PENGARUH PENAMBAHAN SUBSTRAT ORGANIK PADA LIMBAH KLORINASI PABRIK KERTAS TERHADAP PEMBENTUKAN GAS METHAN DAN PENURUNAN SENYAWA KLORIN

Oleh :

*Rahyani Ermawati *)*
Sunardi

Abstract

Kraft mill bleaching process is some significant source of chlorinated organic compounds. In this process, wood pulp is bleached using plant specific sequence of chlorination with chlorine and extraction with alkali. The waste water from chlorination of Kraft bleaching contains many toxic compounds that very difficult to be removed by conventional activated sludge treatment. Adding an organic substrate will affect the methanogenesis. The aims of this study are : (1). To remove adsorbable organichalide (AOX) by anaerobic treatment, (2). Toexamine the effect co-substrates to methanogenesis, such as methanol and glucose, (3). To know the effect of sterilization to decrease of AOX. The result is AOX can be removed anaerobically with or without co-substrate.

Keyword
AOX, anaerobic, methanogenesis, methanol, glucose

I. PENDAHULUAN

Pabrik kertas pada umumnya menghendaki produk kertas yang berkualitas tinggi. Untuk itu pabrik kertas melakukan pemucatan fiber selulose agar diperoleh kertas putih. Klorinasi merupakan salah satu cara untuk pemucatan kertas, yang banyak menghasilkan limbah cair. Dalam limbah cair tersebut terkandung senyawa klorin yang sangat berbahaya, sehingga perlu diturunkan agar dapat dibuang ke badan air.

II. TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui berapa besar penurunan kadar klorin dalam air limbah pemucatan kertas, pada pengolahan anaerob serta pengaruh penambahan methanol dan glukosa terhadap jumlah gas methan yang dihasilkan sebagai akibat aktivitas bakteri methanogenesis, serta untuk mengetahui pengaruh sterilisasi terhadap penurunan AOX.

III. TINJAUAN PUSTAKA

Proses pemucatan pada pabrik kertas menghasilkan pollutan yang mengandung senyawa klorin yang sangat berbahaya bagi

**) Staf Peneliti*
Balai Penelitian Pupuk dan Petrokimia
Balai Besar Industri Kimia

lingkungan. Senyawa klorin yang dibentuk selama proses pemucatan kertas secara umum diukur sebagai Absorbable organic halide (AOX) (Taghipour et al. 1996). Secara umum AOX diartikan sebagai jumlah dari total organic halogens yang ada dalam air atau padatan (Hayer F and Pihan J.C., 1996). Di samping menghasilkan klorin, pada proses pemucatan kertas juga menghasilkan limbah yang mengandung sedikit senyawa yang dapat didegredasi. Proses pengolahan secara biologi telah banyak dilakukan pada industri kertas. Pada methode pengolahan biologis konvensional, biasanya hanya mampu mendegradasi kurang dari 50 % AOX sehingga akan sulit untuk memenuhi ambang batas undang-undang lingkungan hidup (Taghipour at al. 1996) Pengolahan limbah secara anaerob untuk mengolah limbah bleaching memiliki berbagai macam keuntungan, jika dibandingkan dengan proses aerob, terutama dalam hal menurunkan BOD. Dalam proses anaerob, polikloro-fenol terdegradasi hampir sempurna dan penurunan AOX lebih bisa diharapkan. Dalam proses ini, terdapat 2 jenis bakteri utama, yaitu : asidifikasi dan methanogenesis. Konversi zat organik yang berubah menjadi biogas dalam hal ini methan dapat dihitung dan diatur dalam proses (YuP dan Welander T., 1994). Proses anaerob dalam mendegradasi limbah pemucatan kertas, diharapkan sangat efisien. Hal ini dipilih, karena sisa ekses lumpur hanya sedikit dan menghasilkan gas CH_4 yang dapat dipakai sebagai sumber energi. Dalam proses anaerob, bakteri methanogenisis memegang peranan penting dalam mendegradasi senyawa berbahaya. Senyawa tersebut akan didegradasi dan diubah menjadi Asam - lemak volatil oleh bakteri asidifikasi sebelum akhirnya diubah menjadi CH_4, CO_2, dan H_2S oleh bakteri methanogenesis tersebut. Selain itu diharapkan bakteri anaerob juga dapat menurunkan nilai AOX yang merupakan indikasi dari kandungan senyawa beracun. Jumlah methan yang dihasilkan dalam suatu proses anaerob akan merupakan indikasi keberhasilan pendegradasian senyawa yang diolah. Penambahan zat (substant) organik akan di harapkan mempengaruhi proses anaerob, hal tersebut dapat dilihat dari jumlah gas methan yang terbetuk. Sehingga diharapkan bakteri anaerob yang selanjutnya akan mendegradasi senyawa toxic tersebut. Asetat, H_2 + CO_2, Asam Format, dan Methyl merupakan substrat yang telah banyak diketahui sangat cocok untuk proses methagenesis.(In. et al. 1992).

IV. BAHAN DAN METHODA

A. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : bahan simulasi limbah bekas air pemucatan kertas secara klorinasi yang dibuat di laborato-rium dengan konsentrasi sebagai berikut :

Volume : 1590 ml
TOC : 260 mg/l
AOX : 28 mg/l
pH : 2.05

Bakteri anaerob dalam lumpur aktif telah diaklimitasi dengan Poli klorofenol.

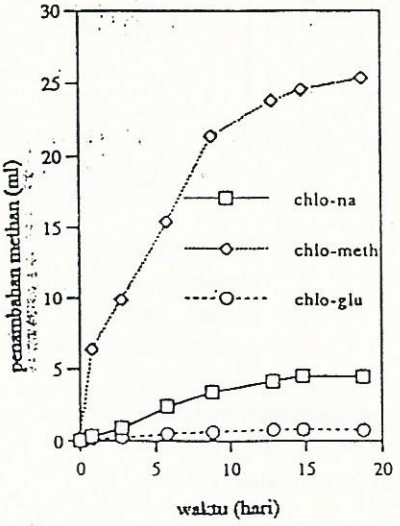
MLVSS lumpur aktif :
- Sebelum aklimitasi 17600 m/l
- Setelah aklimitasi 2400 mg/l

B. Mehoda Penelitian

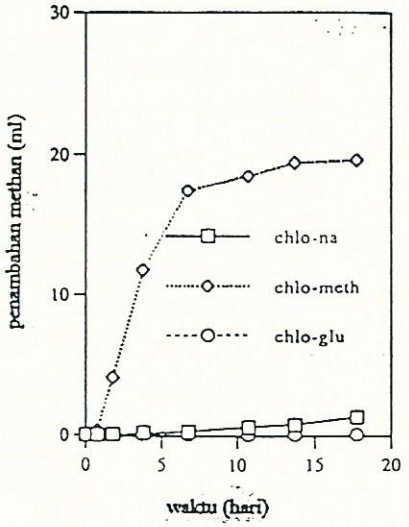
Penelitian dilakukan dengan menggunakan botol serum 68 ml. Sebanyak 15 mililiter lumpur aktif yang telah diaklimitasi dimasukkan dalam botol serum, lalu ditambahkan sebanyak 15 mililiter sampel dan substrat organik yaitu glukosa atau methanol. Methan yang akan terbentuk dengan perhitungan teoristis dari 2 material itu diperkirakan tidak melebihi 20 ml pada suhu 35 °C. Setelah dideoxigenasi dengan gas N_2 selama 3 menit, botol kemudian ditutup dengan butyl rubber stopper dan penutup alumunium.Botol anaerob (serum) kemudian dimasukkan dalam Waterbath dengan kondisi 35 °C dan digoyang. Gas yang terbentuk dianalisa secara periodik dengan menggunakan Gas kromatografi, untuk mengetahui gas Methan yang terbentuk. Sedangkan total senyawa halogen yang terlarut (AOX) yang ada dianalisa dengan mengambil 2 mililiter sample lalu - dianalisa dengan memakai AOX - 10 Analyzer (Mitsubishi Kagaku Japan). Untuk mengetahui apakah penurunan AOX disebabkan karena faktor biotik atau non biotik, dilakukan sterilisasi pada lumpur aktif tersebut, baik yang telah diaklimitasi maupun yang tidak diaklimitasi. Sterilisasi dilakukan dalam autoclave pada suhu 120 °C, selama 30 menit. MLVSS pada lumpur yang telah diaklimitasi adalah 2400 mg/l sedangkan yang belum diaklimitasi mempunyai nilai MLVSS 17600 mg/l. AOX diukur dan dibandingkan antara yang telah disterilisasi dengan yang tidak.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi Limbah yang akan diolah terlebih dulu dinetralkan dengan memakai NaOH. Pembentukan methan pada penambahan sampel pertama dan kedua dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.



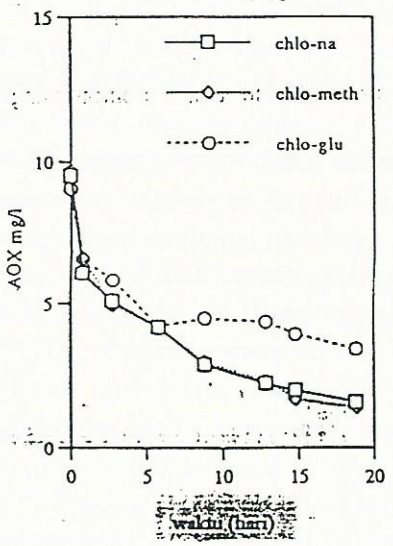
Gambar 1. Pembentukan methan dari limbbah bleaching dengan atau tanpa penambahan material organik.



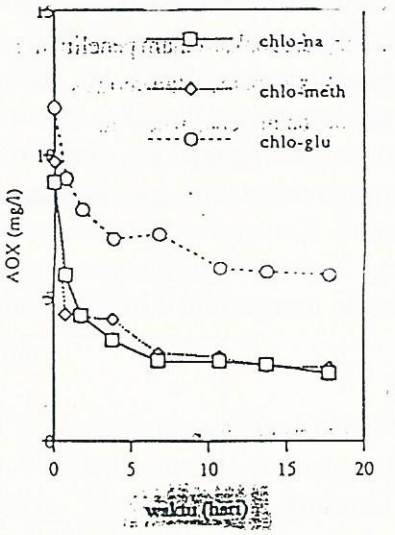
Gambar 2. Pembentukan methan dari limbah bleaching dengan atau tanpa penambahan material organik (stelah penambahan limbah kedua).

Chlo-na : tanpa penambahan material organik
Chlo-meth : dengan penambahan Methanol
Chlo-glu : dengan penambahan glukosa

Gas methan yang terbentuk pada botol anaerob yang tidak ditambah substrat organik, berasal dari zat organik yang telah ada dalam sampel yang dimasukkan. Pada botol dengan penambahan substrat methanol, terlihat bahwa pembentukan gas methan sangat cepat, sama cepat dengan sampel yang tidak mengandung klorin. Sedangkan pada penambahan glukosa tidak terlalu banyak terbentuk gas methan, bahkan pH turun menjadi 5. Hal ini disebabkan pada penambahan glukosa, glukosa didegradasi menjadi asam oleh bakteri asidifikasi, kemudian asam asetat yang ada diubah menjadi methan oleh bakteri methanogenesis, dalam hal ini bakteri asam terkumpul dalam tahap ini sehingga menyebabkan kondisi terlalu asam sehingga menurunkan pH dan bakteri methanogenesis menjadi tidak aktif pada kondisi asam. Sedangkan pada penambahan methanol sebagai substrat organik, methanol akan langsung didegradasi oleh bakteri methanogenesis, sehingga bakteri ini akan terpacu pertumbuhannya. Sedangkan penurunan jumlah total senyawa halogen dalam kedua sampel pada penelitian diatas dapat dilihat pada gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 3. Pengurangan AOX dari simulasi limbah bleaching dengan atau tanpa penambahan material organik

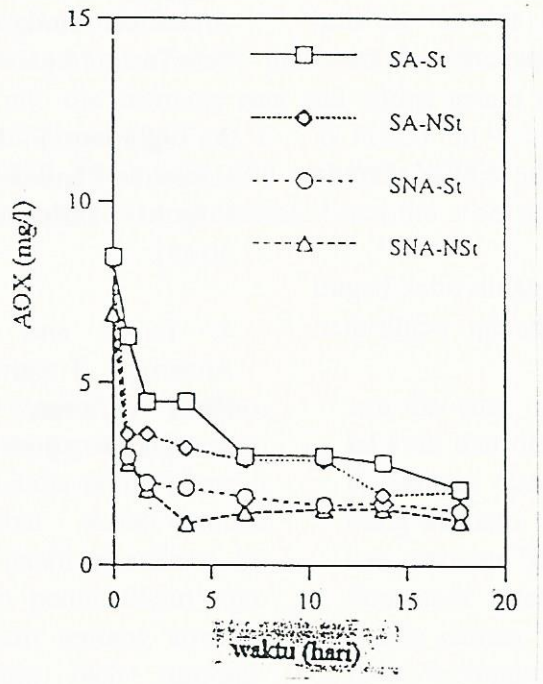


Gambar 4. Pengurangan AOX dari simulasi limbah bleaching dengan atau tanpa penambahan material organik (setelah penambahan limbah kedua)

Chlo-na : tanpa penambahan material organik
Chlo-meth : dengan penambahan methanol
Chlo-glu : dengan penambahan glukosa

Penurunan kandungan halogen pada hari pertama sangat pesat, dan akan mencapai 80 % pada hari ke 19 pada penambahan sampel pertama. Sedangkan pada penambahan bedua penurunan AOX tidak begitu besar. Pengaruh penambahan methanol terlihat tidak begitu besar pada penurunan AOX, pada penambahan glukosa erat hubungannya dengan tidak aktifnya bakteri methanogenesis. Perbedaan penurunan AOX sangat dipengaruhi oleh struktur kimia dari AOX itu sendiri, sehingga perlu

diteliti lebih lanjut dengan pemakaian GC-MS akan sangat membantu dalam mengetahui jenis AOX dalam sampel. Untuk mengetahui limbah tersebut terdegradasi secara biologis atau tidak, dilihat pada hasil penelitian seperti tertera pada gambar 5. Dari gambar tersebut, terlihat bahwa penurunan AOX tidak dipengaruhi oleh bakteri melainkan oleh reaksi kimia, seperti adsorbsi dan koagulasi. Hal tersebut terbukti dengan tidak adanya perbedaan antara lumpur yang telah disterilisasi dengan yang tidak. Tetapi bagaimanapun juga dari penelitian ini terlihat bahwa AOX bisa diturunkan melalui proses anaerob.



Gambar 5. Pengaruh sterilisasi terhadap pengurangan AOX dari limbah bleaching dengan anaerobic sludge

SA-St – Sludge acclimation and sterilisation
SA-NSt = Sludge acclimitation and son sterilization
SNA-St = Sludge non acclimitation and sterilization
SNA-NSt = Sludge non acclimitation and non sterilitation
MLVSS of Sludge acclimated – 2,435 mg/l
MLVSS of Sludge non acclimated = 17,575 mg/l

V. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan, bahwa :

- AOX dapat diturunkan melalui proses anacrob.
- Penambahan Glukosa sebagai substrat organik bisa memperlambat proses methanisasi.
- Penambahan methanol sebagai substrat organik bisa mempercepat proses methanisasi.
- Penurunan AOX lebih banyak karena faktor non biotic.
- Penambahan substrat organik tidak begitu besar pengaruhnya terhadap penurunan AOX.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Hayer F dan Pihan J, (1996), Accumula-tion of Extractable Organic Halogens (EOX) by The Freshwater Mussel, Ano-donta cygnea L, Exposed to Bleached Pulp and Paper Mill Effluent, 32. (4), 791-803.

2. In SJ, Fukui M, Suwa Y., Yamagishi T., Urushigawa Y and Mori T., (1992), Analysis of Substrate for Methagenesis in Anaerobic Sludge Using Inhibitors, Wat. Sci. Tech. 26 (3-4). 847 - 856.

3. Taghipour F. Dan Evans G.J, (1996), Radiolitic Elimination of Organochlorine in Pulp Mill Effluent, Environ. Sci. Technol. 30 (5).

4. Yu P and Welender T., (1994), Anaerobic Treatment of Kraft Bleaching Plant Effluent, App., Microbial Bio-tcchnol., 40 : 806-811.

-----oooooOOOOOooooo-----