

**IDENTIFIKASI MIKROBA ANAEROB DOMINAN PADA
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PABRIK KARET DENGAN SISTEM
MULTI SOIL LAYERING (MSL)¹⁾
IDENTIFICATION OF DOMINANT ANAEROBIC MICROORGANISMS
IN MULTI SOIL LAYERING (MSL) SYSTEM FOR CRUMB RUBBER
WASTEWATER TREATMENT**

**Denny Helard²⁾, Puti Sri Komala²⁾
Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas**

Abstrak

*Sistem MSL merupakan metoda pengolahan air buangan dengan memanfaatkan fungsi tanah. Sistem MSL terdiri dari dua zone yaitu zone aerob dan zone anaerob, dimana kandungan nitrat yang ada dalam limbah cair melalui sistem MSL diharapkan akan didenitrifikasi pada zona anaerob. Untuk mengetahui jenis bakteri yang berperan di zona anaerob dilakukan identifikasi bakteri, sehingga dapat diketahui jenis dan karakteristik bakteri serta peranan masing-masingnya dalam pengolahan limbah cair karet. Pengambilan sampel dilakukan di tiga lapisan tanah dengan jarak dari permukaan reaktor 5cm, 15cm, 25cm. Dari hasil penghitungan jumlah koloni, didapatkan jumlah koloni pada masing-masing lapisan tanah adalah 103.10^4 , 96.10^4 , 90.10^4 . Berdasarkan pengamatan secara makroskopis, didapatkan warna koloni bakteri yaitu putih dan putih buram; bentuk koloni yaitu menyebar, bundar dan filamen; bentuk permukaan koloni yaitu licin dan keriput dan bentuk pinggiran koloni yaitu pinggiran tidak rata dan pinggiran rata. Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis, bakteri dominan yang didapatkan semuanya berbentuk batang (bacillus), gram positif (91,2%) dan gram negatif (8,8%) dan rentang ukuran sel dominan 4–5 μ m dan 0,75–1 μ m. Dari hasil uji reaksi biokimia didapatkan jenis bakteri dominan yaitu *Bacillus licheniformis* (20,8%), *Desulfomaculum nigricans* (16,67%), *Desulfomaculum ruminis* (12,5%), *Bacterionema matruchotti* (8,33%) dan yang lainnya masing-masing (4,17%). Bakteri dominan yang didapat mampu mendegradasi limbah cair karet. Hal ini dapat dilihat dari peranan bakteri terhadap limbah cair karet berdasarkan parameter pH, temperatur, BOD, COD, nitrogen.*

Kata kunci: MSL, mikroba anaerob, fakultatif anaerob, identifikasi

Abstract

MSL treatment metode is treatment using land media. Biological treatment is the treatment involve vary microorganism. Bacteria identification is needed to know kind of bacteria that involve in biological treatment. By this identification, it will be understood, kind, characteristic and function of bacteria in treating crumb rubber wastewater. Sampling point is done in 3 different land location in MSL reactor which is 5cm, 15cm, 25cm depth from the surface. Land sample was identified by anaerobic incubation, the result shown that sampling point has

1) Dibiayai Proyek Pengkajian dan Penelitian Ilmu Pengetahuan Terapan dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Nomor: 018/SPPP/PP/DP3M/IV/2005 Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional

2) Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas

103.10⁴, 96.10⁴, 90.10⁴ colony. Macroscopic visualization shown that bacteria colony has 2 color, white and dark white, 3 different spreading which is spread, circle and filament. It also has 2 kind of colony surface, smooth and wrinkle and has 2 different outskirts which is not flat and flat. All dominant bacteria are in bacillus shape, positive gram (91,2%) and negative gram (8,8%) which size 4-5 μm and 0,75-1 μm . result of biochemistry reaction test shown that dominant bacteria are *Bacillus licheniformis* (20,8%), *Desulfomaculum nigricans* (16,67%), *Desulfomaculum ruminis* (12,5%), *Bacterionema matruchotti* (8,33% and others are (4,17%). Dominant bacteria have abilities to degree crumb rubber wastewater. It all from their abilities in minimize wastewater parameter such as BOD, COD, Nitrogen, and they can make pH and temperature to normal condition.

Key word: MSL, anaerobic microorganism, anaerobic facultative, identification.

I. PENDAHULUAN

Latar belakang

Pengolahan limbah dengan memanfaatkan tanah sudah dikenal sejak dahulu sebagai salah satu pengolahan yang efektif dan efisien dan telah digunakan sebagai pengolahan alami. Pengolahan cara ini sangat murah, tapi membutuhkan area tanah yang luas jika dibandingkan dengan sistem lainnya.

Salah satu metode pengolahan yang memanfaatkan tanah adalah *Multi Soil Layering* (MSL), yaitu metode pengolahan yang memanfaatkan tanah sebagai media utama yang dibentuk dalam sebuah konstruksi susunan batu bata yang terdiri atas lapisan campuran tanah dengan 10-35% partikel besi, bahan organik dan lapisan *zeolite* (Wakatsuki, et. al, 1993) yang dilengkapi 2 zone pengolahan yaitu zone aerob pada lapisan *zeolite* dan zone anaerob pada lapisan tanah (Salmariza, 2002).

Mekanisme pengolahan pada reaktor MSL terdiri atas pengolahan secara fisika, kimia dan biologi. Dalam pengolahan biologis, bakteri merupakan komponen terbesar yang berperan dalam mendegradasi limbah dengan jumlah lebih dari 1.000.000 bakteri/ml limbah (Grady and Lim, 1980).

Dalam penelitian ini akan dilakukan identifikasi terhadap mikroorganisme yang berperan dalam pengolahan limbah cair karet. Salah satu cara adalah dengan mengisolasi dari lingkungannya, dimana pendekatan ini dapat memberikan informasi karakteristik dari bakteri. Bakteri yang diidentifikasi hanya bakteri

anaerob karena pengolahan dominan yang terjadi adalah secara anaerob yang terdapat pada lapisan tanah. Sampling tanah dilakukan pada saat kondisi reaktor sudah *steady state* dan identifikasi bakteri dilakukan menurut determinasi *Bergey's Manual for Identification*.

Dengan mengetahui jenis mikroorganisme dominan diharapkan dapat dikembangkan suatu sistem MSL dengan kultur mikroorganisme dominan sehingga dapat menghasilkan kinerja penyisihan pencemar yang maksimal dan dapat mengolah limbah cair karet dengan karakteristik sejenis sesuai dengan karakteristik mikroorganisme

Tujuan penelitian adalah:

- Mengidentifikasi jenis dan karakteristik mikroorganisme dominan yang berperan dalam pengolahan limbah cair karet.
- Mengetahui peranan dari masing-masing mikroorganisme.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

- Pengolahan limbah cair karet secara biologi dengan reaktor MSL di Balai Litbang Padang
- Pemeriksaan bakteri dominan pada reaktor MSL di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Andalas Padang

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Limbah cair karet, bahan pembuat reaktor MSL terdiri atas: tabung dari bahan *flexi glass*, campuran tanah andesol, arang halus dan serbuk gergaji dan perlit dengan ukuran 3–5 mm, bahan dasar medium identifikasi bakteri dan lain-lain.

Alat-alat yang digunakan terdiri dari: Reaktor MSL dan Alat-alat yang untuk identifikasi bakteri terdiri atas: alat-alat gelas, inkubator otoklaf, *coloni counter*, *hot plate*, *magnetic stirrer*, mikroskop, termometer, pH meter.

Tahapan Penelitian

1. Pengolahan limbah cair karet dengan menggunakan reaktor MSL

Reaktor MSL yang digunakan dalam kondisi reaktor sudah *steady state* yaitu kondisi dimana efluen dari reaktor MSL memiliki nilai yang sudah stabil dilihat berdasarkan enam parameter yaitu BOD, COD, TSS, total amoniak, total nitrogen dan pH dengan laju aliran saat pengolahan optimum.

2. Pengambilan sampel tanah pada tiga lapisan paling atas dengan jarak 5 cm, 10 cm, 25 cm dari permukaan MSL.

3. Identifikasi Bakteri

- a. Sterilisasi alat dan bahan menggunakan inkubator otoklaf (Sutedjo, 1991).
- b. Isolasi bakteri dengan menggunakan medium *nutrient agar* (NA) yang berbentuk padat, sehingga terbentuk koloni sel yang tetap pada tempatnya
- c. Penghitungan total bakteri dengan alat penghitung koloni (*colony counter*).
- d. Pemurnian bakteri dengan menggunakan medium NA modifikasi. Teknik isolasi yang digunakan adalah metode preparat *spread plate* atau *streak plate*. Isolasi bakteri dilakukan sampai didapatkan koloni murni (Cappuccino, 1987).
- e. Pengamatan secara makroskopis terhadap perbedaan warna, bentuk permukaan dan pinggiran koloni yang dilakukan setiap tahapan isolasi bakteri.
- f. Pewarnaan gram menggunakan teknik pewarnaan bertingkat (Sutedjo, 1991).
- g. Pengamatan secara mikroskopis dilakukan terhadap perbedaan bentuk, ukuran sel dan hasil reaksi pewarnaan gram dengan menggunakan mikroskop.
- h. Uji reaksi biokimia terdiri atas (Cappuccino, 1987): uji Katalase (medium TSIA), uji H₂S (medium TSIA + H₂O₂), uji pergerakan (medium SIM), uji Indol (medium SIM + kovaks), uji sitrat (medium SCA), uji Urease (medium *urease*), uji *Methyl Red* (medium MR-VP + *Methyl Red*), uji *Voges Proskauer* (medium MR-VP + KOH 40%) dan uji Karbohidrat (medium khusus gula).

4. Mikroorganisme Dominan

Untuk mendapatkan jenis bakteri dominan yang berperan dalam pengolahan biologis limbah cair karet dilakukan pencocokan karakteristik fisik dan biokimia

yang didapat dengan karakteristik bakteri yang terdapat dalam *Bergey's manual for Identification* (Buchanan and Gibbons (1974) dan Cowan and Steels (1973).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Limbah Cair Karet

Parameter limbah cair industri karet yang dianalisis berdasarkan pada Kep. MENLH No. 51/MENLH/10/1995 serta revisinya dan SK Gubernur No. 660.1-614-1997. Hasil pengukuran parameter limbah cair karet di bak pengumpul limbah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kualitas Limbah Cair Industri Karet PT Lembah Karet Padang

| Parameter | Kualitas limbah cair | |
|---------------|--------------------------|------------------|
| | Limbah cair karet (mg/l) | Baku mutu (mg/l) |
| BOD | 150 | 60 |
| COD | 300 | 200 |
| TSS | 150 | 100 |
| Amoniak Total | 13 | 5 |
| Amoniak Total | 36 | 10 |
| pH | 5,6 | 6-9 |

Berdasarkan tabel 1 dapat dilihat bahwa kualitas limbah cair karet masih diatas baku mutu yang ada sehingga perlu diolah.

Pengolahan Limbah Cair Karet dengan Reaktor MSL

Reaktor MSL yang digunakan untuk mengolah limbah cair karet sudah dalam kondisi *steady state*. Laju pembebanan saat pengolahan adalah 1000 l/m²/hr. Hasil penyisihan masing-masing parameter dapat dilihat pada tabel 2.

Identifikasi Bakteri

1. Penghitungan Jumlah Koloni Bakteri

Pada setiap lapisan tanah dilakukan penghitungan koloni bakteri dengan menggunakan *colony counter*, hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2 Hasil Pengolahan Limbah Cair Karet dengan Reaktor MSL

| Parameter | Konsentrasi | | | | | |
|-----------------------|-------------|------|-------|-------|-------|-------|
| | I | II | III | IV | V | VI |
| BOD (mg/l) | 4,71 | 2,61 | 0,05 | 2,26 | 2,08 | 2,31 |
| COD (mg/l) | 5 | 10 | 23 | 1 | 10 | 8 |
| TSS (mg/l) | 4 | 5 | 6,5 | 4 | 9 | 2 |
| Amoniak Total (mg/l) | 7,1 | 3,48 | 0,69 | 0,06 | 0,8 | 0,77 |
| Nitrogen Total (mg/l) | 10,38 | 9,88 | 16,85 | 17,82 | 15,54 | 15,75 |
| pH | 6,75 | 6,13 | 6,38 | 6,29 | 6,85 | 6,09 |

I-IV: waktu pengukuran (1 x 15 hari)

Tabel 3. Jumlah Koloni Bakteri

| No | Lapisan tanah | Jumlah koloni bakteri |
|----|---------------|-----------------------|
| 1 | Lapisan 1 | 103.10 ⁴ |
| 2 | Lapisan 2 | 96.10 ⁴ |
| 3 | Lapisan 3 | 90.10 ⁴ |

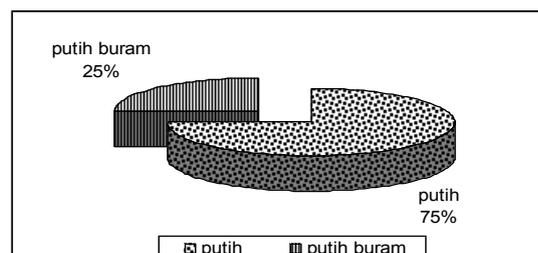
Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat jumlah koloni bakteri pada lapisan paling atas lebih banyak daripada lapisan dibawahnya. Hal ini dikarenakan semakin jauh jarak lapisan tanah dari permukaan MSL, maka kemungkinan berkontak dengan udara semakin kecil sehingga kondisi lingkungan hidup bakteri menjadi *strict anaerob* dan bakteri yang dapat hidup lebih banyak bakteri yang *strict anaerob*.

2. Pemurnian dan Isolasi Bakteri

Proses isolasi pada medium NA modifikasi dilakukan sebanyak lima kali sampai didapatkan koloni yang dianggap murni yaitu 24 jenis biakan bakteri.

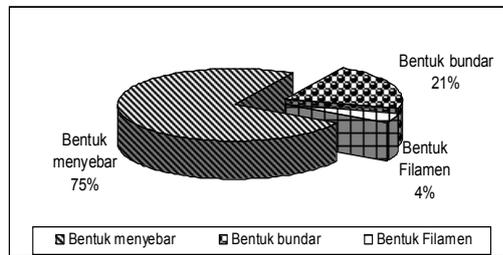
3. Pengamatan secara makroskopis

Pengamatan secara makroskopis dilakukan untuk melihat perbedaan bentuk koloni bakteri. Hasil pengamatannya dapat dilihat pada Gambar 1-4.



Gambar 1. Persentase Jumlah Koloni Bakteri Berdasarkan Warna

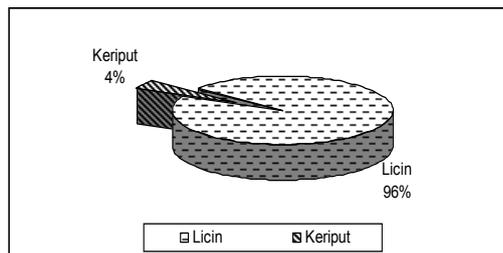
Dari gambar 1 dapat dilihat bakteri dominan adalah berwarna putih (75 %) dan sisanya berwarna putih buram (25 %).



Gambar 2. Persentase Jumlah Koloni Bakteri Berdasarkan Bentuk

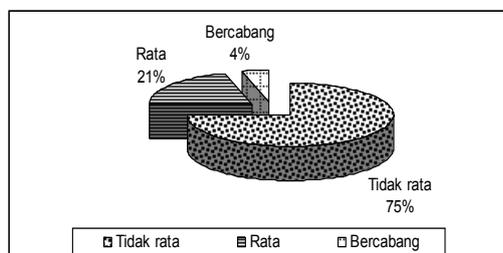
Gambar 2 memperlihatkan bahwa bentuk koloni dominan adalah menyebar (75 %), selebihnya berbentuk bundar (20,8 %) dan sisanya berbentuk filamen (4,2 %).

Berdasarkan bentuk permukaan koloni dapat dilihat pada Gambar 3 dan berdasarkan bentuk pinggiran koloni dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Persentase Jumlah Koloni Bakteri Berdasarkan Perbedaan Bentuk Permukaan Koloni

Berdasarkan gambar 3 dapat dilihat bahwa bentuk permukaan koloni dominan adalah licin (95,8 %) dan sedikit yang keriput (4,2%)



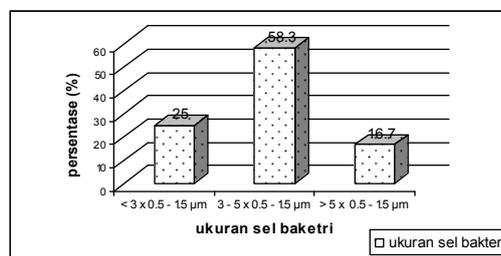
Gambar 4. Persentase Jumlah Koloni Bakteri Berdasarkan Perbedaan Bentuk Pinggiran Koloni

Bentuk pinggiran koloni dominan adalah tidak rata atau bergirigi (79,2%) dan sisanya mempunyai pinggiran koloni rata (20,8 %)

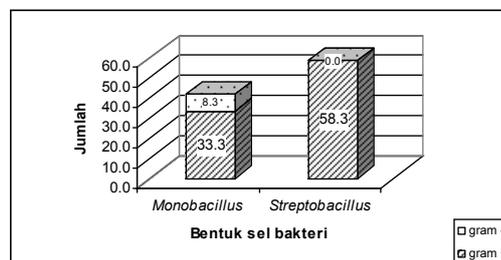
4. Pengamatan secara mikroskopis

Pengamatan secara mikroskopis dilakukan untuk mengetahui perbedaan bentuk dan ukuran sel bakteri. Pengamatan secara mikroskopis juga untuk mengetahui gram bakteri. Hasil pengamatan dapat dilihat pada Gambar 5-6.

Gambar 5 memperlihatkan rentang ukuran sel berkisar antara 1,5–10 μm dan 0,5–1,5 μm dan dominan 3–5 μm dan 0,5–1,5 μm (58,33 %).



Gambar 5. Persentase Jumlah Bakteri Berdasarkan Ukuran Sel



Gambar 6. Jumlah Bakteri Berdasarkan Perbedaan Bentuk Sel

Bakteri yang didapat dari pengamatan secara mikroskopis adalah berbentuk batang atau *bacillus*. Sel bakteri ada yang berbentuk *streptobacillus* dan *monobacillus* dan berdasarkan perbedaan reaksi pewarnaan gram adalah gram positif (91,67%) dan gram negatif (8,33%)

5. Uji Biokimia

Hasil pengamatan uji reaksi kimia terhadap 24 jenis sampel bakteri ternyata banyak yang menunjukkan hasil yang sama, sehingga didapatkan 13 buah biakan murni yang berbeda seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji Biokimia

| No | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | - | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 2 | - | + | + | + | + | + | + | + | - | - | + | - |
| 3 | - | + | + | - | + | + | + | + | + | + | + | - |
| 4 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | - |
| 5 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 6 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | - | - |
| 7 | - | + | - | + | + | + | + | + | + | + | + | - |
| 8 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 10 | - | + | - | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 11 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | - | + |
| 12 | - | - | - | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 13 | - | + | + | + | + | + | + | + | - | - | + | + |

Ket: A : Uji Urea B : Uji Katalase
 C : Uji Sulfida D : Uji Sitrat
 E : Uji Glukosa F : Uji Laktosa
 G : Uji Manitol H : Uji Sukrosa
 I : Uji Pergerakan J : Uji Indol
 K : Uji Voges Proskauer
 L : Uji Methyl Red

Spesies Bakteri Dominan

Berdasarkan hasil penelitian dan mencocokkan dengan determinasi Buchanan dan Gibbon ((1974)) maka dapat diketahui nama spesies bakteri yang berperan dalam pengolahan limbah karet dengan jenis dominan adalah *Bacillus licheniformis* (20,83%), *Desulfomaculum nigricans* (16,67%), *Desulfomaculum ruminis* (12,5%), *Bacterionema matruchotti* (8,33), *Clostridium tetani* (8,33%) dan yang lain masing-masing 4,17% dan lebih dapat terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Spesies Bakteri

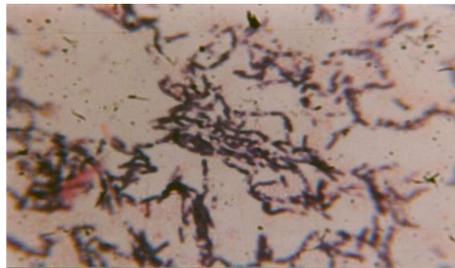
| No | Nama bakteri |
|----|---------------------------------|
| 1 | <i>Bacillus licheniformis</i> |
| 2 | <i>Desulfomaculum nigricans</i> |
| 3 | <i>Desulfomaculum ruminis</i> |
| 4 | <i>Bacterionema matruchotti</i> |
| 5 | <i>Clostridium tetani</i> |
| 6 | <i>Bacillus polimyxa</i> |
| 7 | <i>Clostridium sordelli</i> |
| 8 | <i>Fusobacterium aquatile</i> |
| 9 | <i>Citrobacter intermedius</i> |
| 10 | <i>Enterobacter cloacea</i> |
| 11 | <i>Bacteroides putredisi</i> |
| 12 | <i>Clastridium berjerick</i> |
| 13 | <i>Actinomyces viscosus</i> |

Karakteristik Bakteri Dominan

1. *Bacillus licheniformis*

Pada medium NA modifikasi koloni *Bacillus licheniformis* tumbuh menyebar dengan pinggiran koloni tidak rata, berwarna putih buram–putih, sel berbentuk batang, diameter batang 0,5 –1 μm , panjang sel 5–10 μm dan gram positif. Sel umumnya berbentuk rantai. Pengamatan secara mikroskopis dapat dilihat pada Gambar 7.

Menurut Buchanan dan Gibbons (1974), jenis *Bacillus licheniformis* bergerak dengan flagella dan hidup pada temperatur 5–55 $^{\circ}\text{C}$. Jenis ini biasa ditemukan di tanah dan makanan.



Gambar 7. *Bacillus licheniformis* dengan perbesaran 1000x

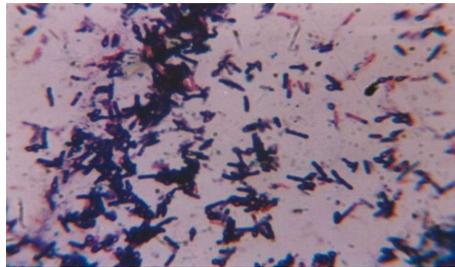
Berdasarkan hasil uji biokimia dapat dilihat bahwa bakteri *Bacillus licheniformis* dapat memfermentasi beberapa jenis gula, reaksi urea positif, katalase positif, H_2S positif, sitrat positif, indol positif, *voges prokauer* positif, *methyl red* positif.

2. *Desulfomaculum nigricans*

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis pada medium NA modifikasi, koloni dari *Desulfomaculum nigricans* tumbuh menyebar, pinggiran koloni bergerigi, koloni berwarna putih–putih buram, permukaan koloni datar dan licin, sel berbentuk batang, diameter sel 0,5–1 μm , panjang sel 5–6 μm dan gram positif. Sel umumnya berbentuk batang tunggal (*monobacillus*). Hasil pengamatan seperti terlihat pada Gambar 8.

Karakteristik lain dari *Desulfomaculum nigricans* adalah bergerak dengan peritrichous flagella, dapat menghasilkan spora dan bersifat *strict anaerobic*. Umumnya tumbuh pada rentang temperatur 35–55 $^{\circ}\text{C}$, tapi ada juga yang dapat

tumbuh pada suhu $<35^{\circ}\text{C}$. Jenis ini biasa ditemukan di tanah, air tawar dan saluran pencernaan serangga (Buchanan dan Gibbons, 1974).



Gambar 8. *Desulfomaculum nigricans* dengan 1000x perbesaran

Hasil uji reaksi biokimia dari *Desulfomaculum nigricans* adalah dapat memfermentasi gula, urea negatif, katalase positif, H_2S positif, sitrat positif, indol, *methyl red*, *voges prokauer* positif.

3. *Desulfomaculum ruminis*

Desulfomaculum ruminis pada medium NA modifikasi tumbuh dengan bentuk koloni bundar dan pinggiran koloni rata, berwarna putih buram, sel berbentuk batang, diameter batang $0,5\text{--}1,5\ \mu\text{m}$, panjang sel $3\text{--}4\ \mu\text{m}$, gram positif. Sel umumnya berbentuk rantai batang (*streptobacillus*) seperti terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. *Desulfomaculum ruminis* dengan 1000x perbesaran

Desulfomaculum ruminis merupakan jenis yang mempunyai alat gerak *peritrichous flagella* dan dapat menghasilkan spora. Jenis ini umumnya dapat tumbuh $30\text{--}48^{\circ}\text{C}$ dan biasanya ditemukan di tanah, air tawar, makanan busuk, saluran pencernaan serangga dan dalam *rumen* (Menurut Buchanan dan Gibbons, 1974)

Hasil uji biokimia dapat dilihat, bakteri *Desulfomaculum ruminis* dapat memfermentasi beberapa jenis gula, reaksi urea positif, katalase positif, H_2S positif, sitrat positif, indol positif, *voges prokauer positif*, *methyl red* negatif.

Peranan bakteri terhadap limbah cair karet

Kesesuaian limbah cair pabrik karet yang diolah dengan bantuan bakteri yang berperan mendegradasi limbah cair pabrik karet dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Peranan bakteri terhadap limbah cair karet

| Parameter limbah cair karet | Konsentrasi limbah cair karet | Mikroorganime yang berperan |
|-----------------------------|-------------------------------|--|
| BOD (mg/l) | 150 | Semua jenis bakteri yang ditemukan |
| COD (mg/l) | 300 | Semua jenis bakteri yang ditemukan |
| Amoniak (mg/l) | 13 | # |
| Nitrogen (mg/l) | 36 | <i>B. licheniformis</i> , <i>C. tetani</i> , <i>C. sordelii</i> , <i>B. matruchotii</i> **, <i>B. polymxa</i> dan <i>A. viscosus</i> ** |
| pH | 4,7-9 | Semua jenis bakteri yang ditemukan |
| Temperatur* | 25-35 ⁰ C | Semua jenis bakteri yang ditemukan |

Ket: *Tidak termasuk dalam baku mutu

**Bakteri fakultatif anaerob

#Bakteri aerob

Uraian lebih lengkap tentang peranan bakteri terhadap pengolahan limbah cair pabrik karet pada masing-masing parameter sebagai berikut:

1. BOD

Penurunan nilai BOD dapat diindikasikan dengan besarnya bahan organik yang terurai secara biologi. Bakteri yang mampu menurunkan nilai BOD adalah semua jenis bakteri yang ditemukan. Hubungan ini dapat dilihat berdasarkan uji reaksi karbohidrat yaitu: semua jenis bakteri yang ditemukan dapat menguraikan senyawa gula yang merupakan salah satu jenis zat organik.

2. COD

COD menyatakan banyaknya O₂ yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik yang *biodegradable* dan *non biodegradable*. Dari hasil pengukuran COD menunjukkan nilai penurunan yang tinggi. Hal ini dikarenakan reaksi pada kedua zone berlangsung sempurna dan menghasilkan produk gas CO₂ dan metan.

3. Amoniak total.

Parameter amoniak tidak mempunyai pengaruh terhadap bakteri pada kondisi anaerob karena penurunan parameter amoniak terjadi pada zone aerob.

4. Nitrogen total

Penurunan parameter nitrogen terjadi melalui proses denitrifikasi yang menghasilkan nitrogen ($N_{2(g)}$). Berdasarkan Buchanan and Gibbons (1974), bakteri yang berperan dalam mereduksi senyawa nitrat adalah *Bacillus licheniformis*, *Clostridium tetani*, *Clostridium sordelii*, *Bacteronema matruchotii*, *Bacillus polymyxa* dan *Actinomyces viscosus*.

5. Parameter pH

Limbah cair karet mempunyai pH 4,7-9 dan bakteri 5,3-7,5. Dari data tersebut dapat disimpulkan bakteri dominan yang didapatkan dapat hidup pada limbah cair karet pada kisaran pH yang dimiliki oleh bakteri.

6. Temperatur

Limbah cair karet mempunyai temperatur 25°C - 35°C dan bakteri 5°C - 55°C . Berdasarkan rentang temperatur yang dimiliki limbah cair karet, bakteri dapat hidup pada limbah cair karet karena rentang temperatur limbah cair karet.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan penelitian tentang identifikasi mikroba anaerob yang berperan dalam pengolahan limbah cair karet dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Hasil pengolahan limbah cair karet berdasarkan parameter TSS 2,2 mg/l, BOD 12,3 mg/l, COD 9,5 mg/l, amoniak total 2,2 mg/l dan nitrogen total 14,2 mg/l dan pH 6,3.
2. Jumlah koloni bakteri pada tiga lapisan tanah pada rektor MSL adalah lap 1: 103×10^4 , lap 2: 96×10^4 , dan lap 3: 90×10^4 .
3. Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni bakteri dominan berwarna putih, tumbuh menyebar, permukaan licin dengan pinggiran tidak rata, sedangkan berdasarkan pengamatan secara mikroskopis adalah sel bakteri berbentuk batang, gram positif dan ukuran sel 4–5 μm dan 0,75–1 μm .
4. Dari pengamatan uji reaksi biokimia didapat jenis spesies bakteri dominan yang sebagian mampu menguraikan senyawa urea, menghasilkan enzim

katalase, menghasilkan gas H₂S, mampu menguraikan senyawa sitrat, mampu memfermentasi gula, menghasilkan senyawa indol, mempunyai alat gerak dan beraksi positif dengan *methyl red* dan *voges prokauer*.

5. Berdasarkan semua uji dan pengamatan yang dilakukan, maka didapatkan jenis bakteri dominan: *Bacillus licheniformis* 20,83 %, *Desulfomaculum nigricans* 16,67%, *Desulfomaculum ruminis* 12,5%, *Bacterionema matruchotti* 8,33%, *Clostridium tetani* 8,33% dan yang lainnya masing-masing sebanyak 4,17%.
6. Bakteri dominan yang didapat mampu mendegradasi limbah cair karet. Hal ini dapat dilihat dari peranan bakteri terhadap limbah cair karet berdasarkan parameter pH, temperatur, BOD, COD, nitrogen.

Saran

Dari penelitian yang dilakukan maka dapat diberikan beberapa saran antara lain :

1. Menggunakan medium khusus anaerob supaya bakteri yang tumbuh hanya bakteri anaerob, sehingga hasil biakan yang didapat tidak ada kemungkinan terkontaminasi bakteri aerob.
2. Melakukan identifikasi bakteri aerob untuk mengetahui simbiosis bakteri anaerob dan aerob sehingga kinerja pengolahan reaktor MSL dapat ditingkatkan
3. Menggunakan bakteri yang didapatkan untuk diaplikasikan pada metode pengolahan lain sehingga didapatkan berbagai macam metode pengolahan yang memanfaatkan bakteri yang mampu mendegradasi limbah cair karet.
4. Menggunakan *software* untuk mempermudah pencocokan karakteristik bakteri yang didapatkan dengan kunci determinasi identifikasi bakteri sehingga mendapatkan hasil yang lebih signifikan (misalnya: API 20A, API labplus, dan lain-lain).

DAFTAR PUSTAKA

Buchanan, R.E and N.E Gibbon. 1974. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Eight Edition. The William and Walkins Company Inc: California.

- Cappuccino, James G, N. Sherman. 1987. *Microbiology: A Laboratory Manual*, The Benyamin/Cummings Publishing Co, Inc.
- Cowan, S.T & D. Steels, 1973. *Manual for Identification of Medical Bacteria*, Second Edision. Cambridge University Press: London
- Fardiaz, S. 1993, *Analisis Biologi Pangan*. PT. Raja GraFindo Persada: Jakarta.
- Grady, C.P.L. & H.C. Lim. 1980. *Biological Wastewater Treatment: Theory and Applications*. Marcel Dekker, INC. NewYork
- Salmariza. 2002. Minimalisasi Pencemaran Industri Crumb Rubber dengan Metoda MSL (Multi Soil Layering). Padang, Sumatera Barat.
- Sutedjo, Mul Mulyani, S. Agkertasepoetra. 1991. *Mikrobiologi Tanah*. PT Rineka Cipta : Jakarta.
- Wakatsuki, T., Esumi and Omura, S. 1993. *High performance and N & P-removable on-site domestic wastewater treatment system by Multi Soil Layering Method*, Wat. Sci. Tech., 27 (1), 31-40.