

## Identifikasi Bakteri di Sistem Lumpur Aktif yang Diperkaya dengan Bakteri Halotolerant Sebagai Pengolah Limbah Organik Berkadar Garam Tinggi

Rustiana Yuliasni<sup>1)</sup>, Nanik Indah Setianingsih<sup>1</sup>

<sup>1</sup>BBTPPI Semarang

<sup>1</sup>Email : rustianay@yahoo.com

**Abstrak** – Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis konsorsium bakteri yang hidup didalam sistem lumpur aktif yang diperkaya dengan bakteri halotolerant untuk mengolah limbah organik berkadar garam tinggi. Penelitian dilakukan dengan menggunakan dua reaktor lumpur aktif berbentuk kolam oksidasi dengan volume 50 L. Reaktor R1 adalah reaktor lumpur aktif yang hanya berisi lumpur indigenous yang berasal dari inokulasi di industri kacang garing, sedangkan reaktor R2 adalah reaktor lumpur aktif dengan penambahan gabungan mikroba indigenous dan inokulum halotolerant. Penelitian berjalan secara kontinyu selama 77 hari. COD feeding inlet diatur sebesar 1000, 2000, 3000 mg/L, dan konsentrasi klorida sebesar 2000 dan 4000 mg/L. Debit inlet diatur antara 12,96L/hari - 76 L/hari. Setelah 77 hari, percobaan dihentikan dan sludge lumpur aktif diambil untuk identifikasi mikroba. Dari hasil identifikasi, didapat bahwa bakteri yang dominan di dalam sistem lumpur aktif dengan kadar garam 2000 dan 4000 mg/L adalah jenis Proteobacter. penambahan konsorsium halotolerant dan salinitas berpengaruh pada keberagaman dan jumlah dari konsorsium bakteri dalam system lumpur aktif.

**Kata Kunci** : Identifikasi bakteri, lumpur aktif, bakteri aerob, bakteri halotolerant.

halotolerant dan digunakan untuk mengolah air limbah organik berkadar garam tinggi.

### PENDAHULUAN

Kandungan garam yang tinggi pada air limbah organik adalah salah satu hambatan di dalam pengolahan air limbah secara biologi. Limbah organik yang mengandung kadar garam tinggi biasanya dikeluarkan oleh industry seperti industry keju, seafood, makanan olahan, penyamakan kulit dan farmasi. Jika ditotal, volume air limbah organik berkadar garam tinggi dapat mencapai 5% dari total volume air limbah yang ada di seluruh dunia [1]. Teknologi Pengolahan limbah secara fisika dan kimia sangatlah mahal, sehingga teknologi alternatif untuk pengolahan limbah organik berkadar garam tinggi yang murah sangatlah diperlukan.

Pengolahan limbah secara biologi telah terbukti sebagai teknologi yang efektif murah dan mudah [2]. Teknologi pengolahan limbah secara biologi aerob merupakan salah satu alternatif teknologi yang berpotensi dikembangkan untuk mengolah limbah organik dengan kadar garam tinggi[3]. Kandungan garam yang tinggi akan menambah keanekaragaman komunitas bakteri di dalam sistem lumpur aktif sehingga akan menambah ketahanan performa dari system terutama untuk mengolah limbah dengan salinitas tinggi. Selain itu, tingginya salinitas mempengaruhi pembentukan granul dan mempengaruhi jenis mikroba yang mendominasi di dalam system[4], walaupun karakteristik pembentukan flok didalam system lumpur aktif berkadar garam tinggi belum bisa diketahui dengan jelas[5].

Dalam penelitian ini, akan diidentifikasi jenis konsorsium mikroorganisme yang dominan hidup di system lumpur aktif yang diperkaya dengan mikroba

### METODE :

Metode penelitian ini sama seperti yang sudah dilakukan oleh [6] kecuali untuk identifikasi mikroorganisme menggunakan metode Bergey's manual of Determinative Bacteriology dan Metode dari Barrow, G. I. and Feltham, R. K. A. (2003); Cowan and Steel's Manual for the identification of the Medical Bacteria, 3rd "edition. Cambridge University Press, Cambridge, U. K.

### Alat:

*Reaktor lumpur aktif:*

Dalam penelitian ini, digunakan 2 buah reaktor lumpur aktif dengan tipe parit oksidasi (Oxidation ditch) yang berbentuk oval. Kedua reaktor tersebut mempunyai dimensi yang sama dengan volume total sebesar 25 liter. Aerator diffuser di letakkan di dalam reaktor lumpur aktif. Untuk mengatur debit aliran inlet, digunakan bak feeding dengan kapasitas 50 L/hari. Dua buah reaktor lumpur aktif diberi nama reaktor R1 dan R2. R1 adalah reaktor kontrol dimana tidak ditambahkan mikroorganisme halotolerant dan reaktor R2 adalah reaktor lumpur aktif yang ditambahkan dengan mikroorganisme halotolerant.

### Bahan:

Seeding lumpur aktif dan penambahan konsorsium halotolerant

Bibit (seed) bakteri lumpur aktif diambil dari IPAL industri roti, dengan konsentrasi awal 5000 > mg/L. sedangkan konsorsium bakteri halotolerant diambil

dari lumpur yang ada di peladangan garam yang kemudian didinginkan di suhu 40C yang kemudian diinokulasikan di media halotolerant, mengacu pada metode ATCC 1097. Bibit halotolerant tersebut ditumbuhkan di media dengan volume 5 liter dan selalu diaerasi sampai akan ditambahkan di reaktor R2. Pertumbuhan bakteri halotolerant di monitor secara kualitatif dengan menggunakan metode optical density (OD600). Inokulum yang akan digunakan dalam percobaan ini telah diinokulasi selama 24 jam, dan mencapai titik tertinggi absorpsi pada 1.935. Hal ini mengindikasikan pertumbuhan mikroorganisme tertinggi [7].

*Karakteristik air limbah:*

Karakteristik limbah organic berkadar garam tinggi adalah sebagai berikut:

**Tabel 1.** Komposisi limbah

No	Parameter	Satuan	Konsentrasi
1	COD	mg/L	3,587 - 1,180
2	BOD <sub>5</sub>	mg/L	164 - 539
3	TSS	mg/L	1,288 - 1,384
4	DHL	mS/cm	5.56 - 9,210
5	Total Nitrogen	mg/L	61.74 - 79.8
6	Total Phosphate	mg/L	0.486 - 1.476
7	H <sub>2</sub> S	mg/L	0.152 - 0.373
8	Chloride	mg/L	1,840 - 3,375
9	Phenol	mg/L	0.004 - 0.778

**Metode:**

8 liter bibit mikroba lumpur aktif ditambahkan di kedua reaktor R1 dan R2 yang kemudian ditambahkan air bersih sampai volume mencapai 25 liter, dengan tetap diaerasi. 100 mg/L gula ditambahkan kedalam kedua reaktor sebagai sumber karbon, kemudian urea dan buffer fosfat, dengan komposisi C: N: P = 100:5:1. Pertumbuhan lumpur dijaga sampai dengan SV30 mencapai 30% dari volume reaktor dan dilakukan analisa MLSS. Setelah kondisi SV30 sebesar 30% dan MLSS 2000 mg/L tercapai di reaktor R2, sebanyak 2,5 L seed diganti dengan konsorsium halotoleran. Pada hari ke 33, pada reaktor R2 ditambahkan labi 1 liter konsorsium halotolerant.

Air limbah yang tersimpan dalam bak feeding dialirkan secara gravitasi dan mengalir dengan debit yang diatur sehingga tercapai HRT ( waktu retensi) yang dikehendaki. Untuk menjaga agar debit konstan, setiap hari debit diatur secara manual. Chemical oxygen Demand (COD) juga diatur secara manual

sehingga konsentrasi limbah awal dicapai antara 1000 – 3000 mg/L. Inlet dan outlet disampling secara teratur, dianalisa dengan parameter: pH, COD, dan klorida. SV 30 dan MLSS juga dianalisa secara periodic. Dissolved Oxygen (DO) dijaga agar tercapai kondisi minimum 2,0 mg/L. Pada akhir percobaan, lumpur di R1 dan R2 dan bibit murni halotolerant diambil untuk analisa kandungan mikroorganismenya.

**Analisa kandungan mikroorganisme dalam lumpur aktif:**

Selama percobaan secara periodic MLVV diambil untuk dianalisa konsentrasinya. Di akhir percobaan, lumpur di dalam reaktor R1, R2 dan bibit halotolerant murni diambil dan diidentifikasi kandungan mikroorganismenya menggunakan metode : Bergey’s manual of Determinative Bacteriology dan Metode dari Barrow, G. I. and Feltham, R. K. A. (2003); Cowan and Steel’s Manual for the identification of the Medical Bacteria, 3rd “edition. Cambridge University Press, Cambridge, U. K.

**HASIL DAN PEMBAHASAN:**

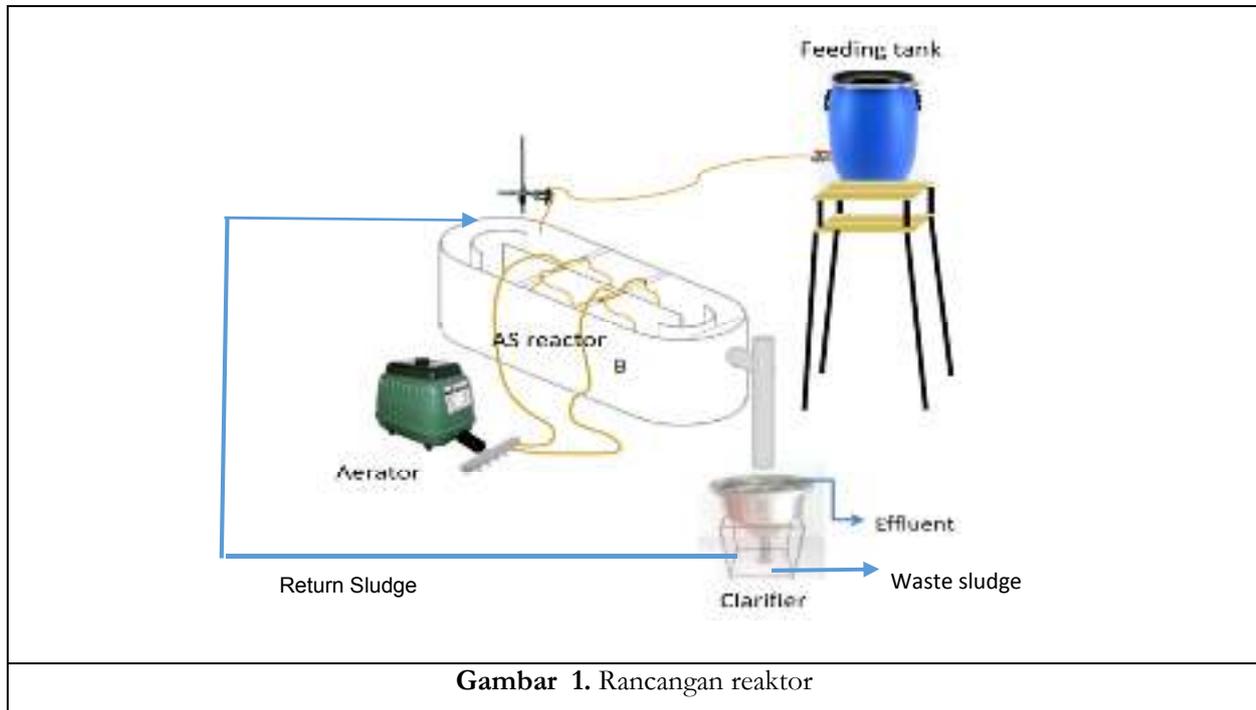
Penelitian ini menggunakan dua buah reaktor lumpur aktif yangdi pasang parallel, yang diberi nama reaktor R1 yaitu system lumpur aktif tanpa penambahan mikroba halotolerant dan R2 yaitu system lumpur aktif dengan penambahan bibit mikroba halotolerant. Dalam kurun waktu 77 hari tersebut, reaktor R1 dan R2 di naikkan kandungan garamnya dari 0 ppm, 2000 dan 4000 mg/l. selama kurun waktu tersebut, konsentrasi dari MLVSS (Mixed liquor Volatile Suspended Solid)

Reaktor ini berjalan selama 77 hari, dan kemudian dihentikan. Setelah itu lumpur dari kedua system tersebut diambil, bersama dengan bibit mikroba halotolerant untuk diidentifikasi jenisnya.

Identifikasi jenis bakteri menggunakan metode Bergey’s manual of Determinative Bacteriology dan Metode dari Barrow, G. I. and Feltham, R. K. A. (2003); Cowan and Steel’s Manual for the identification of the Medical Bacteria, 3rd “edition. Cambridge University Press, Cambridge, U. K. Jenis bakteri yang diidentifikasi adalah 4 jenis bakteri yang paling banyak terdapat di lumpur aktif. Jenis bakteri di reaktor lumpur aktif dapat dilihat pada tabel 2.

Untuk mengetahui kuantitas lumpur aktif yang ada disistem, secara periodik lumpur diambil untuk di analisa kandungan MLVSS.

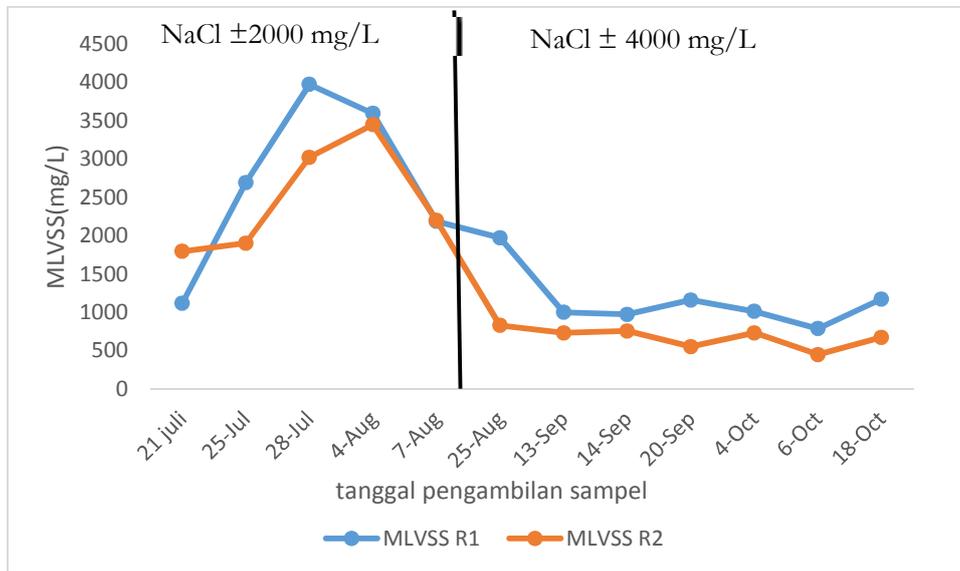
Gambar 1 Rangkaian reaktor lumpur aktif dapat dilihat pada gambar berikut ini:



**Tabel 2.** Hasil identifikasi jenis mikroorganisme pada system lumpur aktif yang diperkaya dengan mikroba halotolerant

NO	Keterangan	Hasil identifikasi mikroba	Jumlah mikroba dalam sampel (CFU/ml)
1	Reaktor R1 dengan kadar garam 2000 mg/L	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Bacillus licheniformis</i></li> <li>2. <i>Bacillus amyloliquefactens</i></li> <li>3. <i>Corynebacterium kutscheri</i></li> <li>4. <i>Brevibacterium fuscum</i></li> <li>5. <i>Pseudomonas denitrificans</i></li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1,5 x 10<sup>5</sup></li> <li>1,1 x 10<sup>5</sup></li> <li>2,3 x 10<sup>4</sup></li> <li>1,8 x 10<sup>4</sup></li> <li>1,7 x 10<sup>4</sup></li> </ol>
2	Reaktor R2 (diperkaya halotolerant) dengan kadar garam 2000 mg/L	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Bacillus Brevis</i></li> <li>2. <i>Neisseria elongata</i></li> <li>3. <i>Bacillus amyloliquefactens</i></li> <li>4. <i>Bacillus alvei</i></li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4,8 x 10<sup>6</sup></li> <li>1,2 x 10<sup>6</sup></li> <li>8,3 x 10<sup>4</sup></li> <li>1,2 x 10<sup>4</sup></li> </ol>
4	Reaktor R1 dengan kadar garam 4000 mg/L	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Achromobacter xerosis</i></li> </ol>	5,9 x 10 <sup>5</sup>

		2. <i>Micrococcus homari</i> 3. <i>Bacillus amyloliquefactens</i> 4. <i>Bacillus alvei</i>	$1,2 \times 10^5$ $6,7 \times 10^4$ $3,0 \times 10^3$
5	Reaktor R2 (diperkaya halotolerant) dengan kadar garam 4000 mg/L	1. <i>Pseudomonas maltophila</i> 2. <i>Listeria murrayi</i> 3. <i>Bacillus amyloliquefactens</i> 4. <i>Bacillus Macerans</i>	$4,7 \times 10^6$ $1,4 \times 10^5$ $6,3 \times 10^4$ $6,0 \times 10^3$
6	Bibit mikroba murni halotolerant dengan kadar garam 1000 mg/L	1. <i>Bacillus firmus</i> 2. <i>Pseudomonas diminuta</i> 3. <i>Corynebacterium kutscheri</i>	$1,7 \times 10^4$ $1,4 \times 10^4$ $1,4 \times 10^1$



**Gambar 2.** Konsentrasi MLVSS selama percobaan.

Dari tabel 2, terlihat bahwa pada kadar garam sebesar 2000 mg/L, baik pada reaktor R1 (tanpa penambahan halotolerant) dan reaktor R2 (dengan penambahan halotolerant) jenis mikroorganisme yang paling dominan adalah proteobakteri jenis gram negative dengan genus bacillus. Hal ini sangat wajar dikarenakan jenis proteobakteri ini adalah jenis yang sangat berlimpah ruah dalam dan memang biasanya ada dalam konsorsium bakteri dalam system lumpur aktif[5]. Jika dibandingkan jumlah mikroorganisme pada system R1 dan R2 pada kadar garam 2000 mg/L, tampak bahwa penambahan mikroba halotolerant dapat meningkatkan jumlah mikroorganisme di dalam system seperti yang di kemukakan oleh He et al (2016) [8].

Ketika pada hari ke 33, kadar garam meningkat dari 2000 mg/L menjadi 4000 mg/L, Jenis bakteri yang mendominasi system lumpur aktif juga berubah. Bakteri dengan jenis Bacillus tidak lagi mendominasi, digantikan dengan jenis bakteri Achromobacter dan Pseudomonas, yang masih masuk dalam jenis proteobacter. Berbeda dengan apa yang terjadi pada kondisi kadar garam 2000 mg/L, ketika kadar garam naik menjadi 4000 mg/L jumlah mikroorganisme sedikit menurun, namun reaktor R2 (dengan tambahan halotolerant) memiliki lebih banyak jumlah mikroorganisme. Seperti yang di jelaskan oleh Chen, et al (2017) [9] bahwa salinitas berpengaruh bukan hanya pada kuantitas tapi juga kualitas/diversitas dari sistem lumpur aktif.

Turunnya jumlah konsorsium mikroorganisme ketika kadar garam dalam limbah dinaikkan dari 2000 mg/L menjadi 4000 mg/L juga dapat terlihat dari menurunnya konsentrasi MLVSS di dalam system (gambar 2). Gambar 2 memperlihatkan grafik konsentrasi MLVV selama kurun waktu 77 hari percobaan. Pada awal sampai hari ke-33, ketika kadar garam masih kurang lebih < 2000 mg/L, konsentrasi MLVSS di system masih sekitar 1000 mg/L bahkan sampai mencapai 4000 mg/L, namun setelah kadar garam dinaikkan sebesar 4000 mg/L nilai MLVSS rata-rata kurang dari 1000 mg/L. Walaupun begitu, dengan jumlah MLVSS yang lebih sedikit, persen removal COD dari system lumpur aktif masih tetap tinggi yaitu 90%.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, didapatkan kesimpulan bahwa meningkatnya salinitas dan penambahan mikroba halotolerant dapat meningkatkan jumlah mikroorganisme di dalam system dan juga dapat menambah diversitas/keanekaragaman dari konsorsium bakteri di didalam system. Meningkatnya salinitas membuat konsentrasi lumpur dan mikroorganisme dalam system berkurang namun tidak menurunkan performa dari system lumpur aktif.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada BPPI, Kementerian Perindustrian atas support dana untuk penelitian ini. Juga untuk Saifuddin, selaku analis dan pembantu teknis. Penelitian ini didanai oleh DIPA BPPI, Kementerian Perindustrian tahun 2017.

## DAFTAR PUSTAKA

- O. Lefebvre and R. Moletta, "Treatment of organic pollution in industrial saline wastewater: A literature review," *Water Res.*, vol. 40, no. 20, pp. 3671–3682, 2006.
- [2] B. Marlina, R. Yuliasni, A. Budiarto, S. Arum, M. Moenir, and C. Syahroni, "Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri Removal of ammonia on catfish processing wastewater using horizontal sub-surface flow constructed wetland ( HSSFCW )," vol. 9, no. 1, pp. 15–21, 2018.
- [3] N. I. Setianingsih, D. W. Hermawan, and N. Nilawati, "the Treatment of High Salinity Waste Water With Activated Sludge System," *J. Ris. Teknol. Pencegah. Pencemaran Ind.*, vol. 6, no. 2, pp. 45–50, 2015.
- [4] Y. Zhao et al., "Bioresource Technology Effect of different salinity adaptation on the performance and microbial community in a sequencing batch reactor," *Bioresour. Technol.*, vol. 216, pp. 808–816, 2016.
- [5] D. Ou, H. Li, W. Li, X. Wu, Y. Wang, and Y. Liu, "Salt-tolerance aerobic granular sludge: formation and microbial community characteristics," *Bioresour. Technol.*, 2017.
- [6] R. Yuliasni, N. I. S, K. A. W, and N. Hariastuti, "Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri Influence of operational

condition on the performance of halotolerant enriched - activated sludge system for treating medium salinity roasted peanut wastewater," vol. 9, no. 2, pp. 46–54, 2018.

[7] S. Melanie, J. B. Winterburn, and H. Devianto, "Production of Biopolymer Polyhydroxyalkanoates ( PHA ) by Extreme Halophilic Marine Archaea *Haloferax mediterranei* in Medium with Varying Phosphorus Concentration," vol. 50, no. 2, pp. 255–271, 2018.

[8] H. He, Y. Chen, X. Li, Y. Cheng, and C. Yang, "International Biodeterioration & Biodegradation Influence of salinity on microorganisms in activated sludge processes : A review," *Int. Biodeterior. Biodegradation*, pp. 1–8, 2016.

[9] Y. Chen et al., Effect of salinity on removal performance and activated sludge characteristics in sequencing batch reactors. 2017