

BAB II

TINJAUAN APTI, *Ficus lyrata* Warb, *Samanea saman* (Jacq) Merr, KOTA BANDUNG

A. Pencemaran Udara

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 yang cukup lama, akan dapat mengganggu kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya (Mulyadi, 2010, h. 167).

Menurut Peraturan Pemerintah 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 ke tingkat tertentu sampai menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.

Pusparini 2002 (dalam Aji, 2006, h. 13) menyatakan bahwa konsentrasi udara ambien merupakan zat pencemar dari sumber pencemar yang terdiri dari partikel dan gas yang selanjutnya di atmosfer mendapat pengaruh dari antara lain faktor meteorologis seperti curah hujan, arah dan kecepatan angin, kelembaban udara, dan temperatur yang secara bersamaan akan mengalami reaksi kimia.

Buku mutu udara ambien adalah ukuran batas atau kadar zat, energi dan/atau komponen yang ada atau seharusnya ada dan/ unsur udara yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien. Selanjutnya dijelaskan juga tentang sumber pencemaran udara adalah setiap usaha dan/atau kegiatan yang mengeluarkan yang mengeluarkan bahan pencemar udara yang menyebabkan udara tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya (Peraturan Pemerintah No 41 Tahun 1999).

Selain faktor meteorologi, kondisi topografi wilayah dapat memberikan pengaruh terhadap konsentrasi bahan pencemar di udara. Topografi dan keadaan lingkungan akan mempengaruhi dispersi bahan pencemar disekitar wilayah tersebut. Suatu wilayah yang terletak di daratan rendah akan mempunyai konsentrasi yang berbeda dengan daerah di daratan tinggi maupun cekungan. Namun, suatu wilayah tidak akan mengalami pencemaran udara jika tidak terdapat pencemaran pada wilayah tersebut (Aji, 2006, h. 13).

Menurut Soedomo (2001, h. 64) menyatakan bahwa dalam beberapa hal, kualitas udara di Kota Bandung lebih buruk dibandingkan dengan Kota Jakarta, meskipun tingkat kerapatan emisi di Kota Jakarta lebih tinggi. Hal ini disebabkan oleh rendahnya asimilasi atmosfer Kota Bandung yang ditandai dengan stagnasi udara di dalam cekungan Bandung, yang selanjutnya memberikan pengaruh akumulasi unsur-unsur pencemaran udara.

Menurut Andrews (1972 dalam Udayana, 2004, h. 7) menyatakan bahwa sumber pencemaran udara dapat dikelompokkan menjadi tiga golongan, diantaranya adalah:

- a. Gesekan permukaan seperti gesekan dari beberapa materi misalnya aspal, tanah, besi dan kayu yang membungkan partikel padat ke udara pada berbagai ukuran.
- b. Penguapan yang berasal dari cairan yang mudah menguap misalnya bensin, minyak cat dan uap yang dihasilkan oleh industri logam dan lain-lain.
- c. Pembakaran seperti bahan bakar fosil misalnya minyak, solar, bensin, batu bara, pembakaran hutan dan lain-lain. Yang mana pembakaran tersebut merupakan proses oksidasi sehingga menghasilkan CO_2 , SO_2 , NO_2 , CO atau senyawa hidro karbon yang tidak sempurna.

Menurut pergerakannya sumber pencemaran udara dapat berasal dari sumber yang bergerak dan tidak bergerak. Contoh sumber yang tidak bergerak meliputi industri. Sedangkan untuk sumber yang bergerak, contohnya adalah kendaraan bermotor yang mencakup semua sektor transportasi seperti transportasi (<http://airpollutiona2014.weebly.com>).

Menurut Aji (2006, h. 13) menyatakan bahwa senyawa yang diketahui sebagai pencemaran udara primer terhitung dari 90% dari total pencemaran. Senyawa tersebut adalah Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NO_x), Hidrokarbon (HC), Sulfur Oksida (SO_x), dan partikulat.

Menurut Mulyadi (2010, h. 170-174) beberapa senyawa primer tersebut adalah:

1. Karbon Monoksida (CO)

Karbon Monoksida (CO) merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa dan tidak merangsang. Sumber pencemaran CO adalah pembakaran tidak sempurna dari bahan bakar fosil, pembakaran sampah serta pembakaran bensin. CO antropogenik dari emisi automobile dan industri memberikan kontribusi efek rumah kaca dan pemanasan global. Di daerah perkotaan, CO bersama dengan aldehida, bereaksi secara fitokimia menghasilkan radikal bebas.

2. Nitrogen Oksida (NO_x)

Nitrogen Oksida (NO_x) ada dua macam, yaitu gas Nitrogen Monoksida (NO) dan gas Nitrogen Dioksida NO₂. Kedua senyawa ini mempunyai sifat yang sangat berbeda. Sifat NO₂ adalah berwarna kecoklatan dan berbau tajam menyengat hidung, sedangkan NO tidak berwarna dan tidak berbau. Sumber utama dari bahan pencemar ini adalah kendaraan bermotor, sekalipun industri kima dan pembangkit listrik, juga asap rokok merupak sumber NO₂ tetapi jumlahnya kecil.

3. Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon (HC) adalah pencemar yang dapat berupa gas, cairan maupun padatan. Jumlah atom karbon (C) dalam senyawa HC akan menentukan bentuknya, apakah akan berbentuk gas, cair, ataukah padatan. Sumber pencemar ini adalah pembakaran yang tidak sempurna, asap kendaraan bermotor, kebakaran hutan dan pembusukan tanaman.

4. Belerang Oksida (SO_x)

Belerang Oksida (SO_x) terdiri atas dua macam yaitu SO_2 dan SO_3 . SO_2 merupakan gas yang tidak berwarna tetapi mempunyai bau yang menyengat. Konsentrasi gas SO_2 di udara akan mulai terdeteksi oleh indra manusia (tercium baunya) manakala konsentrasinya berkisar antara (0,3-3) ppm. Secara umum, SO_2 dihasilkan oleh sumber pencemaran alamiah dan antropogenik. SO_2 yang bereaksi dengan oksigen akan membentuk SO_3 . Jika SO_3 bereaksi dengan air akan membentuk H_2SO_4 (asam sulfat) yang dengan HNO_3 turun bersama hujan dan membentuk hujan asam.

5. Partikel

Partikel adalah pencemaran udara yang berada bersama dengan bahan atau bentuk pencemaran 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, pencemaran partikel dapat meliputi berbagai macam bentuk, mulai dari bentuk sederhana sampai dengan bentuk yang rumit atau kompleks yang kesemuanya merupakan bentuk pencemaran udara.

Sumber pencemaran partikel akibat ulah manusia sebagian besar berasal dari pembakaran batu bara, proses industri, kebakaran hutan dan gas buangan alat transportasi.

Bahan pencemar atau senyawa pencemar tersebut dapat mencemari udara secara sendiri-sendiri, atau dapat pula mencemari udara secara bersama-sama. Jumlah bahan pencemar udara tergantung pada sumbernya (Mulyadi, 2010, h. 170).

B. Toleransi Tanaman Terhadap Pencemaran Udara

Tanaman dapat digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu tanaman sensitif dan toleran. Tanaman yang tergolong sensitif akan mengalami kerusakan bahkan kematian, sedangkan tanaman toleran akan mampu bertahan dan hidup dalam kondisi yang tercemar (Sabri, 2015, h. 1914). Menurut levitt, 1980 (dalam Pangesti, 2013, h. 48) menyatakan bahwa tanaman toleran adalah tanaman yang mampu hidup dan memperbaiki efek yang menyebabkan kerusakan. Sedangkan resistensi atau ketahanan tanaman merupakan kemampuan tanaman dalam merespon kondisi lingkungan atau bahan pencemar udara dari kondisi normalnya dan mamapu menghadapi serta memperbaiki kerusakan yang terjadi, sehingga proses metabolisme dapat dilindungi.

Ketahanan tanaman terhadap pencemaran udara pada setiap jenis tanaman berbeda-beda. Hal ini berhubungan dengan morfologi daun pada tanaman tersebut. Menurut Thomas *et al* 1950 (dalam Pangesti 2013, h. 48) menyatakan bahwa tanaman dengan daun sekulen dan sedang pada tingkat aktifitas fisiologi tinggi, umumnya tanaman lebih sensitif, sedangkan tanaman dengan bentuk daun jarum dan daun tebal umumnya lebih resisten.

Hal yang sama juga dinyatakan oleh Dwiputri (2015, h. 35) menyatakan bahwa daun yang tebal dalam keadaan tercemar menunjukkan tanaman toleran terhadap pencemaran udara. Sedangkan jenis tanaman dengan daun yang tipis dalam keadaan udara tercemar merupakan tanaman sensitif.

C. APTI (*Air pollution tolerance index*)

APTI merupakan alat yang digunakan untuk memilih tanaman toleran terhadap pencemaran udara berdasarkan parameter fisiologi (Qonita, 2014, h. 3). Parameter fisiologi merupakan parameter penyusun APTI yang terdiri atas empat parameter, yaitu kandungan asam askorbat (A), kandungan total klorofil (T), pH ekstrak daun (P), dan kadar air relatif (K). Parameter tersebut dihitung bersama dalam suatu formulasi untuk mendapatkan nilai empiris sebagai nilai APTI dengan rumus: $A(P+T)+R/10$ (Sabri et al 2015, h. 1915).

1. Parameter Fisiologi

a. Kandungan Asam Askorbat

Asam askorbat merupakan vitamin yang dapat larut dalam air. Asam askorbat dapat disintesis oleh tanaman yang digunakan untuk kebutuhan sendiri dan berfungsi sebagai anti oksidan. Menurut Udayana (2004, h. 23) menyatakan bahwa asam askorbat berfungsi sebagai anti oksidan yang dapat mencegah terjadinya reaksi oksidasi. Apabila reaksi oksidasi sampai terjadi, maka akan terbentuk senyawa yang akan meracuni tanaman.

Menurut Kurniati (2015, h. 1613) menyatakan bahwa asam askorbat merupakan anti oksidan yang ditemukan pada daun tanaman dan mempengaruhi resistensi tanaman terhadap kondisi lingkungan yang merugikan termasuk pencemaran udara. Kontaminasi tanah dengan pencemaran udara telah diketahui dapat menyebabkan penurunan kandungan asam askorbat pada tanaman *Tibouchina pulchra*. Hal yang sama dinyatakan oleh Furlan (*et al* 2000, h. 85) menyatakan bahwa penurunan asam askorbat juga dapat terjadi akibat adanya kontaminasi tanah dengan bahan pencemar di udara. Sedangkan menurut Agbaire (2009, h. 2) menyatakan bahwa asam askorbat merupakan reduktan kuat dan merupakan aktivator pada berbagai mekanisme fisiologi pertahanan tubuh tanaman.

Asam askorbat dapat ditemukan dalam kloroplas, sitosol, vakuola, dan ruang ekstra seluler sel. Yang mana sekitar 20 - 40 % asam askorbat di dalam mesofil berada dalam kloroplas (Mc Kersie dan Leshem, 1994 dalam Dwiputri, 2015, h. 11). Asam askorbat mempunyai manfaat dalam metabolisme sel, pembelahan dan perkembangan sel serta dapat menunda penuaan jaringan (Leowus dan Helsper, 1982 dalam Gadallah, 2000, h. 312)

Menurut Qonita (2014, h. 14) berpendapat bahwa tanaman yang mempunyai asam askorbat tinggi merupakan tanaman yang toleran. Hal yang sama juga dinyatakan oleh Keller dan Schwager, 1997 (dalam Gadallah, 2000, h. 311) bahwa tanaman yang toleran terhadap pencemaran udara mengandung lebih banyak asam askorbat dibandingkan dengan tanaman yang kurang toleran atau sensitif terhadap pencemaran udara.

Sedangkan menurut Kurniati (2015, h. 1613) menyatakan bahwa asam askorbat berkaitan dengan ROS (*Relatif Oxsygen Species*) yang merupakan molekul yang sangat kecil yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman. Peningkatan kandungan asam askorbat pada tanaman dapat menurunkan konsentrasi ROS. Dalam hal ini, tanaman dengan kandungan asam askorbat tinggi dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap pencemaran udara.

Dwiputri (2015, h. 39) dalam penelitiannya menyatakan bahwa tanaman trembesi (*Samanea saman*) yang tidak terpapar oleh bahan pencemar (normal) mempunyai kandungan asam askorbat sebesar 10,51 (mg/g).

b. Kandungan Total Klorofil

Istilah klorofil bersal dari bahasa Yunani yaitu chloros artinya hijau dan phyllos artinya daun. Klorofil adalah pemberi warna hijau pada tanaman, alga dan bakteri fotosintetik. Pigmen ini berperan dalam proses fotosintesis tanaman dengan menyerap dan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia (Banyo, 2011, h. 167). Klorofil merupakan pigmen utama yang terdapat dalam kloroplas (Cartono, 2010, h. 68). Tanaman tingkat tinggi mempunyai dua macam klorofil yaitu klorofil a ($C_{55} H_{72} O_5 N_4 Mg$), yang berwarna hijau tua dan klorofil b ($C_{55} H_{70} O_6 N_4 Mg$) yang berwarna hijau muda (Banyo, 2011, h. 168).

Klorofil a bersifat kurang polar dan berwarna biru hijau sedangkan klorofil b bersifat polar dan berwarna kuning hijau (Seafast, 2012, h. 58). Kandungan klorofil pada tanaman berpengaruh langsung terhadap aktivitas fotosintesis dan secara tidak langsung berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan biomassa.

Kandungan klorofil dalam tanaman bervariasi dari satu jenis tanaman dengan jenis tanaman lainnya tergantung pada umur daun, tingkat pencemaran di udara seperti halnya kondisi biotik dan abiotik lainnya (Dwiputri, 2015, h. 36). Adanya bahan pencemar udara menyebabkan penurunan kandungan klorofil - a dan klorofil - b penurunan tersebut disebabkan zat pencemar merusak jaringan palisade dan bunga karang yang merupakan jaringan dengan banyak mengandung klorofil - a dan klorofil - b (Ari Jayanthi, 2010, h. 7).

Selain itu, penurunan kandungan klorofil diakibatkan oleh rusaknya kutikula yang disebabkan oleh adanya bahan pencemar. Sehingga proses respirasi terganggu dan fotosintesis terhambat (Dwiputri, 2015, h. 11).

c. pH Ekstrak Daun

Derajat keasaman (pH) daun dapat menjadi indikator toleransi tanaman karena pH berperan penting dalam berbagai reaksi fisiologi tanaman. Menurut Udayana (2004, h. 23) berpendapat bahwa tanaman yang toleran memiliki pH daun sekitar 6-7 meskipun berada dalam kondisi terpolusi. Pengaruh bahan pencemar yang bersifat asam secara langsung dapat menurunkan pH misalnya SO_2 dan NO_2 . Menurut Liu dan Ding (2008, h. 29) bahwa pH daun rendah dapat menghambat proses fotosintesis.

Menurut Lakshmi, *et al* 2009 (dalam Pangesti, 2013, h. 86) menyatakan bahwa pH dan asam askorbat saling berpengaruh terutama dalam efisiensi konversi gula heksosa menjadi asam askorbat meningkat pada pH daun tinggi, sedangkan untuk pH daun rendah menurunkan proses fotosintesis tanaman.

d. Kadar Air Relatif

Konsentrasi pencemara udara yang tinggi dapat mengakibatkan tanaman mengalami defisit air sehingga tanaman tampak layu. Kadar air relatif berkaitan erat dengan permeabilitas protoplasma (Singh *et al* 1991 dalam Udayana, 2004, h. 29). Kadar air untuk tiap bagian tanaman berbeda-beda. Kadar air pada bagian daun tanaman sekitar 50% - 59%, sedangkan pada biji-bijian 5% - 1%. Tanaman yang mempunyai kandungan kadar air tinggi dan mampu mempertahankan kandungan air tersebut ketika terpapar oleh bahan pencemar di udara maka tanaman tersebut merupakan tanaman yang toleran (Suryaningsih, 2015. h. 1).

Menurut Dwiputri (2015, h. 39) menyatakan bahwa kadar air relatif yang tinggi pada tanaman akan membantu dan mempertahankan keseimbangan fisiologi di bawah kondisi stress seperti paparan pencemaran udara pada saat laju respirasi tinggi yang dapat mengakibatkan kekeringan.

2. Nilai APTI

Menurut Singh *et al* (1991 dalam Pangesti, 2013, h. 67) menyatakan bahwa nilai APTI berbeda-beda pada tanaman herba, semak-semak, dan pohon. Perbedaan nilai APTI pada setiap jenis tanaman ditentukan berdasarkan parameter fisiologi pada setiap jenis tanaman. Menurut Sabri (2015. h. 1916) menyatakan bahwa perubahan dan perbedaan dalam setiap parameter dari individu tanaman berpengaruh terhadap nilai APTI. Sedangkan menurut Krishna (2014, h. 320) menyatakan bahwa pada setiap parameter fisiologi APTI berperan dalam menentukan toleransi tanaman terhadap pencemaran udara.

Klumpp *et al* 2000 (dalam Kurniati, 2015, h. 1613) bahwa adanya kontaminasi tanah dan bahan pencemar di udara telah diketahui dapat menyebabkan penurunan kandungan asam askorbat pada tanaman *Tibouchina pulchra*. Sedangkan menurut Budiyono (2001, h. 24) menyatakan bahwa kontaminasi tanah dengan bahan pencemar dapat mengganggu fisiologi tanaman.

Menurut Shing *et al* 1991 (dalam Udayana, 2004, h. 39) menyatakan kriteria tanaman dibagi menjadi empat kriteria. Disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kriteria Sensitifitas dan Toleransi Tanaman

Kriteria	Nilai APTI	
	Deciduosu	Evergreen
Sensistif	<14	<12
Sedang	15-16	13-16
Cukup toleran	20-24	17-20
Toleran	>24	>20

D. Faktor Lingkungan yang Berpengaruh Terhadap Nilai APTI

Faktor lingkungan merupakan faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor dalam atau *internal factor* yaitu faktor yang berasal dari tanaman itu sendiri atau sifat yang terdapat dalam tanaman dan faktor lingkungan atau *enviromental factor* yaitu faktor yang berasal atau berada disekeliling tanaman (Afifah, 2014, h. 1). Faktor lingkungan dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok abiotik dan biotik (makhluk hidup). Faktor abiotik yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman diantaranya yaitu suhu, kelembaban udara dan intensitas cahaya.

1. Suhu

Suhu merupakan faktor yang berpengaruh terhadap fisiologi tanaman antara lain bukaan stomata, laju transpirasi, laju penyerapan air dan nutrisi, fotosintesis dan respirasi. Suhu optimum yaitu 15°C - 30°C merupakan suhu yang paling baik dalam pertumbuhan. Suhu minimum kurang lebih 10°C merupakan suhu terendah dimana tanaman masih dapat tumbuh. Suhu maksimum 30°C - 38°C merupakan suhu tertinggi yang mana tanaman masih dapat tumbuh (Dewi, 2013).

Menurut Ibrahim dan Hizqiyah (2013, h. 40) menyatakan bahwa adanya kenaikan suhu pada tanaman akan meningkatkan laju respirasi sehingga kadar CO_2 dalam daun akan meningkat, pH akan turun dan stomata sedikit tertutup.

2. Kelembaban udara

Kelembaban udara berkaitan dengan laju transpirasi melalui daun. Kelembaban menunjukkan banyak sedikitnya uap air di udara, yang biasanya dinyatakan dengan kelembaban relatif. Makin banyak uap air di udara, akan makin kecil perbedaan tekanan uap air dalam rongga daun dengan di udara, maka makin lambat laju transpirasinya. Sebaliknya jika tekanan uap air di udara makin rendah atau kelembaban relatifnya makin kecil, maka makin besar perbedaan uap air di rongga daun dengan di udara, dan transpirasi akan berjalan lebih cepat. Hal ini menyebabkan stomata juga terbuka (Ibrahim dan Hizqiyah, 2013, h. 34).

Menurut Pangesti (2013, h. 40) menyatakan bahwa saat kelembaban udara yang tinggi sel penjaga pada stomata memperlihatkan respon yang berlainan terhadap bahan pencemar.

Bahan pencemar menyebabkan sel penjaga menjadi *turgid*, mengakibatkan stomata terbuka lebih lebar dan bahan pencemar lebih diserap.

3. Intensitas cahaya

Cahaya merupakan faktor utama sebagai energi dalam fotosintesis, untuk menghasilkan energi. Kekurangan cahaya akan mengganggu proses fotosintesis dan pertumbuhan, meskipun kebutuhan cahaya tergantung pada jenis tanaman (Dewi, 2013). Selain itu cahaya juga berpengaruh pada proses transpirasi dan bukaan stomata.

Menurut Ibrahim dan Hizqiyah (2013, h. 40) menyatakan bahwa adanya cahaya maka fotosintesis akan berjalan, sehingga CO₂ dalam daun akan berkurang dan stomata akan terbuka. Dengan terbukanya stomata maka transpirasi akan berjalan dengan lancar. Jika tanaman menderita kekurangan air, maka potensial air pada daun akan turun, termasuk sel penutupnya sehingga stomata akan tertutup.

Menurut Zeiger, 2006 (dalam Pangesti, 2013, h. 39) menyatakan bahwa faktor lingkungan berkaitan erat dengan mekanisme tanaman dalam menyerap bahan pencemar, bahan pencemar masuk ke jaringan mesofil daun melalui stomata yang terbuka bersamaan dengan proses fotosintesis. Masuknya bahan pencemar ke dalam daun melalui proses difusi melewati stomata, mengikuti jalur masuknya gas CO₂ ke dalam daun. Pada saat pembukaan stomata rendah, penyerapan bahan pencemar juga rendah. Stomata merupakan tempat berlangsungnya untuk mengontrol pergerakan CO₂ dan H₂O keluar dari daun.

E. *Ficus lyrata* Warb (Biola cantik)

Ficus lyrata Warb atau tanaman biola cantik merupakan tanaman peneduh yang banyak ditanam di pinggir jalan. Menurut Kariada (2013, h. 37) tanaman peneduh merupakan tanaman yang ditanam sebagai tanaman penghijauan, selain berfungsi sebagai penyerap unsur pencemaran secara kimiawi, juga berfungsi sebagai peredam suara baik kualitatif maupun kuantitatif.

Ficus lyrata Warb termasuk tanaman hias yang banyak ditanam di taman-taman kota atau di halaman rumah. Dalam taksonomi tanaman, tanaman biola cantik diklasifikasikan sebagai berikut (www.plantamor.com).

Phylum : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Clasis : Magnoliopsida
 Ordo : Urticales
 Famili : Moraceae
 Genus : Ficus
 Spesies : *Ficus lyrata* Warb.

Ficus lyrata Warb merupakan tanaman yang berasal dari daratan Afrika Barat, tanaman ini dapat tumbuh baik di daratan rendah, sedang hingga tinggi dengan di antara kisaran suhu $23^0 - 38^0$ C. Biola cantik dapat tumbuh optimum pada pH optimum yaitu 6,5 – 7,5. Biola cantik mempunyai stuktur daun yang kaku dan lebar dengan bentuk daun bulat telur dan letak daun berhadapan atau tersebar, serta mempunyai daun yang tebal dengan batang berkayu dan berbentuk batang bulat.

Ficus lyrata Warb merupakan tanaman berumah dua, dengan bunga dalam perbungaan rasemus, dengan bunga berbentuk umbella atau bongkol, atau dalam reseptakel yang membentuk piala. Setiap bunga uniseksual dengan jumlah kaliks 4 sepal, lepas atau bersatu, kadang-kadang tidak ada, dan stamen pada bunga jantan sebanyak sepal, letaknya berhadapan dengan sepal, bunga betina dengan ginaesium terdiri dari satu ovarium yang superus atau inferus, 2 karpel, 1-2 ruang, ovul 1 tiap ruang, stilus 2 atau bercabang 2.

Buah drupa sering tersusun menjadi buah majemuk, atau akhene di dalam reseptakel yang berdaging membentuk piala dan disebut stikonium. Biji dengan atau tanpa endosperm, embrio biasanya melengkung (Aisyaelghifa, 2012).



Gambar 2.1: *Ficus lyrata* Warb

(Sumber: www.google.com/search?q=pohon+ficus+lyrata)

F. *Samanea saman* (Jacq) Merr (Trembesi)

Samanea saman (Jacq) Merr merupakan tanaman pelindung yang mempunyai banyak manfaat. Dalam taksonomi tanaman, Staples dan Elevitch, 2006 (dalam

Lubis, 2013, h. 7) mengklasifikasikan tanaman trembesi *Samanea saman* (Jacq) Merr sebagai berikut.

Phylum : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Clasis : Magnoliopsida
 Ordo : Fabales
 Famili : Fabaceae (alt. Mimosaceae)
 Genus : *Samanea*
 Spesies : *Samanea saman* (Jacq) Merr.

Samanea saman (Jacq) Merr merupakan tanaman asli yang berasal dari Amerika tropis seperti Meksiko, Peru dan Brazil namun terbukti dapat tumbuh di berbagai daerah tropis dan subtropis. Trembesi tersebar luas di daerah yang memiliki curah hujan rata-rata 600 - 3000 mm per tahun pada ketinggian 0 - 300 mdpl. Trembesi dapat bertahan pada daerah yang mempunyai bulan kering 2 - 4 bulan, dengan kisaran suhu 20⁰ C -38⁰ C (Norotama, 2011, h. 5).

Samanea saman (Jacq) Merr tumbuh optimum pada kondisi hujan terdistribusi merata sepanjang tahun. Trembesi dapat beradaptasi dalam kisaran tipe tanah dan pH yang tinggi. Tumbuh di berbagai jenis tanah dengan pH tanah 6,0-7,4 (Nuroniah dan Kosasih, 2010 dalam Lubis 2013, h. 8).

Samanea saman (Jacq) Merr dapat mencapai ketinggian rata-rata 15 - 25 meter dengan diameter setinggi dada mencapai 1 - 2 meter. *Samanea saman* (Jacq) Merr mempunyai kanopi yang dapat mencapai 30 meter dan berbentuk payung dengan penyebaran horizontal yang lebih besar dibandingkan dengan

tinggi pohonnya. Pada penanaman yang lebih rapat, tinggi trembesi bisa mencapai 30 - 40 meter (Nuroniah dan Kosasih, 2010 dalam Lubis 2013, h. 8).

Samanea saman (Jacq) Merr mempunyai bentuk batang tidak beraturan ada yang melengkung dan menggelembung besar. Dengan daun majemuk yang mempunyai panjang tangkai sekitar 7 - 15 centi meter, dan mempunyai daun yang tipis (Norotama, 2011, h. 5). Buah *Samanea saman* (Jacq) Merr mempunyai bentuk panjang lurus sedikit melengkung dengan panjang berkisra 10 - 20 centi meter dan lebar 1,5 - 2 centi meter, serta mempunyai tebal berkisar 0,6 centi meter. Buahnya berwarna coklat kemerahan sedikit lengket dan manis berisi sekitar 5 - 25 biji dengan panjang 1,3 centi meter. *Samanea saman* (Jacq) berbunga pada bulan Mei dan Juni. Bunga berwarna putih dan bercak merah muda pada bagian bulu atasnya. Panjang bunga mencapai 10 cm dari pangkal bunga hingga ujung bulu bunga. Tabung mahkota berukuran 3,7 cm memiliki kurang lebih 20-30 benang sari yang panjangnya sekitar 3 - 5 cm (Suriana, 2013).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Endes N. Dahlan, satu batang pohon *Samanea saman* (Jacq) Merr mampu menyerap 28.442 kilogram CO₂ setiap tahunnya. Selain merupakan tanaman peneduh, bagian dari tanaman trembesi dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat-obatan dan bangunan (Suriana, 2013).



Gambar 2.2: *Samanea saman* (Jacq) Merr

(Sumber: www.google.com/search?q=trembesi&source=lnms&tbn)

G. Kota Bandung

Secara geografis, Kota Bandung terletak di tengah-tengah provinsi Jawa Barat, serta berada pada ketinggian kurang lebih 769 meter di atas permukaan laut.

Kota Bndung terletak antara 107 Bujur Timur dan 6,55 Lintang selatan. Wilayah Kota Bandung sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Bandung, sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Bandung, sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Bandung sedangkan sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Bandung (<http://aa-bandung.blogspot.co.id>, 2009).

Kota Bandung mempunyai luas wilayah 16.731 hektar, yang secara administratif terbagi atas 30 kecamatan, 151 keluarahan, 1.561 rw, dan 9.691 rt. Kecamatan terluas adalah kecamatan Gedebage, dengan luas 958 hektar dan kecamatan terkecil adalah wilayah kecamatan astana anyar dengan luas 89 hektar.

Sedangkan jumlah penduduk Kota Bandung pada tahun 2012 tercatat 2.655.160 jiwa, yang terdiri dari 1.358.623 laki-laki dan 1.296.537 perempuan.

Dari aspek pemerintahan, Kota Bandung dipimpin oleh walikota dan wakil walikota serta dibantu oleh sekretaris daerah, yang membawahi 3 asisten sekretaris daerah, 17 kepala dinas, 1 kepala kantor, 4 perusahaan daerah, 1 inspektorat, 1 kepala satuan polisi pamong praja (PPID.bandung, 2016).

H. Aplikasi dalam Pembelajaran Biologi

1. Analisis Kompetensi Dasar (KD)

Penelitian mengenai nilai APTI (air pollution tolerance index) pada *Ficus lyrata* Warb dan *Samanea saman* (Jacq) Merr berkaitan dengan salah satu kompetensi dasar di dalam kurikulum 2013, yakni terdapat dalam kompetensi dasar (KD) 3.10 mengenai “Menganalisis data perubahan lingkungan dan dampak dari perubahan tersebut bagi kehidupan”. Materi yang menjadi bahasan dalam KD tersebut adalah kerusakan lingkungan dan pelestarian lingkungan. Pencemaran atau kerusakan lingkungan terbagi menjadi pencemaran air, pencemaran udara dan pencemaran tanah. Dalam penelitian ini fokus pada pencemaran udara. Pencemaran udara mempunyai dampak terhadap lingkungan salah satunya yaitu pada tanaman. Tanaman merupakan bioindikator pencemaran lingkungan. Pencemaran udara beserta dampaknya dibahas pada kelas X semester genap.

2. Manfaat penelitian Nilai APTI (Air pollution tolerance index) Pada Tanaman Biola Cantik (*Ficus lyrata*) dan Trembesi (*Samanea saman*)

Yang Terdapat Di Tepi Jalan Soekarno-Hatta Kota Bandung Terhadap Kegiatan Pembelajaran Biologi

Kegiatan dari penelitian ini mempunyai keterkaitan terhadap pembelajaran pada mata pelajaran Biologi. Manfaat penelitian ini dalam pembelajaran biologi yaitu dapat membantu mengaplikasikan salah satu kompetensi dasar dalam pembelajaran biologi mengenai pencemaran lingkungan, khususnya pada pencemaran udara. Pada kegiatan pembelajaran siswa diharapkan dapat menganalisis perubahan morfologi dan fisiologi tanaman terhadap pencemaran udara.

I. Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian yang berkaitan, pernah dilakukan oleh Singare dan Talpade yang berjudul “*Physiological Responses of Some Plant Species as a Bio-Indicator of Roadside Automobile Pollution Stress Using the Air Pollution Tolerance Index Approach*”. Pada penelitian tersebut terdapat empat jenis tanaman yang berada di tepi jalan yaitu *Pollyathia longifolia*, *Caesalpinia pulcherima*, *Tamarindus indica*, dan *Delonix regia*. Keempat jenis tanaman tersebut diamati dengan menggunakan APTI yang terdiri dari empat parameter fisiologi selama tiga musim yaitu musim panas, hujan dan dingin. Berdasarkan pengamatan tersebut diperoleh nilai APTI untuk tanaman *Pollyathia longifolia* 2,64 pada musim dingin, 3,79 musim panas dan 6,78 musim hujan. Kemudian *Caesalpinia pulcherima* nilai apti pada musim dingin adalah 8,22, musim panas 8,18 dan musim hujan 5,86. *Tamarindus indica* pada musim dingin mempunyai nilai sebesar 19,59, musim panas sebesar 11,57,

dan musim hujan sebesar 12,72. Sedangkan *Delonix regia* nilai APTI pada musim hujan adalah 7,10, musim dingin 24,57 dan musim panas yaitu 16,33.

Dari hasil rata-rata nilai APTI selama tiga bulan bahwa *Pollyathia longifolia* (4,40) > *Caesalpinia pulcherima* (7,42) > *Tamarindus indica* (14,62) > *Delonix regia* 16,00). Dengan demikian, keempat jenis tanaman tersebut merupakan tanaman dengan kelompok tanaman sensitif dan intermediet. Sehingga dapat direkomendasikan sebagai tanaman yang dapat di tanam pada lokasi yang mempunyai tingkat pencemaran rendah.

Penelitian dengan menggunakan APTI juga pernah dilakukan oleh Kurniati dan Irwanto pada tahun 2015 dengan judul “Evaluasi Nilai API dan APTI pada *Swietenia macrophylla* dan *Aghatis dammara* yang terdapat di Kampus ITB Ganesha, Bandung”. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil penelitian yang menunjukkan nilai APTI pada *Swietenia macrophylla* dan *Aghatis dammara* di enam lokasi menunjukkan nilai APTI yang berbeda-beda dengan kisaran 6,62 – 8,76 untuk *Swietenia macrophylla*, untuk *Aghatis dammara* mempunyai kisaran nilai APTI yaitu 8,03 – 8,82. Berdasarkan nilai rata-rata APTI dari semua lokasi *Swietenia macrophylla* mempunyai nilai APTI yaitu 7,088, sedangkan *Aghatis dammara* adalah 8,54 lebih tinggi dari *Swietenia macrophylla*.

Sehingga kedua tanaman tersebut dikelompokkan sebagai tanaman sensitif. Oleh karena itu, kedua tanaman tersebut dapat dijadikan sebagai bioindikator lingkungan. Sedangkan untuk nilai API tanaman *Swietenia macrophylla* mempunyai nilai API yaitu 41,18% sehingga termasuk ke dalam kategori spesies poor. Nilai API pada *Agathis dammara* adalah 54,94% sehingga termasuk ke

dalam kategori spesies moderet. Poor spesies artinya tanaman tersebut kurang dapat menyerap bahan pencemar udara, sedangkan moderet mamapu menyerap bahan pencemar udara. API dapat dihitung dengan menggabungkan nilai-nilai APTI ditambah dengan perhitungan karakter biologi serta sesio-ekonomi yaitu habitus tanaman, stuktur kanopi, jenis tanaman, karakter daun dan nilai ekonomi.

Selain itu, penelitian yang berkaitan juga pernah dilakukan oleh Sabri pada tahun 2014 yang berjudul “Assesment of Air Pollution Tolerance Index of Selected Plant Species Commonly Found along Roadsides in Pulau Pinang, Malaysia”. Penelitian ini fokus pada nilai indek toleransi pencemaran udara dari dua jenis tanaman yang terdapat di tepi jalan Pulau Pinang, Malaysia. Tanaman yang terpilih dalam penelitian tersebut adalah *Bougainvillea sp* dan *Ficus sp*. Tanaman tersebut selanjutnya dianalisis parameter fisiologi dan biokima dari APTI. Berdasarkan Analisis penelitian, nilai APTI dari kedua jenis tanaman tersebut merupakan tanaman sensitif, tetapi *Ficus sp* mempunyai nilai APTI lebih tinggi dari pada *Bougainvillea sp*.