

Teknologi Bioremediasi untuk Menurunkan Kepadatan Nyamuk di Pemukiman Perkotaan

I Gede Seregeg

Kelompok Biologi Kesehatan, Pusat Penelitian Ekologi Kesehatan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan
Departemen Kesehatan RI, Jakarta

ABSTRAK

Suatu studi yang bertujuan untuk menurunkan kepadatan nyamuk di permukiman perkotaan telah dimulai sejak bulan Juli 1994 sampai dengan Agustus 1995. Studi itu berorientasi pada perbaikan lingkungan menggunakan metoda-metoda ekologi dalam melakukan perubahan kualitas air habitat nyamuk dilengkapi dengan suatu gagasan pengolahan air limbah rumah tangga (teknologi bioremediasi). Metoda studi juga dilengkapi dengan pengamatan-pengamatan eksperimental, eksploratif dan studi literatur. Hasilnya menunjukkan bahwa ada kecenderungan menurunnya kepadatan *Aedes aegypti* akibat efek bioremediasi beberapa jenis tumbuhan berintegrasi dengan efek PHT (Pengendalian Hama Terpadu). Secara hipotetik diduga kepadatan *Cx. quinquefasciatus* juga akan menurun bila seluruh rumah tangga mau menerapkan unit pengolahan limbah antara lain dengan teknologi bioremediasi. Karenanya studi ini perlu dilanjutkan dengan penelitian-penelitian ekperimental baik skala laboratorium maupun lapangan.

PENDAHULUAN

Dua jenis nyamuk yang umum terdapat di permukiman perkotaan adalah *Culex quinquefasciatus* dan *Aedes aegypti*. Relung ekologi mereka sangat berbeda. *Cx. quinquefasciatus* menempati habitat perairan tercemar sedang sampai berat, sedangkan *Ae. aegypti* menempati habitat badan air tidak tercemar sampai tercemar ringan. Walaupun habitatnya berbeda, bukanlah berarti bahwa pengendaliannya selalu harus berbeda. Dalam beberapa hal satu jenis cara pengendalian dapat efektif baik untuk menurunkan kepadatan *Cx. quinquefasciatus* maupun *Ae. aegypti*. Contoh yang umum adalah sistem aerosol, baik dengan teknik "ultra low volume", "fogging", maupun "mist blower", bila menggunakan racun serangga yang masih peka, maka akan efektif membunuh nyamuk dewasa *Aedes* maupun *Culex* secara langsung.

Namun demikian pengendalian nyamuk dewasa dengan menggunakan racun serangga mengandung banyak kelemahan

dan risiko. Kelemahan-kelemahan itu banyak menyangkut soal aplikasi dan implementasi; sebagai contoh saat penyemprotan seringkali tidak dapat dilakukan pada suasana alam tenang tidak berangin. Selain itu, penyemprotan jarang dievaluasi secara ilmiah baik dengan *bio assay* maupun *bio monitor*, sehingga efektivitas dan dampak suatu jenis racun serangga tidak diketahui dengan jelas.

Pengendalian serangga yang berorientasi pada pelestarian lingkungan dianjurkan dalam konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Cara ini tidak hanya menitik beratkan penggunaan bahan kimia, melainkan juga penggunaan cara-cara non kimia, baik secara fisik-mekanik maupun biologi, atau cara-cara tersebut dipadukan sedemikian rupa sehingga nilai ekonomi didapatkan oleh si pemakai, namun tidak kehilangan nilai ekologi yang menjadi pemilikan (*property*) suatu ekosistem.

Suatu cara yang berpijak pada konsep PHT untuk me-

nurunkan kepadatan nyamuk *Ae. aegypti* dan *Cx. quinquefasciatus* di permukiman perkotaan dapat dikembangkan dari teknologi bioremediasi. Teknologi ini pada umumnya digunakan untuk meningkatkan kualitas air identik dengan merubah kualitas air itu sehingga bila profit kualitas air untuk *Ae. aegypti* dan *Cx. quinquefasciatus* diubah, daur hidupnya dapat keluar dari suatu ekosistem yang baru, misalnya diterapkan di suatu permukiman perkotaan. Strategi ini diharapkan dapat dikembangkan di daerah-daerah permukiman dataran rendah yang air limpasannya (got) selalu tergenang sepanjang tahun. Genangan air limbah rumah tangga menjadi tempat perindukan yang baik sekali bagi *Cx. quinquefasciatus* karena masih banyak mengandung nutrisi dan bahan organik. Walaupun saluran air limpasan yang berada di dekat jalan dapat ditangani dengan larvisida misalnya, tetapi saluran dari bak cuci piring dan dari kamar mandi ke saluran limpasan pinggir jalan biasanya di bawah permukaan tanah (tidak kelihatan), menjadi tempat bersembunyi nyamuk rumah dan larvanya, yang akan mempertahankan daur hidup nyamuk itu sepanjang tahun.

Sesungguhnya sumber persembunyian nyamuk *Cx. quinquefasciatus* dan *Ae. aegypti* adalah sama permasalahannya yaitu air limbah atau air buangan dalam pengertian luas yaitu air yang tidak terpedulikan hanya profilnya yang berbeda. Untuk *Ae. aegypti* air yang tidak terpedulikan itu adalah air yang terlupakan yang biasanya berada dalam pot-pot bunga dan tempat-tempat air lainnya, sedangkan untuk *Cx. quinquefasciatus*, adalah badan-badan air yang tersembunyi di tanah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efek bioremediasi berjenis-jenis tanaman menjalar yang dapat tumbuh pada bejana/kantong plastik yang mengandung air terhadap keberadaan larva *Ae. aegypti* baik secara eksperimen maupun eksploratif dan mencanangkan (menggagas) suatu desain saringan bioremediasi untuk limbah rumah tangga yang berpotensi menurunkan kepadatan *Cx. quinquefasciatus* di permukaan perkotaan, serta merta kepadatan *Ae. aegypti* dengan bertumpu pada strategi PHT dan daya bioremediasi tumbuhan.

BAHAN DAN CARA

I. Untuk *Ae. aegypti*

a. Pengamatan dengan eksperimen

Menanam dalam botol aqua bekas yang berisi air 0,5 liter tumbuhan *Syngonium podophyllum* Schoot dan melakukan pengamatan selama satu bulan mengenai infeksi *Ae. aegypti*. Jumlah yang diamati sebanyak tiga bejana. Percobaan dilakukan *indoor* di laboratorium Puslit Ekologi Kesehatan, Jakarta.

Menanam *Syngonium sp* dalam kantong plastik berisi 0,5 sampai 0,75 liter air dan melakukan pengamatan selama 3 bulan. Jumlah yang diamati sebanyak 30 kantong. Percobaan ditempatkan *indoor* dalam laboratorium F.MIPA IPB, Baranangsiang, Bogor.

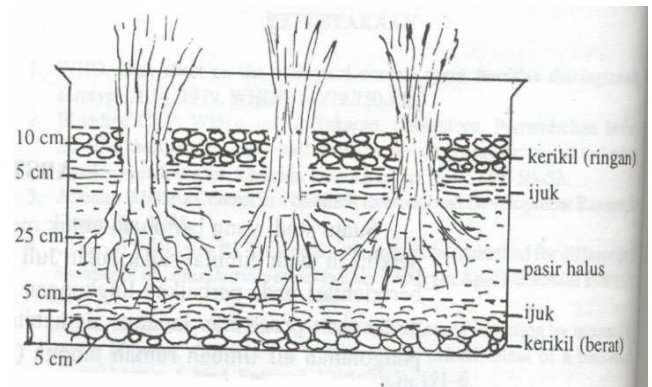
Menanam *Syngonium sp* dalam kantong plastik berisi 0,5 sampai 0,75 liter air dan melakukan pengamatan selama 3 bulan. Jumlah yang diamati sebanyak 20 kantong. Percobaan ditempatkan *outdoor*, di desa Babakan, Baranangsiang, Bogor (kawasan pemondokan mahasiswa).

b. Pengamatan secara eksploratif

Pengamatan ini dilakukan di ruang perkantoran Puslit Ekologi Kesehatan, Perpustakaan Badan Litbang Kesehatan, kantin dan ruang foto-copy. Yang diamati adalah bejana-bejana tumbuhan rias yang berisi air (semacam larva survei). Pengamatan tiga kali seminggu.

II. Untuk *Cx. quinquefasciatus*

Berdasarkan pengalaman dalam aplikasi larvisida di selokan-selokan dan rangkuman pengetahuan-pengetahuan mengenai pengolahan limbah dan teknologi penjernihan, merancang suatu alat saringan pengolahan limbah rumah tangga dengan lapisan-lapisan sebagai berikut (**Gambar 1**).



Gambar 1. Prototip saringan bioremediasi

1. Lapisan paling bawah adalah batu kerikil besar-kecil dengan diameter (0,5-3) cm, setebal 10 cm.
2. Di atasnya adalah lapisan ijuk setebal 5 cm, tercampur pasir dan kerikil.
3. Di atas ijuk adalah lapisan pasir diameter (0,3-2) cm setebal 20 cm tempat tumbuhnya tanaman-tanaman yang akarnya mempunyai daya bioremediasi.
4. Lapisan ijuk setebal 5 cm, tercampur pasir dan kerikil batu apung.
5. Paling atas adalah lapisan pasir-kerikil batu apung setebal 10 cm.

Susunan lapisan-lapisan tersebut bertujuan untuk menciptakan kekekaran hidrolik, sehingga bila dilakukan pencucian dengan arus balik tidak akan terjadi perubahan dalam susunan lapisan saringan itu.

Selain itu adanya lapisan pasir-kerikil batu apung di atas permukaan air limbah yang disaring akan dapat mencegah bertelurnya nyamuk. Selanjutnya dalam air limbah yang sudah disaring itu, yang menuju saluran limpasan pinggir jalan (got) walaupun airnya mengalir lemah atau tergenang, akan memungkinkan hidupnya ikan-ikan pemakan jentik, karena air sudah jernih dan kandungan deterjen rendah. Secara hipotetik bila seluruh rumah tangga menerapkan sistem ini tentunya akan menurunkan kepadatan *Cx. quinquefasciatus* karena *biological control* akan efektif (strategi PHT).

HASIL PENELITIAN

Hasil yang didapat secara eksperimental dan eksploratif tertera pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

Tabel 1. Hasil pengamatan secara eksperimental (percobaan sendiri) infestasi *Ae. aegypti* dalam air bejana/kantong plastik yang ditanami tumbuhan menjalar.

Jumlah tempat air	Jenis tumbuhan	Banyaknya infestasi <i>Ae. aegypti</i>	Tempat percobaan	Lama/waktu
3	<i>Syngonium podophyllum</i> Schoot	0	Lab. PPEK	1 bulan
30	<i>Syngonium</i> sp	1	Lab. F.MIPA IPB	3 bulan
20*	<i>Syngonium</i> sp	0	Desa Babakan, Bogor	3 bulan

Keterangan * : Mulut kantong plastik terikat dengan batang tanaman.

Tabel 2. Hasil pengamatan eksploratif dari tanaman hias dalam bejana yang berpeluang diinfestasi *Ae. aegypti*.

Jumlah bejana*	Jenis tumbuhan	Banyaknya infestasi <i>Ae. aegypti</i>	Tempat pengamatan	Lama/waktu
3	<i>Aglaunema montana</i> var Cordatum	0	Kantor PPEK	1 minggu
2	<i>A. montana</i> dan andong	0	Ruang tunggu PPEK	1 minggu
3	<i>A. montana</i>	0	Tempat foto copi	1 minggu
1	<i>Syngonium podophyllum</i> dan <i>A. montana</i>	0	Tempat absen	1 minggu
3	<i>S. podophyllum</i> dan <i>A. montana</i>	0	Kantin	1 minggu
2	<i>A. montana</i>	0	Perpustakaan	1 minggu

Keterangan * : Air bejana diganti seminggu sekali, kecuali di tempat foto copi dan kantin.

Dari kedua tabel itu dapat dilihat bahwa derajat infestasi *Ae. aegypti* sangat rendah yang diakibatkan oleh mengikat mulut kantong plastik dengan batang tanaman, mengganti air dalam bejana seminggu sekali, ataupun dimungkinkan oleh daya bioremediasi tumbuh-tumbuhan yang ditanam dalam air berkenaan dengan kemampuannya mengubah profil kualitas air.

PEMBAHASAN

Keengganan *Ae. aegypti* untuk bertelur pada bejana-bejana yang ditanami dengan *Syngonium* maupun *Aglaunema* tentunya disebabkan oleh bermacam-macam faktor, antara lain dari informasi yang didapat melalui pertanyaan-pertanyaan menyebutkan bahwa air telah diganti seminggu sekali, namun pengamatan langsung secara visual memberi dugaan lain yaitu airnya kotor mengandung endapan yang mencirikan bahwa airnya lama tak pernah diganti. Hal ini terdapat dalam beberapa bejana, namun bejana-bejana itu juga tidak diteluri *Ae. aegypti*.

Kalaupun airnya diganti beberapa telur tentu akan masih ada yang melekat pada akar tanaman yang nantinya akan dapat menjadi larva. Kenyataannya memang tidak ada larva, sehingga mungkin ada sebab lain yang berasal dari kegiatan fisiologi tumbuhan itu.

Percobaan yang dilakukan sendiri dengan memapar 30 kantong plastik berisi air ditanami dengan *Syngonium* sp selama 3 bulan ternyata yang diteluri hanya satu kantong. Hasil

penelitian Seregeg dkk. (1994) mengenai efek bioremediasi *Syngonium* sp menunjukkan bahwa tanaman itu dapat menaikkan pH air dari 3,9 menjadi 7,91. Dari pengamatan-pengamatan di lapangan di tempat-tempat air yang senang dihuni oleh larva *Ae. aegypti* umumnya berisi air hujan. Hasil pengukuran menunjukkan pH air hujan di Jakarta dapat mencapai 4,8 sedangkan di Bogor dapat mencapai 5,6. Diduga pH yang relatif rendah inilah yang menarik *Ae. aegypti* untuk memilih tempat perindukannya. Bila pH diubah, mungkin *Ae. aegypti* tidak mau bertelur lagi di tempat semula, sedangkan tanaman yang tahan akan perubahan itu masih akan hidup dengan normal dan tetap dapat dinikmati keindahannya (strategi bioremediasi).

Dari uraian di atas terlihat bahwa efek bioremediasi tumbuhan berpengaruh pada kesenangan *Ae. aegypti* untuk memilih tempat bertelurnya, yang pada hakekatnya terletak pada kualitas air. Bila profil kualitas air untuk masing-masing jenis nyamuk dapat diketahui atau dipetakan dalam profil-analisis (sistem delta bintang), teknologi bioremediasi akan dapat diarahkan pada perubahan kualitas air habitat (ecological control). Strategi ini sejajar dengan konsep PHT.

Istilah PHT (Pengendalian Hama Terpadu) mula-mula dikembangkan di bidang pertanian untuk mengendalikan hama wereng coklat dalam rangka program swasembada beras. PHT merupakan suatu konsep pemikiran multi disiplin⁽¹⁾ untuk meminimumkan dampak negatif pestisida yang di Indonesia terasa cukup parah pada dekade tahun delapan puluhan. Dalam konsep tersebut pemikiran-pemikiran telah mulai diorientasikan pada penyelamatan lingkungan, penyelamatan nilai-nilai ekologi tanpa harus banyak kehilangan nilai-nilai ekonomi.

Pada waktu itu kerusakan lingkungan tidak hanya disebabkan oleh dampak negatif pestisida melainkan juga oleh cemaran bahan-bahan kimia lainnya baik organik maupun anorganik, sehingga dicanangkanlah suatu konsep Pembangunan Berwawasan Lingkungan (*Development with Environmental Outlook*). Konsekuensi dari konsep ini di Indonesia akhirnya menelorkan PP no. 29 tahun 1982, yang mengharuskan setiap kegiatan melaksanakan AMDAL. Perkembangan selanjutnya, menjelang tahun sembilan puluhan terjadi eksese negatif AMDAL yang seakan-akan memperlambat laju pembangunan tersebut, maka konsep Pembangunan Berwawasan Lingkungan berubah menjadi Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development*), dan PP no. 29 tahun '82 kemudian menjelma ke dalam bentuk yang lebih sederhana yaitu PP no. 51 tahun 1993.

Menjelang tahun sembilan puluhan, di Jerman dan di Inggris berkembang suatu teknologi pengolahan limbah dengan mengandalkan daya-kerja akar tanaman untuk menyerap (absorpsi) dan menjerap (adsorpsi) zat-zat pencemar dalam air⁽²⁾ sehingga kualitas air dapat meningkat. Tanaman herba ditanam dalam suatu bedengan yang dapat menyaring air limbah (teknologi bioremediasi). Di Indonesia penelitian serupa dengan menggunakan eceng-gondok⁽³⁾ tidak ditanam dalam bedengan, juga telah dicoba dan cukup efektif menurunkan kadar-kadar zat pencemar tertentu (deterjen, fosfor dan bahan organik).

Konsep PHT, Pembangunan Berwawasan Lingkungan, Pembangunan Berkelanjutan dan Teknologi Bioremediasi pada hakekatnya mempunyai tujuan yang sejajar yaitu Penyelamatan

Lingkungan atau Perlindungan Lingkungan dari Pencemaran, baik pencemaran kimia, maupun pencemaran biologi oleh satwa pengganggu, vektor penyakit, mikroba dan lain-lainnya; hanya perkembangannya di masing-masing negara atau wilayah akan dapat berbeda-beda baik dalam aspek-aspek tersebut maupun dalam pelaksanaan teknis (implementasi) suatu jenis aspek.

Sebagai contoh, di Inggris dilaporkan teknologi bioremediasi itu dapat menurunkan BOD dari 1006 mg/l menjadi 57 mg/l⁽²⁾, tetapi karena melibatkan air tergenang, akhirnya menjadi perindukan nyamuk. Demikian pula upaya meremediasi danau yang tercemar dengan menggunakan tumbuhan makrofit, akhirnya menjadi tempat perindukan nyamuk dan satwa pengganggu lainnya^(4,5).

Di Indonesia akan diupayakan mendesain saringan bioremediasi dengan menambahkan lapisan pasir-kerikil batu apung di atas permukaan air dalam media saringan setebal 10 cm, sehingga tidak memungkinkan lagi nyamuk bertelur. Dengan demikian dampak negatif saringan yaitu meningkatnya densitas nyamuk dapat dihindarkan. Selain itu air limbah yang sudah jernih akan memungkinkan hidupnya ikah-ikan pemakan jentik dalam genangan-genangan air buangan rumah tangga yang tersembunyi. Selama ini (bila tidak disaring) kandungan deterjen yang tinggi dari kegiatan cuci mencuci sangat mengganggu insang dari ikan-ikan pemakan jentik. Bila seluruh rumah tangga membuat saringan limbah niscaya *Cx. quiquefasciatus* akan sangat menurun di suatu permukiman perkotaan.

Selain untuk *Cx. quiquefasciatus*, teknologi bioremediasi dapat pula diaplikasikan untuk menurunkan kepadatan *Ae. aegypti* melalui perubahan profit kualitas air habitatnya. Implementasinya cukup sederhana antara lain bisa dengan mengubah pH, menyemprotkan air kapur atau meningkatkan salinitas melalui penyemprotan air mengandung garam. Cara lain, jenis tanaman hias dipilih/dibuat terhadap kualitas tertentu dari air habitat, sedangkan *Ae. aegypti* tidak sanggup lagi hidup pada kualitas air seperti itu. Untuk maksud ini profit kualitas air habitat dari masing-masing galur nyamuk perlu mendapat penelitian selanjutnya.

KESIMPULAN

1. Teknologi Bioremediasi dapat dikembangkan ke arah pengendalian terpadu untuk menurunkan kepadatan nyamuk di permukaan perkotaan, melalui perubahan kualitas air habitatnya, melapangkan jalan bagi efektifnya pengendalian hayati.
2. Teknologi Bioremediasi mempunyai konsep yang sejajar dengan PHT, berorientasi pada penyelamatan dan perlindungan lingkungan, bertumpu pada metoda-metoda pengendalian secara ekologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Muchammad Sri Saeni MS, guru besar FMIPA IPB yang telah memberikan ijin kepada penulis untuk menggunakan laboratorium FMIPA IPB. Juga kepada Bapak Dr. Ir Harun Sukarmadijaya, MSc. dan stafnya dari Teknologi Lingkungan ITB, tak lupa penulis mengucapkan banyak terima kasih atas informasi yang telah diberikan mengenai teknologi Bioremediasi.

KEPUSTAKAAN

1. Flint ML, van Den Bosch. Pengendalian Hama Terpadu. Kanisius. Yogyakarta, 1990; 144p.
2. Biddlestone AJ, Gray KR, Job GD. Treatment of Dairy Farm Wastewaters in Engineered Reed Bed Systems. Process Biochemistry 26 (1991). England: Elsevier Science Publisher Ltd.
3. Wargasmita S, Setiadi S, Hastuti Y. Pendaurlangan Limbah, peranan eceng-gondok dalm penurunan BOD, N, P, pada efisiensi kolam sedimentasi. PPSML-UI. Jakarta: 1982; p 8-12.
4. Jorgensen SE, Vollenweider RA. Guidelines of Lake Management. International Lake Environmental Committee, UNEP, Shiga 520, Japan: 1989: 199 pp.
5. Pancho JV, Soerjani M. Aquatic Weeds of South East Asia. BIOTROP. Bogor. 1978: 130 pp.
6. Seregeg IG, Sri Saeni M, Hardjoamodjojo. Efektivitas Biofilter Beberapa Jenis Tanaman dalam Memperbaiki Kualitas Air Limbah. Center of Research for Engineering Application in Tropical Agriculture. JICA-IPB, (ADAET): JTA -9A (132). Seminar Tahunan Perkembangan teknologi Pertanian PERTETA. Bogor. 1995; 11 hal.

Nobody can be bound to do beyond what he is able to do