

Fitopemulihan

Potensi Tumbuhan dalam

Mengurangkan Pencemaran di Lebu Raya

Jalan raya merupakan elemen penting dalam pembangunan sosial dan ekonomi sesebuah negara, termasuklah di Malaysia. Dengan rangkaian lebu raya yang terus berkembang dan peningkatan jumlah kenderaan, Malaysia menghadapi pelbagai cabaran pencemaran yang semakin meningkat dari semasa ke semasa.

Walaupun pembangunan infrastruktur pengangkutan merupakan keperluan yang penting, namun kemajuan ini biasanya tidak selari dengan peningkatan jumlah kenderaan. Hasilnya, pelepasan pencemar daripada asap kenderaan menjadi semakin serius, sekali gus memberikan kesan negatif terhadap kesihatan manusia dan alam sekitar.

Kenderaan di Malaysia tidak terkecuali daripada menjadi punca utama kepada pencemaran alam sekitar. Pelepasan bahan pencemar seperti karbon monoksida, hidrokarbon, nitrogen oksida dan debu halus juga merupakan masalah yang signifikan yang ditetapkan oleh pihak berkuasa alam sekitar negara.

Pencemaran udara daripada kenderaan menjadi masalah yang serius di kawasan yang terjejas, kebanyakannya di sekitar lebu raya yang

sibuk. Bukan itu sahaja, pembangunan lebu raya juga mencemari tanah dan tumbuhan dengan logam berat yang terdapat pada permukaan jalan dan komponen kenderaan.

Kemajuan dalam teknologi pengangkutan telah memberikan manfaat kepada masyarakat, namun diiringi dengan risiko pencemaran alam sekitar yang menjadi cabaran untuk ditangani. Bagi menjaga alam sekitar dan memastikan kesihatan penduduk tempatan terjamin, pendekatan yang efektif adalah penting untuk dilaksanakan.

Antara pendekatan tersebut termasuklah pembangunan teknologi hijau yang dapat mengurangkan pencemaran udara, tanah dan air yang disebabkan oleh kenderaan dan lebu raya.

Penemuan terkini menunjukkan bahawa tumbuhan juga mempunyai potensi besar dalam menyerap bahan pencemar dan membantu membersihkan alam sekitar di sekitar lebu raya.

Dengan mengambil pendekatan ini secara serius, masyarakat boleh membantu dalam menjaga alam sekitar dan memperoleh kesihatan yang baik di samping memastikan generasi akan datang juga dapat menikmati alam sekitar yang bersih.

Pencemaran di Lebu Raya

Pencemaran di kawasan berhampiran dengan lebu raya dipengaruhi oleh asap kenderaan dan faktor lain seperti jenis kenderaan, aliran lalu lintas, jenis musim dan cuaca. Secara umumnya, pekerja lebu raya dan penduduk yang tinggal berdekatan dengan kawasan tersebut terdedah kepada pencemaran ini. Situasi ini secara tidak langsung meningkatkan risiko penyakit akibat penyedutan asap kenderaan.

Pencemaran terdiri daripada bahan berbahaya seperti karbon monoksida, nitrogen dioksida dan debu halus yang dilepaskan oleh kenderaan. Selain itu, terdapat penemuan yang menunjukkan pengeluaran logam berat seperti kadmium, kuprum, plumbum, zink dan nikel dalam debu halus. Air bawah tanah di kawasan berdekatan dengan lebu raya juga berpotensi tercemar dengan logam ini.

Pencemaran juga boleh memasuki rantaian makanan, menjejaskan alam sekitar dan membahayakan kehidupan. Sebagai contohnya, pencemaran daripada ekzos kenderaan memberikan kesan

terhadap kesihatan manusia seperti peningkatan risiko penyakit pernafasan, penyakit jantung dan kanser paru-paru.

Selain itu, pencemaran boleh tersebar ke alam sekitar, sama ada dibawa oleh tumbuhan, udara ataupun air hujan. Jarak dari lebu raya juga mempengaruhi sejauh mana pencemaran itu tersebar. Oleh hal yang demikian, usaha untuk mengurangkan pelepasan bahan pencemar daripada kenderaan dan menghalang penyebarannya adalah penting untuk memastikan kesihatan manusia terjamin dan kelestarian alam sekitar terjaga.

Cara Tumbuhan Mengurangkan Pencemaran di Lebu Raya

Satu daripada cara yang semakin popular untuk menangani pencemaran adalah melalui proses fitopemulihan. Dalam proses ini, tumbuhan menjadi agen rawatan yang digunakan untuk membersihkan atau mengurangkan ketoksikan bahan pencemar. Tumbuhan yang digunakan dalam fitopemulihan mempunyai strategi khas untuk menangani kesan pencemaran dan melindungi diri daripada bahan pencemar berbahaya.

Fitopemulihan melibatkan beberapa mekanisme rawatan seperti *phytoextraction*, *phytodegradation*, *phytovolatilization* dan *phytostabilization*. Selain

itu, mekanisme rawatan lain bagi fitopemulihan termasuklah *rhizodegradation* dan *rhizofiltration*.

Satu daripada mekanisme rawatan yang penting dalam fitopemulihan ialah *phytoextraction* yang merujuk cara tumbuhan menyerap dan mengeluarkan bahan pencemar daripada udara, tanah dan air. Bahan pencemar yang diserap akan diangkut daripada bahagian bawah tumbuhan (akar) ke bahagian atas tumbuhan seperti tunas atau daun dan kemudiannya disimpan di bahagian tersebut.

Walaupun bagaimanapun, pemilihan tumbuhan yang sesuai seperti tumbuhan yang mampu menyerap bahan pencemar seperti logam berat dalam jumlah yang banyak (*hyperaccumulator*) dan tumbuhan yang mempunyai keupayaan untuk memindahkan bahan pencemar daripada bahagian bawah kepada bahagian atas adalah penting untuk meningkatkan keberkesanan *phytoextraction*.

Seterusnya, *phytovolatilization* melibatkan transformasi bahan pencemar kepada unsur yang kurang berbahaya dan diikuti dengan pelepasan ke udara. *Phytodegradation* pula merujuk proses tumbuhan menyerap bahan pencemar organik daripada tanah dan air dan kemudiannya mengubahnya kepada unsur yang lebih selamat tanpa bergantung pada mikroba.

Keupayaan akar tumbuhan untuk mengurangkan pergerakan bahan

berbahaya di dalam tanah dan mencegah sebaran ke dalam air tanah atau udara pula merupakan mekanisme rawatan *phytostabilization*.

Dalam *rhizodegradation* pula, mikroorganisma di sekitar akar tumbuhan membantu menguraikan bahan pencemar tertentu seperti hidrokarbon, manakala kaedah *rhizofiltration* membenarkan tumbuhan menapis bahan berbahaya daripada air.

Secara umumnya, fitopemulihan merupakan rawatan yang bersifat mesra alam dan dilihat mampu memastikan produk tanaman yang dihasilkan di kawasan berhampiran dengan lebu raya adalah selamat untuk dimakan.

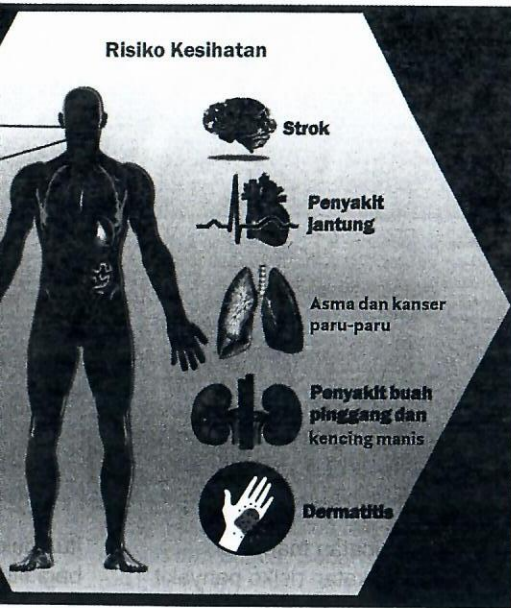
Kepentingan Tumbuhan dalam Memelihara Udara Bersih dan Alam Sekitar

Tumbuhan bukan sahaja berfungsi sebagai penyerap bahan pencemar yang terhasil daripada kenderaan, malah membantu dalam mengekalkan kualiti udara yang bersih.

Namun demikian, pemilihan tumbuhan yang sesuai merupakan langkah kritikal dalam usaha meningkatkan kualiti udara di kawasan yang mempunyai jumlah beban trafik yang tinggi.

Setiap spesies tumbuhan mempunyai kebolehan yang tersendiri dalam menyerap bahan pencemar

TEKNOLOGI HIJAU

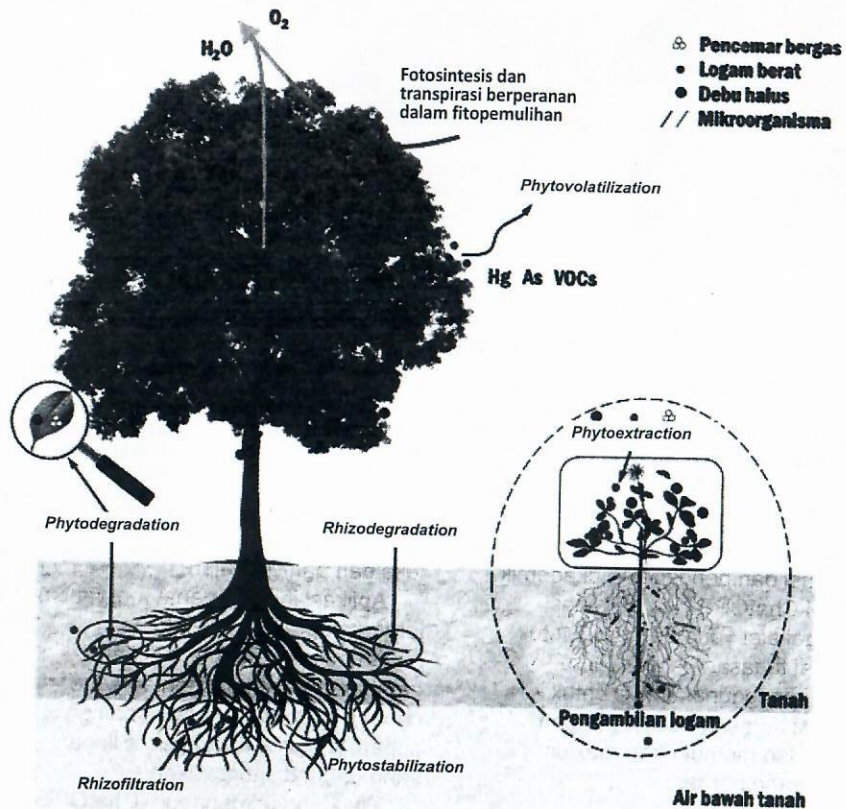


an kesehatan manusia.

tumbuhan selepas menuai yang melebihi 0.1 peratus daripada berat kering tumbuhan boleh diklasifikasikan sebagai sisa berbahaya, namun mempunyai nilai ekonomi yang tersendiri.

Jika biojisim ini tidak dikelolakan dengan betul, maka boleh menyebabkan penyebaran semula bahan pencemar bertoksik dan meningkatkan risiko pencemaran kepada alam sekitar dan kesihatan manusia. Apabila biojisim ini terurai oleh mikroorganisma sekitar, bahan pencemar boleh berpindah ke tanah pertanian. Pembakaran biojisim untuk tenaga juga boleh menyebabkan pelepasan bahan pencemar yang berisiko kepada manusia.

Antara kelebihan fitopemulihan termasuklah penggunaan semula biojisim yang mengandungi logam berat sebagai baja organik di kawasan lain yang memerlukan unsur penting



Rajah 2 Teknologi fitopemulihan dan cara tumbuhan menyerap bahan pencemar.

Sebagai contohnya, tumbuhan seperti *Eichhornia crassipes* digunakan untuk menyerap kadmium, merkuri dan aluminium di dalam air. Kemudian, biojisimnya digunakan untuk pengeluaran biodiesel, bioetanol dan biogas dalam skala besar. Semasa proses ini berlaku, bahan kimia seperti natrium hidroksida digunakan untuk pemulihan dan penggunaan semula logam berat dalam baki buangan.

Jatropha curcas juga mempunyai keupayaan penyerapan yang

mempunyai prospek pembangunan yang cerah.

Strategi Meningkatkan Keberkesanan Fitopemulihan

Selain pemilihan tumbuhan yang sesuai, faktor lain seperti kedalaman akar, sifat pencemaran, jenis tanah, iklim kawasan dan faktor lain juga perlu dipertimbangkan bagi meningkatkan keberkesanan fitopemulihan.

Beberapa tumbuhan seperti *Brassica napus* boleh mengumpul logam berat di atas permukaan

Selain itu, teknik tambahan seperti tanaman selingan, pelibatan mikroba, perangsang pertumbuhan tumbuhan dan penggunaan bahan kimia tertentu boleh meningkatkan keberkesanan fitopemulihan. Misalnya, penanaman selang bagi tumbuhan penumpuk dengan tanaman makanan di sekitar lebuhraya dapat membantu menyelamatkan tanah daripada pencemaran logam berat.

Di samping itu, mikroba tumbuhan boleh membantu meningkatkan pengekstrakan logam berat oleh tumbuhan. Penggunaan bahan kimia tertentu seperti asid organik dan agen kelat juga boleh meningkatkan kelikatan logam berat di dalam tanah, sekali gus menjadikannya lebih mudah untuk diuji dan dikitar semula oleh tumbuhan.

Strategi terbaik untuk fitopemulihan yang berkesan adalah dengan menggunakan tumbuhan yang sudah wujud secara semula jadi, terutamanya tumbuhan yang mampu menyingkirkan logam berat, mempunyai nilai ekonomi dan tidak sesuai digunakan untuk ternakan. Penggunaan cacing bumi, mikroorganisma, agen kelat kimia dan kaedah lain juga dapat meningkatkan penyingkiran pencemaran di lebuhraya.

Selain itu, pengumpulan dan penggunaan biojisim hasil daripada fitopemulihan, terutamanya untuk menghasilkan biobahan api merupakan pendekatan yang bijak bagi mengurangkan pelepasan bahan pencemar oleh tumbuhan yang reput di samping memberikan pulangan ekonomi yang lebih baik.

Secara keseluruhannya, pembinaan lapisan tumbuhan hijau di sekitar jalan raya merupakan kaedah terbaik untuk mengawal penyebaran bahan pencemar daripada kenderaan. Fitopemulihan juga dilihat sebagai teknologi yang menguntungkan dalam memulakan