

Infrastruktur Hijau

Ulasan penerapan infrastruktur hijau dalam pengelolaan air di Bogor

The Australia-Indonesia Centre

URBAN WATER RESEARCH CLUSTER

Apakah yang dimaksud dengan Infrastruktur Hijau?

Infrastruktur hijau dan biru dikenal sebagai infrastruktur hijau (GI), adalah seperangkat teknologi alami yang menggunakan sistem tanaman dan air, yang dapat digunakan dalam desain perkotaan untuk memberikan berbagai hasil dalam pengelolaan. Dalam model kota ramah air, GI digunakan untuk mengelola air limpasan, memantau aliran air dan menyimpan air untuk digunakan kembali. GI juga dapat memberikan manfaat sekunder seperti meningkatkan bentuk fisik dan nilai lanskap, kesejukan perkotaan dan mitigasi banjir. Sebagian besar teknologi hijau bersifat multi-fungsi, dan dapat diterapkan pada berbagai skala dan digunakan untuk berbagai aplikasi. Dengan manfaat ini, GI dapat membantu memperkuat ekonomi Bogor dan meningkatkan kesehatan serta kualitas hidup masyarakat. Beberapa negara di seluruh dunia mengakui bahwa GI sangat penting untuk kesehatan, kelayakan hidup dan keberlanjutan lingkungan perkotaan.

Infrastruktur Hijau di Bogor dan daerah beriklim tropis

Sumberdaya alam Bogor yang berlimpah, ratusan danau alami, Kebun Raya yang terkenal, dan reputasi sebagai 'Kota Hujan' sangat ideal untuk melakukan transformasi ke Kota Ramah Air melalui integrasi GI ke dalam rencana pembangunan kota untuk mengatasi tantangan kota seperti musim kering, kekurangan air, banjir, dan pengelolaan air.

Bogor yang beriklim tropis memiliki peluang dan tantangan dalam pengelolaan air, misalnya:

- » Iklim yang hangat dan lembab memungkinkan pertumbuhan tanaman yang cepat dan aktivitas biologis umumnya lebih tinggi sepanjang tahun, namun memberikan kondisi yang menguntungkan bagi nyamuk dan berbagai penyakit.
- » Pola hujan tropis (intensitas tinggi) menyediakan banyak air hujan untuk berbagai kegunaan, tetapi secara musiman terlalu tinggi curah hujan dalam satu lanskap yang menyebabkan erosi, banjir, dan polusi.

Lihat bagian depan buku kecil ini untuk berdiskusi lebih lanjut tentang karakteristik dan kecenderungan Bogor secara khusus dan lihat laporan lengkap Infrastruktur Hijau untuk melihat secara mendalam tantangan dan peluang dalam menerapkan infrastruktur hijau di Bogor.

Beragam Manfaat Infrastruktur Hijau

Lingkungan

- » Pengelolaan **kualitas air** (melalui pengurangan polutan)
- » **Mitigasi banjir** (dengan mengurangi aliran)
- » Melindungi **kesehatan manusia dan ekologi**
- » Menyediakan **sumber air** untuk digunakan kembali (melalui pemanenan air hujan atau pengelolaan air limbah dan dapat digunakan kembali)
- » Meningkatkan **akses terhadap air**, resiliensi, dan mengurangi kebutuhan terhadap sumber air
- » **Penghijauan kota, keanekaragaman hayati, dan kenyamanan**
- » **Mengembalikan volume air tanah** melalui infiltrasi

Sosial Budaya

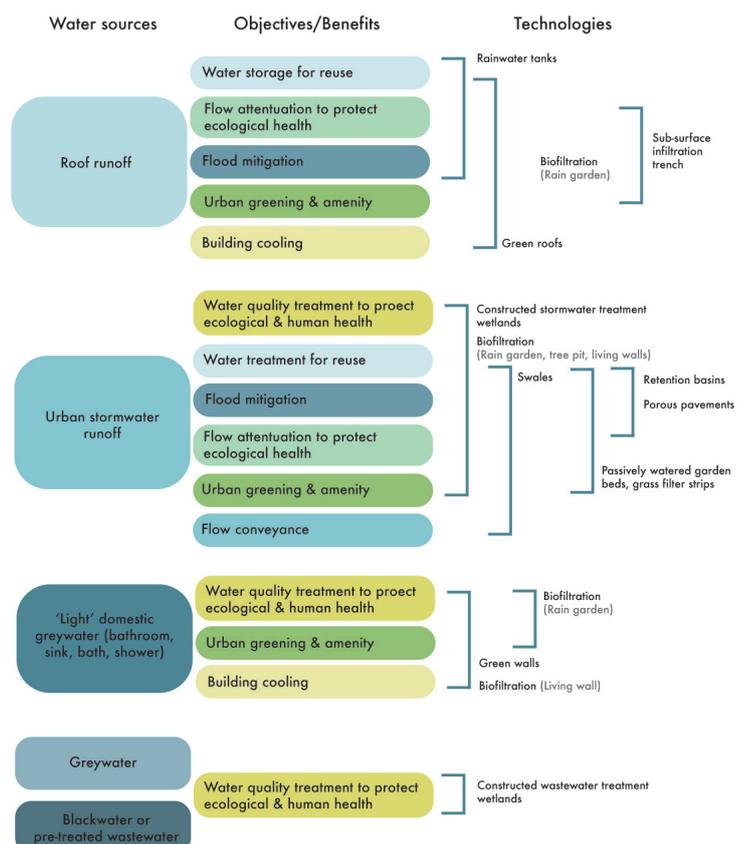
- » Meningkatkan **kesejahteraan dan kesehatan manusia**
- » **Mendinginkan** iklim mikro dan bangunan kota
- » Menyediakan **habitat** untuk flora dan fauna

Ekonomi

- » Meningkatnya **nilai properti dan menghindari biaya masa depan** untuk remediasi dan infrastruktur rekayasa
- » **Manfaat ekonomi** dari tanaman yang dipanen untuk menghasilkan produk dan makanan

Pemilihan sistem Green Infrastructure yang akan digunakan

Infrastruktur hijau bertujuan untuk mengelola, mengendalikan atau menyimpan sumber air, harus dipilih berdasarkan karakteristik masing-masing lokasi, perencanaan kota, tujuan dan/ atau manfaat tambahan yang penting bagi masyarakat atau kota untuk dicapai (lihat bagan di bawah).



Deskripsi Infrastruktur Hijau



Biofiltrasi / bioretensi / taman hujan:

Filter vegetasi, yang dirancang untuk menampung, menahan dan menginfiltirasi air limpasan atau air limbah domestik untuk digunakan kembali dengan tepat, diinfiltirasi ke tanah sekitarnya atau dibuang ke sistem drainase atau saluran pembuangan.



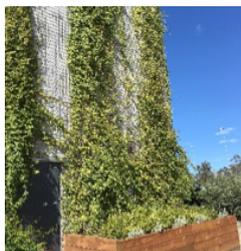
Treepits

Suatu jenis taman hujan yang ditanami pepohonan, seringkali terletak di sepanjang jalan untuk mengumpulkan air limpasan yang berasal jalan atau trotoar. Hal ini bertujuan untuk pemeliharaan air limpasan, mengurangi limpasan, irigasi pasif dari pohon, kenyamanan, keteduhan dan kesejukan dari streetscape.



Lahan basah buatan:

Bak air buatan yang dangkal dan padat yang dapat menahan dan menyaring air untuk dibuang ke danau dan sungai atau untuk digunakan kembali.



Dinding rambat (atau façade hijau):

Jenis sistem penghijauan vertikal yang terdiri dari spesies tanaman memanjat yang tumbuh langsung ke façade bangunan atau pada sistem pendukung struktural eksternal yang berdekatan dengan dinding. Sistem ini termasuk jenis biofiltrasi dengan tanaman yang tumbuh langsung ke tanah atau di kotak tanam di dasar dinding.



Atap hijau (atau atap hidup / kebun atap):

Atap yang ditutupi vegetasi yang tumbuh di media tanam dirancang khusus dan terpisah dari struktur atap melalui membran tahan air.



Dinding hijau:

Kebun vertikal dengan tanaman berakar dangkal tumbuh di kompartemen atau ruang yang diisi dengan substrat yang tumbuh ringan dan menempel ke permukaan dinding. Sistem ini menyediakan insulasi termal dan pendinginan tetapi membutuhkan sejumlah air yang besar agar tetap subur dan hijau. Air limpasan pada atap yang dipanen atau air limbah domestik yang dihasilkan dari bangunan dapat digunakan untuk menyiram dinding hijau, dan secara bergantian menerima pemeliharaan dari dinding hijau jika kebutuhan irigasi berlebihan.



Swales/ penyangga:

Saluran vegetasi yang mengalirkan air hujan ke sistem drainase / saluran pembuangan. Selama proses tersebut, swales membantu memperlambat aliran air dan sebagian terserap dengan air hujan. Swales sering digunakan pada jalan dan dijadikan untuk sistem GI bagian hilir seperti sistem bioretensi.



Buffer riparian:

Area vegetasi di sepanjang tepi sungai dan danau untuk melindungi kualitas air pada badan air. Sistem ini membantu mencegah erosi dan merupakan sumber makanan penting bagi populasi ikan termasuk pohon, rumput, dan penutup tanah.



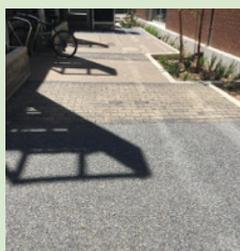
Kolam sedimen/ cekungan:

Badan air yang menangkap sedimen kasar dan sampah yang dibersihkan selama terdapat aliran air. Sistem ini digunakan sebagai tindakan pra-pemeliharaan untuk sistem lahan basah.



Kolam retensi atau cekungan:

Badan air buatan, danau atau cekungan kosong yang membantu menahan air selama curah hujan tinggi untuk mencegah banjir dan erosi di hilir. Kolam biasanya menyimpan air secara permanen. Cekungan memungkinkan kosong, atau sebagian kosong, antara musim hujan yang memungkinkan digunakan ruang rekreasi.



Trotoar berpori:

Permukaan paving alternatif yang memungkinkan air meresap melalui lapisan permeabel. Air dapat menyerap ke dalam tanah di sekitarnya atau dibuang ke sistem drainase.



Tong / tanki hujan:

Fasilitas penyimpanan di atas atau di bawah tanah, biasanya digunakan di area perumahan untuk menahan air hujan dari atap. Air hujan yang dikumpulkan dapat digunakan kembali untuk penggunaan rumah tangga yang tidak dapat diminum atau irigasi, dibuang ke sistem drainase atau diinfiltirasi ke tanah sekitarnya.

Fungsi Infrastruktur Hijau

Fungsi setiap teknologi dicontohkan pada bagian kanan, sementara contoh penerapannya untuk memecahkan masalah secara umum di lingkungan perkotaan Bogor dapat ditemukan di bawah ini.

Fungsi	Infrastruktur hijau											
	Biofiltration	Tree pits	Constructed wetlands	Living walls	Green walls	Green roofs	Swales	Riparian buffers	Sedimentation ponds	Retention ponds	Porous pavements	Rain barrels/tanks
Water quality treatment												
Flow attenuation												
Groundwater recharge												
Landscape value												
Urban cooling												
Food production*												
Storage												
Thermal buffer												
Flow conveyance												
Erosion control												
Harvesting												

*(if receiving roof runoff only)

Aplikasi Infrastruktur Hijau

Contoh permasalahan

- » Permukaan tidak dapat menahan air & saluran beton
- » Banjir
- » Kualitas air yang buruk & erosi pada aliran lokali, sungai atau situ
- » Penghijauan perkotaan yang terbatas



Contoh Infrastruktur Hijau

- » Biofiltrasi/ Bioretensi/ Taman Hujan
- » Taman hujan pada media jalan
- » Sistem lahan basah buatan

Contoh implementasi sebagai solusi

- » Mengurangi volume limpasan untuk mengurangi banjir & erosi bagian hilir
- » Pengelolaan air limpasan untuk mengurangi polusi dan menciptakan saluran air yang lebih sehat
- » Memulihkan kembali volume air tanah untuk mendorong infiltrasi
- » Penghijauan perkotaan & kenyamanan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat & nilai tanah
- » Lahan basah sebagai tempat penyimpanan bagi pemanenan air hujan

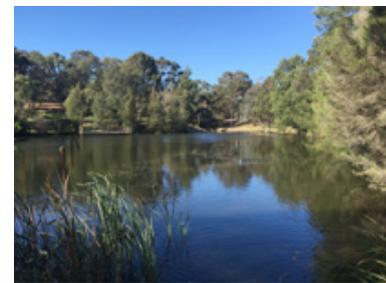


- » Permukaan yang tidak dapat menahan air menyebabkan banjir dan pengangkutan polutan
- » Meningkatkan permintaan air dan persediaan terbatas



- » Kolam sedimen / cekungan
- » Kolam retensi atau perlambatan cekungan

- » Penyimpanan air untuk mitigasi banjir, beberapa pengolahan air
- » Kolam berfungsi untuk penyimpanan ketika pemanenan air hujan



- » Permukaan tidak dapat menahan air dan saluran beton dapat menyebabkan banjir
- » Pengangkutan pencemaran perkotaan pada bagian hilir



- » Swales/ penyangga

- » Swales bervegetasi dan biofilter untuk pengolahan air, mitigasi banjir, dan penghijauan kota



Pemilihan Spesies Tanaman Pada Infrastruktur Hijau

Kelimpahan tanaman yang sehat adalah kunci keberhasilan infrastruktur hijau. Di Bogor, terdapat banyak spesies tanaman lokal dan banyak dibudidayakan untuk mendorong banyak manfaat yang diberikan oleh infrastruktur hijau; pengelolaan kualitas air, mengalirkan air genangan, penghijauan, kenyamanan, keanekaragaman hayati, kesejukan perkotaan dan kesehatan serta kesejahteraan manusia. Beberapa tanaman juga memiliki kegunaan ekonomi.

Spesies tanaman akan bervariasi dalam kemampuan bertahan hidup, tumbuh dan menyediakan fungsi-fungsi yang berbeda. Karakteristik tanaman yang diinginkan dan beberapa contoh digambarkan pada bagian kanan. Untuk informasi lebih lanjut, daftar lengkap rekomendasi spesies tanaman pada seluruh teknologi (termasuk tanaman yang biasanya dihindari), lihat laporan lengkap Infrastruktur Hijau dan Apendiksnya.

- ✓ Tersedia secara lokal dari pembibitan
- ✓ Cocok pada iklim lokal
- ✓ Toleran kondisi yang diharapkan dalam sistem:
 - » Periode kering (dalam biofilter, atap hijau)
 - » Genangan sementara (di biofilter, sengkedan)
 - » Genangan yang banyak dan perubahan tingkat air (lahan basah)
 - » Kecepatan aliran (Swales, pintu masuk biofilter, lahan basah)
 - » Kemampuan untuk tumbuh di media (pasir di biofilter)
 - » Cocok untuk lokasi / situs tertentu dan kedalaman media
- ✓ Karakteristik umum yang diinginkan:
 - » Ukuran yang sesuai untuk infrastruktur hijau
 - » Kuat
 - » Mampu beradaptasi dengan berbagai kondisi
 - » Pertumbuhan & produktivitas tanaman yang relatif tinggi
 - » Sistem akar yang ekstensif
 - » Pemeliharaan rendah
 - » Tujuan ekonomi yang berguna
- ✓ Pilih beberapa spesies (keragaman) dan berbagai jenis tanaman / bentuk pertumbuhan



Sistem biofiltrasi:

Syzgium polyanthum
(Salam, daun salam
Indonesia)
Pohon
Myrtaceae

- ✓ (Mudah tumbuh, mudah beradaptasi, tumbuh di pinggir jalan, penggunaan ekonomi)



Dinding rambat:

Bougainvillea
'Sakura Variiegta'
(*Bougainvillea*)
Climber, semak
Nyctaginaceae

- ✓ (Populer, umum, kuat, tanaman hias, sangat efektif untuk penghapusan nitrat dalam pengujian Singapura. * Catatan - berpotensi merusak bangunan dengan duri)

Penemuan utama:

- » Infrastruktur hijau telah terbukti efektif pada wilayah iklim tropis dalam pengelolaan kualitas air, melancarkan genangan dan manfaat lainnya.
- » GI telah berhasil diadopsi di lokasi tropis lainnya seperti Singapura, Malaysia serta Australia utara, dan panduan lokal telah dikembangkan untuk mengambil manfaat dan tantangan yang ada pada daerah tersebut.
- » Terdapat alasan yang kuat untuk mengadopsi GI di Bogor, dengan cara membangun, berdasarkan ketrampilan dan sumber daya lokal yang ada, dan sumberdaya hijau dan biru yang alami. Empat studi kasus juga menunjukkan bagaimana beberapa masalah dapat diatasi dengan infrastruktur hijau.
- » Dengan curah hujan tinggi, pemanenan air hujan untuk penggunaan air non-konsumsi merupakan potensi signifikan untuk diversifikasi sumber air Bogor - membantu memastikan pasokan air yang lebih berkelanjutan. Sebagai contoh, air limpasan pada atap dapat digunakan untuk irigasi pertanian perkotaan serta mengurangi banjir, mengatasi kebutuhan pada sumber air tradisional dan meningkatkan penghijauan perkotaan, gizi, ekonomi lokal serta ketahanan masyarakat.

- » Air limbah domestik yang diolah melalui sistem GI juga dapat memberikan sumber air alternatif, untuk penyiraman toilet, irigasi atau aplikasi penggunaan akhir lainnya dan akan membantu mengurangi pembuangan air limbah ke sungai dan danau.
- » Tanaman sangat penting karena memiliki banyak fungsi dalam sistem GI. Di Bogor ada banyak spesies tanaman lokal yang menawarkan potensi yang dapat digunakan untuk mengembangkan potensi ekonomi. Sehingga, pemilihan tanaman merupakan hal sangat penting.

Rekomendasi untuk konstruksi di masa depan termasuk:

- » Pengujian lebih lanjut terhadap kinerja sistem GI pada kondisi lokal dapat membantu menyempurnakan desain dan pemilihan spesies tanaman.
- » Pengembangan panduan dokumen standar untuk mendukung implementasi dan desain infrastruktur hijau di Bogor, termasuk tujuan desain sasaran.
- » Penelitian lebih lanjut terhadap potensi sistem air limpasan atau air limbah domestik yang aman digunakan untuk produksi makanan.