

# IDENTIFIKASI MIKROORGANISME DOMINAN PADA MEDIA UNGGUN BIOFILTER YANG BERPERAN DALAM PENYISIHAN H<sub>2</sub>S DAN NH<sub>3</sub>

## IDENTIFICATION OF PREDOMINANT MICROORGANISMS FROM BIOFILTER MEDIA IN REDUCING PROCESS OF H<sub>2</sub>S and NH<sub>3</sub>

Didin Suwardin<sup>1&2)</sup>, Asis Djajadiningrat<sup>2)</sup>, Lania Rakhmawati<sup>2)</sup> dan Barti Setiana Muntalif<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Pusat Penelitian Karet –Balai Penelitian Sembawa

<sup>2)</sup>Departemen Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung  
email: dsuwardin04@yahoo.com

### Abstrak

Teknik biofiltrasi merupakan alternatif yang tepat dalam pengendalian pencemaran udara (*malodor*). Faktor utama keberhasilan penerapan teknik biofiltrasi adalah peranan aktivitas mikroorganisme yang terlibat dalam biofilter. Tujuan penelitian ini adalah mengisolasi dan mengidentifikasi mikroorganisme dominan yang berperan dalam penyisihan gas H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub> pada media unggun biofilter. Media unggun yang digunakan meliputi : campuran tempurung sawit dengan limbah padat karet dan serabut sawit. Pengambilan sampel dilakukan tiga tahapan disesuaikan dengan perlakuan pengumpanan gas kontaminan, yaitu pengumpanan gas H<sub>2</sub>S tunggal, NH<sub>3</sub> tunggal dan campuran H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub>. Pengambilan sampel tersebut dilakukan setelah operasi reaktor dalam keadaan tunak. Mikroorganisme bakteri dan jamur diisolasi dari sampel sampai diperoleh kultur murni untuk kemudian diidentifikasi jenisnya. Hasil identifikasi diperoleh bakteri *Pseudomonas*, *Bacillus*, dan *Alcaligenes* serta jamur *Trichosporon* dan *Moniliella* sebagai genus dominan pada kedua reaktor.

Kata kunci : biofilter, H<sub>2</sub>S, mikroorganisme, media, NH<sub>3</sub>

### Abstract

Biofiltration technique is a suitable alternative for controlling of air pollution. Primary factor of succeeding on applying of the biofiltration technique is microorganism activities. The aim of this study is isolation and identification of dominant microorganism which main role on reducing H<sub>2</sub>S and NH<sub>3</sub> gaseous. Two types of biofilter packing were used on these experiments, one pack with mixture of palm oil shell and solid rubber waste and the other with palm oil fiber packing. Biofilter conducted with variation contamination gas. First operation only conducted by NH<sub>3</sub> gas, while second operation conduction by mixture of NH<sub>3</sub> and H<sub>2</sub>S. Microorganism from bacteria and fungi are iso-lated from sample, obtained by pure culture, then identified by its type. The dominant microorganism in the both biofilter media of bacterium is from the genus of *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Alcaligenes*, and fungi from genus *Trichosporon* and *Moniella*.

Keywords : biofilter, H<sub>2</sub>S, microorganism, media, NH<sub>3</sub>

## 1. PENDAHULUAN

Industri pengolahan karet remah saat ini telah berkembang pesat di Indonesia. Sejalan dengan perkembangan yang pesat tersebut, permasalahan pencemaran udara semakin menimbulkan bau yang kurang enak, dan menimbulkan resistensi dari masyarakat sekitarnya. Penyebab utama timbulnya pencemaran udara khususnya bau (*malodor*) dari pabrik karet remah berasal dari kondisi bahan bakunya. Bahan olah industri karet remah mengandung kadar air yang tinggi (40-50%) sehingga

potensi aktivitas mikrobiologis semakin besar. Komponen senyawa yang terkandung dalam bahan olah tersebut meliputi *R-CO-NH-R*, *R-NH<sub>2</sub>-COOH* dan *R-NH<sub>2</sub>-SH-R*. Komponen tersebut selama penyimpanan akan mengalami proses penguraian menjadi senyawa berbau, antara lain amonia, trimetil amin, dietil amin, asam-asam organik (asetat, propionat, butirrat, valerat), senyawa sulfida dan metil merkaptan.

H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub> merupakan gas hasil produk sampingan dari proses terurainya senyawa-senyawa

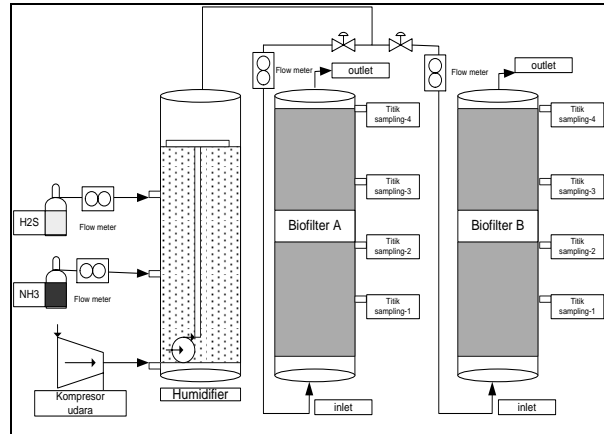
volatil. Hidrogen sulfida adalah gas dengan bau telur busuk yang khas, terbukti dapat menyebabkan beberapa penyakit yang berhubungan dengan pernapasan dan sistem saraf manusia dan hewan (Mandavia, 2001). Bau dari gas amonia dapat mengganggu manusia juga hewan dan bagi keduanya dapat berpotensi menyebabkan efek iritasi, sistem pernapasan akut, dan kebutaan jika terjadi akumulasi di suatu area (Issley, 2004).

Teknik biofiltrasi merupakan salah alternatif yang tepat untuk dikembangkan dalam upaya penyisihan polutan gas. Teknik ini memanfaatkan kemampuan aktifitas mikroba mendegradasi senyawa polutan. Saat ini, penerapannya tidak terbatas hanya pada penurunan bau, namun juga telah dikembangkan menjadi suatu teknik pengendalian pencemaran udara. Teknik ini dibatasi oleh kapasitas mikroorganisme dan regenerasi media filter yang digunakan. Pemanfaatan sabut sawit dan limbah padat karet sebagai media unggul (*fixed bed*) merupakan alternatif yang perlu dikaji lebih jauh. Dengan demikian diharapkan, teknik biofiltrasi dapat diterapkan oleh industri yang berbasis pertanian, menggunakan potensi strain mikroba yang dimiliki dan memanfaatkan limbah pabrik untuk pengendalian pencemaran udara.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi mikroorganisme dominan yang berperan dalam penyisihan gas  $H_2S$  dan  $NH_3$  pada media unggul biofilter. Media filter yang digunakan bersumber dari limbah pengolahan pabrik yaitu berupa limbah padat karet dan serabut sawit.

## 2. METODOLOGI

Reaktor biofilter yang digunakan dalam penelitian ini merupakan reaktor sinambung pada Gambar 1. Terdapat dua reaktor biofilter yang masing-masing reaktor terbuat dari bahan fleksigelas berbentuk silinder dengan tinggi keseluruhan 40 cm dan diameter 11 cm. Bagian dasar silinder dilengkapi dengan suatu plat yang dilubangi secara merata dan penyangga setinggi 10 cm. Pada setiap biofilter terdapat tiga titik pengambilan sampel dengan jarak masing-masing 5, 15, dan 25 cm dari plat dasar reaktor. Media biofilter yang digunakan adalah campuran tempurung sawit dengan limbah padat karet (media A) dan serabut sawit (media B).



**Gambar 1.** Rangkaian Peralatan pada Percobaan Sinambung

Pengamatan yang dilakukan adalah analisis pH, temperatur, kelembaban media, dan konsentrasi  $H_2S$  dan  $NH_3$  selama proses berlangsung. Reaktor dipertahankan pada kondisi kelembaban media filter sekitar 70-90%, temperatur disesuaikan dengan kondisi ruangan berkisar 20-40°C, dan pH media pada rentang 6-8. Pengambilan sampel dilakukan tiga tahapan yaitu pengumpanan gas  $H_2S$  tunggal,  $NH_3$  tunggal dan campuran  $H_2S$  dan  $NH_3$ . Pengambilan sampel tersebut dilakukan setelah operasi reaktor dalam keadaan tunak.

Untuk isolasi awal digunakan metode *serial dilution agar plate* atau *metode plat count*. Sampel awal ditanam pada media pertumbuhan agar darah kuda (*blood agar base*) untuk bakteri dan pada media agar kentang dekstroza (*potato dextrose agar*) untuk jamur. Sampel ditanam dengan menggunakan teknik menuang dalam cawan petri yang telah disterilkan terlebih dahulu sebanyak 1 ml dari masing-masing variasi angka pengenceran. Media berisi sampel kemudian diinkubasikan dalam inkubator pada suhu 37°C. Dari koloni sampel yang telah tumbuh dengan seri pengenceran yang berbeda, masing-masing dilakukan perhitungan koloni dengan *metode total plate count*. Setiap dilakukan pemurnian, media nutrisi agar (NA) digunakan untuk isolasi bakteri dan media agar kentang dekstroza untuk jamur dengan teknik gesek (*streak plate*).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil identifikasi mikroorganisme yang terdapat pada kedua jenis media filter disajikan pada Tabel 1 dan 2. Beberapa bakteri dan jamur dominan yang diisolasi dari biofilter dapat dilihat pada Gambar 2.

**Tabel 1.** Dominansi Bakteri Berdasarkan Media Unggun dan Jenis Pengumpanan Gas

Jenis Media	Nama bakteri dominan		
	Pengumpanan gas H <sub>2</sub> S	Pengumpanan gas NH <sub>3</sub>	Pengumpanan gas H <sub>2</sub> S dan NH <sub>3</sub>
Media ungun: limbah padat karet dan tempurung sawit	<i>Bacillus cereus</i> ; <i>Bacillus sp</i> ; <i>B. stuartii</i> ; <i>B. pantothenicus</i> ; <i>Chromobacterium violaceum</i> ; <i>C. lividum</i> ; <i>Enterobacter aerogenes</i> ; <i>Erwinia herbicola</i> <i>Flavobacterium</i> ; <i>Pseudomonas cepacia</i> ; <i>P. putida</i> ; <i>P. diminuta</i> ; <i>P. maltophilta</i>	<i>Pseudomonas Dimunita</i> ; <i>Pseudomonas putida</i> ; <i>Bacillus</i> <i>sphaericus</i> ; <i>Bacillus sp</i> ; <i>Desulfotomaculum sp</i> ; <i>Enterobacter Ammigenes</i> ; <i>Enterococcus Seriolicida</i> ; <i>Sporalactobacillus sp</i> ; <i>Streptococcus sp</i> ;	<i>Pseudomonas chicorii</i> ; <i>Bacillus pasteurie</i> ; <i>Bacillus gnevis</i> ; <i>P. pseudoalcaligenes</i> ; <i>Xanthomonas fragariae</i>
Media ungun: serabut sawit	<i>Aeromonas hydrophila</i> ; <i>A. salmonicida</i> ; <i>Bacillus cereus</i> ; <i>B. alvei</i> ; <i>B. laterosporus</i> ; <i>Flavobacterium</i> ; <i>Pseudomonas putida</i> ; <i>P. cepacia</i> ; <i>P. maltophila</i> ; <i>Proteus mirabilis</i> ; <i>Yersinia enterocolitica</i> ;	<i>Alcaligenes eutrophus</i> ; <i>Bacillus sp</i> <i>Desulfotomaculum sp</i> ; <i>Pseudomonas putida</i> ; <i>P. alcaligenes</i> ; <i>P. stutzeri</i> ;	<i>Alcaligenes eutrophus</i> ; <i>Pseudomonas diminuta</i> ; <i>P. chlororaphis</i> ; <i>P. aureofacies</i> ; <i>P. mallei</i> ; <i>P. mendocina</i> ;

**Tabel 2.** Dominansi Jamur Berdasarkan Media Unggun dan Jenis Gas Pengumpanan

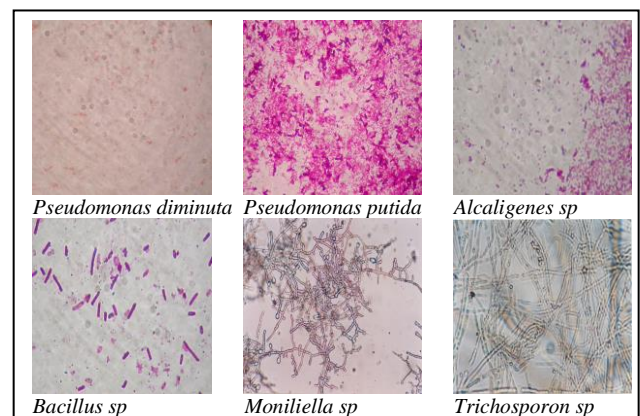
Jenis Media	Nama Jamur Dominan		
	Pengumpanan gas H <sub>2</sub> S	Pengumpanan gas NH <sub>3</sub>	Pengumpanan gas H <sub>2</sub> S dan NH <sub>3</sub>
Media ungun: limbah padat karet dan tempurung sawit	<i>Aspergillus niger</i> ; <i>A. nidulans</i> ; <i>A. fumigatus</i> ; <i>A. flavipes</i> ; <i>Penicillium verruculosum</i> ; <i>P. frequentans</i>	<i>Aspergillus niger</i> ; <i>Aspergillus flavipes</i> ; <i>Acremonium strictum</i> ; <i>Curvularia subulata</i> ; <i>Moniliella sp</i> ; <i>Trichoderma sp</i> ; <i>Trichosporon sp</i> ;	<i>Aspergillus niger</i> ; <i>Acremonium strictum</i> ; <i>Moniliella sp</i> ; <i>Trichoderma sp</i> ; <i>Trichosporon sp</i> ; <i>Wallema sp</i>
Media ungun: serabut sawit	<i>Aspergillus flavipes</i> ; <i>Penicillium funiculosum</i> ; <i>P. verruculosum</i> <i>Trichoderma</i>	<i>Aspergillus niger</i> ; <i>Curvularia geniculata</i> ; <i>Moniliella sp</i> ; <i>Trichosporon sp</i>	<i>Acremonium strictum</i> ; <i>Curvularia geniculata</i> ; <i>Moniliella sp</i> ; <i>Trichoderma sp</i> ; <i>Trichosporon sp</i>

Aktivitas dan keberadaan mikroorganisme hasil identifikasi dalam biofilter sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik, kimia, dan substrat yang terdapat di dalam media filter. Adanya perubahan kondisi lingkungan biofilter dapat menyebabkan mikroorganisme yang tidak mampu beradaptasi dengan pe-

rubahan tersebut terhambat aktivitas dan metabolismenya bahkan dapat mati. Mikroorganisme yang dapat beradaptasi dan bertahan akan terus melakukan aktivitas dan metabolismenya.

Bakteri yang dominan pada media limbah padat karet umumnya berasal dari genus *Pseudomonas* dan *Bacillus*, yang selalu hadir pada setiap sampling, walaupun dengan spesies yang berbeda. Hadir pula beberapa bakteri lain yang tidak mendominasi sistem. Pada media serabut sawit, bakteri yang mendominasi berasal dari genus *Pseudomonas*, hadir pula bakteri dari genus *Bacillus* dan *Alcaligenes* tetapi tidak mendominasi sistem. Proses nitrifikasi umumnya dilakukan oleh bakteri kemolitotrof sebagai sumber energi (Abeliovich, 1992) dan juga golongan jamur.

Bakteri dan genus *Pseudomonas* mempunyai sifat kemoorganotrof, melakukan respirasi menggunakan hidrogen atau karbon dioksida sebagai sumber energi. Beberapa spesies dapat mengubah mineral pada bentuk senyawa organik sederhana sebagai sumber karbon dan sumber energi. Karakteristik media limbah karet sangat memungkinkan bakteri dari genus ini hidup dan berkembang dengan dominan, sehingga bakteri dari genus ini selalu hadir pada setiap pengaliran gas kontaminan yang berbeda pada kedua reaktor. Bakteri *Pseudomonas* dapat melakukan metabolisme pada hampir semua jenis zat organik dan dapat bertahan hidup hampir pada semua jenis lingkungan.



**Gambar 2.** Bakteri dan Jamur Dominan dalam Biofilter

Pada umumnya bakteri dari genus *Bacillus* merupakan bakteri kemoorganotrof yang memenuhi kebutuhan nutrisinya dari berbagai variasi sumber karbon dan energi yang berasal dari senyawa nitrogen anorganik yang terdapat pada media filter.

Bakteri dari genus *Bacillus* ini umumnya memiliki spora yang memungkinkan bakteri-bakteri tersebut masih dapat tumbuh pada kondisi pH yang kurang menguntungkan bagi pertumbuhan optimumnya. Bakteri dari genus *Bacillus* umumnya hidup pada pH 5,5-8,5. Nilai pH media limbah karet dan serabut sawit berada pada rentang 5-9 pada pengoperasian biofilter. Hal ini memungkinkan bakteri dari genus *Bacillus* hadir pada setiap *sampling* dalam kedua reaktor biofilter.

Pada pengumpanan gas H<sub>2</sub>S ternyata jumlah bakteri yang dominan pada media A dan media B masing-masing mencapai 13 spesies (6 genera) dan 11 strain (5 genera). Walaupun begitu ada strain bakteri dominan yang sama dari kedua media tersebut yaitu *Pseudomonas cepacia*, *Pseudomonas putida* dan *Pseudomonas maltophilia*.

Dari hasil identifikasi jamur pada media limbah padat karet, jamur yang selalu hadir setiap isolasi pada dua kali pengambilan sampel adalah jamur dari genus *Trichosporon*, *Moniliella*, *Trichoderma* dan *Aspergillus*. Jenis lainnya hadir dalam jumlah yang sangat kecil. Dari hasil identifikasi pada media serabut sawit, jamur yang dominan adalah jamur dari genus *Trichosporon* dan *Moniliella*. Kehadiran jamur yang sama dominan setiap isolasi dengan sampel yang dialiri gas kontaminan berbeda menunjukkan kemampuan adaptif yang tinggi dari jamur-jamur itu terhadap perubahan lingkungan media biofilter dan diduga memiliki peranan dalam penyisihan gas kontaminan.

Komunitas biologis biasanya dihidupi oleh sedikit jenis spesies dengan jumlah individu yang banyak (variasi spesies kecil, jumlah sel banyak) atau banyak spesies dengan masing-masing sedikit jumlah individu (variasi spesies besar, jumlah sel sedikit). Dari hasil yang diperoleh ini menunjukkan bahwa pada media limbah padat karet memungkinkan tumbuhnya jenis jamur yang bervariasi. Karakteristik media tersebut mungkin mendukung pertumbuhan bermacam-macam jamur pendegradasi senyawa gas dengan kompetisi antar spesies yang tidak ketat, sehingga memungkinkan tumbuhnya variasi spesies dengan masing-masing jumlah sel yang sedikit. Pada media sawit, jenis jamur yang tahan hidup di lingkungan tersebut didominasi penuh oleh golongan *Trichosporon* dan *Moniliella*. Keduanya hadir dalam jumlah yang sangat berlimpah. Hampir pada setiap pengenceran sampel terdapat kedua jenis jamur tersebut. Hal ini menun-

jukan satu spesies dengan jumlah sel banyak akan menghambat pertumbuhan spesies lain, sehingga variasi spesies jamur dalam media serabut sawit relatif kecil.

Pada pengumpanan gas H<sub>2</sub>S ternyata jumlah jamur yang dominan pada media A dan media B masing-masing sebanyak 6 spesies (terdiri dari dua genus) dan 4 spesies (tiga genus). Spesies yang sama pada kedua media tersebut adalah *Aspergillus flavipes* dan *Penicillium verrucosum*.

Untuk pengumpanan gas NH<sub>3</sub> menunjukkan jamur yang dominan pada media A maupun media B masing-masing sebanyak 9 spesies dan 6 spesies. Ada tiga spesies yang sama pada pengumpanan gas NH<sub>3</sub> yaitu *Aspergillus niger*, *Moniliella sp* dan *Trichosporan sp*. Sedangkan pada pengumpanan campuran gas H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub> secara simultan menunjukkan jamur yang dominan pada media A dan media B masing-masing sebanyak 6 spesies dan 5 spesies. Terdapat empat spesies yang sama pada kedua media tersebut yaitu *Trichosporan sp*, *Moniliella sp*, *Trichoderma sp* dan *Acremonium strictum*.

Cox dan Deshusess (2001) melaporkan bahwa inokulasi strain khusus bakteri pada biofilter akan terjadi kompetisi dengan flora yang ada dalam media, dan dalam beberapa kasus ternyata tidak dapat terdeteksi lagi setelah beberapa hari operasi. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi evolusi strain bakteri selama operasi biofilter. Sementara itu Auria dkk (2000) menyatakan dalam perkembangan operasional biofilter sering dijumpai jamur yang diidentifikasi sebagai *Scedosporium sp* dan *Cladopsorium sp*.

Penghitungan jumlah total dalam biofilter dilakukan dengan metode *Total Plate Count* (TPC). Satu koloni yang tampak secara visual diasumsikan terbentuk dari satu sel bakteri. Untuk asumsi yang valid, dibutuhkan bakteri yang disebar secara merata pada media agar jumlah mikroorganisme dihitung secara visual dan hasilnya dikalikan dengan angka pengenceran. Hasil enumerasi mikroorganisme saat *sampling* pada masing-masing media dengan pengaliran gas kontaminan yang berbeda.

Hasil penelitian mengenai biofilter pada umumnya menunjukkan bahwa jumlah mikroba yang hidup pada media filter sejumlah 10<sup>5</sup> sampai 10<sup>13</sup> mikroorganisme per gram media biofilter. Media peat untuk penyisihan toluen dijumpai jumlah bakteri

yang sangat tinggi yaitu  $10^{13}$  cfu/g *peat*. Cho dkk (1992) menyatakan dalam 8 hari operasi biofilter dengan media *peat* yang diinokulasi bakteri murni yang berperan dalam penyisihan senyawa sulfur ditemukan  $10^9$  sel/gram media.

Berdasarkan nilai pH media, dengan pengaliran gas NH<sub>3</sub> tunggal, pH kedua media berkisar antara pH 7-9. Mikroorganisme yang berperan kemungkinan merupakan mikroorganisme yang mampu mengoksidasi senyawa NH<sub>3</sub> dan tahan pada lingkungan pH diatas netral. Pada pengaliran gas campuran H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub>, pH kedua media berkisar 5-7. Saat awal operasi kedua ini, pH media A langsung mencapai nilai pH rendah (pH 5). Setelah beberapa hari operasi, pH media B mencapai 5.

Penurunan pH yang cukup drastis setelah operasi kedua dengan pengaliran gas campuran H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub> ini dapat menyebabkan terganggunya keseimbangan dalam ekosistem yang terdapat dalam biofilter. Kondisi keasaman yang tinggi ini dapat menyebabkan terhambatnya aktivitas mikrobial dan dapat menimbulkan kematian bagi organisme karena harus beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang baru. Hal inilah yang mungkin menyebabkan turunnya jumlah populasi pada pengaliran gas H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub>.

Bakteri pengoksidasi hidrogen sulfida berfungsi dengan baik pada kondisi pH yang rendah. Proses metabolisme dari mikroorganisme yang mengoksidasi senyawa sulfida lama kelamaan menyebabkan terakumulasinya asam sebagai produk antara atau pun produk akhir dari proses penyisihan gas H<sub>2</sub>S yang dapat menurunkan proses degradasi senyawa polutan yang seharusnya terjadi. Berbeda dari bakteri pengoksidasi sulfida, bakteri nitrifikasi tidak dapat berfungsi dengan baik pada pH kurang dari 6,5 sehingga penjagaan kestabilan pH untuk proses reduksi amonia perlu dilakukan. pH rendah sering dianggap sebagai faktor yang membatasi aktivitas bakteri nitrifikasi di ekosistem hutan. Jamur umumnya lebih toleran terhadap asam dibandingkan bakteri. Sebagian jamur memiliki pH optimum pada sekitar pH 5. Oleh karena itu adanya penurunan pH tidak terlalu berpengaruh terhadap aktivitas jamur.

Dengan variasi jumlah gas kontaminan yang berbeda, secara umum pH media masih berada pada rentang 6-8. Nilai pH optimum bagi pertumbuhan mikroorganisme dalam biofilter pada rentang terse-

but sehingga walau terjadi fluktuasi nilai pH, aktivitas mikroorganisme dalam biofilter tetap berjalan.

Temperatur media merupakan salah satu faktor fisik yang berpengaruh pada pertumbuhan mikroorganisme dalam biofilter. Peningkatan temperatur terjadi setelah masing-masing media dialirkan campuran gas H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub>. Media A yang awalnya memiliki temperatur rata-rata 24,5-25,5<sup>o</sup>C menjadi 26-27<sup>o</sup>C setelah pencampuran gas kontaminan. Sedangkan pada media B pada awalnya memiliki temperatur rata-rata 25-26<sup>o</sup>C menjadi 25,5-26,5<sup>o</sup>C, bahkan pernah mencapai 30,2<sup>o</sup>C.

Kenaikan temperatur dapat menandakan bahwa proses dalam reaktor bersifat eksoterm dan adanya kenaikan aktivitas mikroorganisme. Dalam metabolisme mikroorganisme, energi dari substrat selain menjadi produk akhir dari energi dalam protoplasma seluler, sebagian akan menjadi energi panas yang bisa menaikkan temperatur. Beban akibat variasi kontaminan dapat menyebabkan bertambahnya aktivitas mikroorganisme karena diperlukan proses adaptasi dengan lingkungan baru. Secara umum, peningkatan temperatur pada kedua media dengan variasi gas kontaminan relatif kecil. Temperatur mungkin tidak termasuk faktor utama penyebab penurunan jumlah populasi mikroorganisme. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semua mikroorganisme yang tumbuh dalam reaktor merupakan jenis mikroorganisme mesofil, dimana mikroorganisme ini dapat tumbuh optimum pada rentang temperatur 20-40<sup>o</sup>C, sesuai dengan kondisi reaktor yang berada pada rentang 23,9-30,2<sup>o</sup>C.

Pada berbagai ketebalan media pada kedua reaktor dengan variasi gas kontaminan menunjukkan nilai efisiensi penyisihan gas kontaminan yang bervariasi. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi gas kontaminan yang kontak dengan setiap lapis media, jumlah dan kemampuan mikroorganisme dalam setiap ketebalan media serta proses fisik, adsorpsi dalam media filter. Adsorpsi terus berlangsung dan akan terjadi akumulasi biofilm, didukung dengan adanya nutrisi dan oksigen yang cukup. Ketebalan biofilm maksimum tercapai saat nutrisi dan oksigen tidak mampu lagi mencapai lapisan terdalam sehingga menghambat pertumbuhan dan perkembangan metabolisme mikroorganisme. Efisiensi penyisihan gas yang tinggi biasanya menunjukkan aktivitas mikroorganisme yang tinggi dalam penyisihan tersebut. Namun dari efisiensi penyisihan gas tunggal NH<sub>3</sub>, media A menunjuk-

kan nilai efisiensi yang lebih rendah dibandingkan pada media B. hal ini mungkin disebabkan struktur medianya, dimana campuran tempurung sawit menyebabkan permeabilitas media filter campuran limbah padat karet dan tempurung sawit (media A) lebih besar dibandingkan dengan media filter serabut sawit (media B). Dari penelitian terhadap kemampuan absorpsi media untuk mengetahui sejauh mana proses fisik berpengaruh terhadap proses penyisihan kontaminan, menunjukkan efisiensi penyisihan pada media limbah padat karet lebih besar dibandingkan pada media serabut sawit. Selain itu walaupun efisiensi penyisihan yang tinggi biasanya menunjukkan aktivitas mikroba yang tinggi dalam penyisihan gas, tidak berarti ditunjukkan dengan tingginya jumlah populasi mikroba.

Secara umum pada pengaliran gas campuran H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub>, total populasi menurun. Efisiensi penyisihan H<sub>2</sub>S menunjukkan nilai efisiensi yang tinggi dan stabil. Namun penyisihan NH<sub>3</sub> ternyata tidak stabil dibandingkan saat pengaliran gas tunggal NH<sub>3</sub>. Hal ini mungkin dikarenakan konsentrasi H<sub>2</sub>S yang tinggi dalam reaktor yang dapat beracun bagi proses nitrifikasi. Dalam konsentrasi tinggi, H<sub>2</sub>S dapat menghambat metabolisme mikroba, sehingga mikroba tertentu tidak dapat tumbuh dengan baik. Mikroorganisme yang telah terseleksi secara alamiah dan dapat bertahan hidup, berperan aktif dalam penyisihan gas kontaminan dan metabolismenya bekerja secara optimum, terutama dalam penyisihan gas H<sub>2</sub>S, dilihat dari efisiensi penyisihan gas tersebut yang sangat tinggi dan relatif stabil

#### 4. KESIMPULAN

Bakteri yang dominan pada media limbah padat karet berasal dari genus *Pseudomonas* dan *Bacillus*. Pada media serabut sawit bakteri yang mendominasi adalah *Pseudomonas*, dan bakteri lainnya genus *Bacillus* dan *Alcaligenes* tetapi tidak mendominasi sistem. Jamur dominan pada media limbah padat karet adalah genus *Trichosporon*, *Moniliella*, *Trichoderma*, dan *Aspergillus*. Sedangkan pada

media serabut sawit, jamur yang dominan adalah genus *Trichosporon* dan *Moniliella*. Nilai pH optimum bagi pertumbuhan mikroorganisme dalam biofilter berada pada rentang 6-8, dan fluktuasi nilai pH tidak mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dalam biofilter secara signifikan. Mikroorganisme yang tumbuh dalam reaktor merupakan jenis mikroorganisme mesofil.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abeliovich, A. (1992). **Transformation of Ammonia and the Environmental Impact of Nitrifying Bacteria.** *Biodegradation*. Vol 3. pp. 255-264. Kluwer Academic Publs.
- Auria, R, Frere. G., Morales. M., Acuna. M.E., dan Revah. S. (2000). **Influence of Mixing and Water Addition on the Removal Rate of Toluene Vapors in Biofilter.** *Biotechnology & Bioengineering*. Vol. 68. (4). pp. 448-455.
- Cho, K.S., Hirai, M dan Shoda, M. (1992). **Degradation of Hydrogen Sulphide by *Xanthomonas* sp. Strain DY 44 Isolated from Peat.** *Applied Environmental Microbiology*. Vol. 58. pp 1183-1189.
- Cox, H.J dan M.A. Deshusses. (2001). **Combined Removal of H<sub>2</sub>S and Toluene in a Single Stage Biotrickling Filter.** Depart. of Chem. and Env. Eng Univ. of California, Riverside, CA 92521. 18p.
- Issley, S. (2004). **Ammonia: Agency for Toxic Substance and Disease Registry Division of Toxicology.** McGill Univ. Depart. Emergency medicine.
- Mandavia, S. (2001). **Hydrogen Sulfide Toxicity.** University of Southern California Medical Center: Departement of Emergency Medicine.