

## Pembuatan Sediaan Padat Konsorsium Bakteri Anaerob untuk Pengolahan Air Limbah Tekstil

Novarina Irnaning Handayani<sup>1)</sup>, Rizal Awaludin Malik<sup>2)</sup>

<sup>1,2</sup>Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri

Email: nova.bbtppi@yahoo.com

**Abstrak**-Unit pengolahan biologi anaerob dapat digunakan sebagai alternatif pengganti unit kimia (koagulasi flokulasi) pada sistem pengolahan air limbah tekstil yang banyak menghasilkan sludge dan tergolong limbah B3. Kelebihan unit anaerobik adalah relatif tidak menghasilkan sludge, tanpa pemeliharaan yang intensif, dan mampu mendegradasi air limbah dengan kandungan organik tinggi (COD lebih besar dari 2000 mg/L). Untuk menjamin kelangsungan unit anaerob tersebut diperlukan starter yang telah teruji. Tujuan penelitian ini adalah membuat sediaan starter anaerob yang telah terimobilisasi dalam media padat hingga berbentuk serbuk yang mudah digunakan baik dalam seeding awal maupun pemeliharaan sistem anaerobik pada instalasi pengolahan air limbah tekstil. Media imobilisator yang akan diujicobakan adalah zeolit dan talk. Konsorsium bakteri anaerobik yang digunakan adalah bakteri anaerobik dari genus *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhodococcus*, dan *Nitrobacter* hasil isolasi dari unit anaerobik instalasi pengolahan air limbah tekstil terpilih. Langkah awal penelitian ini adalah uji antagonisme antar masing-masing isolat, dilanjutkan penentuan perbandingan antara jumlah starter dengan jumlah media yang dipakai. Tahap terakhir adalah mengamati masa pengeringan yang ideal berdasarkan evaluasi analisis Total Plate Count (TPC) dan kadar air sediaan. Hasil penelitian menunjukkan, media yang paling ideal digunakan adalah serbuk zeolit halus dengan masa pengeringan 48 jam dengan kadar air di bawah 10% dan hasil analisis TPC minimal  $10^7$  CFU/ml. Kondisi ini diperoleh pada perbandingan starter dan media 1: 3 dan 1:4. Hasil terbaik selanjutnya akan diuji coba untuk mengetahui efektifitasnya dalam penerapan di unit IPAL tekstil.

**Kata kunci** : sediaan padat, bakteri anaerob, pengolahan air limbah tekstil

### PENDAHULUAN

Industri tekstil secara umum masih menghadapi masalah terkait pengelolaan limbah cair yang dihasilkannya. Proses basah dalam industri tekstil seperti penghilangan kanji, pengurangan berat, pewarnaan (pengecapan & pencelupan) serta pencucian akan menghasilkan air limbah yang apabila tidak dikelola dengan baik dan benar dapat berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Pada saat ini sebagian besar industri tekstil menggunakan sistem pengolahan air limbah dengan cara fisika, kimia (koagulasi-flokulasi), dan biologi aerobik (lumpur aktif). Rangkaian sistem tersebut memiliki kelemahan yaitu timbulnya *sludge* (limbah padat) dari proses kimia maupun lumpur aktif dengan klasifikasi B3 yang wajib dikelola dan membutuhkan biaya yang cukup banyak.

Menurut Goel (2010) serta Bell dan Buckley (2003), proses biologi anaerobik dapat digunakan untuk mengolah air limbah tekstil dengan proses pewarnaan dengan tidak mengeluarkan sludge yang berlebihan. Berdasar alasan itulah, Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri mengembangkan teknologi biologi anaerob sebagai pengganti proses kimia (koagulasi flokulasi). Teknologi ini telah diujicobakan pada industri pencucian jeans dengan efisiensi penurunan COD 82,97% (Munir dkk, 2015), industri tekstil batik dengan efisiensi penurunan COD 68% (Yuliasni dkk, 2017), dan beberapa industri tekstil lain yang belum dipublikasikan.

Dalam rangka mendukung pengembangan teknologi anaerob tersebut perlu penelitian lanjut yang akan menyediakan konsorsium bakteri anaerob yang unggul untuk meningkatkan efektifitas pengolahan. Konsorsium bakteri harus *adaptable* dan mampu mendegradasi cemaran secara optimal. Dengan menggunakan konsorsium bakteri anaerob terpilih ini akan mempersingkat waktu tinggal hidrolis dalam reaktor (bahkan dapat memperkecil volume reaktor yang dibutuhkan) yang akhirnya mengurangi biaya operasional Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

Konsorsium bakteri anaerob dengan kemampuan degradasi limbah yang maksimal dapat dilakukan dengan memilih jenis bakteri yang sudah terbukti mampu mengolah air limbah tekstil. Isolat yang digunakan pada penelitian ini merupakan koleksi dari Laboratorium Litbang Bioteknologi BBTPPI hasil dari isolasi pada penelitian sebelumnya (Handayani dkk, 2016) ditambah dengan bakteri berpotensi. Bakteri tersebut berasal dari genus *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Nitrobacter*, dan *Corinebacterium* yang dapat mendegradasi amilum, warna, minyak, dan selulosa. *Corynebacterium variabile*, dan *Bacillus cereus* adalah pendegradasi amilum. Bakteri pendegradasi warna adalah *Bacillus sp* dan *Pseudomonas stutzeri*. Bakteri pendegradasi minyak adalah *Bacillus amyloquefaciens*, *Bacillus cereus*, dan *Pseudomonas otitidis*, sedangkan bakteri pendegradasi selulosa adalah *Bacillus cereus*, *Rhodococcus ruber*, dan *Bacillus subtilis*.

Untuk memudahkan dalam penyimpanan dan penggunaan, konsorsium bakteri anaerob diimmobilisasi dalam media pengikat. Immobilisasi merupakan suatu metoda pengurangan fisik atau lokalisasi sel bakteri utuh dan enzim dalam lingkungan/media tertentu untuk memaksimalkan aktivitas biokatalis yang diinginkan (Martins et al., 2013). Peinado et al. (2005) menyampaikan bahwa immobilisasi dapat digunakan pada bidang bioteknologi farmasi, biosensor, makanan dan lingkungan. Hasil penelitian Handayani dkk (2018) menunjukkan bahwa immobilisasi konsorsium bakteri anaerob dalam media tanah gambut jika diaplikasikan berhasil menurunkan cemaran pada air limbah tekstil parameter TSS 93,78%, minyak lemak 99,13%, BOD5 81,54%, dan COD 64,94%. Kemampuan ini lebih baik dari menggunakan starter tanpa diimmobilisasi.

Media atau carrier untuk immobilisasi bakteri dikategorikan menjadi dua jenis yaitu organik dan anorganik. Media organik yang umum digunakan adalah karagenan, agar, chitosan, sedangkan media anorganik adalah lumpur, zeolit, karbon aktif, antracit, dll (Bashan, 1998). Media immobilisasi untuk pengolahan air limbah harus memenuhi karakteristik tidak mudah terlarut, non biodegradable, non toksik, fleksibel, prosedur immobilisasi mudah dilakukan, dan memiliki biaya yang murah (Leenen et al., 1996).

Dalam penelitian ini media *immobilizer* yang digunakan adalah zeolit dan talk. Zeolit adalah senyawa alumumino silikat yang terbentuk dari  $\text{SiO}_4$  dan  $\text{AlO}_4$  yang merupakan salah satu bahan yang sangat cocok untuk adhesi/penempelan bakteri pada reaktor anaerobik (Montalvo et al., 2012). Penggunaan zeolit sebagai carrier ataupun media immobilisasi bakteri telah cukup banyak digunakan, Weiss et al. (2011) menyatakan bahwa mikroorganisme anaerobik pada produksi biogas dapat membentuk koloni dan biofilm pada permukaan zeolit sehingga dapat meningkatkan efisiensi reaktor biogas. Beberapa keuntungan penggunaan zeolit/mineral lempung alam sebagai medias immobilisasi sel bakteri adalah (1) memiliki kapasitas yang sangat tinggi untuk mengimmobilisasi mikroorganisme, hal ini terkait dengan bidang kontak atau luas permukaan zeolit yang tinggi, (2) memiliki kemampuan untuk mendukung proses biologis untuk meningkatkan kesetimbangan ion ammonia/ammonium, (3) memiliki kemampuan untuk mendukung reduksi ion ammonia dan ammonia dalam larutan. Borja dan Banks (1994) menyampaikan bahwa selain kemampuan dalam mengikat/adhesi antara bakteri dan media, mineral seperti zeolit dan jenis lempung memiliki permukaan bahan aktif yang dapat mempengaruhi transformasi enzimatik dari berbagai macam zat seperti

ammonium, sulfur, karbohidrat, dan komponen-komponen phenolic. Media talk sebagai media immobilisator belum pernah dikaji dalam penelitian sebelumnya, dan dipilih sebagai media alternatif karena relatif murah dan mudah didapat serta konsisten dalam kualitas bahan.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sediaan starter anaerob yang telah terimmobilisasi dalam media padat hingga berbentuk serbuk yang mudah digunakan baik dalam *seeding* awal maupun pemeliharaan sistem anaerobik pada instalasi pengolahan air limbah tekstil.

## METODE

### Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada skala laboratorium, bertempat di Laboratorium Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi Lingkungan serta Laboratorium Mikrobiologi dan Biologi Lingkungan Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah (1) Isolat bakteri anaerob *Pseudomonas otitidis*, *Pseudomonas stutzeri*, *pseudomonas alkaligenes*, *Bacillus sp*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloquefaciens*, *Rhodococcus ruber*, *Nitrobacter sp*, dan *Corynebacterium variabile*, (2) Media *immobilizer* : zeolit halus, zeolit kasar, dan talk (merk Haichen), (3) Media tumbuh dan bahan lain : *Nutrient Broth* (NB), *Nutrient Agar* (NA), *Plate Count Agar* (PCA), *Buffer Pepton Agar* (BPW), akuades, dan alkohol 70%.

Peralatan yang digunakan adalah *blender*, *autoclave*, *incubator*, timbangan (Ohaus Explorer E 02140 range berat 0-210 gr), *Laminar Air Flow Biosafety* type II, *Pipetor*, *vortex mixer*, *coloni counter*, oven (Memmert UN 110 range suhu 20-220°C), dan peralatan gelas analisa mikrobiologi.

### Metode penelitian

Penelitian didahului dengan menumbuhkan isolat anaerobik terpilih dari kultur murni berbentuk *freeze dry* menjadi starter cair, dilanjutkan dengan uji antagonisme antar jenis isolat (10 spesies) dengan metode gores silang, penentuan komposisi antara media *immobilizer* (zeolit halus, zeolite kasar, dan talk) dengan starter, serta variasi lama waktu pengeringan, dan terakhir adalah penghitungan jumlah koloni bakteri dengan uji *Total Plate Count* (TPC).

#### a. Pembuatan Starter

Isolat yang akan digunakan berbentuk *freeze dry*, untuk mengaktifkan kembali dan mengkayakan dilakukan dengan langkah: sediaan *freeze dry* diinokulasikan pada media cair *Nutrient Broth* 100 mL diinkubasi 48 jam pada suhu  $\pm 36^{\circ}\text{C}$ . Setelah tumbuh dipindahkan dengan metoda gores ke dalam media *Nutrient Agar*. Isolat yang tumbuh pada *Nutrient Agar* dipindahkan kembali ke media *Nutrient Broth* 100 mL, diperkaya dalam *Nutrient Broth* 250 mL dan terakhir ke *Nutrient Broth* 1000 mL. Urutan pengkayaan bakteri tersebut merupakan hasil penelitian Handayani (2015).

**b. Uji Antagonisme**

Uji antagonisme dilakukan untuk membuktikan tingkat penghambatan antar mikrobial yang akan digabung menjadi sebuah konsorsium. Uji antagonisme dilakukan antar jenis bakteri dengan metoda gores silang. Pada satu cawan petri dengan media *Nutrient Agar* digoreskan 2 jenis bakteri dan diinkubasi pada suhu  $\pm 36^{\circ}\text{C}$  selama 24-48 jam dilihat apakah terbentuk zona penghambatan atau tidak. Jika

tidak terjadi zona penghambatan berarti kedua bakteri tersebut tidak masalah jika digabungkan. namun jika terjadi zona penghambatan maka kedua jenis bakteri tidak dapat digabungkan dalam satu konsorsium.

**c. Pembuatan campuran media dan starter**

Starter isolat yang akan dicampurkan ke dalam media *immobilizer* merupakan campuran 10 jenis isolat yang masing-masing diambil dengan perbandingan yang sama. Jumlah kandungan bakteri starter harus di atas  $10^{12}$  CFU/mL. Starter campuran selanjutnya dicampur dengan media yang terdiri dari 3 jenis yaitu zeolit kasar, zeolit halus, dan talk (Gambar 1) dengan perbandingan 1 : 3 (1 bagian starter dan 3 bagian media) dan 1: 4 (1 bagian starter dan 4 bagian matriks). Campuran diaduk menggunakan pengaduk hingga merata. Langkah selanjutnya adalah pemanasan dengan menggunakan oven pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$  selama 48 jam, pengamatan dan pengambilan sampel dilakukan pada jam ke 24, 48, dan 72.



Gambar 1. Jenis media *immobilizer* yang digunakan

**d. Penentuan jumlah bakteri**

Penentuan jumlah bakteri dilakukan pada media awal dan media yang telah bercampur dengan starter dengan analisa *Total Plate Count* (TPC) atau Angka Lempeng Total (ALT). Acuan metode adalah SNI 01-2897-1992 Cara Uji Cemar Mikrobia. Sampel ditimbang 1 gr dicampur dengan *Buffer Pepton Water* (BPW) 9 ml dihomogenkan dengan *vortex mixer*. Campuran tersebut merupakan pengenceran  $10^{-1}$ , selanjutnya diambil 1 mL dicampurkan kedalam BPW 9 ml sebagai pengenceran  $10^{-2}$ , demikian selanjutnya hingga pengenceran  $10^{-10}$ . Pada tiap pengenceran dilakukan penanaman ke dalam cawan petri sejumlah 1 ml dan dituang media *Nutrient Agar* (NA) atau *Plate Count Agar* (PCA) yang telah dicairkan dan bersuhu sekitar  $45^{\circ}\text{C}$ . Setelah agar membeku, cawan petri diinkubasi dengan posisi terbalik pada inkubator suhu  $\pm 36^{\circ}\text{C}$  selama 48 jam. Setelah masa inkubasi selesai TPC dihitung dengan mencatat jumlah koloni pada setiap cawan dengan *Coloni Counter*. TPC didapat dengan mengalikan jumlah rata-rata koloni pada

cawan petri (pada jumlah 25-250 koloni) dengan faktor pengenceran yang digunakan.

**e. Pengukuran kadar air**

Acuan penentuan kadar air adalah *Official Methods of Analysis of AOAC International 17th Edition Volume 1, 2000, butir 2.2.01*. Bahan sejumlah kurang lebih 2 gram ditimbang dalam cawan yang telah dioven dan ditimbang berat kosongnya. Selanjutnya cawan dan bahan dioven selama 3 jam, didinginkan dalam desikator dan ditimbang kembali. Pengovenan selama 1 jam dan penimbangan dilakukan secara berulang hingga berat konstan. Kadar air dihitung membandingkan antara berat akhir dan berat awal.

Evaluasi penelitian dilakukan dengan mengamati kecenderungan tingkat kadar air dan TPC untuk masing-masing perlakuan (perbandingan media dan starter). Media dengan kadar air di bawah 10% dan jumlah koloni diatas  $10^7$  CFU/mL akan direkomendasikan untuk dipakai dalam uji coba selanjutnya.

penghambatan (Tabel 1). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa 10 (sepuluh) jenis bakteri tersebut dapat digabungkan dalam satu kesatuan biakan (konsorsium) dan tidak akan muncul sifat antagonisme dan diharapkan fungsi masing-masing dapat bersinergi untuk mendapatkan hasil kinerja bakteri yang optimal.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Hasil Uji Antagonisme**

Hasil uji antagonisme dengan menghidupkan secara bersamaan antar 2 (dua) jenis isolat dengan metoda gores silang, semuanya tidak menunjukkan zona

Tabel 1. Hasil uji antagonisme antar spesies bakteri

	<i>Pseudomonas otitidis</i>	<i>Pseudomonas stutzeri</i>	<i>Pseudomonas alkaligenes</i>	<i>Bacillus sp</i>	<i>Bacillus cereus</i>
<i>Pseudomonas otitidis</i>		zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif
<i>Pseudomonas stutzeri</i>	zona penghambatan negatif		zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif
<i>Pseudomonas alkaligenes</i>	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif		zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif
<i>Bacillus sp</i>	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif		zona penghambatan negatif
<i>Bacillus cereus</i>	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	
<i>Bacillus subtilis</i>	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif
<i>Bacillus amiloliquefaciens</i>	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif
<i>Rhodococcus ruber</i>	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif
<i>Nitrobacter sp</i>	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif
<i>Corynebacterium viriabile</i>	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif

	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Bacillus amiloliquefaciens</i>	<i>Rhodococcus ruber</i>	<i>Nitrobacter sp</i>	<i>Corynebacterium viriabile</i>
<i>Pseudomonas otitidis</i>	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif
<i>Pseudomonas stutzeri</i>	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif
<i>Pseudomonas alkaligenes</i>	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif
<i>Bacillus sp</i>	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif
<i>Bacillus cereus</i>	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif
<i>Bacillus subtilis</i>		zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif
<i>Bacillus amiloliquefaciens</i>	zona penghambatan negatif		zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif
<i>Rhodococcus ruber</i>	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif		zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif
<i>Nitrobacter sp</i>	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif		zona penghambatan negatif
<i>Corynebacterium viriabile</i>	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	zona penghambatan negatif	

**2. Hasil Uji Kadar Air dan TPC**

Penentuan perbandingan antara starter dan media didapatkan kondisi ideal 1:4 (1 bagian starter dan 4 bagian media) dan 1:3 (1 bagian starter dan 3 bagian media). 1 bagian starter adalah 1 L, sedangkan 1 bagian media adalah 1 kg. Pada saat perbandingan media diturunkan di bawah 1:3, campuran menjadi terlalu lembek, sedangkan di atas 1:4 pencampuran starter tidak dapat merata ke seluruh bagian media.

Pemilihan penggunaan media *immobilizer* yang paling baik dilakukan dengan pengamatan nilai TPC pada

kadar air tertentu dibandingkan dengan lama waktu pengeringan. Satu hal mendasar, syarat starter harus memiliki nilai TPC minimal  $10^7$  CFU/mL, dengan asumsi jumlah bakteri akan turun menjadi sekitar  $10^5$  CFU/mL pada saat diaplikasikan di lapangan atau ketika dalam masa penyimpanan. Kondisi operasi yang optimal untuk pembuatan sediaan padat ini juga memikirkan jumlah energi yang digunakan seiring dengan lamanya waktu pengeringan Semakin lama oven beroperasi, energi yang dibutuhkan semakin besar. Selain itu, waktu pengeringan juga akan

berpengaruh terhadap jumlah bakteri secara umum. Walaupun suhu yang digunakan masih dalam kisaran wilayah hidup bakteri yaitu 50°C, namun terpapar panas dalam waktu relatif lama akan membuat daya tahan bakteri menurun dan dapat menimbulkan kematian. Semakin lama waktu pengeringan cenderung TPC semakin rendah.

Nilai kadar air yang paling ideal untuk sediaan padat konsorsium mikrobia adalah kurang dari 10%. Dalam kondisi tersebut kemungkinan terjadinya kontaminasi oleh jamur dapat diminimalkan.

Hasil uji kadar air media sebelum digunakan termuat dalam Tabel 2, sedangkan kadar air dan TPC untuk masing-masing jenis media *immobilizer* termuat dalam Tabel 3, 4, dan 5.

Tabel 2. Hasil analisis kadar air media sebelum perlakuan

No	Jenis Matriks	Kadar air
1.	Zeolit halus	4,99%
2.	Zeolit kasar	9,98%
3.	Talk	0,19%

Tabel 3. Hasil analisis TPC dan kadar air zeolit halus

No	Perbandingan Starter dan Media	Waktu pemanasan di 50°C	Kadar Air (%)	TPC (CFU/mL)
1.	1 : 3	24 jam (1)	17,30	7,4 x 10 <sup>9</sup>
2.	1 : 3	24 jam (2)	17,78	9,3 x 10 <sup>9</sup>
3.	1 : 3	48 jam (1)	7,71	8,8 x 10 <sup>8</sup>
4.	1 : 3	48 jam (2)	8,11	1,0 x 10 <sup>7</sup>
5.	1 : 3	72 jam (1)	7,25	2,0 x 10 <sup>6</sup>
6.	1 : 3	72 jam (2)	7,75	1,5 x 10 <sup>6</sup>
7.	1 : 4	24 jam (1)	16,32	>1,0 x 10 <sup>10</sup>
8.	1 : 4	24 jam (2)	18,99	7,5 x 10 <sup>8</sup>
9.	1 : 4	48 jam (1)	5,81	>1,0 x 10 <sup>10</sup>
10.	1 : 4	48 jam (2)	8,8	1,0 x 10 <sup>7</sup>
11.	1 : 4	72 jam (1)	6,2	5,0 x 10 <sup>6</sup>
12.	1 : 4	72 jam (2)	6,2	9,0 x 10 <sup>5</sup>

Tabel 4. Hasil analisis TPC dan kadar air media zeolit kasar

No	Perbandingan Starter dan Media	Waktu pemanasan di 50°C	Kadar Air (%)	TPC (CFU/mL)
1.	1 : 3	24 jam (1)	28,49	>1,0 x 10 <sup>10</sup>
2.	1 : 3	24 jam (2)	30,20	>1,0 x 10 <sup>10</sup>
3.	1 : 3	48 jam (1)	22,29	2,0 x 10 <sup>8</sup>
4.	1 : 3	48 jam (2)	23,20	3,0 x 10 <sup>8</sup>
5.	1 : 3	72 jam (1)	18,33	9,0 x 10 <sup>7</sup>
6.	1 : 3	72 jam (2)	16,24	6,0 x 10 <sup>7</sup>

7.	1 : 4	24 jam (1)	26,43	>1,0 x 10 <sup>10</sup>
8.	1 : 4	24 jam (2)	27,30	>1,0 x 10 <sup>10</sup>
9.	1 : 4	48 jam (1)	24,19	5,2 x 10 <sup>8</sup>
10.	1 : 4	48 jam (2)	22,40	9,4 x 10 <sup>7</sup>
11.	1 : 4	72 jam (1)	20,51	1,0 x 10 <sup>7</sup>
12.	1 : 4	72 jam (2)	20,10	1,5 x 10 <sup>6</sup>

Tabel 5. Hasil analisis TPC dan kadar air media talk

No	Perbandingan Starter dan Media	Waktu di 50°C	Kadar Air (%)	TPC CFU/mL
1.	1 : 3	24 jam (1)	13,72	>1 x 10 <sup>10</sup>
2.	1 : 3	24 jam (2)	14,25	2,0 x 10 <sup>9</sup>
3.	1 : 3	48 jam (1)	18,92	2,0 x 10 <sup>8</sup>
4.	1 : 3	48 jam (2)	13,45	3,2 x 10 <sup>7</sup>
5.	1 : 3	72 jam (1)	14,15	1,7 x 10 <sup>9</sup>
6.	1 : 3	72 jam (2)	13,10	6,5 x 10 <sup>6</sup>
7.	1 : 4	24 jam (1)	10,74	>1 x 10 <sup>10</sup>
8.	1 : 4	24 jam (2)	13,50	2,0 x 10 <sup>8</sup>
9.	1 : 4	48 jam (1)	10,87	7,0 x 10 <sup>8</sup>
10.	1 : 4	48 jam (2)	11,60	1,2 x 10 <sup>7</sup>
11.	1 : 4	72 jam (1)	6,29	4,0 x 10 <sup>8</sup>
12.	1 : 4	72 jam (2)	8,50	6,0 x 10 <sup>6</sup>

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada 2 variasi perbandingan starter dan media zeolit halus (1:3 dan 1:4), pada kadar air pengeringan 24 jam masih di atas 10% (16,32 sd 17,78% dengan TPC di atas 1x 10<sup>7</sup> CFU/mL. Dengan waktu pengeringan 24 jam belum dapat dipakai untuk pembuatan biakan padat konsorsium bakteri anaerob. Pada waktu pengeringan 48 jam, kadar air telah mencapai <10% dengan TPC masih di atas 10<sup>7</sup> CFU/mL sedangkan pengeringan 72 jam kadar air sudah dibawah 10% namun TPC sudah dibawah 10<sup>7</sup>CFU/mL, Pada perlakuan dengan media *immobilizer* zeolit halus, hasil terbaik didapat pada kondisi waktu pengeringan 48 jam dengan perbandingan starter dan media 1:3 dan 1:4. Tidak ada perbedaan yang signifikan antara perbandingan 1:3 dan 1:4, namun untuk menghemat starter lebih dianjurkan untuk memakai perbandingan starter-media 1:3

Dengan menggunakan media zeolit kasar, dengan waktu pengeringan 48 jam masih memiliki kadar air 18 hingga 20% bahkan dengan waktu 72 jam walaupun hasil TPC masih memenuhi syarat sebagai starter (lihat Tabel 4). Kadar air pada perlakuan dengan media talk juga tidak menunjukkan hasil yang maksimal. Pada pengeringan 48 jam kadar air masih di atas 10% dengan TPC yang fluktuatif.

Jika dilihat secara khusus dari nilai TPC, sebagian besar variasi perlakuan dengan waktu pengeringan 24 dan 48 jam masih layak digunakan sebagai starter karena hasilnya pada kisaran 10<sup>7</sup> hingga lebih dari 10<sup>10</sup> CFU/mL. Untuk waktu pengeringan 72 jam kecenderungan sudah di bawah 10<sup>7</sup> CFU/mL.

Konsorsium bakteri dalam media zeolit halus cenderung memiliki kadar air antara 5 hingga 8%

pada waktu pengeringan 48 jam. Kondisi yang berbeda terjadi pada zeolit serbuk kasar, Kemampuan zeolit serbuk halus untuk menyerap starter lebih bagus dibanding dengan zeolit serbuk kasar. Pada media talk, kadar air di bawah 10% hanya dicapai oleh perlakuan 1:4 dengan waktu pengeringan 72 jam.

Bentuk penempelan bakteri dalam media zeolit perlu dipastikan kembali dengan pengamatan SEM (*Scanning electron Microscopy*).

Dari evaluasi hingga didapatkan produk sediaan padat konsorsium bakteri anaerob yang paling ideal, selanjutnya akan dilakukan uji coba skala lapangan untuk mengetahui efektifitas senyatanya dari konsorsium bakteri anaerob tersebut.

## KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini, dalam membuat sediaan padat konsorsium bakteri anaerob untuk unit pengolah air limbah industri tekstil, media yang paling ideal digunakan adalah serbuk zeolit halus dengan masa pengeringan 48 jam pada suhu 50°C dan memiliki kadar air di bawah 10% dengan *Total Plate Count* (IPC) minimal 10<sup>7</sup> CFU/ml. Kondisi ini diperoleh pada perbandingan starter dengan media zeolit halus 1: 3 dan 1:4.

## SARAN

Penelitian ini akan dilanjutkan dengan aplikasi uji coba lapangan pada unit Instalasi Pengolahan Air Limbah tekstil unit anaerob untuk mengetahui kemampuan konsorsium isolat.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri Kementerian Perindustrian sebagai penyandang dana penelitian, penyelia dan analis Laboratorium Mikrobiologi/Biologi Lingkungan dan Laboratorium Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi Lingkungan BBTPPI sebagai lokasi penelitian dan analisa.

## DAFTAR PUSTAKA

Bashan L E., Bashan Y., Immobilized microalgae for removing pollutants: Review of practical aspects, *Bioresour. Technol* 101 2012, pp 1611-1627.

Borja, R., Banks, C.J., Kinetics of anaerobik digestion of soft drink wastewater in immobilized cell

bioreactors, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 60, 1994, pp 327–334.

Handayani, N.I., Pemanfaatan Konsorsium Mikrobia Untuk Meningkatkan Kinerja Sistem Lumpur Aktif, *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri* 6(1), 2015, pp 17–22.

Handayani, N.I., Moenir, M, Setianingsih, NI, Malik, R., Isolation of Anaerobic Heterotrophic Bacteria in Textile Industry Waste Water Treatment. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri* 7(1), 2016, pp 39–46.

Handayani, N.I., Setianingsih, N.I., Moenir, M. Performance of Immobilized-Selected Microorganisms in the Biodegradation of Textile Wastewater, *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri* 9(1), 2018, pp 29–37.

Bell J, Buckley C.A., Treatment Of A Textile Dye In The Anaerobic Baffled Reactor, *Journal Home*, Vol 29 Nomor 2, 2003, Pollution Research Group, School of Chemical Engineering, University of Natal, Durban, 4041, South Africa,

Kim, I. H., Choi, J. H., Joo, J. O., Kim, Y. K., Choi, J. W., Oh, B. K., Development of a microbe-zeolit carrier for the effective elimination of heavy metals from seawater. *J. Microbiol. Biotechnol.* 25(9), 2015, pp 1542-1546.

Leenen, E, Dos Santos V. A. P, Grolle, K. C. F., Tramper, J., Wijffels, R. H., Characteristics of and selection criteria for support materials for cell immobilization in wastewater treatment. *Water Res.* 12, 1996, pp 2985-2996.

Mallick, N., Biotechnological potential of immobilized algae for wastewater N, P and metal removal: a review. *BioMetals* 15, 2002 pp 377-390.

Martins, S. C. S., Martins, C. M., Fiuza, L. M. C. D., Santaella, S. T. (2013). Immobilization of microbial cells: A promising tool for treatment of toxic pollutants in industrial wastewater. *African Journal of Biotechnology*, 12(8), pp: 4412-4418

Montalvo, Silvio., Guerrero, Lorna., Borja, Rafael., Sanchez, Enrique., Milan, Zhenia., Cortes, Isel., Rubia, M. A. D. L. (2012). Application of natural zeolites in anaerobik digestion processes: A review. *Applied Clay Science.* 58, pp: 125-133.

- Munir M, Syahroni. C, Rame, Marlana B, Budiarto A, 2015. Teknologi Hibrid Anaerobik-Aerobik untuk Pengolahan Air Limbah Industri Pencucian Jeans, Proseeding workshop Hasil Litbang Unggulan Kementerian Perindustrian.
- Goel S, (2010), Anaerobic Baffled Reactor for Treatment of Textile Dye Effluent, Journal of Scientific & Industrial Research Vol. 69, April 2010, pp. 305-307, Department of Biotechnology, Mata Gujri College, Fatehgarh Sahib 140 406, India
- Weiss, S., Zankel, A., Lebuhn, M., Petrak, S., Somitsch, W., Guebitz, G. M. (2011). Investigation of microorganism colonising activated zeolits during biogas production from grass silage. *Bioresource Technology*. 102, pp:4353-4359.
- Peinado R. A., Moreno J. J., Maestre O., Mauricio J. C. (2005). Use of a novel immobilization yeast system for winemaking. *Biotechnol. Lett.* 27:1421-1424.
- Yuliasni, R, Setyaningsih, NI, Handayani, NI, and Budiarto, A., The Performance of Combined Technology Upflow Anaerobic Reactor (UAR)-Activated Sludge (AS) for Treating Batik Wastewater, *Advanced Science Letters* Vol. 23, 2246–2250, 201



## PROSIDING

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN ENTREPRENEURSHIP VI TAHUN 2019

"Transward State (karyo) Perekembangan untuk Masyarakat 2020 Pergerakan Berbasis (karyo) Berkelanjutan di Era Revolusi Industri 4.0 (karyo) Entrepreneurship"

Semarang, 21 Agustus 2019

ISBN : 978-602-99975-3-8