

Review: Tumbuhan di kota urban Indonesia: Nilai bioteknologis dan proyeksi keragaman pada 2050

Plants in Indonesia's urban cities: Biotechnological values and diversity projection in 2050

RAHMAT AZHARI KEMAL¹, ANGELIA YULITA^{2,*}, GRARIANI NUFADIANTI³, IMAM ROSADI⁴, SITI ISNAENI MUTHMAINAH²

¹ Magister Bioteknologi, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung, Gedung SITH Labtek XI, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Jawa Barat.

² Laboratorium Teknologi Farmasi, LABTIAP BPPT, Puspiptek, Serpong, Tangerang Selatan, Banten. *email: angelia.yulita@gmail.com

³ Jurusan Biologi (Bioteknologi), Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia, Komplek Masjid Agung Al Azhar, Jl. Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta 12110, Indonesia.

⁴ Erpour Clinic, Jl. Kramat VI No.15, Jakarta Pusat 10340, Jakarta

Manuskrip diterima: 19 Agustus 2015. Revisi disetujui: 26 Desember 2015.

Abstrak. Kemal RA, Yulita A, Nufadianti G, Rosadi I, Muthmainah SI. 2015. Tumbuhan di kota urban Indonesia: Nilai bioteknologis dan proyeksi keragaman pada 2050. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 1836-1841*. Biodiversitas di kota urban perlu dipelajari dan dilestarikan. Sumber keragaman tumbuhan di kota urban di antaranya adalah Ruang Terbuka Hijau. Studi literatur menunjukkan beberapa spesies yang ditemukan di kota Jakarta memiliki nilai bioteknologis. Biji *Cerbera manghas*, salah satu spesies yang paling umum ditemukan sebagai tanaman pelindung jalan Jakarta, diketahui mengandung senyawa bersifat sitotoksik terhadap sel kanker payudara manusia. Tetapi kota-kota di Indonesia menghadapi masalah nyata berupa pemanasan global dan pertumbuhan penduduk yang dapat berdampak buruk pada nilai ekologis Indonesia. Meskipun demikian, Indonesia dapat meminimalisir dampak negatif tersebut dengan strategi pemanfaatan biodiversitas yang tepat, salah satunya dalam manajemen Ruang Terbuka Hijau. Kondisi Indonesia saat ini digunakan untuk memproyeksikan kondisi pada 2050. Kota urban menjadi fokus utama karena biodiversitas perkotaan masih belum dimanfaatkan selain untuk estetika. Pemanfaatan yang optimal dan berkelanjutan akan mendukung keragaman tumbuhan di kota urban sebagai sumber plasma nutfah yang memiliki nilai bioteknologis.

Kata kunci: Kota urban, keragaman tumbuhan, nilai bioteknologis, proyeksi

Abstract. Kemal RA, Yulita A, Nufadianti G, Rosadi I, Muthmainah SI. 2015. *Plants in Indonesia's urban cities: Biotechnological values and diversity projection in 2050. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 1836-1841*. Biodiversity in urban cities needs to be studied and conserved. Some sources of plant diversity in urban cities are Green Open Spaces. Literature study showed some species commonly found in Jakarta have biotechnological values. The seed of *Cerbera manghas*, one of most frequently found species in Jakarta's roadside green belts, is known to have metabolites with cytotoxic activities against human breast cancer cell. But Indonesia's cities face undisputed challenges of global warming and population growth, which have a negative effect on Indonesia ecological value. Despite that, Indonesia can minimize those effects with the right strategy of biodiversity utilization, one of them is green open spaces management. Current Indonesia's condition was used to project its condition in 2050. Urban cities become the main focus because urban biodiversity has not been utilized besides its aesthetic. Optimal and sustainable utilization will support plant diversity in urban cities as a source of germplasm with biotechnological values.

Keywords: Biotechnological values, plant diversity, projection, urban city

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki biodiversitas tertinggi di dunia. Tidak hanya termasuk sepuluh negara dengan megabiodiversitas, Indonesia juga merupakan lima negara dengan diversitas tumbuhan tertinggi. Namun, Indonesia juga merupakan negara dengan populasi manusia keempat di dunia. Sebagai negara berkembang, pertumbuhan penduduk di Indonesia juga tinggi. Tingkat urbanisasi juga semakin tinggi serta dapat memberikan efek negatif bagi penduduk kota, lingkungan,

dan biodiversitas (Pham dan Nakagoshi 2007). Hal ini ditunjukkan dengan adanya pengurangan ruang terbuka hijau (RTH) di kota-kota Indonesia dari rata-rata 35% pada tahun 1970 menjadi 10% pada tahun 2009 (Dwiyanto 2009). Padahal, RTH memiliki peran yang penting dalam konservasi biodiversitas. Walaupun pelindung jalan ditanami oleh vegetasi dengan keragaman yang terbatas, daerah tersebut dapat digunakan hewan liar seperti burung dan serangga untuk berpindah dari satu habitat ke habitat lainnya (Arifin dan Nakagoshi 2011). Fortel et al. (2014) menunjukkan bahwa daerah urban memiliki diversitas

lebah liar yang tinggi karena menyediakan sumber makanan dan tempat bersarang dibandingkan daerah agrikultur yang memiliki ketidakstabilan spasial dan temporal yang tinggi. Beberapa penelitian telah mengkaji biodiversitas tumbuhan pada hutan kota di beberapa kota di Indonesia (Tabel 1).

Walaupun berperan krusial, inventarisasi keragaman tidak cukup untuk menjembatani manajemen ekosistem dan masyarakat. Hal ini disebabkan perbedaan manfaat biodiversitas bagi ekosistem dan aktor sosial yang berbeda (Diaz et al. 2011). Suatu ekosistem akan memberi manfaat, secara langsung ataupun tidak langsung, untuk keberlangsungan dan hidup kualitas hidup manusia. Harrington et al (2010) menamakan hal tersebut sebagai jasa ekosistem (*ecosystem services*). Keragaman fungsional (*functional diversity*) merupakan kesatuan dari nilai, jangkauan, distribusi, dan kelimpahan relatif dari sifat fungsional suatu organisme (Harrington et al. 2010). Jasa ekosistem dan keragaman fungsional ini akan menjadi penghubung komponen ekologis dan sosial dalam manajemen ekosistem (Diaz et al. 2011). Dari segi ekologi, sifat fungsional suatu tumbuhan dilihat dari posisinya dalam beberapa hal seperti siklus nutrisi, umpan balik terhadap iklim, hingga ukuran dan komposisi kimiawi daun. Dari segi sosial, sifat fungsional dapat berbeda-beda berdasarkan aktor sosialnya, yaitu petani, peternak, perusahaan agribisnis, dan agen konservasi pemerintah. Petani sangat menghargai tumbuhan yang bernilai komersial menjadi sumber tanaman, obat, bahan bakar. Peternak memberikan nilai lebih pada tumbuhan yang dapat memberikan nutrisi dan teduhan bagi ternaknya. Perusahaan agribisnis lebih memfokuskan pada produksi tinggi, sedangkan agen konservasi pemerintah akan menghargai nilai edukasi, rekreasi, sumber plasma nutfah, dan reservoir karbon dari hutan. Dengan demikian, pengkajian manfaat suatu tumbuhan dari segi bioteknologi dapat dilakukan untuk mendukung upaya manajemen dan perencanaan biodiversitas.

Dari berbagai jenis keragaman tumbuhan di daerah perkotaan, ulasan ini akan memfokuskan pada spesies pohon-pohonan. Pohon-pohonan mampu meningkatkan kualitas udara lokal melalui kemampuannya menangkap partikel yang berdampak buruk bagi kesehatan (Beckett et al. 2000). Pepohonan juga mampu mempengaruhi iklim mikro karena efek naungannya dapat memberikan 3-4°C pendinginan untuk mengatasi fenomena “pulau panas” (*heat island*) yang sering muncul di perkotaan (Shashua-Bar et al. 2010).

TUMBUHAN SEBAGAI SUMBER SENYAWA AKTIF

Penggunaan tumbuhan di RTH perkotaan masih terbatas pada nilai estetika, sehingga potensi lain seperti sumber senyawa aktif belum banyak digali. Nasrullah et al. (2009) mengidentifikasi 119 spesies pohon-pohonan yang terdapat pada pelindung jalan di Jakarta. Dari 119 spesies tersebut, terdapat 19 spesies yang paling banyak ditemukan di kelima kotamadya yang diamati, dan 9 diantaranya merupakan tanaman asli (*native*) Indonesia

(Arifin dan Nakagoshi 2011). Kesembilan jenis tanaman tersebut memiliki potensi bioteknologis. Berdasarkan studi literatur, beberapa manfaat tersebut adalah sebagai antimalaria, antioksidan, antimikroba, antiinflamasi, anti-bisa, odoran, antitumor, dan antikanker (Tabel 2).

Ekstrak bunga angkana (*Pterocarpus indicus*) berpotensi sebagai antimalaria dan antioksidan (Suksrichavalit et al. 2014). Dengan kromatografi kolom, senyawa aktif stigmasterol dan lupeol telah diisolasi dari ekstrak tersebut. Ekstrak lain yang berpotensi sebagai antimalaria lain adalah ekstrak kasar dari tanaman cempedak (*Artocarpus integer*) (Jagtap dan Bapat 2010). Ekstrak tanaman tanjung (*Mimusops elengi*) juga telah diteliti potensi antimikrobanya terhadap mikroflora patogen di saliva (Deshpande et al. 2010). Hasil analisis GC-MS menunjukkan senyawa pada ekstrak tersebut memiliki kemiripan dengan kloroheksidin. Ekstrak buah beringin (*Ficus benjamina*) dikonfirmasi berpotensi sebagai antitumor dan antibakteri, sedangkan ekstrak daunnya berpotensi sebagai antivirus terhadap herpes simplex virus 1 dan 2 (HSV-1/2). Senyawa antivirus dari ekstrak daun tersebut dikonfirmasi 3 jenis flavonoid yaitu kuersetin 3-O-rutinoside, kaempferol 3-O-rutinoside, dan kaempferol 3-O-robinobioside (Yarmolinsky et al. 2012). Tanaman pinang (*Areca catechu*) juga dilaporkan mengandung senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan, antimikroba dan anti-bisa. Kandungan senyawa tannin akan berinteraksi secara molekular dengan bisa, sehingga dapat menjadi penangkal bisa ular (Chin et al. 2013, Rahman et al. 2014).

Ekstrak biji bintaro (*Cerbera manghas* L.) memiliki kandungan senyawa deacetyltanghinin, tanghinin, dan 7,8-dehydrocerberin yang dapat menghambat pertumbuhan sel kanker kulit, sel kanker payudara dan sel kanker paru-paru (Cheenpracha et al. 2004). Senyawa deacetyltanghinin dan tanghinin mampu menghambat pertumbuhan ketiga line sel kanker secara signifikan, sedangkan senyawa 7,8-dehydrocerberin secara signifikan sangat efektif menghambat sel kanker kulit dan kanker payudara namun hanya memiliki penghambatan sedang terhadap pertumbuhan sel kanker paru-paru.

Berbeda pada Keranji (*Dialium indum*) yang berpotensi sebagai odoran (Lasekan dan See 2015). Selain bersifat antiinflamasi, minyak biji kenari (*Canarium indicum*) juga memiliki potensi sebagai antioksidan yang mengandung banyak senyawa fenol (Leakey et al. 2008).

Selain dimanfaatkan untuk pangan, kelapa (*Cocos nucifera*) juga memiliki kandungan senyawa aktif (Figueira et al. 2013). Ekstrak kasar kulit kayu berpotensi untuk mengobati penyakit infeksi karena memiliki daya antimikroba terhadap *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus Faecalis*, *Klebsiellapneumoniae*, *Proteus vulgaris*, *Serratia marscens*, *Salmonella sp.*, *Staphylococcus epidermidis*, *Micrococcus luteus*, *Vibriovulnificus*, *V. fluvialis*, *Vibrio sp.*, *V. metschnikovii*, *V. parahaemolyticus* dan *Listeria* serta bersifat antivirus terhadap herpes simplex virus tipe 1 (HSV-1). Daya antiinflamasi ekstrak kulit kelapa juga telah diuji pada tikus percobaan. Bagian lain dari kelapa juga telah diketahui berpotensi mengandung senyawa aktif, yaitu adanya kemampuan ekstrak serat buah dan akar untuk

menghambat proliferasi sel kanker, serta adanya senyawa katekin yang berpotensi sebagai antioksidan.

Tumbuhan lain yang dapat ditemukan di RTH adalah pulai (*Alstonia scholaris*). Pulai yang dapat ditemukan di RTH di Kota Sentul (Arifin dan Nakagoshi 2011) banyak dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional, rebusan kulit kayu dan daun pulai umum digunakan dalam penyembuhan infeksi, diare, luka bakar, dan penambah nafsu makan. Getah pulai dan rebusan kulit kayu dimanfaatkan untuk pengobatan malaria (Sujarwo et al. 2015). Ekstrak aseton daun pulai dilaporkan dapat mematikan 50% larva *Aedes aegypti* pada konsentrasi 239.9 ppm (Kaushik dan Saini 2009). Jong-Anurakkun et al.(2007) mengemukakan bahwa ekstrak daun pulai mengandung senyawa aktif yang dapat menghambat α -glucosidase sehingga berpotensi sebagai antidiabetes. Ekstrak etanol kulit kayu pulai mempunyai efek antimikroba terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* resisten metisilin (*methicillin-resistant Staphylococcus aureus*, MRSA) and *Klebsiella pneumonia* penghasil carbapenemase (Bonvicini et al. 2014).

PROYEKSI PADA TAHUN 2050

Pada tahun 2050, penduduk dunia diperkirakan akan mencapai 9,7 triliun dengan lebih dari 70%, yaitu sekitar 6,3 triliun, diperkirakan akan tinggal di area perkotaan (CBD 2012). Selain itu pada 2050, diperkirakan suhu bumi akan meningkat sebanyak 2,5°C dan konsentrasi gas

CO₂ mencapai 450 ppm (OECD 2012). Berdasarkan proyeksi yang dilakukan oleh Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), diperkirakan pada 2050, biodiversitas daratan akan menurun sebanyak 10% dan total area hutan dunia akan berkurang sebanyak 13% dengan penyebab utamanya adalah perubahan iklim yang diikuti dengan semakin luasnya hutan komersil dan maraknya penanaman tanaman bioenergi. Selain itu, The Economics of Ecosystem and Biodiversity (TEEB) memperhitungkan kerugian yang diakibatkan penurunan angka biodiversitas ini mencapai 2 – 5 triliun dollar Amerika.

Pada tahun 2050, penduduk Indonesia diperkirakan akan mencapai lebih dari 321 juta dengan laju pertumbuhan 0,11 pada 2045-2050 (UN World Population Prospects 2013). Saat ini, keragaman anggota kingdom Plantae di Indonesia sedang terancam. Terdapat 1 spesies yang telah punah, 1 spesies yang telah punah di alam liar, 126 spesies dengan status sangat mengkhawatirkan, dan 87 spesies berstatus mengkhawatirkan. Sebanyak 28 spesies terancam oleh perkembangan area urban, dan 8 spesies terancam oleh perubahan iklim dan cuaca ekstrem (IUCN Redlist 2015).

Proyeksi dilakukan dengan menganalisis tren data dengan data penunjang berupa data iklim, tingkat kerusakan dan pemeliharaan RTH, tingkat perluasan dan penyempitan RTH, serta implementasi dari hukum yang berlaku. Tabel 3 menunjukkan persentasi RTH pada beberapa kota di Indonesia. Masih banyak kota yang tidak

Tabel 1. Penelitian mengenai biodiversitas tumbuhan di perkotaan

Kota	Biodiversitas tumbuhan	Jenis RTH	Sumber
Bandar Lampung	45 spesies pohon-pohonan	Hutan kota Way Halim, Bukit Kelutum, Gunung Sukajawa, Gunung Kucing, Gunung Langgar, dan Taman Dipangga	Setiawan et al. (2006)
Depok	18 spesies paku-pakuan terestrial	Hutan kota kampus Universitas Indonesia, Arboretum Cibubur	Andayaningsih et al. (2013)
Jakarta	119 spesies pohon-pohonan	Pelindung jalan di 5 kotamadya	Nasrullah et al. (2009)
Malang	195 spesies pohon-pohonan	Hutan kota (Velodrom, Malaka, dan Jl. Jakarta)	Isnaini et al. (2015)
Singkawang	53 spesies pohon-pohonan	Hutan kota Gunung Sari	Haryanto et al. (2015)

Tabel 2. Nilai bioteknologis 9 tanaman asli yang banyak ditemukan sebagai pelindung jalan di Jakarta

Nama latin	Nama daerah	Nilai Bioteknologis	Referensi
<i>Pterocarpus indicus</i> Willd.	Angsana/sono kembang	Anti malaria dan antioksidan	Suksrichavalit et al. 2014
<i>Mimusops elengi</i> L.	Tanjung	Antimikroba	Deshpande et al. 2010
<i>Cerbera manghas</i> L.	Bintaro	Anti kanker: sel kanker epidermis, sel kanker payudara, sel kanker paru-paru	Cheenpracha et al. 2004
<i>Ficus benjamina</i>	Beringin	Anti viral, anti tumor, anti bakteri	Yarmolinsky et al. 2012
<i>Dialium indum</i>	KerANJI	Odoran	Lasekan dan See 2015;
<i>Canarium indicum</i> L.	Kenari	Antioksidan, anti inflamasi dan phenolic content	Leakey et al. 2008
<i>Artocarpus ninteger</i> (Thunb.) Merr.	Cempedak	Anti malaria, Anti bakteri, anti viral, anti jamur	Jagtap dan Bapat 2010
<i>Cocos nucifera</i> L.	Tanaman Kelapa	Antioksidan, antimikroba, anti inflamasi, dan anti kanker	Rahman et al. 2014; Chin et al. 2013
<i>Areca catechu</i> L.	Pinang/Jambe	Anti helminthes (anti cacing), antioksidan, antibakteri, dan anti-bisa (anti-venom)	Figueira et al. 2013

mengalokasikan RTH sesuai Undang-undang No. 26 Tahun 2007 pasal 29 mengenai penataan ruang, yaitu minimal 30% dari total keseluruhan wilayahnya. Hal ini menunjukkan masih lemahnya pelaksanaan hukum yang berlaku. Kota Manado menjadi contoh perkotaan yang baik dengan luas RTH saat ini masih melampaui yang dibutuhkan oleh konsumen oksigen. Hal ini ditunjang atas keberadaan perkebunan kelapa, hutan lindung, hutan bakau, dan taman nasional yang vegetasinya masih terjaga (Putra 2012).

Untuk memproyeksikan kebutuhan pohon dan RTH pada tahun 2050, dilakukan suatu perhitungan. Data Badan Pusat Statistik mengenai proyeksi penduduk menurut provinsi 2010-2035 dan persentase penduduk daerah perkotaan menurut provinsi 2010-2035 dianalisis dengan formula Trend pada Microsoft Excel 2013 untuk memproyeksikan jumlah penduduk dan persentase penduduk di perkotaan tiap provinsi pada tahun 2050. Jumlah penduduk di perkotaan didapat dengan mengalikan persentase penduduk perkotaan dengan jumlah penduduk provinsi. Perhitungan jumlah minimum pohon yang dibutuhkan menggunakan rumus yang dipaparkan oleh Kusminingrum (2008), sedangkan perhitungan luas RTH yang dibutuhkan dilakukan berdasarkan pendekatan ekologis yang digunakan Rijal (2008). Hasil proyeksi ditampilkan pada Tabel 4.

Meskipun demikian, penetapan total area RTH perlu dievaluasi kembali. Beberapa peraturan yang ada masih mengalami kontradiksi. Terdapat Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 05/PRT/M/2008 yang menetapkan bahwa luas kebutuhan RTH perpenduduk adalah 20 m²/penduduk. Jika berdasarkan peraturan tersebut, kota Palu hanya membutuhkan 695,7 ha RTH yang jauh lebih rendah dari kewajiban 30% wilayah kota, yaitu 13.168 ha (Saputra et al. 2015). Perbedaan perhitungan luas RTH juga tergantung variabel yang digunakan seperti jumlah oksigen yang dibutuhkan masing-masing penduduk, besar emisi karbon yang hendak diserap, dan kemampuan tumbuhan dalam menyerap CO₂ (Kusumaningrum 2008, Rijal 2008). Dengan demikian, studi lebih lanjut diperlukan untuk menghitung luas RTH yang paling optimal untuk mendukung keseimbangan ekologis kota.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Pentingnya biodiversitas di perkotaan tidak dapat dipungkiri. Tidak hanya inventarisasi, pengkajian manfaat serta manajemen konservasi biodiversitas juga sangat perlu dilakukan. Kami memproyeksikan semakin tingginya jumlah pohon dan luas area RTH yang dibutuhkan pada tahun 2050 dengan adanya tantangan perubahan iklim dan habitat. Para penulis mengajukan beberapa rekomendasi untuk melakukan hal-hal yang dirasa penting, yakni: (i) Inventarisasi tumbuhan pekarangan penduduk kota yang juga berpengaruh dalam kekayaan hayati kota. Struktur vegetasi pekarangan yang multilapis dapat berfungsi sebagai habitat penting bagi flora dan fauna liar (Arifin dan Nakagoshi 2011). (ii) Inventarisasi, pengkajian, dan proyeksi terhadap hewan dan mikroorganisme di daerah perkotaan. Selain memiliki keragaman lebah yang tinggi (Fortel et al. 2014), daerah urban juga dapat memiliki keragaman semut yang tinggi (Guénard et al. 2015). Penelitian di RTH Jabotabek menunjukkan RTH yang diurus dengan baik, tidak sering terganggu, dan memiliki daerah yang luas memiliki biodiversitas yang tinggi yang sebanding dengan hutan alami (Mabuhay et al. 2005), serta jumlah spesies pohon-pohonan di RTH juga terkait dengan keragaman mikroba (Kim et al. 2006). (iii) Perumusan formula matematis perancangan model ekologi untuk melakukan proyek biodiversitas dengan mengikutsertakan data pendukung seperti iklim dan cuaca lokal dan nasional, keanekaragaman hayati pada masing-masing RTH yang diamati, luas RTH yang diperoleh secara periodik. Pengamatan dan inventarisasi RTH sebaiknya menggunakan metode yang terstandarisasi. (iv) Re-evaluasi kewajiban luas RTH sebanyak 30% dari total keseluruhan wilayah kota dengan mempertimbangkan beberapa faktor, di antaranya jumlah oksigen yang dibutuhkan dan emisi CO₂ yang ingin diserap. (v) Pembangunan kota yang terstandarisasi oleh ISO 14001 (Srivinas dan Yashiro 1999) serta melakukan kerjasama antara pemerintahan, komunitas, dan perusahaan dalam implementasi proyek penghijauan di dalam lingkungan perkotaan (Ramsey 2005).

Tabel 3. Luas dan persentase RTH pada beberapa kota di Indonesia

Nama kota	Luas RTH (km ²)	RTH per total luas kota (%)	Sumber
Jakarta Pusat	5,42	11,26%	Portal Data Indonesia (data.go.id)
Jakarta Utara	4,53	3,22%	Portal Data Indonesia (data.go.id)
Jakarta Barat	5,16	4,09%	Portal Data Indonesia (data.go.id)
Jakarta Selatan	6,21	4,27%	Portal Data Indonesia (data.go.id)
Jakarta Timur	5,89	3,13%	Portal Data Indonesia (data.go.id)
Manado	125,94	80,08%	Putra (2012)
Bandar Lampung	110,83	56%	Dewi et al. (2013)
Bandung	19,11	11,43%	BPLH Bandung (2011)
Denpasar	47,90	38,03%	As-syakur dan Adnyana (2009)
Makassar	617,62	6,716%	Rijal (2008)
Jayapura	0,814	11,31%	Baharuddin (2011)
Palu	116,49	29,48%	Ahmad et al. (2012)
Semarang	3,92	15,69%	Setyowati (2008)

Tabel 4. Proyeksi jumlah penduduk di provinsi Indonesia serta jumlah pohon dan RTH yang dibutuhkan

Provinsi	Jumlah penduduk yang tinggal di perkotaan (jiwa)	Jumlah minimum pohon yang dibutuhkan (batang)	Luas RTH yang diperlukan (ha)
Aceh	4.049.161,73	1.687.150,72	2.024,58
Sumatera Utara	14.388.766,53	5.995.319,39	7.194,38
Sumatera Barat	5.532.001,06	2.305.000,44	2.766,00
Riau	5.056.843,03	2.107.017,93	2.528,42
Jambi	2.170.111,52	904.213,13	1.085,06
Sumatera Selatan	4.695.163,99	1.956.318,33	2.347,58
Bengkulu	1.059.413,74	441.422,39	529,71
Lampung	5.282.379,74	2.200.991,56	2.641,19
Kepulauan Bangka Belitung	1.822.326,07	759.302,53	911,16
Kepulauan Riau	3.335.207,91	1.389.669,96	1.667,60
DKI Jakarta	12.735.354,29	5.306.397,621	6.367,68
Jawa Barat	66.208.527,62	27.586.886,51	33.104,26
Jawa Tengah	28.198.238,16	11.749.265,90	14.099,12
DI Yogyakarta	4.690.858,58	1.954.524,41	2.345,43
Jawa Timur	34.150.500,06	14.229.375,03	17.075,25
Banten	18.196.365,89	7.581.819,12	9.098,18
Bali	5.254.491,70	2.189.371,54	2.627,25
Nusa Tenggara Barat	4.919.838,26	2.049.932,61	2.459,92
Nusa Tenggara Timur	3.490.135,64	1.454.223,18	1.745,07
Kalimantan Barat	3.963.511,77	1.651.463,24	1.981,76
Kalimantan Tengah	2.744.083,93	1.143.368,30	1.372,04
Kalimantan Selatan	4.134.317,64	1.722.632,35	2.067,16
Kalimantan Timur	6.373.216,18	2.655.506,74	3.186,61
Sulawesi Utara	2.533.624,88	1.055.677,03	1.266,81
Sulawesi Tengah	2.288.712,05	953.630,02	1.144,36
Sulawesi Selatan	7.918.591,77	3.299.413,24	3.959,30
Sulawesi Tenggara	2.542.943,92	1.059.559,97	1.271,47
Gorontalo	1.225.296,87	510.540,36	612,65
Sulawesi Barat	494.479,23	206.033,01	247,24
Maluku	1.193.458,28	497.274,28	596,73
Maluku Utara	636.511,73	265.213,22	318,26
Papua Barat	858.586,29	357.744,29	429,29
Papua	2.491.866,81	1.038.277,84	1.245,93
Indonesia	264.634.886,90	110.264.536,20	132.317,44

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad F, Arifin HS, Dahlan EN, Effendy S, Kurniawan R. 2012. Analisis hubungan luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) dan perubahan suhu di kota Palu. *Jurnal Hutan Tropis* 13 (2): 173-180.
- Arifin HS, Nakagoshi N. 2011. Landscape ecology and urban biodiversity in tropical Indonesian cities. *Landsc. Ecol. Eng.* 7: 33-43.
- As-syakur AR, Adnyana IWS. 2009. Analisis Indeks Vegetasi Menggunakan Citra ALOS/AVNIR-2 dan Sistem Informasi Geografi (SIG) Untuk Evaluasi Tata Ruang Kota Denpasar. *Jurnal Bumi Lestari* 9 (1): 1-11.
- Badan Lingkungan Hidup Daerah Kota Makassar. 2014. BLHD Kota Makassar Akan Melakukan Pendataan Kembali Ruang Terbuka Hijau yang Ada di Kota Makassar. <http://blhdmakassar.info/blhd-kota-makassar-akan-melakukan-pendataan-kembali-ruang-terbuka-hijau-yang-ada-di-kota-makassar/>. Diakses pada: 7 September 2015.
- Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Bandung. 2011. Laporan Final Ruang Terbuka Hijau. <http://bplhbandung.com/v2/laporan-final-ruang-terbuka-hijau/>. Diakses pada: 5 September 2015
- Baharuddin A. 2011. Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau pada Kawasan Pusat Kota Jayapura. *Jurnal Bumi Lestari* 11 (2): 297-305.
- Beckett KP, Freer-Smith P, Taylor G. 2000. Effective tree species for local air-quality management. *J Arboricult* 26 (1): 12-19.
- Bonvicini F, Madrone M, Antognoni F, Poli F, Gentilomi GA. 2014. Ethanolic extracts of *Tinospora cordifolia* and *Alstoniascholaris* show antimicrobial activity towards clinical isolates of methicillin-resistant and carbapenemase-producing bacteria. *Nat. Prod. Res.* 28: 1438-1445.
- Chin AA, Fernandez CD, Sanchez RB, Santos BMS, Tolentino RF, Masangkay FR. 2013. Antimicrobial performance of ethanolic extract of *Areca catechu* L seeds against mixed-oral flora from tooth scum and gram negative laboratory isolates. *J Res Ayurveda Pharm* 4 (6): 876-880.
- Cheenpracha S, Karalai C, Rat-a-pa Y, Ponglimanont C, Chantrapromma K. 2004. New cytotoxic cardenolide glycoside from the seeds of *Cerbera manghas*. *Chem Pharmaceut Bull* 52(8): 1023-1025.
- Deshpande RR, Ruikar A, Panvalkar PS, Kulkarni AA, Khatiwora E, Adasul V, Kulkarni A, Deshpande NR. 2010. Comparative evaluation of different concentrations of *Mimusops elengi* (L) extract as an antimicrobial agent against salivary micro flora. *J Biomed Sci Res* 2 (3): 151-154.
- Dewi C, Armijon, Fajriyanto, Paradais V, Andari R, Khotimah SN. 2013. Analysis of Green Open Space in the City of Bandar Lampung. Dalam: *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi V*, Lembaga Penelitian Universitas Lampung, Bandar Lampung, 19-20 November 2013.
- Díaz S, Quétiér F, Cáceres DM, Trainor SF, Pérez-Harguindeguy N, Bert-Harte MS, Finegan B, Peña-Claros M, Poorter L. 2011. Linking functional diversity and social actor strategies in a framework for interdisciplinary analysis of nature's benefit to society. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 108 (3): 895-902.
- Dwiyanto A. 2009. Kuantitas dan kualitas ruang terbuka hijau di pemukiman perkotaan. *TEKNIK* 30 (2): 88-92.
- Figueira CDNT, Santos RMD, Campesatto EA, Lúcio IML, Araújo ECD, Bastos MLDA. 2013. Biological activity of the *Cocos nucifera* L. and its profile in the treatment of diseases: a review. *J Chem Pharmaceut Res* 5 (5): 297-302.

- Fortel L, Henry M, Guilbaud L, Guirao AL, Kuhlmann M, Mouret H, Rollin O, Vaissier BE. 2014. Decreasing abundance, increasing diversity and changing structure of the wild bee community (Hymenoptera: Anthophila) along an urbanization gradient. *PLoS ONE* 9 (8):e104679. doi: 10.1371/journal.pone.0104679.
- Guénard B, Cardinal-De Casas A, Dunn RR. 2015. High diversity in an urban habitat: are some animal assemblages resilient to long-term anthropogenic change? *Urban Ecosyst* 18 (2): 449-463.
- Harrington R, Anton C, Dawson TP, de Bello F, Feld CK, Haslett JR, Klůváňková-Oravská T, Kontogianni A, Lavorel S, Luck GW, Rounsevell MDA, Samways MJ, Settele J, Skourtos M, Spangenberg JH, Vandewalle M, Zobel M, Harrison PA. 2010. Ecosystem services and biodiversity conservation: concepts and a glossary. *Biodivers Conserv* 19: 2773-2790.
- Jagtap UB, Bapat VA. 2010. Artocarpus: a review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *J Ethnopharmacol* 129 (2): 142-166.
- Jong-Anurakkun N, Bhandari MJ, Kawabata J. 2007. α -Glucosidase inhibitors from Devil tree (*Alstonia sholaris*). *Food Chem.* 103: 1319-1323.
- Kaushnik R, Saini P. 2009. Screening of some semi-arid region plants for larvicidal activity against *Aedes aegypti* mosquitoes. *J. Vector Borne Dis.* 46: 244-246.
- Kim JE, Watanabe S, Hakim L, Nakagoshi N. 2006. Urban green spaces and soil microbial diversity in Jakarta, Indonesia. *Hikobia* 14:459-468.
- Kusminingrum N. 2008. Potensi tanaman dalam menyerap CO₂ dan CO untuk mengurangi dampak pemanasan global. *Jurnal Pemukiman* 3 (2): 96-128.
- Lasekan O, See NS. 2015. Key volatile aroma compounds of three black velvet tamarind (*Dialium*) fruit species. *Food chemistry* 168: 561-565.
- Leakey R, Fuller S, Treloar T, Stevenson L, Hunter D, Nevenimo, Binifa J, Moxon J. 2008. Characterization of tree-to-tree variation in morphological, nutritional and medicinal properties of *Canarium indicum* nuts. *Agrofor Syst* 73 (1): 77-87.
- Mabuhay J, Isagi Y, Nakagoshi N. 2005. Ecological indicators of biodiversity in tropical urban green spaces. *WSEAS Trans Environ Dev* 1 (1): 85-91.
- Nasrullah N, Suryowati C, Budiarti T. 2009. The diversity of trees in roadside greenbelts in Jakarta. In: *Proceedings of the Green City International Symposium*. Institut Pertanian Bogor, Bogor, 10-11 Agustus 2009.
- Pham DU, Nakagoshi N. 2007. Analyzing urban green space pattern and eco-network in Hanoi, Vietnam. *Landscape Ecol. Eng.* 3: 143-157.
- Portal Data Indonesia. 2015. Rekap Luas Ruang Terbuka Hijau per Kotamadya di DKI Jakarta. <http://data.go.id/dataset/rekap-luas-ruang-terbuka-hijau-per-kotamadya-di-dki-jakarta>. Diakses pada: 5 September 2015
- Putra EH. 2012. Analisis kebutuhan ruang terbuka hijau berdasarkan pendekatan kebutuhan oksigen menggunakan citra satelit EO-1 ALI (*Earth Observer-1 Advanced Land Imager*) di Kota Manado. *Info BPK Manado* 2 (1): 41-54.
- Rahman MA, Papeya S, Islam MS, Mahmud MT, OrRashid MM, Hossen F. 2014. Comparative antimicrobial activity of *Areca catechu* nut extracts using different extracting solvents. *Bangladesh J Microbiol* 31 (1&2): 19-23.
- Ramsey JR. 2005. U of L Partnership to Create 'Green City' at *Sustain : A journal of environmental and sustainability issues*. Kentucky Institute for the Environment and Sustainable Development, University of Louisville, vol. 12 : 5
- Rijal S. 2008. Kebutuhan ruang terbuka hijau di Kota Makassar tahun 2017. *Jurnal Hutan dan Masyarakat* 3 (1): 65-77.
- Saputra AP, Hamzari, Mallombasang SN. 2015. Analisis spasial dan temporal ruang terbuka hijau di Kota Palu. *E-Jurnal Mitra Sains* 3 (3): 28-39.
- Setyowati DL. 2008. Iklim mikro dan kebutuhan ruang terbuka hijau di Kota Semarang. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 15 (3): 125-140.
- Shashua-Bar L, Potchter O, Bitan A, Boltansky D, Yaakov Y. 2010. Microclimate modeling of street tree species effects within the varied urban morphology in the Mediterranean city of Tel Aviv, Israel. *Intl J Climatol* 30: 44-57
- Srivinas H, Yashiro M. 1999. *Cities, Environmental Management Systems and ISO 14001 : A view from Japan*. International Symposium on Sustainable City Development. Seoul, Korea Selatan, 6-7 Oktober 1999.
- Sujarwo W, Keim AP, Savo V, Guarrera PM, Caneva G. 2015. Ethnobotanical study of *Loloh*: Traditional herbal drinks from Bali (Indonesia). *J. Ethnopharmacol.* 169: 34-48
- The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. <www.iucnredlist.org>. [4 September 2015].
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2015. *World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables*. Working Paper No. ESA/P/WP.241
- Yarmolinsky L, Huleihel M, Zaccai M, Ben-Shabat S. 2012. Potent antiviral flavone glycosides from *Ficus benjamina* leaves. *Fitoterapia* 83 (2): 362-367.