

LAPORAN TAHUNAN

PENELITIAN

HIBAH BERSAING



***PENJERNIHAN AIR SUNGAI MENGGUNAKAN DEDAK
KULIT PADI YANG DITAMBAHI MIKROORGANISME
EFEKTIF***

Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun

Deni Rusmaya, ST., MT (NIDN: 0410057701)

Dr. Fadjari Lucia Nugroho, Dra., M.Sc., DEA (NIDN: 0414015202)

Dr. Yonik Meilawati Yustiani, ST., MT. (NIDN: 0403057003)

UNIVERSITAS PASUNDAN

NOVEMBER, 2015

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Penjernihan Air Sungai Menggunakan Dedak Kulit Padi yang Ditambahi Mikroorganisme Efektif

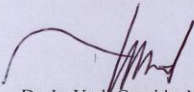
Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Deni Rusmaya, ST., MT
NIDN : 0410057701
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Teknik Lingkungan
No HP : 081321588592
Alamat surel (e-mail) : denirusmaya@gmail.com

Anggota 1
Nama Lengkap : Dr. Fadjar Lucia Nugroho, MSc., DEA
NIDN : 0414015202
Perguruan Tinggi : Universitas Pasundan

Anggota 2
Nama Lengkap : Dr. Yonik Meilawati Yustiani, ST., MT
NIDN : 0403057003
Perguruan Tinggi : Universitas Pasundan
Perguruan Tinggi : -
Institusi Mitra (jika ada) : -
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 57.500.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp. 129.616.000,00

Bandung, 9 November 2015

Mengetahui,
Dekan


Dr. Ir. Yudi Garnida, MS
151 102 29

Ketua,


Deni Rusmaya, ST., MT
151 103 37

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian



Dr. Yaya Abdul Azis, M.Si
151 101 56

RINGKASAN

Kualitas air sungai, terutama yang terdapat di daerah perkotaan, sering teridentifikasi tercemar berat. Sumber pencemar utama air sungai tersebut adalah air buangan domestik yang memiliki kandungan COD dan TSS tinggi. Pengendalian pencemaran ini dapat dilakukan dengan cara pengolahan terpusat menggunakan sistem perpipaan, pengolahan setempat, dan komunal. Upaya tersebut sudah dilakukan oleh pemerintah, namun masih banyak pembuangan limbah cair domestik yang langsung masuk ke badan sungai tanpa pengolahan. Hal ini terutama berasal dari rumah yang berada di pinggir sungai. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengolahan air sungai dengan metode lain, yaitu dengan upaya pembersihan langsung di sungai. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh efisiensi pengolahan air sungai untuk parameter COD dan TSS dengan cara memasukkan dedak kulit padi yang telah ditambahi oleh mikroorganisme efektif. Metode ini telah dilakukan oleh suatu komunitas masyarakat di Jepang, namun tingkat efisiensinya belum pernah diteliti. Secara teori ilmiah, dedak kulit padi merupakan media adsorban yang dapat digunakan untuk menyisihkan pencemar melalui mekanisme penyerapan (adsorpsi), sedangkan mikroorganisme efektif dapat menguraikan materi-materi organik di perairan. Dengan mengkombinasikan kedua materi tersebut, diperkirakan akan terjadi penyisihan COD dan TSS. Metode penelitian yang digunakan adalah percobaan skala laboratorium dengan reaktor batch menggunakan air sungai buatan yang diatur konsentrasi COD (120 mg/l) dan TSSnya (100 mg/l). Hasil studi mendapatkan komposisi mudballs optimal yang terdiri dari tanah liat, dedak padi dan EM4. Adapun mikroorganisme EM yang teridentifikasi terdiri dari biakan campuran dari golongan Actinomycetes, golongan bakteri dengan bentuk batang dan gram positif, tidak berkapsul dan sebagian berspora, sedangkan jamur teridentifikasi sebagai *Mucor spp.* dan *Penicillium spp.*. Penyisihan COD semakin menurun seiring dengan meningkatnya pH (variasi pH 4-9). pH paling optimal untuk menyisihkan COD adalah 4 dengan tingkat penyisihan mencapai 68 %. Untuk parameter TSS bisa dihilangkan dengan persen penyisihan mencapai hampir 100 % setelah 3 hari waktu pengolahan. Waktu kesetimbangan tercapai dalam waktu 5 hari untuk COD dan 56 jam untuk TSS. Untuk konsentrasi COD (400 mg/l) dan TSS (350 mg/l) maksimum terjadi penurunan efisiensi penyisihan COD menjadi 42,86 % sedangkan untuk TSS 90,48 %. Sorpsi yang terjadi untuk COD dan TSS mengikuti pola Langmuir dengan nilai R^2 masing-masing mencapai 0,7869 dan 0,737 sedangkan kapasitas sorpsi sebesar COD sebesar 0,0313 mg/gram dan TSS sebesar 0,1350 mg/gram.

Keywords : Adsorpsi, Mikroorganisme Efektif, Penjernihan Sungai

PRAKATA

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kehadirat Allah SWT, hanya dengan limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir tahun ke 1 Penelitian Hibah Bersaing dengan judul “Penjernihan Air Sungai Menggunakan Dedak Kulit Padi yang ditambahi Mikroorganisme Efektif”.

Dalam penyusunan Laporan Akhir Penelitian tahun ke 1 ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih dengan tulus dan sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah banyak membantu sehingga penulisan ini selesai.

Penulis menyadari bahwa Laporan Akhir Penelitian tahun ke 1 ini masih jauh dari sempurna untuk itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak selalu penulis harapkan.

Bandung, November 2015

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

RINGKASAN	3
PRAKATA	4
DAFTAR ISI	5
DAFTAR TABEL	7
DAFTAR GAMBAR	8
DAFTAR LAMPIRAN	9
BAB 1. PENDAHULUAN	10
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Pencemaran di Perairan	11
2.2 Pencemaran Organik	11
2.3 COD (Chemical Oxygen Demand)	13
2.4 DO (Dissolved Oxygen)	13
2.5 TSS	13
2.6 pH	14
2.7 Karakteristik Dedak Kulit Padi	14
2.8 Mikroorganisme Efektif	15
2.9 Tanah Lempung	16
2.10 Adsorpsi	17
2.11 Penelitian yang Pernah Dilakukan	21
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	21
3.1 Tujuan Penelitian	21
3.2 Manfaat Penelitian	21
BAB 4. METODE PENELITIAN	21
4.1 Tahapan Penelitian	21

BAB 5. HASIL YANG DICAPAI	25
5.1 Penentuan Komposisi Mudballs	25
5.2 Identifikasi Mikroorganisme	30
5.3 Penentuan pH Optimum	33
5.4 Penentuan Waktu Kesetimbangan	37
5.5 Pengukuran COD dan TSS pada Konsentrasi Maksimum	40
5.6 Penentuan Isoterm	44
BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	53
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	56
- INSTRUMEN	56
- PERSONALIA TENAGA PENELITI DAN KUALIFIKASINYA	57
- HKI DAN PUBLIKASI	67

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Hasil Pengukuran COD dengan molase 5 % dan tanpa molase	29
Tabel 2	Hasil Pengukuran COD untuk masing-masing bahan	29
Tabel 3	Hasil pengukuran parameter COD pada variasi pH 4 sampai 9	33
Tabel 4	Persen penyisihan parameter COD pada variasi pH 4 sampai 9	33
Tabel 5	Hasil pengukuran parameter TSS pada variasi pH 4 sampai 9	34
Tabel 6	Persen Penyisihan parameter TSS pada variasi pH 4 sampai 9	34
Tabel 7	Hasil pengukuran parameter pH pada variasi pH 4 sampai 9	35
Tabel 8	Hasil pengukuran parameter DO pada variasi pH 4 sampai 9	36
Tabel 9	Hasil pengukuran waktu kesetimbangan untuk COD	37
Tabel 10	Hasil pengukuran waktu kesetimbangan untuk TSS	38
Tabel 11	Hasil pengukuran COD pada Konsentrasi ekstrim/maksimal	40
Tabel 12	Hasil pengukuran TSS pada Konsentrasi ekstrim/maksimal	41
Tabel 13	Hasil pengukuran pH pada Konsentrasi ekstrim/maksimal	42
Tabel 14	Hasil pengukuran DO pada Konsentrasi ekstrim/maksimal	43
Tabel 15	Penentuan Adsorpsi <i>Mud ball</i> Terhadap COD Pada Suhu Kamar (Freundlich)	45
Tabel 16	Penentuan Adsorpsi <i>Mudball</i> Terhadap TSS Pada Suhu Kamar (Freundlich)	45
Tabel 17	Persamaan Isoterm Freundlich COD	47
Tabel 18	Persamaan Isoterm Freundlich TSS	47
Tabel 19	Penentuan Adsorpsi <i>Mudball</i> Terhadap COD Pada Suhu Kamar (Langmuir)	48
Tabel 20	Penentuan Adsorpsi <i>Mudball</i> Terhadap TSS Pada Suhu Kamar (Langmuir)	48
Tabel 21	Koefisien konstanta persamaan isoterm Langmuir	52
Tabel 22	Perbandingan Persamaan Berdasarkan R^2 dan Nilai Kecocokan	52
Tabel 23	Persamaan Langmuir Berdasarkan Nilai Koefisien Konstanta	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Tahapan dalam Self Purification	12
Gambar 2	Struktur Biji Padi	15
Gambar 3	Tahapan Penelitian	24
Gambar 4	Pertumbuhan Mikroorganisme pada Mudballs dengan berbagai perlakuan	27
Gambar 5	Hasil Pengukuran parameter DO, COD, pH dan TSS	28
Gambar 6	Bakteri yang terlihat di mikroskop	31
Gambar 7	Actinomycetes	31
Gambar 8	Jamur <i>Mucor spp</i>	32
Gambar 9	Jamur <i>Penicillium spp</i>	32
Gambar 10	Grafik Hasil Pengukuran COD pada variasi pH 4 sampai 9	33
Gambar 11	Grafik Hasil Pengukuran TSS pada variasi pH 4 sampai 9	35
Gambar 12	Hasil Pengukuran pH	36
Gambar 13	Hasil Pengukuran DO	37
Gambar 14	Waktu Kesetimbangan COD pada pH 4	38
Gambar 15	Waktu Kesetimbangan COD pada pH 7	38
Gambar 16	Waktu Kesetimbangan TSS pada pH 4	39
Gambar 17	Waktu Kesetimbangan TSS pada pH 7	39
Gambar 18	Pengukuran COD pada Konsentrasi Maksimal	40
Gambar 19	Pengukuran TSS pada Konsentrasi Maksimal	41
Gambar 20	Pengukuran TSS pada Konsentrasi Maksimal	43
Gambar 21	Pengukuran DO pada Konsentrasi Maksimal	44
Gambar 22	Kurva Isoterm Freundlich untuk COD	46
Gambar 23	Kurva Isoterm Freundlich untuk TSS	47
Gambar 24	Kurva Isoterm Langmuir untuk COD	50
Gambar 25	Kurva Isoterm Langmuir untuk TSS	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Instrumen	56
Lampiran 2	Personalia tenaga peneliti dan kualifikasinya	57
Lampiran 3	HKI dan publikasi	67

BAB 1. PENDAHULUAN

Tingginya beban pencemaran yang masuk ke dalam badan air perkotaan mengakibatkan kondisi sungai menjadi rusak secara kualitas maupun estetika. Hal ini terjadi akibat pembuangan limbah cair, terutama limbah cair domestik ke sungai tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Beberapa upaya pengendalian pencemaran telah dilakukan, yaitu dengan pengolahan limbah cair secara terpusat menggunakan sistem perpipaan, pengolahan setempat menggunakan *biofilter* atau *septic tank*, dan pengolahan secara komunal. Akan tetapi, hingga saat ini masih banyak terdapat limbah cair dari rumah tangga yang langsung dibuang ke sungai tanpa pengolahan, yaitu yang berasal dari perumahan di pinggir sungai. Air limbah domestik ini memiliki kandungan organik yang tinggi dengan indikator COD, TSS, pH asam, dan TSS.

Salah satu upaya penanggulangan pencemaran sungai akibat limbah domestik ini adalah dengan menyisihkan langsung kontaminan dari air sungai tersebut. Metode yang digunakan oleh suatu komunitas masyarakat di Jepang dalam memperbaiki kualitas air sungainya adalah dengan memasukkan dedak kulit padi yang telah ditambahkan dengan mikroorganisme efektif. Secara teoritis, dedak kulit padi dapat berfungsi sebagai adsorban pencemar, misalnya COD dan zat warna (Kader, dkk., 2013). Sedangkan mikroorganisme efektif akan mendegradasi materi organik dalam air limbah. Dengan dasar teori tersebut, maka diperkirakan campuran dedak kulit padi dan mikroorganisme efektif akan dapat menyisihkan COD serta TSS pada air sungai. Walaupun metode ini telah dapat diperkirakan secara teoritis, namun penelitian detail terhadap efisiensi penyisihannya belum pernah dilakukan. Oleh sebab itu, penelitian ini akan dilakukan dengan tujuan mengetahui tingkat efisiensi penyisihan COD dan TSS yang terjadi menggunakan dedak kulit padi yang ditambahi dengan mikroorganisme efektif.

Apabila hasil penelitian menunjukkan nilai efisiensi yang baik, maka metode ini dapat diterapkan untuk membersihkan sungai-sungai yang tercemar, yang selama ini sangat sulit untuk dikendalikan. Dengan meningkatnya kualitas air sungai, maka keanekaragaman biota yang dapat hidup di dalamnya juga meningkat dan penyakit bawaan air akan berkurang serta nilai sungai juga bertambah baik.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran di Perairan

Air permukaan seperti danau, sungai dan kolam harus dapat mendukung kehidupan akuatik dan persyaratan estetika. Air permukaan diklasifikasikan berdasarkan penggunaannya dengan syarat kualitas fisik, kimia, dan biologi. Kriteria untuk menentukan kualitas air terutama bila dikaitkan dengan masalah pencemaran air yaitu oksigen terlarut, zat padat tersuspensi, bakteri koliform, pH, suhu, dan parameter fisik kimia lainnya sesuai dengan kebutuhan serta peruntukannya.

Sumber pencemaran disebabkan oleh gejala alami (banjir, longsor) dan kegiatan manusia/ antropogenik (aktifitas kehidupan sehari-hari, MCK, dan industri). Pencemaran yang sangat tinggi akan menimbulkan gangguan kesehatan bahkan kematian baik pada biota hewan, tumbuhan, maupun manusia. Kontaminan yang terkandung di air sungai seringkali menyebabkan bau yang tidak enak dan TSS tinggi serta pemandangan yang tidak estetik.

2.2 Pencemaran Organik

Zat organik di perairan digunakan mikroorganisme sebagai sumber energi dan bahan makanan yang diperlukan untuk pertumbuhan. Proses penguraian zat organik merupakan reaksi biokimia yang memerlukan oksigen yang terlarut di dalam air, sehingga dapat menyebabkan berkurangnya kandungan oksigen terlarut. Jika ketersediaan oksigen dalam air lebih rendah daripada oksigen yang diperlukan, maka akan menyebabkan matinya beberapa biota air dan akan timbul kondisi septik yang berbau sebagai hasil proses dalam kondisi anaerob.

Penguraian zat organik di perairan yang mengalir akan menimbulkan perubahan kualitas air yang dibagi menjadi empat zona, yaitu :

1. Zona Degradasi (Zone of degradation)

Pada zona ini proses pencemaran dimulai dan mencapai puncak aktifitasnya. Air buangan domestik atau limbah mulai mengalami degradasi. Karena terjadi proses dekomposisi atau penguraian, maka dibutuhkan oksigen, sehingga kadar oksigen terlarut dengan cepat berkurang sampai menjadi kurang lebih 40%. Air menjadi kotor dan keruh sinar matahari tidak dapat menembus. Pada kondisi tersebut, kehidupan algae serta mikroorganisme aerob akan mati dan hilang dari sistem perairan. Karena

terhentinya proses fotosintesis dari algae, maka tersedianya oksigen terlarut makin berkurang. Kehidupan ikan masih dapat bertahan terutama untuk ikan–ikan besar yang tahan terhadap kondisi dengan kandungan oksigen rendah seperti ikan lele.

2. Zona Dekomposisi Aktif (*Zone of active decomposition*)

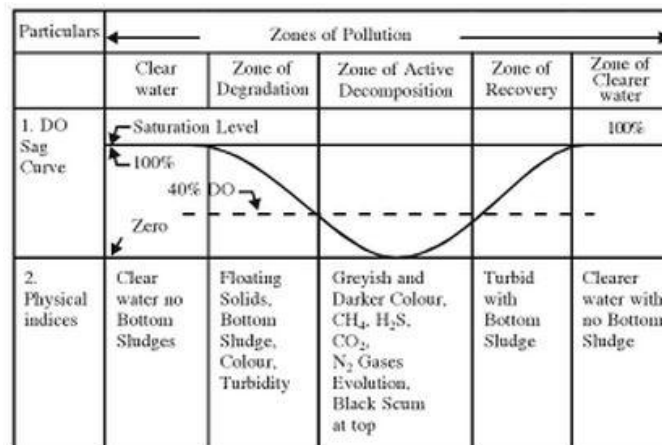
Oksigen terlarut berkurang mulai dari 40% sampai 0% pada zone ini. Tetapi pada akhir zona ini oksigen mulai naik lagi hingga 40%. Hal ini terjadi bila pencemaran tidak terus berlangsung di dalam badan air. Dalam zona ini tidak ada kehidupan ikan. Warna air berubah menjadi keabu-abuan dan suasana anaerob terjadi. Dari proses dekomposisi dalam suasana anaerob, terbentuk gas–gas seperti metan, hidrogen, nitrogen, hidrogen sulfida. Bila proses dekomposisi berkurang karena jumlah pencemar senyawa organik juga berkurang, maka kadar oksigen terlarut mulai meningkat kembali sedikit demi sedikit.

3. Zona Pemulihan (*Zone of recovery / rehabilitatif*)

Pada zona ini kadar oksigen terlarut meningkat secara berangsur–angsur. Kehidupan makroskopis mulai nampak. Air menjadi lebih jernih dibandingkan dengan zona-zona sebelumnya. Jamur–jamur serta mikroorganisme heterotrof lainnya mulai hilang dan algae mulai timbul kembali.

4. Zona Penjernihan Kembali (*Zone of cleaner water*)

Zona ini ditandai dengan meningkatnya oksigen terlarut secara optimal sampai jenuh kembali yang diakibatkan dari beberapa mekanisme yang telah mampu normal kembali. Baik melalui fotosintesa maupun dengan terlarutnya oksigen dari atmosfer ke dalam air.



Gambar 1. Tahapan dalam Self Purification (*Meenakshi, 2012*)

2.3 Chemical Oxygen Demand (COD)

Salah satu parameter yang biasa digunakan sebagai indikator pencemaran organik pada suatu badan air adalah COD. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) adalah suatu analisis empiris yang mencoba mendekati secara menyeluruh proses–proses mikrobiologis yang terjadi dalam air. Angka COD atau *Chemical Oxygen Demand* menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik dalam badan air secara kimia oleh suatu oksidator kuat. Pemeriksaan nilai COD didasarkan atas reaksi oksidasi zat organik dengan oksigen di dalam air dan proses tersebut berlangsung karena adanya bakteri heterotrof yang aerobik.

2.4 Dissolved Oxygen (DO)

Dissolved Oxygen (DO) sangat penting untuk menjaga kondisi aerobik pada air permukaan dan juga merupakan indikator kelayakan air untuk menunjang kehidupan air (aquatik). Idealnya, konsentrasi oksigen terlarut pada air alam adalah mendekati konsentrasi jenuhnya. Namun dengan kehadiran bahan organik, oksigen tersebut akan digunakan pada proses oksidasi secara alami. Tentu hal ini akan mengakibatkan nilainya akan lebih kecil dari nilai konsentrasi jenuhnya. Kelarutan oksigen dalam air berkisar dari 14,6 mg/l pada temperatur 0°C hingga sekitar 7 mg/l pada temperatur 35°C pada tekanan 1 atm. Nilai DO jenuh selalu lebih kecil pada perairan yang tercemar, dimana perbandingan nilai kejenuhan DO antara air bersih dengan air tercemar dilambangkan oleh β . Sedangkan laju absorpsi oksigen di perairan tercemar umumnya lebih kecil dari air bersih dan nilai rasionya dilambangkan oleh α (Sawyer, dkk, 2003). Umumnya TSS meningkat dengan bertambahnya pencemar (Sawyer, dkk, 2003)

2.5 TSS

TSS adalah karakteristik visual yang terjadi akibat partikel tersuspensi dalam air. Partikel tersebut menyebabkan cahaya tidak tertransmisi dalam satu garis lurus, melainkan terpendar dan terserap sehingga air tidak jernih. TSS merupakan metode untuk mengukur kejernihan air. Air yang sedikit memendarkan cahaya akan menghasilkan nilai pengukuran TSS yang rendah, sedangkan air yang banyak

memendarkan cahaya akan menunjukkan nilai TSS yang tinggi. Partikel tersuspensi, termasuk materi organik, inorganik dan plankton, dapat mengakibatkan TSS dalam air. (AWWA, 2003)

Partikel tersuspensi (TSS) dalam air sering diperkirakan menggunakan parameter TSS. Untuk mengukur TSS, metode yang digunakan adalah dengan cara gravimetri menghasilkan satuan mg/L, sedangkan TSS memiliki satuan *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU). (Naiman, dkk, 2013).

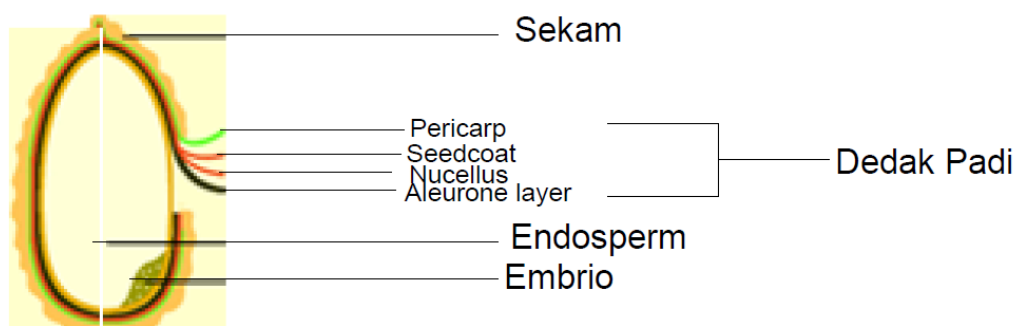
2.6 pH

pH air biasanya dimanfaatkan untuk menentukan indeks pencemaran dengan melihat tingkat keasaman atau kebasaan air yang dikaji, terutama oksidasi sulfur dan nitrogen pada proses pengasaman dan oksidasi kalsium pada proses pembasaan. Angka indeks yang umum digunakan mempunyai kisaran antara 0 hingga 14 dan merupakan angka logaritmik negatif dari konsentrasi ion hidrogen di dalam air. Angka pH 7 adalah netral, sedangkan pH lebih besar dari 7 adalah air bersifat basa dan terjadi ketika ion karbon dominan. Sedangkan angka pH lebih kecil dari 7 menunjukkan bahwa air di tempat tersebut bersifat asam. Pada aliran air (sungai) alamiah, pembentukan pH dalam aliran air tersebut sangat ditentukan oleh reaksi karbon dioksida. Besarnya angka pH dalam suatu perairan dapat dijadikan indikator adanya keseimbangan unsur-unsur kimia dan unsur-unsur hara yang bermanfaat bagi kehidupan vegetasi akuatik. pH air juga mempunyai peranan penting bagi kehidupan ikan dan fauna lain yang hidup di perairan tersebut. Umumnya perairan dengan tingkat pH lebih kecil dari 4,8 dan lebih besar dari 9,2 sudah dianggap tercemar. Bagi kebanyakan ikan yang hidup di air tawar, angka pH yang dianggap sesuai untuk kehidupan ikan-ikan tersebut adalah berkisar antara 6,5 hingga 8,4. Sementara itu untuk kebanyakan ganggang tidak dapat hidup di perairan dengan pH lebih besar dari 8,5 (Asdak,2007)

2.7 Karakteristik Dedak Kulit Padi

Dedak kulit padi, limbah pertanian yang bersifat *lignocellulosic*, merupakan bahan yang banyak dihasilkan dalam proses penggilingan padi dan mencapai jumlah sebesar 20% dari total produksi berasnya (Feng et al., 2004). Kebanyakan limbah ini tidak digunakan lagi. Pengelolaan limbah yang buruk bahkan membakar atau

menumpukkan dedak ini begitu saja di lahan terbuka dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan yang serius. Abu yang ditimbulkan dari proses pembakaran kulit padi seringkali menyebabkan beberapa masalah dalam pembuangannya (Naiya et al., 2009). Hanya sebagian kecil saja sekam padi digunakan untuk proses gasifikasi biomasa, ketel uap air, dan pembangkit listrik. (Arvanitoyannis and Tserkezou, 2008). Dedak kulit padi, juga dikenal sebagai sumber silika dan silikat yang murni dan murah dalam penggunaan teknologi pemisahan kromatografi, industri deterjen, semen, dan baja (Kalapathy et al., 2002). Penggunaan lain dari sekam padi ini adalah sebagai biosorban untuk penyisihan ion logam (Krishnani et al., 2008; Naiya et al., 2009). Bagian organik dari dedak kulit padi ini juga dapat meningkatkan produksi asam asetat, (Hsieh et al., 2009), *xylose*, *furfural*, *xylitol*, etanol, dan *lignosulphonic acid* (Chandrasekhar et al., 2003 dikutip dari Kuan, C.Y., et.al, 2011).



Gambar 2. Struktur Biji Padi (Putrawan, et al, 2009)

2.8 Mikroorganisme Efektif

Mikroorganisme efektif, sebutan larutan berisi mikroorganisme yang memiliki kemampuan mendegradasi limbah dan menyuburkan tanah, pada awalnya dikembangkan oleh Dr. Higa dari Jepang pada sekitar tahun 1980an dengan memproduksi EM1. EM1 berisi campuran optimum dari bakteri asam laktat, *yeast*, dan bakteri fotosintetik yang bekerja secara bersama dan sinergis menghasilkan suatu sistem saling mendukung dan menguntungkan (Footer, 2014). Mikroorganisme efektif dapat memberikan kontribusi yang berarti pada proses degradasi secara biologis untuk menyisihkan pencemar organik dan logam berat. (Malik, et.al., 2012). Mikroba efektif ini, termasuk di dalamnya bakteri fotosintesis, bakteri lactic acid, bakteri nitrifikasi, *sporangium bacillus*, digunakan untuk mendekomposisi dan

menyerap nitrogen organik, nitrogen ammonia, nitrogen nitrit dalam air limbah dan mengubah materi tersebut menjadi materi yang tidak berbahaya atau bahkan yang bermanfaat (Fukushi, et.al, 2010). Seiring dengan waktu terjadi penelitian dan pengembangan untuk penyempurnaan bagi kemampuan EM 1. Mikroorganisme Efektif yang akan digunakan pada penelitian ini adalah EM4 yang sudah dikenal dan banyak digunakan di Indonesia. EM4 terdiri atas 90% *lactobacillus sp.* dan mikroorganisme yang menghasilkan asam laktat lainnya. EM dibuat dengan kultur pada medium cair ber pH asam yaitu 4,5. Jumlah mikroorganisme tetap dipertahankan sama dengan di atas, yaitu 1 milyar per gram cairan. Prinsip EM adalah konversi ekosistem yang terdegradasi yang penuh dengan mikroba berbahaya menjadi suatu ekosistem yang produktif dan mengandung mikroorganisme yang bermanfaat. Prinsip sederhana ini adalah dasar teknologi EM di bidang pertanian dan pengelolaan lingkungan (Higa, 1993). Saat ini ada banyak versi yang berbeda dari cara menggunakan formula EM. Beberapa sulit dipahami dan beberapa membingungkan. Namun demikian aplikasi EM pada umumnya sama, tergantung pada jenis dan skala aplikasi, lokasi, kondisi fisik dan geografis (Zakaria et al, 2010). Tujuan utama dari penggunaan *mudballs* adalah untuk menghentikan pertumbuhan ganggang, untuk menguraikan lumpur, untuk menekan mikroorganisme patogen, dan untuk menghilangkan bau busuk yang disebabkan oleh tingginya kadar amonia, hidrogen sulfida dan metana. Selain itu, saat ini sedang dilangsungkan penelitian dan pengembangan untuk mengendalikan kadar total padatan tersuspensi (SS), oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen kimia (COD), kebutuhan oksigen biologis (BOD) dan pH. EM teknologi bertindak sebagai alternatif teknologi konvensional berbasis proses kimia dengan harapan memulihkan kembali sungai yang tercemar (Zakaria et al, 2010).

2.9 Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan tanah yang berukuran mikroskopis sampai dengan sub mikroskopis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan, tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Pada kadar air lebih tinggi lempung bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (Das, 1995).

Warna tanah pada tanah lempung tidak dipengaruhi oleh unsur kimia yang terkandung di dalamnya, karena tidak adanya perbedaan yang dominan dimana kesemuanya hanya dipengaruhi oleh unsur Natrium saja yang paling mendominasi. Semakin tinggi plastisitas, grafik yang dihasilkan pada masing-masing unsur kimia belum tentu sama. Hal ini disebabkan karena unsur-unsur warna tanah dipengaruhi oleh nilai Liquid Limit (LL) yang berbeda-beda (Marindo, 2005 dalam Afryana, 2009).

Tanah lempung merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi di dalam tanah yang kohesif (Bowles, 1991).

2.10 Adsorpsi

Proses adsorpsi terjadi karena ketidakseimbangan gaya pada permukaan. Adsorpsi adalah pemisahan suatu senyawa dari larutannya yang kemudian terdeposisi pada permukaan padatan, pada bidang kontak antara padatan dengan larutan. Zat yang diserap disebut fasa terserap (adsorbat) sedangkan zat yang menyerap disebut adsorben. Ada dua jenis adsorpsi yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia. Pada adsorpsi fisika, adsorpsi disebabkan oleh gaya Van der Waals yang ada pada permukaan adsorben. Panas adsorpsi fisika biasanya lebih rendah dan lapisan yang terjadi pada permukaan adsorben biasanya lebih dari satu. Pada adsorpsi kimia, terjadi reaksi antara zat yang diserap dan adsorbennya, lapisan molekul pada permukaan adsorben hanya satu lapis, panas adsorpsinya tinggi. Bila suatu adsorben dimasukkan ke dalam suatu campuran biner saling larut, maka terjadi adsorpsi zat terlarut (*solute*) dan pelarut (*solvent*). Telah diketahui bahwa adsorpsi total tidak dapat diukur, tetapi adsorpsi terhadap zat terlarut dapat ditentukan (Indarti, et al, 1996). Adsorpsi isoterm adalah keseimbangan untuk kondisi akhir adsorbat dan adsorben pada waktu equilibrium. Hubungan equilibrium antara berat jenis, adsorpsi dan konsentrasi zat terlarut, adsorbat dengan temperatur disebut adsorpsi isoterm.

Proses mekanisme adsorpsi berlangsung 3 tahap yaitu (Metcalf And Eddy, 2004):

1. Perpindahan molekul adsorbat

Molekul adsorbat dipindahkan dari bagian larutan ke permukaan adsorben yaitu masuk ke dalam eksternal fluida film. Fase ini disebut difusi film atau difusi eksternal.

2. Difusi adsorbat melalui lapisan film

Difusi adsorbat melalui lapisan film menuju pori-pori adsorben. Fase ini disebut difusi pori-pori.

3. Adsorpsi

Adsorpsi melibatkan penempelan molekul adsorbat pada permukaan adsorben, dengan luas permukaan yang tersedia pada adsorben. Fase ini disebut sebagai difusi permukaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi adalah sebagai berikut (*Suprihanto, 2005*):

1. pH Larutan

Kondisi pH berpengaruh pada sorpsi, karena akan mempengaruhi sifat elektrokimia larutan dan muatan permukaan partikel atau koloid tanah. Untuk sorpsi kation, umumnya pH tinggi lebih meningkatkan daya adsorpsi tanah, dan sebaliknya untuk anion. Sementara itu, kehadiran ion lain dalam *solute* akan menyebabkan “persaingan” untuk menempati bagian aktif partikel tanah, sehingga akan mengurangi daya sorpsi suatu jenis ion tertentu. Rasio antara tanah dengan larutan tanah (*soil : solution ratio*) juga berpengaruh pada sorpsi. Pada sorpsi oleh tanah yang didominasi liat dan lempung, semakin tinggi rasio tanah terhadap larutan tanah menunjukkan peningkatan adsorpsi.

2. Ukuran Molekul

Ukuran molekul dari *solute* juga mempengaruhi sorpsi, walaupun sampai saat ini penelitian mengenai hal ini belum konklusif. Untuk larutan ionik dan Polar, semakin kecil ukuran molekul, daya sorpsi umumnya akan lebih baik. Hal ini berbeda bila dibandingkan dengan proses sorpsi dari molekul organik tak bermuatan ionik (nonionik), di mana semakin besar molekul, fenomena sorpsi mungkin menjadi lebih intensif akibat gaya van der Waals. Keberadaan ion atau molekul lain akan menimbulkan efek kompetitif antara ion satu dengan ion lainnya, sehingga menurunkan sorpsi kontaminan yang diamati

3. Temperatur

Temperatur, berpengaruh positif pada proses sorpsi, terutama yang bersifat *chemisorption*. Dalam hal ini, persamaan Arrhenius dapat digunakan untuk menjelaskan mengapa laju proses adsorpsi dipengaruhi oleh temperatur.

Tetapi pada sorpsi organik, kecenderungannya tidak konsisten dan tidak proporsional. Sebagai proses eksotermik, maka peningkatan temperatur cenderung menurunkan sorpsi.

4. Komposisi Sorbat

Komposisi sorbat mempengaruhi sorpsi suatu senyawa yang ditinjau. Bila dibandingkan dengan sorpsi larutan tunggal atau "*pure solution*" dari suatu kontaminan, maka sorpsi suatu zat atau senyawa yang terjadi dalam sorbat yang terdiri dari berbagai macam komponen akan lebih rendah. Hal ini terjadi karena adanya persaingan (kompetisi) antara senyawa atau zat satu dengan lainnya untuk memperebutkan "*sorption site*" yang ada pada permukaan sorbent.

Konsentrasi dan viskositas cairan, ukuran partikel adsorben dan intensitas pengadukan berpengaruh terhadap kurva kesetimbangan. Pengadukan akan mempercepat terjadinya kontak antara cairan partikel dengan partikel adsorben, sehingga proses adsorpsi dapat dipercepat (*Ghozali, et. al. 1996*).

Penentuan kapasitas dan laju adsorpsi sangat penting untuk menentukan desain yang akan diterapkan dalam instalasi pengolahan yang menggunakan proses adsorpsi. Untuk menghitung kapasitas adsorpsi dapat menggunakan 3 persamaan yaitu (*Sawyer, et al, 2003*) :

- Freundlich Isoterm

Freundlich (1926) mengajukan suatu isotherm yang dikembangkan secara empiris, walaupun kemudian penjelasan ilmiah dari formula empiris matematikanya dapat disajikan oleh Hendry (*Weber & DiGiano, 1996*). Ada dua pendekatan untuk menjelaskan mekanisme isotherm Freundlich, yaitu yang didekati berdasarkan persamaan Gibbs untuk kondisi larutan encer, atau dengan menganggap isotherm Freundlich tersusun dari beberapa isotherm Langmuir untuk permukaan yang heterogen. karena bentuknya yang sederhana, formula Freundlich banyak digunakan untuk menganalisa fenomena transpor zat pencemar dalam tanah (*Suprihanto, 2005*).

Isotherm sorpsi Freundlich dibangun atas asumsi bahwa adsorpsi terjadi pada lapisan ganda dan berlangsung pada permukaan adsorben yang heterogen. Permukaan adsorben heterogen ini mempunyai asumsi bahwa tingkat adsorpsi

berbeda menurut energi/kekuatan dari lokasi. Beberapa lokasi/permukaan menarik adsorbat dengan kuat sementara beberapa lokasi lainnya menarik adsorbat dengan lemah. Tingkat adsorpsi/desorpsi berbeda menurut energi/kekuatan dari permukaan (Cooney, 1999 dalam Haerani, 2007).

Isoterm sorpsi Freundlich dapat dilihat dalam persamaan sebagai berikut : (Metcalf Ana Eddy, 2004)

$$q = K * C^{1/n}$$

Dimana :

q = kapasitas adsorben dalam mengadsorpsi (mg/g)

Kf = Konstanta Freundlich

C = Konsentrasi adsorbat dalam keadaan jenuh (mg/l)

- Langmuir Isoterm

Isoterm sorpsi yang dikemukakan oleh Langmuir mempunyai asumsi bahwa adsorpsi terjadi pada satu lapisan (*mono layer*) atau lapisan tunggal dan digunakan pada permukaan adsorben yang homogen. Permukaan adsorben yang homogen menyatakan bahwa energi adsorpsi (kekuatan adsorpsi antara permukaan dan molekul yang teradsorpsi) adalah sama untuk semua lokasi (Cooney, 1999 dalam Haerani, 2007).

Isoterm Langmuir mengasumsikan jumlah terbatas lokasi adsorpsi seragam dan tidak adanya interaksi lateral antara spesies yang diserap. Asumsi ini jelas tidak valid untuk sebagian besar sistem yang kompleks termasuk materi biologis. Dalam banyak kasus, isoterm Langmuir hanya mampu menggambarkan adsorpsi pada konsentrasi sorbat rendah (Gadd, 2009).

Isoterm adsorpsi Langmuir dapat dilihat dalam persamaan sebagai berikut (Weiber dan Digiano, 1995):

$$q = \frac{q_m K_{ads} C}{1 + K_{ads} C}$$

Dimana :

q = jumlah adsorbat yang teradsorpsi ke dalam adsorben pada keadaan setimbang (mg/g)

qm = kapasitas adsorben dalam mengadsorpsi (mg/g)

Kads = Konstanta Langmuir

Ce = Konsentrasi adsorbat dalam keadaan jenuh (mg/l)

2.11 Penelitian yang Pernah Dilakukan

Dedak kulit padi merupakan sumber karbon dan media biofilm dalam proses denitrifikasi biologis pengolahan air buangan yang telah diteliti untuk skala laboratorium menggunakan reaktor aliran ke atas. (Shao, et.al, 2009). Pada penelitian ini, limbah dilewatkan ke dalam suatu reaktor yang berisi sekam padi yang telah diinokulasi dengan mikroorganisme melalui pembubuhan lumpur aktif lokal. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan nitrat adalah 90,6%-97,8%. Selain nitrat, COD juga mengalami penurunan konsentrasi secara tajam pada 10 hari pertama, dan terus menurun hingga hari ke-30.

Penelitian lainnya menunjukkan penyisihan yang tinggi terhadap COD dalam sungai hingga 99,33-99,99% menggunakan abu sekam padi (Kader, M.A, et.al.,2013). Penelitian ini menggunakan air sungai yang tercemar dalam percobaannya.

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan mudball (dedak, tanah liat dan EM 4) dalam menyisihkan COD dan TSS yang ada dalam air sungai buatan.

3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian ini adalah bisa menjadi salah satu alternatif teknologi untuk proses pemulihan kualitas air sungai yang tercemar.

BAB 4. METODE PENELITIAN

4.1 Tahapan penelitian

Penelitian ini menggunakan air sungai buatan yang diatur COD dan TSS nya. Hal ini dilakukan karena apabila menggunakan air sungai asli, maka nilai COD dan TSS akan berfluktuasi. Dedak kulit padi yang digunakan adalah jenis yang terdapat di pasaran atau hasil penggilingan padi. Sedangkan mikroorganisme efektif yang digunakan

adalah EM4, yaitu cairan yang mengandung mikroorganisme biakan lokal. EM4 ini juga dipilih karena paling mudah diperoleh di pasaran.

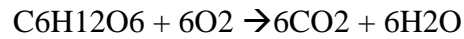
Sebagai penelitian pendahuluan, dilakukan percobaan untuk menurunkan COD dan TSS menggunakan campuran dedak kulit padi, tanah liat dan EM4 yang telah diaktifkan pada kondisi pH 4 hingga 9. Reaktor yang digunakan untuk proses percobaan ini adalah labu elenmeyer 250mL. Suhu untuk percobaan ini ditetapkan 25°C, yaitu suhu air sungai yang sering terukur. Nilai COD yang digunakan dalam penelitian ini adalah 120 mg/L, diperoleh dari data COD maksimum hasil pengukuran di Sungai Cikapundung selama tahun 2000 sampai 2013. Nilai TSS maksimum di Sungai Cikapundung adalah 100 mg/l terukur pada bulan September 2013. Untuk penelitian ini, nilai TSS yang digunakan adalah 100 mg/l. Pada penelitian pendahuluan ini, ditetapkan komposisi penyusun mudballs dan identifikasi mikroorganisme yang ada dalam EM 4.

Dari penelitian pendahuluan, diperoleh komposisi mudballs optimum yang terdiri dari dedak padi, tanah liat dan EM4 yang diaktifkan untuk menyisihkan pencemar COD dan TSS. Penelitian utama yaitu mencari nilai pH paling optimum dalam penyisihan COD dan TSS. Nilai pH tersebut menjadi kondisi keasaman yang akan digunakan pada penelitian utama. Pengaturan pH akan dilakukan dengan cara penambahan asam (H₂SO₄) atau basa (NaOH). Untuk membuktikan bahwa dedak kulit padi yang ditambahi EM4 memiliki kemampuan penyisihan COD dan TSS, maka terdapat kontrol yang juga diperlakukan sama dengan percobaan namun tanpa diberi media.

Penguatan terhadap desain percobaan ini akan dilakukan dengan menggali literatur yang ada, antara lain data penggunaan dedak kulit padi yang dicampur dengan mikroorganisme efektif yang telah dipraktekkan di lapangan. Salah satu praktek metode ini dilakukan di Desa Nakatani, Kota Kitakyushu, Jepang.

Penyiapan sungai buatan :

- COD 120 mg/L, dibuat dengan melarutkan glukosa (C₆H₁₂O₆). Persamaan reaksi dalam degradasi 1 mol glukosa oleh mikroorganisme, membutuhkan 6 mol oksigen (O₂). Persamaan tersebut dapat dilihat di bawah ini:



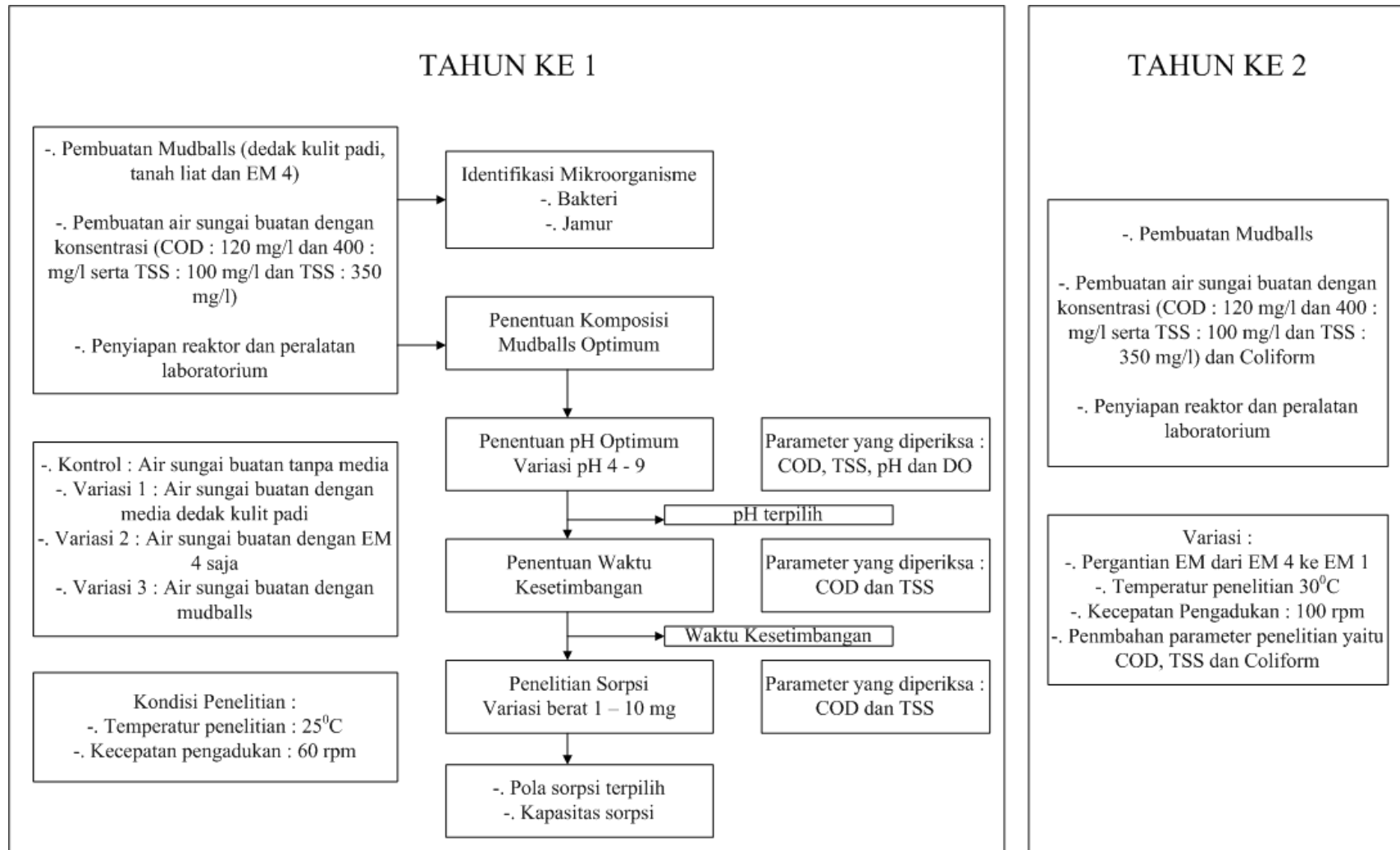
1 mol O₂ mengandung 32gr O₂, sehingga apabila berat O₂ adalah 120gr, maka berat glukosa (C₆H₁₂O₆) adalah: (1mol glukosa/6mol O₂) × (120mg/32gr) × 180gr = 0,25gr glukosa

Dengan perhitungan yang sama di buat COD dengan konsentrasi maksimal yaitu 400 mg/l.

- TSS

Untuk membuat TSS, maka aquadest ditambahi lempung/kaolin yang telah diayak terlebih dahulu pada ukuran mesh 60.

Dengan perhitungan yang sama di buat COD dengan konsentrasi maksimal yaitu 350 mg/l.



Gambar 3. Tahapan Penelitian

BAB 5. HASIL YANG DICAPAI

5.1 PENENTUAN KOMPOSISI MUDBALLS

- **PEMBUATAN MUDBALLS**

Mudballs di buat dengan 3 variasi diameter yaitu diameter 1 cm, 2 cm dan 3 cm. Komposisi mudballs terdiri dari tanah liat, dedak, molase dan EM 4. Setelah diinkubasi selama 7 hari diperoleh hasil sebagai berikut :

- Diameter 1 cm : tidak tumbuh jamur
 - Diameter 2 cm : tidak tumbuh jamur
 - Diameter 3 cm : tumbuh sedikit jamur
- Mudballs dengan diameter 3 cm tidak masuk ke dalam Erlenmeyer (reactor percobaan) maka di buat mudballs kembali dengan ukuran diameter yang berbeda yakni 1 cm, 2 cm dan 2,5 cm. Setelah masa inkubasi selama 7 hari diperoleh hasil sebagai berikut :
 - Diameter 1 cm : tidak tumbuh jamur
 - Diameter 2 cm : tidak tumbuh jamur
 - Diameter 2,5 cm : tumbuh sedikit jamur
 - Kesimpulan awal hasil diskusi kemungkinan tidak tumbuhnya jamur terjadi karena suhu yang tidak stabil maka diusulkan untuk lokasi inkubasi di dalam lemari/keranjang. Hasil penelitian menunjukkan hal yang sama dengan hasil sebelumnya.
 - Berdasarkan diskusi dengan tim peneliti dan berbagai rujukan penyebab tidak tumbuhnya mikroorganisme dalam mudballs karena waktu inkubasi EM 4 yang terlalu lama, maka di usulkan untuk mengulangi waktu inkubasi EM 4 menjadi 3 hari dan 1 hari dengan variasi 2 perlakuan yaitu penyimpanan di dalam kantong tertutup dan pada keranjang terbuka. Penelitian dilakukan selama 7 hari.
 - Hasil penelitian untuk waktu inkubasi EM 4 selama 3 hari adalah sebagai berikut :

Hasil pengamatan hari ke 1 sampai ke 3 :

Diameter	Penyimpanan Mudball	
	Keranjang terbuka	Di dalam keresek
1 cm	basah, tidak berbau, belum tumbuh jamur	basah, tidak berbau, belum tumbuh jamur
2 cm	basah, tidak berbau, belum tumbuh jamur	basah, tidak berbau, belum tumbuh jamur
2,5 cm	basah, tidak berbau, belum tumbuh jamur	basah, tidak berbau, belum tumbuh jamur

Hasil pengamatan hari ke 4 sampai ke 7 :

Diameter	Penyimpanan Mudball	
	Keranjang terbuka	Di dalam keresek
1 cm	kering, tidak berbau, belum tumbuh jamur	Sedikit basah, berbau, belum tumbuh jamur
2 cm	kering, tidak berbau, belum tumbuh jamur	Sedikit basah, berbau, belum tumbuh jamur
2,5 cm	kering, tidak berbau, belum tumbuh jamur	Sedikit basah, berbau, belum tumbuh jamur

- Hasil penelitian untuk waktu inkubasi EM 4 selama 1 hari adalah sebagai berikut :

Hasil pengamatan hari ke 1 :

Diameter	Penyimpanan Mudball	
	Keranjang terbuka	Di dalam keresek
1 cm	basah, tidak berbau, belum tumbuh jamur	basah, tidak berbau, belum tumbuh jamur
2 cm	basah, tidak berbau, belum tumbuh jamur	basah, tidak berbau, belum tumbuh jamur
2,5 cm	basah, tidak berbau, belum tumbuh jamur	basah, tidak berbau, belum tumbuh jamur

Hasil pengamatan hari ke 2 :

Diameter	Penyimpanan Mudball	
	Keranjang terbuka	Di dalam keresek
1 cm	Sedikit basah, tidak berbau, belum tumbuh jamur	basah, berbau, sebagian ditumbuhi jamur
2 cm	Sedikit basah, tidak berbau, belum tumbuh jamur	basah, berbau, sebagian ditumbuhi jamur
2,5 cm	Sedikit basah, tidak berbau, belum tumbuh jamur	basah, berbau, sebagian ditumbuhi jamur

Hasil pengamatan hari ke 3 sampai ke 7 :

Diameter	Penyimpanan Mudball	
	Keranjang terbuka	Di dalam keresek
1 cm	kering, tidak berbau, sebagian ditumbuhi jamur	basah, berbau, ditumbuhi jamur di seluruh permukaan
2 cm	kering, tidak berbau, , sebagian ditumbuhi jamur	basah, berbau, ditumbuhi jamur di seluruh permukaan
2,5 cm	kering, tidak berbau, belum , sebagian ditumbuhi jamur	basah, berbau, ditumbuhi jamur di seluruh permukaan

Kesimpulan berdasarkan hasil diskusi dengan tim metoda yang terpilih untuk pembuatan mudballs yaitu waktu inkubasi EM 4 1 hari dan diameter mudballs 2,5 cm dan dilakukan di dalam keresek.

Penyimpanan

Hari ke-0

Hari ke-5

Keranjang terbuka



keresek

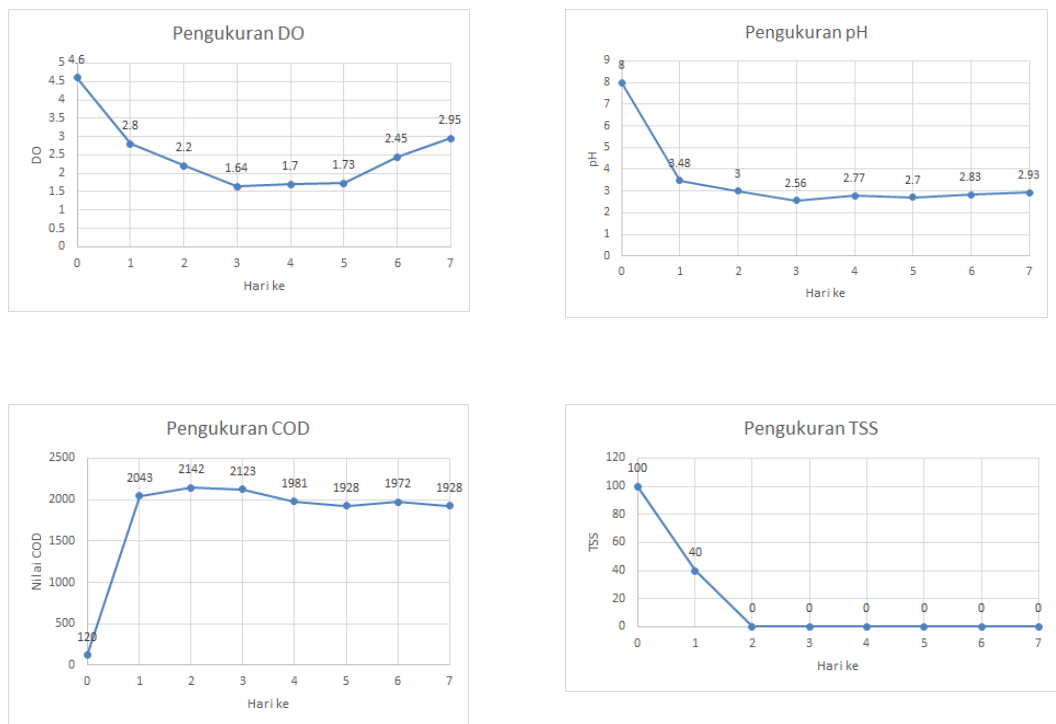


Gambar 4. Pertumbuhan Mikroorganisme pada Mudballs dengan berbagai perlakuan

Dari gambar di atas terlihat bahwa penyimpanan *mudball* pada keranjang terbuka, pada hari ke-5 masih belum ditumbuhi bakteri dan jamur, sedangkan *mudball* yang disimpan di dalam keresek muncul warna putih di permukaan

mudball yang menunjukkan tumbuhnya jamur dan bakteri, ini menunjukkan bahwa suhu mempengaruhi pertumbuhan jamur. *Mudball* yang disimpan di dalam keresek suhunya lebih tinggi daripada di dalam keranjang terbuka.

- Pembuatan air sungai buatan dengan konsentrasi COD 120 mg/l dan TSS 100 mg/l. Dilakukan pada Erlenmeyer dengan volume percobaan sebanyak 250 ml. Pada Erlenmeyer dimasukkan mudballs yang sudah ditumbuhi oleh mikroorganisme. Selain reactor percobaan juga di buat kontrol yaitu air sungai buatan saja tanpa menggunakan mudballs. Parameter yang diperiksa yaitu pH, DO, COD dan TSS. Penelitian dilakukan selama 7 hari dengan hasil tersaji sebagai berikut :



Gambar 5. Hasil Pengukuran parameter DO, COD, pH dan TSS

Berdasarkan data penelitian terlihat bahwa terdapat kenaikan yang sangat signifikan untuk konsentrasi COD dari konsentrasi awal 120 mg/l menjadi sekitar 2000 mg/l sementara untuk DO mengalami penurunan ini terjadi karena terdapat aktivitas mikroorganisme dalam reactor percobaan, sementara penurunan pH terjadi karena karakteristik EM 4 yang di dominasi oleh bakteri

Lactobacillus yang hidup optimal pada pH asam. Parameter TSS pada hari ke 2 sudah tidak ada ini terjadi karena TSS teradsorpsi oleh mudballs.

Peningkatan nilai COD menjadi perhatian karena tujuan penelitian untuk menurunkan COD tidak tercapai oleh karena itu harus dicari penyebab naiknya konsentrasi COD dibanding konsentrasi awal (sebagai catatan nilai COD control tanpa mudball menunjukkan nilai yang relative stabil yaitu 120 mg/l). Dugaan awal tinggi nilai COD karena adanya penambahan molase oleh karena itu maka dilakukan penelitian berikutnya dengan mengurangi molase dari 10 % menjadi 5 % dan tanpa molase. Berikut ini hasil penelitian yang diperoleh

Tabel 1. Hasil Pengukuran COD dengan molase 5 % dan tanpa molase

	pH	DO (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)
Kontrol	6.85	5.81	135.10	100
Molase 0 %	4.60	4.27	1208.79	-
Molase 5%	4.21	2.43	2250.75	-

Dari hasil penelitian terlihat nilai COD masih tinggi sehingga akan di ukur semua nilai COD untuk bahan penelitian yang dipakai. Berikut ini adalah hasil pengukuran nilai COD untuk masing-masing bahan.

Tabel 2. Hasil Pengukuran COD untuk masing-masing bahan

Sampel	COD (mg/L)
Tanah liat saja	12,48
Dedak saja	212,16
Dedak + tanah liat	43,68
EM4 aktif	63878
EM4 saja	74880
Molase saja	124800

Dari tabel di atas terlihat bahwa molase memberikan nilai pengukuran COD yang sangat besar sehingga di simpulkan bahwa pembuatan mudballs tanpa menggunakan molase.

Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh komposisi optimal dari mudballs yaitu tanah liat, dedak dan EM 4.

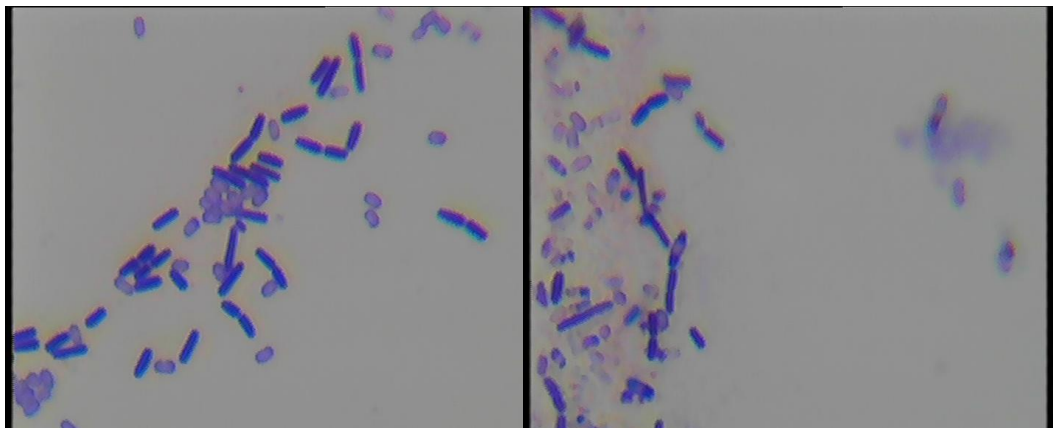
5.2 IDENTIFIKASI MIKROORGANISME

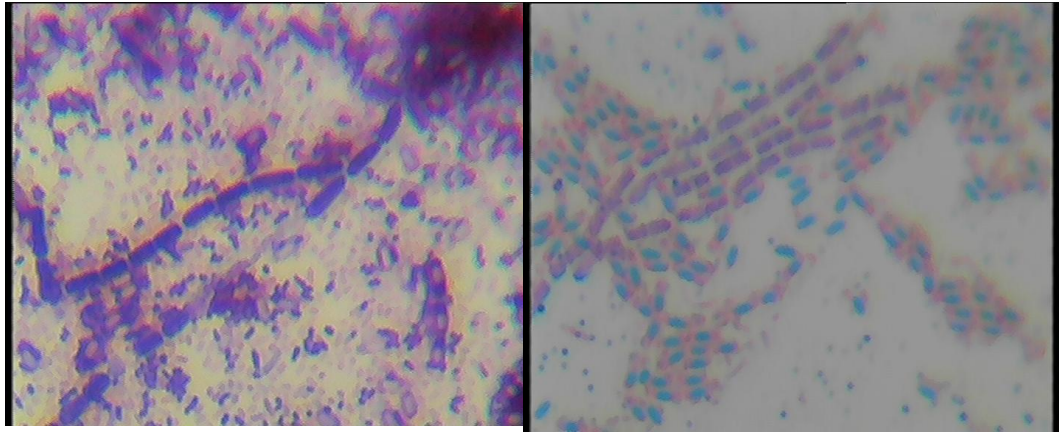
Selain dari penentuan komposisi optimum mudball juga akan diidentifikasi mikroorganisme yang ada pada EM 4 untuk mengetahui apa yang berperan dalam penyisihan COD dan TSS.

Tahapan pertama yaitu pembuatan media pertumbuhan mikroorganisme yang terdiri dari media Nutrien Agar (NA) dan Potatos Dextrose Agar (PDA). Selanjutnya yaitu menumbuhkan mikroorganisme yang ada dalam EM 4 ke dalam kedua media yang di buat. Biakan mikroorganisme dari EM 4 di encerkan dengan pengenceran mulai dari 10^{-1} sampai 10^{-7} . Hal ini di lakukan untuk mendapatkan biakan yang terpisah antara jamur dan bakteri sehingga lebih mudah untuk di pisahkan dan diidentifikasi. Berdasarkan pengamatan dari media NA terdapat 3 jenis koloni bakteri dengan karakteristik :

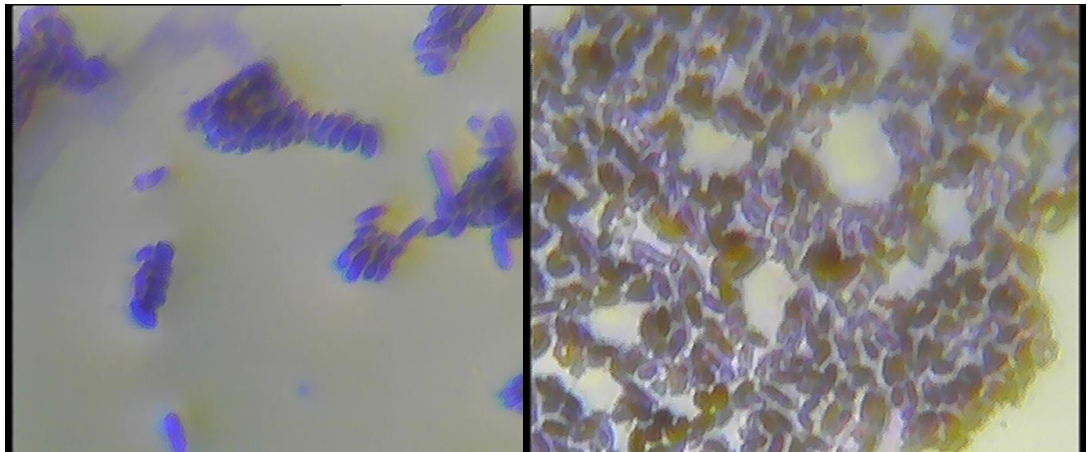
- Bentuk koloni bakteri bergerigi
- Bentuk koloni bakteri bulat
- Bentuk koloni bakteri melebar “kawah ini”

Selanjutnya koloni bakteri tersebut di tanam di agar miring untuk ditumbuhkan dan akan diidentifikasi. Berikut ini adalah biakan yang berhasil diidentifikasi dengan metoda pewarnaan.





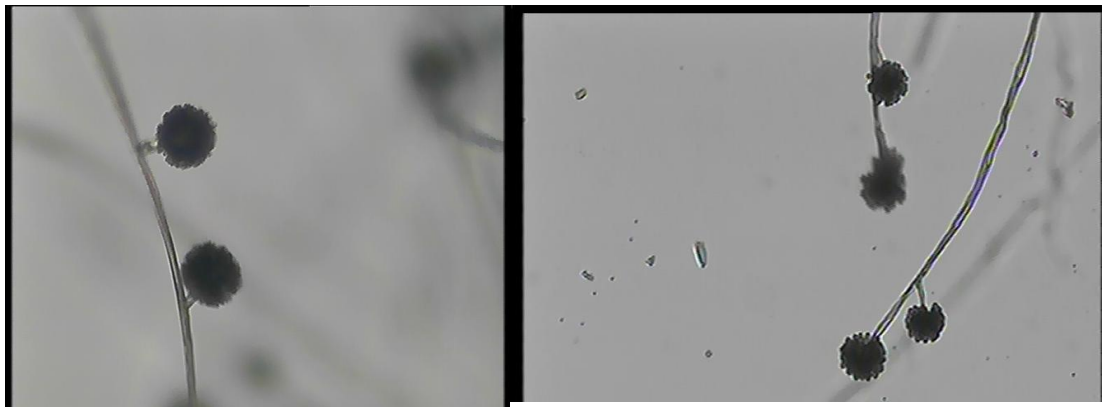
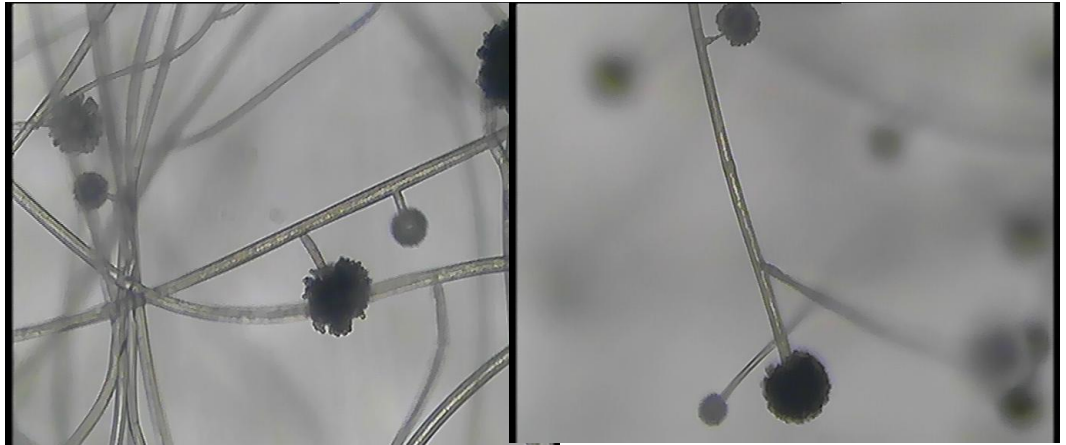
Gambar 6. Bakteri yang terlihat di mikroskop



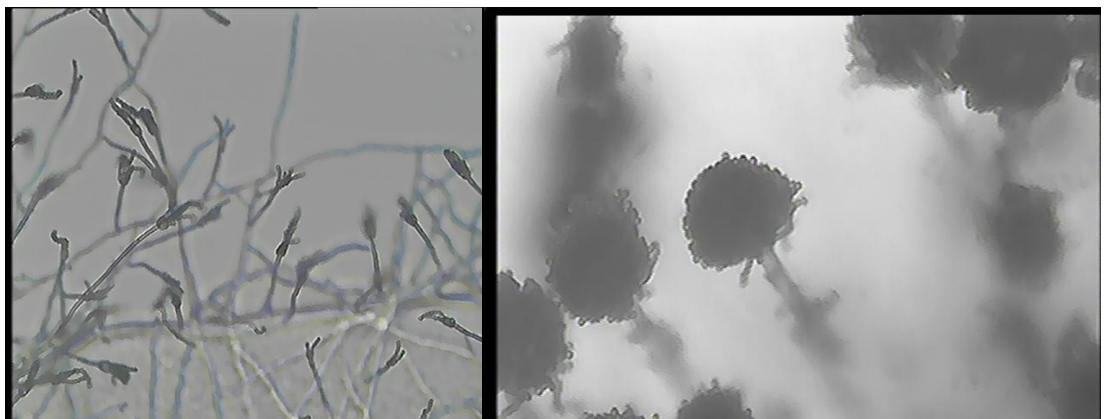
Gambar 7. Actinomycetes

Pengamatan dengan menggunakan mikroskop pada pembesaran 1000 kali terlihat bahwa bakteri yang ada teridentifikasi memiliki bentuk seperti batang atau bacillus dan menggunakan metoda pewarnaan diketahui bahwa bakteri tersebut merupakan bakteri batang dan gram positif serta ada yang berspora.

Selain dari mengidentifikasi bakteri juga diidentifikasi jamur yang tumbuh pada mudballs. Hasil identifikasi jamur dengan menggunakan mikroskop dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 8. Jamur *Mucor spp*



Gambar 9. Jamur *Penicillium spp*

Berdasarkan hasil-hasil di atas maka bakteri yang ada dalam EM 4 merupakan bakteri yang berbentuk batang dan gram positif serta berspora serta golongan Actinomycetes adapun jamur yang teridentifikasi adalah *Mucor spp* dan *Penicillium spp*.

5.3 PENENTUAN pH OPTIMUM

Tahapan penelitian berikutnya adalah menentukan parameter pH yang paling optimum. Berdasarkan metodologi penelitian maka variasi pH yang akan di coba untuk penelitian ini mulai dari pH 4 sampai 9. Parameter yang akan di periksa meliputi COD, DO, pH dan TSS. Berikut ini adalah hasil penelitian untuk berbagai pH.

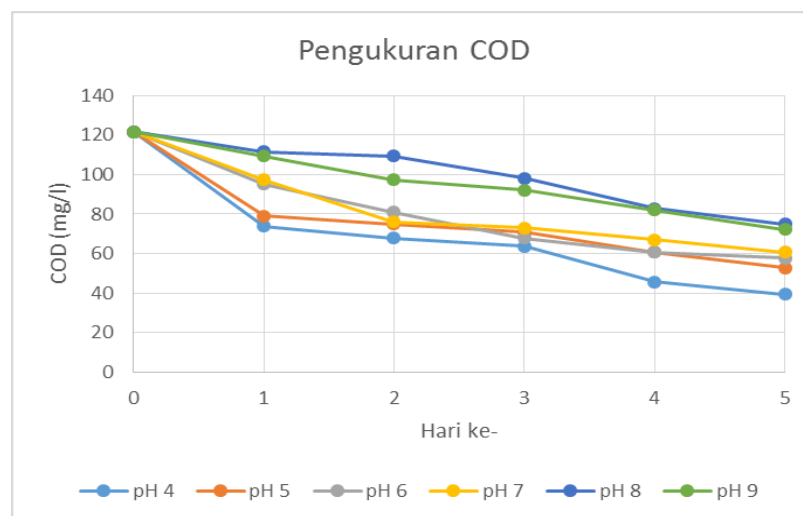
PENYISIHAN COD

Tabel 3. Hasil pengukuran parameter COD pada variasi pH 4 sampai 9

hari ke-	pH 4	pH 5	pH 6	pH 7	pH 8	pH 9
0	122	122	122	122	122	122
1	74	79	95	97	111	109
2	68	75	81	76	109	97
3	64	71	68	73	98	92
4	46	61	61	67	83	82
5	40	53	58	61	75	72

Tabel 4. Persen penyisihan parameter COD pada variasi pH 4 sampai 9

hari ke-	pH 4	pH 5	pH 6	pH 7	pH 8	pH 9
0	0	0	0	0	0	0
1	39	35	22	20	9	10
2	44	39	34	38	10	20
3	48	42	44	40	19	24
4	63	50	50	45	32	33
5	68	57	53	50	38	41



Gambar 10. Grafik Hasil Pengukuran COD pada variasi pH 4 sampai 9

Berdasarkan tabel dan gambar di atas terlihat bahwa nilai penyisihan terbesar terjadi pada pH 4 dengan nilai penyisihan mencapai 68 % dan berturut-turut mengalami penurunan tingkat penyisihan sampai penyisihan terendah ada pada pH 8 dengan nilai penyisihan hanya mencapai 38 %. Lingkungan merupakan faktor yang sangat penting untuk pertumbuhan mikroorganismenya baik itu bakteri maupun jamur. Pertumbuhan dan metabolisme bakteri maupun jamur akan optimal jika lingkungannya mendukung. Hal ini sesuai dengan hasil identifikasi dari mikroorganismenya yang ada pada biakan EM 4 yang merupakan bakteri dengan komposisi sebagian besar adalah *Lactobacillus* yang akan hidup dengan optimal pada pH yang cenderung asam. Namun umumnya bakteri *Lactobacillus* tidak berspora kecuali *Lactobacillus sporogenes*, sedangkan pada penelitian ini bakteri yang ditemukan sebagian besar berbentuk batang dan berspora. Dewasa ini *Lactobacillus sporogenes* lebih dikenal dengan nama *Bacillus coagulans* yaitu suatu bakteri berbentuk basil, Gram positif, berspora dan menghasilkan asam laktat. Melalui lingkungan yang sesuai maka pertumbuhan mikroorganismenya juga akan optimal sehingga kemampuan untuk mendegradasi pencemar (COD) juga akan semakin bagus atau optimal.

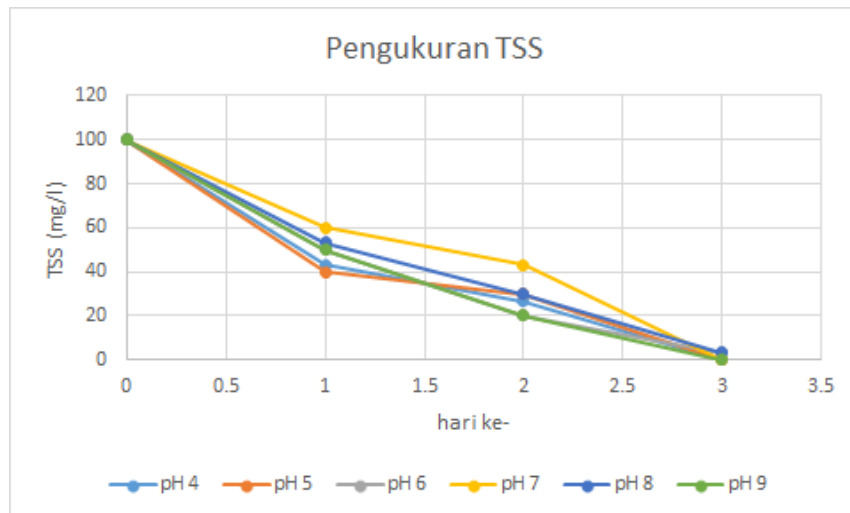
PENYISIHAN TSS

Tabel 5. Hasil pengukuran parameter TSS pada variasi pH 4 sampai 9

hari ke	pH 4	pH 5	pH 6	pH 7	pH 8	pH 9
0	100	100	100	100	100	100
1	43.3	40	50	60	53.3	50
2	26.7	30	20	43.3	30	20
3	0	0	3.3	0	3.3	0

Tabel 6. Persen Penyisihan parameter TSS pada variasi pH 4 sampai 9

hari ke	pH 4	pH 5	pH 6	pH 7	pH 8	pH 9
0	0	0	0	0	0	0
1	57	60	50	40	47	50
2	73	70	80	57	70	80
3	100	100	97	100	97	100



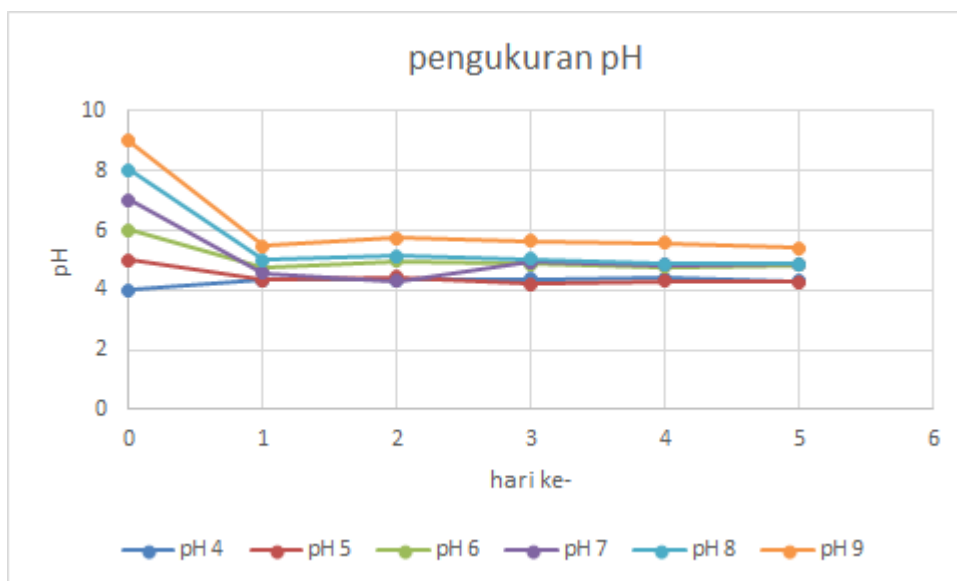
Gambar 11. Grafik Hasil Pengukuran TSS pada variasi pH 4 sampai 9

Berdasarkan Tabel dan Gambar di atas terlihat bahwa pada hari ke tiga hampir semua TSS sudah bisa disisihkan dari air sungai buatan. Hal ini menunjukkan bahwa proses sorpsi yang dilakukan oleh mudballs berjalan sangat efektif tanpa keterkaitan dengan parameter pH. Proses sorpsi merupakan proses fisik yang melibatkan antara adsorbent dengan adsorbat (penyerap dengan yang diserap). Proses sorpsi merupakan proses fisik sehingga penyisihan terjadi relative lebih cepat dibandingkan dengan degradasi tetapi proses ini tidak menyelesaikan masalah secara tuntas karena jika media pengadsorptnya hancur maka pencemar yang teradsorp (terserap) bisa kembali ke lingkungan.

PENGUKURAN pH

Tabel 7. Hasil pengukuran parameter pH pada variasi pH 4 sampai 9

hari ke-	pH 4	pH 5	pH 6	pH 7	pH 8	pH 9
0	4.01	5.02	6.01	7.03	8.02	9.01
1	4.32	4.34	4.73	4.56	5.02	5.49
2	4.33	4.44	4.96	4.31	5.13	5.76
3	4.38	4.2	4.87	4.93	5.05	5.65
4	4.39	4.31	4.76	4.84	4.87	5.57
5	4.31	4.27	4.85	4.88	4.89	5.4



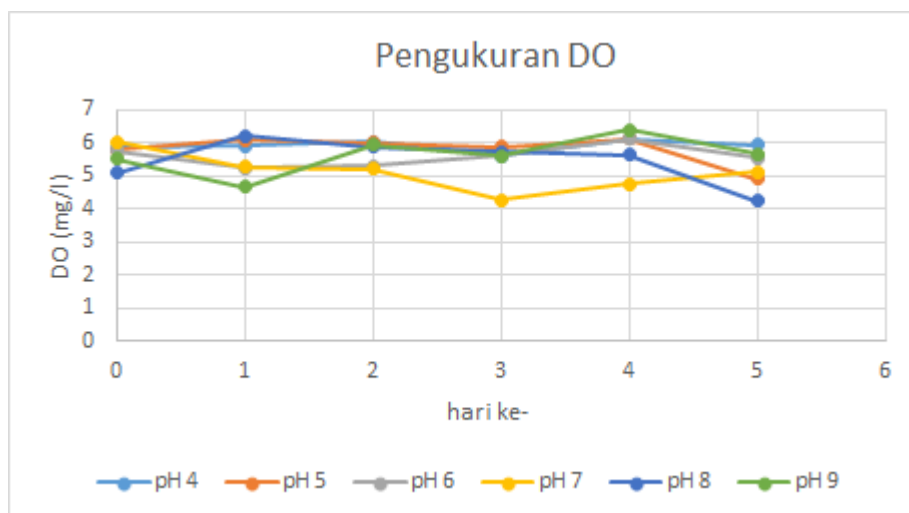
Gambar 12. Hasil Pengukuran pH

Berdasarkan Tabel dan Gambar di atas terlihat bahwa mikroorganismememegang peranan yang penting dalam pengkondisian media penelitian. Hampir semua hasil penelitian menunjukkan bahwa pH nya berada pada posisi asam meskipun pada awal penelitian pH dikondisikan bervariasi mulai dari 4 sampai 9. Mulai pada pengamatan hari pertama semua pH pada reaktor percobaan menunjukkan pH pada kisaran 4 – 5 dan kondisi ini tidak berubah sampai akhir waktu percobaan. Hal ini terjadi karena komposisi EM 4 yang hampir 90 % mengandung mikroorganismeyang bersifat asam.

PENGUKURAN DO

Tabel 8. Hasil pengukuran parameter DO pada variasi pH 4 sampai 9

hari ke	pH 4	pH 5	pH 6	pH 7	pH 8	pH 9
0	5.87	5.81	5.78	6.05	5.1	5.53
1	5.93	6.1	5.25	5.27	6.22	4.68
2	6.04	6.02	5.3	5.22	5.9	5.96
3	5.62	5.88	5.66	4.28	5.74	5.62
4	6.13	6.14	6.14	4.78	5.66	6.41
5	5.96	4.91	5.55	5.13	4.25	5.69



Gambar 13. Hasil Pengukuran DO

DO yang terukur pada semua percobaan relatif sama dengan kisaran antara 4 – 6 mg/l. Ini menunjukkan bahwa DO dipakai oleh mikroorganisme untuk melakukan pertumbuhan.

5.4 PENENTUAN WAKTU KESETIMBANGAN

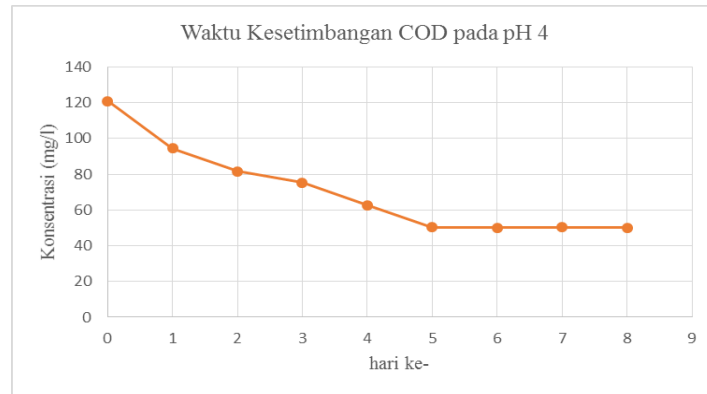
Penentuan waktu kesetimbangan dimaksudkan untuk mengetahui lamanya waktu yang diperlukan adsorben (*mudball*) dalam mengadsorpsi COD dan TSS hingga mencapai kondisi setimbang/jenuh.

Penentuan waktu jenuh dilakukan pada diameter optimum yaitu 2,5 cm untuk COD dan berat *mudball* 5 gram untuk TSS. Penentuan waktu jenuh dilihat berdasarkan hasil pengukuran nilai konsentrasi COD dan TSS, dimana jika terjadi kesamaan dalam hasil pengukuran selama tiga kali pengamatan berturut-turut (atau perubahan tidak melebihi 10 %).

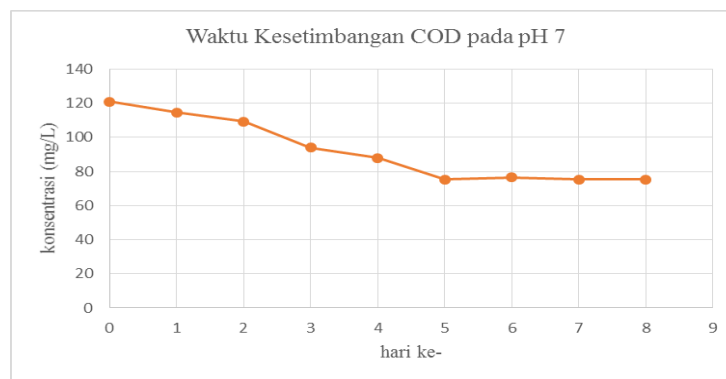
Tabel 9. Hasil pengukuran waktu kesetimbangan untuk COD

Hari ke	COD (mg/l)	
	pH 4	pH 7
0	121,00	121,00
1	94,41	114,63
2	81,54	109,22
3	75,26	94,08

4	62,72	87,08
5	50,28	75,26
6	50,17	76,50
7	50,28	75,26
8	50,17	75,26



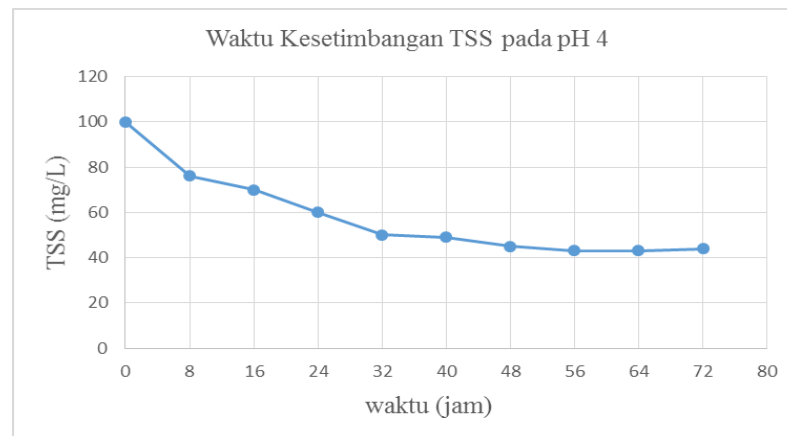
Gambar 14. Waktu Keseimbangan COD pada pH 4



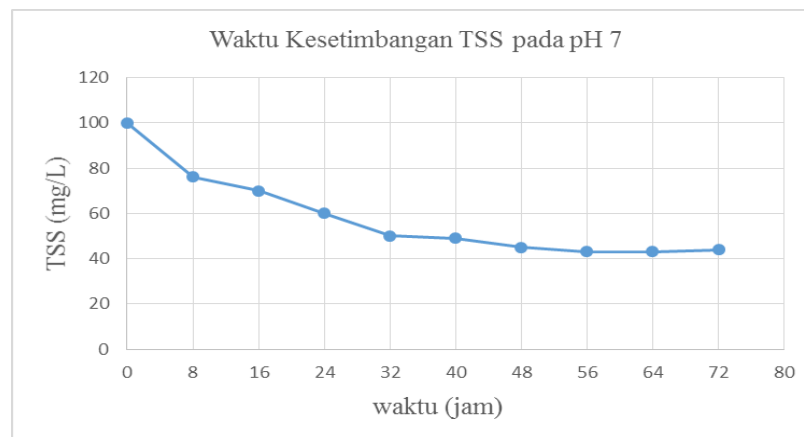
Gambar 15. Waktu Keseimbangan COD pada pH 7

Tabel 10. Hasil pengukuran waktu kesetimbangan untuk TSS

Jam ke	TSS (mg/l)	
	pH 4	pH 7
0	100	100
8	80	76
16	75	70
24	65	60
32	57	50
40	50	49
48	47	54
56	45	43
64	44	43
72	44	44



Gambar 16. Waktu Kesetimbangan TSS pada pH 4



Gambar 17. Waktu Kesetimbangan TSS pada pH 7

Dari gambar di atas memperlihatkan bahwa pencapaian waktu setimbang biosorpsi dan adsorpsi untuk parameter COD dan TSS berbeda. Pencapaian waktu setimbang COD memerlukan waktu 5 hari sedangkan waktu setimbang TSS memerlukan waktu 56 jam.

Adanya perbedaan waktu kesetimbangan pada kedua parameter, kemungkinan dikarenakan proses penurunan setiap parameter berbeda. Pada penurunan COD, proses yang berlangsung biosorpsi dan degradasi, sedangkan untuk penurunan konsentrasi TSS berlangsung proses biosorpsi saja. Proses degradasi merupakan proses biologis yang melibatkan mikroorganisme sebagai pengurai zat organik, proses degradasi biologis memerlukan waktu yang lebih lama daripada proses biosorpsi sehingga waktu kesetimbangan untuk COD jauh lebih lama dibandingkan dengan TSS.

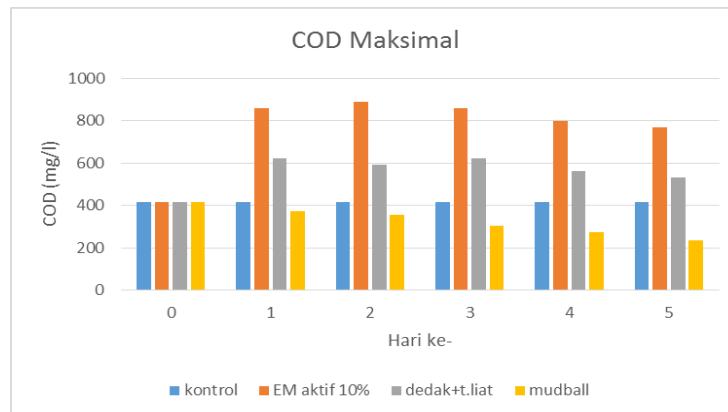
5.5 PENGUKURAN COD DAN TSS PADA KONSENTRASI MAKSIMUM

Pengukuran COD dan TSS konsentrasi maksimum dilakukan pada komposisi dan pH optimum yang telah ditentukan sebelumnya. Konsentrasi yang digunakan adalah COD 400 mg/L dan TSS 350 mg/L (berdasarkan pengukuran sungai Cikapundung yang dilakukan BPLHD kota Bandung tahun 2013). Penelitian ini dilakukan seperti penelitian untuk mencari pH optimum, pengukuran pada 4 variasi sampel yaitu air sungai tanpa media, air sungai dengan EM4 aktif 10%, air sungai dengan Dedak+Tanah liat dan air sungai dengan *mudball*, dan diukur setiap hari sampai waktu kesetimbangannya (5 hari). Parameter yang diukur adalah COD, TSS, pH dan DO.

PENYISIHAN COD

Tabel 11. Hasil pengukuran COD pada Konsentrasi ekstrim/maksimal

Hari ke-	Kontrol	EM aktif 10%	Dedak+Tanah liat	Mudball
0	414,848	414,848	414,848	414,848
1	414,848	859,328	622,272	375,3387
2	414,848	888,96	592,64	355,584
3	414,848	859,328	622,272	306,1973
4	414,848	800,064	563,008	276,5653
5	414,848	770,432	533,376	237,056



Gambar 18. Pengukuran COD pada Konsentrasi Maksimal

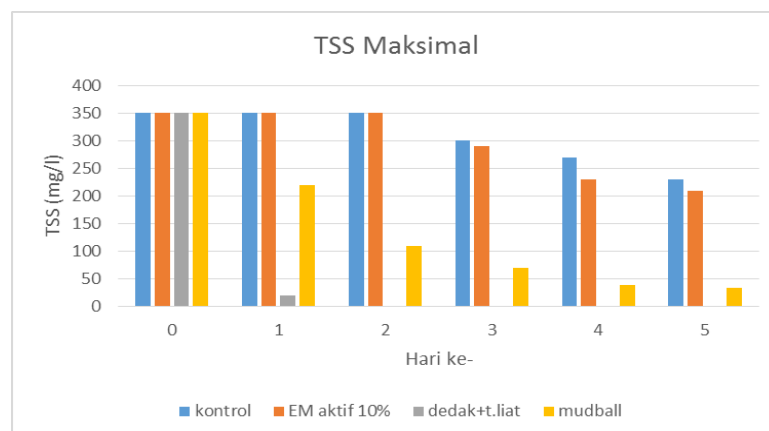
Dari tabel dan grafik di atas terlihat bahwa pada sampel dengan EM4 aktif 10% dan Dedak+Tanah liat mengalami peningkatan konsentrasi pada hari pertama yang cukup tinggi, walaupun pada hari berikutnya menurun akan

tetapi penurunnya hanya sedikit dan masih diatas konsentrasi yang awal. Hal ini terjadi karena EM4 aktif merupakan zat organik, dibuat dari campuran buah dan ditambah gula, sehingga EM4 aktif yang ditambahkan ke dalam sir sungai justru akan menambah konsentrasi dari COD. Begitu pula dengan Dedak+Tanah liat, dedak merupakan zat organik, produk samping penggilingan padi. Jika ditambahkan ke dalam sampel akan menambah konsentrasi COD. Pada sampel air sungai dengan *mudball* terjadi penurunan konsentrasi sebesar 42,86 % pada hari ke 5 atau pada waktu kestimbangannya. Penyisihan konsentrasi ekstrim pada waktu setimbang tidak terlalu besar seperti pada konsentrasi normal yitu sebesar 67,5%, hal ini terjadi karena konsentrasi COD yang harus disisihkan oleh mikroorganisme yang ada pada *mudball* lebih banyak dibandingkan dengan konsentrasi normal yang hanya 120 mg/l.

PENYISIHAN TSS

Tabel 12. Hasil pengukuran TSS pada Konsentrasi ekstrim/maksimal

Hari Ke-	Kontrol	EM Aktif 10%	Dedak+Tanah Liat	Mudball
0	350	350	350	350
1	350	350	20	220
2	350	350	0	110
3	300	290	0	70
4	270	230	0	40
5	230	210	0	33,33



Gambar 19. Pengukuran TSS pada Konsentrasi Maksimal

Dari tabel dan grafik di atas terlihat bahwa semua mengalami penurunan, pada blanko dan sampel dengan EM4 10% mengalami penurunan, ini terjadi karena kaolin dalam Erlenmeyer mengalami penggumpalan karena pengocokan yang terus menerus sehingga pada saat pemipetan, tidak semua kaolin terambil yang menyebabkan konsentrasi TSS menurun.

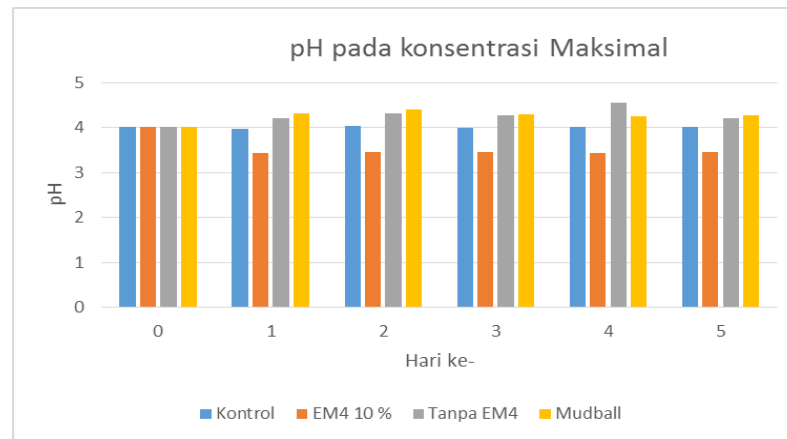
Sampel dengan Dedak+Tanah liat, hari pertama, media tersebut hancur, apabila dikocok lebih kuat lagi maka dipastikan akan menaikkan konsentrasi TSS karena tanah liat yang ada akan ikut terbawa, jadi pada sampel dengan dedak+tanah liat tidak dilakukan pengocokan lagi sehingga TSS yang terbaca 0, jika tidak dilakukan pengocokan kaolin maupun dedak dan tanah liat akan mengendap.

Pada sampel dengan *mudball* terjadi penurunan konsentrasi TSS pada hari ke 5 sebesar 90,48%, cukup tinggi tetapi tidak setinggi pada konsentrasi optimum yang mencapai 99,99%, hal ini terjadi karena hal ini terjadi karena konsentrasi TSS yang harus disisihkan oleh *mudball* lebih banyak dibandingkan dengan konsentrasi normal yang hanya 100 mg/l.

PENYISIHAN pH

Tabel 13. Hasil pengukuran pH pada Konsentrasi ekstrim/maksimal

Hari ke-	Kontrol	EM4 10 %	Dedak + Tanah Liat	Mudball
0	4,01	4,01	4,01	4,01
1	3,98	3,44	4,2	4,32
2	4,03	3,46	4,31	4,4
3	3,99	3,46	4,27	4,3
4	4,01	3,44	4,55	4,26
5	4,02	3,46	4,21	4,28



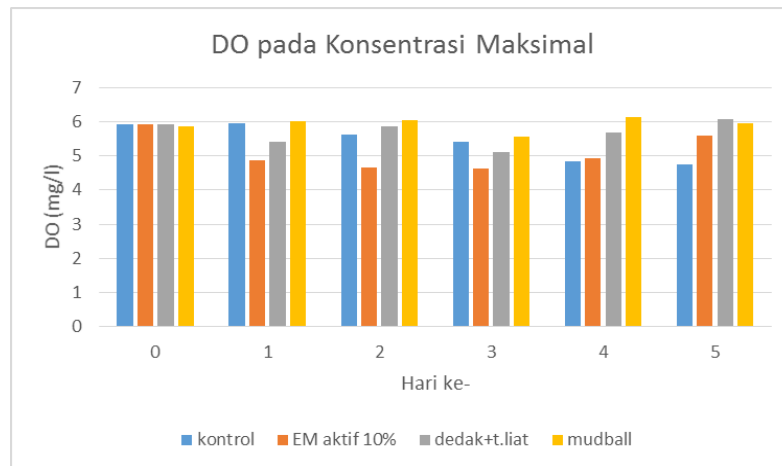
Gambar 20. Pengukuran TSS pada Konsentrasi Maksimal

Pada tabel dan gambar diatas terlihat bahwa pada pH tidak mengalami peningkatan yang terlalu besar, karena mikroorganismenya yang ada dalam *mudball* sebagian besar merupakan bakteri asam laktat yang mempunyai pH optimumnya berada pada pH asam. Pada sampel dengan EM4 aktif pH mengalami penurunan karena pH EM4 aktif sekitar 3,5-4,0 (Zakaria, 2010)

PENGUKURAN DO

Tabel 14. Hasil pengukuran DO pada Konsentrasi ekstrim/maksimal

Hari ke-	Kontrol	EM aktif 10%	Dedak+Tanah liat	Mudball
0	5,92	5,92	5,92	5,87
1	5,96	4,87	5,42	6,02
2	5,62	4,66	5,87	6,04
3	5,42	4,63	5,12	5,55
4	4,85	4,92	5,68	6,14
5	4,75	5,59	6,07	5,96



Gambar 21. Pengukuran DO pada Konsentrasi Maksimal

Pada tabel dan grafik di atas terlihat bahwa konsentrasi DO relative konstan. Meskipun terjadi proses biologis secara aerobik yang dilakukan oleh mikroorganisme yang membutuhkan oksigen, keberadaan oksigen tetap bisa dipertahankan karena adanya proses agitasi sebesar 60 rpm sehingga terjadi difusi oksigen dari luar ke dalam air.

5.6 PENENTUAN ISOTERM

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah proses adsorpsi dengan menggunakan *mudball* lebih mengikuti tipe isoterm Freundlich, isoterm Langmuir atau isoterm BET. Penentuan isoterm ini dilakukan pada konsentrasi COD 120 mg/L dan TSS 100 mg/L. Penelitian ini dilakukan dengan variasi berat *mudball* 1 gr – 10 gr pada pH optimum yaitu pH 4, volume kerja 200 mL dan suhu ruangan. Lamanya waktu biosorpsi yang digunakan berasal dari penentuan waktu jenuh sebelumnya yaitu untuk COD selama 5 hari dan untuk TSS selama 56 jam.

ISOTERM FREUNDLICH

Persamaan isoterm Freundlich mengasumsikan bahwa adanya lapisan ganda (lapisan yang lebih dari satu lapis / multi layer) pada permukaan adsorben dan adsorpsi meningkat dengan meningkatnya adsorbat.

Tabel 15. Penentuan Adsorpsi *Mud ball* Terhadap COD Pada Suhu Kamar (Freundlich)

Berat (gr)	Ce (mg/l)	Co (mg/l)	Co-Ce (mg/l)	X/M (mg/gr)	Log X/M	Log Ce
1,107	63,7024	120,8256	57,1232	10,3204	1,0137	1,8042
2,055	63,7024	120,8256	57,1232	5,5594	0,7450	1,8042
3,042	59,9552	120,8256	60,8704	4,0020	0,6023	1,7778
4,028	58,0816	120,8256	62,744	3,1154	0,4935	1,7640
4,998	48,7136	120,8256	72,112	2,8856	0,4602	1,6877
5,905	48,7136	120,8256	72,112	2,4424	0,3878	1,6877
6,914	48,7136	120,8256	72,112	2,0860	0,3193	1,6877
7,915	44,9664	120,8256	75,8592	1,9168	0,2826	1,6529
8,916	39,3456	120,8256	81,48	1,8277	0,2619	1,5949
9,949	33,7248	120,8256	87,1008	1,7509	0,2433	1,5279

Tabel 16. Penentuan Adsorpsi *Mudball* Terhadap TSS Pada Suhu Kamar (Freundlich)

Berat (gr)	Ce (mg/l)	Co (mg/l)	Co-Ce (mg/l)	X/M (mg/gr)	Log X/M	Log Ce
1,043	60	100	40	7,6702	0,8848	1,7782
1,922	55	100	45	4,6826	0,6705	1,7404
2,85	50	100	50	3,5088	0,5452	1,6990
4,293	42	100	58	2,7021	0,4317	1,6232
5,378	41	100	59	2,1941	0,3413	1,6128
6,365	29	100	71	2,2310	0,3485	1,4624
7,01	24	100	76	2,1683	0,3361	1,3802
8,649	22	100	78	1,8037	0,2562	1,3424
9,083	17	100	83	1,8276	0,2619	1,2304
9,876	15	100	85	1,7213	0,2359	1,1761

Keterangan :

Co : Konsentrasi awal COD (mg/L)

Ce : Konsentrasi COD saat kondisi setimbang (mg/L)

$$\frac{X}{M} = \frac{(Co - Ce) \left(\frac{mg}{L}\right) \times Volume Kerja (L)}{Berat mudball (gr)}$$

Adapun volume kerja pada penelitian ini adalah 200 mL.

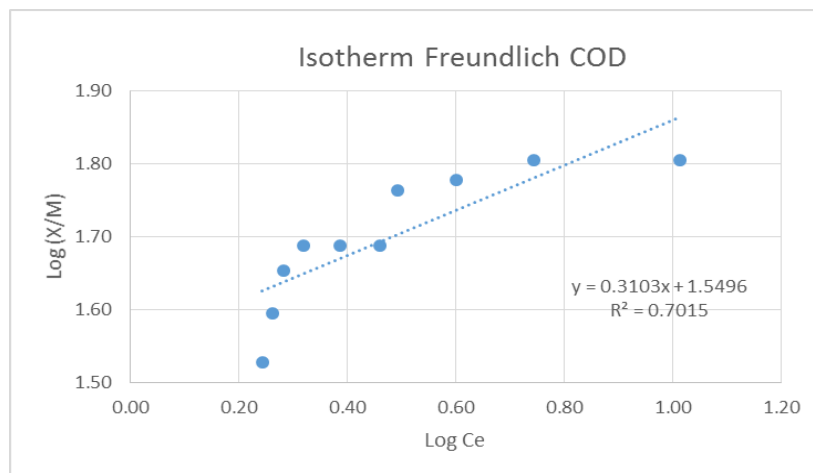
Contoh perhitungan :

- $Co - Ce = 120,826 - 63,7024 = 57,1232$
- $\frac{X}{M} = \frac{(120,826 - 63,7024) \left(\frac{mg}{L}\right) \times 0,2 L}{1,107 \text{ gr}}$
 $= 10,3204$
- $\text{Log } Ce = \text{Log } 63,7024$
 $= 1,8042$
- $\text{Log } X/M = \text{Log } 1,8042$
 $= 1,0137$

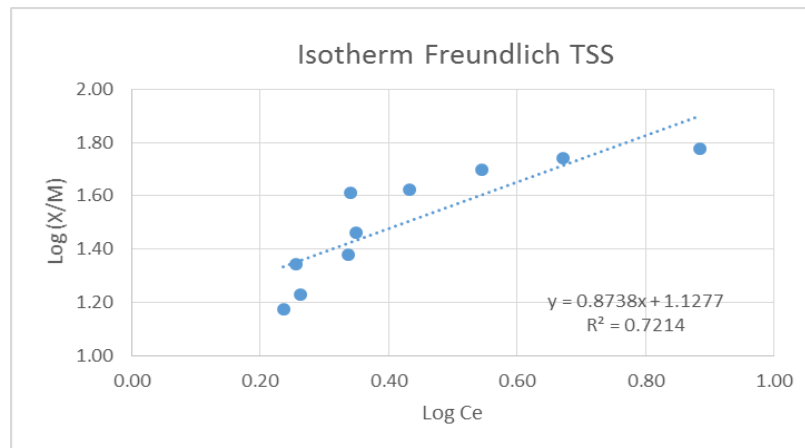
Data hasil perhitungan dalam suatu grafik dimana $\log X/M$ sebagai sumbu Y dan $\log Ce$ sebagai sumbu X sehingga didapatkan suatu persamaan garis lurus. Dan menentukan parameter $\log K_f$ dan $1/n$ dapat dilinearisasikan dengan persamaan berikut ini.

$$\text{Log } X/M = \text{Log } K_f + 1/n \text{ Log } Ce$$

Kurva persamaan isoterm sorpsi Freundlich yang diperoleh dari proses biosorpsi COD dan TSS oleh *mudball*. Berikut gambar yang memperlihatkan kurva Freundlich sehingga di peroleh suatu persamaan garis.



Gambar 22. Kurva Isoterm Freundlich untuk COD



Gambar 23. Kurva Isoterm Freundlich untuk TSS

Dari gambar di atas diperoleh suatu persamaan garis lurus yang menunjukkan parameter log Kf, nilai 1/n dan nilai R².

Tabel berikut ini memperlihatkan hasil koefisiensi konstanta persamaan Isoterm Freundlich yang diperoleh dari persamaan di atas yang telah dibuat kurva seperti yang terlihat pada Gambar di atas.

Tabel 17. Persamaan Isoterm Freundlich COD

Persamaan	Kf (mg/gr)	1/n	n	R ²
Y = 0,3103x + 1,5496	35,449	0,3103	3,223	0,7015
Log Kf = 1,5496				
1/n = 0,3103x				

Tabel 18. Persamaan Isoterm Freundlich TSS

Persamaan	Kf (mg/gr)	1/n	n	R ²
Y = 0,8738x + 1,1277	13,4184	0,8738	1,1444	0,7214
Log Kf = 1,1277				
1/n = 0,7214				

Dari tabel di atas, memperlihatkan hasil Kf sebesar 35,449 pada COD dan 13,4184 pada TSS, dan R² (koefisien determinasi) yang diperoleh 0,7015 pada COD dan 0,7214 pada TSS. Untuk mengetahui kecocokan adsorpsi dapat dilihat dari nilai n, dimana nilai n > 1 menunjukkan kondisi adsorpsi yang cocok, sehingga n antara 2-10 menghasilkan adsorpsi yang cocok (Malik, 2000). Berdasarkan tabel tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa nilai n

mudball menunjukkan kondisi yang cocok untuk persamaan isoterm Freundlich karena nilai $n > 1$.

ISOTERM LANGMUIR

Persamaan Langmuir berlaku untuk adsorpsi lapisan tunggal (monolayer) pada permukaan zat yang homogen. Persamaan Langmuir dapat diturunkan secara teoritis dengan menganggap terjadinya suatu kesetimbangan antara molekul yang diadsorpsi dan molekul yang masih bebas (Mellianti, 2005).

Penentuan persamaan isoterm sorpsi penyisihan COD dan TSS oleh *mudball* pada suhu kamar dengan menggunakan persamaan isoterm Langmuir dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 19. Penentuan Adsorpsi *Mudball* Terhadap COD Pada Suhu Kamar (Langmuir)

Berat (gr)	Ce (mg/l)	Co (mg/l)	Co-Ce (mg/l)	X/M (mg/gr)	1/Ce	1/(X/m)
1,107	63,7024	120,8256	57,1232	10,3204	0,0157	0,0969
2,055	63,7024	120,8256	57,1232	5,5594	0,0157	0,1799
3,042	59,9552	120,8256	60,8704	4,0020	0,0167	0,2499
4,028	58,0816	120,8256	62,744	3,1154	0,0172	0,3210
4,998	48,7136	120,8256	72,112	2,8856	0,0205	0,3465
5,905	48,7136	120,8256	72,112	2,4424	0,0205	0,4094
6,914	48,7136	120,8256	72,112	2,0860	0,0205	0,4794
7,915	44,9664	120,8256	75,8592	1,9168	0,0222	0,5217
8,916	39,3456	120,8256	81,48	1,8277	0,0254	0,5471
9,949	33,7248	120,8256	87,1008	1,7509	0,0297	0,5711

Tabel 20. Penentuan Adsorpsi *Mudball* Terhadap TSS Pada Suhu Kamar (Langmuir)

Berat (gr)	Ce (mg/l)	Co (mg/l)	Co-Ce (mg/l)	X/M (mg/gr)	1/Ce	1/(X/m)
1,043	60	100	40	7,6702	0,0167	0,1304
1,922	55	100	45	4,6826	0,0182	0,2136
2,85	50	100	50	3,5088	0,0200	0,2850
4,293	42	100	58	2,7021	0,0238	0,3701
5,378	41	100	59	2,1941	0,0244	0,4558
6,365	29	100	71	2,2310	0,0345	0,4482

7,01	24	100	76	2,1683	0,0417	0,4612
8,649	22	100	78	1,8037	0,0455	0,5544
9,083	17	100	83	1,8276	0,0588	0,5472
9,876	15	100	85	1,7213	0,0667	0,5809

Contoh perhitungan :

- $Co-Ce = 120,8256 - 63,7024 = 57,1232 \text{ mg/L}$
- $$X/M = \frac{(120,8256 - 63,7024) \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0,2(\text{L})}{1,107(\text{gr})}$$

$$= 10,3204 \text{ mg/gr}$$
- $$1/(X/M) = \frac{1}{10,3204}$$

$$= 0,0969$$
- $$1/Ce = \frac{1}{63,7024}$$

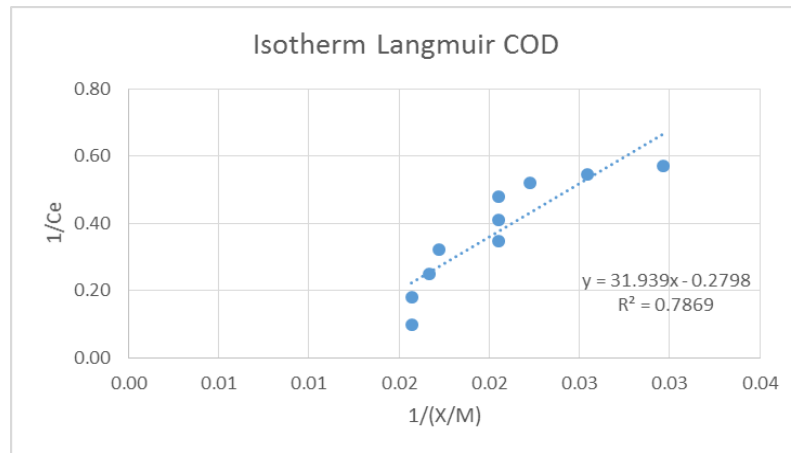
$$= 0,0157$$

Data tersebut diplotkan dalam suatu grafik dimana $1/(X/M)$ sebagai sumbu Y dan $1/Ce$ sebagai sumbu X sehingga akan membentuk garis lurus. Perpotongan dengan sumbu Y menyatakan nilai $1/ab$ dan kemiringan dari garis lurus menyatakan nilai $1/a$.

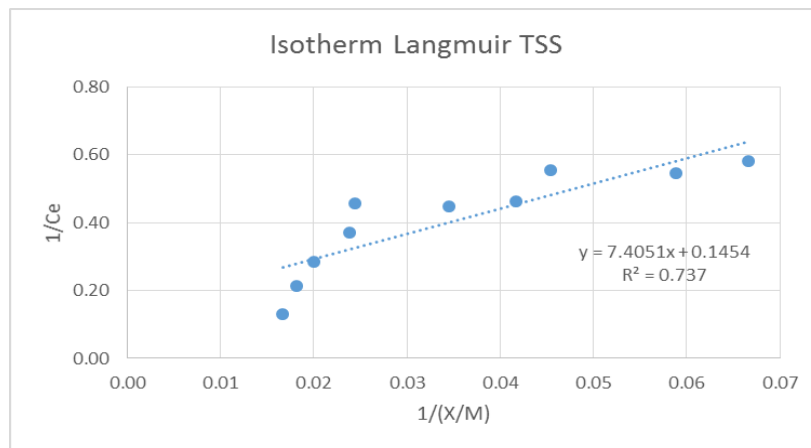
Persamaan Langmuir dapat dilinearisasikan sehingga data percobaan dapat diplot untuk mendapatkan parameter $1/ab$ dan $1/a$.

$$\boxed{\frac{Ce}{X/M} = \frac{1}{ab} = \frac{1}{a} Ce}$$

Gambar berikut ini memperlihatkan kurva isoterm Langmuir sehingga didapatkan suatu persamaan garis lurus.



Gambar 24. Kurva Isoterm Langmuir untuk COD



Gambar 25. Kurva Isoterm Langmuir untuk TSS

Dari grafik di atas memperlihatkan hasil $1/a$ sebesar 31,939 pada COD dan 7,4051 pada TSS dan R^2 (koefisien determinasi) yang diperoleh sebesar 0,7869 pada COD dan 0,737 pada TSS.

$$\frac{1}{a} = 31,939$$

$$a = 0,03131$$

dan

$$\frac{1}{ab} = 0,2798$$

$$\frac{1}{(0,03131)b} = 0,2798$$

$$b = 114,1494$$

Karakteristik isoterm adsorpsi Langmuir dapat dinyatakan dengan konstanta separation faktor atau faktor pemisahan (R_L). penentuan karakteristik isoterm Langmuir untuk mengetahui apakah adsorpsi COD dan TSS oleh *mudball* benar-benar cocok untuk persamaan Langmuir.

Faktor pemisah (R_L) Langmuir isoterm dinyatakan dengan persamaan berikut (Hall et al., 1996).

$$R_L = 1/(1+a \cdot C_o)$$

Dimana :

R_L = Faktor pemisah dalam adsorpsi COD dan TSS oleh *mudball*

a = Kapasitas adsorpsi maksimum adsorbent yang mengadsorpsi adsorbat (mg/gr)

C_o = konsentrasi awal (mg/L)

Contoh perhitungan :

- COD

$$R_L = 1/[1 + (a \times C_o)]$$

$$R_L = 1/[1 + (0,03131 \times 120,8256)]$$

$$R_L = 0,2091$$

- TSS

$$R_L = 1/[1 + (a \times C_o)]$$

$$R_L = 1/[1 + (0,1350 \times 100)]$$

$$R_L = 0,0689$$

Nilai faktor pemisah (R_L) dianggap *favorable* / cocok bila nilainya antara 0-1 (Hall, 1966). Menurut *Webber & Chakravorti (1974)* bahwa untuk nilai faktor pemisahan (R_L) = 0,05 adalah *very favorable* / sangat cocok. Berdasarkan perhitungan di atas, maka dapat disimpulkan nilai R_L untuk *mudball* menunjukkan kondisi yang *favorable/cocok* untuk persamaan isoterm Langmuir.

Tabel 21. Koefisien konstanta persamaan isoterm Langmuir

Parameter	Persamaan	1/a	a	1/ab	b	R ²	RL
COD	Y = 31,939x - 0,2798	31,939	0,0313	0,2798	114,149	0,7869	0,2091
TSS	Y = 7,4051x + 0,1454	7,4051	0,1350	0,1454	50,9292	0,737	0,0689

Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa parameter COD dan TSS persamaan garis lurus yang dihasilkan mempunyai derajat determinasi (R²) sebesar 0,7869 dan 0,737.

PEMILIHAN TIPE ISOTERM

Pemilihan tipe isoterm Freundlich dan Langmuir berdasarkan dari nilai R² dan nilai kecocokan adsorpsi dapat dilihat pada table berikut ini.

Tabel 22. Perbandingan Persamaan Berdasarkan R² dan Nilai Kecocokan

Parameter	Freundlich		Langmuir	
	R ²	n	R ²	RL
COD	0,7015	3,223	0,7869	0,2091
TSS	0,7214	1,144	0,737	0,0689

Dari tabel di atas, didapatkan nilai R² untuk persamaan Freundlich pada COD dan TSS sebesar 0,7015 dan 0,7214 dan n > 1 *favorable* dan persamaan Langmuir nilai R² pada COD dan TSS sebesar 0,7869 dan 0,737 dan 0 < 0,2091; 0,0689 < 1 *favorable*. Sehingga berdasarkan nilai R² dan nilai kecocokan dapat disimpulkan bahwa mekanisme adsorpsi *mudball* terhadap COD dan TSS pada suhu kamar (25°C) mengikuti pola isoterm Langmuir karena nilai R² mendekati 1 dan *favorable*.

PENENTUAN KAPASITAS ADSORPSI

Penentuan Kapasitas adsorpsi *mudball* dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar *mudball* dalam mengadsorpsi COD dan TSS dari air sungai buatan melalui persamaan Langmuir. Untuk mengetahui kapasitas *mudball*

dalam mengadsorpsi COD dan TSS dari air sungai buatan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 23. Persamaan Langmuir Berdasarkan Nilai Koefisien Konstanta

Parameter	Langmuir	
	a	b
COD	0,0313	114,1494
TSS	0,1350	50,9292

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui kapasitas adsorbat per berat adsorbent pada persamaan terpilih yaitu Langmuir. Kapasitas maksimum adsorpsi COD sebesar 0,0313 mg/gr. Dari perlakuan tersebut dapat disimpulkan bahwa adsorpsi *mudball* dengan memerikan kapasitas terbesar sebesar 0,0313 mg/gr, dan dapat diartikan 0,0313 mg COD dapat diadsorpsi oleh 1 gram *mudball*. Begitu juga untuk TSS, kapasitas maksimum sebesar 0,1350 mg/gr, artinya 0,1350 mg TSS dapat diadsorpsi oleh 1 gram *mudball*.

Dari perlakuan di atas pada suhu kamar (25°C) dapat diambil kesimpulan bahwa proses adsorpsi COD dan TSS oleh *mudball* mengikuti pola isoterm Langmuir, ini berarti adanya kemungkinan terjadi pembentukan lapisan tunggal (monolayer) pada permukaan adsorben.

BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Berdasarkan hasil yang diperoleh maka untuk tahun ke 2 akan dilakukan penelitian sebagai berikut :

- Melakukan pergantian Mikroorganisme efektif dari EM 4 menjadi EM 1
- Menambah variasi suhu penelitian dengan suhu 30°C
- Menambah variasi kecepatan pengadukan menjadi 100 rpm
- Menambah parameter yang diperiksa yaitu Coliform

BAB 7. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan :

1. Mudballs optimum dapat di buat dengan komposisi Dedak, tanah liat dan EM4 yang diaktifkan. EM4 dapat diaktifkan dengan air tanpa tambahan molases
2. Hasil identifikasi mikroorganisme menunjukkan bahwa kandungan EM 4 terdiri dari bakteri dengan bentuk batang, gram positif dan berspora serta golongan Actinomycetes, dan jamur yang terdiri dari *Mucor spp* dan *Penicillium spp*.
3. Penyisihan COD semakin menurun dengan meningkatnya pH.
4. Penyisihan COD maksimal terjadi pada pH 4 dengan nilai penyisihan mencapai 68 %
5. TSS dapat disisihkan semuanya hampir mencapai 100 % pada semua kondisi pH dengan waktu penyisihan 3 hari.
6. Waktu kesetimbangan untuk COD adalah 5 hari dan untuk TSS adalah 56 jam
7. Efisiensi penyisihan pada konsentrasi COD maksimum sebesar 42,86 % dan untuk TSS sebesar 90,48 %
8. Mekanisme sorpsi yang terjadi untuk COD dan TSS mengikuti pola sorpsi langmuir yaitu sorpsi dilakukan lapis per lapis (;apisan tunggal atau monolayer)
9. Kapasitas sorpsi untuk COD sebesar 0,0313 mg/gram dan untuk TSS sebesar 0,1350 mg/gram

Berdasarkan penelitian yang dilakukan untuk perbaikan penelitian disarankan :

1. Penggantian Mikroorganisme Efektif dari EM 4 ke EM 1 karena kandungan EM4 didominasi oleh laktobacillus sehingga pH akhir penelitian menjadi asam (pH tidak sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan)

2. Menambahkan parameter coliform karena salah satu Mikroorganisme yang berhasil diidentifikasi adalah penicillium yang dapat berfungsi untuk membunuh bakteri pathogen

DAFTAR PUSTAKA

American Water Works Association, 2003., Water Quality, Principle and Practice of Water Supply Operations, Third Edition.

Fukushi, K., Hassan, K.M., Honda, R., Sumi, A., 2010, Sustainability in Food and Water, an Asian Perspective. Springer.

Footer, A., 2014, Bokashi Composting, Scraps to Soil in weeks, New Society Publisher, Canada.

Indarti, Retno., Ghozali, Mukthar & Harita., Operasi Teknik Kimia, Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik Bandung, Bandung, 1996

Kader, M.A., Hasan, M. T., Rahman, M. A., Alam, M.I., 2013. Effective use of rice husk ash to treat highly polluted water: case study in the Dhalassori River, Bangladesh. American Academic and Scholarly Research Journal. Vol. 5, No. 5, July 2013, pp.54-62.

Kuan, C.Y., Yuen, K.H., 2011, *Physical, chemical, and physicochemical characterization of rice husk*, British Food Journal, Vol. 114 no.6, 2012. Pp. 853-867.

Malik, A., Grohmann, E., 2012. Environmental Protection Strategies for Sustainable Development, Springer.

Naiman, R., Kantor, S., Bibly, R. E., 2013, River Ecology and Management: Lessons from the Pacific Coastal Ecoregion, Springer.

Sawyer, C. N., McCarty, P.L., Parkin, G.F., 2003, Chemistry for Environmental Engineering and Science, Fifth Edition, McGraw Hill, New York.

Shao, L., Xu, S.X., Jin, W., Yin, H.L., 2009, Rice Husk as Carbon Source and Biofilm Carrier for Water Denitrification, Polish Journal of Environmental Study, Vol. 18, no. 4, 2009, pp. 693-699.

LAMPIRAN

FORMULIR EVALUASI ATAS CAPAIAN LUARAN KEGIATAN

Ketua	:	Deni Rusmaya, ST., MT
Perguruan Tinggi	:	Universitas Pasundan Bandung
Judul	:	Penjernihan Air Sungai Menggunakan Kulit Dedak Padi yang Ditambahi Mikroorganisme Efektif
Waktu Kegiatan	:	Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun

Luaran yang direncanakan dan capaian tertulis dalam proposal awal :

No	Luaran yang direncanakan	Capaian
1	Kondisi Optimum Komposisi Mudballs	Komposisi Mudballs (Dedak, tanah liat dan EM4)
2	Nilai Kapasitas Sorpsi	Kapasitas Sorpsi ; COD : 0,0313 mg/gram dan TSS : 0,1350 mg/gram
3	Publikasi Seminar Nasional/Internasional	Paper akan di presentasikan di seminar Internasional ETMC (Environmental Technology and Management Confrence, ITB, Bandung, yang akan dilaksanakan tanggal 23 – 24 November 2015

Pembicara pada Pertemuan Ilmiah (Seminar/Simposium)

	Nasional	Internasional
Judul Makalah		Improving Artificial River Water Quality Using Mudballs Made From EM4, Rice Bran and Clay Soil
Nama Pertemuan Ilmiah		ETMC (Environmental Technology and Management Confrence)
Tempat Pelaksanaan		Bandung
Waktu Pelaksanaan		23 – 24 November 2015
-. Draft Makalah		-
-. Sudah Dikirim		-
-. Sedang di review		√
-. Sudah dilaksanakan		-

Bandung, 9 November 2015
Ketua,

Deni Rusmaya, ST., MT

PERSONALIA TENAGA PENELITI DAN KUALIFIKASINYA

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Deni Rusmaya, ST., MT
2	Jenis Kelamin	L
3	Jabatan Fungsional	Lektor
4	NIP/ NIK/Identitas lainnya	151 103 34 NIPY
5	NIDN	041 005 7701
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Ciamis/ 10 Mei 1977
7	E-mail	denirusmaya@gmail.com
8	No.telepon/HP	081321588592
9	Alamat Kantor	Jurusan Teknik Lingkungan-Universitas Pasundan Jl. Dr. Setiabudhi 193 Bandung 40153
10	Nomor telepon/Fax	022 2001985/ 022 2009574
11	Lulusan yang telah dihasilkan	S1= 15 orang, S2=0, S3=0
12	Matakuliah yang diampu	1. Menggambar Teknik 2. Statistik Teknik Lingkungan 3. Mekanika Fluida 4. Matematika Rekayasa

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Pasundan	ITB	
Bidang Ilmu	Teknik Lingkungan	Teknik Lingkungan	
Tahun Masuk-Lulus	1995 - 2000	2003 - 2006	
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Isolasi dan Seleksi Mikroorganisme Pendegradasi Zat Warna C.I Reactive Blue 5 (CIRB 5)	Sorpsi Limbah Nikel menggunakan Kulit Kacang Tanah	
Nama Pembimbing/Promotor	Dr. Fadjar Lucia Nugroho, MSc., DEA / Dr. Gatut Sudarjanto, ST., MT	Dr. Tripadma Damanhuri	

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir (Bukan skripsi, tesis, atau disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jumlah (Juta Rp)
1.	2012		Hibah Bersaing	Rp.37,-
2.	2010	Pengolahan limbah Cair Industri Tekstil menggunakan Metode Photo-Fenton	Penelitian Dosen muda	Rp.8,88,-

*Tuliskan sumber pendanaan: PDM, SKW, Pemula, Fundamental, Hibah Bersaing, Hibah Pekerti, Hibah Pascasarjana, Hikom, Stranas, Kerjasama Luar Negeri dan Publikasi Internasional, RAPID, Unggulan Stranas, atau sumber lainnya.

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jumlah (Juta Rp)
1.	2012 -2013	Training and Assistanhip On Community-Based of Domestic Solid Waste Management Project in Babakansari, Bandung	Toyota Foundation Japan	33,5
2.	2012-2013	The Integrated Rainwater And Wastewater Systems In The Context Of River Restoration And Climate Change In the location of PASUNDAN UNIVERSITY STUDENT DORMITORY	United Nations Economic Social Commission for Asia and the Pacific	686

* Tuliskan sumber pendanaan: Penerapan Ipteks, Vucer, Vucer Multitahun, UJI, Sibermas, atau sumber lainnya.

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor/ Tahun	Nama Jurnal
1.	Pengaruh Waktu Detensi Hidrolik terhadap penyisihan zat warna RGY 6 dan COD di dalam bioreaktor unggun tetap dengan menggunakan jamur yang terimobilisasi pada kulit kacang tanah	Vol 12 Juni 2010	Infomatek
2.	Penyisihan zat warna indigo (CI Vat Blue 1) menggunakan Advanced Oxidation Processes (AOP) kombinasi UV/H2O2	Vol 11 Maret 2009	Infomatek

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan Ilmiah/ Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1.				

H. Perolehan HKI Dalam 5 – 10 Tahun Terakhir

No.	Judul/ Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.				

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1.				

J. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1.			

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Dr. Fadjar Lucia Nugroho M.Sc.DEA
2	Jenis Kelamin	P
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
4	NIP/ NIK/Identitas lainnya	151 102 04 NIPY
5	NIDN	041 401 5202
6	Tempat dan Tanggal Lahir	London/ 14 Januari 1952
7	E-mail	lnugroho@melsa.net.id
8	No.telepon/HP	022 2513711/ 08156061821
9	Alamat Kantor	Jurusan Teknik Lingkungan-Universitas Pasundan Jl. Dr. Setiabudhi 193 Bandung 40153
10	Nomor telepon/Fax	022 2001985/ 022 2009574
11	Lulusan yang telah dihasilkan	S1= 25 orang, S2=0, S3=0
12	Matakuliah yang diampu	1. Ekologi dan Pengetahuan Lingkungan 2. Metodologi Penelitian 3. Mikrobiologi Lingkungan 4. Pratikum Mikrobiologi Lingkungan

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2		S-3
Nama Perguruan Tinggi	Institut Teknologi Bandung	Oklahoma University, USA	Institute National Des Science Appliquées, Toulouse, France	Institute National Des Science Appliquées, Toulouse, France
Bidang Ilmu	Biologi	School of Civil Engineering and Environmental Science	Département Génie des Procédés Industriels	Département Génie des Procédés Industriels
Tahun Masuk-Lulus	1971 - 1974	1979-1981	1985-1986	1986-1990
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Deteksi dan evaluasi bakteri penyebab lendir di Pabrik Kertas Leces, Probolinggo	Inactivation of Coliphage F ₂ and <u>Escherichia coli</u> by NaOBr Disinfection or Bromine as an Alternative to Chlorine Disinfection	Etude de la Précipitation du Phosphore par des Biomasses Fixées	Contribution à l'étude de l'élimination des pollutions phosphorées dans les eaux résiduaires
Nama Pembimbing/Promotor	Drs. Unus Suriawiria	Prof. George W. Reid	Prof. Henri Roques	Prof. Henri Roques

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir (Bukan skripsi, tesis, atau disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jumlah (Juta Rp)
1.	2011	Biosorpsi Zat Warna Antrakinin Color Index Reactive Blue 5 (CIRB5) Dari Limbah Tekstil Menggunakan Jamur Hidup Dan Mati Species <i>Trichoderma asperellum</i> TNJ63 dan TNC52	Hibah Fundamental	Rp.37.000.000,-

*Tuliskan sumber pendanaan: PDM, SKW, Pemula, Fundamental, Hibah Bersaing, Hibah Pekerti, Hibah Pascasarjana, Hikom, Stranas, Kerjasama Luar Negeri dan Publikasi Internasional, RAPID, Unggulan Stranas, atau sumber lainnya.

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jumlah (Juta Rp)
1.	2010 -2014	Anggota redaksi majalah ilmiah IATPI "Lingkungan Tropis" ISSN No. 1978-2713	IATPI	25
2.	2012-2013	The Integrated Rainwater And Wastewater Systems In The Context Of River Restoration And Climate Change In the location of PASUNDAN UNIVERSITY STUDENT DORMITORY	United Nations Economic Social Commission for Asia and the Pacific	686

* Tuliskan sumber pendanaan: Penerapan Ipteks, Vucer, Vucer Multitahun, UJI, Sibermas, atau sumber lainnya.

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor/ Tahun	Nama Jurnal
1.			

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan Ilmiah/ Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.	“The Second International Conference on Sustainable Infrastructure and Built Environment” (SIBE 2013)	Removal of Phosphate by Adsorption Using Dolomite From Padalarang, West Java As Seeding Material	19-20 November 2013, Bandung
2.	The 5 th AUN/SEED-Net Regional Conference on Global Environment “Toward a Sustainable ASEAN”	Removal of Colour Index Reactive Blue 5 (CIRB5) Anthraquinone Dye by Live <i>Trichoderma asperellum</i> TNC52 Isolated from the Soil of a Cacao Plantation in Riau	21-22 November 2012, Bandung
3.	1 st International Conference on Sustainable	Biosorption of Remazol Golden	November 2-3, 2009, Bandung

	Infrastructure and Built Environment 2009	Yellow 6 Dye By Mixed Culture of Live Fungi	

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1.				

H. Perolehan HKI Dalam 5 – 10 Tahun Terakhir

No.	Judul/ Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.				

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1.				

J. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1.			

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Dr. Yonik Meilawati Yustiani, ST., MT.
2	Jenis Kelamin	L/P
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
4	NIP/ NIK/Identitas lainnya	151 102 35 NIPY
5	NIDN	0403057003
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Denpasar, 3 Mei 1970
7	E-mail	yonik@unpas.ac.id , yonikm@yahoo.com
8	No.telepon/HP	022 7301834/ 081573231561
9	Alamat Kantor	Jurusan Teknik Lingkungan-Universitas Pasundan Jl. Dr. Setiabudhi 193 Bandung 40153
10	Nomor telepon/Fax	022 2001985/ 022 2009574
11	Lulusan yang telah dihasilkan	S1=25 orang, S2=0, S3=0
12	Matakuliah yang diampu	1. Pengelolaan dan Pemodelan Kualitas Lingkungan
		2. Pengelolaan Lingkungan Laut dan Pesisir
		3. Penataan Kawasan Nelayan
		4. Pemodelan Pencemaran Laut

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Institut Teknologi Bandung	Institut Teknologi Bandung	Tohoku Univeristy, Jepang
Bidang Ilmu	Teknik Lingkungan	Teknik Lingkungan	Teknik Lingkungan
Tahun Masuk-Lulus	1989-1995	1997-2000	2001-2004
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Sistem Plambing Perkantoran Bertingkat	Model Dua Dimensi Penyebaran Ammonium, Nitrit, dan Nitrat di Perairan Pantai Semarang menggunakan Persamaan Kinetik Orde Pertama Thomann	<i>Nutrient Distribution Analysis in Open Coastal Waters off River Mouths</i>
Nama Pembimbing/ Promotor	Prof. Dr. Asis Djajadiningrat	Prof. Dr. Suprihanto Notodarmojo	Prof. Dr. Akira Mano

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir (Bukan skripsi, tesis, atau disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jumlah (Juta Rp)
1.	2013-2014	Pengembangan Software Pemodelan Kualitas Air Sungai 'Kuala.V01'	Hibah Bersaing	87,6
2.	2011	Kajian Karakteristik Air Sungai Perkotaan Melalui	Hibah Fundamental	35,5

		Penentuan Nilai Laju Urai BOD		
--	--	-------------------------------	--	--

*Tuliskan sumber pendanaan: PDM, SKW, Pemula, Fundamental, Hibah Bersaing, Hibah Pekerti, Hibah Pascasarjana, Hikom, Stranas, Kerjasama Luar Negeri dan Publikasi Internasional, RAPID, Unggulan Stranas, atau sumber lainnya.

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jumlah (Juta Rp)
1.	2012-2013	Training and Assistanship on Community-Based of Domestic Solid Waste Management Project in Babakansari, Bandung	Toyota Foundation Japan	33,5
2.	2012-2013	The Integrated Rainwater And Wastewater Systems In The Context Of River Restoration And Climate Change In the location of PASUNDAN UNIVERSITY STUDENT DORMITORY	United Nations Economic Social Commission for Asia and the Pacific	686
3.	2014	Uji Coba Metode Pembelajaran Pendidikan Lingkungan Hidup untuk SD	University of Kitakyushu & Teknik Lingkungan UNPAS	12

* Tuliskan sumber pendanaan: Penerapan Ipteks, Vucer, Vucer Multitahun, UJI, Sibermas, atau sumber lainnya.

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor/ Tahun	Nama Jurnal
1.			

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan Ilmiah/ Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.	Seminar Ilmiah Nasional IATPI IX 2013	<i>Studi Laju Deoksigenasi Air Sungai Cikapundung pada Kasus Debit Tinggi (Musim Hujan)</i>	10-11 Juni 2013, Medan
2.	Padjajaran International Physics Symposium 2013, Contribution of Physics on Environmental and Energy	The Deoxygenation Rater Determination	7-9 Mei 2013, Jatinangor

	Conservation.	Based on Physical Condition of River Body, Case of Citepus River	
3.	The 5 th AUN/SEED-Net Regional Conference on Global Environment “Toward a Sustainable ASEAN”	<i>Study on BOD Decay Rate of Urban Rivers in Bandung City</i>	21-22 November 2012, Bandung
4.	The International Academic Forum (IAFOR)	<i>Investigation on the BOD Decay Rate of Urban River in Bandung City, Indonesia</i>	3-6 May 2012, Osaka-Jepang
5.	The 8 th International Symposium on Sustainable Sanitation Part II, Indonesian Institute of Sciences & Hokkaido University	<i>Study on Wastewater Treatment Plant for Hygienic Fish Market</i>	1 November 2011, Bandung
6.	Annual Scientific Meeting of Indonesia Oseanology Scientists	<i>Analisis Beban Pencemaran dari Air Buangan Tempat Pelelangan Ikan Cituis, Tangerang</i>	Oktober 2011, Pangkal Pinang
7.	<i>Study on the Fish Market Wastewater Treatment Plant in the Case of Lempasing Market, Bandar Lampung, Indonesia</i>	International Workshop on Environment and Engineering Advanced Sustainable Cities	24-25 November 2009, Yokohama-Jepang
8.	Workshop on Vulnerability and Resilience of Land in Asia System	<i>Critical Land Rehabilitation System in Pengalengan City, Indonesia</i>	Juni 2009, Beijing
9.	World Ocean Conference	<i>Study on Wastewater Wastewater Quality of Lempasing Fishing Market</i>	Mei 2009, Manado

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1.				

H. Perolehan HKI Dalam 5 – 10 Tahun Terakhir

No.	Judul/ Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.				

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1.				

J. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Dosen Berprestasi II	Kopertis IV	2006

LAMPIRAN PUBLIKASI

Improving Artificial River Water Quality Using Mudballs Made From EM4, Rice Bran and Clay Soil

Deni Rusmaya^{a,*†}, Email: denirusmaya@gmail.com
Fadjari Lucia Nugroho^b, Email: lnugroho@melsa.net.id
Yonik Meilawati Yustiani^b, Email: yonik@unpas.ac.id
Fajar Ibnil Hafiz^b, Email: fajar.hafiz@gmail.com
Runie Besty Teta Putri^b, Email: runiebesty@gmail.com

^a Department of Environmental Engineering, Pasundan University, Bandung, Indonesia

^b Department of Environmental Engineering, Pasundan University, Bandung, Indonesia

* Presenter; † Corresponding author.

Abstract: Rivers are often used as a clean water source for communities living near the rivers. However, in developing countries such as Indonesia domestic wastewater is often discharged into rivers causing deterioration and pollution of the river water quality. The use of Effective Microorganisms (EM) has in recent years shown promise as a method for improving the water quality of a polluted river. Activated EM solution blended with either wheat or rice bran, as well as soil and shaped into mudballs have been used to clean up rivers in amongst others Malaysia, Singapore and South Africa. However, the quantitative capability of the mudballs to remove pollutants has never been investigated in Indonesia. Accordingly, the purpose of this study was to determine abiotic characteristics governing the performance and efficiency of mudballs made from rice bran and clay soil mixed with activated commercial EM4 solution (EMS) in treating artificial river water that had initial COD and SS levels of 120 mg/L and 100 mg/L respectively. Although activation of EM is frequently accomplished by mixing the stock EM with molasses and water, preliminary results from batch experiments showed that molasses caused significant increase in the COD content of the artificial river water. Hence, it was decided to activate EM4 by simply diluting 5% EM4 with distilled water. The results showed that an incubation period of 1 day at room temperature was sufficient to activate the EMS. Analysis of EM4 showed that it is comprised of a mixed culture of both gram negative and gram positive rod shape bacteria, some of which were spore-forming, as well as other microorganisms such as Actinomycetes, *Mucor spp* and *Penicillium spp* fungi organisms. Batch experiments showed that composition of mud balls that gave best COD and SS removal efficiencies consisted of 20% rice bran and 80% clay soil inoculated with 40% activated EMS (v/w of mud ball) that was left to ferment for about a week before use. COD and SS removal obtained with balls of 2.5 cm diameter were respectively 68% and 100%. Effect of pH indicate that best COD removal by the mudballs was achieved at pH 4, where COD removal efficiencies decreased with increasing pH levels.

Keywords: *Effective Microorganism, Mudball, River Water Quality*

1. Introduction

Rivers are often used as a source of clean water for the communities living near or alongside the rivers. However, in developing countries such as Indonesia untreated domestic wastewater is often directly discharged into the rivers causing deterioration and degradation of the river water quality, as well as making the river become aesthetically displeasing. Although conventional physico-biological treatment methods can be applied to treat polluted river water, they are often costly and not environmentally friendly [1]. In recent years the use of Effective Microorganisms

(EM) has shown promise as a technology for improving or restoring the water quality of a polluted river. EM is a mixed culture of naturally occurring effective, beneficial and non-pathogenic microorganisms such as photosynthetic bacteria, lactic acid bacteria, yeasts, actinomycetes and fermenting fungi that are able to purify and revive nature [2]. The concept of EM was developed by Professor Dr. Teruo Higa of the University of Ryukus, Okinawa Japan [3]. Applications of EM include their use in water and sewage purification, improvement of recycled water and solving sanitary problems. As such, EM is also used in the preparation of so-called "Mudballs" or "Bokashi-balls" where activated EM solution (EMS) is added into rice or wheat bran mixed with ordinary dry clay and, then kneaded and shaped into balls and left to ferment for about a week. Activation of the EMS itself usually involves the addition of water and molasses into concentrated/stock EMS composed of live but dormant beneficial microorganisms. Prepared fermented mudballs have been thrown into rivers in countries like Japan, Malaysia, Singapore and South Africa with the aim of cleaning up polluted rivers. It appears that the mudballs helped improve river water quality by reducing amongst others the COD, suspended solids as well as turbidity levels of the river. Kader et. al. [4] reported that rice bran can indeed be used as a sorbent to remove COD and colour. Whereas the community of heterotrophic microorganisms in the mudballs can theoretically degrade the organic pollutants in the river water thus reducing COD and improving DO levels. As the quantitative capability of the mudballs to remove pollutants from river water have never been investigated in Indonesia, the purpose of this study was to determine the abiotic characteristics governing the performance and efficiency of mudballs made from rice bran and clay soil mixed with activated commercial EM4 solution (EMS) in treating the COD and SS contained in artificial river water. EM4 in Indonesia is sold as a dormant but live concentrated solution of microorganisms, hence the conditions for activation of the EMS, as well as the types of microorganisms present in the EMS were also investigated. It is hope that the preliminary results of this study will assist in optimizing conditions for preparing the mudballs used to restore river water quality, which in turn could improve river biodiversity and reduce the presence of water borne pathogens.

2. Materials and Methods

2.1 Material

The artificial river water had a COD of 120 mg/L and TSS of 100 mg/L made by mixing tap water with glucose and 60 mesh sieved kaolin powder. These values correspond to the average COD and TSS concentrations of Cikapundung River, Bandung between the years 2000-2013. The EM used in the experiments was EM4 solution (EMS) manufactured by Songgo Langit Persada bought locally in Bandung. Originally, as instructed by the manufacturers, the EMS was activated with molasses and distilled water, however preliminary experiments showed that the addition of molasses incited increase in the COD levels of the artificial river water (see section

3.3. below). It was therefore decided to activate the EMS by diluting 5% EM4 solution with distilled water alone, which was then left to ferment for a day at room temperature. The mudballs used in the experiments were prepared by mixing 20% rice bran with 80% dry clay soil and 40% activated EMS (v/w of the mudball) and left to ferment for 7 days at room temperature.

2.2 Methods

2.2.1 Identification of EM4 microorganisms

Isolation and identification on the type of microorganisms found in EM4 solution was performed by plating and culturing serially diluted EMS in Potato Dextrose Agar (for fungi) and Nutrient Agar (for bacteria). The plates were incubated at 30°C for 2 days. After the incubation period the plates were examined for the presence of any microbial colonies. Bacterial cultures were Gram stained and then examined with a compound light microscope. Slide cultures were made from fungal cultures growing on the PDA and examined under the microscope.

2.2.2 Analysis on development of mudballs well covered by microbial growth

Analysis on the effect of mudballs' diameter size and incubation conditions towards development of mudballs well covered with microbial growth was performed by shaping mudballs from a mixture of rice bran, clay soil and activated EMS, which was then left to ferment. Activation time of the EMS was 1,3 and 7 days. Mudball diameter size was 1, 2 and 2.5 cm. The prepared mudballs were placed either in open baskets or plastic sacks and left to ferment for 7 days at room temperature.

2.2.3 Effect of addition of molasses for the activation of EM4 solution

The addition of molasses for the activation of the concentrated dormant EM4 stock solution was examined against its effect on the COD value of the artificial river water. Molasses concentration analysed was 5 and 10%.

2.2.4 Effect of initial pH

Batch experiments were conducted at room temperature on a shaker to examine the effect of different pH values on COD and TSS efficiency removal by the mudballs. The initial pH value of the artificial river water was adjusted with either 1N H₂SO₄ or 1 N NaOH solution, then treated with the mudballs that were prepared based on the results of experiments 2.2.2 and 2.2.3 above.

3. Results and Discussion

3.1 Types of microorganisms present in EM4 solution

Bacterial colonies isolated from EM4 cultivated on Nutrient Agar media consisted of colonies with 3 different distinctive traits, these being round-shaped colony with undulating margins, round shaped colony with smooth margins and concentric shaped colony. Microscopic examination of isolated Gram stained bacterial colonies demonstrated that the EM4 bacteria used in this study consisted of a mixed culture of both Gram negative, as well as Gram positive rod shaped bacteria some of which were spore forming. According to Higa [3], EM contains about 80 species of microorganisms comprised of photosynthetic bacteria, lactic acid bacteria, yeasts, actinomycetes and fermenting fungi. Lactic acid bacteria are by definition Gram positive, rod shaped, non spore forming, lactic acid producing bacteria. However, in this study some of the bacteria isolated from the EM4 were Gram positive, spore forming, rod shaped bacteria. Accordingly, the latter cannot be classified as lactic acid bacteria. Spore forming, rod shaped, Gram positive bacteria usually fall under 2 genera, these being *Bacillus* and the strictly anaerobic *Clostridium*. Within the genus *Bacillus*, there is a group that produces lactic acid known as *Bacillus coagulans*, which first appeared in scientific literature in 1932 under the name of *Lactobacillus sporogenes*. However, this name is misleading, as lactobacilli bacteria are non spore-formers. Hence, in the 7th edition of Bergey's Manual of Determinative Bacteria, *Lactobacillus sporogenes* was transferred to the genus *Bacillus* under the name *Bacillus coagulans* [5]. *B. coagulans* can appear as Gram negative when in the stationary phase of the growth curve. Both *Lactobacillus* and *Bacillus* are morphologically similar and also exhibit similar physiological and biochemical characteristics [6]. In addition to bacteria, colonies of Actinomycetes were also isolated from the EM4 solution. Actinomycetes are Gram positive prokaryotes, often considered as microorganisms that are intermediate to fungi because of their elongated cells that often branch into hyphae of 2 µm diameter. The environmental importance of Actinomycetes is their ability to degrade organics and produce antibiotic substances. Diver [7] reported that types of Actinomycetes usually present in EM include *Streptomyces albus* and *Streptomyces griseus*. With regard to fungal species, 2 genera of fermenting fungi were isolated from the EM4 solution used in the study, these being *Mucor sp.* and *Penicillium sp.* Diver [7] reported that fermenting fungi normally present in EM include *Aspergillus oryzae*, *Penicillium sp.*, and *Mucor hiemalis*. These fermenting fungi have the ability to degrade organic matter into alcohol, esters and antimicrobial substances.

3.1.2 Effect of mudball diameter, EMS activation time and mudball incubation conditions

The effect of various parameters, namely mudball diameter (1, 2 and 2.5 cm), EMS activation time (1, 3 and 7 days) and mudball incubation conditions (opened baskets

or inside plastic sacks at room temperature) on mudball making process were examined. Activation of the EMS was done by diluting the stock EMS with distilled water (1:20) and adding 10% molasses. The mudball fermentation period itself was 7 days. Effect of these diverse parameters on mudball development is presented in Table 1.

Table 1. Mudball development

Mudball diameter (cm)	1 day EMS activation time		3 days EMS activation time		7 days EMS activation time	
	Opened basket	Inside plastic sack	Opened basket	Inside plastic sack	Opened basket	Inside plastic sack
1	Dry, no odor, partial microbial growth	Damp, odor, covered by miselia	Dry, no odor, no microbial growth	Slightly damp, odor, no microbial growth	Dry, no odor, no microbial growth	Slightly damp, odor, no microbial growth
2	Dry, no odor, partial microbial growth	Damp, odor, covered by miselia	Dry, no odor, no microbial growth	Slightly damp, odor, no microbial growth	Dry, no odor, no microbial growth	Slightly damp, odor, no microbial growth
2.5	Dry, no odor, partial microbial growth	Damp, odor, covered by miselia	Dry, no odor, no microbial growth	Slightly damp, odor, no microbial growth	Dry, no odor, no microbial growth	Slightly damp, odor, slight growth

As indicated in Table 1, an activation time of 1 day is sufficient to produce activated EM capable of covering the mudballs with fungal growth. Mudballs that were entirely covered with white fungal growth were obtained within 7 days of incubation when the mudballs were kept in plastic sacks at room temperature. These latter mudballs were then used in batch experiments to examine their ability to remove the COD and TSS content of artificial river water. For this purpose, the mudballs were added into flasks containing artificial river water with a COD value of 120 mg/L and TSS value of 100 mg/L. The flasks were then placed on a shaker and shaken at room temperature. Unfortunately, the 1 cm mudballs collided with each other and rapidly disintegrated causing the water to become even more turbid. This didn't occur with 2 and 2.5 cm diameter mudballs. Accordingly, the rest of the experiments in this study was conducted with mudballs of about 2.5 cm diameter.

3.1.3 Effect of using molasses for EMS activation against artificial river water parameters: DO, pH, COD and TSS

The study was continued by examining the ability of 2.5 cm diameter mudballs to treat artificial river water with a COD value of 120 mg/L and TSS value of 100 mg/L.

Figure 1 presents the results obtained regarding the DO, pH, COD and TSS values of the artificial river water treated with the 2.5 cm diameter mudballs.

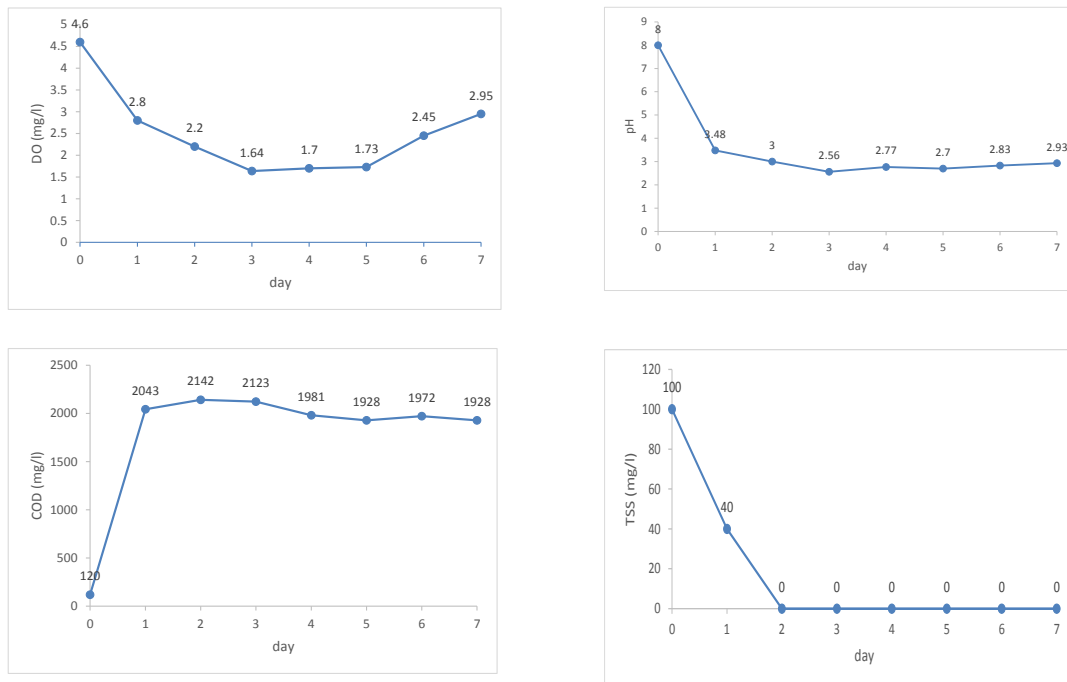


Figure 1. DO, COD, pH and TSS levels of artificial river water treated with mudballs at room temperature

As shown in Figure 1, the COD value of the experimental flasks increased significantly after 1 day from 120 mg/L to about 2000 mg/L and after 7 days was still over 1900 mg/L. DO value dropped during the first 3 days and then started to increase, indicating biological activity in the flasks. Value of pH also dropped within one day from 8 to around 3.4 indicating the development of acid substances. This is attributed to the activity of acid producing bacteria contained in EM4, through degradation of organic substances. The presence of fermenting fungi in the EM4 also abets decrease in the pH value through degradation of organics into esters. As to the TSS level, after 2 days TSS of the artificial river water had completely disappeared, attributed to removal of suspended material through sorption, as well as biosorption mechanism by the mudballs. Increase in the COD value of the artificial river water caused consternation as it defeated the purpose of using mudballs to improve river water quality. However, the COD level of control flasks which contained artificial river water without the addition of mudballs remained relatively stable, i.e. 120 mg/L. The authors therefore conjectured that the increase in COD was due to the addition of molasses during activation of the concentrated stock EMS. To prove this assumption, artificial river water was treated with mudballs that were made with EMS activated with 5% molasses and 10% molasses. The artificial river water was then analyzed for their pH, DO, COD and TSS values (Table 2).

Table 2. Artificial River Water + Mudballs with EM activated with 5% and 10% molasses

Treatment	pH	DO (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)
No mudballs (control)	6.85	5.81	135.10	100
Mudballs, 5 % Molasses	4.60	4.27	1208.79	-
Mudballs, 10 % Molasses	4.21	2.43	2250.75	-

Table 2 shows that addition of molasses for activation of the concentrated EM4 stock does indeed increase the COD value of the artificial river water in comparison to that of the control flask. Increasing percentage of molasses lead to increasingly higher values of COD of the artificial river water. The TSS value of the experimental flasks reduced significantly when compared to that of the control flask. The pH value of the control flask was neutral, whereas those of the experimental flasks became acid indicating the formation of acid substances. Given these results, it was decided to activate the concentrated EM4 stock with distilled water alone. The mudballs made with EMS activated with distilled water only were quite similar to those obtained with EMS activated with distilled water + molasses.

3.1.4 Effect of initial pH level of artificial river water on COD and SS removal

The experiments were conducted as batch experiments on a shaker at room temperature with initial pH values of the artificial river water adjusted between 4 - 9. The results on COD removal are shown in Figure 2.

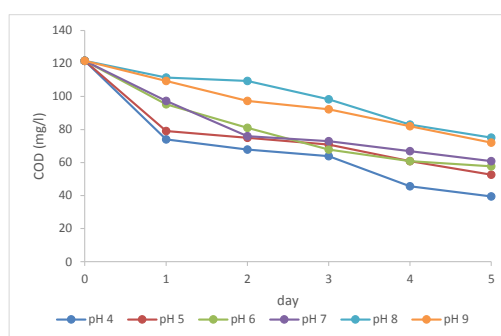


Figure 2. Effect of initial pH value on COD removal by mudballs, at room temperature

Figure 2 shows that best COD removal occurred with an initial pH value of 4. Increasing pH values produced decreasing COD removal efficiencies. After 5 days of incubation at room temperature COD removal efficiency at pH 4 was 68 %, while that

of pH 8 only 38%. As the dominant microflora community of EM4 is acid producing bacteria and fermenting fungi, which are acidophiles, degradation of the organics in the artificial river water occurred best at pH value of 4. However such a low pH would be detrimental to aquatic organisms. Figure 3 shows that removal of all TSS was attained within three days at all pH levels. Thus pH value does not affect the TSS removal efficiency of the mudballs. Given the mudballs' composition of clay soil and rice bran, it is assumed that the mechanism for TSS removal is by sorption (adsorption and biosorption). In comparison to the time required to reduce COD, the time needed to remove TSS is more rapid.

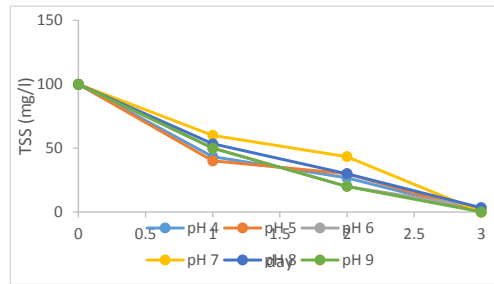


Figure 3. TSS removal by mudballs at pH 4 to 9, room temperature

Figure 4 shows the results of ensuing pH values of the artificial river water.

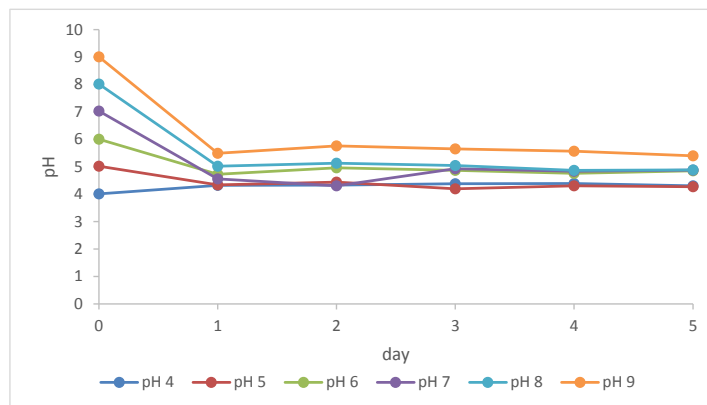


Figure 4. Evolution of pH from day 1 to 5

As shown in Figure 4, even when the initial pH of the artificial river solution was adjusted to neutral and alkaline values, within one day after commencement of the experiments all pH values were in the acidic range, and remained so during the duration of the experiment. This indicates the development of acid substances in the solution, attributed to the presence of acid producing bacteria as well as fermenting

fungi that metabolize the organics of the artificial river water into acids and esters. However, according to Indonesian regulations surface water quality should have pH value of between 6-9. Values of pH other than this range would be detrimental to aquatic organisms as well as aquatic ecosystems.

Conclusions

Results from batch experiments using artificial river water showed that the use of molasses for the activation of EM4 will increase the COD of the artificial river water, hence activation should be performed with distilled water alone. During the mudball making process, the mudballs should be allowed to ferment in a covered basket at room temperature. Mudballs well covered by miselia is obtained by mixing 20% rice bran and 80% clay soil with 40% v/w 1 day activated EM solution and leaving the mudballs to ferment over a period of 7 days. Results showed that mudballs made with EM4 caused the pH value of the artificial river water to decrease, which would affect aquatic organisms. Best results for COD removal was obtained at pH 4, however such a low pH value would also affect aquatic lifeforms, whereas similar TSS removal efficiencies were obtained at both acid and alkaline values. Therefore for the application of mudballs, the use of EMS where the dominant microflora is not acid producing microorganisms but instead heterotrophic microorganisms that metabolize organics under neutral pH values should be investigated. Given the presence of *Penicillium* and *Actinomycetes* species in the EM, it could be conjectured that water borne pathogens levels would be reduced due to anti-microbial metabolites secreted by these microorganisms.

Acknowledgement :

The works are financially supported by Ministry of technological research and higher education through research grant competition with no contract 1014/K4/KM/2015.

References

1. Dhote, S., & Dixit, S., 2009. *Water Quality Improvements Through Macrophytes - A Review*-, Environmental Monitoring and Assessment, **152**, Pages 149-153.
2. Zakaria, Z., Gairola, S., & Shariff, N., 2010. *Effective Microorganisms (EM) Technology for Water Quality Restoration and Potential for Sustainable Water Resources and Management*, 2010 International Congress on Environmental Modelling and Software Modelling for Environment's Sake, Fifth Biennial Meeting, Ottawa, Canada.
3. Higa, T., 1998. *Effective Microorganisms for Sustainable Agriculture and Healthy Environment*, Jan van Arkel, Utrecht, 191 pp., 1998.
4. Kader, M.A., Hasan, M.T., Rahman, M.A., Alam, M.I., 2013. *Effective use of rice husk ash to treat highly polluted water: case study in the Dhalassori River, Bangladesh*, American Academic & Scholarly Research Journal, **5, 5**, Pages 54-62.
5. Majeed, M & Prakash, L., 2007. *Probiotics for Health and Wellbeing*, Sabinsa Corporation, NJ, USA.
6. Drago, L., & De Vecchi, L., 2009. *Should Lactobacillus sporogenes and Bacillus coagulans Have a Future?* Journal of Chemotherapy, **21**, 4, Pages 371-377.
7. Diver, S., 2001. *Nature Farming and Effective Microorganisms*, Rhizosphere II: Publications, Resource Lists and Web Links from Steve Diver, <http://ncatark.uark.edu/~steved/Nature-Farm-EM.html>.