

BAB II

KAJIAN TEORITIS

A. Pencemaran Udara

Perubahan lingkungan udara pada umumnya disebabkan oleh pencemaran udara. Pencemaran udara yaitu masuknya zat pencemar (berbentuk gas-gas dan partikel kecil/aerosol) ke dalam udara. Masuknya zat pencemar ke dalam udara dapat secara alamiah, misalnya asap kebakaran hutan, akibat gunung berapi, debu meteorit dan pancaran garam dari laut; juga sebagian besar disebabkan oleh kegiatan manusia, misalnya akibat aktivitas transportasi, industri, pembuangan sampah, baik akibat proses dekomposisi ataupun pembakaran, kegiatan rumah tangga (Soedomo M, 2001, h. 3). Pencemaran udara yang disebabkan oleh asap kendaraan bermotor sering terjadi di kota-kota besar seperti di kota Bandung sebagai salah satu kota Metropolitan di Pulau Jawa.

Menurut Pohan (2002 *dalam* Kusuma, 2011, h. 6) pencemaran udara diartikan sebagai adanya bahan-bahan atau zat-zat asing didalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Kehadiran bahan atau zat asing didalam udara dalam jumlah tertentu serta berada di udara dalam waktu yang cukup lama, dapat mengganggu kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan. Bila keadaan itu terjadi maka di udara dikatakan telah tercemar.

1. Sumber Pencemaran Udara

Sumber pencemaran dapat merupakan kegiatan yang bersifat alami (natural) dan kegiatan antropogenik. Contoh sumber alami adalah akibat letusan gunung

berapi, kebakaran hutan, dekomposisi biotik, debu, spora tumbuhan dan lain sebagainya. Pencemaran udara akibat aktivitas manusia (kegiatan antropogenik) sering lebih besar. Untuk kategori ini sumber-sumber pencemaran dibagi dalam pencemaran akibat aktivitas transportasi, industri, dan persampahan, baik akibat proses dekomposisi ataupun pembakaran, dan rumah tangga (Soedomo M, 2001, h. 4).

Menurut Soedomo, M (2001, h. 57) sumber utama pencemar udara di Kota Bandung berasal dari transportasi. Pencemaran udara akibat kegiatan transportasi yang sangat penting adalah akibat kendaraan bermotor di darat. Kendaraan bermotor merupakan sumber pencemaran udara yaitu dengan dihasilkannya gas CO, NO_x, Hidrokarbon, SO₂ 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, HC, Pb, dan SO_x (Soedomo M, 2001, h. 4-5).

Pencemaran udara perkotaan yang diakibatkan oleh sektor transportasi yang tidak ramah lingkungan menyebabkan peningkatan gas buang ke udara. Emisi gas buang merupakan sisa hasil pembakaran mesin kendaraan bermotor. tiap 1 kg bensin dapat mengeluarkan CO sebanyak 0,25 kg. Umumnya emisi gas buang ini terjadi karena pembakaran yang tidak sempurna dari sistem pembuangan dan pembakaran mesin serta lepasnya partikel-partikel karena kurang tercukupinya oksigen dalam proses pembakaran tersebut (Zulkifli H, 2011, h. 624)

Menurut Mulyadi (2010, h. 180) suhu dapat menyebabkan polutan dalam atmosfer yang lebih rendah dan tidak menyebar. Peningkatan suhu dapat membantu mempercepat reaksi kimia perubahan suatu polutan udara.

2. Dampak Pencemaran udara

- a. Pencemaran udara pada dasarnya berbentuk partikel (debu, aerosol, timah hitam) dan gas (CO, NO_x, SO_x, H₂S, Hidrokarbon). Udara yang tercemar dengan partikel dan gas ini dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang berbeda tingkatan dan jenisnya, tergantung dari macam, ukuran dan komposisi kimiawinya. Gangguan tersebut terutama terjadi pada fungsi faal dari organ tubuh seperti paru-paru dan pembuluh darah, atau menyebabkan iritasi pada mata dan kulit (Soedomo M, 2001, h. 7).

Menurut Mulyadi (2010, h. 182) gas CO di udara terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit, yaitu hanya sekitar 0,1 ppm. Di daerah perkotaan dengan lalu lintas yang padat konsentrasi gas CO berkisar antara 10-15 ppm. Gas CO dalam jumlah banyak (konsentrasi tinggi) dapat menyebabkan gangguan kesehatan karena gas CO bersifat racun.

- b. Dampak pencemaran udara selain berbahaya untuk kesehatan juga berbahaya untuk tanaman. Apabila terjadi pembakaran yang tidak sempurna dari sistem pembuangan dan pembakaran mesin serta lepasnya partikel-partikel karena kurang tercukupinya oksigen dalam proses pembakaran tersebut menyebabkan penurunan kandungan pigmen fotosintesis (klorofil dan karotenoid) yang secara langsung berpengaruh terhadap produktivitas tanaman yang dapat diserap oleh daun (Zulkifli H, 2011, h. 624)

B. APTI (*Air Pollution Tolerance Index*)

Menurut Singh *et al.*, (1991 *dalam* Nugrahani, 2012, h. 70) APTI (*Air Pollution tolerance Index*) adalah suatu angka yang menunjukkan tingkat toleransi tanaman terhadap polusi udara. Tingkat toleransi tanaman dapat ditentukan melalui empat parameter yaitu, kandungan asam askorbat, jumlah klorofil, pH ekstrak daun dan kadar air daun.

Rumus APTI (*Air Pollution Tolerance Index*) Menurut Singh *et al.*, (1991 *dalam* Nugrahani, 2012, h. 70)

$$APTI = \frac{[A(T + P) + R]}{10}$$

1. Asam Askorbat

Asam askorbat (vitamin C) merupakan vitamin penting dalam diet manusia dan tersedia melimpah dalam jaringan tanaman. Daun-daun hijau mengandung asam askorbat yang sama banyaknya dengan klorofil. Selain itu asam askorbat juga berfungsi sebagai pereduksi untuk beberapa radikal bebas sehingga dapat meminimalkan kerusakan yang disebabkan oleh oxidative stress (Mc Kersie dan Leshem 1994 *dalam* Nugrahani dan Endang, 2010). Tanaman yang toleran terhadap polusi udara memiliki kandungan asam askorbat tinggi walaupun dalam keadaan terpolusi karena asam askorbat memiliki fungsi sebagai antioksidan atau reduksi kuat yang dapat mencegah terjadinya reaksi oksidasi. Jika reaksi oksidasi sampai berlangsung, maka akan terbentuk senyawa yang dapat meracuni tanaman. (Udayana, 2004, h. 23)

2. Klorofil

Klorofil merupakan zat hijau daun yang berperan penting dalam proses fotosintesis. Istilah klorofil berasal dari bahasa Yunani yaitu Chloros artinya hijau dan Phyllos artinya daun. Klorofil adalah pigmen pemberi warna hijau pada tumbuhan, alga dan bakteri fotosintetik. Pigmen ini berperan dalam proses fotosintesis tumbuhan dengan menyerap dan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia (Nio dan Banyo, 2011, h. 167). Keberadaan polutan pada daun mengakibatkan rusaknya kutikula sehingga respirasi terhambat dengan demikian proses fotosintesis juga terhambat. Kadar klorofil dalam tumbuhan bervariasi dari satu spesies dan spesies lainnya tergantung umur daun, tingkat polusi seperti halnya kondisi lingkungan sekitarnya. Pada tumbuhan yang toleran terhadap polutan mempunyai kandungan klorofil yang tinggi karena secara fisiologis tumbuhan dapat menolak atau menetralkan polutan sehingga tidak merusak klorofil. Kandungan klorofil yang lebih tinggi diduga mendukung toleransi tumbuhan terhadap polutan. (Kurniati dan Irwanto, 2015)

3. pH

Derajat keasaman (pH) daun dapat menjadi indikator toleransi tanaman karena pH berperan penting dalam berbagai reaksi fisiologi tanaman. Menurut (Hartung dan Radin 1989 *dalam* Nugrahani dan Endang, 2010) tanaman yang toleran memiliki pH daun yang cukup tinggi (sekitar 6-7) walaupun dalam kondisi terpolusi. Menurut (Yan-Ju dan Hui 2008; Thakar dan Mishra 2010 *dalam* Dwiputri, 2015, h. 38) pH ekstrak daun yang rendah menunjukkan korelasi yang baik terhadap polusi udara dan juga menghambat proses fotosintesis pada

tanaman. Derajat keasaman (pH) daun dapat menjadi indikator toleransi tanaman karena pH berperan penting dalam berbagai reaksi fisiologi tanaman.

4. Kadar Air

Konsentrasi polutan udara yang tinggi dapat mengakibatkan tanaman mengalami defisit air sehingga tanaman tampak layu. Kadar air relatif yang tinggi pada tanaman akan membantu dalam mempertahankan keseimbangan fisiologis di bawah kondisi stress seperti paparan polusi udara ketika laju transpirasi tinggi yang dapat mengakibatkan kekeringan. Oleh karena itu, kadar air relatif tanaman dapat menunjukkan toleransi tanaman terhadap paparan polusi udara (Dwiputri, 2015, h. 39). Polutan udara dapat meningkatkan permeabilitas sel yang disebabkan oleh kehilangan air dan terlarutnya bahan nutrisi, akibatnya daun cepat mengalami senescence (Singh et al. 1991 *dalam* Nugrahani, 2012) sehingga dimungkinkan tanaman yang memiliki kandungan air relatif tinggi dalam kondisi terpapar polusi akan toleran terhadap polutan.

Pada saat kekurangan air, sebagian stomata daun menutup sehingga terjadi hambatan masuknya CO₂ dan menurunkan aktivitas fotosintesis. Selain menghambat aktivitas fotosintesis, kekurangan air juga menghambat sintesis protein dan dinding sel (Salisbury dan Ross, 1992 *dalam* Nio dan Banyo, 2011, h. 166). Tanaman yang mengalami kekurangan air secara umum mempunyai ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh normal (Kurniasari et al., 2010 *dalam* Nio dan Banyo, 2011, h. 166). Kekurangan air menyebabkan penurunan hasil yang sangat signifikan dan bahkan menjadi penyebab kematian pada tanaman (Salisbury dan Ross, 1992 *dalam* Nio dan Banyo, 2011, h. 166).

Menurut Cartonon dan Nahdiah (2008, h. 64) bila tumbuhan tidak didukung oleh sejumlah air yang memadai maka stomata akan tertutup dan tumbuhan menjadi layu. Pada kondisi demikian proses fotosintesis akan berjalan dengan lambat sekali.

Setelah empat parameter APTI (*Air Pollution tolerance Index*) diukur dan dihitung tanaman dapat di kategorikan ke dalam tanaman yang sensitif dan toleran berdasarkan tabel berikut:

Tabel. 2.1 Kriteria Tingkat Toleransi Tanaman Berdasarkan APTI (Singh *et al.*, 1991 dalam Nugrahani, 2012, h. 70)

Nilai APTI	Respons
30-100	Toleran
29-17	Menengah
16-1	Sensitif
<1	Sangat sensitif

C. Toleransi Tanaman Terhadap Bahan Pencemar

Toleransi tanaman terhadap bahan pencemar mencerminkan kemampuan tanaman sebagai penyerap bahan pencemar udara tanpa memperlihatkan kerusakan eksternal apapun. Tingkat toleransi terhadap polusi udara ini bervariasi antar spesies (Nugrahani dan Sukartiningrum, 2008 *dalam* Nugrahani dan Endang, 2010). Tingkat toleransi tanaman terhadap pencemaran udara dinyatakan dengan suatu angka APTI (*Air Pollution Tolerance Index*) (Singh *et al.*, 1991 *dalam* Nugrahani dan Sukartiningrum, 2008. h. 1-2).

Tingkat toleransi tanaman terhadap pencemaran udara berbeda antar spesies, tergantung kapasitas tanaman untuk bertahan terhadap pengaruh bahan pencemar tanpa memperlihatkan kerusakan apapun. Perbedaan tingkat toleransi antar spesies tanaman ini ditunjukkan dengan nilai APTI (*Air Pollution Tolerance Index*) yang berbeda pula antar spesies tanaman. Menurut (Laksmi *et al.*, 2009 dalam Nugrahani 2010, h. 5) tanaman dengan kriteria sensitif dan memiliki nilai APTI rendah dapat menjadi bioindikator.

Surtikanti (2009, h. 32) mengatakan bahwa “Bioindikator adalah organisme atau populasi tanaman yang kehadiran atau vitalitasnya dan responnya berubah akibat adanya perubahan kondisi lingkungan”.

Menurut Mahida (1993 dalam Affandy, 2015, h. 4) menyebutkan bahwa Bioindikator adalah suatu spesies organisme yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap polutan, yang mana spesies organisme ini umumnya dimasukkan ke suatu habitat untuk mengetahui dan memberi peringatan dini terjadinya polusi.

Pada umumnya tanaman lebih sensitif terhadap polutan daripada manusia. Tanaman yang sensitif dapat merupakan indikator, sedangkan tanaman yang tahan dapat merupakan akumulator polutan di dalam tubuhnya, tanpa mengalami kerusakan. Pemakaian bahan-bahan fosil yang tinggi melepaskan substansi-substansi toksik ke lingkungan dan hal itu dapat diserap juga oleh tumbuhan melalui udara, air atau tanah.

Pengaruh polutan terhadap tumbuhan dapat berbeda tergantung pada macam polutan, konsentrasinya dan lamanya polutan itu berada. Pada konsentrasi tinggi

tumbuhan akan menderita kerusakan akut dengan menampakkan gejala seperti khlorosis, perubahan warna, nekrosis dan kematian seluruh bagian tumbuhan.

Kemampuan tanaman menyerap pencemar udara bervariasi, dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi pencemar, sensitivitas tanaman terhadap pencemar, dan faktor pertumbuhan tanaman (Wilmer, 1986 *dalam* Dwiputri, 2015).

D. Faktor Klimatik sebagai Penunjang

Nilai APTI (*Air Pollution Tolerance Index*) juga dipengaruhi oleh faktor penunjang lain seperti faktor lingkungan sebagai berikut:

1. Suhu

Menurut Ibrahim dan Hizqiyah (2013, h. 40) menyebutkan bahwa naiknya suhu akan meningkatkan laju respirasi sehingga kadar CO₂ dalam daun meningkat, pH akan turun dan stomata tertutup.

Menurut Dewanti, D (2012, h. 23) Untuk daerah tropis memiliki suhu udara:

- 1) suhu minimum (5°C-15°C): apabila suhu suatu daerah kurang dari suhu ini tanaman akan terganggu pertumbuhannya bahkan dapat menyebabkan kematian apabila suhu tersebut berlangsung cukup lama.
- 2) suhu optimum (sekitar 30°C): suhu yang paling baik untuk pertumbuhan tanaman.
- 3) suhu maksimum (sekitar 40°C): apabila suhu lingkungannya di atas suhu maksimum, pertumbuhan tanaman juga akan terganggu bahkan dapat menyebabkan kematian.

Suhu yang ekstrim dapat merusak tanaman. Suhu yang terlalu tinggi maupun terlalu rendah dapat mematikan tanaman. Semakin lama waktu pemanasan dengan suhu yang tinggi dapat berpengaruh terhadap tanaman yaitu merusak asam askorbat (Vitamin C), kekeringan hingga menyebabkan kematian (Hok dkk, 2013, h. 118)

2. Kelembaban Udara

Faktor lain yang berpengaruh terhadap persebaran makhluk hidup di muka bumi adalah kelembaban. Kelembaban udara yaitu banyaknya uap air yang terkandung dalam massa udara. Tingkat kelembaban udara berpengaruh langsung terhadap pola persebaran tumbuhan di muka bumi. Beberapa jenis tumbuhan sangat cocok hidup di wilayah yang kering, sebaliknya terdapat jenis tumbuhan yang hanya dapat bertahan hidup di atas lahan dengan kadar air yang tinggi. (Hertanto, 2014).

Menurut Ibrahim dan Hizqiyah (2013, h. 34) Kelembaban udara berpengaruh terhadap laju transpirasi. Semakin banyak uap air di udara maka semakin lambat pula laju transpirasinya dan sebaliknya semakin sedikit uap air di udara maka semakin cepat laju transpirasinya.

Menurut Widiningsih (1985 *dalam* Wijayanto dan Nurunnajah, 2012, h. 10) kelembaban dan suhu udara merupakan komponen iklim mikro yang sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan masing-masing berkaitan mewujudkan keadaan lingkungan optimal bagi tanaman. Pertumbuhan suatu tanaman meningkat jika suhu meningkat dan kelembaban menurun, demikian pula sebaliknya.

3. Intenstas cahaya

Cahaya merupakan salah satu kunci penentu dalam proses metabolisme dan fotosintesis tanaman. Cahaya dibutuhkan oleh tanaman mulai dari proses perkecambahan biji sampai tanaman dewasa. Respon tanaman terhadap cahaya berbeda-beda antara jenis satu dengan jenis lainnya. Ada tanaman yang tahan (mampu tumbuh) dalam kondisi cahaya yang terbatas atau sering disebut tanaman

toleran dan ada tanaman yang tidak mampu tumbuh dalam kondisi cahaya terbatas atau sering disebut tanaman tidak toleran. Menurut Ade (2012) Tanaman yang tahan dalam kondisi cahaya terbatas secara umum mempunyai ciri morfologis yaitu daun lebar dan tipis, sedangkan pada tanaman yang tidak toleran akan mempunyai ciri morfologis daun kecil dan tebal. Kedua kondisi tersebut akan dapat menjadi faktor penghambat pertumbuhan tanaman apabila pemilihan jenis tidak sesuai dengan kondisi lahan, artinya tanaman yang toleran ketika ditanam ditempat yang cukup cahaya justru akan mengalami pertumbuhan yang kurang baik, begitu juga dengan tanaman yang tidak toleran apabila di tanam pada tempat yang kondisi cahaya terbatas pertumbuhan akan mengalami ketidak normalan.

Menurut (Omon et al. 2007 dalam Wijayanto dan Nurunnajah, 2012, h. 9). Cahaya digunakan oleh tanaman untuk proses fotosintesis. Semakin baik proses fotosintesis, semakin baik pula pertumbuhan tanaman. Selain itu besarnya intensitas cahaya yang diteruskan ke permukaan lahan akan cenderung menurun seiring bertambahnya umur suatu tanaman.

Dengan adanya cahaya matahari maka fotosintesis akan berjalan, sehingga CO₂ dalam daun akan berkurang dan stomata terbuka (Ibrahim dan Hizqiyah, 2008, h. 40)

E. Deskripsi Tanaman

1. Tanaman Damar (*Agathis dammara*)

Pohon Damar adalah sejenis pohon anggota tumbuhan Gymnospermae yang merupakan tumbuhan asli Indonesia. Damar termasuk salah satu famili Araucariaceae. Nama Damar sendiri diambil karena pohon ini memproduksi *kopal*

(getah). Getah tersebut digunakan untuk cat, vernis, spiritus, plastic, bahan *sizing*, pelapis tekstil, bahan *water proofing*, tinta cetak, dan lain sebagainya. Pohon damar digunakan sebagai pohon peneduh karena daunnya yang rimbun. Selain itu, damar juga digunakan sebagai penghias jalan karena jika pohon damar ditanam berjajar sesuai garis lurus, akan terlihat indah dan menarik. Di Indonesia penyebarannya sangat luas, yaitu di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, dan Papua. Mansur (2015, h. 127)

a. Jenis dan Sifat

Damar termasuk pohon besar dengan tinggi mencapai 65 m, berbatang bulat silindris dengan diameter lebih dari 1,5 m. Daun berbentuk jorong, panjangnya 6-8 cm dan lebar 2-3 cm, meruncing kearah ujung yang membundar. Biji masak berbentuk bulat telur berukuran 9—10,5 cm × 7,5-9,5 cm. Damar tumbuh secara alami di ketinggian 100-1.600 m mdl dengan curah hujan 2.400-4800 mm/tahun. Tumbuh di tanah berdrainase baik dan toleran terhadap tanah padat dan asam.

Gambar 2.1 Daun Damar (*Agathis dammara*)



(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

b. Klasifikasi Damar

Phylum : Plantae
 Divisio : Pinophyta
 Classis : Pinopsida
 Order : Pinales
 Family : Araucariaceae
 Genus : *Agathis*
 Species : *Agathis dammara*
 (Sumber: Mansur, 2015)

Gambar 2.2 Pohon Damar

(*Agathis dammara*)



(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2. Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium oleana*)

a. Deskripsi tanaman Pucuk Merah (*Syzygium oleana*)

Pucuk merah (*Syzygium oleana*) adalah sejenis tanaman perdu. Tanaman yang dikenal dengan nama pucuk merah atau dalam bahasa latinnya bernama *Syzygium oleana* merupakan tanaman yang berciri khas memiliki daun yang berwarna merah dan hijau. Daun tumbuh rapat antara satu daun dengan daun lainnya. Tekstur daun halus dengan panjang daun berkisar 5 cm dan permukaan daun yang mengkilap. Saat daun masih pucuk dan muda, daun akan berwarna merah. Kemudian warna daun akan berubah menjadi hijau saat daun semakin tua. Inilah alasan tanaman ini dikenal dengan nama pucuk merah. Tanaman ini akan selalu menghasilkan dua warna karena daun muda yang berwarna merah akan bermunculan sehingga warna tanaman menjadi hijau merah (Murni, 2015).

Indonesia menjadi salah satu negara tempat ideal bagi si pucuk merah karena tanaman ini sangat cocok hidup di daerah tropis. Diameter tanaman dapat mencapai 30 cm dengan tinggi mencapai 7 meter. Usia tanaman dapat mencapai puluhan tahun. Besarnya tanaman dapat membuat rumah terlihat sejuk. Kerimbunan dan keunikan warna daun tanaman Pucuk Merah menjadikannya dipilih sebagai penghias rumah dan taman (Murni, 2015).

Syzygium oleana atau pucuk merah berkerabat dekat dengan tanaman jambu air, salam, Juwet, jambu Darsono, klampok watu (jambu batu) , dan masih banyak lagi , karena diperkirakan terdapat sekitar 1.100 spesies dari genus *Syzygium* ini. Ciri khas dari jenis tumbuhan ini jika daunnya diremas akan mengeluarkan aroma khas sebagainya kandungan minyak atsiri yang terdapat pada berbagai jenis *Syzygium* (Murni, 2015).

Daun *Syzygium oleana* atau pucuk merah berupa daun tunggal berbentuk lancet, bertangkai sangat pendek hampir duduk, tumbuh berhadapan, permukaan daun bagian atas mengkilat; warna daun mengalami perubahan , ketika baru tumbuh berwarna merah menyala, kemudian berubah menjadi coklat, lalu berubah lagi menjadi warna hijau; ukuran daun panjang ± 6 cm dan lebar ± 2 cm, pertulangan daunnya menyirip.

Bunga *Syzygium oleana* atau pucuk merah berupa bunga majemuk tersusun dalam malai berkarang terbatas Akar *Syzygium oleana* atau pucuk merah berupa akar tunggang, sehingga bisa menahan pohonnya yang tinggi, Reproduksi *Syzygium oleana* atau pucuk merah secara alami adalah dengan biji, namun secara komersial tanaman ini dapat diperbanyak dengan cara cangkok atau stek

batang. Manfaat *Syzygium oleana* atau pucuk merah pada umumnya hanya sebagai tanaman hias dan tanaman peneduh (Djamal, 1990 dalam Murni, 2015).

Gambar 2.3 Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*)



(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

b. Klasifikasi Pucuk Merah

Phylum : Plantae
 Divisio : Tracheophyta
 Classis : Magnoliopsida
 Order : Myrtales
 Family : Myrtaceae
 Genus : *Syzygium*
 Species : *Syzygium oleana*
 (Sumber: Helmi, 2016, h.3)

Gambar 2.4 Pucuk Merah

(*Syzygium oleana*)



(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

F. Letak Geografis Kota Bandung

Kota Bandung terletak pada koordinat 107° BT dan $6^{\circ} 55'$ LS. Luas kota Bandung adalah 16.767 hektare. Kota ini secara geografis terletak di tengah-tengah Provinsi Jawa Barat, dengan demikian sebagai Ibukota Provinsi, Bandung mempunyai nilai strategis terhadap daerah-daerah di sekitarnya. Kota Bandung terletak pada ketinggian ± 768 m di atas permukaan laut rata-rata (mean sea level), dengan di daerah utara pada umumnya lebih tinggi daripada di bagian selatan. Ketinggian di sebelah utara adalah ± 1050 dpl, sedangkan di bagian selatan adalah ± 675 dpl. Bandung dikelilingi oleh pegunungan, sehingga Bandung merupakan suatu cekungan (Bandung Basin)

Menurut Soedomo (2001, h. 69) :

Daerah Bandung merupakan daerah yang memerlukan suatu studi lebih mendalam. Keadaan topografis dan geografis daerah Bandung yang sangat khusus, ditandai dengan cekungan dan lembah, akan memberikan suatu karakteristik meteorologi regional tersendiri. Inversi temperatur dan aliran udara bolak-balik akan sangat mungkin terjadi, baik secara periodik maupun menerus. Akhirnya akumulasi pencemar udara, terutama pencemar sekunder, mungkin akan terjadi.

Jalan Ir. H. Juanda (Dago) merupakan salah satu jalan yang banyak dipadati oleh kendaraan bermotor di kota Bandung. Baik dari kendaraan pribadi maupun angkutan umum. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Pratama (2010, h. 2) yaitu, Arus maksimal kendaraan untuk jalur Ir. H. Juanda Atas – Ir. H. Juanda Bawah mencapai 1250,15 smp/jam setiap harinya. Hal ini dikarenakan jalan tersebut merupakan akses yang mudah untuk dilewati serta terdapat tempat-tempat perbelanjaan seperti *factory outlet* dan tempat makan yang menarik untuk dikunjungi para wisatawan yang datang ke kota Bandung terutama pada akhir pekan. Pada sore hari kawasan tersebut semakin ramai dan arus kendaraanpun

semakin meningkat. Dengan semakin meningkatnya jumlah kendaraan bermotor di kota Bandung khususnya di jalan Ir. H. Juanda maka semakin tinggi pula jumlah emisi yang di hasilkan.

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas udara ambien roadside tahun 2014 kadar CO di jalan Ir. H. Juanda saat tidak *Car Free Day* sebesar 8588 ppm dan pada tahun 2015 sebesar 1145 ppm. Angka tersebut menunjukkan bahwa kadar CO di jalan tersebut telah melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) di atas 100 ppm yang dapat membahayakan. Pada saat *Car Free Day* kadar CO di ruas jalan Ir. H. Juanda lebih rendah karena tidak adanya kendaraan bermotor yang melintas, kecuali di Simpang Dago. Hal ini sebabkan karena di sepanjang jalan Ir. H. Juanda diguankan untuk kegiatan *Car Free Day*. Hal ini juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti, cuaca yang mendung akan menyebabkan suhu udara semakin menurun dan kelembaban udara menjadi meningkat pada siang hari. Begitu pula sebaliknya pada cuaca cerah dan tidak ada tutupan awan, akan menyebabkan suhu meningkat dan kelembaban udara pun berkurang pada siang hari.

Tabel 2.2 Hasil pengukuran Kualitas Udara Ambien Roadside Tahun 2014

No	Jalan	Parameter				
		NO ₂ ug/Nm ³	SO ₂ ug/Nm ³	CO ug/Nm ³	HC ug/Nm ³	Pb ug/Nm ³
1.	Terminal Leuwipanjang	51,67	<17,15	9160	18	0,15
2.	Alun-alun jalan Asia Afrika	<10	<17,15	11336	15	0,15
3.	Jl. Soekarno Hatta	<10	<17,15	3206	18	0,08
4.	Jl. Ir. H. Djuanda (Saat CFD)	<10	<17,15	1145	5	0,01
5.	Jl. Ir. H. Djuanda (saat tidak CFD)	27,2	<17,15	8588	11	0,15
6.	Bundaran Cibiru	<10	<17,15	6298	18	0,1

Berdasarkan: Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara serta Kep. MENLH Nomor : KEP-48/MENLH/11/1996 tentang Baku Mutu Tingkat Kebisingan.

Tabel 2.3 Hasil pengukuran Kualitas Udara Ambien Roadside Tahun 2015

No	Jalan	Parameter				
		NO ₂ ug/Nm ³	SO ₂ ug/Nm ³	CO ug/Nm ³	HC ug/Nm ³	Pb ug/Nm ³
1.	Terminal Leuwipanjang	29,39	42,91	3435	22	0,3
2.	Alun-alun jalan Asia Afrika	13,94	18,01	28,63	15	0,2
3.	Jl. Soekarno Hatta	17,76	19,64	3435	15	0,3
4.	Jl. Ir. H. Djuanda (Saat CFD)	<10	<17,15	<1145	5	0,01
5.	Jl. Ir. H. Djuanda (saat tidak CFD)	13,94	20,37	1145	15	0,15
6.	Bundaran Cibiru	17,31	25,64	2624,9 2	17	0,25

Berdasarkan: Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara serta Kep. MENLH Nomor : KEP-48/MENLH/11/1996 tentang Baku Mutu Tingkat Kebisingan.

G. Pengaplikasian Penelitian dalam Kegiatan Pembelajaran

Nilai APTI (*Air Pollution Tolerance Indeks*) pada tanaman Damar (*Agathis dammara*) dan Pucuk Merah (*Syzygium Oleana*) yang terdapat di tepi jalan Ir. H. Juanda Kota Bandung berkaitan dengan salah satu Kompetensi Dasar kurikulum 2013 kelas X Semester 2 yaitu pada KD 3.10 Menganalisis data perubahan lingkungan dan dampak dari perubahan perubahan tersebut bagi kehidupan.

Subab materi yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu mengenai pencemaran udara. Pencemaran udara merupakan suatu kondisi dimana kualitas udara menjadi rusak dan terkontaminasi oleh zat-zat yang berbahaya untuk makhluk hidup disekitarnya termasuk manusia, hewan, tumbuhan dan lingkungan. Pencemaran udara biasanya terjadi di kota-kota besar salah satunya yaitu Kota Bandung. Sumber pencemaran udara berasal dari kegiatan manusia salah satunya yaitu alat transportasi. Tingginya pemakaian kendaraan bermotor oleh masyarakat yang menyebabkan pemakaian bahan bakar fosil (minyak bumi atau batubara) meningkat sehingga menghasilkan karbon monoksida (CO) yang tinggi dan berbahaya untuk keberlangsungan makhluk hidup. Oleh sebab itu maka perlu upaya untuk menanggulangnya seperti penanaman tanaman yang toleran terhadap pencemaran udara.

Manfaat penelitian Nilai APTI (*Air Pollution Tolerance Indeks*) Pada Tanaman Damar (*Agathis Dammara*) Dan Pucuk Merah (*Syzygium Oleana*) Yang Terdapat Di Tepi Jalan Ir. H. Juanda Kota Bandung pada materi Pencemaran Lingkungan yaitu, memberikan pemahaman kepada siswa mengenai konsep-konsep dasar tentang manusia dan lingkungannya, serta memberikan pengetahuan

kepada siswa sumber penyebab pencemaran udara dan dampaknya seperti apa untuk keberlangsungan makhluk hidup dan mengetahui cara penanggulangannya.

H. Hasil Penelitian yang Relevan

1. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Hilda Zulkifli yang berjudul “*Kerusakan Struktur, Morfologi Dan Biokimia Tanaman Sebagai Bioindikator Kualitas Udara Perkotaan*”. Dalam penelitiannya ditemukan bahwa kandungan asam askorbat pada tanaman yang tergolong memiliki respon intermediat (menengah) berkisar antara 7,52-11,05 mg, sedangkan pada kelompok sensitif dijumpai kandungan asam askorbat dengan konsentrasi rendah (1,161-8,23 mg). Hal yang sama dijumpai pada kandungan klorofil, untuk tanaman yang tergolong memiliki respons menengah, memiliki kandungan klorofil 4 - 16 mg, sedangkan pada tanaman sensitif memiliki kandungan klorofil 0,90 - 9,38 mg (Lakshmi et al., 2008).
2. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Cucun Kurniati, Rina Ratnasih Irwanto yang berjudul “*Evaluasi nilai APTI dan API pada Swietenia macrophylla dan Agathis dammara yang terdapat di Kampus ITB Ganessa, Bandung*” . Berdasarkan hasil yang diperoleh, *S. macrophylla* dan *A. dammara* memiliki kandungan asam askorbat yang rendah dibandingkan dengan *Azadirachta indica* yang memiliki nilai kandungan asam askorbat 8.78. Asam askorbat merupakan antioksidan yang ditemukan pada daun tumbuhan dan mempengaruhi resistensi tumbuhan terhadap kondisi lingkungan yang merugikan, termasuk polusi udara. Kontaminasi tanah dan polusi udara telah diketahui dapat menyebabkan penurunan kandungan asam

askorbat pada tanaman *Tibouchina pulchra* (Klumpp et al.2000). Nilai pH ekstrak daun pada *S. macrophylla* adalah 5.790, sedangkan pada *A. dammara* adalah 4.425. Kandungan nilai pH yang ditinggi diketahui dapat meningkatkan toleransi terhadap polusi. Nilai kandungan total klorofil pada *S. macrophylla* adalah 0.296 mg/g, sedangkan pada *A. dammara* adalah 0,287 mg/g. Kandungan klorofil yang lebih tinggi diduga mendukung toleransi tumbuhan terhadap polutan. Kandungan air relatif pada *S. macrophylla* lebih rendah(70.89%) daripada, *A. dammara* (85.37%). Nilai APTI Pada *S. macrophylla* adalah 7.088 sedangkan nilai APTI *A. dammara* adalah 8.54. Sehingga kedua tanaman tersebut dikelompokkan sebagai tanaman sensitif. Oleh karena itu, kedua tanaman tersebut dapat dijadikan sebagai bioindikator lingkungan.

3. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Krishnaveni M, Chandrasekar R, Amsavalli L, Madhaiyan P & Durairaj S. yang berjudul "*Air Pollution Tolerance Index of Plants at Perumalmai Hills, Salem, Tamil Nadu, India*" Didapatkan hasil Nilai APTI yang tinggi terdapat pada tanaman *Nerium oleander* berkisar 16 sedangkan untuk *Ficus benghalensis* 15.92 dan untuk *Psidium guajava* 15.41. Tanaman yang memiliki nilai APTI terendah yaitu *Spathodea campanulata*, *Opuntia ficus indica*. Tanaman yang memiliki nilai APTI rendah umumnya sensitif terhadap polusi udara.
4. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh G.S. Mahecha, B.R. Bamniya, Saini Neelima Nair, & Dhavan Saini yang berjudul "*Air Pollution Tolerance Index of Certain Plant Species - A Study of Madri Industrial Area, Udaipur*

(Raj.), India". Ia mengungkapkan dari hasil penelitiannya *Santalum album* (L) memiliki skor APTI tertinggi (6,643192) dengan pH sangat rendah 5,93, kadar klorofil 1.1974mg / gm, kadar air 66.33% dan asam askorbat 0,0143 mg / gm. spesies ini dapat direkomendasikan untuk perkebunan hijau di daerah industri.

5. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Camella Fernandez dengan judul "*Evaluation of Air Pollution Tolerance Index of Bougainvillea, Santan and Mahogany*" berdasarkan kriteria nilai APTI (*Air Pollution Tolerance Index*) dari *Bougainvillea* dan *Santan* menunjukkan bahwa keduanya termasuk ke dalam tanaman yang sensitif terhadap polusi udara sedangkan nilai APTI (*Air Pollution Tolerance Index*) dari *Mahogany* menunjukkan bahwa tanaman tersebut toleran terhadap polusi udara.