

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Ruang Terbuka Hijau

Ruang terbuka hijau adalah area memanjang/jalur dan/atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, sebagai tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. Penyediaan dan pemanfaatan RTH dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota/RDTR Kota/RTR Kawasan Strategis Kota/RTR Kawasan Perkotaan, dimaksudkan untuk menjamin tersedianya ruang yang cukup bagi: kawasan konservasi untuk kelestarian hidrologis; kawasan pengendalian air larian dengan menyediakan kolam retensi; area pengembangan keanekaragaman hayati; area penciptaan iklim mikro dan pereduksi polutan di kawasan perkotaan; tempat rekreasi dan olahraga masyarakat; tempat pemakaman umum; pembatas perkembangan kota ke arah yang tidak diharapkan; pengamanan sumber daya baik alam, buatan maupun historis; penyediaan RTH yang bersifat privat, melalui pembatasan kepadatan serta kriteria pemanfaatannya; area mitigasi/evakuasi bencana; dan ruang penempatan pertandaan (*signage*) sesuai dengan peraturan perundangan dan tidak mengganggu fungsi utama RTH tersebut (Amri, 2009).

RTH dalam pemanfaatannya lebih bersifat pengisian hijau tanaman atau tumbuh-tumbuhan secara alamiah ataupun budidaya tanaman, seperti lahan pertanian, pertanaman, perkebunan dan sebagainya. RTH adalah bagian dari ruang terbuka kota yang didefinisikan sebagai ruang terbuka yang pemanfaatannya lebih bersifat pada penghijauan tanaman dan tumbuhan secara alamiah ataupun buatan

(budidaya tanaman) seperti lahan pertanian, pertanaman, perkebunan dan lainnya (INMENDAGRI No. 14 tahun 1988).

Sedangkan Hakim (2012) mengemukakan bahwa Ruang Terbuka Hijau adalah area atau ruang kota yang tidak dibangun dan permukaannya dipenuhi oleh tanaman yang berfungsi melindungi habitat, sarana lingkungan, pengamanan jaringan prasarana, sumber pertanian, kualitas atmosfer dan menunjangi kelestarian air dan tanah. RTH (*Green Openspaces*) di tengah-tengah ekosistem kota juga berfungsi untuk meningkatkan kualitas lanskap kota untuk keindahan dan kenyamanan, meningkatkan kualitas lingkungan dan pelestarian alam yang terdiri dari ruang linier atau koridor, ruang pulau atau oasis sebagai tempat perhentian.

RTH adalah ruang terbuka yang ditanami dengan tanaman, mulai dari yang bersifat alamiah seperti, rumput, jalur hijau, taman bermain dan taman lingkungan di daerah permukiman. RTH tersebut ditumbuhi oleh pepohonan dengan persentase ideal 20-30% dari luas bidang tanah termasuk yang ditempati bangunan rumah, misalnya halaman rumah (Handiktc, 1997 dalam Wijayanti, 2003).

RTH adalah aspek utama dalam ekosistem kota yang terdiri dari taman, hutan dan area pertanian serta memiliki fungsi ekologis, sosial maupun ekonomi. Fungsi ekologis RTH yaitu berperan sebagai penyaring pencemaran, menyediakan udara segar, menjaga kualitas air, mengatur iklim mikro, menyerap kebisingan dan menjaga keanekaragaman kehidupan. Fungsi sosial RTH untuk menyediakan area istirahat dan rekreasi bagi penduduk kota baik secara langsung maupun tidak

langsung. Sedangkan fungsi ekonomi dari RTH yaitu meningkatkan nilai jual, memengaruhi biaya rumah dan tanah yang dekat (Hakim, 2012).

Ruang Terbuka Hijau (RTH) merupakan sebarang lahan terbuka tanpa bangunan yang mempunyai ukuran, bentuk dan batas geometris tertentu dengan status penguasaan apapun, yang di dalamnya terdapat tetumbuhan hijau berkayu dan tahunan (*perennial woody plant*), dengan pepohonan sebagai tumbuhan penciri utama dan tumbuhan lainnya (perdu, semak, rerumputan dan tumbuhan penutup tanah lainnya) sebagai tumbuhan pelengkap, serta benda-benda lain yang juga sebagai pelengkap dan penunjang fungsi RTH yang bersangkutan.

Secara umum, dalam penataan ruang perkotaan terdapat 2 (dua) jenis ruang terbuka, yaitu Ruang Terbuka Non Hijau dan Ruang Terbuka Hijau (RTH). RTH adalah bentuk ruang terbuka yang memiliki unsur vegetasi yang dominan serta merupakan bagian dari penataan ruang perkotaan yang berfungsi sebagai kawasan lindung, serta terbebas dari hunian, institusional, komersial ataupun fungsi industri. Sementara itu, sebuah Ruang Terbuka (RT) tidak harus ditanami tumbuhan atau hanya sedikit terdapat tumbuhan, namun mampu berfungsi sebagai unsur ventilasi kota, seperti plaza dan alun-alun. Tanpa RTH maupun RT, maka suatu kota akan menjadi sebuah pulau panas (*heat island*) yang tidak sehat, tidak nyaman, tidak manusiawi dan tidak layak huni.

Pengertian *Open Space* (dalam pengertian dan pemahaman di luar negeri) merupakan ruang yang secara akses terbuka untuk siapapun, tidak memandang kepemilikannya. Sedangkan pengertian Ruang Terbuka (definisi dalam aturan perundangan di Indonesia) merupakan ruang yang secara fisik terbuka diluar

bangunan, sehingga pengertian Ruang Terbuka lebih luas dibandingkan dengan pengertian *Open Space*.

Berdasarkan kepemilikannya pengertian Ruang Terbuka dapat dibagi menjadi dua, yaitu Ruang Terbuka Publik (yaitu ruang terbuka yang dimiliki dan dikelola oleh pemerintah atau pemerintah daerah) dan Ruang Terbuka Privat (yaitu ruang terbuka yang dimiliki dan dikelola oleh swasta atau individu). Ruang Terbuka Publik dan Ruang Terbuka Privat yang dapat diakses secara bebas inilah yang didefinisikan oleh pengertian *Open Space*.

Secara umum ruang terbuka (*open spaces*) di perkotaan terdiri dari ruang terbuka hijau dan ruang terbuka non-hijau. Ruang Terbuka Hijau (RTH) perkotaan adalah bagian dari ruang-ruang terbuka (*open spaces*) suatu wilayah perkotaan yang diisi oleh tumbuhan, tanaman dan vegetasi (endemik maupun introduksi) guna mendukung manfaat ekologis, sosial-budaya dan arsitektural yang dapat memberikan manfaat ekonomi (kesejahteraan) bagi masyarakatnya.

Pemerintah Indonesia juga mengeluarkan definisi tentang ruang terbuka hijau ini dengan istilah Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan (RTHKP). Mengacu pada Peraturan Mendagri No. 1 tahun 2007 tentang penataan ruang terbuka hijau kawasan perkotaan ini, maka pengertian Ruang Terbuka Hijau adalah bagian dari ruang terbuka suatu kawasan perkotaan yang diisi oleh tumbuhan dan tanaman guna mendukung manfaat ekologi, sosial, budaya, ekonomi dan estetika. Ruang terbuka hijau itu sendiri terbagi atas dua jenis, yaitu RTHKP Publik dan RTHKP Privat.

RTHKP Publik adalah RTHKP yang penyediaan dan pemeliharannya menjadi tanggungjawab Pemerintah Kabupaten/Kota. Sementara RTHKP Privat adalah RTHKP yang penyediaan dan pemeliharannya menjadi tanggungjawab pihak/lembaga swasta, perseorangan dan masyarakat yang dikendalikan melalui izin pemanfaatan ruang oleh Pemerintah Kabupaten/Kota, kecuali Provinsi DKI Jakarta oleh Pemerintah Provinsi.

Berdasarkan jenisnya RTHKP meliputi taman kota, taman wisata alam, taman rekreasi, taman lingkungan perumahan dan permukiman, taman lingkungan perkantoran dan gedung komersial, taman hutan raya, hutan kota, hutan lindung, bentang alam seperti gunung, bukit, lereng dan lembah, cagar alam, kebun raya, kebun binatang, pemakaman umum, lapangan olah raga, lapangan upacara, parkir terbuka, lahan pertanian perkotaan, jalur di bawah tegangan tinggi (Saluran Udara Tegangan Tinggi dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi), sempadan sungai, pantai, bangunan, situ dan rawa, jalur pengaman jalan, median jalan, rel kereta api, pipa gas dan pedestrian, kawasan dan jalur hijau, daerah penyangga (*buffer zone*) lapangan udara dan taman atap (*roof garden*).

Sementara itu, jika melihat dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan, RTH didefinisikan sebagai area memanjang/jalur dan atau mengelompok yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam.

Definisi yang hampir sama juga dengan pengertian di atas namun ada penekanan pada upaya pengelolaan/pembinaan terhadap obyek/ruang terbuka hijau itu sendiri. Definisi Ruang Terbuka Hijau (*Green Openspaces*) berdasarkan aspek itu adalah kawasan atau areal permukaan tanah yang didominasi oleh tumbuhan yang dibina untuk fungsi perlindungan habitat tertentu, dan atau sarana lingkungan/kota, dan atau pengamanan jaringan prasarana, dan atau budidaya pertanian. Selain untuk meningkatkan kualitas atmosfer, menunjang kelestarian air dan tanah, Ruang Terbuka Hijau (*Green Openspaces*) di tengah-tengah ekosistem perkotaan juga berfungsi untuk meningkatkan kualitas lansekap kota.

Fungsi dan Manfaat dari adanya RTH terhadap kualitas lingkungan adalah:

1. Daya dukung ekosistem
2. Pengendalian gas berbahaya dari kendaraan bermotor
3. Pengamanan lingkungan hidrologis
4. Pengendalian suhu perkotaan
5. Pengendalian thermoscape di kawasan perkotaan
6. Pengendalian bahaya-bahaya lingkungan

(BAPPEDA Kota Cilegon, 2011).

B. Jalur Hijau Jalan

Jalur hijau jalan adalah bentuk pengelolaan lanskap yang termasuk ke dalam Ruang Terbuka Hijau (RTH). Menurut Dwianto (2008), Jalur hijau jalan merupakan suatu area di sepanjang jalan yang ditanami oleh berbagai tanaman dengan tujuan untuk peneduh, membantu mengurangi polusi, peresapan air serta

tujuan estetika. Berdasarkan kepemilikannya, jenis RTH untuk jalur hijau jalan terdiri atas pulau jalan (*green island*) dan median jalan, jalur pejalan kaki (RTH publik dan RTH Privat) dan ruang di bawah jalan layang sebagai RTH Privat. Penyediaan RTH untuk jalur hijau jalan yaitu dengan menempatkan tanaman antara 20 – 30 % dari Ruang Milik Jalan (RUMIJA). Pemilihan jenis tanaman perlu memperhatikan dua hal yaitu fungsi tanaman dan persyaratan penempatannya. Tanaman pada tepi jalan berfungsi sebagai penyerap polusi udara, peneduh, peredam kebisingan, pembatas pandang dan pemecah angin. Sedangkan tanaman pada median mempunyai fungsi yaitu penahan silau lampu kendaraan (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 5 Tahun 2008).

Malik dkk. (2016) menyebutkan bahwa akar dari pepohonan di jalur hijau jalan dapat menyerap air hujan sebagai cadangan air tanah dan dapat menetralkan limbah yang dihasilkan dari aktivitas perkotaan. Jalur hijau juga berfungsi sebagai kawasan penyangga untuk membatasi perkembangan suatu penggunaan lahan, seperti batas kota dan pemisah kawasan. Selain sebagai fungsi pengaman dari faktor lingkungan sekitar, jalur hijau menjadi pembatas antar suatu aktivitas dengan aktivitas lainnya supaya tidak saling mengganggu atau bersinggungan (Fakhrian dkk., 2015).

Jalur hijau adalah pemisah fisik daerah perkotaan dan pedesaan yang berupa zona bebas bangunan atau ruang terbuka hijau yang berada di sekeliling luar kawasan perkotaan atau daerah pusat aktifitas/kegiatan yang menimbulkan polusi (Anggraeni, 2005 dalam Basri, 2009). Menurut Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan (2008), jalur hijau merupakan RTH

yang berfungsi sebagai daerah penyangga dan untuk membatasi perkembangan suatu penggunaan lahan (batas kota, pemisah kawasan, dan lain-lain) atau membatasi aktivitas satu dengan aktivitas lainnya agar tidak saling mengganggu, serta pengamanan dari faktor lingkungan sekitarnya.

Tujuan pengembangan Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang berada di sempadan jalan, median dan pulau jalan adalah membentuk koridor jalan yang aman, nyaman dan menarik sehingga turut meningkatkan kualitas ruang perkotaan. Pengembangan RTH ini memanfaatkan antara 20-30% dari Ruang Milik Jalan (RUMIJA) untuk penempatan tanaman yang disesuaikan juga dengan kelas jalan. Konsep pengembangan yang dapat dilakukan adalah menciptakan *greenways* melalui sistem tautan (*linkage*) RTH terhadap berbagai komponen RTH yang dikembangkan di Kota Cilegon. Pengembangan konsep *greenways* ini diharapkan dapat:

1. Meningkatkan rekreasi lingkungan dengan mengundang penduduk kota untuk berada di lingkungan alam,
2. Membantu satwa liar untuk berpindah-pindah tempat (untuk daerah pedalaman),
3. Melindungi daerah-daerah dengan pemandangan permai (*scenic region*).

Penentuan jenis tanaman yang akan dikembangkan di sempadan jalan, hal yang diperhatikan adalah fungsi tanaman dan lebih disarankan jenis tanaman khas daerah setempat, serta tingkat evapotranspirasi rendah. Berikut ini adalah beberapa kriteria pemilihan vegetasi serta alternatif vegetasi yang dapat dipilih untuk koridor kota:

1. Percabangan 2 meter di atas tanah
2. Bentuk percabangan batang tidak merunduk
3. Bermassa daun padat
4. Ditanam secara berbaris
5. Jarak tanam rapat
6. Tidak mudah tumbang

(BAPPEDA Kota Cilegon, 2011).

Ciri komponen jalur hijau jalan salah satunya adalah memiliki tanaman pada tepi dan atau median jalan. Menurut Nurfaida (2011), Pohon tepi jalan adalah pohon-pohon yang ditanam di tepi jalan yang berfungsi, antara lain, sebagai pelindung, penahan debu, dan pengarah jalan. Persyaratan pohon tepi jalan adalah: a.) memiliki tajuk yang dapat memberi naungan, tetapi tidak terlalu teduh; b.) tidak menggugurkan daunnya secara sekaligus; c.) batangnya kuat dan lurus dengan percabangan yang tegak dan kompak; d.) percabangannya lebih kurang 2 meter di atas permukaan tanah; e.) perakarannya dalam hingga tidak merusak konstruksi jalan dan drainase; dan f.) tanaman berasal dari perbanyakan secara generatif/biji. Contoh pohon tepi jalan, antara lain Tanjung (*Mimusops elengi*), Cempaka (*Michelia champaca*), Kenari (*Canarium commune*), Asam (*Tamarandus indica*), dan Mahoni (*Swietenia mahagoni*).

Tanaman median jalan adalah tanaman yang ditanam di median jalan. Persyaratan tanaman median jalan adalah: a.) jenis perdu/semak berbunga; b.) bermassa dan padat, dan tinggi tanaman lebih kurang 1,5 meter. Contoh tanaman median jalan, antara lain Kembang merak (*Caesalpinia pulcherrima*), Oleander

(*Nerium oleander*), Kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis* L.), Kaliandra (*Calliandra haemathocephala*), dan Kaca piring (*Gardenia augusta*).

C. Pencemaran Udara dan Sumber Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah dimasukkannya suatu komponen lain ke dalam udara, baik oleh kegiatan manusia secara langsung maupun tidak langsung serta proses alamiah yang menyebabkan penurunan kualitas udara sampai ke tingkat tertentu sehingga udara di lingkungan menjadi kurang atau bahkan tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Setiap substansi pencemar yang merupakan bagian dari komposisi udara normal disebut sebagai polutan (DLH Kota Cilegon, 2017).

Pencemaran lingkungan terjadi karena kontaminasi bahan/energi ke dalam lingkungan yang menyebabkan timbulnya perubahan negatif pada lingkungan, kesehatan dan eksistensi manusia dan organisme lain. Pencemaran tersebut bergantung pada jumlah penduduk, jumlah pemakaian sumber daya alam, emisi polutan dari tiap sumber daya alam serta teknologi yang digunakan.

Perubahan lingkungan yang terjadi pada kualitas udara pada umumnya disebabkan oleh pencemaran udara. Hal tersebut disebabkan masuknya zat pencemar berupa gas-gas dan partikel kecil/aerosol ke dalam udara. Faktor sumber pencemaran udara terbagi menjadi dua yaitu bersifat alami dan antropogenik (aktivitas manusia). Contoh sumber alami seperti letusan gunung berapi, kebakaran hutan, dekomposisi biotik, debu, spora tumbuhan, debu meteorit dan pancaran garam dari air laut. Selain itu disebabkan juga oleh kegiatan manusia, misalnya aktivitas transportasi, industri, kegiatan rumah tangga

dan pembuangan sampah, baik akibat proses dekomposisi maupun pembakaran (Soedomo, 2001).

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 tahun 1999, telah mendefinisikan bahwa emisi adalah zat, energi dan/atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk dan/atau dimasukkannya ke dalam udara ambien yang mempunyai dan/atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar. Sumber pencemar tersebut digolongkan ke dalam lima kelompok berdasarkan Peraturan Pemerintah, yaitu:

1. Sumber tidak bergerak: sumber emisi yang tetap pada suatu tempat.
2. Sumber tidak bergerak spesifik: sumber emisi yang tetap pada suatu tempat yang berasal dari kebakaran hutan dan pembakaran sampah.
3. Sumber bergerak: sumber emisi yang bergerak atau tidak tetap pada suatu tempat yang berasal dari kendaraan bermotor.
4. Sumber bergerak spesifik: sumber emisi yang bergerak atau tidak tetap pada suatu tempat yang berasal dari kereta api, pesawat terbang, kapal laut dan kendaraan berat lainnya.
5. Sumber gangguan: sumber pencemar yang menggunakan media udara atau padat untuk penyebarannya, yang berasal dari sumber bergerak, sumber bergerak spesifik, sumber tidak bergerak, atau sumber tidak bergerak spesifik. Sumber gangguan yang dimaksud adalah kebisingan, getaran, kebauan dan gangguan lainnya.

D. Sumber Pencemaran Udara dari Sektor Transportasi

Kendaraan bermotor merupakan salah satu penyumbang pencemaran udara yang dikategorikan berasal dari sumber bergerak. Pencemaran udara melalui gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor berupa CO, NO_x, SO₂, HC (hidrokarbon) dan *tetraethyl lead* yang merupakan bahan logam timah yang ditambahkan ke dalam bensin berkualitas rendah untuk meningkatkan nilai oktan guna mencegah terjadinya letupan pada mesin. Parameter-parameter penting akibat aktivitas ini adalah CO, NO_x, Partikulat, HC, SO_x dan Pb (Soedomo, 2001).

1. CO (karbon monoksida)

Karbon monoksida adalah gas yang tak berwarna dan tidak beraroma, gas ini terjadi apabila bahan bakar atau unsur C tidak mendapatkan ikatan yang cukup dengan O₂. Artinya udara yang masuk ke ruang silinder kurang atau suplai bahan bakar berlebihan (Muziansyah, 2015). Sedangkan menurut Achmad (2004), karbon monoksida merupakan hasil dari pembakaran pada mesin yang tidak sempurna dari bahan bakar yang mengandung karbon (C) dan oleh pembakaran pada tekanan dan suhu tinggi. Karbon monoksida juga dapat dihasilkan dari reaksi oksidasi gas metana oleh radikal hidroksil dan dari pembakaran atau pembusukan tanaman meskipun tidak sebesar yang dihasilkan pembakaran mesin. Konsentrasi gas-gas CO bisa mencapai 50 – 100 ppm pada jam-jam sibuk di daerah perkotaan.

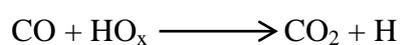
Karbon monoksida dapat mengikat oksigen dari hemoglobin yang menghasilkan karboksi hemoglobin. Proses tersebut adalah sebagai berikut.



Pengaruh dari reaksi reduksi tersebut mengakibatkan kapasitas darah dalam mengangkut oksigen akan menurun. Tingkat kandungan COHb dalam darah naik dengan kenaikan CO di atmosfer dan aktivitas fisik individu. Kondisi normal seseorang hanya memiliki tingkat karboksi hemoglobin sebesar 0,5 % dalam darahnya.

Adanya gas CO dalam darah memberikan berbagai pengaruh atau gangguan yang sesuai dengan tingkat konsentrasinya. Konsentrasi CO sebanyak 3 ppm atau 0,98 % tidak memberikan dampak atau gangguan pada tubuh. Konsentrasi CO sebanyak 5 ppm atau 1,3 % juga belum begitu terasa dampaknya. Konsentrasi sebanyak 10 ppm atau 2,1 % maka akan mulai mengganggu sistem syaraf sentral. Konsentrasi CO sebanyak 20 ppm atau 3,7 % berdampak pada gangguan panca indera. Konsentrasi CO sebanyak 40 ppm atau 6,9 % akan mengganggu fungsi jantung. Konsentrasi sebanyak 60 ppm atau 10,1 % mulai terasa sakit kepala. Konsentrasi 80 ppm atau 13,3 % akan mengakibatkan sesak atau kesulitan bernafas. Sedangkan konsentrasi lebih dari 100 ppm atau sebanyak 16,5 % menyebabkan pingsan, koma bahkan kematian (Wardhana, 2001).

Keberadaan atau umur dari karbon monoksida di atmosfer tidak begitu lama, hanya sekitar 4 bulan. Hal ini terjadi karena karbon monoksida di atmosfer dihilangkan melalui reaksi dengan radikal hidroksil (HO_x). Siklus tersebut terus akan terus berlangsung dan mengalami berbagai proses hingga radikal hidroksil terbentuk kembali dari reaksi radikal hidroperoksil (Achmad, 2004).



2. NO_x (nitrogen oksida)

Muziansyah (2015) mengatakan bahwa nitrogen oksida adalah gas tidak berwarna dan tidak beraroma. Gas dihasilkan dari aktivitas suhu yang tinggi pada ruang bakar akibat proses pembakaran sehingga kandungan nitrogen pada udara berubah menjadi NO_x. Sedangkan Soedomo (2001) mengatakan bahwa nitrogen oksida merupakan emisi yang berasal dari pembakaran (kombusi) pada temperatur tinggi, sebagai hasil dari reaksi antara nitrogen dengan oksigen. Senyawa hidrokarbon akan membentuk ozon fotokimia (*photochemical smog*) akibat dari adanya radiasi foton ultra violet pada siang hari.

Biasanya NO_x terbentuk di daerah perkotaan yang sekaligus digunakan sebagai satuan komposit oksida-oksida nitrogen di lingkungan. Gas NO_x dapat bersumber dari aktivitas industri, PLTU, kendaraan bermotor dan industri perminyakan. Namun, sebagian besar NO_x yang ada di udara adalah hasil dari aktivitas alam seperti hasil metabolisme bakterial, hutan, rawa dan lain sebagainya.

Menurut Achmad (2004), hampir seluruh NO_x yang berasal dari aktivitas manusia dihasilkan dari bahan bakar fosil baik dari sumber yang tetap maupun sumber bergerak. Secara alami NO_x masuk ke atmosfer melalui halilintar, proses-proses biologis dan sumber-sumber zat pencemar. Konsentrasi NO_x yang tinggi sangat merusak kualitas udara. Sebagian besar NO_x masuk ke atmosfer sebagai NO. Reaksi tersebut terjadi pada suhu yang tinggi.



Campuran yang mengandung 3 % O₂ dan 75 % N yang sering terjadi di bagian pembakaran mesin mobil menghasilkan 500 ppm NO dalam waktu 30 menit pada suhu 1315 °C dan hanya 0,117 detik pada suhu 1980 °C.

3. HC (hidrokarbon)

Hidrokarbon merupakan pencemar udara yang bentuknya dapat berupa gas, padatan dan cairan. Senyawa utama penyusun hidrokarbon adalah atom karbon dan atom hidrogen yang tersusun membentuk ikatan rantai serta ikatan cincin yang tertutup, tergantung dari berapa banyak jumlah atom karbon (C) (Wardhana, 2001). Menurut Muziansyah (2015), Hidrokarbon adalah emisi gas buang yang berwarna kehitam-hitaman dan beraroma cukup tajam. Gas ini terjadi apabila proses pembakaran pada ruang bakar tidak berlangsung dengan baik atau suplai bahan bakar berlebihan.

Hidrokarbon merupakan teknologi umum yang digunakan untuk beberapa senyawa organik yang diemisikan apabila bahan bakar minyak dibakar. Umumnya hidrokarbon terdiri atas ethan, methan dan turunan-turunan senyawa alifatik dan aromatik. Sumber langsung dapat berasal dari berbagai aktivitas perminyakan yang ada, seperti ladang minyak, gas bumi, geothermal (Soedomo, 2001).

4. CO₂ (karbon dioksida)

Menurut Khoiroh (2014), emisi karbon monoksida dari hasil pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor terjadi karena kurangnya kandungan udara atau oksigen dalam mesin maupun di atmosfer. Namun, jika kandungan udara itu mencukupi maka akan menyempurnakan reaksi pembakaran, terjadi oksidasi dan akhirnya menghasilkan karbon dioksida. Achmad (2004) juga mengemukakan

bahwa siklus reaksi radikal hidroksil pada atmosfer membantu menghilangkan karbon monoksida dan mengubahnya menjadi karbon dioksida.

Karbon dioksida adalah salah satu emisi yang tidak berwarna dan tidak beraroma, namun terbentuk akibat proses pembakaran yang sempurna antara bahan bakar dengan udara/oksigen. Gas CO₂ masuk ke atmosfer sebagai akibat dari kegiatan pembusukan atau dekomposisi bahan organik, fermentasi dan pembakaran. Selain itu dapat bersumber juga dari aktivitas alamiah seperti pelapukan batuan, respirasi dan kegiatan magma gunung berapi. Sama seperti CO, gas CO₂ memiliki kemampuan bereaksi terhadap hemoglobin (Hb) yang tinggi dibandingkan dengan oksigen. Apabila gas CO₂ dalam konsentrasi tinggi maka dapat menyebabkan keracunan dengan tanda-tanda pusing bahkan kematian. Secara alami gas ini sangat dibutuhkan untuk proses fotosintesis oleh tumbuhan pada siang hari. Akan tetapi, kelebihan konsentrasi yang berlangsung di malam hari akan mengganggu proses fisiologis manusia yang menghirupnya (UKM BIROHMAH, 2012).

Karbon dioksida menjadi komponen utama dalam siklus karbon di alam. Sekitar 0,035 % CO₂ terdapat di udara. Karbon monoksida juga terdapat dalam air laut. Aktivitas karbon dioksida terbentuk karena adanya pembakaran bahan bakar yang mengandung karbon seperti halnya minyak bumi, batu bara, gas alam dan kayu. Gas-gas seperti karbon dioksida, gas metan dan kloroflorokarbon (CFC) turut menyumbang naiknya tingkat pemanasan global atau efek rumah kaca dan menjadikan suatu kota seperti pulau panas (*heat island*) (Efendi, 2010).

5. SO_x (sulfur oksida)

Setiap tahunnya sekitar 100 juta metric ton belerang masuk ke dalam atmosfer melalui aktivitas manusia. Sulfur oksida dapat dihasilkan dari aktivitas pembakaran batu bara maupun gas buang pembakaran bensin. Secara alami sulfur dapat berasal dari kegiatan gunung berapi dalam bentuk H₂S, reduksi sulfat secara biologis dan proses perombakan bahan organik.

Walaupun jumlah SO₂ yang dihasilkan aktivitas manusia hanya sebagian kecil dari SO₂ yang ada di atmosfer, namun memiliki pengaruh yang serius karena bersifat toksik. Dampaknya bisa berupa iritasi saluran pernafasan dan kenaikan sekresi mucus. Konsentrasi sebesar 500 ppm, sulfur dioksida dapat menyebabkan kematian pada manusia. Belerang atau sulfur di udara juga bisa membahayakan tanaman. Konsentrasi paparan yang tinggi dapat membunuh jaringan daun (necrosis daun) sehingga daerah pinggiran dan daerah di antara tulang-tulang daun akan rusak. Klorosis pada tanaman juga terjadi bila sudah dalam kondisi yang kronis serta ditambah dengan adanya kenaikan kelembaban udara (Achmad, 2004).

6. PM₁₀ (*particulate matter*)

Particulate matter atau PM₁₀ merupakan debu partikulat yang umumnya dihasilkan dari emisi gas buang kendaraan. Sekitar 50 % - 60 % dari partikel yang melayang merupakan debu berdiameter 10 µm. Debu PM₁₀ sangat mudah terhirup oleh manusia dan akhirnya masuk ke dalam paru-paru. Oleh karena itu, PM₁₀ juga dikategorikan sebagai *Respirable Particulate Matter* (RPM). Dampaknya terhadap kesehatan adalah sistem pernafasan yang terganggu pada bagian atas

maupun bawah (alveoli) dan terjadi pengendapan partikel yang bisa merusak jaringan serta sistem jaringan paru-paru. Sedangkan debu yang berukuran lebih kecil dari 10 μm hanya menyebabkan iritasi pada mata (Muziansyah, 2015).

Partikulat berada di atmosfer dalam bentuk suspensi yang terdiri dari partikel-partikel padat dan cair. Ukurannya mulai dari 100 mikron hingga kurang dari 0,01 mikron. Partikulat yang berukuran kurang dari 10 mikron dan melayang di udara dapat memudahkan cahaya dan dapat berperilaku seperti gas. Partikel-partikel kecil tersebut disebut juga aerosol. Emisi partikulat muncul dari aktivitas manusia ke dalam udara ambien. Aktivitas tersebut meliputi konstruksi, operasi, dan segala sub sistem sektor perminyakan seperti pengeboran dan transportasi (Soedomo, 2001).

Wardhana (2001) mengemukakan bahwa perkiraan persentase pencemaran udara dari sektor transportasi di Indonesia didominasi oleh komponen karbon monoksida (CO) sebesar 70,50 %, kemudian diikuti oleh hidrokarbon (HC) sebanyak 18,34 %, urutan ketiga adalah NO_x (nitrogen oksida) sebanyak 8,89 %, partikulat sebanyak 1,33 % dan yang terakhir adalah sulfur oksida (SO_x) sebanyak 0,88 %.

Semua jenis emisi atau polutan mempunyai berbagai faktor yang menyebabkan sektor transportasi berpengaruh besar atau mendominasi terhadap pencemaran udara di Indonesia. Faktor-faktor tersebut antara lain:

1. Perkembangan jumlah kendaraan yang cepat (eksponensial),
2. Tidak seimbang antara jumlah kendaraan dengan prasarana transportasi yang ada (jalan yang sempit),

3. Pola lalu lintas perkotaan yang berorientasi memusat, akibat dari terpusatnya kegiatan-kegiatan perekonomian dan perkantoran di pusat kota,
 4. Masalah kebijakan pengembangan kota yang ada, misalnya daerah pemukiman penduduk yang semakin menjauhi pusat kota,
 5. Kesamaan waktu aliran lalu lintas,
 6. Jenis, umur dan karakteristik kendaraan bermotor,
 7. Faktor perawatan kendaraan dan jenis bahan bakar yang digunakan,
 8. Jenis permukaan jalan dan struktur pembangunan jalan,
 9. Siklus dan pola pengemudi (*driving pattern*)
- (Muziansyah, 2015).

E. Baku Mutu Kualitas Udara Kota Cilegon

Gangguan terhadap lingkungan diukur menurut besar kecilnya penyimangan dari batas-batas yang telah ditetapkan sesuai dengan kemampuan atau daya tenggang lingkungan. Baku mutu lingkungan dikenal dengan adanya nilai ambang batas yang merupakan batas-batas daya dukung, daya tenggang dan daya toleransi atau kemampuan lingkungan. Nilai ambang batas terbagi menjadi batas tertinggi dan terendah dari kandungan zat-zat makhluk hidup atau komponen-komponen lain dalam setiap interaksi yang berkenaan dengan lingkungan khususnya yang memengaruhi mutu lingkungan. Lingkungan dapat dikatakan tercemar apabila kondisi lingkungan telah melawati ambang batas (batas maksimum dan batas minimum) yang telah ditetapkan berdasarkan baku mutu lingkungan.

Baku mutu udara ambien telah ditetapkan oleh Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup dalam keputusannya No. KEP-03/MENKLH/II/1991, bahwasanya baku mutu udara ambien adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar yang terdapat di udara, namun tidak menimbulkan gangguan terhadap makhluk hidup, tumbuh-tumbuhan dan atau benda. Beberapa daerah mempunyai ketetapan Baku Mutu Udara Ambien Daerah dalam rangka menjaga kualitas udara perkotaan seperti ketetapan gubernur, hanya saja Kota Cilegon mengacu pada ketetapan menteri (nasional) yaitu Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Hal tersebut disebabkan perbedaan kondisi dan karakteristik alam dan perkotaan (DLH Kota Cilegon, 2017). Baku mutu udara ambien nasional disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Baku mutu udara ambien nasional

| No. | Parameter | Waktu Pengukuran | Baku Mutu ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) | Metode Analisis | Peralatan |
|-----|--|------------------|---|---|------------------|
| 1 | SO ₂ (sulfur dioksida) | 1 Jam | 900 | Pararosanilin | Spektrofotometer |
| | | 24 Jam | 365 | | |
| | | 1 Tahun | 60 | | |
| 2 | CO (karbon monoksida) | 1 Jam | 30.000 | NDIR (<i>Non-Dispersive Infrared Detector</i>) | NDIR Analyzer |
| | | 24 Jam | 10.000 | | |
| | | 1 Tahun | - | | |
| 3 | NO ₂ (nitrogen dioksida) | 1 Jam | 400 | Saltzman | Spektrofotometer |
| | | 24 Jam | 150 | | |
| | | 1 Tahun | 100 | | |
| 4 | Pb (timbal hitam) | 1 Jam | 2 | Gravimetric Ekstraktif Pengabuan | Hi - Vol |
| | | 24 Jam | 1 | | |
| | | 1 Tahun | - | | |

Sumber: Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999

F. Vegetasi Penyerap Polutan

Peran vegetasi dalam ekosistem adalah sebagai produsen utama yang mengubah energi surya menjadi energi potensial bagi keperluan makhluk hidup lainnya, sebagai sumber hara mineral dan memberikan dampak besar terhadap perubahan lingkungan (Irwan, 2005). Kemampuan adaptasi suatu vegetasi dalam bertahan hidup juga ditentukan oleh faktor lingkungan. Kondisi kualitas lingkungan yang buruk tidak hanya menjadikan tanaman terseleksi untuk keberlangsungan hidupnya, melainkan berpotensi juga dalam memperbaiki kondisi lingkungan yang buruk tersebut.

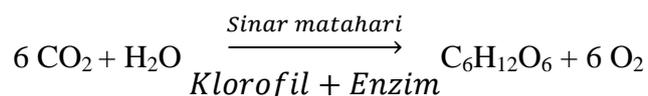
Papuangan, Nurmaya dkk. (2014) mengemukakan bahwa bagian tanaman yang berfungsi sebagai penyerap polutan terutama adalah bagian tajuk tanaman yaitu daunnya. Proses vegetasi dalam mereduksi polutan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu diserap (absorb) atau dijerap (adsorp). Diserap berarti masuknya konsentrasi polutan ke struktur daun melalui stomata, sedangkan dijerap artinya hanya menempel dipermukaan daun atau di bagian permukaan vegetasi lainnya yang memungkinkan terlepas dan menjadi polutan kembali (Direktorat Jenderal Hortikultura Direktorat Budidaya dan Pascapanen Florikultura, 2012 dalam Papuangan, 2014).

Nurfaidah (2011) memaparkan bahwa mekanisme penyerapan (absorpsi) polutan oleh tanaman diasimilasi oleh jaringan tanaman dalam daun. Polutan tersebut antara lain NO_x (NO₂ dan NO₃), SO_x (SO₂ dan SO₃), CO₂, CO, HC (*Hydro Carbon*) dan PAN (*Peroxy Acetic Nitrat*). Tanaman yang dipakai untuk menyerap gas polutan adalah tanaman yang mempunyai sifat yaitu: stomata yang

banyak, bersifat toleran terhadap gas tertentu dan mempunyai tingkat pertumbuhan yang cepat.

Vegetasi dalam berbagai aspek sangat bermanfaat untuk merekayasa masalah lingkungan di perkotaan. Menurut Robinatte (1972) dalam Grey dan Deneke (1978) dalam Irwan (2005), selain merekayasa estetika, vegetasi mampu mengontrol erosi dan air tanah, mengurangi kebisingan, mengendalikan air limbah, mengontrol lalu lintas dan cahaya yang menyilaukan, mengurangi pantulan cahaya, mengurangi bau dan pastinya mengurangi polusi udara,.

Fotosintesis yang berlangsung pada klorofil tumbuhan akan membentuk senyawa organik dan selanjutnya akan diubah menjadi makanan dan energi. Ketika proses fotosintesis berlangsung, tumbuhan menyerap CO₂ dan air yang kemudian diubah menjadi glukosa dan oksigen dengan bantuan matahari. Oleh sebab itu, tanaman juga akan memberikan kebutuhan oksigen untuk makhluk hidup disamping sebagai penyerap polutan.



Karakteristik tumbuhan yang berbeda akan mempengaruhi kemampuan daya serap masing-masing terhadap CO₂. Faktor yang mempengaruhi diantaranya yaitu kualitas klorofil dan kandungan senyawa magnesium (Mg) sebagai inti dari klorofil. Semakin besar kandungan Mg maka daun akan berwarna hijau gelap. Selain itu, daya serap CO₂ oleh tumbuhan dipengaruhi oleh umur daun, luas total daun dan fase vegetatif tanaman. tumbuhan yang sedang berbunga dan berbuah mempunyai kemampuan daya fotosintesis lebih besar. Di samping itu, faktor

eksternal yang mempengaruhi daya serap CO₂ adalah udara, suhu, radiasi matahari dan ketersediaan air (Marno, 2011).

Emisi karbon monoksida (CO) merupakan gas yang berasal dari sumber alami maupun sumber antropogenik (aktivitas manusia). Menurut Suhardjana (1990) dalam Kusminingrum (2008), sumber antropogenik gas CO di udara yang terbesar disumbangkan oleh kegiatan transportasi yaitu dari kendaraan bermotor berbahan bakar bensin, yaitu sebesar 65,1 %. Proses oksidasi yang sempurna pada mesin kendaraan bermotor akan menghasilkan H₂O dan CO₂, jika konsentrasi oksigen (O₂) yang ada pada mesin maupun di udara dalam jumlah yang tak seimbang maka akan menghasilkan gas CO yang tidak teroksidasi (Kusminingrum, 2008). Oleh karena itu, penelitian Kusminingrum (2008) menetapkan beberapa tanaman yang mampu mereduksi gas CO di udara (Tabel 2).

Tabel 2. Jenis tanaman dan rata-rata pengurangan CO

| No. | Jenis tanaman | Nama ilmiah | Rata-rata pengurangan CO | |
|-----|---------------|-----------------------------------|--------------------------|-------|
| | | | (ppm) | (%) |
| 1 | Ganitri | <i>Elaeocarpus sphaericus</i> | 0,587 | 81,53 |
| 2 | Bungur | <i>Lagerstroemia flos-reginae</i> | 0,567 | 78,75 |
| 3 | Cempaka | <i>Michellia champaca</i> | 0,528 | 73,33 |
| 4 | Kembang merak | <i>Caesalpinia pulcherrima</i> | 0,508 | 70,56 |
| 5 | Saputangan | <i>Maniltoa grandiflora</i> | 0,506 | 70,28 |
| 6 | Tanjung | <i>Mimusops elengi</i> | 0,501 | 69,58 |
| 7 | Kupu-kupu | <i>Bauhinia purpurea</i> L. | 0,501 | 69,58 |
| 8 | Acret | <i>Spathodea campanulata</i> | 0,428 | 59,44 |
| 9 | Asam kranji | <i>Pithecellobium dulce</i> | 0,267 | 37,08 |
| 10 | Felicism | <i>Filicium decipiens</i> | 0,207 | 28,75 |
| 11 | Galinggem | <i>Bixa orellana</i> | 0,169 | 23,47 |

Keterangan : Kontrol = 0,72

Sumber : Kusminingrum, Nanny (2008)

Meskipun demikian, konsentrasi CO di udara sangatlah pendek jangka waktunya karena proses oksidasi yang ada di udara secara alamiah. Kadar CO₂ yang semakin banyak jumlahnya juga turut berdampak pada penebalan ozon hingga menyebabkan pemanasan global. Selain itu, jika kandungan oksigen di udara mencukupi, maka CO akan teroksidasi menjadi CO₂ atau dapat dikatakan proses pembakaran dari emisi CO adalah proses pembakaran sempurna.

Tumbuhan mempunyai kemampuan untuk menyerap karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer, bahkan diantaranya mempunyai daya serap CO₂ yang besar di udara. Tumbuhan pada umumnya dapat menyerap karbon dioksida hingga mencapai ribuan kg/tahun tergantung dari jenis tumbuhannya. Menurut Hakim, (2012), tanaman juga dapat menyerap/mengurangi CO₂ di udara yang dihasilkan oleh berbagai kegiatan seperti industri, kendaraan bermotor dan sebagainya. Adapun daftar macam tumbuhan yang memiliki kemampuan daya serap CO₂ di udara dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Daftar tanaman yang teridentifikasi mampu menyerap karbon dioksida (CO₂) (1)

| No. | Jenis tanaman | Nama ilmiah | Daya serap (kg/tahun) |
|-----|------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 1 | Trembesi | <i>Samanea saman</i> | 28.488,39 |
| 2 | Trengguli/cassia | <i>Cassia sp</i> | 5.295,47 |
| 3 | Kenanga | <i>Canangium odoratum</i> | 756,59 |
| 4 | Pingku | <i>Dysoxylum excelsum</i> | 720,49 |
| 5 | Beringin/banyan | <i>Ficus benyamina</i> | 535,90 |
| 6 | Kiara payung/Krey umbrella | <i>Fellicium decipiens</i> | 404,83 |
| 7 | Matoa | <i>Pometia pinnata</i> | 329,76 |
| 8 | Mahoni | <i>Swietenia mahagoni</i> | 295,73 |
| 9 | Saga/Abrus | <i>Adenantha pavoniana</i> | 221,18 |
| 10 | Bungur | <i>Lagerstroemia speciosa</i> | 160,14 |
| 11 | Jati | <i>Tectona grandis</i> | 135,27 |
| 12 | Nangka | <i>Arthocarpus heterophyllus</i> | 126,51 |
| 13 | Johar | <i>Cassia grandis</i> | 116,25 |
| 14 | Sirsat | <i>Annona muricata</i> | 75,29 |
| 15 | Puspa | <i>Schima wallichii</i> | 63,31 |
| 16 | Akasia kormis | <i>Acacia auriculiformis</i> | 48,68 |
| 17 | Flamboyan | <i>Delonix regia</i> | 42,20 |
| 18 | Sawo kecil | <i>Manilkara kauki</i> | 36,19 |
| 19 | Tanjung | <i>Mimusops elengi</i> | 34,29 |
| 20 | Peacock flower/kembang merak | <i>Caesalpinia pulcherrima</i> | 30,95 |
| 21 | Simpur | <i>Dillenia retusa</i> | 24,24 |
| 22 | Khaya | <i>Khaya anthotheca</i> | 21,90 |
| 23 | Merbau pantai | <i>Intsia bijuga</i> | 19,25 |
| 24 | Akasia tongke hutan | <i>Acacia mangium</i> | 15,19 |
| 25 | Angsana | <i>Pterocarpus indicus</i> | 11,12 |
| 26 | Asam kranji | <i>Pithecellobium dulce</i> | 8,48 |
| 27 | Handkerchiefs/Sapu tangan | <i>Maniltoa grandiflora</i> | 8,26 |
| 28 | Dadap merah | <i>Erythrina cristagalli</i> | 4,55 |
| 29 | Rambutan | <i>Nephelium lappaceum</i> | 2,19 |
| 30 | Asam jawa | <i>Tamarindus indica</i> | 1,49 |
| 31 | Kempas | <i>Coompasia excelsa</i> | 0,20 |

Sumber : Marno (2011), Dahlan (2007) dalam Khoiroh, M. (2014) dan Duryatmo, Sardi (2008) dalam Desianti, A. (2011)

Penelitian Laksono dan Damayanti (2014) juga menetapkan beberapa tanaman untuk menganalisa kecukupan jumlah vegetasi pereduksi karbon monoksida (CO) dari emisi kendaraan bermotor seperti halnya penelitian Khoiroh (2014) pada tabel sebelumnya (Tabel 3). Gas emisi CO kemudian dikonversi juga ke dalam daya serap karbon dioksida (CO₂). Namun jenis tanaman yang ditetapkan berbeda dengan Tabel 3.

Tabel 4. Daftar tanaman yang teridentifikasi mampu menyerap karbon dioksida (CO₂) (2)

| No. | Jenis tanaman | Nama ilmiah | Daya serap (kg/tahun) |
|-----|-------------------|---|-----------------------|
| 1 | Bintaro | <i>Cerbera manghas</i> | 1.608,20 |
| 2 | Ceremai | <i>Phyllanthusacidus</i> (L.) Skeells | 1.608,20 |
| 3 | Daun ungu | <i>Graptophyllumpictum</i> | 1.608,20 |
| 4 | Jambu biji | <i>Psidium guajava</i> L. | 1.608,20 |
| 5 | Lamtoro | <i>Leucaena leucocephala</i> | 1.608,20 |
| 6 | Minyak kayu putih | <i>Melaleuca leucadendron</i> | 1.608,20 |
| 7 | Palem pantai | <i>Phoenix roebelenii</i> | 1.608,20 |
| 8 | Waru | <i>Hibiscus tiliaceus</i> | 1.608,20 |
| 9 | Sirih gading | <i>Epipremnum pinnatum</i> | 1.608,19 |
| 10 | Tabebuia | <i>Tabebuia chrysotricha</i> | 1.608,19 |
| 11 | Pete | <i>Petai abhied</i> | 1.608,19 |
| 12 | Puring | <i>Codiaeum variegatum</i> | 722,7 |
| 13 | Kunyit | <i>Curcuma Longa</i> L. | 722,7 |
| 14 | Glodokan tiang | <i>Polyathea longifolia</i> | 602,03 |
| 15 | Awar-awar | <i>Ficus septica</i> Burm L. | 535,9 |
| 16 | Palem kipas | <i>Livistona saribus</i> | 178,688 |
| 17 | Pandan kipas | <i>Pandanus amaryllifolius</i> | 178,688 |
| 18 | Daun mangkokan | <i>Polyscias scutellaria</i> | 178,687 |
| 19 | Mangga | <i>Mangifera indica</i> | 132,45 |
| 20 | Akalipa | <i>Acalypha wilkesiana</i> "Java White" | 86,04 |
| 21 | Pucuk merah | <i>Syzygium campanulatum</i> | 86,04 |
| 22 | Kamboja | <i>Plumeria rubra</i> L. | 51,216 |
| 23 | Palem bambu | <i>Chamaedorea sifrizi</i> | 43,816 |
| 24 | Palem raja | <i>Roystonea regia</i> | 31,867 |

Sumber : Laksono, B.A., dan Damayanti, A. (2014)