

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sumber Pencemaran Udara

Sumber pencemaran udara yang utama adalah berasal dari transportasi terutama kendaraan bermotor. Pencemaran yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida 60 % dan sekitar 15 % terdiri dari hidrokarbon, timbal (Fardiaz, 1992).

Daerah perkotaan, kendaraan bermotor menghasilkan 85 % dari seluruh pencemaran udara yang terjadi. Pencemaran udara yang lazim dijumpai dalam jumlah yang dapat diamati pada berbagai tempat khususnya di kota-kota besar menurut Hasketh dan Ahmad dalam Purnomohadi (1995) antara lain adalah :

1. Nitrogen Oksida (NO_x) yaitu senyawa jenis gas yang terdapat di udara bebas, berbagai jenis NO_x dapat dihasilkan dari proses pembakaran Bahan Bakar Minyak (BBM) dan bahan bakar fosil lainnya yang dibuang ke lingkungan. Gas NO_x berbahaya bagi kesehatan dan ternak, dan dikawasan pertanian dapat merusak hasil panen.
2. Belerang Oksida (SO_x), khususnya belerang oksida (SO_2) dan belerang tri-oksida (SO_3) adalah senyawa gas berbau tak sedap, yang banyak dijumpai di kawasan industri yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar sumber energi utamanya. Belerang oksida juga merupakan salah satu bentuk gas hasil kegiatan vulkanik, erupsi gunung berapi, sumber air panas dan uap. Belerang oksida juga mengganggu kesehatan khususnya penglihatan dan selaput lendir

sekitar saluran pernapasan (hidung, kerongkongan dan lambung). Di kawasan pertanian, gas-gas belerang oksida ini dapat merusak hasil panen

3. Partikel-partikel, berasal dari asap (terutama pembakaran kayu, sampah, batubara) berupa partikel-partikel debu halus dan agak kasar yang berasal dari kegiatan manusia. Sifat terpenting dari partikel ini adalah ukurannya, yang berkisar 0,0002-500 mikron yang disebut partikel tersangga (*suspended particulate*) yang keberadaannya di udara berkisar antara beberapa detik hingga beberapa bulan, tergantung keadaan dinamika atmosfer.

B. Baku Mutu Udara Ambien

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. 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 yang tetap pada suatu tempat (Anonim,1999).

Parameter pencemar udara didasarkan pada baku mutu udara ambien menurut Peraturan Pemerintah Nomor 41 tahun 1999, yang meliputi : Sulfur dioksida (SO₂), Karbon monoksida (CO), Nitrogen dioksida (NO₂), Ozon (O₃), Hidro karbon (HC), Pb (Timbal). Masalah dalam pencemaran udara adalah emisi kendaraan bermotor dimana sebagian besar kendaraan bermotor ini menggunakan bahan bakar minyak

(BBM) berupa Premix, Premium atau Solar yang mengandung timbal berperan sebagai penyumbang polusi cukup besar terhadap kualitas udara dan kesehatan (Sudrajad, 2006).

Batas atas timbal yang diperkenankan untuk laki-laki 40 g/dL dan untuk perempuan adalah 30g/dL (de Roos, 1997). Kualitas udara ambien Di Propinsi DI Yogyakarta, ada 7 senyawa kimiawi pengamatan udara ambien. Hasil yang diperoleh dapat di lihat pada Tabel.1 adalah:

Tabel 1. Kualitas Udara Ambien di Kota Yogyakarta Berdasarkan Sumber Pencemar

No	PARAMETER	BAKU MUTU	HASIL RATA-RATA
1	Sulfur Dioksida (SO ₂)	900 ug/m ³	5,837
2	Karbon Monoksida (CO)	30.000 ug/m ³	9,84
3	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	400 ug/m ³	46,94
4	Ozon (O ₃)	235 ug/m ³	49,11
5	Hidrokarbon (HC)	160 ug/m ³	132,277
6	Debu (TSP)	230 ug/m ³	135,3
7	Timah Hitam (Pb)	2 ug/m ³	1,968

Sumber: Bapedalda Propinsi DI Yogyakarta, 2005

C. Sumber Timbal (Pb) dan Pencemarannya di Udara

Timbal (Pb) secara alami terdapat sebagai timbal karbonat, timbal sulfat, (Faust dan Aly, 1981). Saeni (1997), menyatakan timbal merupakan logam berat yang paling berbahaya kedua, setelah merkuri. Sumber utama pencemaran udara adalah asap kendaraan bermotor. Sastrawijaya (1991), menegaskan bahwa pembakaran bensin sebagai sumber pencemar timbal lebih dari separuh polusi udara di daerah

perkotaan, yaitu sekitar 60-70 % dari total seluruh zat pencemar. Tsalev dan Zaprianov (1985), menyebutkan 52 % pencemaran timbal sebagai salah satu bahan adiktifia , sedangkan 48 % pencemaran timbal terhadap lingkungan ditemukan pada bahan pembungkus kabel, zat pewarna pada cat dan sebagai bahan stabilisator pada plastik dan karet.

Negara Indonesia setiap liter bensin premium yang dijual mengandung 0,70 - 0,80 gram senyawa tetraetil dan tetrametil, berarti sebanyak 0,56 – 0,63 gram senyawa timbal akan dilepaskan ke udara untuk setiap liter bensin yang dimanfaatkan (Rustiawan, 1994). Fator-faktor yang mempengaruhi konsentrasi timbal di udara yaitu : waktu, temperatur, kecepatan dari emisi, kecepatan angin, ukuran dan kepadatan timbal, parameter meteorologi, seperti kecepatan angin, kelembaban, topografi seperti lembah, bukit yang akan mempengaruhi penyebaran timbal.

Fergusson dalam Seani (1995), menyebutkan bahwa timbal yang di keluarkan oleh asap kendaraan bermotor berubah antara 0,08-1,00 mg dengan masa tinggal di udara selama 4-40 hari. Masa tinggal yang lama ini menyebabkan partikel timbal dapat disebarkan angin hingga mencapai jarak 100- 1000 km dari sumbernya. Di alam diketahui 200 jenis mineral timbal, tetapi hanya beberapa saja yang penting misalnya galena (PbS), rusit (PbCO₃), anglesit (PbSO₄). Timbal juga terbentuk bersama dengan Zn dalam batuan. Badan dunia WHO (1994) telah menetapkan batas maksimal serapan timbal oleh manusia dewasa sebesar 400 - 450 µg/hari.

Fergusson (1991) mengatakan, terdapat dua jenis sirkulasi udara yang dapat memperburuk bahaya zat pencemar yaitu :

1. Pergerakan udara yang disebabkan oleh arus pembalikan udara bagian yang lebih tinggi ke bagian yang lebih rendah. Pergerakan udara terjadi secara vertikal, sehingga mengakibatkan bahan pencemar terdapat pada lokasi yang sama jangka waktu yang cukup lama pula.
2. Pergerakan udara yang disebabkan oleh angin. Angin dapat menyebarkan udara tercemar secara horizontal, sehingga zat pencemar dapat mencapai daerah-daerah yang cukup jauh dari sumbernya.

D. Sifat Fisik dan Kimia Logam Timbal (Pb)

Timah (Pb) merupakan logam lunak yang berwarna kebiru-biruan atau abu-abu keperakan dengan titik leleh pada $327,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan titik didih $1.740\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada tekanan atmosfer. Senyawa Pb-organik seperti Pb-tetraetil dan Pb-tetrametil merupakan senyawa yang penting karena banyak digunakan sebagai zat aditif pada bahan bakar bensin dalam upaya meningkatkan angka oktan secara ekonomi. Pb-tetraetil dan Pb tetrametil berbentuk larutan dengan titik didih masing-masing $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Karena daya penguapan kedua senyawa tersebut lebih rendah dibandingkan dengan daya penguapan unsur-unsur lain dalam bensin, maka penguapan bensin akan cenderung memekatkan kadar Pb-tetraetil dan Pb-tetrametil. Kedua senyawa ini akan

terdekomposisi pada titik didihnya dengan adanya sinar matahari dan senyawa kimia lain diudara seperti senyawa hologen asam atau oksidator (Anonim, 2006).

Penggunaan timbal dalam bahan bakar adalah untuk meningkatkan oktan bahan bakar. Penambahan kandungan timbal dalam bahan bakar, dilakukan sejak sekitar tahun 1920-an oleh kalangan kilang minyak. *Tetra Ethyl Lead* (TEL), selain meningkatkan oktan, juga dipercaya berfungsi sebagai pelumas kedudukan katup mobil (produksi di bawah tahun 90-an), sehingga katup terjaga dari keausan, lebih awet, dan tahan lama. Penggunaan timbal dalam bensin lebih disebabkan oleh keyakinan bahwa tingkat sensitivitas timbal tinggi dalam menaikkan angka oktan. Setiap 0,1 gram timbal perliter bensin, menurut ahli tersebut mampu menaikkan angka oktan 1,5 samapai 2 satuan. Selain itu, harga timbal relatif murah untuk meningkatkan satu oktan dibandingkan dengan senyawa lainnya. Penggunaan timbal juga dapat menekan kebutuhan senyawa aromatik, sehingga proses produksi relatif lebih murah dibandingkan memproduksi bansin tanpa timbal (Devi, 2001)

Tetra Ethyl Lead (TEL) adalah bahan tambahan bertimbal pada premium dan premix terdiri atas cairan anti letupan (*anti knocking agent*), yang dimaksudkan untuk dapat mengurangi letupan selama proses pemampatan dan pembakaran di dalam mesin. Bahan tersebut yang lazim dipakai adalah tetrametil Pb atau $Pb(C_2H_5)_4$, tetrametil Pb atau kombinasinya. Umumnya etilen dibromida ($C_2H_4Br_2$) dan diklorida ($C_2H_4Cl_2$) ditambahkan agar dapat bereaksi dengan sisa senyawa Pb yang tertinggal di dalam mesin sebagai akibat pembakaran bahan anti letupan tersebut. Campuran

/komposisi yang lazim ditambahkan terdiri atas 62 % tetraetil Pb, 18 % etilen bromida, 18 % etilen diklorida dan 25 bahan-bahan lainnya.

Senyawa buangan bertimbal yang mengandung gugus halogen tersebut senyawa-senyawa PbBrCl , PbBrOCl_2 adalah yang terbanyak (32,0 % dan 31,4 %) dari total Pb yang di emisikan sesaat setelah mesin kendaraan dihidupkan dan 12,0 %, 1,6 % dari total Pb pada 18 jam setelah mesin dihidupkan. Emisi Pb pada tahun 1991 sebesar 73.154.420 ton dengan sebaran menurut sumbernya sebagai berikut : transportasi 98, 61% dan industri 1,39%, sedangkan bagi rumah tangga dan pemusnahan sampah tidak dianggap menghasilkan emisi timbal (Kozak, 1993).

Smith dalam Batara (2005), menyebutkan bahwa sejumlah besar dapat terasosiasi dengan tumbuhan tinggi. Diantaranya ada yang dibutuhkan sebagai unsur mikro (Fe, Mn, Zn) dan logam berat lainnya yang belum di ketahui fungsinya dalam metabolisme tumbuhan (Pb, Cd, Ti dan lain-lain). Semua logam berat tersebut dapat potensial mencemari tumbuhan. Smith dalam Batara (2005), juga menerangkan gejala akibat pencemaran logam berat yaitu, pada ujung dan sisi daun membusuk lebih awal. Jumlah Pb di udara di pengaruhi volume atau kepadatan lalu lintas jarak dari jalan raya dan daerah industri, dan arah angin. Sedangkan tingginya kandungan Pb pada tumbuhan juga dipengaruhi oleh sedimentasi.

E. Penyerapan Timbal (Pb) pada Tanaman

Logam timbal (Pb) yang terakumulasi di dalam jaringan tanaman melalui dua cara yaitu penyerapan melalui akar dan daun. Timbal (Pb) yang diserap oleh akar rambut akan mengalami pengikatan dan pengendapan (Lepp dalam Endes, 2000).

Penyerapan Pb melalui daun terjadi karena partikel Pb di udara jatuh dan mengendap pada permukaan daun. Juga ukuran stomata yang lebih besar (panjang 10 μm dan lebar 2-7 μm) dari pada ukuran partikel Pb (kurang dari 4 μm) (Smith dalam Batara, 2005).

Setelah Pb masuk ke dalam jaringan daun melalui celah stomata akan terjadi penumpukan stomata diantara sel-sel jaringan pagar. Kerusakan tersembunyi dapat berupa penurunan kemampuan tanaman dalam menyerap air pertumbuhan yang lambat atau pembukaan stomata yang tidak sempurna (Baker dan Allen dalam Widriani 1996).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar Pb dalam tanaman yaitu umur tanaman, kandungan Pb dalam tanah morfologi dan fisiologi tanaman, kandungan Pb dalam tanah dan faktor yang mempengaruhi lahan seperti banyaknya tanaman penutup serta jenis tanaman disekeliling tanaman tersebut (Darmono, 1995).

Timbal merupakan unsur yang tidak esensial bagi tanaman, kandungannya berkisar antara 0,1-10 ppm (Alloway dalam Soepardi, 1993), dan kandungan timbal dalam tanaman untuk berbagai jenis secara normal 0,5-3,0 ppm. Tanaman tertentu tingkat keracunan terhadap timbal sangat tinggi. Hal ini dapat menimbulkan situasi

yang sangat membahayakan, karena tanaman mungkin tidak dapat menunjukkan gejala keracunan dan kelihatan sehat tetapi berbahaya jika dikonsumsi hewan ternak dan manusia.

Timbal masuk ke dalam jaringan daun bukan karena timbal diperlukan tanaman, tetapi hanya sebagai akibat ukuran stomata daun yang cukup besar dan ukuran partikel timbal yang relatif kecil dibandingkan ukuran stomata. Timbal masuk ke dalam tanaman melalui proses penyerapan pasif (Widiriani, 1996). Penyerapan melalui daun terjadi karena timbal di udara jatuh dan mengendap pada permukaan daun. Tingkat akumulasi timbal pada tanaman akan meningkat seiring dengan meningkatnya kepadatan arus lalu lintas kendaraan bermotor dan menurun dengan bertambahnya jarak dari tepi jalan raya (Dahlan, 1989). Timbal (Pb) yang diserap oleh tanaman akan memberikan efek buruk apabila kepekatannya berlebihan. Pengaruh yang ditimbulkan antara lain dengan adanya penurunan pertumbuhan dan produktivitas tanaman serta kematian. Menurut Sunarya, *dkk* (1991) batas toksisitas timbal (Pb) pada daun tanaman tingkat tinggi adalah 1000 ppm ($\mu\text{g/g}$).

F. Morfologi, Taksonomi Tanaman Batavia dan Mekanisme Penyerapan Akumulasi Timbal Pada Tanaman

Kedudukan tanaman Batavia di dalam dunia taksonomi tumbuhan adalah sebagai berikut:

Divisi : Magnoliophyta

Classis : Dicotyledonae
Ordo : Euphorbiales
Familia : Euphorbiaceae
Genus : *Jatropha*
Spesies : *Jatropha integerrima* Jacq (Dahlan,1992)

Kerabat dekat tanaman batavia adalah Jarak Pagar, Jarak Merah, Jarak Tintir, Jarak Bonggol. Ciri-ciri jenis tanaman Batavia adalah berbentuk perdu, kulit batang keperak-perakan dan hijau kecoklatan. Susunan daun tanaman Batavia adalah daun tunggal berbentuk bulat telur dan ujungnya agak meruncing agak tipis dan agak licin, warna daun hijau muda dan hijau tua, pucuk dan tangkai daun kemerahan, kehijauan, bunga berwarna merah (Helianto dan Asbani, 2009).

Tanaman Batavia digunakan sebagai tanaman hias. Spesies ini tidak diserang oleh hama dan kelebihan yang lain adalah tidak meranggas pada waktu musim kering, berbunga sepanjang tahun dan batangnya memiliki kayu yang keras dapat dilihat pada Gambar 1 (Helianto dan Asbani, 2009).



Gambar 1. Tanaman Batavia

Pelaut-pelaut Portugis membawa tanaman Batavia ke Indonesia pada abad ke-17 dan penyebarannya di daerah Sumatera Barat, Lampung, Banten, Jawa Barat, Jawa Timur, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur dan Sulawesi Selatan (Helianto dan Asbani, 2009).

G. Hipotesis

Tanaman Batavia yang ditanam di jalan Malioboro kota Yogyakarta dapat membantu mengurangi polusi timbal (Pb).