungan unsur hara terutama nitrogen dan fosfor yang tinggi. Pembuangan whey langsung ke badan sungai akan menyebabkan pencemaran lingkungan sehingga dibutuhkan pengolahan terlebih dahulu agar aman dibuang ke lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh lama perlakuan filtrasi terhadap kualitas limbah dan juga batuan fosfat sebagai media filter. Metode pengolahan limbah yang digunakan pada penelitian ini adalah biofilter dengan media partikel batuan fosfat. Limbah cair tahu disirkulasi secara kontinyu dengan perlakuan durasi tertentu (3, 6, 12, 24, 36, dan 48 jam). Adapun parameter yang diamati pada penelitian ini meliputi perubahan kualitas pada limbah cair tahu (pH, N-Amonium, Total Solid, P Total) dan kualitas batuan fosfat sebagai media filter (P Terlarut). Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama proses filtrasi berlangsung, nilai pH whey yang awalnya asam (4.10) meningkat hingga menjadi basa (8.55) dengan perlakuan filtrasi 48 jam. Pengolahan dengan biofilter batuan fosfat juga mampu mereduksi 45% Total Solid, 70% Ammonium, dan 90% P total pada whey. Nilai P terlarut pada media filter meningkat sebesar 30% dari nilai awal.

Kata kunci : batu fosfat, biofilter, limbah cair tahu, pH, ammonium, total solid, P total.

ABSTRACT

Wastewater of tofu industry (whey) has many nutrient contents, especially nitrogen and phosphorus. Direct disposal of whey into rivers potentially cause environmental pollution, so it should be processed prior to discharging it into the environment. Main purpose of this research was to observe the effect of filtration time on quality of the wastewater and phosphate rock as the filter medium. The use of phosphate rock was intended to get some nutritional enrichment of the medium which is potential for fertilizer, after the filtration process is over. Experiment was conducted by using a filter reactor and a small water pump. The whey as much as 20 liters was re-circulated continuously through the filter medium. Treatment, recirculation duration, consisted of 3, 6, 12, 24, 36, and 48 hours. Parameters observed in this research included quality of the whey (pH, N-ammonium, total solid, total P, dissolved P) and quality of the phosphate rock as well. Results showed that during the filtration, most variables decreased exponentially, except the pH of whey which increased from initially 4.10 (acid) to 8.55 (alkaline). Within 48 hour filtration, total solids contained in the whey decreased by 45%, ammonium by 70%, and total P by 90%. Whilst, dissolved P in the filter media increased by 30%.

Keywords: filtration, rock phosphate, whey

PENDAHULUAN

Tahu merupakan makanan tradisional yang cukup digemari karena mengandung nilai gizi tinggi. Bahan baku utama pembuatan tahu adalah kedelai. Per 100 gram biji kedelai kering memiliki kandungan antara lain 331 kalori, 34,9 g protein, lemak 18,1 g, karbohidrat 34,8 g, kalsium 227 mg, fosfor 585 mg, besi 8 mg, vitamin A 110 SI, vitamin B1 1,1 mg, air 7,5 g (Cahyadi, 2007). Proses pembuatan tahu di Indonesia masih dilakukan secara tradisional dengan produksi limbah yang tinggi. Setiap 1 Kg bahan baku kedelai yang diolah akan menghasilkan 15 – 20 liter limbah cair (Sadzali, 2010).

Limbah cair industri tahu memiliki kandungan 30 g Total Suspended Solids (TSS) / kg

bahan baku kedelai, Biological Oxygen Demand (BOD) 65 g / kg bahan baku kedelai dan Chemical Oxygen Demand (COD) 130 g/ kg bahan baku kedelai, Nitrogen 0,27% dan Fosfor 228,85 ppm (Asmoro dkk., 2008).

Biofilter merupakan salah satu alternatif dalam pengolahan limbah. Prinsip kerja dari teknologi ini yaitu memanfaatkan mikroba yang melekat pada media filter yang dipakai. Media biofilter yang umum dipakai antara lain kerikil, polimer, batu apung, kayu, dan perlit (Tchobnoglous dan Burton, 1991; Pohan, 2008; Saputra, 2006).

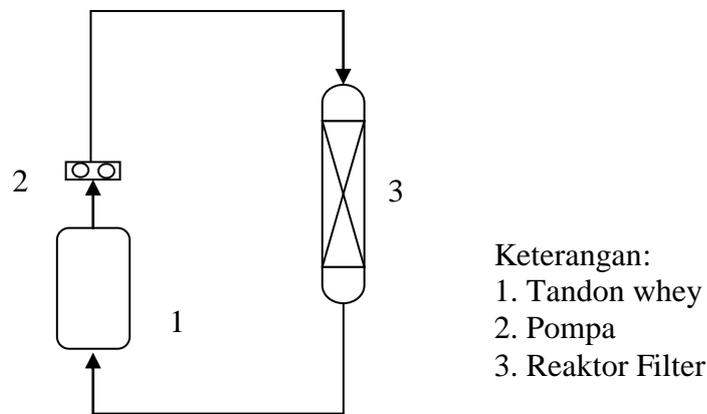
Pada pengolahan limbah menggunakan biofilter, limbah yang dialirkan akan membentuk lapisan film pada media filter. Penguraian secara biologis akan terjadi pada saat limbah cair melewati media partikel. Batuan fosfat (*phosphate rock*) berpotensi untuk digunakan sebagai media filter. Setelah digunakan untuk memfilter air limbah, dan filter mulai tersumbat karena lumpur atau *sludge* yang terkumpul, media filter partikel fosfat bisa dibongkar untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk. Nilai nutrisi media filter sebagai pupuk lumayan bagus (Triyono, 2013). Suasana asam pada limbah tahu juga bisa membantu meningkatkan kelarutan P pada batuan fosfat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kinerja media filter partikel batuan fosfat untuk pengolahan/filtrasi air limbah industri tahu serta mengkaji potensi pemanfaatan biofilter batuan fosfat sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juni hingga Agustus 2014 bertempat di Laboratorium Rekayasa Sumber Daya Air dan Lahan serta Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain seperangkat biofilter rakitan, oven, spektrofotometer, timbangan analitik, cawan, batuan fosfat, dan berbagai peralatan laboratorium lainnya. Bahan yang digunakan berupa limbah cair tahu (whey) serta berbagai bahan kimia yang dibutuhkan untuk analisis. Desain biofilter dapat dilihat pada (**Gambar 1**).



Gambar 1. Desain Biofilter

Penelitian ini dimulai dari persiapan pembuatan biofilter, pengolahan media filter, penghitungan debit dan porositas serta pengumpulan alat dan bahan kimia. Lalu dilanjutkan dengan pengamatan terhadap parameter limbah dan media filtrasi. Pada penelitian ini terdapat 7 perlakuan lama filtrasi yaitu 0 jam (sebelum filtrasi), 3 jam, 6 jam, 12 jam, 24 jam, 36 jam, dan 48 jam. Setiap penghitungan parameter akan diambil 3 sample dari masing-masing perlakuan untuk dianalisis.

Data pengamatan yang diambil pada limbah cair yaitu pH, total solids, N-Ammonium dan P total sedangkan data media filter (batuan fosfat) yang diambil yaitu P total dan P terlarut.

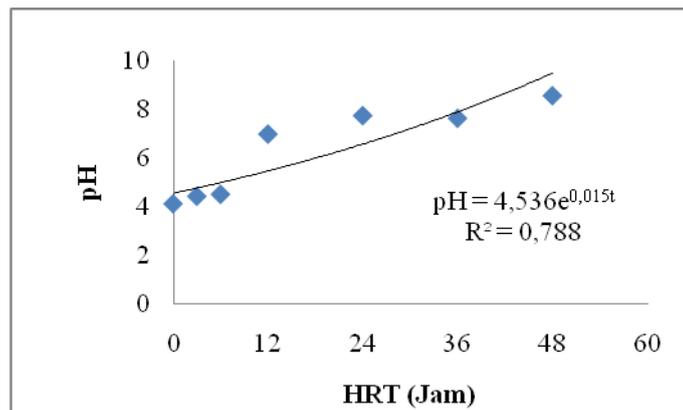
HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Limbah Cair

a. pH

Salah satu parameter penting dalam pengolahan limbah (wastewater treatment) adalah pH. pH merupakan jumlah konsentrasi ion hydrogen dalam limbah cair tahu (whey). pH amat menentukan kelangsungan mikroorganisme yang ada dalam lingkungan pembuangan limbah. Setiap mikroorganisme memiliki karakteristik pH tertentu untuk dapat hidup. Tanpa mikroorganisme di lingkungan, maka limbah segar yang dibuang tidak akan mampu terolah (terdegradasi) secara alami sehingga akan menyebabkan pencemaran. Umumnya kisaran pH air limbah yang sesuai untuk dibuang ke lingkungan adalah pH 6-9. Selain untuk menjaga kelangsungan hidup mikroorganisme pada lingkungan pembuangan limbah, pH juga sangat penting untuk berbagai reaksi kimia lain.

Gambar 2 memperlihatkan korelasi antara lamanya proses filtrasi terhadap perubahan pH limbah cair tahu. pH limbah cair tahu yang masih segar (belum melalui proses filtrasi) memiliki pH relatif asam yaitu berkisar 4. Sedangkan pH limbah cair yang telah melalui proses filtrasi meningkat seiring lamanya waktu filtrasi. Peningkatan pH air limbah selama filtrasi tidak lain karena pengaruh ion OH^- dari batuan fofat yang mengandung kapur. pH berkisar diantara 7-8 dengan HRT (*Hydraulic Retention Time*) 24-48 jam. Hal ini menunjukkan bahwa filtrasi air limbah tahu dengan fofat selama 24 jam sudah cukup untuk membuat pH air limbah tersebut aman untuk dibuang ke lingkungan.

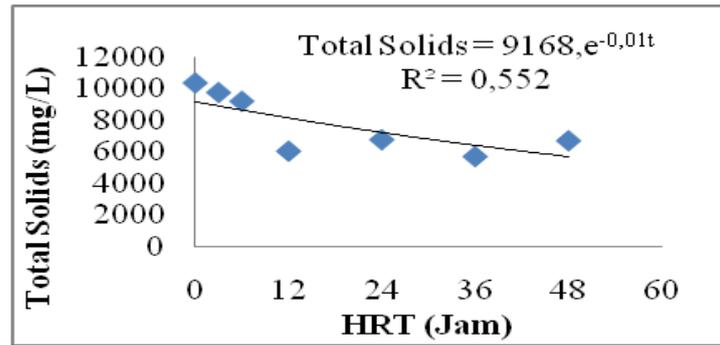


Gambar 2. Perubahan pH selama proses filtrasi

Persamaan kinetika yang dihasilkan dari hubungan antara pH dan lama filtrasi yaitu: $\text{pH} = 4,536e^{0,015t}$ dengan t durasi filtrasi (jam) dan koefisien korelasi $R = 0,88$.

b. Total Solids (TS)

Total solids mengandung *filterable solids* dan *suspended solids*. Hasil filtrasi menunjukkan total solids menurun secara eksponensial. Penurunan solids ini melalui proses fisik dan biokimia. Solids kasar akan terjebak secara fisik pada media filter, yang kemudian terdegradasi secara biokimia. Solids halus seperti koloid terjebak ke dalam sel bakteri yang membentuk lapisan film pada media filter, yang selanjutnya lapisan bakteri semakin menebal, tetapi proses filtrasi semakin efektif, dan pada akhirnya media filter akan tersumbat. Selama HRT 36 jam menunjukkan bahwa kadar total solids turun menjadi 55% (reduksi sebesar 45%).

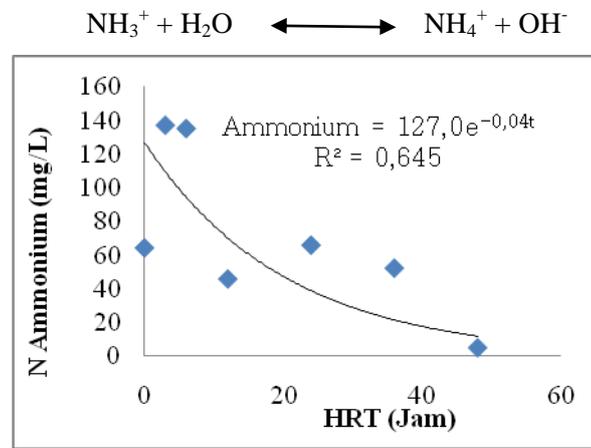


Gambar 3. Perubahan total solids terhadap waktu

Kurva hubungan antara *total solids* dan lama filtrasi pada Gambar 3 menghasilkan persamaan Total Solids (mg/L) = $9168e^{-0,01x}$ dengan x = durasi filtrasi (jam) dan Koefisien Korelasi R = 0,74.

c. N-Ammonium

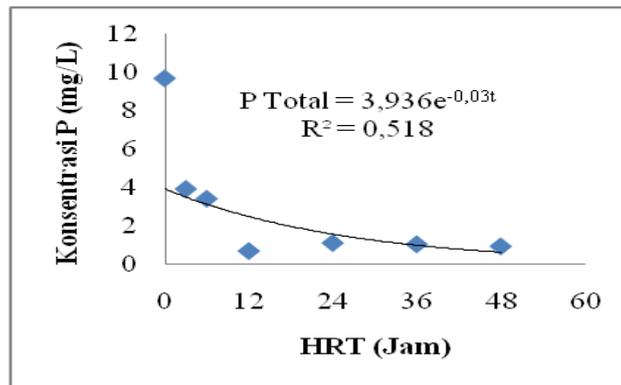
Konsentrasi ammonium selama proses filtrasi berlangsung secara fluktuatif. Air limbah segar sedikit mengandung N-amonium dan banyak mengandung N-organik. Setelah terdegradasi, N organik menurun dan sebaliknya N amonium meningkat sebagai produk buangan mikrobial, dan pada hasil percobaan hal ini terjadi di awal filtrasi (HRT 3-6 jam). Peningkatan N amonium juga terkait dengan pH. Pada HRT 3-6, pH air limbah masih asam, sehingga N amonium yang terukur terbaca cukup tinggi. Pada HRT yang lebih tinggi, N amonium menurun. Penurunan N amonium bisa melalui proses nitrifikasi (berubah menjadi nitrat) dan juga melalui pergeseran pH. Ketika pH air limbah naik menjadi basa, maka kesetimbangan bergeser dari amonium menjadi amonia bebas yang berbentuk gas dan bisa langsung menguap. Kesetimbangan amonia seperti berikut:



Gambar 4. Perubahan N Ammonium selama proses filtrasi

Gambar 4 memperlihatkan penurunan kadar ammonium berada pada HRT 48 jam dengan nilai ammonium mencapai 4,94 mg/L atau senilai reduksi sebesar 93%. Persamaan yang dihasilkan adalah N-ammonium (mg/L) = $127,0e^{-0,04t}$ dengan: t = durasi filtrasi (jam) dan Koefisien Korelasi R = 0,8.

d. P total



Gambar 5. Perubahan P total selama proses filtrasi

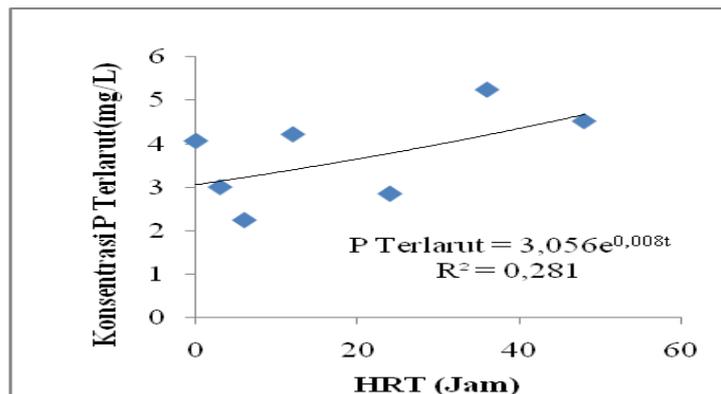
Gambar 5 menunjukkan bahwa P total air limbah tahu menurun selama proses filtrasi secara eksponensial. Penurunan kadar P total air limbah tahu diduga melalui proses sistesis sel mikrobial. Dengan HRT 48 jam, reduksi P total pada air limbah mencapai angka 90%. Persamaan kinetika pada proses ini diperoleh P total pada limbah(mg/L) = $3,936e^{-0,03t}$ dengan t = durasi filtrasi (jam) dan Koefisien Korelasi R = 0,72.

Parameter Media Filter

a. P terlarut

Fosfor banyak terdapat di alam dalam bentuk batuan fosfat. Batuan fosfat ini memiliki kandungan trikalsium fosfat dengan rumus kimia ($Ca_3(PO_4)_2$). Trikalsium fosfat tidak dapat larut dalam air sehingga tidak dapat diserap oleh tanaman. Untuk dapat diserap oleh tanaman, maka trikalsium fosfat harus terlebih dahulu dirubah ke dalam bentuk monokalsium fosfat ($Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$). Proses ini dilakukan dengan cara asidulasi oleh asam kuat. Pada dunia industri pembuatan pupuk, proses asidulasi menggunakan asam sulfat dan asam fosfat (Ridwan, 2011).

Pada penelitian ini digunakan asam lemah yang berasal dari limbah cair tahu untuk mengurai fosfat yang ada pada media filter. Media filtrasi berupa batu berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pembuatan pupuk alternatif.



Gambar 6. Pengaruh lama filtrasi terhadap P terlarut

Gambar 7 menunjukkan bahwa kadar P terlarut cenderung meningkat selama berlangsungnya proses filtrasi. Peningkatan ini tentu saja sebagai akibat dari sintesis P pada sel bakteri, yang terjepap pada mediu filter. Kemungkinan yang lain adalah terjadinya pelarutan batu fosfat oleh air limbah yang bersifat asam. Namun hal ini diduga sangat kecil karena pH tampak meningkat tajam setelah HRT lebih dari 6 jam. Persamaan kinetika fosfat yang dihasilkan dari analisis ini adalah P Terlarut (mg/L) = $3,056e^{0,008t}$ dengan t = durasi filtrasi (jam) dan Koefisien Korelasi R = 0,53.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair industri tahu (whey) dengan menggunakan media filter batuan fosfat dapat menurunkan kadar TS, N, dan P. Sementara itu, pH air limbah meningkat dari sekitar 4 menjadi 7-8. Di sisi lain, kadar P terlarut pada media filter batu fosfat mengalami peningkatan.

Saran

Peningkatan kadar P terlarut pada media batu fosfat dapat meningkatkan potensi batuan fosfat sebagai bahan pembuatan pupuk. Hal ini bisa diteliti lebih lanjut dengan skala yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmoro, Y., Suranto, dan D. Sutoyo. 2008. Pemanfaatan Limbah Tahu Untuk Peningkatan Hasil Tanaman Petsai (*Brassica Chinensis*). *Jurnal Bioteknologi*. 5 (2) : 51-55.
- Budi, F.S., dan A. Purbasari. 2009. Pembuatan Pupuk Fosfat Dari Batuan Fosfat Alam Secara Acidulasi. *Jurnal TEKNIK*. 30 (2) : 0852-1697.
- Cahyadi, W. 2007. *Kedelai : Khasiat dan Teknologi*. PT Bumi Aksara : Jakarta.
- Pohan, N. 2008. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Biofilter Aerobik*. Tesis. Penerbit Universitas Sumatera Utara : Medan.
- Ridwan, I. 2011. Pembuatan Pupuk Super Fosfat Dengan Variasi Diameter Partikel Batuan Fosfat dan Variasi Konsentrasi Asam Sulfat. *Jurnal Fluida*. 7 (1) : 36-40.
- Sadzali, I. 2010. Potensi Limbah Tahu Sebagai Biogas. *Jurnal UI Untuk Bangsa Seri Kesehatan, Sains, dan Teknologi*. 1 : 62-69.
- Saputra, H. 2006. *Penerapan Biofilter Untuk Penghilangan NH_3 Dan H_2S Dengan Menggunakan Bakteri *Nitrosomonas Sp* dan *Thiobacillus Sp* Di Pabrik Lateks Pekat*. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Tchobanoglous, G dan F.L.Burton. 1991. *Waste Water Engineering : Treatment, Disposal, and Reuse, 3rd Ed.* McGraw Hill Book Co : New York.
- Triyono, S. 2011. *Modul Praktikum Rekayasa pengolahan Limbah*. Universitas Lampung : Bandar Lampung.
- Triyono, S. 2013. *Potensi Penggunaan Teknologi Ultrasonik Dalam Pembuatan Pupuk Fosfat Cair*. Universitas Lampung : Bandar Lampung.