

BAB 2

TINJAUAN TEORITIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Anggrek Merpati (*Dendrobium crumenatum*)

Tumbuhan Anggrek Merpati (*Dendrobium crumenatum*) merupakan tumbuhan hias yang masuk pada keluarga Orchidaceae, Anggrek merpati merupakan salah satu jenis anggrek yang dapat hidup pada ketinggian 5-2.500 mdpl (Nita, Syamsuardi & Mansyurdin, 2015). Tumbuhan yang memiliki bunga indah dengan bentuk unik, menyerupai merpati yang sedang terbang, berwarna putih dengan corak kuning dibibirnya serta memiliki aroma yang khas. Bagian-bagian tumbuhan anggrek merpati disajikan pada Gambar 2.1 Anggrek merpati merupakan anggrek epifit yang penyebarannya luas, banyak ditemukan di pepohonan dan di pinggir-pinggir jalan. Anggrek merpati dikenal karena sifat pembungaannya yang singkat, berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Yulia (2009) terhadap ketahanan mekar bunga anggrek, anggrek merpati memiliki ketahanan mekar bunga terpendek yaitu satu hari, setelah itu bunga akan kembali menguncup dan layu. Bunga yang mengalami penyerbukan, perhiasan bunga akan layu, ovarium membesar kemudian membentuk buah dalam waktu 2 bulan. Bunga anggrek mekar sempurna secara serentak dalam suatu kawasan, dalam pembungaannya memerlukan stimulasi kondisi lingkungan yaitu kondisi dengan suhu yang dingin, induksi pembungaannya disebabkan oleh penurunan suhu 4-7 °C yang terjadi setelah hujan (Nita et.al., 2015).

Tumbuhan Anggrek sangat tahan terhadap berbagai cekaman lingkungan seperti kekeringan, intensitas cahaya matahari yang tinggi dan temperatur, kelebihan lainnya yaitu mampu menghasilkan tunas anakan yang sangat tinggi serta tingkat pertumbuhan akar dan tunas yang cepat. Oleh karena itu, anggrek merpati mudah tumbuh secara alami yang banyak dijumpai di wilayah tropis serta mudah dipelihara dan dibudidayakan (Fitria et.al., 2015). Berikut merupakan klasifikasi dari tumbuhan anggrek.

Klasifikasi Anggrek Merpati

Kingdom	: Plantae
Phylum	: Tracheophyta
Class	: Liliopsida
Order	: Asparagales
Family	: Orchidaceae
Genus	: Dendrobium
Spesies	: <i>Dendrobium crumenatum</i>
Nama Daerah	: Anggrek Merpati

Sumber: www.gbif.org (2021)



A



B

Gambar 2.1 Bagian-bagian Tumbuhan Anggrek Merpati
 a) Tumbuhan Anggrek Merpati, b) Bunga Anggrek Merpati
 Sumber : a), b) Dokumentasi Penulis

2.1.2 Stomata

Stomata (tunggal stoma) dalam bahasa Yunani artinya adalah “mulut daun” (Campbell, 2008:201). Stomata merupakan celah dalam epidermis yang diapit oleh

dua sel epidermis khusus yang disebut dengan sel penutup, dengan mengubah bentuknya, sel penutup mengatur pelebaran dan penyempitan celah. Sel yang mengelilingi stomata dapat berbentuk sama ataupun berbeda dengan sel epidermis lainnya, sel ini dinamakan dengan sel tetangga yang berfungsi dalam perubahan osmotik yang akan menyebabkan gerakan sel penutup dalam mengatur lebar celah (Suradinata, 1998). Menurut Lakitan (2012) secara teknisnya stomata adalah celah yang berada diantara dua sel penjaga (*guard cell*), kedua sel penjaga tersebut merupakan aparatus stomata.

Menurut Hidayat (1995) ada empat tipe stomata berdasar pada susunan sel epidermis yang terletak di samping sel penutup, yaitu tipe anomositik atau tipe *Ranunculaceae* dimana sel penutup dikelilingi sejumlah sel yang tidak berbeda ukuran dan bentuknya dari sel epidermis lainnya. Tipe anisositik atau tipe *Cruciferae* dimana sel penutup dikelilingi tiga buah sel tetangga yang tidak sama besar. Tipe parasitik atau jenis *Rubiaceae* dimana sel penutup diiringi sebuah sel tetangga atau lebih dengan sumbu panjang sel tetangga itu sejajar sel sumbu penutup serta celah. Tipe diasitik atau tipe *Caryophyllaceae* dimana setiap stomata dikelilingi dua sel tetangga. Menurut Fahn (1995) selain ke empat tipe stomata di atas masih ada tipe aktinositik, yaitu stomata dikelilingi oleh lingkaran sel yang menyebar dalam radius. Modifikasi tipe-tipe yang telah disebutkan dapat terjadi pada spesies dari berbagai famili, bahkan kejadian lebih dari satu tipe stomata terkadang terjadi bersama-sama pada organ yang sama.

Menurut Suradinata (1998) stomata terdapat pada semua bagian tumbuhan yang terdedah ke udara, tetapi kebanyakan berada di daun. Menurut Lakitan (2012) stomata umumnya berada di permukaan bawah daun, tetapi ada beberapa spesies dimana stomata dijumpai pada kedua permukaan daun yaitu atas dan bawah.

Dapat disimpulkan bahwa pada intinya stomata merupakan kumpulan celah yang dapat membuka dan menutup dengan posisi berada diantara dua sel yang

disebut sel penutup, sel ini yang akan mengatur proses masuk dan keluarnya gas ke dalam daun tumbuhan.

2.1.3 Mekanisme Kerja Stomata

Mekanisme kerja stomata akan membuka apabila tekanan turgor kedua sel penjaga meningkat, peningkatan ini disebabkan oleh masuknya air ke dalam sel penjaga tersebut. Pergerakan air dari satu sel menuju sel lainnya akan selalu dari sel yang memiliki potensi air lebih tinggi ke sel yang memiliki potensi air lebih rendah. Tinggi rendahnya potensi air sel akan tergantung pada jumlah bahan terlarut, untuk memacu air masuk ke dalam sel penjaga, maka jumlah bahan yang terlarut di dalam sel harus tinggi (Lakitan, 2012).

Mekanisme kerja stomata juga dipengaruhi cahaya matahari, cahaya matahari akan merangsang sel penutup untuk menyerap ion K^+ dan H_2O sehingga stomata akan terbuka. Stomata memiliki jam biologis untuk membuka dan menutup, pada pagi hari akan terjadi penyerapan ion yang membuat stomata membuka, sedangkan pada malam hari akan terjadi pembebasan ion yang menyebabkan stomata menutup (Setiawati & Syamsi, 2019).

2.1.4 Kerapatan Stomata

Sebagian besar stomata pada tumbuhan ditemukan lebih banyak di permukaan bawah daun dibandingkan dengan permukaan atas, adaptasi ini akan meminimalisir kehilangan air yang terjadi lebih cepat melalui stomata pada bagian atas daun yang terkena sinar matahari. Pernyataan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Malia (2011), bahwa jumlah kerapatan stomata di bawah permukaan daun lebih tinggi dibandingkan di atas daun pada jenis tumbuhan peneduh jalan, sehingga semakin tinggi jumlah kerapatan stomata maka semakin tinggi pula potensi menyerap logam berat maupun partikel di udara (Hidayati, 2009).

Berdasarkan penelitian Haryanti, (2010) hasil pengamatan stomata dengan perbesaran 40x menunjukkan bahwa keberadaan stomata paling banyak pada tumbuhan baik dikotil maupun monokotil yang tumbuh di daratan terdapat di permukaan bawah daun kecuali pada jenis tumbuhan onclag, nanas-nanasan, cantel, dan palm yang banyak ditemukan stomata pada permukaan atas daun. Terdapat pula

di beberapa tumbuhan yang menunjukkan bahwa stomata ada di kedua permukaan daun, misalnya bogenvil, kubis, aralia, pukul empat, jarak pagar, cocor bebek. Letak stomata pada daun dikotil umumnya tersebar, sedangkan monokotil sejajar sesuai dengan susunan epidermis tumbuhan. Pernyataan letak persebaran stomata ini diduga berkaitan dengan sifat genetis serta morfologi tumbuhan, seperti pada umumnya daun tumbuhan dikotil memiliki helaian menyirip atau menjari sedangkan monokotil umumnya sejajar atau melengkung sehingga distribusi stomata mengikuti kaidah tersebut.

2.1.5 Polusi Udara

Udara merupakan campuran dari beberapa macam gas yang perbandingannya tidak tetap, tergantung pada keadaan suhu udara, tekanan udara dan lingkungan yang berada di sekitarnya. Komposisi atmosfer kering berdasarkan volume disajikan dalam Tabel 2.1 Dalam udara terdapat oksigen (O_2) yang digunakan makhluk hidup terutama manusia untuk bernafas, karbondioksida (CO_2) untuk proses fotosintesis yang digunakan oleh klorofil daun dan ozon (O_3) untuk menahan sinar ultra violet dan gas-gas lain yang terdapat dalam udara antara lain gas-gas mulia, nitrogen oksida, methana, belerang dioksida, amonia, hidrokarbon dan gas rumah kaca (Sugiarti, 2009).

Menurut Sodhi (2015) udara bersih yang dihirup hewan dan manusia merupakan gas yang tidak tampak, tidak berbau, tidak berwarna maupun berasa. Akan tetapi udara yang benar-benar bersih sulit diperoleh, terutama di kota-kota besar yang sudah banyak industri serta kepadatan lalu lintas.

Tabel 2.1 Komposisi Atmosfer Kering

Komponen	Persen Volume
Nitrogen	78,084
Oksigen	20,946
Argon	0,934
Karbondioksida	0,033
Helium	0,00052
Kripton	0,00001

Sumber : Sodhi (2015)

Dari keenam gas dalam Tabel 2.1 hampir 99% atmosfer terdiri dari dua gas yaitu nitrogen dan oksigen. Gas-gas mulia seperti argon, helium dan kripton terdapat dalam jumlah kelumit yang artinya unsur terdapat dalam mineral atau batuan dengan kandungan yang sangat kecil. Karbon dioksida dalam atmosfer kini terus bertambah akibat dari aktifitas manusia yang apabila dibiarkan dapat mengakibatkan efek rumah kaca (Sodhi, 2015).

Menurut Kurniawati et.al., (2015) menyebutkan bahwa udara dibedakan menjadi udara emisi dan udara ambien. Udara emisi adalah udara yang dihasilkan dari sumber emisi seperti knalpot kendaraan bermotor dan cerobong gas buang industri. Sedangkan menurut PP No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, udara ambien merupakan udara bebas yang ada di permukaan bumi pada lapisan troposfir yang dibutuhkan oleh makhluk hidup serta mempengaruhi unsur lingkungan hidup lainnya. Pengertian baku mutu udara ambien menurut PP No. 41 Tahun 1999 merupakan ukuran batas atau kadar zat, energi ataupun komponen yang ada dan seharusnya ada, atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien.

Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Pengertian dari Polusi adalah “Pengotoran (tentang air, udara, dan sebagainya); Pencemaran”. Sedangkan menurut PP No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, pengertian polusi udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya (Anonim, 1999). Situmorang (2017) menyatakan bahwa polusi udara didefinisikan sebagai hadirnya zat-zat kimia atau materi pencemar lain ke dalam atmosfer yang akan memberikan perubahan terhadap komposisi udara, sehingga menyimpang dari keadaan yang normal.

Dapat disimpulkan bahwa polusi udara adalah masuknya satu atau lebih kontaminan ke dalam atmosfer baik fisik, kimia maupun biologi ataupun seperti

debu, gas, bau, asap, uap yang dalam kuantitas besar, sifat serta lama keberadaannya tidak memberikan manfaat dan hanya memberi dampak buruk bagi kehidupan makhluk hidup serta penurunan kualitas benda didalamnya.

2.1.6 Sumber-Sumber Pencemaran Udara

Bahan-bahan yang berinteraksi dengan sesuatu di dalam lingkungan dan memberikan dampak terhadap lingkungan itu sendiri umumnya disebut dengan sumber pencemaran udara, bahan tersebut dapat berbentuk padat, cair, dan gas. Berdasarkan sumber polusi yang disebabkan oleh aktivitas manusia disebut dengan antropogenik, sedangkan polusi yang disebabkan oleh aktivitas hewan dan vegetasi disebut biogenik (Situmorang, 2017).

Keberadaan polutan-polutan dalam udara umumnya berasal dari aktivitas manusia sebagai akibat dari berkembangnya budaya, penggunaan teknologi baru, serta pola konsumtif yang berlebihan. Komponen polutan-polutan dalam udara disajikan dalam Tabel 2.2 Di Indonesia sekitar 70% sumber pencemaran udara yang utama adalah berasal dari transportasi terutama kendaraan bermotor dengan bahan bakar yang mengandung zat pencemar yang berbahaya. Sumber pencemaran lainnya adalah industri, perkapalan, pembakaran, pembuangan limbah (Sugiarti, 2009).

Tabel 2.2 Komponen polutan-polutan dalam udara

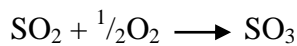
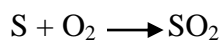
No	Jenis Pencemar
1	CO
2	NO _x
3	SO _x
4	HC
5	Partikel
6	Gas-Gas Rumah Kaca

Sumber : Sodhi (2015)

Pada Tabel 2.2 merupakan tabel jenis-jenis polutan udara yang lazim dijumpai dan dapat diamati di berbagai tempat khususnya di kota-kota, serta dapat bersumber dari kegiatan transportasi.

a) SO_x (*Sulfur Oxide*: SO₂, SO₃)

Menurut Liani (2017) Pencemaran oleh sulfur oksida terutama disebabkan oleh dua komponen gas yang tidak berwarna yaitu sulfur dioksida (SO_2) dan sulfur trioksida (SO_3), kedua gas ini lebih dikenal dengan SO_x . Menurut Sugiarti (2009) Emisi SO_x yang dihasilkan melalui kegiatan transportasi dapat terbentuk dari fungsi kandungan sulfur yang terdapat dalam bahan bakar maupun pelumas, dalam proses pembakaran menghasilkan struktur sulfur dioksida dan sulfur trioksida terbentuk dari reaksi:



Menurut Sodhi (2015) Adapula sumber-sumber sulfur oksida lainnya yang berasal dari aktivitas manusia diantaranya pembakaran bahan bakar fosil khususnya batu bara, petroleum, pelaksanaan pemurnian petroleum, peleburan bijih sulfida khususnya bijih tembaga dan seng, pembuatan asam sulfat, pembuatan kertas, pembakaran sampah domestik. Sulfur Oksida mempunyai efek-efek merusak pada lingkungan, diantaranya mengganggu kesehatan manusia. Standar primer sulfur oksida yang diumumkan untuk melindungi kesehatan manusia adalah 0,03 ppm. Konsentrasi sulfur oksida yang lebih tinggi menyebabkan bronkitis dan kanker paru-paru.

Menurut Situmorang (2017) sulfur dioksida di atmosfer sangat berbahaya bagi tumbuhan karena bisa membunuh jaringan tumbuhan yang dikenal dengan nekrosis daun, yaitu kerusakan pada tepi daun. Sulfur dioksida akan masuk pada jaringan saat stomata terbuka, pengaruh yang fatal bagi tumbuhan adalah mengalami klorosis yaitu penguningan pada permukaan daun. Bahaya lainnya dari polutan sulfur dioksida bila berubah menjadi asam sulfat akan merusak tumbuhan dengan ditandai terbentuk bercak kuning sampai hitam pada daun yang diakibatkan oleh asam. Bila kondisi jaringan daun sudah rusak, daun tidak dapat berfungsi dengan baik sebagai tempat terjadinya fotosintesis. Pada Konsentrasi 0,15 ppm sulfur dioksida dapat mengurangi produksi tanaman hortikultura.

b) Nitrogen Oksida (NO_x)

Menurut Sodhi (2015) Nitrogen bergabung dengan oksigen untuk membentuk suatu famili oksida: dinitrogen monoksida (N_2O), nitrogen monoksida (NO), nitrogen dioksida (NO_2), dinitrogen trioksida (N_2O_3), dinitrogen tetraoksida (N_2O_4), dan dinitrogen pentoksida (N_2O_5). Namun, dari sudut pandang polusi lingkungan hanya dinitrogen monoksida, nitrogen monoksida, dan nitrogen dioksida yang penting. Mereka sama dilambangkan dengan NO_x .

Menurut Sastrawijaya (2009) Konsentrasi paling banyak dari ketiga oksida adalah dinitrogen monoksida (N_2O) yang berupa gas tidak berwarna, tidak bereaksi dengan ozon, oksigen, dan hidrokarbon yang ada di udara. Gas nitrogen monoksida (NO) bersumber dari pembakaran yang dilakukan pada suhu tinggi, kemudian zat ini akan mengalami oksidasi lebih lanjut oleh oksigen atau ozon sehingga akan menghasilkan NO_2 . Gas nitrogen dioksida (NO_2) merupakan gas beracun berwarna coklat-merah, berbau seperti asam nitrat.

Liani (2017) menyatakan bahwa sumber utama NO_x yang diproduksi oleh manusia bersumber dari pembakaran, kebanyakan merupakan hasil pembakaran kendaraan bermotor. Situmorang (2017) menyebutkan bahwa efek yang terjadi pada manusia yang terpapar nitrogen oksida akan terikat ke dalam haemoglobin dan mengurangi efisiensi transportasi oksigen di dalam tubuh. Pengaruh dari paparan NO_2 sangat berbahaya karena bersifat racun, bila terhirup 50-100 ppm dalam waktu satu jam dapat mengakibatkan kebakaran pada jaringan paru-paru dan menyebabkan penyakit *bronhiolitsi fibrosa obliterans* dan akan menyebabkan kematian dengan paparan gas NO_2 lebih dari 500 ppm.

Sodhi (2015) menyebutkan bahwa efek nitrogen oksida juga dapat membahayakan tumbuhan, pada konsentrasi 0,3 ppm nitrogen oksida dapat menekan pertumbuhan tumbuhan, pada konsentrasi yang lebih tinggi dapat merusak daun. Dalam kasus panen tumbuhan, nitrogen oksida juga menyebabkan turunnya hasil panen dan klorosis.

c) Karbon Monoksida

Karbon monoksida dengan rumus kimia CO merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Karbon monoksida dihasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna dari senyawa karbon, dan terbentuk apabila dalam proses pembakaran terdapat kekurangan oksigen. Karbon monoksida merupakan polutan utama yang dihasilkan dari kendaraan, telah diperkirakan setiap satu liter bahan bakar yang dikonsumsi oleh kendaraan, sekitar 370g karbon monoksida dilepaskan sebagai buangan gas kendaraan (Sodhi, 2015).

Menurut Navers (dalam Damara et.al., 2017) tiga perempat CO yang ada di udara berasal dari aktivitas manusia terutama dari kendaraan bermotor yang menggunakan mesin *internal engine*. *Internal engine* yaitu sebuah mesin yang sumber tenaganya berasal dari pengembangan gas-gas panas bertekanan tinggi hasil campuran bahan bakar dan udara yang terjadi dalam ruang bakar. CO juga dihasilkan dari proses alami seperti kebakaran hutan dan proses biologi.

Sastrawijaya (2009) menyatakan bahwa dalam waktu 30 menit 1300 ppm dapat menyebabkan kematian, setiap lima liter bensin dapat menghasilkan 1 sampai 1½ kg CO. Pengaruh CO yang terhirup serupa dengan kekurangan oksigen dimana haemoglobin yang biasa membawa oksigen lebih tertarik dengan CO kemudian membentuk Karboksihemoglobin. Menurut Situmorang (2017) menyebutkan bahwa meningkatnya kadar CO dalam darah juga dapat mempengaruhi pusat saraf, mengubah fungsi jantung dan paru-paru, membuat tidak sadarkan diri, kegagalan pernapasan bahkan akhirnya kematian.

d) Hidrokarbon

Sodhi (2015) menyatakan bahwa hidrokarbon adalah famili senyawa kimia yang molekulnya mengandung karbon dan hidrogen. Di atmosfer, polutan ini terdapat dalam bentuk gas, aerosol cair, atau adsorbat dalam partikel debu. Liani (2017) menyebutkan bahwa hidrokarbon yang mengandung 1-4 atom karbon berbentuk gas pada suhu kamar, sedangkan yang mengandung 1-5 atau lebih atom karbon akan

berbentuk cair dan padat. Semakin tinggi jumlah atom karbon yang terkandung maka semakin cenderung untuk membentuk padat, hidrokarbon di atmosfer yang terbentuk sebagai gas pada suhu normal merupakan sumber masalah bagi atmosfer.

Menurut Sari & Fatkhurrahman (2015) menyatakan bahwa senyawa karbon dan hidrogen merupakan senyawa yang mudah teroksidasi menghasilkan kalori dan energi, dimana energi ini yang dimanfaatkan manusia sebagai sumber energi pada proses industri, transportasi maupun aktivitas domestik. Oksidasi hidrokarbon lazim disebut dengan pembakaran, jika proses pembakaran sempurna akan menghasilkan karbon dioksida dan air.

Menurut Jiwandono, Driejana, & Irsyad (2014) proses oksidasi dari antropogenik hidrokarbon juga dihasilkan Formaldehida (HCHO) yang juga diketahui sebagai produk emisi utama dari pembakaran yang tidak sempurna terutama berasal dari kendaraan bermotor di daerah perkotaan. Thendean, Tejokoesumo & Rakhmawati (2019) menyebutkan bahwa nilai ambang batas konsentrasi HCHO adalah 0,3 ppm dalam 15 menit jika terhirup berlebihan oleh manusia akan memberikan efek iritasi hidung, kulit dan pernapasan.

Rofienda (2003) Senyawa-senyawa hidrokarbon yang mudah menguap (VOC) juga sudah banyak dimanfaatkan sebagai bahan bakar cair, pelarut karena sifatnya yang mudah menguap keudara, namun emisinya dapat mengakibatkan smog fotokimia. Gusnita (2014) menyatakan bahwa *smog* (asap kabut) adalah akibat dari aktifitas antropogenik, yang merupakan keloid (aerosol) dan berasal dari reaksi gas buang kendaraan bermotor seperti CO, NO, dan hidrokarbon dengan sinar matahari. Thendean, Tejokoesumo & Rakhmawati (2019) menyebutkan bahwa nilai ambang batas konsentrasi TVOC adalah 0,1 ppm dalam 8 jam dan 0,3 ppm dalam 15 menit, jika terhirup berlebihan akan memberikan efek iritasi mata sampai dengan memicu kanker.

Menurut Holzworth & Cormick (dalam Sari & Fatkhurrahman, 2015) kandungan hidrokarbon dalam udara bersih yaitu kurang dari 1 ppm dan pada udara tercemar

konsentrasi hidrokarbon berada pada 1-20 ppm. Sodhi (2015) Efek yang dihasilkan oleh polusi ini, dari sudut pandang kesehatan pada manusia dapat menyebabkan rasa kantuk, mual dan pusing apabila terhirup dan akan hilang apabila paparannya telah hilang. Tetapi, paparan dalam jumlah yang besar dan waktu yang lama dapat menyebabkan leukimia dan limfoma.

Sodhi (2015) juga menyebutkan bahwa pengaruh hidrokarbon bagi tumbuh-tumbuhan akan mengalami kerusakan daun, pertumbuhan tumbuhan yang kerdil, pengurangan ukuran dan hasil panen buah-buahan, merusak bunga, dan mengalami ketuaan lebih cepat. Variasi tumbuh-tumbuhan yang sensitif terhadap polusi hidrokarbon diantaranya seperti rumput-biru tahunan, kacang-kacangan dan bayam.

e) Zat Tersuspensi

Sodhi (2015) menyatakan istilah zat tersuspensi mengacu pada suspensi yang terbagi halus baik dalam bentuk partikel padat, maupun tetesan-tetesan kecil zat cair di udara. suspensi dengan ukuran mikro tersebut disebut dengan aerosol, zat partikulat, ataupun hanya partikulat, diameternya berkisar pada 0,001-100 mikrometer. Kisaran diameter beberapa partikulat disajikan pada Tabel 2.3. Masalah polusi udara oleh zat tersuspensi bahwa beberapa komponen toksik yang lain di atmosfer melekat pada partikulat dan menimbulkan efek sinergis yang berbahaya daripada masing-masing komponen.

Tabel 2.3 Kisaran diameter beberapa partikulat umum

Sumber Partikulat	Kisaran Diameter (μm)
Saringan logam-logam	0,001-100
Karbon hitam	0,01-0,8
Pembakaran inti	0,01-1,10
Asam tembakau	0,01-1,0
Asap	0,01-1,2
Inti garam air laut	0,02-0,18
Inti aitken	0,05-0,15
Asap minyak	0,05-1,0
Pigmen cat	0,10-10
Abu semen	0,50-100
Abu insektisida	0,80-10

Debu	0,80-100
Abu batubara	1,00-100
Tepung pabrik	1,00-100
Tepung sari	10-100

Sumber: Sodhi (2015)

Menurut Sodhi (2015) berdasar pada ukuran dan keasliannya zat tersuspensi diklasifikasikan menjadi dua macam, pertama partikulat primer yaitu yang diinjeksikan secara langsung ke atmosfer secara kimia maupun fisika. Biasanya memiliki diameter 1-20 mikrometer meskipun dalam beberapa kasus dapat mencapai 100 mikrometer. Contoh dari partikulat primer meliputi tepung sari, abu tanah, uap garam laut, reruntuhan gunung berapi, abu batubara, semen, debu serta abu gilingan pabrik. Kedua partikulat sekunder yaitu yang terbentuk di atmosfer sebagai hasil reaksi kimia, kebanyakan memiliki diameter kurang dari 1 mikrometer.

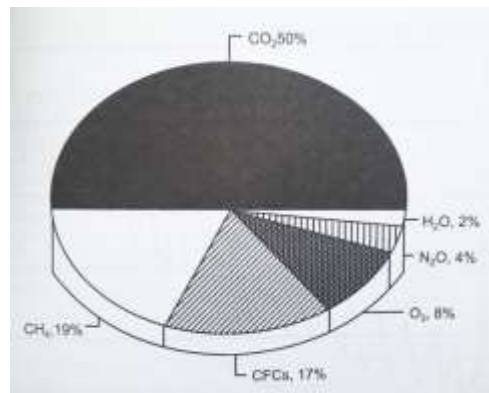
Menurut Situmorang (2017) Partikel berukuran kecil maupun besar yang dihasilkan di atmosfer dapat berasal dari pengolahan semen, debu tanah yang diterbangkan angin, partikel asap buangan gunung berapi, asap buang industri pembakaran batu bara, dan pembakaran lainnya. Beberapa partikulat juga dapat berupa mikroorganisme seperti virus, bakteri, spora dan serbuk sari.

Liani (2017) menyebutkan bahwa partikel berpengaruh terhadap tumbuhan terutama disebabkan oleh bentuk debunya, apabila debu di atmosfer bergabung dengan uap air ataupun air hujan (gerimis) maka akan terbentuk kerak jika jatuh di permukaan daun dan lapisan kerak yang menempel akan mengganggu proses fotosintesis serta menghambat masuknya sinar matahari ke permukaan daun, kerak yang menempel juga mencegah pertukaran gas sehingga pertumbuhan tumbuhan akan terganggu.

f) Gas-gas Rumah Kaca

Sodhi (2015) menyebutkan bahwa beberapa gas terutama karbon dioksida, metana, nitrit oksida, ozon, dan klorfluorokarbon memungkinkan radiasi matahari dapat melalui gas-gas tersebut di atmosfer sehingga dapat menyerang permukaan bumi, tetapi gas-gas tersebut akan mencegah panas yang dihasilkan keluar dari

permukaan bumi dan mengakibatkan bumi menjadi memanas. Pemanasan global ini disebut dengan efek rumah kaca yang menjadi salah satu masalah paling penting dan dampak kerusakannya harus segera diatasi. Kontribusi gas-gas yang dapat menyebabkan efek rumah kaca disajikan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Kontribusi relatif gas-gas yang aktif secara radioaktif terhadap efek rumah kaca
Sumber : Sodhi (2015)

Liani (2017) menyebutkan bahwa CO₂ merupakan polutan yang dihasilkan kendaraan dan gas yang paling dominan berkontribusi menyebabkan efek rumah kaca. Gas karbon dioksida (CO₂) bersama dengan air (H₂O) merupakan bahan baku fotosintesis. Selain dari sumber kendaraan gas karbon dioksida (CO₂) juga dihasilkan dari pernapasan manusia, emisi gunung merapi, dan proses pembakaran minyak.

Menurut Situmorang (2017) pengaruh meningkatnya konsentrasi karbon dioksida di atmosfer dapat meningkatkan temperatur bumi dan mampu mencairkan es pada kutub (*polar ice caps*) sehingga meningkatkan permukaan air laut dengan jumlah sangat besar dan mampu menutupi sebagian besar wilayah daratan.

Sutoyo (2011) menyatakan bahwa meningkatnya karbon dioksida di atmosfer dapat memberikan dampak positif pada bidang pertanian, kenaikan CO₂ dapat mempercepat proses fotosintesis daun sehingga pertumbuhan dan produksi tumbuhan meningkat. Sodhi (2015) menyatakan meningkatnya kecepatan fotosintesis perlu ditunjang dengan nutrisi, cahaya, dan air yang melimpah, meskipun semua komponen

sudah terpenuhi bila dalam jumlah berlebihan dapat memberikan efek yang buruk bagi tumbuhan. Meningkatnya fotosintesis dapat menyebabkan akumulasi zat tepung berlebih dalam kloroplas dan menghambat kemampuan organela berfungsi.

2.1.7 Pengaruh Pencemaran Udara terhadap Tumbuhan

Zat buangan kendaraan bermotor dapat menyebabkan kerusakan makroskopis dan mikroskopis daun, logam akan terakumulasi pada jaringan tumbuhan khususnya daun, serta akan menyebabkan pengguguran pada daun (Rachmani & Hadi, 2003). Beberapa gangguan akibat polusi udara yaitu terjadi gangguan nutrisi dan atraksional biologis dimana terjadinya penurunan *enzym*, perubahan pada sistem fotosintesis. Gangguan secara visual adalah klorosis (kerusakan zat hijau daun), bintik-bintik pada daun serta penurunan hasil panen (Budiyono, 2001).

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Mutaqin et.al., (2016) yang menyimpulkan bahwa berdasarkan perbedaan lingkungan, kerapatan dan kerusakan stomata pada daun mangga dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Kerapatan serta kerusakan stomata pada daun mangga (*Mangifera indica*) yang tumbuh di pinggir jalan Kidang Pananjung yang banyak dilalui kendaraan bermotor atau aktivitas manusia lainnya lebih besar dibanding di Cagar Alam Pananjung.

Berdasarkan prosiding pada seminar nasional oleh A'yuningsih (2017) yang menyatakan bahwa pada kebanyakan pencemaran udara dapat menyebabkan kerusakan dan perubahan fisiologi tumbuhan yang kemudian diekspresikan dalam gangguan pertumbuhan. Pencemaran menimbulkan berubahnya tingkatan biokimia sel terutama pada proses membuka dan menutupnya stomata serta kerapatannya. Kemudian diikuti oleh perubahan individu tumbuhan tersebut. Gejala yang tampak akibat pencemaran udara adalah kerusakan mikroskopis daun, rusaknya klorofil dan perubahan struktur anatomi.

Penelitian selanjutnya adalah Anisa (2017) menyimpulkan bahwa kerapatan stomata pada tumbuhan mahoni yang diteliti pada masing-masing lokasi yaitu di jalan Pangeran Tirtayasa dan jalan Raden Imba Kesuma meningkat pada jalan yang memiliki kandungan polutan yang tinggi dari aktivitas kendaraan bermotor yang

meningkat. Peningkatan ini merupakan respon tumbuhan terhadap kondisi lingkungan dengan meningkatnya pencemaran udara, selain itu kondisi lingkungan yang ekstrim seperti stress air dan unsur hara juga mempengaruhinya.

Penelitian selanjutnya yaitu Liani (2017) yang menyimpulkan bahwa peningkatan indeks stomata terjadi pada tumbuhan yang terdapat di tempat-tempat dengan konsentrasi polutan yang cukup tinggi. Hal tersebut adalah respon tumbuhan terhadap hadirnya polusi dari aktivitas transportasi dan upaya tumbuhan untuk mengurangi terdifusinya polutan udara ke dalam jaringan daun tumbuhan. Sehingga tumbuhan memodifikasi dirinya dengan cara meningkatkan indeks stomata yang akan berguna dalam penangkapan CO₂ di udara agar bisa bertahan hidup.

2.3 Kerangka Konseptual

Tumbuhan anggrek merpati merupakan tumbuhan hias yang banyak tersebar di berbagai daerah, terutama ditemukan di pinggir-pinggir jalan raya. Di wilayah Tasikmalaya anggrek ini ditemukan sebagai tumbuhan penghias halaman rumah, selain itu juga dapat ditemukan hidup menempel di pohon-pohon sepanjang jalan raya, bahkan di wilayah berpolusi seperti terminal yang berfungsi sebagai pusat transportasi masyarakat.

Tumbuhan merupakan salah satu makhluk hidup yang terkena dampak pencemaran udara. Penambahan konsentrasi polutan di udara dapat secara langsung mempengaruhi pertumbuhan pada tumbuhan, baik itu berupa dampak morfologi, anatomi maupun fisiologi. Pada tumbuhan bagian daun merupakan bagian yang paling peka terhadap lingkungan luar, dimana stomata merupakan bagian yang berfungsi sebagai gerbang pertukaran gas seperti CO₂ yang diperlukan dalam proses fotosintesis, namun stomata juga bertindak sebagai jalur masuknya polutan khususnya polutan yang berasal dari udara. Perubahan yang terjadi dan erat kaitannya dengan lingkungan tumbuhan tersebut hidup dapat berupa penyempitan celah stomata, perubahan bentuk stomata, peningkatan jumlah epidermis dan indeks stomata yang diyakini merupakan respon tumbuhan terhadap polusi udara.

Dari aspek tumbuhan Anggrek Merpati, karakteristik stomata serta polusi udara yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa diduga ada pengaruh antara polusi udara terhadap karakteristik stomata pada daun Anggrek Merpati (*Dendrobium crumenatum*) di wilayah Tasikmalaya.

2.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka berfikir, hipotesis dalam penelitian ini adalah diduga tingkat polusi udara yang berbeda di setiap wilayah dapat mempengaruhi karakteristik stomata pada daun Anggrek Merpati (*Dendrobium crumenatum*) di wilayah Tasikmalaya.

