

APLIKASI MATERIAL PRESERVASI MIKROORGANISME (MPMO) DALAM PEMROSESAN LIMBAH CAIR ORGANIK PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH

An Application of Preserved Microorganism Material (MPMO) for Organic Wastewater Processing in Wastewater Treatment Plant

Eko Tri Sumarnadi Agustinus¹, Happy Sembiring¹, dan Effendi²

¹ Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI

² Pusat Penelitian Kimia Terapan LIPI

ABSTRAK Pemrosesan limbah cair organik dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pabrik Gula Sindanglaut periode giling tebu tahun 2011 belum berlangsung dengan baik ditunjukkan oleh nilai SV-30 di unit aerasi yang rendah (0-3 ml/L). Kondisi ini mengindikasikan tidak adanya aktivitas mikroorganisme. Oleh karena itu, pada periode giling tebu bulan Juli 2012 diterapkan Material Preservasi Mikroorganisme (MPMO) bertujuan untuk mengetahui kinerja material tersebut sebagai starter dalam pemrosesan limbah cair organik. Dalam penelitian ini, dilakukan kombinasi kimia dan biologi dengan pengembangbiakkan bakteri dan pemantauan dalam IPAL. Sebagai indikator pemrosesan adalah parameter fisika dan kimia mengacu Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 1995. Hasil pengukuran kondisi awal IPAL menunjukkan bahwa nilai COD (2.957 mg/L), BOD (2.356 mg/L), TSS (173 mg/L), kandungan sulfide (0,26 mg/L) dan minyak (18,9 mg/L) belum memenuhi syarat baku mutu lingkungan. Sedangkan hasil

pengukuran pada kondisi akhir IPAL setelah pemrosesan, menunjukkan nilai COD (56-68 mg/L), BOD (33,63-42,41 mg/L), TSS (32-52 mg/L), kandungan sulfide (0,08 mg/L) dan minyak (1 mg/L) telah memenuhi syarat baku mutu lingkungan. Peningkatan kualitas limbah cair secara signifikan tersebut membuktikan bahwa MPMO dapat berperan sebagai starter dalam pemrosesan limbah cair organik. Sebagai dampaknya adalah peningkatan indikator sertifikasi lingkungan IPAL Pabrik Gula Sindanglaut dari proper merah menjadi proper biru.

Kata Kunci: MPMO, starter, pemrosesan, limbah cair organik, IPAL.

ABSTRACT The results of organic wastewater processing at Sindanglaut Sugar Factory Wastewater Treatment Plant (WWTP) on a period of 2011 have not gone well, which indicates that there are no microorganisms activity as shown that values of SV - 30 at low aeration unit (0-3 ml/L). Therefore, in order to determine the performance of MPMO as a starter has been applied on July, 2012 sugar cane milling period Combining of chemistry and biology organic wastewater processing has also been studied through breeding and monitoring of bacteria's activity. Indicators of the processing results are obtained from physical and chemical parameters with reference to Minister of Environment Decree No. 51 of 1995. The results of initial conditions (inlet), shows that the value of COD (2,957 mg/L), BOD (2356 mg/L), TSS

Naskah masuk : 12 September 2013

Naskah Revisi : 10 Mei 2014

Naskah diterima : 20 Mei 2014

Eko Tri Sumarnadi Agustinus
Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI
Komplek LIPI, Jl. Sangkuriang, Bandung 40135
E-mail : esumarnadi@gmail.com

(173 mg/L), sulfide content (0.26 mg/L) and oil (18.9 mg/L) which is not qualified as environmental quality standards especially for effluent limitation standard. While the results of final conditions (after processing) of the outlet shows that COD (56-68 mg/L), BOD (33.63 to 42.41 mg/L), TSS (32-52 mg/L), sulfide content (0.08 mg/L) and oil (1 mg/L) has qualified in environmental quality standards. Improving the quality of the effluent is significant and MPMO can be used as a starter in the processing of organic wastewater. The impact of using MPMO is able to increase WWTP environmental certificate of Sindanglaut Sugar Factory from red to blue proper.

Keywords: MPMO, starter, processing, organic wastewater, WWTP

PENDAHULUAN

Pemrosesan limbah cair organik di dalam suatu unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang menggunakan metoda biologi (bakteri), sering kali mengalami gangguan baik secara langsung maupun tidak langsung dapat menyebabkan kematian pada bakteri (Ambarwati dan Sembiring, 2003). Seperti halnya yang terjadi pada proses pengolahan limbah cair dalam IPAL PG Sindanglaut yang sedang berjalan tidak berlangsung dengan baik karena sebagian besar bakteri mati yang ditandai dengan tidak adanya aktivitas mikroorganisme atau SV-30 menunjukkan nilai 0. Terganggunya bakteri dapat saja terjadi, baik karena kerusakan alat pengatur pH, kelebihan limbah cair organik yang terkonsentrasi maupun karena limbah cair mengandung logam berat dan/atau zat toksik lainnya. Beberapa jenis zat toksik yang dapat menyebabkan bakteri pengolah limbah cair tersebut mati, diantaranya karena adanya kandungan klorin, peroksida, formalin, dan phenol dalam konsentrasi yang berlebihan (Balbich and Davis, 1981, Lim and Grady, 1980). Untuk mengembalikan kondisi bakteri tersebut dapat dilakukan dengan istilah *seeding*, yaitu membiakkan bakteri sampai sejumlah tertentu dalam sebuah IPAL, yang pada umumnya memerlukan waktu 1 – 3 bulan.

Dalam rangka memberikan kemudahan penanganan bakteri tersebut, solusi yang ditawarkan adalah menggunakan Material

Preservasi Mikroorganisme (MPMO), yakni suatu sistem penyimpanan bakteri pengurai limbah cair organik berbentuk tablet yang mampu bertahan dalam jangka waktu (1-5) tahun (Sembiring, et al, 2012). Mikroorganisme yang dikembangkan adalah bakteri jenis *aerobic*, yaitu *Bacillus licheniformis*. Bakteri ini telah lama dikenal sebagai salah satu bakteri pengurai limbah cair organik (Gottschalk, 1985). Penggunaan MPMO kultur tablet dapat memberikan kemudahan bagi pengguna mikroorganisme (bakteri), terutama pada pemrosesan limbah cair organik di dalam unit IPAL dengan menggunakan bakteri. Kemudahan yang dimaksud adalah kemudahan baik dalam transportasi bakteri maupun dalam penyimpanan bakteri sebagai cadangan apabila terjadi gangguan dalam proses pengolahan yang menyebabkan bakteri terganggu (mati). Oleh karena itu, implementasi prototip produk MPMO di unit IPAL PG Sindanglaut – Cirebon ini menjadi penting untuk dilakukan.

Implementasi MPMO di dalam IPAL ini dimaksudkan untuk mengetahui sampai sejauh mana MPMO kultur tablet mampu berperan sebagai starter dalam pemrosesan limbah cair organik di unit IPAL Pabrik Gula Sindanglaut, Kabupaten Cirebon. Seperti diketahui bahwa MPMO yang ditanam di dalam unit IPAL, konsentrasi bakteri dapat berkembang biak dengan cepat sesuai dengan jumlah bakteri yang diinginkan dan berkorelasi dengan jumlah nutrisi yang diberikan. Untuk keperluan tersebut perlu telah dikaji terlebih dahulu mengenai teknis operasional PG Sindanglaut yang meliputi mekanisme proses produksi gula pasir dan mekanisme pengolahan limbah cair dalam IPAL, sehingga dapat diprediksi berapa jumlah MPMO yang diperlukan. Permasalahannya adalah bagaimana kinerja produk MPMO hasil penelitian mampu berperan sebagai starter dalam pemrosesan limbah cair industri gula pada Unit IPAL Pabrik Gula Sindanglaut – Cirebon. Tahapan kegiatan yang dilakukan dalam implementasi ini meliputi tahap persiapan, tahap pelaksanaan dan pemantauan kegiatan yang mencakup pengukuran parameter fisika dan kimia pada kondisi awal, masa pemeliharaan, hingga pada kondisi akhir operasional IPAL. Untuk mengetahui kinerja dari bakteri yang disimpan dalam MPMO tersebut dilakukan pengujian parameter fisik dan kimia yang

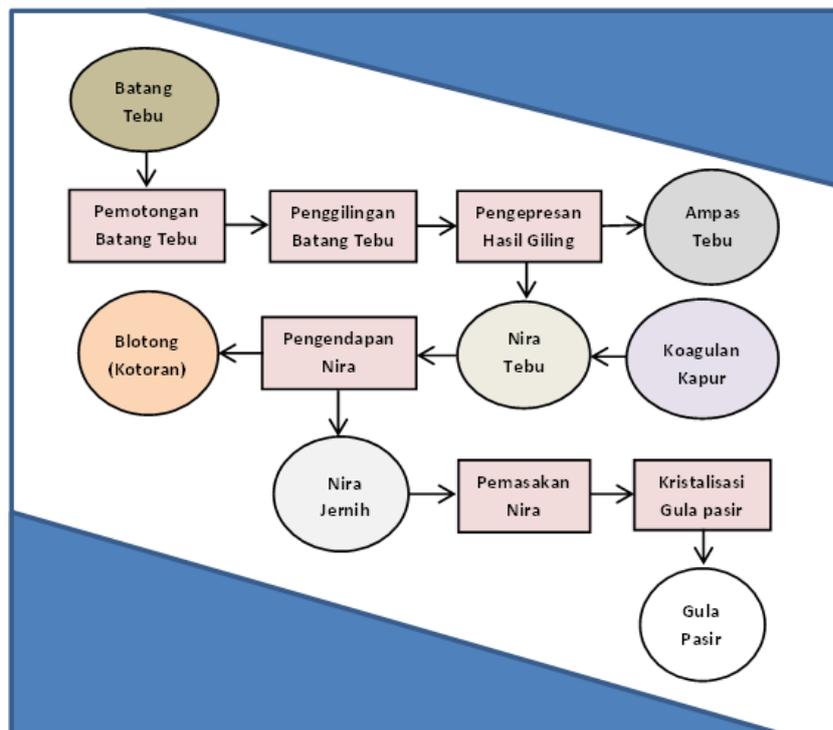
meliputi temperatur, *Total Suspended Solid* (TSS), pH, *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), kandungan sulfide sebagai S dan kandungan minyak/lemak serta SV - 30 (*Suspended Volume*, selama 30 menit). Hasil uji implementasi MPMO ini, diharapkan dapat meningkatkan hasil pemrosesan limbah cair organik dalam IPAL tersebut, sehingga dapat membantu Pabrik Gula Sindanglaut dalam peningkatan indikator sertifikasi lingkungan dari 'proper merah' (tidak taat lingkungan) menjadi 'proper biru' (taat lingkungan).

METODE

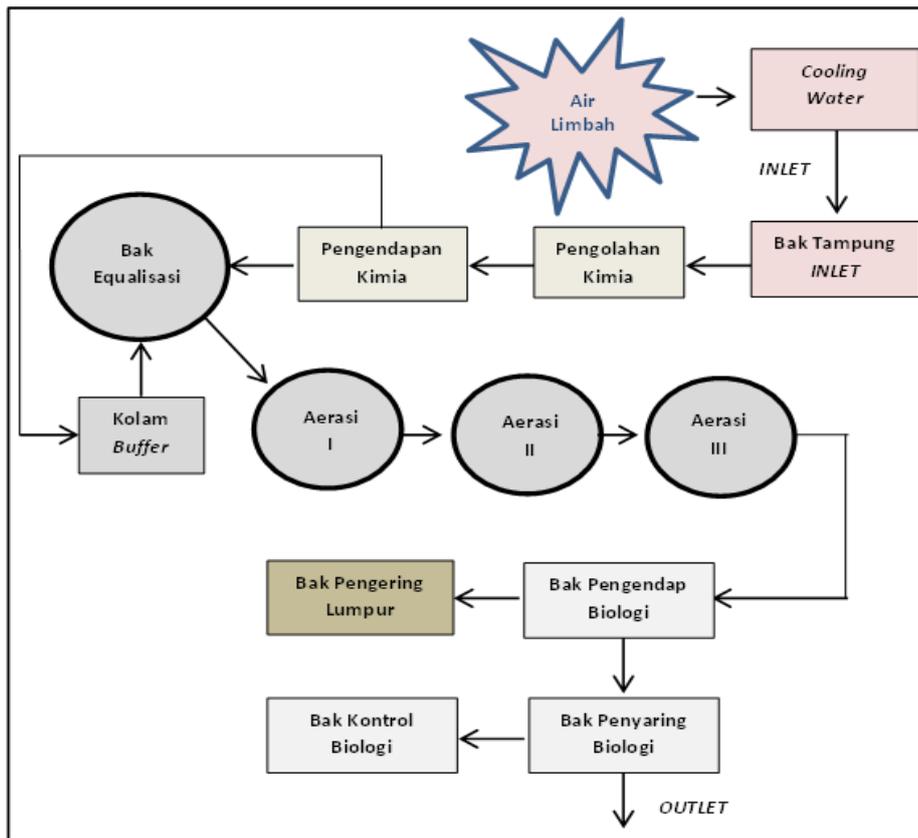
Masa giling PG Sindanglaut hanya berlangsung pada musim panen tebu, yakni beroperasi sekitar 6-7 bulan/tahun (dari bulan Juni sampai dengan bulan Januari). Sementara bahan baku berupa tebu diperoleh dari Kecamatan Tanah Abang dan sekitarnya, baik tebu milik PG Sindanglaut maupun tebu milik petani yang mencakup sekitar 60% dari jumlah total tebu giling. Mekanisme produksi gulapassis di PG. Sindanglaut terdiri dari

beberapa tahap, yaitu proses penggilingan, pemerasan, pemasakan hingga sampai proses kristalisasi, seperti diperlihatkan pada bagan alir Gambar 1. Dengan demikian, sumber terjadinya limbah organik cair dapat berasal dari ceceran air nira ketika proses pemerasan, air pendingin, air pembilasan dan air pencucian dari unit pemasakan.

Secara umum, mekanisme pengolahan air limbah di unit IPAL di PG Sindanglaut seperti diperlihatkan pada bagan alir Gambar 2, dengan kapasitas pengolahan limbah cair mencapai sekitar 120 m³/hari. Limbah cair yang berasal dari ceceran-ceceran beberapa proses seperti pemerasan tebu, penjernihan nira, pencucian alat-alat pemasak nira dan pembersihan alat-alat pengkristalan disalurkan lewat saluran tertutup dari unit proses pembuatan gula masuk melalui semburan limbah cair ke dalam unit *cooling tower* sederhana yang terbuat dari anyaman bambu. Di unit *cooling tower* ini terjadi penurunan suhu air limbah dari suhu sekitar 60°C menjadi 30°C selanjutnya masuk ke dalam bak tampung *inlet*.



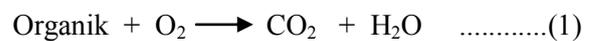
Gambar 1. Bagan alir proses produksi gula pasir.



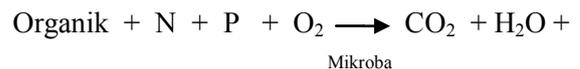
Gambar 2. Bagan alir mekanisme pengolahan limbah cair organik di dalam IPAL

Secara teoritis, pemrosesan limbah cair metode biologi diperlukan keseimbangan antara jumlah biologi (bakteri) dengan jumlah nutrisi, yakni berupa Carbon, Nitrogen, Posfor dan mineral lainnya. Nisbah antara kandungan Carbon, Nitrogen, Posfor adalah (C:N:P = 100 : 3 : 1), untuk mencapai nisbah tersebut diperlukan penambahan sejumlah nutrisi berupa Urea, ZA (Zeng Amonia), dan Posfor berupa (NPK/TSP). Pada Bak biologi ini terdapat 3 (tiga) komponen yang harus disediakan yaitu : (a) air limbah yang mengandung sumber makanan dan nutrisi untuk bakteri; (b) bakteri sebagai pengurai/penghancur bahan organik dalam air limbah dan (c) oksigen sebagai bahan suplai oksigen untuk jenis bakteri *aerobic*. Pada Bak Pengolahan Biologi tersebut perlu diperhitungkan mengenai waktu tinggal hidrolis air limbah yang akan diolah, dimana waktu hidrolis ini juga menunjukkan lama waktu kontak atau waktu reaksi antara polutan organik dari air limbah tersebut dengan lama waktu kontak air limbah dengan bakterinya.

Mekanisme degradasi limbah cair organik sebagaimana dinyatakan oleh Metcalf and Eddy (1991), bahwa bakteri pada konsentrasi rendah (dibawah 100 ppm) dapat mengurai limbah cair organik menjadi komponen organik yang lebih sederhana seperti CO₂. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

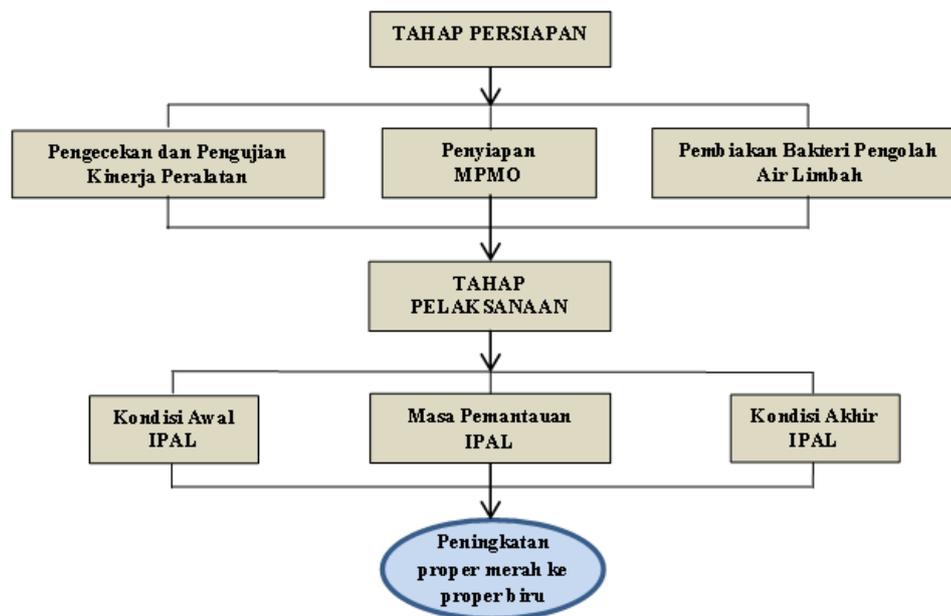


Jika terdapat unsur N dan P digunakan sebagai nutrisi, maka persamaan reaksi menjadi:



dimana : N dan P adalah nutrisi dengan ratio komposisi : COD : N : P = 100 : (3-5) : 1.

Tahapan kegiatan penelitian yang dilakukan disajikan pada Gambar 3, meliputi tahap persiapan dan tahap pelaksanaan mulai dari pengukuran parameter fisika dan kimia pada kondisi awal, masa pemeliharaan (pemantauan)



Gambar 3. Bagan alir tahapan kegiatan

hingga pada kondisi akhir IPAL. Pada tahap persiapan dilakukan pengecekan dan pengujian kinerja peralatan, penyiapan MPMO, pembiakan bakteri pengolah limbah cair organik dan pengecekan terhadap proses pengolahan limbah cair dalam IPAL yang sedang berjalan. Penyiapan MPMO dilakukan dengan melakukan preparasi bentonit, pencampuran dengan bibit bakteri dan pengeringan di dalam oven pada suhu 50°C (Sembiring, et al., 2012).

Pengembangbiakkan bakteri, merupakan langkah awal untuk pengolahan limbah cair metode biologi, kegiatan ini sering disebut dengan istilah *seeding* yang artinya pembibitan. Kegiatan ini dikerjakan minimal 1 (satu) bulan sebelum pengolahan terhadap air limbah dimulai. Indikator pertumbuhan bakteri dinyatakan sebagai SV-30 (*Sludge Volume*, 30 menit), angka ini menunjukkan jumlah bakteri yang terdapat dalam air pada proses pengolahan limbah cair. Khusus untuk limbah cair dari industri gula, nilai SV-30 berkisar antara (100 – 400) mL/L sudah cukup memadai untuk dilakukan pengolahan (Grady and Lim, 1999).

Pengembangbiakkan bakteri dilakukan di dalam kolam Aerasi 1 dengan kapasitas sekitar 200 m³ melalui perlakuan sebagai berikut: kolam aerasi diisi dengan air sampai 150 m³. Sebagai media

pertumbuhan bakteri digunakan tetes tebu sebagai sakarosa atau glukosa, sedangkan sumber Nitrogen dan Posfor digunakan pupuk ZA dan NPK (Mickie, 2012). Prosedur dilakukan sebagai berikut, tambahkan larutan tetes tebu sebanyak 60 kg atau sebanyak 2 Jerigen @ 20 liter, larutkan ZA dengan kemurnian 60% sebanyak 14,1 kg dan NPK nisbah 30:30:30 sebanyak 0.2 kg (Fair, et al., 1968). Air di dalam kolam diaerasi selama 30 menit, dengan maksud untuk mengaduk supaya merata. Bakteri *Bacillus licheniformis* dalam MPMO berbentuk pasta disuspensikan dengan air kolam Aerasi I di dalam ember. Suspensi dibuat secara bertahap sampai jumlah MPMO mencapai sekitar 200 kg, pH air kolam diukur, diamati dan dijaga pada kondisi pH 7. Selanjutnya ditambahkan Molases, ZA dan NPK setiap hari sampai nilai SV 30 mencapai 150 mL/L. Kegiatan pemberian nutrisi dan aktivitas penanaman mikroorganisme diperlihatkan pada Gambar 4.

Pada tahap pelaksanaan dilakukan pengukuran parameter fisika dan kimia yang meliputi temperatur, pH, DHL, Turbiditas, Konduktivitas, Salinitas, TSS, BOD, dan COD yang digunakan untuk pemantauan mulai dari kondisi awal, masa pemeliharaan hingga pada kondisi akhir IPAL.



Gambar 4. Kegiatan pemberian nutrisi dan aktivitas penanaman mikroorganisme

Tabel 1. Hasil pengukuran parameter fisika pada kondisi awal IPAL PG Sindang Laut

No	Parameter fisik IPAL	Nilai / Satuan		
		Sebelum pemberian nutrisi	Ketikapemberian nutrisi	Setelah pemberian nutrisi
1	pH	7,27	7,27	7,15
2	DHL(mS/cm ²)	0,613	0,888	0,884
3	Turbidity (NTU)	48	67	392
4	Suhu (°C)	28,29°C	29,4 °C	29,5 °C
5	Salinity (%)	0,02 %	0,03 %	0,03 %
6	DO (mg/L)	5,8	6,2	5,4
7	SV 30 (ml/L)	-	-	3 mL

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Awal Limbah Cair

Hasil pengujian di lapangan ditunjukkan oleh analisis terhadap sampel air di dalam IPAL

(Tabel 1), yang memperlihatkan bahwa mekanisme pertumbuhan mikroorganisme tidak berlangsung dengan baik karena tidak ada aktivitas mikroorganisme atau SV-30 menunjukkan nilai 0 (nol). Oleh karena itu, perlu dilakukan penggantian jenis bakteri melalui

Table 2. Karakteristik kondisi awal limbah cair di dalam IPAL

No	Parameter fisik IPAL	Satuan	Hasil pengujian	Bakumutu	Metoda pengujian
1	Temperatur	°C	32,56	-	SNI-06-6989.23-2005
2	TSS	mg/L	173,0	100	SNI-06-6989.3-2004
3	pH	-	6,58	6 – 9	SNI-06-6989.11-2004
4	BOD	mg/L	2.356	100	SNI-06-6989.14-2004
5	COD	mg/L	2.957	250	APHA Ed21.5220C 2005
6	Sulfida sebagai S	mg/L	0,26	0,5	SNI-06-6975. -2002
7	Minyak/lemak	mg/L	18,9	5	APHA Ed21.5220C 2005

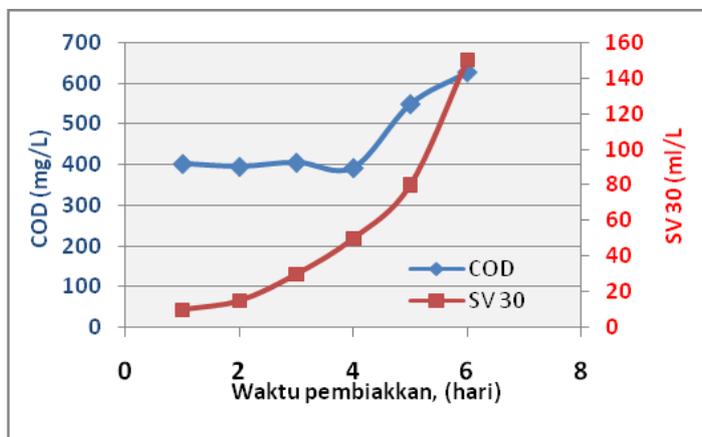
penanaman mikroorganisme jenis baru, yaitu dengan menggunakan MPMO hasil penelitian.

Hasil pengukuran karakteristik limbah cair pada bagian *inlet* unit IPAL, yakni sebelum dilakukan pemrosesan limbah cair seperti diperlihatkan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa limbah cair mempunyai nilai TSS, BOD, COD maupun kandungan minyak/lemak masih melebihi nilai baku mutu yang dipersyaratkan dalam SK Gubernur No. 6 Tahun 1999 atau berdasarkan SK Men LH No. 51 Tahun 1995.

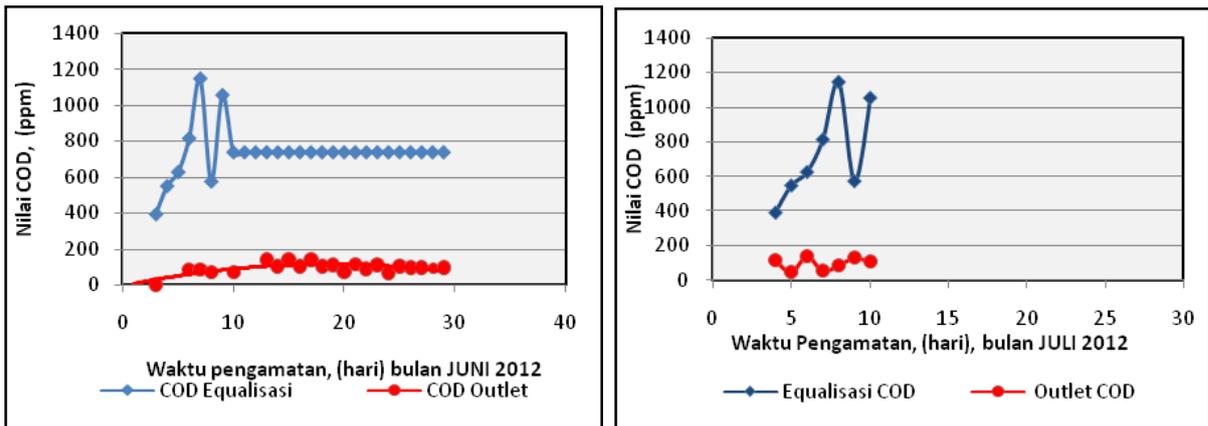
Pemantauan pada 7 (tujuh) hari berjalan

Guna melihat pertumbuhan bakteri, dilakukan pengamatan setelah 7 (tujuh) hari berjalan dan

hasil pertumbuhan bakteri seperti ditunjukkan pada grafik Gambar 5. Data tersebut menunjukkan bahwa kurva pertumbuhan bakteri cukup baik (nutrisi disuplai setiap hari dengan konsentrasi 400 mg/L), yaitu terjadi peningkatan biomasa dalam hal ini jumlah bakteri cepat bertambah sesuai dengan bertambahnya jumlah bahan makanan (nutrisi) dan aerasi yang diberikan. Kondisi tersebut terlihat pada hari ke-7, yang memperlihatkan telah terjadi keseimbangan antara nilai COD dengan nilai SV-30. Nilai SV-30 tersebut telah mencapai nilai 150 mL/L, berarti sudah memenuhi target jumlah bakteri untuk proses pengolahan, yaitu nilai baku SV-30 yang berkisar antara (100 – 400) mL/L.



Gambar 5. SV-30 dan kurva pertumbuhan bakteri setelah 7 hari berjalan



Gambar 6. Kurva hasil pemantauan nilai COD (bulan Juni dan bulan Juli tahun 2012)

Pemantauan pada 2 (dua) bulan berjalan

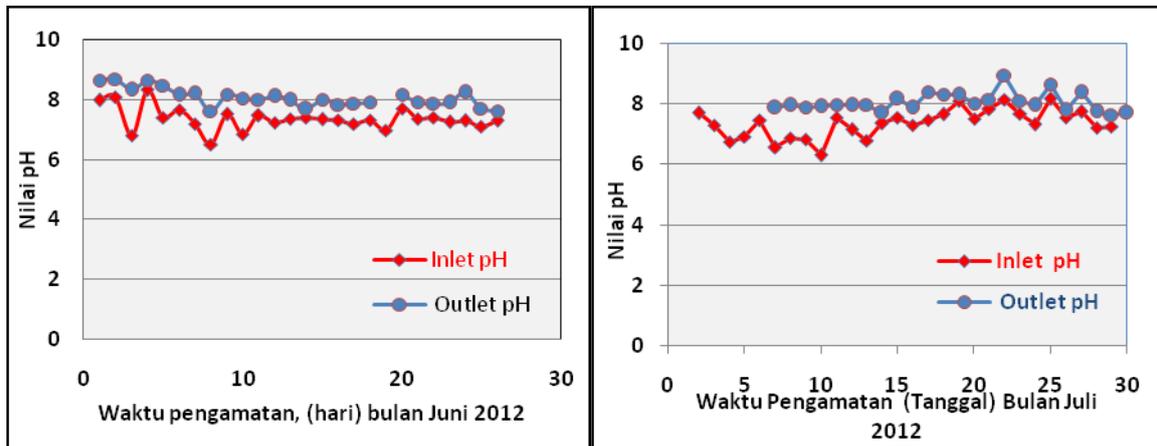
Pemantauan melalui pengukuran terhadap nilai COD pada 2 (dua) bulan berjalan menunjukkan bagaimana kinerja dari bakteri pengurai bahan organik tersebut. Hasil pengamatan dan pengukuran nilai COD yang dilaksanakan dilapangan selama bulan Juni dan Juli 2012 seperti diperlihatkan pada Gambar 6. Kurva tersebut menunjukkan bahwa nilai polutan organik dalam air limbah industri gula mempunyai nilai rata-rata COD 737 mg/L untuk jangka waktu tinggal 1 (satu) hari, proses di bak aerasi dapat menurunkan nilai COD hingga menjadi 98 mg/L. Nilai COD yang dihasilkan, mencerminkan bahwa bahan organik yang terdapat di dalam air limbah berupa polutan organik harus dihilangkan dari air limbah tersebut melalui pemrosesan air limbah. Nilai COD *outlet* hasil pengujian air limbah sudah memenuhi syarat untuk dibuang ke badan air sungai, dengan mengingat SK Gubernur No. 6 Tahun 1999 dan/atau berdasarkan SK Men LH no. 51 Tahun 1995 bahwa nilai COD maksimum untuk industri gula 250 mg/L. Dengan demikian, bahwa hasil pengolahan air limbah dengan menggunakan bakteri *Bacillus Lincheniformis* yang dikemas dalam MPMO ini cukup efektif untuk mengolah limbah cair organik.

Limbah cair organik yang mengandung COD tinggi, memberikan arti bahwa didalam air limbah tersebut banyak mengandung unsur

hidrokarbon. Hidrokarbon yang berasal dari industri gula berbetuk sebagai karbohidrat, sakarosa, fruktosa atau turunan disacharida lainnya. Apabila bahan organik ini diuraikan oleh bakteri akan terurai menjadi rantai karbon pendek seperti asetat, formiat, karboksilat dan penguraian terakhir berupa CO₂. Hasil akhir yang diharapkan bahwa penguraian bahan organik dari air limbah terurai menjadi CO₂, namun pada kenyataan dilapangan sebelum mencapai menjadi CO₂ terbentuk hasil *intermediate* sebagai asam-asam rantai karbon pendek seperti (asam asetat, asam formiat, asam karboksilat lainnya). Oleh karena itu, hasil penguraian bahan organik selalu menghasilkan nilai pH yang rendah atau bersifat asam. Tetapi dalam proses pengolahan limbah cair dengan metoda biologi (menggunakan bakteri) selalu ditambahkan Urea atau ZA dengan maksud sebagai bahan nutrisi esensial untuk pertumbuhan bakteri dalam pengolahan limbahcair tersebut. Jika jumlah nutrisi sebagai sumber N yang berasal dari Urea, ZA atau protein lain yang mengandung kandungan N (Nitrogen), maka proses *intermediate* menghasilkan NH₃ yang dalam air terikat oleh molekul air (H₂O) sehingga menjadi NH₄OH, unsur ini yang akan menetralisasi pengaruh asam. Kondisi pH dari hasil pengukuran selama proses pengolahan berlangsung, nilai pH relatif stabil 6,5 sampai 8,1, seperti ditunjukkan pada kurva Gambar 7.

Namun bila jumlah ammonia dari limbahcair tersebut cukup tinggi, maka penurunan pH ini akan tertahan oleh peningkatan jumlah amoniak dari penguraian protein yang ada di dalam air limbah tersebut. Dengan demikian, nilai pH hasil pengolahan limbah cair masih berada dalam kondisi diatas netral (sekitar 8,1) tetapi nilai pH ini masih berada pada nilai ambang yang diperbolehkan atau masih memenuhi baku mutu yang dianjurkan, yaitu antara nilai 6 – 9.

cair tersebut diusahakan agar tidak menunjukkan angka peningkatan yang sangat tinggi, karena akan menimbulkan permasalahan baru pada pasca pengolahan. Data keseimbangan dari jumlah bakteri dan bahan polutan organik hasil uji lapangan diperlihatkan pada Gambar 8, yang menunjukkan kurva penurunan jumlah organik sebagai COD dan peningkatan jumlah bakteri yang pertumbuhannya landai, dalam arti bahwa maka jumlah makanan harus disesuaikan dengan



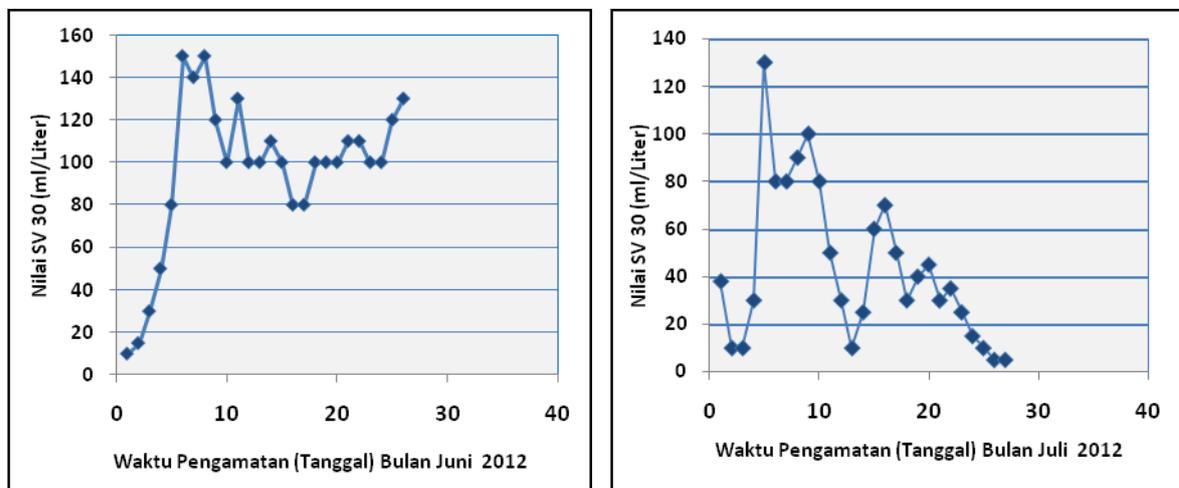
Gambar 7. Kurva hasil pengamatan dan pengukuran pH (bulan Juni dan Juli tahun 2012)

Jumlah bakteri dalam unit pengolahan limbah cair ini perlu dijaga agar bakteri yang dipelihara diusahakan berada dalam keseimbangan antara jumlah bakteri yang hidup dan jumlah bakteri yang mati. Jika terdapat peningkatan dari jumlah bakteri sebagai akibat dari pasokan makanan, maka peningkatan jumlah bakteri didalam limbah

jumlah pertumbuhan bakteri.

Pemantauan pada 6 (enam) bulan berjalan

Berdasarkan data pengamatan uji aplikasi dilapangan dalam skala industri selama 5 bulan (Tabel 3 dan Gambar 9) memperlihatkan bahwa MPMO mempunyai kinerja yang sangat baik.



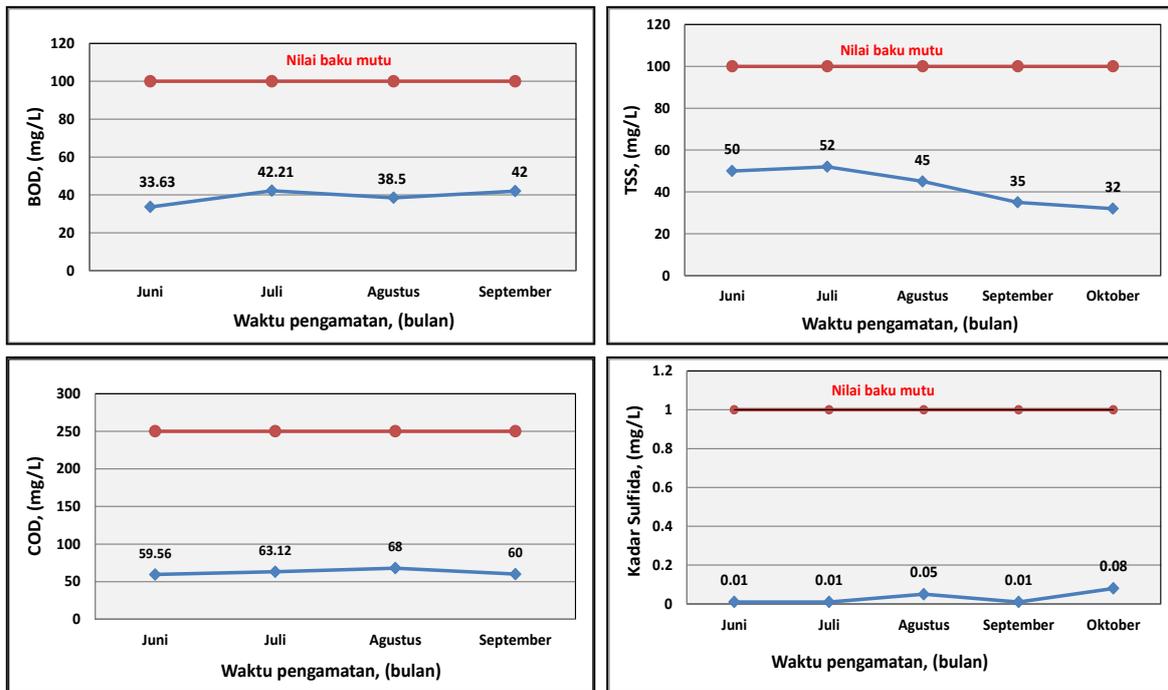
Gambar 8. Kurva hasil pengukuran SV 30 (bulan Juni s.d Juli 2012)

Kondisi ini ditunjukkan oleh kemampuan MPMO untuk mereduksi bahan organik rata-rata sebagai COD 1.985 mg/L (*inlet*) dan sekitar 850 mg/L COD (data 5 bulan setelah proses kimia), setelah melalui proses biologi dengan menggunakan MPMO menghasilkan nilai COD 60 mg/L. Nilai akhir dari pengolahan ini jauh lebih kecil dari nilai bakumutu yang dianjurkan berdasarkan SK MENLH No. 51 tahun 1995.

Disamping nilai COD, parameter lainnya seperti BOD (dari 1421,97 menjadi 38,17 mg/L) dan kandungan sulfida (dari 1,56 menjadi 0,038 mg/L) dapat direduksi secara signifikan kecuali kandungan minyak/lemak yang relatif tetap. Sedangkan nilai TSS (dari 30 menjadi 43 mg/L) dan pH (dari 6,99 menjadi 7,43) mengalami peningkatan tetapi masih dalam batas nilai ambang batas baku mutu menurut SK MenLH No 51 tahun 1995.

Tabel 3. Hasil pengukuran parameter fisika dan kimia di dalam IPAL

KONDISI IPAL	PARAMETER FISIKA DAN KIMIA DALAM IPAL					
	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	pH	Sulfida (mg/L)	Minyak/Lemak (mg/L)
<i>Inleet IPAL</i>	1421.97	1985.2	30	6.99	1.56	1
Nilai baku mutu	100	250	100	6,0 - 9,0	1	5
<i>Outlet IPAL bulan:</i>						
Juni	33,6	59,56	50	6,17	0,01	1
Juli	42,21	53,12	52	7,11	0,01	1
Agustus	38,5	68	45	7,16	0,05	1
September	42	60	35	7,22	0,01	1
Oktober	34	56	32	7,19	0,08	1
Rata-rata / bulan	38.17	59,39	43	7,43	0,032	1

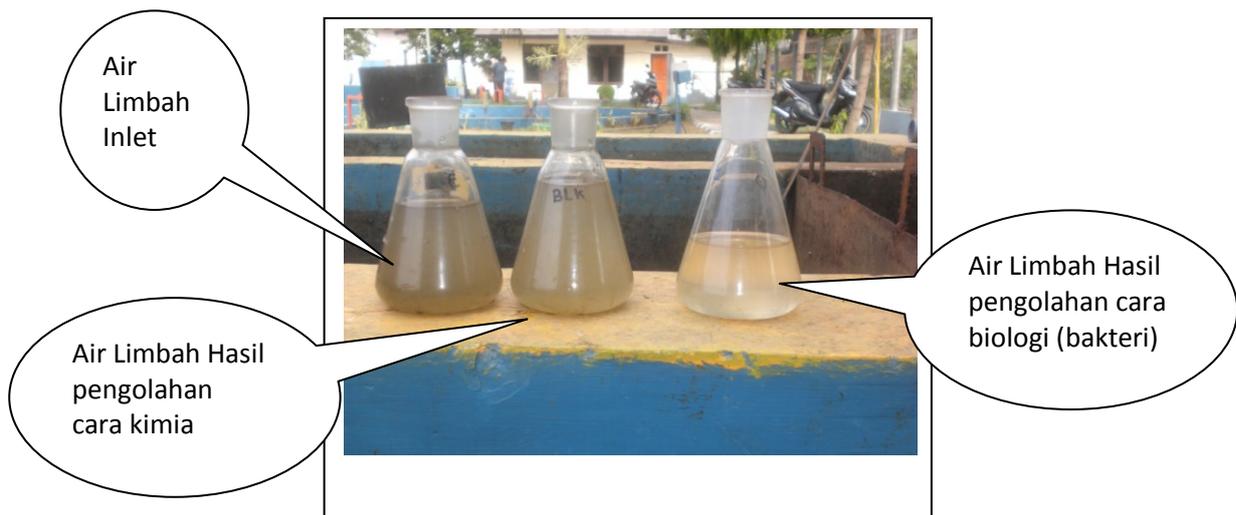


Gambar 9. Kurva hasil pemantauan IPAL (bulan Juni s.d Oktober 2012)

Peranan MPMO

Kemampuan unit IPAL PG Sindanglaut berdasarkan hasil pemanfaatan MPMO menunjukkan nilai *removal* organik sebesar 790 mg/L/hari pada *loading* air limbah 120 m³/hari dengan kondisi SV 30 sebesar 120 mL/L. Atau dengan kata lain bahwa kemampuan IPAL tersebut dengan *removal* organik 2.244 kg COD/kg/hari, artinya kemampuan setiap 1 kg mikroba *Bacillus linceniformish* mampu menguraikan bahan organik sebagai COD sebesar 2.244 kg pada limbah cair untuk waktu penguraian selama 1 hari. Hasil pengolahan

diantaranya terhadap kualitas limbah cair industri. Berdasarkan data pengamatan yang telah dilakukan selama 5 bulan dari bulan Juni sampai Oktober 2012 menunjukkan kinerja pengolahan limbah cair di unit IPAL sangat baik menurut SK MenLH No 51 tahun 1995. Dengan demikian MPMO mampu berperan sebagai starter dalam pengolahan limbah cair organik. Sebagai dampak dari peningkatan kualitas limbah cair organik adalah peningkatan indikator sertifikasi lingkungan IPAL Pabrik Gula Sindanglaut dari proper merah menjadi proper biru.



Gambar 10. Perbedaan warna air limbah sebelum dan sesudah pemrosesan

limbah cair secara signifikan diperlihatkan pada Gambar 10, secara visual memperlihatkan perbedaan warna hasil pemrosesan sebelumnya, dimana dengan cara biologi (bakteri) relatif jernih dan tidak mencemari lingkungan.

Proses pengolahan IPAL yang dilaksanakan tahun 2012 memberikan nilai yang lebih baik bila dibandingkan dari tahun sebelumnya. Keuntungan bagi perusahaan PG Sindanglaut yang mengikuti program proper dari Menteri Lingkungan Hidup, memberikan penilaian peringkat warna biru. Peringkat warna biru tersebut menunjukkan bahwa perusahaan yang dinilai oleh Kementerian LH menunjukkan bahwa kinerja perusahaan tersebut terhadap kepedulian terhadap lingkungan sangat taat dan menunjukkan nilai di bawah baku mutu bagi semua parameter pengujian lingkungan,

KESIMPULAN

Kinerja MPMO pada unit pengolahan biologi dari air limbah industri gula dinilai sangat baik, terutama dapat mereduksi rata-rata dari bahan organik sebagai COD 1.985 mg/L (*inlet*) dan sekitar 850 mg/l COD (data dari 5 bulan) setelah proses kimia, dan setelah melalui proses biologi dengan menggunakan MPMO nilai COD menjadi 60 mg/L. Kemampuan MPMO dalam IPAL menunjukkan nilai *Removal* Organik 2.244 kg COD/kg/hari, artinya bahwa setiap 1 kg mikroba *Bacillus linceniformish* mampu menguraikan bahan organik sebagai COD 2.244 kg pada air limbah untuk waktu penguraian 1 (satu) hari. Sementara nilai BOD (dari 1421,97 menjadi 38,17 mg/L) dan kandungan sulfida (dari 1,56 menjadi 0,038 mg/L) dapat direduksi secara signifikan kecuali kandungan minyak/lemak yang

relatif tetap. Walaupun nilai TSS (dari 30 menjadi 43 mg/L) dan pH (dari 6,99 menjadi 7,43) mengalami peningkatan tetapi masih dalam batas nilai ambang baku mutu menurut SK Menteri Lingkungan Hidup No 51 tahun 1995.

MPMO mampu berperan sebagai stater dalam pemrosesan limbah cair organik yang dilaksanakan tahun 2012 memberikan nilai yang lebih baik dari tahun sebelumnya. Perusahaan PG Sindanglaut yang mengikuti program Proper dari Kementerian Lingkungan Hidup, diberikan penilaian peringkat warna Biru, dalam arti bahwa kinerja perusahaan tersebut mempunyai kepedulian terhadap lingkungan, dan sangat taat yang ditunjukkan oleh nilai yang dibawah baku mutu bagi semua parameter pengujian lingkungan, diantaranya terhadap kualitas air limbah industri.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Kepala Pusat Penelitian Geoteknologi-LIPI dan Pengelola Program Kompetitif - LIPI terutama Sub-Program Material Maju dan Nanoteknologi. Kami juga menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Sdr. Anggoro Tri Mursito, Diana Rahayuningwulan, Atet Saepuloh, Nita Yusianita dan Ratna Kumala, juga kepada seluruh redaksi Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan atas dimuatnya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati dan Sembiring, T, 2003. Biodegradasi Anaerob Senyawa Aromatik Amine. Teknologi Indonesia, Jilid XXVI, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Balbich, H and Davis, H.A, 1981. Phenol: A Review of Environmental and Health Risk Regulat, Toxicol Pharmacol, 1, 90-190.
- Fair, G.M, Geyer, J.C, and Okun, D.A, 1968. Water and Wastewater Engineering, John Wiley and Sons, New York.
- Grady, C.P.L. and Lim, H.C., 1999. Biological Wastewater Treatment, Theory and Applications, Marcel Dekker, New York.
- Gottschalk, G, 1985. Bacterial Metabolism, Second Edition, Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo.
- Metcalf and Eddy Inc, 1991. Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse, ISBN 0-97-100824-1, McGraw-Hill, Inc, New York.
- Mickie, 2012. *Microbiology*, 21st ed. American Water and Waste Water Association, Dallas, Texas.
- Sembiring, H., Sumarnadi, E.T., Effendi dan Gurharyanto, 2012. Pelletisasi Bentonit Sebagai Preservasi Bakteri Pengurai Limbah Organik Cair : Rekayasa dan Prototip, Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, ISBN 978-979-8636-19-6, Bandung.