

CABARAN INOVASI 2013



**Penggunaan Botol Plastik Yang Di Kitar Semula Sebagai
'Biomedia' Bagi Penyingkiran Unsur-Unsur Organik Di Dalam
Sistem Perawatan Air Sungai**

JPS BPLSZP | RWTP@INOVATE

KHAIRUL AZHAN BIN JAMALUDDIN | ALIYA BINTI MHD ZAHIR |
MOHD AMRAN BIN AWANG | MOHD SUHERLIN AZWAN SAUFI

ISI KANDUNGAN

TAJUK	MUKA SURAT
I. RINGKASAN EKSEKUTIF	4
II. PENGENALAN	8
III. LAPORAN INOVASI	
1. Tujuan Projek Inovasi	9
2. Proses Pelaksanaan Inovasi	9
3. Impak inovasi terhadap kumpulan sasaran/ perkhidmatan / jabatan / agensi / Negara	11
• Elemen Inovatif/Kreativiti	13
• Elemen Keberkesanan	14
• Elemen Signifikasi	16
• Elemen Relevan	18
4. Gambar-gambar berkaitan	19
IV. PENUTUP	20

SENARAI RAJAH

RAJAH	MUKA SURAT
Rajah 1 : Gambar keratan skematik proses rawatan biologi dalam FASB	6

SENARAI JADUAL

JADUAL	MUKA SURAT
Jadual 1 : Proses pelaksanaan Inovasi	10

SENARAI GAMBAR

GAMBAR	MUKA SURAT
Gambar 1 : Penyusunan botol LAFD kitar semula di dalam skala kecil	19

I. RINGKASAN EKSEKUTIF

Sistem rawatan air sungai adalah satu kaedah struktur dalam mengatasi masalah kualiti air sungai yang kotor. Sistem ini telah berjalan dengan jayanya di negara-negara maju dan kini mula di adaptasi di Malaysia. Terdapat pelbagai reka bentuk di dalam sistem ini termasuk menggunakan proses biologi yang menggunakan biomedial.

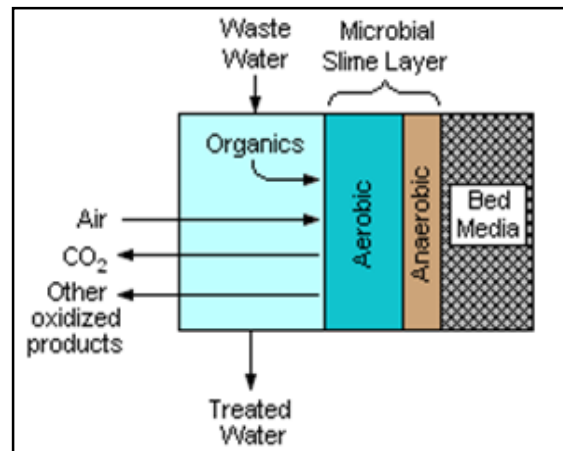
'*Fixed aerated submerge biofilm*' (FASB) ialah kaedah dalam sistem rawatan air sungai yang menggunakan proses biologi yang biasa digunakan untuk merawat pencemaran air sungai yang mengandungi unsur-unsur organik. Kaedah ini juga telah diguna pakai sejak dahulu lagi di dalam aplikasi industri. FASB menggabungkan kedua-dua rawatan biologi dan penyingkiran unsur logam di dalam kaedah terendam menggunakan '*aerated reactor*'. Tujuan kaedah ini adalah untuk memantau proses penggumpalan '*heterotropic microorganism*' di dalam botol plastik kitar semula dan keberkesanan merawat pencemaran air yang mengandungi unsur-unsur organik. FASB adalah bahan kitar semula yang mudah didapati dan penggunaannya sangat relevan bagi tujuan menjaga ekosistem, seterusnya bertindak sebagai sistem penyingkiran unsur-unsur organik di dalam sistem rawatan air sungai.

Di dalam pertandingan Cabaran Inovasi 2013 kali ni, kumpulan kami akan menerangkan proses dan keberkesanan sistem ini di dalam skala kecil. Air sungai yang melalui '*inlet*' graviti sistem rawatan air sungai akan di tapis daripada segala sampah-sarap, rumput, enapan pasir dan lain-lain bahan kasar sebelum menjalani proses rawatan biologi tersebut di dalam sistem rawatan air sungai. Aliran sungai tersebut akan memalui biomedia yang menggunakan susunan botol kitar semula FASB yang bertindak sebagai biomedia.

Semasa proses rawatan biologi tersebut berlaku, permukaan biomedia tersebut akan diliputi oleh lendir (*slime*) yang likat kerana mengandungi bakteria atau microorganisma yang bertindak sebagai penyerap dan pelarut unsur-unsur organik yang berada di dalam air sungai yang tercemar. Bacteria ini akan bergantung di sepanjang permukaan biomedia (*attach growth*) dengan bantuan oksigen yang akan dibekalkan oleh '*fine bubble diffuser*' yang terletak di bawah permukaan reaktor sistem rawatan air sungai.

Proses pengumbalan bakteria ini adalah proses asas di dalam penyingkiran unsur-unsur organik di dalam sistem perawatan sungai. Kualiti dan kuantiti pembiakan bakteria ini adalah dikawal dengan kuantiti unsur-unsur organik yang berada di

dalam pencemaran air sungai seperti BOD, amonia nitrogen dan lain-lain. Pemiakan ini akan berlaku sehingga mencapai tahap ketebalan efektif yang maksimum.



Rajah 1 : Gambar keratan skematik proses rawatan biologi dalam FASB

Terdapat beberapa faktor fizikal penggerak pembiakan ini termasuk kadar hidraulik aliran sungai, jenis media yang digunakan, jenis bahan organik yang terdapat di dalam aliran sungai, jumlah nutrien yang mencukupi, suhu dan jenis biologi yang diperlukan oleh bakteria atau mikroorganisma untuk membiak. Apabila ketebalan efektif yang maksimum dicapai, lendir yang terdiri daripada bakteria tersebut akan di 'wash off' sebagai zarah kecil biomas yang akan di enap di dalam lembangan pemendapan (sedimentation basin).

Proses ini bergantung kepada pengoksidaan biokimia organik yang terdapat di dalam air sungai yang tercemar kepada karbon dioksida dan air. Sebahagian daripada bahan ini akan teroksida kepada tenaga yang akan digunakan semasa proses untuk mengekalkan dan menggalakkan pertumbuhan organisma di dalam sistem rawatan air sungai.

II. PENGENALAN

Sungai merupakan sumber alam yang amat penting kepada semua hidupan di permukaan bumi ini. Kepentingan sungai bukan sahaja terbatas kepada keperluan harian tetapi juga penting sebagai pengairan pertanian, pembangunan industri, dan sebagai tempat rekreasi. Malaysia yang kaya dengan sumber air telah melalui peredaran zaman yang membawa kepada perubahan kualiti persekitaran, air dan penghidupan. Jika perubahan kualiti tersebut tiada pemantauan dan pengawalan yang berkesan akan memberi impak negatif ke atas sumber air.

Sistem rawatan air sungai adalah satu kaedah struktur dalam mengatasi masalah kualiti air sungai yang kotor . Sistem ini telah berjalan dengan jayanya di negara-negara maju dan kini mula di adaptasi di Malaysia. Terdapat pelbagai reka bentuk di dalam sistem ini termasuk menggunakan proses biologi yang menggunakan biomedial. Penjagaan biodiversiti alam sekitar sangat penting demi memastikan kelestarian dan kemampanan hidupan sejagat termasuk manusia, haiwan, dan alam akuatik.

III. LAPORAN INOVASI

1. Tujuan Projek Inovasi

Matlamat utama projek inovasi ini adalah untuk menjana korelasi suatu data sebenar dan praktikal bagi tahap penyingkaran unsur-unsur organik di dalam air sungai seperti BOD, ammonia nitrogen dan lain-lain oleh sistem yang dikenali sebagai '*Fixed Aerated Submerge Biofilm*' (FASB) menggunakan botol-botol plastik terpakai. Seterusnya menjalankan satu protokol pengukuran prestasi sistem tersebut bagi tujuan dikembangkan dan digunakan oleh pihak industri.

Penterjemahan data, kualiti air sungai dan kesan tindakbalas biologi didalam sistem FASB adalah sangat penting. Oleh itu, protokol pengukuran prestasi yang bakal dicadangkan seharusnya melibatkan pelbagai bebanan organik dan juga hidraulik termasuk corak penyingkiran bahan organik melawan perkara perkara yang tersebut diatas.

2. Proses Pelaksanaan Inovasi

Cabaran inovasi ini akan dijalankan secara 'in house' di makmal yang akan dikenalpasti kelak. Kerja-kerja yang terlibat adalah seperti berikut :-

No.	Kerja-Kerja	Jangkamasa
1.	Penentusahkan data-data dari analisis air sungai sebenar. Data-data tersebut akan digunakan sebagai asas dalam pengiraan kejuruteraan.	1 minggu
2.	Menetapkan pengiraan terperinci bagi loji pandu mengambil kira semua factor-faktor persekitaran sebenar di Malaysia.	2 minggu
3.	Pembinaan loji pandu pada skala makmal	2 minggu
4.	Penentusah kawalan kualiti terhadap loji pandu berkenaan sebelum ianya di aktifkan.	
5.	Proses pembiakan dan pengkulturan mikroorganisma daripada bahan-bahan organik lain.	1 minggu
6.	Proses pemerhatian tindakbalas biologi melalui analisa-analisa kimia serta biologi termasuk merekodkan data-data penting untuk tujuan penterjemahan data diakhir proses cabaran inovasi.	4 minggu
7.	Proses akhir dimana data-data yang dijana akan di kembangkan dan di terjemahkan dlm bentuk yang berguna dan bermanfaat.	4 minggu

Jadual 1 : Proses Pelaksanaan Inovasi

Jumlah keseluruhan adalah selama 14 minggu.

3. Impak inovasi terhadap kumpulan sasar / perkhidmatan / jabatan / agensi / Negara

Terdapat pelbagai inovatif yang telah dibangunkan untuk rawatan air sungai yang telah tercemar dengan unsur-unsur organik termasuk rawatan air sungai secara sintesis. Kaedah sistesis adalah penguraian unsur-unsur organik dan mineral sedia ada di dalam air sungai kepada suatu bahan yang lain. Kaedah rawatan biologi ini sering dipilih untuk tujuan perawatan air sungai kerana faktor-faktor berikut :-

- a) Kurang membawa beban dan kesan reaksi bahan kimia kepada hidupan akuatik.
- b) Mudah diselenggara dari segi keperluan manusia tanpa perlu mengawal selia sepanjang masa.
- c) Kos pengurusan yang jauh lebih murah jika dibandingkan dengan kaedah lain dipasaran.
- d) Kos pembinaan yang jauh lebih murah kerana sistem biologi adalah lebih ringkas.
- e) Dapat menguraikan bahan-bahan organik terlarut (total dissolve organic) secara sangat berkesan.

- f) Berpotensi untuk air tersebut dikitar semula atau ditapis untuk kegunaan domestik, berbanding dengan kaedah kimia.

Walaupun faktor-faktor yang dinyatakan di atas menjurus kepada kebaikan sejagat, tetapi sistem biologi juga mempunyai kelemahan seperti berikut :-

- a) Sangat terhad kepada asas yang digunakan sewaktu pengiraan kejuruteraan dibuat.
- b) Mengambil masa yang lebih lama untuk diaktifkan, secara relatif kepada kaedah-kaedah lain.
- c) Lambat bertindak terhadap sebarang perubahan persekitaran terutamanya keadaan kualiti air sungai yang sentiasa berubah.

Kelemahan-kelemahan diatas dapat diatasi dengan gabungan pembiakan spesis mikroorganisma baik yang dikenali sebagai '**ecotru**' dan '**media biologi**/' '**biomedia**' yang dibiakkan di dalam botol-botol terpakai. Penyusunan botol-botol tersebut akan di rekabentuk sejajar dengan pengiraan luas permukaan lekuk serta bentuk fizikal botol tersebut agar keputusan maksima dapat dicapai.

- **Elemen Inovatif/Kreativiti**

Terdapat pelbagai teknik atau jenis sistem rawatan biologi dan hampir kesemuanya telah digunakan dan diaplikasikan seluruh dunia termasuk Malaysia. Sistem rawatan biologi untuk air sungai telah dikenalpasti sebagai kaedah paling popular kerana faktor-faktor relevan yang telah dihuraikan seperti perenggan yang terdahulu. Contoh-contoh teknik tersebut adalah penggunaan biomedial yang diperbuat dari plastik, kayu, batu atau campuran bahan-bahan ini.

Secara fizikal, sesetengah biomedial yang pernah digunakan di dalam sistem ini bertindakbalas dengan bahan-bahan pencemar di dalam air sungai, tidak stabil, mudah teroksida dan tidak praktikal. Kebanyakan dari bahan-bahan tersebut pula adalah begitu baik, akan tetapi, kos untuk pemerolehan dan pembinaannya adalah sangat tinggi. Maka, atas dasar ini, suatu bahan yang mempunyai keberkesanan yang sama tetapi mempunyai nilai tambah yang tinggi perlu di cari dan di bentuk.

Penggunaan botol plastik sebagai biomedial terutamanya dari jenis 'lactic acid fermentation drink' (LAFD) dibuat oleh bahan 'high density polyethylene' adalah fokus di dalam cabaran inovasi ini kerana :-

- a) Bentuk fizikal LAFD yang sesuai serta mempunyai tahap porositi yang tinggi.
- b) Diperbuat dari bahan HDPE, inert (lengai) dan tidak bertindakbalas secara biologi atau kimia.
- c) Ketahanan terhadap rintangan air sungai dan tidak mudah rosak.
- d) Pemasangan yang ringkas.
- e) Biomedia-biomedia plastik lain yang berada dipasaran memerlukan kejituan dan proses pembuatan yang rumit berbanding dgn botol LAFD yang amat mudah dan murah untuk diperolehi.

• Elemen Keberkesanan

Permukaan LAFD yang separa kasar dan berlekuk-lekuk akan menyediakan permukaan yang sangat ideal bagi proses sintesis (penguraikan bahan organik secara biologi) dan juga respirasi (proses penggunaan oksigen dan ditukarkan menjadi karbon dioksida secara biologi).

Bahan LAFD mempunyai void ratio melebihi 90% dan rekabentuk serta saiz sistem biologi yang menggunakan bahan tersebut adalah kompak dan kecil, seterusnya menyebabkan penjimatan ruang jika dibandingkan dengan bahan-bahan biomedia yang terdapat dipasaran. Penjimatan ruang bermakna penjimatan kos

pemerolehan ruang dan ini adalah amat strategik, praktikal dan berpotensi untuk dikembangkan kepada skala sebenar.

Masalah yang sering berlaku terhadap penggunaan biomedial yang tidak menggunakan bahan LAFD adalah semasa proses tersebut berjalan, ia akan tersumbat oleh biomass yang terbentuk dan seterusnya menyebabkan perlimpahan (overflow). Botol LAFD adalah berbentuk sekata (uniform) diantara satu sama lain dan bentuk tersebut tidak akan terjejas jika diletakkan didalam aliran air sungai, menyebabkan aliran biomass yang terbentuk akan mengalir dengan baik.

Secara sistem keseluruhan pula, ianya menggunakan konsep 'overflow' bermula dari aliran sungai memasuki sistem biologi sehingga keluar dari sistem tersebut. Ini menunjukkan sistem tersebut menyumbang kepada teknologi hijau dimana pengurangan kuasa pam (pumping) akan menyumbang kepada 50% penjimatan bahan bakar untuk penjanaan elektrik.

Untuk makluman, LAFD ini adalah daripada bahan terpakai dan proses penyantumannya menjadi modul yang besar tidak memerlukan kepakaran yang

khusus, ianya berpotensi dijadikan sebagai industri huluan (upstream) bagi penduduk-penduduk kampung atau pihak-pihak yang berminat untuk menjana ekonomi masing-masing. Dalam masa yang sama, ianya dapat mengurangkan masalah pengangguran dikalangan belia dan beliawanis. Latihan dan tunjuk ajar secara berkala dapat dilakukan melalui program-program khusus dan mudah difahami oleh usahawan-usahawan berbanding dengan penggunaan biomedialain yang hanya boleh dihasilkan di kilang-kilang komersial besar sahaja.

• Elemen Signifikasi

Konsep sistem biomedial menggunakan LAFD adalah amat mudah difahami oleh semua peringkat umur kerana sistem ini berasaskan kepada konsep alam semulajadi. Bahan-bahan seperti batu dan kayu adalah menjadi bahan biomedial semulajadi di dalam sistem sungai dan ianya terbukti berkesan dalam pengurangan bahan-bahan pencemar didalam air sungai. Orang ramai akan lebih senang menerima konsep berasaskan semulajadi berbanding dengan kaedah saintifik lain. Disamping itu, pengurusan sisa pepejal juga menjadi lebih efektif dengan pengitaran semula LAFD. Kempen-kempen pengumpulan botol LAFD dapat dilakukan secara besar-besaran dan tersusun menerusi pemberian insentif

serta pakej-pakej yang menarik akan menjadi perhatian orang ramai, sama seperti kempen pengumpulan tin-tin minuman aluminium untuk dikitar semula.

Jika dilihat dinegara-negara maju seperti Jerman, Jepun dan Amerika Syarikat, kelestarian sungai di kekalkan dengan 3 cara iaitu :-

- 1) Undang-undang dan penguatkuasaan yang tegas terhadap pihak-pihak yg terlibat dengan aktiviti-aktiviti sungai.
- 2) Kempen-kempen kesedaran penjagaan sungai kepada awam.
- 3) Projek-projek rehabilitasi kepada sungai-sungai yang separa tercemar menggunakan teknologi-teknologi yang asaskan penggunaan bahan-bahan kitar semula.

Faktor-faktor diatas adalah membuktikan yang pemuliharaan sungai tidak boleh dilakukan hanya dengan satu langkah sahaja, tetapi memerlukan gabungan beberapa langkah proaktif daripada kerajaan, rakyat dan juga pihak-pihak pembekal teknologi terkini.

• Elemen Relevan

Malaysia telah menggerakkan jentera perlancongan Negara dan salah satu aset yang mampu menarik pelancong luar ialah melalui eko-tourism yang mana, sungai adalah salah satu daya penarik yang penting.

Bahan pencemar yang terkandung di dalam air sungai akan mengeluarkan bau yang tidak menyenangkan, berwarna keruh, menyebabkan pembiakan algae yang teruk dan sehingga satu tahap, ianya menjadi ancaman besar kepada hidupan akuatik kerana kuantiti oksigen yang terhad di dalam air sungai. Sistem berinovasi tinggi dan hijau seperti penggunaan botol LAFD untuk rawatan air sungai dapat memberi gambaran yang sangat positif dikalangan pelancong terutamanya yang melibatkan bahan kitar semula.

4. Gambar-gambar berkaitan



Gambar 1 : Penyusunan botol LAFD kitar semula di dalam skala kecil

IV. PENUTUP

Tidak dinafikan kepentingan sungai sebagai sumber alam yang penting di Malaysia. Terdapat ramai cendekiawan yang juga bertindak sebagai penyelamat ekologi alam sekitar di Malaysia, tetapi adakah maklumat tersebut di sampaikan menerusi medium dan kaedah yang efektif? Pertandingan cabaran inovasi ini adalah platform kepada Penggunaan Botol Plastik Yang Dikitar Semula Sebagai 'Biomedia' Bagi Penyingkiran Unsur-Unsur Organik Di Dalam Sistem Perawatan Air Sungai untuk menyampaikan kepada orang awam mengenai kajian yang masih menggunakan sistem sayangi alam sekitar seterusnya membaik pulih kualiti air sungai ke tahap yang lebih baik kesan daripada pembangunan yang semakin meningkat.

Walaupun bagaimanapun, kaedah struktur ini adalah sementara sehingga semua pihak dan agensi menghargai kepentingan menjaga sumber air yang utama ini.