

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Ruang Terbuka Hijau Perkotaan

Ruang Terbuka Hijau (RTH) 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 di tengah-tengah ekosistem perkotaan juga berfungsi untuk meningkatkan kualitas lanskap kota (Ariyadi, 2009).

Menurut Spreiregen (1965) *cit.* Hakim (2012), ruang terbuka hijau adalah area atau ruang kota yang tidak dibangun dan permukaannya dipenuhi oleh tanaman yang berfungsi melindungi habitat, sarana lingkungan, pengaman jaringan prasarana, sumber pertanian, kualitas atmosfer dan menunjang kelestarian air dan tanah. Ruang terbuka hijau (*Green Openspaces*) di tengah-tengah ekosistem kota juga berfungsi untuk meningkatkan kualitas lansekap 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.

Ruang terbuka hijau adalah aspek utama dalam ekosistem kota dan terdiri dari hutan, taman dan area pertanian serta memiliki fungsi ekologis, sosial dan ekonomi. Dalam fungsi ekologis area hijau berperan sebagai penyaring pencemaran, menyediakan udara segar, menjaga kualitas air, mengatur

Dalam fungsi sosial area hijau menyediakan area istirahat, rekreasi dan olah raga ke penduduk kota baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam fungsi ekonomi ruang terbuka hijau mempengaruhi biaya rumah dan tanah (Hakim, 2012).

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05 tahun 2008, fungsi utama ruang terbuka hijau yaitu fungsi ekologis untuk menjamin sistem sirkulasi udara kota, pengatur iklim mikro, peneduh, produsen oksigen, penyerap air hujan, penyerap polutan, habitat satwa, dan penahan angin. Selain memiliki fungsi ekologis, RTH juga memiliki fungsi sosial, budaya, ekonomi, dan fungsi estetika (Direktorat Jendral Penataan Ruang, 2006). Secara total keberadaan ruang terbuka hijau akan meningkatkan kualitas area kota yang akhirnya memicu kesehatan dan kualitas hidup penghuni kota, mempengaruhi gaya hidup baru, nilai dan tingkah laku akan meningkatkan penghargaan kepada lingkungan dan keamanan kota dan menjadi aspek utama dalam perencanaan kota masa depan (Hakim, 2012).

Istilah RTH dikemukakan dalam Instruksi Menteri Dalam Negeri (Inmendagri) Nomor 14 Tahun 1998 tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau di Wilayah Perkotaan, dijelaskan bahwa ruang terbuka hijau adalah ruang-ruang dalam kota atau wilayah lain yang lebih luas, baik dalam bentuk area atau kawasan maupun dalam bentuk memanjang atau jalur yang dalam penggunaannya lebih bersifat terbuka dan pada dasarnya tanpa bangunan. RTH sendiri adalah ruang terbuka yang dalam pemanfaatannya didominasi oleh pengisian tanaman atau tumbuh-tumbuhan secara alamiah maupun budidaya tanaman seperti lahan

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang mengisyaratkan tentang pembangunan kota berwawasan lingkungan dengan amanat proporsi ruang terbuka dan ruang terbangun, dimana luas Ruang Terbuka hijau minimal 30% dari total keseluruhan luas kota; terdiri dari minimal 20% ruang terbuka hijau publik dan 10% merupakan ruang terbuka hijau privat. Proporsi 30% merupakan ukuran minimal untuk menjamin keseimbangan ekosistem kota, baik keseimbangan sistem hidrologi dan sistem mikroklimat, maupun sistem ekologis lain.

### **B. Jalur Hijau Jalan**

Jalur hijau adalah kawasan ruang terbuka koridor linier yang menghubungkan ruang-ruang terbuka kota (Hakim, 2012). Selanjutnya menurut Rahman dan Khadiyanto (2013), jalur hijau jalan adalah pepohonan, rerumputan, dan tanaman perdu yang ditanam pada pinggiran jalur pergerakan di samping kiri-kanan jalan dan median jalan.

Menurut Nurfaida *et al.*, (2011), jalur hijau jalan adalah jalur penempatan tanaman serta elemen lanskap lainnya yang terletak di dalam daerah milik jalan (Damija) maupun di dalam daerah pengawasan jalan (Dawasja). Disebut jalur hijau karena dominasi elemen lanskapnya adalah tanaman yang pada umumnya berwarna hijau. Berdasarkan letak penanamannya jalur hijau jalan dibedakan menjadi empat yaitu: 1) jalur tanaman tepi, 2) median jalan, 3) daerah tikungan, 4) persimpangan dan lapangan. Daerah tepi jalan adalah daerah yang berfungsi untuk keselamatan dan kenyamanan pemakai jalan, lahan untuk pengembangan jalan,

melindungi bentukan alam. Median jalan adalah jalan yang memisahkan dua jalan yang berlawanan, dapat digunakan sebagai pendukung keselamatan pengendara, peletakan rambu-rambu lalu lintas, ataupun sebagai jalur hijau dengan persyaratan tertentu.

Ketersediaan RTH pada jalur hijau jalan ditempatkan pada sempadan jalan dan dalam sempadan tersebut ditempatkan pohon-pohon yang berfungsi sebagai RTH jalur jalan. Menurut ketentuan DPU tahun 2007 untuk lebar sempadan jalan adalah 1,5 m dan sempadan jalan tersebut dimanfaatkan untuk RTH dengan keberadaan sempadan jalan di kanan dan kiri jalan. RTH jalur pengaman jalan terdiri dari RTH jalur pejalan kaki, taman pulau jalan yang terletak di tengah persimpangan jalan, dan taman sudut jalan yang berada di sisi persimpangan jalan. Median jalan adalah ruang yang disediakan pada bagian tengah dari jalan untuk membagi jalan dalam masing-masing arah yang berfungsi mengamankan ruang bebas samping jalur lalu lintas. Beberapa fungsi jalur hijau jalan yaitu sebagai penyegar udara, peredam kebisingan, mengurangi pencemaran polusi kendaraan, perlindungan bagi pejalan kaki dari hujan dan sengatan matahari, pembentuk citra kota, dan mengurangi peningkatan suhu udara. Selain itu, akar pepohonan dapat menyerap air hujan sebagai cadangan air tanah dan dapat menetralsir limbah yang dihasilkan dari aktivitas perkotaan (Rahman dan Khadiyanto, 2013).

Tanaman jalan ialah tanaman yang digunakan di dalam perencanaan lanskap jalan, yang mempunyai sistem perakaran yang tidak merusak konstruksi jalan, percabangan tanaman tidak mudah patah dan mudah dalam

jalur hijau jalan dapat digolongkan menjadi: 1) Pohon, berfungsi sebagai pengarah dan pengaman jalan, dapat menutupi pemandangan yang kurang baik, penghalang sinar matahari dan angin, sebagai identitas wilayah, mempertegas ruang, dapat menyediakan cadangan air tanah, pengatur iklim mikro, dan mampu memberi kesan psikologis kepada pengguna jalan. 2) Semak/perdu, berfungsi sebagai pembatas visual, memberikan nilai estetika, menahan sinar lampu kendaraan, sebagai penahan kecelakaan dan pembatas jalur median. 3) Penutup tanah/rumput, berfungsi sebagai penahan air hujan supaya tidak mengalir langsung ke jalan bebas hambatan.

Pemilihan jenis-jenis tanaman yang akan digunakan terutama untuk tanaman yang didatangkan dari luar tapak berpedoman kepada beberapa kriteria yaitu sebagai berikut: 1) Pohon peneduh dengan ketinggian sedang atau tinggi kurang dari 15 meter. 2) Bentuk tajuk pohon bulat atau kolumnar dengan lebar tajuk tidak menutupi bahu jalan. 3) Tinggi cabang pohon pertama dari bawah tidak kurang dari 5 meter. 4) Tidak membahayakan pengguna jalan, yaitu tanaman yang tidak menghasilkan duri, buah yang besar dan keras, memiliki batang dan cabang yang kuat serta tidak menghasilkan zat yang berbahaya. 5) Perakarannya tidak merusak trotoar dan saluran drainase. 6) Berdaun kecil sampai sedang dan tidak menggugurkan daun secara serempak. 7) Pohon dan semak yang memiliki karakter fisik (bentuk, warna, daun, dan bunga) yang menarik. 8) Tanaman penutup tanah yang tidak memerlukan pemeliharaan intensif. 9) Tidak mudah terserang hama dan penyakit serta tahan terhadap polusi dan kekeringan. 10)

berbagai jenis tanah. 11) Semak yang tumbuh berumpun, rapat dan mudah diperbanyak. 12) Mudah dalam pemeliharaan (Nurfaida *et al.*, 2011).

### C. Pencemaran Udara

Banyak kota-kota di dunia dilanda oleh permasalahan lingkungan, paling tidak adalah semakin memburuknya kualitas udara yang tidak terpisahkan dari kehidupan di perkotaan. Menurut Wardhana (2001), pencemaran udara diartikan sebagai adanya bahan-bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Kehadiran bahan atau zat asing di dalam udara dalam jumlah tertentu serta berada di udara dalam waktu cukup lama, akan dapat mengganggu kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan. Bila keadaan seperti tersebut terjadi maka udara dikatakan telah tercemar.

Udara merupakan campuran beberapa macam gas yang perbandingannya tidak tetap, tergantung pada keadaan suhu udara, tekanan udara dan lingkungan sekitarnya. Dalam udara terdapat oksigen ( $O_2$ ) untuk bernafas, karbondioksida untuk proses fotosintesis oleh khlorofil daun dan ozon ( $O_3$ ) untuk menahan sinar ultra violet. Susunan (komposisi) udara bersih dan kering tersusun oleh Nitrogen ( $N_2$ ) 78,09 %, Oksigen ( $O_2$ ) 21,94 %, Argon (Ar) 0,93 %, dan Karbon dioksida ( $CO_2$ ) 0,032 %. Gas-gas lain yang terdapat dalam udara antara lain gas-gas mulia, nitrogen oksida, hidrogen, methana, belerang oksida, amonia dan lain-lain. Apabila susunan udara mengalami perubahan dari susunan keadaan normal,

Pencemaran udara adalah kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, mengganggu estetika dan kenyamanan, atau merusak properti. Pencemaran udara dapat ditimbulkan oleh sumber-sumber alami maupun kegiatan manusia. Beberapa definisi gangguan fisik seperti polusi suara, panas, radiasi atau polusi cahaya dianggap sebagai polusi udara. Sifat alami udara mengakibatkan dampak pencemaran udara dapat bersifat langsung dan lokal, regional, maupun global (Wikipedia, 2013).

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dari komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai pada tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.

#### **D. Sumber Pencemaran Udara**

Pencemaran udara terjadi akibat dilepaskannya zat pencemar dari berbagai sumber ke udara. Sumber-sumber pencemar udara dapat bersifat alami maupun akibat aktivitas manusia. Pencemaran udara dapat didefinisikan sebagai hadirnya substansi di udara dalam konsentrasi yang cukup untuk menyebabkan gangguan pada manusia, hewan, tanaman maupun material. Substansi ini bisa berupa gas, cair maupun partikel padat.

Menurut Sastrawijaya (2000), perubahan lingkungan udara pada umumnya disebabkan pencemaran udara yaitu masuknya zat pencemar yang berbentuk gas-

udara dapat secara alamiah misalnya asap kebakaran hutan, gunung berapi, debu meteorit dan pancaran garam dari laut. Sebagian besar masuknya zat pencemar juga disebabkan oleh kegiatan manusia misalnya akibat aktivitas transportasi, industri, pembuangan sampah (proses dekomposisi atau pembakaran), dan kegiatan rumah tangga.

Berdasarkan ciri fisik, bahan pencemar udara dapat berupa (1) partikel (debu, aerosol, timah hitam); (2) gas ( $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , hidrokarbon); dan (3) energi (suhu dan kebisingan), sedangkan berdasarkan dari kejadian, terbentuknya pencemar terdiri dari (1) pencemar primer yaitu pencemar yang diemisikan langsung; dan (2) pencemar sekunder yaitu pencemar yang terbentuk karena reaksi yang terjadi di udara antara berbagai senyawa (Sastrawijaya, 2000 dan Fardiaz, 1992).

Sumber pencemar dibagi menjadi beberapa sumber yaitu sumber titik, *mobile*, dan area. Sumber titik adalah sumber yang diam berupa cerobong asap; sumber *mobile* adalah sumber yang bergerak yang berasal dari kendaraan bermotor; dan sumber area adalah sumber yang berasal dari pembakaran terbuka di daerah pemukiman, pedesaan, dan lain-lain (Slamef, 2002 *cit.* Afandi dan Hidayat, 2010).

Menurut Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999, 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. Sedang gas buang merupakan



bermotor. Peraturan Pemerintah ini kemudian menggolongkan sumber pencemar atas lima kelompok, yaitu:

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

Menurut Fardiaz (1992), ada beberapa jenis pencemaran udara yaitu:

1. Berdasarkan bentuk
  - a. Gas, adalah uap yang dihasilkan dari zat padat atau zat cair karena dipanaskan atau menguap sendiri. Contohnya:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ .
  - b. Partikel, adalah suatu bentuk pencemaran udara yang berasal dari zarah-zarah kecil yang terdispersi ke udara, baik berupa padatan, cairan, maupun padatan dan cairan secara bersama-sama. Contohnya: debu, asap, kabut, dan lain-lain.
2. Berdasarkan tempat
  - a. Pencemaran udara dalam ruang (*indoor air pollution*) yang disebut juga udara tidak bebas seperti di rumah, pabrik, bioskop, sekolah,

asap rokok, asap yang terjadi di dapur tradisional ketika memasak, dan lain-lain.

- b. Pencemaran udara luar ruang (*outdoor air pollution*) yang disebut juga udara bebas seperti asap-asap dari industri maupun kendaraan bermotor.
3. Berdasarkan gangguan atau efeknya terhadap kesehatan
    - a. Irritasi, adalah zat pencemar yang dapat menimbulkan iritasi jaringan tubuh, seperti  $\text{SO}_2$ , ozon, dan Nitrogen Oksida.
    - b. Aspeksia, adalah keadaan dimana darah kekurangan oksigen dan tidak mampu melepas Karbon Dioksida. Gas penyebab tersebut seperti  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ , dan  $\text{CH}_4$ .
    - c. Anestesia, adalah zat yang mempunyai efek membius dan biasanya merupakan pencemaran udara dalam ruang. Contohnya; Formaldehide dan Alkohol.
    - d. Toksis, adalah zat pencemar yang menyebabkan keracunan. Zat penyebabnya seperti Timbal, Cadmium, Fluor, dan Insektisida.
  4. Berdasarkan susunan kimia
    - a. Anorganik, adalah zat pencemar yang tidak mengandung karbon seperti asbestos, ammonia, asam sulfat, dan lain-lain.
    - b. Organik, adalah zat pencemar yang mengandung karbon seperti

## 5. Berdasarkan asalnya

- a. Primer, adalah suatu bahan kimia yang ditambah langsung ke udara yang menyebabkan konsentrasinya meningkat dan membahayakan. Contohnya: CO<sub>2</sub>, yang meningkat di atas konsentrasi normal.
- b. Sekunder, adalah senyawa kimia berbahaya yang timbul dari hasil reaksi antara zat polutan primer dengan komponen alamiah. Contohnya: *Peroxy Acetil Nitrat* (PAN).

### **E. Sumber Pencemaran Dari Sektor Transportasi**

Menurut Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Jawa Barat (2009), dari berbagai sektor yang potensial dalam mencemari udara, pada umumnya sektor transportasi memegang peran yang sangat besar dibandingkan dengan sektor lainnya. Di kota-kota besar, kontribusi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara mencapai 60-70%. Sedangkan kontribusi gas buang dari cerobong asap industri hanya berkisar 10-15%, sisanya berasal dari sumber pembakaran lain, misalnya dari rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan.

Kendaraan bermotor yang menjadi alat transportasi, dalam konteks pencemaran udara dikelompokkan sebagai sumber yang bergerak. Dengan karakteristik yang demikian, penyebaran pencemar yang diemisikan dari sumber-sumber kendaraan bermotor ini akan mempunyai suatu pola penyebaran spasial yang meluas. Faktor perencanaan sistem transportasi akan sangat mempengaruhi penyebaran pencemaran yang diemisikan, mengikuti jalur-jalur transportasi yang

transportasi terhadap pencemaran udara perkotaan di Indonesia menurut BPLHD Jabar (2009) adalah sebagai berikut: 1) Perkembangan jumlah kendaraan yang cepat (eksponensial). 2) Tidak seimbangnya prasarana transportasi dengan jumlah kendaraan yang ada. 3) Pola lalu lintas perkotaan yang berorientasi memusat, akibat terpusatnya kegiatan-kegiatan perekonomian dan perkantoran di pusat kota. 4) Masalah turunan akibat pelaksanaan 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. 8) Jenis bahan bakar yang digunakan. 9) Jenis permukaan jalan. 10) Siklus dan pola mengemudi (*driving pattern*).

Berdasarkan data Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (2011), sektor transportasi di Indonesia sedang mengalami pertumbuhan dimana jumlah kendaraan pertahun meningkat sekitar 14%. Jumlah kendaraan bermotor menurut jenis kendaraan dan bahan bakar yang digunakan di Kota Yogyakarta adalah sebagai berikut.

Table i. Jumlah kendaraan bermotor menurut jenis kendaraan dan bahan bakar yang digunakan

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	
		Premium	Solar
1	Beban	-	12.853
2	Penumpang pribadi	41.017	-
3	Penumpang umum	613	-
4	Bus besar pribadi	-	-
5	Bus besar umum	-	988
6	Bus kecil pribadi	-	204
7	Bus kecil umum	-	960
8	Truk besar	-	2.405
9	Truk kecil	6.736	-
10	Roda tiga	264	-
11	Bahan bakar	306.182	-

Sektor transportasi mempunyai ketergantungan yang tinggi terhadap sumber energi. Seperti diketahui penggunaan energi inilah yang terutama menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Hampir semua produk energi konvensional dan rancangan motor bakar yang digunakan dalam sektor transportasi masih menyebabkan dikeluarkannya emisi pencemar ke udara. Penggunaan BBM (bahan bakar minyak) bensin dalam motor bakar akan selalu mengeluarkan senyawa-senyawa seperti CO (karbon monoksida), THC (total hidro karbon), TSP (debu), NO<sub>x</sub> (oksida-oksida nitrogen) dan SO<sub>x</sub> (oksida-oksida sulfur). Premium yang dibubuhi TEL, akan mengeluarkan timbal (Pb). Solar dalam motor diesel akan mengeluarkan beberapa senyawa tambahan disamping senyawa tersebut di atas, yang terutama adalah fraksi-fraksi organik seperti aldehida, PAH (*Poli Alifatik Hidrokarbon*), yang mempunyai dampak kesehatan yang lebih besar (karsinogenik), dibandingkan dengan senyawa-senyawa lainnya lain (BPLHD Jabar, 2009). Tabel 2 adalah perkiraan pencemaran udara yang dihasilkan dari sektor transportasi di Indonesia.

Tabel 2. Perkiraan persentase pencemar udara dari sumber pencemar transportasi di Indonesia.

No	Komponen pencemar	Persentase (%)
1	CO	70,50
2	NO <sub>x</sub>	8,89
3	SO <sub>x</sub>	0,88
4	HC	18,34
5	Partikulat	1,33
Total		100,00

### 1) Karbon monoksida (CO)

Menurut Wardhana (2004) Karbon monoksida (CO) adalah suatu gas yang tak berwarna, tidak berbau dan juga tidak berasa. Gas CO dapat berbentuk cairan pada suhu dibawah  $-192^{\circ}\text{C}$ . Gas CO sebagian besar berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dengan udara, berupa gas buangan. Selain itu, gas CO dapat pula terbentuk karena aktivitas industri. Sedangkan secara alamiah, gas CO terbentuk sebagai hasil kegiatan gunung berapi, proses biologi dan lain-lain walaupun dalam jumlah yang sedikit. CO yang terdapat di alam terbentuk melalui salah satu reaksi berikut:

- a) Pembakaran tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
- b) Reaksi antara  $\text{CO}_2$  dengan komponen lain yang terkandung pada suhu tinggi.
- c) Penguraian  $\text{CO}_2$  menjadi CO dan O.

Berbagai proses geofisika dan biologis diketahui dapat memproduksi CO, misalnya aktivitas vulkanik, pancaran listrik dari kilat, emisi gas alami, dan lain-lain. Sumber CO lainnya yaitu dari proses pembakaran dan industri (Fardiaz, 1992).

### 2) Nitrogen oksida ( $\text{NO}_x$ )

Nitrogen oksida sering disebut dengan  $\text{NO}_x$  karena oksida nitrogen mempunyai dua bentuk yang sifatnya berbeda, yaitu gas  $\text{NO}_2$  dan gas NO (Wardhana, 2004). Walaupun ada bentuk oksida nitrogen lainnya, tetapi kedua gas tersebut yang paling banyak diketahui sebagai bahan pencemar udara.

(kombusi) pada temperatur tinggi, sebagai hasil dari reaksi Nitrogen dengan Oksigen. Dengan adanya Hidrokarbon, pada siang hari akibat adanya radiasi fotonultra violet, senyawa ini akan membentuk ozon fotokimia (*photochemical smog*).

Kadar  $\text{NO}_x$  di udara daerah perkotaan yang berpenduduk padat akan lebih tinggi dari daerah pedesaan yang berpenduduk sedikit. Hal ini disebabkan karena berbagai macam kegiatan yang menunjang kehidupan manusia akan menambah kadar  $\text{NO}_x$  di udara, seperti transportasi, generator pembangkit listrik, pembuangan sampah dan lain-lain (Wardhana, 2001). Selain itu, kadar  $\text{NO}_x$  di udara dalam suatu kota bervariasi sepanjang hari tergantung dari intensitas matahari dan aktivitas kendaraan bermotor. Dari perhitungan kecepatan emisi  $\text{NO}_x$  diketahui bahwa waktu tinggal rata-rata  $\text{NO}_2$  di atmosfer kira-kira 3 hari, sedangkan waktu tinggal  $\text{NO}$  adalah 4 hari dan gas ini bersifat akumulasi di udara yang bila tercampur dengan air akan menyebabkan terjadi hujan asam (Wardhana, 2004).

### 3) Oksida-oksida sulfur ( $\text{SO}_x$ )

Oksida sulfur ( $\text{SO}_x$ ) merupakan pencemar yang paling umum, terutama ditimbulkan akibat pembakaran bahan bakar fosil, yang mengandung sulfur tinggi dalam bentuk sulfur organik dan inorganik. Oksida-oksida sulfur biasanya terdiri atas sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ), sulfur trioksida ( $\text{SO}_3$ ), asam sulfit dan sulfat. Sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) merupakan bagian yang paling dominan, sehingga oksida-oksida sulfur biasanya diukur sebagai  $\text{SO}_2$  (Soedomo, 2001).

Gas  $\text{SO}_2$  berbau tajam dan tidak mudah terbakar, sedangkan gas  $\text{SO}_3$

manusia ketika konsentrasi  $\text{SO}_2$  berkisar antara 0,3-1 ppm. Gas hasil pembakaran umumnya mengandung lebih banyak  $\text{SO}_2$  daripada  $\text{SO}_3$ . Pencemaran  $\text{SO}_x$  di udara terutama berasal dari pemakaian batubara pada kegiatan industri, transportasi dan lain sebagainya (Wardhana, 2004).

#### 4) Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon atau HC adalah pencemar udara yang dapat berupa gas, cairan maupun padatan. Dinamakan hidrokarbon karena penyusun utamanya adalah atom karbon dan atom hidrogen yang dapat terikat (tersusun) secara ikatan lurus (ikatan rantai) atau terikat secara ikatan cincin (ikatan tertutup). Jumlah atom karbon (karbon C) dalam senyawa hidrokarbon akan menentukan bentuknya. Pada suhu kamar umumnya hidrokarbon suku rendah (jumlah atom C sedikit) akan berbentuk gas, hidrokarbon suku menengah (jumlah atom C sedang) akan berbentuk cairan dan hidrokarbon suku tinggi (jumlah atom C banyak) akan terbentuk padatan (Wardhana, 2001).

Umumnya hidrokarbon terdiri atas metana, etan dan turunan-turunan senyawa alifatik dan aromatik. Hidrokarbon juga merupakan pencemar utama yang diemisikan oleh kendaraan bermotor dari lalu lintas didalam perkotaan. Hidrokarbon termasuk sebagai pencemar primer dan memberikan kontribusi terbesar dalam pencemaran oksidan fotokimia (Soedomo, 2001).

#### 5) Partikulat

Partikulat merupakan pencemar udara paling "*prevalens*". Partikulat berada di atmosfer dalam bentuk suspensi, yang terdiri atas partikel-partikel padat dan cair yang berukuran dari 100 mikron hingga kurang dari 0,01 mikron.



ambien dapat memudahkan cahaya dan berperilaku seperti gas. Partikel-partikel ini disebut juga aerosol (Soedomo, 2001).

Menurut Wardhana (2001) partikulat adalah pencemar udara yang dapat berada bersama-sama dengan bahan atau bentuk pencemar lainnya. Partikel dapat diartikan secara murni atau sempit sebagai bahan pencemar udara yang berbentuk padatan. Namun dalam pengertian yang lebih luas, dalam kaitannya dengan masalah pencemaran lingkungan, pencemar partikel dapat meliputi berbagai macam bentuk, mulai dari bentuk yang sederhana, rumit atau kompleks. Partikel meliputi berbagai macam bentuk yang dapat berupa keadaan-keadaan berikut ini: (a) *Aerosol*, adalah istilah umum yang menyatakan adanya partikel yang terhambur dan melayang di udara (b) *Fog* atau kabut, adalah aerosol yang berupa butiran-butiran air yang berada di udara (c) *Smoke* atau asap, adalah aerosol yang berupa campuran antara butir padatan dan cairan yang terhambur di udara (d) *Dust* atau debu, adalah aerosol yang berupa butiran padat yang terhambur dan melayang di udara karena adanya hembusan angin (e) *Mist*, artinya mirip dengan kabut. Penyebabnya adalah butiran-butiran zat cair yang melayang di udara (bukan butiran air) (f) *Fume*, artinya mirip dengan asap hanya saja penyebabnya adalah aerosol yang berasal dari kondensasi uap panas (khususnya uap logam) (g) *Plume* adalah asap yang keluar dari cerobong asap suatu industry (h) *Haze* adalah setiap bentuk aerosol yang mengganggu pandangan di udara (i) *Smog* adalah bentuk campuran antara *smoke* dan *fog* (j) *Smaze* adalah bentuk campuran antara *smoke* dan *haze*.

Selain pengertian diatas, ada pendapat yang menyatakan bahwa partikel

zarah kecil yang terdispersi ke udara, baik berupa padatan, cairan atau kombinasi keduanya, yang dapat mencemari lingkungan. Perbedaannya hanya terletak pada ukurannya. Ukuran (diameter) partikel berkisar antara 0,0002 – 500 mikron. Aerosol mempunyai ukuran yang relatif lebih besar dari pada ukuran partikel (Wardhana, 2001).

Menurut Wardhana (2001) sumber pencemaran partikel dapat berasal dari peristiwa alami dan juga karena ulah manusia. Pencemaran partikel yang berasal dari alam contohnya adalah sebagai berikut:

- a) Debu tanah/pasir yang terbang terbawa oleh angin kencang.
- b) Abu dan bahan-bahan vulkanik yang terlempar ke udara akibat letusan gunung berapi.
- c) Semburan uap air panas di sekitar daerah sumber panas bumi di daerah pegunungan.

#### **F. Baku Mutu Kualitas Udara Kota Yogyakarta**

Baku mutu udara ambien adalah batas maksimum mutu udara ambien untuk mencegah pencemaran udara yang standarnya berpedoman pada ketentuan yang telah ditetapkan. Tetapi, dengan adanya perbedaan kondisi dan karakteristik alam dan perkotaan, di beberapa daerah memiliki peraturan baku mutu udara yang berbeda dari baku mutu udara nasional (BLH, 2013). Untuk menjaga kualitas udara perkotaan Yogyakarta pemerintah Provinsi DIY menetapkan Baku Mutu Ambien Daerah, melalui Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 153 tahun 2002 tentang Baku Mutu Udara Ambien Daerah di Provinsi Daerah

Tabel 3. Baku mutu udara ambien Daerah Istimewa Yogyakarta

No	Parameter	Waktu Pengukuran	BMUA Primer*)		BMUA Sekunder**)	
			(ppm)	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	(ppm)	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1	SO <sub>2</sub> (Sulfur dioksida)	1 jam	0,340	900	0,500	1.300
		3 jam	--	--		
		24 jam	0,140	365		
		1 tahun	0,030	60		
2	CO (Carbon Monoksida)	1 jam	35	30.000		
		8 jam	9	10.000		
3	NO <sub>2</sub> (Nitrogen dioksida)	1 jam	0,212	400	0,053	100
		24 jam	0,080	150		
		1 tahun	0,053	100		
4	Pb (Timbal/Timah hitam)	24 jam		2		1.500
		3 bulan		1,500		
		1 tahun		1		

Sumber : Keputusan Gubernur DIY No.153 tahun 2002 tentang Baku Mutu Udara Ambien Daerah

Keterangan :

- \*) BMUA Primer yang diperuntukkan untuk melindungi manusia
- \*\*\*) BMUA Sekunder yang diperuntukkan untuk melindungi hewan, tumbuh-tumbuhan, jarak pandang dan kenyamanan serta benda cagar budaya (BCB)

Udara ambien adalah udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfir yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya. Kualitas udara ambien adalah kadar zat, energi dan/atau komponen lain yang ada di udara bebas. Sedangkan mutu udara ambien adalah keadaan mutu udara disuatu tempat pada saat dilakukan inventarisasi. Baku mutu udara ambien adalah ukuran batas atau kadar zat, energi dan/atau komponen yang ada atau yang seharusnya ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien. Selanjutnya mutu udara ambien adalah upaya yang dilakukan agar udara ambien dapat memenuhi fungsi

### **G. Tumbuhan Sebagai Penyerap dan Penjerap Polutan**

Menurut Patra (2002), penghijauan dengan menggunakan tanaman sebagai materi pokok merupakan suatu usaha panataan lingkungan. Dari tanaman banyak sekali manfaat yang diambil sehingga penghijauan dapat diartikan sebagai upaya untuk menanggulangi berbagai penurunan kualitas lingkungan, terutama pada daerah industri dan daerah padat lalu lintas. Pohon pelindung di sepanjang jalur hijau sangat penting untuk menjaga kualitas udara perkotaan, dan dapat mengurangi kadar bahan pencemar yang berasal dari buangan kendaraan bermotor.

Tanaman dapat mengurangi masalah polusi udara di sekitar jalan melalui penyerapan polutan gas dan penjerapan partikel pada permukaan daun. Selain itu vegetasi tanaman mengurangi konsentrasi polutan di sekitar jalan melalui pengenceran polutan. Angin berhembus ke arah vegetasi tepi jalan dan terangkat ke puncak tanaman, sehingga polutan terencerkan pada atmosfer yang lebih luas Patra (2002). Sifat vegetasi di dalam ruang terbuka hijau yang diunggulkan adalah kemampuannya melakukan aktivitas fotosintesis, yaitu proses metabolisme di dalam vegetasi dengan menyerap gas CO<sub>2</sub>, lalu membentuk gas oksigen (Hakim, 2012). Secara singkat penyusunan jalur hijau jalan memiliki fungsi: perlindungan, pembersih udara, estetika, konservasi dan produksi (Kementerian Lingkungan Hidup, 2004).

Departemen Kehutanan (1986) *cit.* Onrizal, (2009) mengatakan bahwa vegetasi merupakan penangkal cukup efektif terhadap polutan-polutan di udara, baik gas maupun yang berupa butiran padat (partikel). Beberapa cara vegetasi

cabang yang spesifik, misalnya dengan lapisan bulu-bulu pada daun, proses transpirasi, menjebak butiran padat yang kemudian tercuci oleh air hujan atau dengan pencucian udara. Selain itu tanaman juga dapat mengabsorpsi dan menyelubungi dari asap dan bau busuk.

Menurut Nurfaida *et al.*, (2011), ada 4 mekanisme atau cara tanaman dalam mengurangi polusi udara yaitu; 1) menjerap (adsorpsi), hanya sampai di permukaan daun (menempel), antara lain, untuk polutan padat, partikel debu, logam-logam (Pb, Zn, Fe, dsb), 2) menyerap (absorpsi), diasimilasi oleh jaringan tanaman dalam daun, antara lain, untuk gas NO<sub>x</sub> (NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>), SO<sub>x</sub> (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>) CO<sub>2</sub>, CO, HC, PAN (*Peroxy Acetic Nitrat*), 3) mendifusi, yaitu mengencerkan konsentrasi polutan, dan 4) mendeposisi, yaitu menjatuhkan polutan ke tanah. Dengan adanya mekanisme ini, jumlah debu yang melayang di udara akan menurun. Partikel yang melayang-layang di permukaan bumi sebagian akan terjerap (menempel) pada permukaan daun, khususnya daun yang berbulu dan yang mempunyai permukaan yang kasar dan sebagian lagi terserap masuk ke dalam ruang stomata daun. Ada juga partikel yang menempel pada kulit pohon, cabang dan ranting.

Efektifnya mekanisme penjerapan ditentukan oleh ukuran, kerapatan dan bentuk trikoma. Dalam menyerap zat pencemar dipengaruhi oleh karakteristik morfologi tanaman, seperti ukuran dan bentuk daun, adanya rambut pada permukaan daun dan juga tekstur daun. Jenis tanaman yang dipakai untuk menyerap gas adalah tanaman yang mempunyai sifat: mempunyai stomata yang banyak, mempunyai ketahanan tertentu terhadap gas tertentu, dan mempunyai

penelitian Patra (2002) menunjukkan bahwa faktor spesies tanaman (kerapatan stomata) pada beberapa jenis tanaman mempengaruhi jumlah serapan gas NO<sub>2</sub> di udara. selain kerapatan stomata, tebal daun dan berat jenis daun juga mempengaruhi penyerapan NO<sub>2</sub>

Kemampuan vegetasi untuk menyerap atau menangkap zat-zat pencemar yang terdapat di udara juga dipengaruhi oleh jenis, umur, lebar dan karakteristik daun vegetasi tersebut. Vegetasi menyerap zat pencemar di udara berupa gas buang melalui stomata dan akan mengikat butir-butir partikel di daun (Scott *et al.*, 1998 *cit.* Basri, 2009). Spesies tanaman dengan sensitifitas tinggi berguna untuk peringatan awal indikasi adanya bahan pencemar di udara, sedangkan untuk species tanaman dengan tingkat toleransi tinggi akan mengurangi tingkat polusi di udara secara menyeluruh. Hal ini menjelaskan bahwa jalur hijau merupakan faktor pengontrol tingkat polusi (Basri, 2009).

Gerakls (1997) *cit.* Hakim dan Sediadi (2006), mengemukakan 1 (satu) hektar ruang terbuka hijau yang didominasi berbagai jenis tanaman dapat menghasilkan 0,6 ton oksigen untuk dikonsumsi 1.500 orang perhari. Tumbuhan dapat mengakumulasi Pb pada daun dan kulit batangnya. Terbukti dari hasil penelitian itu bahwa kandungan Pb lebih banyak pada tanaman tepi jalan dibandingkan dengan kandungan Pb pada tumbuhan sejenis, di lokasi yang jauh dari pinggir jalan (Wargasmita *et al.*, 1991 *cit.* Irwan, 2005).

Hasil-hasil tersebut membuktikan bahwa tanaman efektif dalam membersihkan polutan dari udara. Selain itu, hasil penelitian Puslitbang Nasional mengatakan bahwa tanaman-tanaman yang terdapat di RTH dapat mereduksi

mengurangi efek-efek *climatological heath* pada lokasi pemusatan bangunan tinggi yang berakibat pada timbulnya anomali-anomali pergerakan zat pencemar udara yang berdampak destruktif baik terhadap fisik bangunan maupun mahluk hidup. (Suparwoko dan Firdaus, 2007).

Kemampuan tanaman dalam menyerap gas karbon dioksida bermacam-macam. Menurut Prasetyo *et al.*, (2002) *cit.* Adiantari (2010) hutan yang mempunyai berbagai macam tipe penutupan vegetasi memiliki kemampuan atau daya serap terhadap karbon dioksida yang berbeda. Tipe penutupan vegetasi tersebut berupa pohon, semak belukar, padang rumput, sawah. Daya serap berbagai macam tipe vegetasi terhadap karbon dioksida adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Cadangan karbon dan daya serap gas CO<sub>2</sub> berbagai tipe penutup vegetasi

No	Tipe Penutupan	Daya serap gas CO <sub>2</sub> (kg/Ha/jam)	Daya serap gas CO <sub>2</sub> (ton/Ha/thn)
1	Pohon	129,92	569,07
2	Semak Belukar	12,56	55,00
3	Padang Rumput	2,74	12,00
		2 74	12,00