

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara

Pengertian pencemaran udara berdasarkan Undang-Undang Nomor 23 tahun 1997 pasal 1 ayat 12 mengenai pencemaran lingkungan yaitu pencemaran yang disebabkan oleh aktivitas manusia seperti pencemaran yang berasal dari pabrik, kendaraan bermotor, pembakaran sampah, sisa pertanian, dan peristiwa alam seperti kebakaran hutan, letusan gunung api yang mengeluarkan debu, gas, dan awan panas.

Berdasarkan PP No. 41 Tahun 1999, pencemaran 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.

Sedangkan berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI nomor 1407 tahun 2002 tentang Pedoman Pengendalian Dampak Pencemaran Udara, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam udara oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun ke tingkat tertentu yang menyebabkan atau mempengaruhi kesehatan manusia.

Oleh karena itu, dalam suatu hadist kita sebagai manusia diperintahkan untuk menjaga kebersihan. Karena Allah SWT menyukai akan hal-hal yang bersih. perhatikan Hadist Rasulullah SAW berikut ini:

عَنْ سَعْدِ بْنِ أَبِي وَقَّاصٍ عَنْ أَبِيهِ عَنِ النَّبِيِّ ﷺ : إِنَّ اللَّهَ طَيِّبٌ يُحِبُّ
الطَّيِّبَ نَظِيفٌ يُحِبُّ النَّظَافَةَ كَرِيمٌ يُحِبُّ الْكِرَامَ جَوَادٌ يُحِبُّ الْجُودَ
فَنَظِّفُوا أَفْنِيَّتَكُمْ (رواه الترمذي)

Artinya: “Diriwayatkan dari Sa’ad bin Abi Waqash dari bapaknya, dari Rasulullah SAW: Sesungguhnya Allah SWT itu Maha Suci yang menyukai hal-hal yang suci, Dia Maha Bersih yang menyukai kebersihan, Dia Maha Mulia yang menyukai kemuliaan, Dia Maha Indah yang menyukai keindahan, karena itu bersihkanlah tempat-tempatmu” (HR. Turmudzi).

Berdasarkan hadist di atas, Sudah jelas bahwa Allah SWT menyukai kebersihan, dan Rasulullah SAW seringkali mengingatkan umatnya untuk juga senantiasa menjaga kebersihan, mulai dari kebersihan diri sendiri sampai pada kebersihan lingkungan kita, agar kita semua dapat terhindar dari kerusakan. Kerusakan lingkungan terjadi di daratan, lautan maupun udara yang semuanya dapat mengganggu kehidupan manusia yang ada di muka bumi ini. Sehingga kita sebagai umat Rasulullah SAW sepatutnya harus selalu berusaha untuk menjaga dan melestarikan lingkungan tempat hidup kita agar terhindar dari kerusakan.

Selain itu, pencemaran udara dapat pula diartikan dengan adanya bahan-bahan atau zat asing di dalam udara yang menyebabkan terjadinya perubahan komposisi udara dari susunan atau keadaan normalnya. Kehadiran zat asing tersebut di dalam udara dalam jumlah dan jangka waktu tertentu akan dapat menimbulkan gangguan pada kehidupan manusia, hewan, maupun tumbuhan (Wardhana, 2004).

2.2 Sumber Pencemaran Udara

Sumber pencemaran udara dapat dibagi menjadi 2 yaitu (Soemirat, 2005):

1. Sumber bergerak, seperti: kendaraan bermotor
2. Sumber tidak bergerak, seperti:
 - a. Sumber titik, contoh: cerobong asap
 - b. Sumber area, contoh: pembakaran terbuka di wilayah pemukiman.

Sumber pencemar yang tergolong sumber stasioner adalah sumber pencemar yang berasal dari daerah pemukiman dan daerah industri, sedangkan yang tergolong sumber bergerak adalah lalu lintas kendaraan bermotor. Dengan kepadatan lalu lintas yang cukup besar dan pertambahan pertumbuhan yang cukup pesat, maka jumlah zat-zat pencemar dan partikel yang dikeluarkan ke udara juga akan tumbuh pesat. Hal ini terutama disebabkan oleh pembakaran yang tidak sempurna (Sastrawijaya, 1991).

Menurut Fardiaz (1992), Sumber pencemaran udara yang utama berasal dari transportasi, hampir 60% dari polutan yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon. Sumber-sumber polusi lainnya misalnya pembakaran, proses industri, pembuangan limbah, dan lain-lain. Polutan yang utama adalah karbon monoksida yang mencapai hampir setengahnya dari seluruh polutan udara yang ada.

Hal ini juga diperkuat oleh Achmad, (2004) yang menyatakan bahwa selain kendaraan bermotor, pabrik-pabrik atau industri merupakan bahan pencemar udara yang tidak kalah pentingnya dan untuk industri-industri disebut sumber tidak bergerak. Untuk industri terdapat keberagaman dari bahan

pencemarnya tergantung dari jenis bahan baku dan produk apa yang digunakan dan dihasilkan oleh industri yang bersangkutan.

Pada dasarnya penyebab polusi udara dapat terjadi secara alamiah dan antropogenik. Pencemaran yang terjadi secara alamiah misalnya pencemaran yang disebabkan oleh gas pembusukan dan debu akibat erosi. Sedangkan pencemaran udara yang terjadi secara antropogenik adalah pencemaran yang disebabkan oleh aktivitas hidup manusia yang jumlah dan kadar bahayanya semakin meningkat. Meskipun alam menyediakan unsur-unsur dasar yang diperlukan oleh makhluk hidup dalam jumlah cukup dan berkelanjutan, tetapi akibat adanya pengotoran oleh aktivitas manusia, maka udara tidak dapat lagi mengabsorpsi atau menghilangkannya (Sastrawijaya, 1991).

2.3 Dampak Pencemaran Udara Terhadap Tumbuhan

Untuk menunjang kehidupannya, tumbuhan membutuhkan unsur-unsur esensial dari lingkungan dimana tumbuhan tersebut hidup. Selain dari air dan tanah, unsur-unsur esensial juga diperoleh dari udara. Komponen udara yang dibutuhkan oleh tumbuhan adalah nitrogen, oksigen, karbondioksida, dan sulfur. Nitrogen dan sulfur diperlukan untuk pertumbuhan dan pembentukan senyawa metabolisme, oksigen sebagai komponen utama untuk respirasi serta merupakan produk dari proses fotosintesis tumbuhan, sedangkan karbondioksida sebagai bahan baku pembuatan makanan dalam proses fotosintesis (Wijaya, 2010).

Siregar (2005) mengemukakan bahwa pencemar di atmosfer secara merugikan merusak tumbuhan dalam beberapa cara. Kerusakan akibat pencemaran sering secara umum diklasifikasikan ke dalam akut, kronis atau

tersembunyi. Pada umumnya pencemaran udara baik secara individual maupun kombinasi akan menyebabkan kerusakan dan perubahan fisiologi tanaman yang kemudian akan diekspresikan dalam gangguan pertumbuhan.

Rinawati (1991), dalam Wijaya (2010) menyebutkan bahwa setiap pohon memiliki respon-respon yang berbeda terhadap masing-masing pencemar udara baik itu dalam bentuk gas ataupun partikel. Perbedaan tersebut tergantung dari jenis pohon dan susunan genetiknya. Faktor-faktor lain yang ikut berperan diantaranya adalah tingkat pertumbuhan pohon, jarak terhadap sumber pencemar, konsentrasi bahan pencemar, dan durasi paparan pencemar.

Treshow (1989) dalam Wijaya (2010) menyebutkan bahwa dari beberapa hasil penelitian pencemaran udara mengakibatkan menurunnya pertumbuhan dan tingkat produktivitas tanaman yang diikuti pula dengan beberapa gejala yang tampak (*visible symptoms*). Kerusakan tanaman karena pencemaran berawal dari tingkat biokimia (gangguan proses fotosintesis, respirasi, serta biosintesis protein dan lemak), selanjutnya tingkat ultrastruktural (*disorganisasi* sel membran), kemudian tingkat sel (dinding sel, mesofil, pecahnya inti sel) dan diakhiri dengan terlihatnya gejala pada jaringan daun seperti klorosis dan nekrosis.

Menurut Noer (2004) Lichenes akan mengalami perubahan keadaan morfologi dan warna talusnya ketika hidup pada kondisi yang tercemar. Sehingga dapat mengakibatkan pertumbuhannya kurang baik, warnanya pucat atau berubah. Perubahan warna talus menjadi memudar atau kusam yang berlanjut hingga memutih dapat menandai bahwa telah terjadi kerusakan secara kronis.

Kebanyakan hal ini terjadi karena rusaknya klorofil akibat absorpsi sejumlah gas pencemar dalam konsentrasi subletal dalam periode waktu yang lama.

2.4 Logam Berat

Unsur logam ditemukan secara luas di seluruh permukaan bumi. Mulai dari tanah dan batuan, badan air, bahkan pada lapisan atmosfer yang menyelimuti bumi. Umumnya logam-logam di alam ditemukan dalam bentuk persenyawaan dengan unsur lain, dan sangat jarang ditemukan dalam bentuk elemen tunggal (Palar, 1994). Logam atau besi merupakan kebutuhan penting bagi kehidupan manusia yang tidak dapat dipisahkan. Logam diidentikkan dengan besi, padat dan keras. Benda ini biasanya digunakan sebagai alat perlengkapan rumah tangga bahkan sebagai perhiasan mewah (emas). Sebagaimana dalam surat al-Hadid ayat 25 yang menyatakan kehebatan besi atau logam.

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنْفَعٌ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَن يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ

"Dan Kami ciptakan besi yang padanya terdapat kekuatan yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia, (supaya mereka mempergunakan besi itu) dan supaya Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)Nya dan rasul-rasul-Nya Padahal Allah tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Maha kuat lagi Maha Perkasa" (QS.al-Hadid: 25).

Firman Allah SWT di atas dapat diartikan bahwa besi atau logam mempunyai kekuatan yang hebat, daya tahan lama dan tenaga pendukung yang besar. Oleh karena itu sangat bermanfaat bagi kelangsungan hidup manusia. Baik itu dari segi kebutuhan rumah tangga, industri, kemiliteran dan sebagainya.

Logam berat adalah unsur-unsur kimia dengan bobot jenis lebih besar dari 5 gr/cm³, terletak di sudut kanan bawah sistem periodik, mempunyai afinitas yang tinggi terhadap unsur S dan biasanya bernomor atom 22 sampai 92 dari perioda 4 sampai 7 (Miettinen, 1977) dalam Nursal (2005). Logam berat berdasarkan sifat racunnya dapat dikelompokkan menjadi 4 golongan yaitu:

1. Sangat beracun, dapat mengakibatkan kematian ataupun gangguan kesehatan yang pulih dalam waktu yang singkat, logam-logam tersebut antara lain: Hg, Pb, Cd, Cr, As
2. Moderat, yaitu mengakibatkan gangguan kesehatan baik yang pulih maupun tidak dalam waktu yang relatif lama, logam-logam tersebut antara lain: Ba, Be, Cu, Au, Li, Mn, Se, Te, Co, dan Rb
3. Tidak beracun, yaitu tidak menimbulkan gangguan kesehatan. Logam-logam tersebut antara lain: Na, Al, Sr, dan Ca
4. Kurang beracun, logam ini dalam jumlah besar menimbulkan gangguan kesehatan, logam-logam tersebut antara lain: Al, Bi, Co, Fe, Ca, Mg, Ni, K, Ag, Ti, dan Zn.

2.5 Timbal (Pb)

2.5.1 Definisi dan Sifat – sifat Timbal (Pb)

Timbal atau yang kita kenal sehari-hari dengan timah hitam dan dalam bahasa ilmiahnya dikenal dengan kata Plumbum dan logam ini disimpulkan dengan timbal (Pb). Logam ini termasuk kedalam kelompok logam-logam golongan IV–A pada tabel periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat (BA) 207,2 adalah suatu logam berat berwarna kelabu

kebiruan dan lunak dengan titik leleh 327 °C dan titik didih 1.620 °C. Pada suhu 550-600 °C. Timbal (Pb) menguap dan membentuk oksigen dalam udara membentuk timbal oksida. Bentuk oksidasi yang paling umum adalah timbal (II). Walaupun bersifat lunak dan lentur, timbal (Pb) sangat rapuh dan mengkerut pada pendinginan, sulit larut dalam air dingin, air panas dan air asam. Timbal (Pb) dapat larut dalam asam nitrit, asam asetat dan asam sulfat pekat (Palar, 1994).

Timbal banyak digunakan untuk berbagai keperluan karena sifat-sifatnya, yaitu sebagai berikut (Fardiaz, 1992):

1. Titik cairnya rendah sehingga jika akan digunakan dalam bentuk cair maka hanya membutuhkan teknik yang sederhana dan murah.
2. Timbal merupakan logam lunak sehingga mudah diubah ke berbagai bentuk.
3. Sifat kimia timbal menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung jika kontak dengan udara lembab.
4. Timbal dapat membentuk alloy dengan logam lainnya, dan alloy yang terbentuk mempunyai sifat yang berbeda dengan timbal yang murni.
5. Densitas timbal lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya, kecuali bila dibanding dengan emas dan merkuri.

2.5.2 Penggunaan Timbal (Pb)

Menurut Fardiaz (1992) Penggunaan timbal (Pb) terbesar adalah dalam produksi baterai penyimpan untuk mobil, dimana digunakan timbal (Pb) metalik dan komponen-komponennya. Penggunaan lainnya dari timbal (Pb) adalah untuk produk-produk logam seperti amunisi, pelapis kabel, pipa, dan solder. Beberapa produk logam dibuat dari timbal (Pb) murni yang diubah menjadi berbagai

bentuk, dan sebahagian besar terbuat dari alloy timbal (Pb). Solder mengandung 50-95 % timbal (Pb), sedangkan sisanya adalah timah.

Logam pencetak yang digunakan dalam percetakan terdiri dari timbal (Pb), timah dan antimony, dimana komposisinya pada umumnya terdiri dari 85 % timbal (Pb), 12 % antimony, dan 3 % timah. Peluru timbal (Pb) mengandung 0,1-0,2 % arsenik untuk menambah kekerasannya. Penggunaan timbal (Pb) yang bukan alloy terutama terbatas pada produk-produk yang harus tahan karat. Sebagai contoh pipa timbal (Pb) digunakan untuk pipa-pipa yang akan mengalirkan bahan-bahan kimia yang korosif, lapisan timbal (Pb) digunakan untuk melapisi tempat-tempat cucian yang sering mengalami kontak dengan bahan-bahan korosif, dan timbal (Pb) juga digunakan sebagai pelapis kabel listrik yang digunakan di dalam tanah atau di bawah permukaan air (Fardiaz, 1992).

Penggunaan timbal dalam bensin lebih disebabkan oleh keyakinan bahwa tingkat sensitivitas timbal tinggi dalam menaikkan angka oktan. Setiap 0,1 gram timbal per liter bensin, menurut ahli tersebut mampu menaikkan angka oktan 1,5 sampai 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 bensin tanpa timbal. Hal ini yang menjadikan gas buang dari kendaraan bermotor merupakan sumber utama timbal (Pb) di lingkungan (Santi, 2001).

Bensin "Premium" yang digunakan di Indonesia saat ini berangka oktan 88 dengan kandungan timbal maksimum 0,45 gram per liter. Sedangkan "Premix"

berangka oktan 94, yang merupakan campuran Premium serta 15 persen *Methyl Tertiary Butyl Ether* (MTBE). Kandungan timbal Premix maupun Premium sama (Santi, 2001).

2.5.3 Pencemaran Udara Oleh Timbal (Pb)

Pencemaran oleh Timbal (Pb) dapat terjadi di udara, air maupun tanah. Kandungan timbal di dalam tanah rata-rata 16 ppm, tetapi pada daerah-daerah tertentu mungkin dapat mencapai beberapa ribu ppm. Kandungan timbal di udara seharusnya rendah bila nilai tekanan uapnya rendah. Untuk mencapai tekanan uap 1 torr, timbal atau komponen-komponen timbal membutuhkan suhu lebih dari 800 °C. Berbeda dengan merkuri, di mana tekanan uap 1 torr dapat dicapai pada suhu yang jauh lebih rendah, yaitu 126 °C (Kristanto, 2002).

Menurut Mukono (2005) Sebagai sumber timbal (Pb) di udara pada lingkungan hidup kita adalah dapat berbentuk gas dan partikel. Dalam keadaan alamiah menurut studi patterson pada tahun 1965 kadar timah hitam di udara sebesar 0,0006 mikrogram/m³, sedangkan di daerah tanpa penghuni dipegunungan California (USA), menunjukkan kadar timah hitam (Pb) sebesar 0,008 mikrogram/m³. Baku mutu di udara adalah 0,025 – 0,04 gr/Nm³. Logam berat Pb adalah logam berat yang bersifat toksis sehingga akan berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungannya. Menurut Saeni (1997) timbal merupakan logam berat yang paling berbahaya kedua setelah merkuri.

Sastrawijaya (1991) menegaskan sumber utama pencemaran udara adalah asap kendaraan bermotor. Karena, pembakaran bensin sebagai sumber pencemar lebih dari separuh polusi udara di daerah perkotaan, yaitu sekitar 60-70 % dari

total zat pencemar. Tsalev dan zaprianov (1985) menyebutkan, 52% pencemaran timbal sebagai salah satu bahan aditifnya, sedangkan 48% pencemaran timbal terhadap lingkungan ditemukan pada bahan pembungkus kabel, zat pewarna cat, campuran beberapa logam (alpaka), pelindung terhadap pengaruh pengasaman, kritical, keramik dan bahan stabilisator plastik dan karet.

Logam timbal terdapat di alam dalam bentuk mineral, sehingga harganya relatif lebih murah dan lebih mudah diperoleh dibanding bahan aditif yang lain (Widiriani, 1996). Jumlah timbal yang ditambahkan berbeda untuk tiap negara. Di Indonesia setiap liter bensin premium yang dijual dengan nilai oktana 87 dan bensin super dengan nilai oktana 98 mengandung 0,70-0,84 gram senyawa tetraetil dan tetrametil, hal ini berarti sebanyak 0,56-0,63 gram senyawa timbal akan dilepaskan ke udara setiap liter bensin yang dimanfaatkan (Rustiawan, 1994).

Menurut Fergusson (1991) Faktor-faktor yang mempengaruhi konsentrasi timbal di udara yaitu : a). Waktu, temperatur, kecepatan dari emisi, ukuran, bentuk, dan kepadatan timbal; b). Parameter meteorologi seperti kecepatan angin derajat turbulensi dan kelembaban, dan c). Jarak pengambilan contoh dari sumber pencemar, topografi seperti lembah, bukit yang akan mempengaruhi penyebarannya.

2.5.4 Efek Timbal (Pb) Terhadap Tanaman

Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar timbal dalam tanaman yaitu jangka waktu tanaman kontak dengan timbal, kadar timbal dalam tanah, morfologi dan fisiologi tanaman, umur tanaman dan faktor yang mempengaruhi areal seperti

banyaknya tanaman penutup serta jenis tanaman di sekeliling tanaman tersebut. Dua jalan masuknya timbal ke dalam tanaman yaitu, melalui akar dan daun. Timbal setelah masuk ke sistem tanaman akan diikat oleh membran-membran sel, mitokondria dan kloroplas. Bahkan pencemaran dapat menyebabkan terjadinya kerusakan fisik. Kerusakan tersembunyi dapat berupa penurunan kemampuan tanaman dalam menyerap air, pertumbuhan yang lambat atau pembukaan stomata yang tidak sempurna (Siregar, 2005).

Tanaman yang ditanam di tempat padat industri atau padat lalu lintas akan banyak mengandung unsur logam. Timbal yang diemisikan dari kendaraan berbentuk senyawa yang tidak larut dalam air. Oleh karena itu tingginya kontaminasi timbal di dalam tanah tidak selalu berpengaruh terhadap tingginya kandungan timbal dalam jaringan tanaman di atasnya. Masuknya partikel timbal 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 dibanding ukuran stomata. Timbal masuk ke dalam tanaman melalui proses penyerapan pasif (Widiriani, 1996).

Sebagian besar pencemaran udara akan menurunkan proses fotosintesis baik secara langsung maupun tidak langsung. Penyebabnya adalah hilang atau rusaknya jaringan-jaringan untuk melakukan fotosintesis dan gangguan pembukaan stomata. Penyerapan timbal melalui daun terjadi karena partikel timbal di udara jatuh dan mengendap pada permukaan daun, permukaan daun yang lebih kasar, berbulu, dan lebar akan lebih mudah menangkap partikel

daripada permukaan daun yang halus, tidak berbulu dan sempit (Rahayu 1995, dalam Siregar 2005).

Lichenes sebagai tumbuhan fotosintetik membutuhkan CO₂ sampai batas tertentu. Jika kadar CO₂ telah melampaui batas yang dibutuhkan, justru menurunkan laju fotosintetik. Dengan meningkatkan SO₂, CO, dan CO₂ di udara akan meningkatkan suhu udara disekitar lingkungan tersebut. Suhu yang tinggi akan meningkatkan laju respirasi dan menurunkan laju fotosintesis. Jika hal tersebut terus berlangsung akan menyebabkan kematian Lichenes (Hardini 2010).

2.6 Indikator Biologi

Indikator Biologi didefinisikan sebagai penggunaan suatu organisme baik sebagai bagian dari suatu individu suatu kelompok organisme untuk mendapatkan informasi terhadap kualitas seluruh atau sebagian dari lingkungannya. Menurut Tingey (1989), dalam Wijaya (2010). Bioindikator adalah organisme atau respon biologis yang mengungkapkan adanya atau tidak adanya polutan udara dengan terjadinya gejala khas atau tanggapan terukur. Sedangkan biomonitor memberikan informasi tentang keberadaan polutan dan upaya untuk memberikan tambahan informasi tentang jumlah dan intensitas paparan.

Menurut Kovacs (1992) indikator biologis adalah organisme (atau populasi) yang keberadaan, vitalitas dan tanggapannya berubah di bawah pengaruh kondisi lingkungan. Berbagai spesies merespon pada skala yang bervariasi, dengan cara yang paling sensitif, sensitif atau kurang peka. Spesies yang tahan (resisten) seringkali dapat dianggap sebagai indikator akumulasi.

Petanda biologis suatu paparan merupakan petanda biologis yang timbul akibat terpapar oleh suatu agen lingkungan. Petanda biologis dapat diartikan sebagai suatu perubahan sel, biokimia atau molekul yang dapat diukur dalam media biologi seperti jaringan, sel ataupun cairan tubuh (Mukono, 2005).

Bioakumulasi diartikan sebagai terdapatnya pencemar dalam organisme dalam konsentrasi jauh lebih besar daripada konsentrasi di dalam lingkungannya. Bioakumulasi dalam organisme merupakan sifat yang sangat penting dalam evaluasi bahaya atau tidaknya suatu zat dan uji toksisitas (Soemirat, 2005).

Pencemaran logam berat di darat di tanah, selanjutnya akan mencemari bahan pangan, baik yang berasal dari tanaman atau hewan dan akhirnya dikonsumsi oleh manusia. Pencemaran logam berat, baik dari industri, kegiatan domestik, maupun sumber alami dari batuan dan akhirnya sampai ke sungai atau laut dan selanjutnya mencemari manusia melalui ikan, air minum atau sumber irigasi lahan pertanian sehingga tanaman sebagai sumber pangan manusia tercemar logam berat. Sedangkan pencemaran logam berat melalui udara terjadi melalui jalur kontak langsung dengan manusia (Soemirat, 2005).

2.7 Lumut Kerak (Lichenes)

Lumut kerak (Lichenes) ini merupakan organisme ganda yang khas, yang dihasilkan oleh asosiasi erat antara dua mikroorganisme, suatu cendawan dengan suatu alga atau tumbuhan belah, dan oleh karenanya tergolong dalam kelompok yang berlainan (Polunin, 1990). Lumut kerak bukan sepenuhnya organisme tunggal, tetapi tersusun oleh bagian-bagian berbeda yang terdiri atas miselium cendawan yang dibawahnya di kelilingi oleh sel-sel alga (Kimball, 1983).

Kebanyakan ahli menganggap bahwa perlu dipisahkan lumut kerak dari cendawan ke dalam golongan tersendiri, karena cendawan di alam tidak dapat tumbuh bebas, melainkan hanya dapat berkembang jika menemukan jenis alga yang tepat. Jadi tanpa alga, cendawan itu pada umumnya tidak dapat hidup dan tidak akan membentuk lumut kerak (Tjitrosoepomo, 1981).

Unsur alga penyusun lumut kerak dapat berupa alga hijau, dan seperti halnya cendawan penyusunnya, biasanya dapat diidentifikasi dengan pasti (Polunin, 1990). Ada 32 jenis alga yang berpartisipasi dalam pembentukan talus lumut kerak, yang terdiri atas 21 jenis alga hijau dan 11 jenis alga biru hijau (Hale and Cole, 1988).

Dua organisme tersebut hidup berasosiasi satu sama lain, sehingga muncul sebagai satu organisme. Penyusun komponen fungi disebut *mycobiont* yang pada umumnya berasal dari kelas *Ascomycetes* dan dua atau tiga genus termasuk kelas *Basidiomycetes*, sedangkan penyusun komponen alga disebut *phycobiont*, berasal dari divisi alga biru-hijau (*Chyanophyceae*) atau alga hijau (*Chlorophyta*). Tercatat bahwa terdapat 12 genus dari divisi alga biru-hijau (*Chyanophyceae*) dan 21 dari alga hijau (*Chlorophyta*). Pada umumnya genus yang termasuk dalam *Cyanobacteria* adalah *Nostoc*, *Gloeocapsa* dan *Rivularia*, sedangkan yang termasuk alga hijau diantaranya *Protococcus*, *Trentepohlia* dan *Cladophora* (Pandey dan Trivendi, 1977).

2.7.1 Klasifikasi Lichenes

Menurut Tjitrosoepomo (1981), lumut kerak diklasifikasikan menurut cendawan yang menyusunnya dan dibedakan dalam dua kelas, yaitu :

1. Kelas AscoLichenes

Kelas AscoLichenes ini terbagi dalam dua kelompok : a) *Pyrenomycetales* yang menghasilkan tubuh buah berupa peritesium, yang berumur pendek dan dapat hidup bebas, misalnya *Dermatocarpon* dan *Verrucaria*, b) *Discomycetales* yang membentuk tubuh buah berupa apotesium. Apotesium pada lumut kerak ini berumur panjang, bersifat seperti tulang rawan dan mempunyai askus yang berdinding tebal. Dalam golongan ini termasuk *usnea* (rasuk angin) yang berbentuk semak kecil dan banyak terdapat pada pohon-pohonan dalam hutan, lebih-lebih di daerah pegunungan.

2. Kelas BasidioLichenes (*HymenoLichenes*)

Kebanyakan lumut kerak ini mempunyai talus yang berbentuk lembaran-lembaran. Pada tubuh buah terbentuk lapisan himenium yang mengandung basidium, yang sangat menyerupai tubuh buah *Hymenomycetales*, contohnya adalah *Corapavonia*.

Fink (1961) menambahkan selain kedua golongan tersebut terdapat golongan tersendiri, yaitu Lichenes Imperfecti (*DeuteroLicheness*). Golongan ini tidak membentuk spora fungi dan talus tersusun dari hifa atau massa padat yang seringkali terlihat menyerupai serbuk atau bubuk pada substrat yang ditumbuhinya.

Secara umum Taksonomi Lichenes menurut Misra dan Agrawal (1978)

adalah sebagai berikut :

Klas : *AscoLicheness*

Ordo : *Lecanorales*

Famili : *Lichinaceae, Collemataceae, Heppiaceae, Pannariaceae, Coccocarpiaceae, Perltigeraceae, Stictaceae, Graphidaceae, Thelotremataceae, Asterothyriaceae, Gyalectaceae, Lecidaeeae, Stereocaulaceae, Cladoniaceae, Umbilicariaceae, Lecanoraceae, Parmeliaceae, Usneaceae, Physciaceae, Theloshistaceae.*

Ordo : *Sphariales*

Famili : *Pyrenulaceae, Strigulaceae, Verrucariaceae*

Ordo : *Caliciales*

Famili : *Caliciaceae, Cypheliaceae, Sphaeophoraceae*

Ordo : *Myrangiiales*

Famili : *Arthoniaceae, Myrangiaceae*

Ordo : *Pleosporales*

Famili : *Arthopyreniaceae*

Ordo : *Hysteriales*

Famili : *Lecanactidaceae, Opegraphaceae, Rocellaceae*

Klas : *BasidioLicheness*

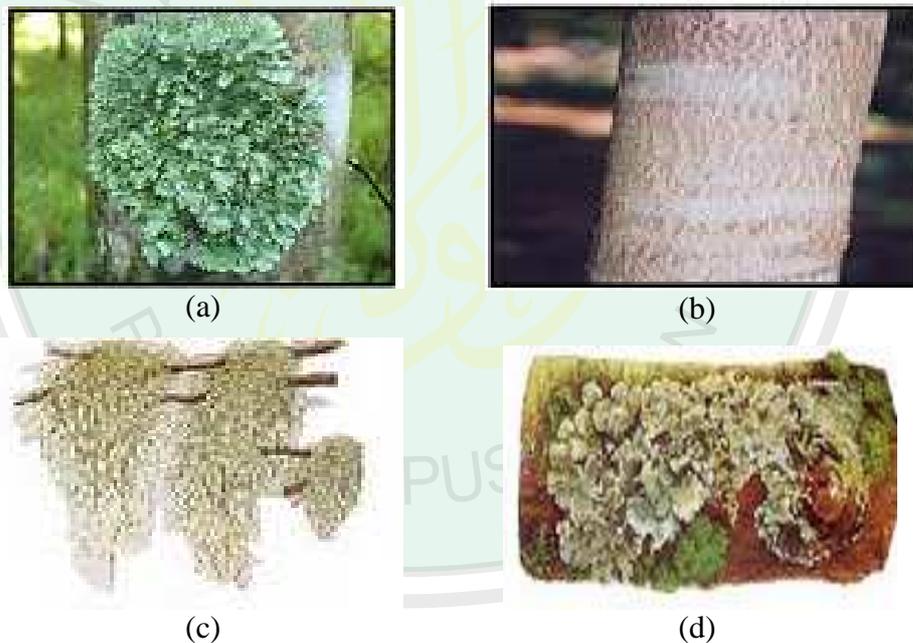
Famili : *Herpothallaceae, Coraceae, Dictyonamataceae, Thelolomataceae.*

Klas : *Licheness Imperfect*

Genus : *Cystocoleus, Lepraria, Lichenesothrix, Racodium.*

2.7.2 Morfologi Lumut Kerak

Kelompok bentuk-bentuk lumut kerak yang penting menurut Polunin (1990) adalah *crustaceus* yaitu berupa “kerak”, terdiri atas lapisan tipis pada batuan (sering ditemukan pada sisi bawah), batu atau bahan lain tempat tumbuh lumut kerak; *folioseus* yaitu berupa “lembaran”, kurang lebih tumbuhnya merayap, pipih, dengan lekuk-lekuk seperti daun; dan *fruticoseus* yaitu berupa “semak” yang tumbuh ke atas, bercabang-cabang, dan sering menyerupai semak, atau bergantung dari cabang-cabang pohon. Gambar-gambar bentuk lumut kerak secara umum yaitu sebagai berikut (Pratiwi, 2006) :



Gambar 2.1 Tipe Morfologi Talus (a) Foliose (b) Crustose (c) Fruticose (d) Squamulose

Pada umumnya berdasarkan habitat Lichenes pada substratnya secara morfologi dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok yaitu talus *crustose*, *foliose*, dan *fruticose*. Pengelompokan itu berdasarkan pada organisasi jaringan tubuh dan perlekatan talus pada substratnya, yaitu (Nash, 2008) :

1. Talus *Crustose*

Ukuran talus *crustose* bermacam-macam dengan bentuk talus rata, tipis, dan pada umumnya memiliki bentuk tubuh buah yang hampir sama. Talus berupa lembaran tipis atau seperti kerak yang permukaan bawahnya melekat pada substrat, sehingga sulit untuk dipisahkan dari substratnya. Permukaan talus biasanya terbagi menjadi areal-areal yang agak heksagonal yang disebut areole.

Ada juga talus *Squamulose* yang memiliki bentuk seperti talus *crustose* dengan pingiran yang terangkat ke atas di atas tempat hidupnya. Talus ini memiliki bentuk seperti sisik yang tersusun oleh banyak cuping (*lobes*) yang kecil tetapi tidak memiliki *rizin*.

2. Talus *Foliose*

Talus *foliose* bertingkat, lebar, besar, kasar dan menyerupai daun yang mengkerut dan melipat. Permukaan talus *foliose* bagian bawah dan atas berbeda, pada permukaan bawah berwarna lebih terang atau gelap dan pada bagian tepi talus biasanya menggulung ke atas.

3. Talus *Fruticose*

Talus *fruticose* merupakan tipe talus kompleks dengan cabang-cabang yang tidak teratur. Talus ini memiliki bentuk cabang silinder atau pita. Talus hanya menempati bagian dasar dengan cakram bertingkat. Lumut kerak *fruticose* ini memperluas dan menunjukkan perkembangannya hanya pada batu-batuan, daun, dan cabang pohon.

2.7.3 Anatomi Talus Lumut Kerak

Menurut Januardiana (1995) bahwa berdasarkan bagian dasar struktur internal talus, lumut kerak dibagi menjadi dua kelompok, yaitu struktur talus *homoimerous* dan struktur talus *heteromerous*. Struktur talus yang pertama adalah struktur talus yang sederhana, terdiri atas jaringan hifa yang erat atau rapat dan sel-sel alga bersama-sama menyebar secara merata. Struktur talus kedua adalah struktur talus berlapis dengan batas terlihat jelas. Komponen sel-sel alga pada talus ini terbatas pada lapisan tertentu (Nash, 2008). Tiga lapisan pembentuk lumut kerak, umumnya dapat dibedakan pada talus heterogen yaitu lapisan alga, medula, dan korteks (korteks bagian atas dan bawah) tergantung pada konfigurasi talus. Lapisan-lapisan ini berada di dalam 4 bentuk tubuh utama yang kita kenal yaitu *crustose*, *foliose*, dan *fruticose* (Hale and Cole, 1988).

Secara umum anatomi jaringan talus lumut kerak tersusun atas beberapa lapisan diantaranya sebagai berikut:

1. Korteks Atas

Lapisan teratas disebut sebagai lapisan hifa fungi. Lapisan ini tidak memiliki ruang antar sel dan jika ada maka ruang antar sel biasanya diisi oleh gelatin. Pada beberapa jenis lumut kerak yang bergelatin, kulit atas juga kekurangan satu atau beberapa sel tipis. Namun, permukaan tersebut dapat ditutupi oleh epidermis (Misra dan Agrawal, 1978).

2. Lapisan Alga

Lapisan ini berada di bawah lapisan cortex atas yang terdiri atas lapisan gonidial. Lapisan ini merupakan jalinan hifa fungi yang bercampur dengan alga.

Berdasarkan penyebaran lapisan alga pada talusnya, lumut kerak telah diklasifikasikan menjadi dua katagori yaitu *homoimerus* dan *heteromerous*. Pada *homoimerus*, sel alga tersebar merata pada jaringan longgar hifa fungi sedangkan pada *heteromerus* sel-sel alga terbatas pada lapisan atas talus (Misra dan Agrawal, 1978).

Alga sangat penting untuk memenuhi kebutuhan nutrisi lumut kerak, karena alga dapat melakukan fotosintesis. Secara umum, lapisan atas alga diketahui dapat menerima cahaya sinar matahari. Simbiosis yang terjadi mengakibatkan kedua komponen tersebut saling tergantung satu sama lain. Lumut kerak dapat mengabsorpsi air dari hujan, aliran permukaan, dan embun (Hale and Cole, 1988).

3. Medulla

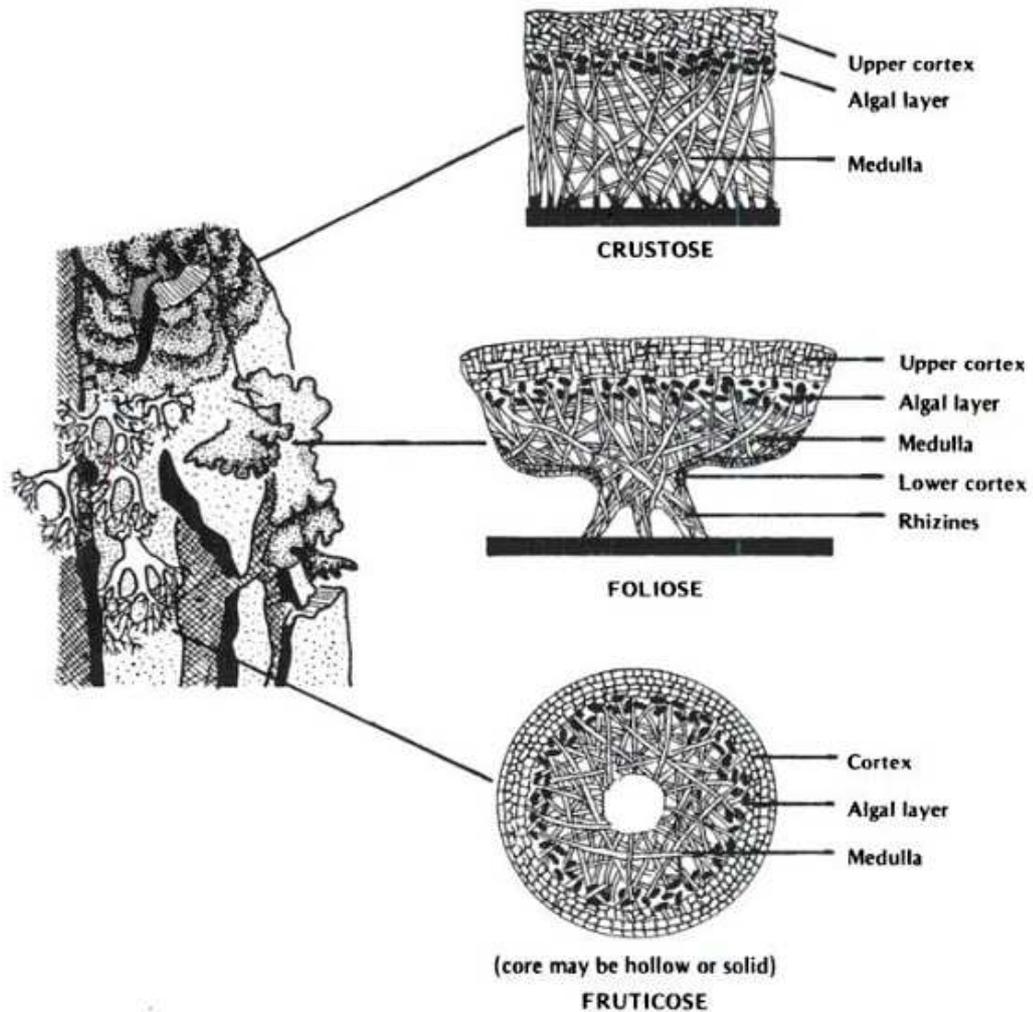
Menurut Misra dan Agrawal (1978), lapisan medulla terdiri dari jalinan longgar hifa-hifa. Lapisan ini akan memberikan kekuatan dan penghubung antara lapisan bawah dan atas atau bagian luar dan dalam talus. Menurut Fink (1961), lapisan ini menyerupai parenkim bunga karang seperti pada jaringan daun. Pembagian atau pemisahan antara lapisan alga dan lapisan medula tidak selalu terjadi secara sempurna. Pada lapisan ini hanya sedikit terdapat sel-sel alga, dan pada umumnya lapisan ini relatif tebal dan tidak berwarna atau transparan.

4. Korteks Bawah

Menurut Fink (1961), lapisan korteks bagian bawah sangat mirip dengan lapisan cortex bagian atas. Pada lapisan ini akan terbentuk rizoid yang berkembang masuk ke substrat. Jika rizoid tidak ada, maka fungsinya akan

digantikan oleh hifa-hifa fungi yang merupakan perpanjangan hifa dari lapisan medulla.

Berikut adalah gambar anatomi jaringan talus Lichenes secara umum pada masing-masing tipe morfologi talus (Ahmadjian, 1993) :



Gambar 2.2 Anatomi Jaringan Talus Lichenes (*Crustose, Foliose dan Fruticose*)

2.7.4 Habitat dan Penyebaran Lumut Kerak

Lumut kerak hidup sebagai tidak hanya menjadi tumbuh pada pohon-pohonan, tetapi juga di atas tanah, terutama pada daerah tundra di sekitar kutub utara. Stasiun tumbuhnya dapat di atas maupun di dalam batu dan tidak terikat

pada tingginya tempat di atas permukaan laut. Lumut kerak dapat ditemukan dari tepi pantai sampai di atas gunung-gunung yang tinggi. Tumbuhan ini tergolong dalam tumbuhan perintis yang ikut berperan dalam pembentukan tanah. Beberapa jenis dapat masuk pada bagian pinggir batu-batu, yang biasa disebut sebagai bersifat endolitik (Tjitrosoepomo, 1981). Lumut kerak juga dapat hidup dan tumbuh pada habitat yang agak kering (Polunin, 1990).

Menurut Fink (1961), lumut kerak yang ada pada pohon umumnya tumbuh pada batang atau bagian batang yang lebih rendah. Menurut Misra dan Agrawal (1978), habitat lumut kerak dapat dibagi menjadi 3 katagori, yaitu:

- 1) *Saxicolous* adalah jenis lumut kerak yang hidup di batu. Menempel pada substrat yang padat dan di daerah dingin.
- 2) *Corticolous* adalah jenis lumut kerak yang hidup pada kulit pohon. Jenis ini sangat terbatas pada daerah tropis dan subtropis, yang sebagian besar kondisi lingkungannya lembab.
- 3) *Terricolous* adalah jenis lumut kerak terestrial, yang hidup pada permukaan tanah.

Menurut Pandey dan Trivendi (1977), penyebaran koloni lumut kerak dapat terjadi secara vegetatif yaitu dengan cara fragmentasi, soredia, dan isidia serta secara seksual. Penyebaran secara vegetatif secara tidak langsung dapat dibawa oleh air, angin, serangga atau satwa. Air hujan sangat penting dalam penyebaran soredia, meskipun dengan angin juga dapat terjadi penyebaran.

Menurut Pandey dan Trivendi (1977), fragmentasi merupakan salah satu cara penyebaran secara vegetatif yang paling umum dijumpai. Lumut kerak yang

kering dengan kondisi yang sangat rapuh, bila terpisah dari talus utamanya maka potongan talus tersebut akan terbawa oleh angin atau air sehingga akan jatuh pada tempat yang baru. Pada tempat yang baru, potongan talus tersebut akan tumbuh menjadi talus yang baru. Soredia merupakan struktur berbentuk bubuk yang berwarna putih keabuan atau hijau keabuan, yang biasanya terletak pada permukaan talus atau pinggiran talus. Soredia akan disebarkan oleh angin atau air hujan dalam mencari substrat yang sesuai sehingga dapat berkembang menjadi talus baru. Isidia merupakan struktur yang memiliki bentuk seperti karang yang terdapat pada permukaan atau pinggiran talus.

Untuk reproduksi seksual terbatas untuk pasangan fungi yang terdapat pada lumut kerak, sebab sebagian besar komponen fungi pada lumut kerak termasuk dalam golongan *Ascomycetes*. Reproduksi ini meliputi pembentukan askokarp dalam struktur khusus yang disebut dengan *asci*, tumbuh pada apotesium atau peritesium. Banyak jenis fungi pada lumut kerak membentuk askokarp, tergantung pada golongannya.

Menurut Januardania (1995), menyebutkan bahwa ada beberapa faktor yang membantu penyebaran lumut kerak. Penyebaran secara vegetatif merupakan cara efisien membantu penyebarannya, hal tersebut juga didukung oleh sifat lumut kerak yang memiliki ketahanan terhadap suhu dan kelembaban yang ekstrim.

2.7.5 Lichenes Sebagai Indikator

Penggunaan lumut kerak sebagai bioindikator telah digunakan sejak lama dengan cara membuat peta penyebaran lumut kerak. Sistem Skala Polusi Lumut kerak menggunakan ada atau tidak adanya spesies sensitif tertentu untuk

mengetahui konsentrasi SO₂ dalam udara ambien. Begitu juga dibuat skala untuk zat-zat pencemar udara yang lain (Nimis, 2000).

Perlunya pertimbangan dalam perbedaan morfologi dan sifat pertukaran ion antara spesies Lichenes yang berbeda ketika memilih spesies untuk memantau logam berat atmosfer. Selain itu Richardson (1988) juga menyebutkan bahwa penentuan sifat dan bentuk logam berat yang diteliti adalah penting dalam pemilihan spesies, hal ini sering menentukan apakah Lichenes akan mati, menunjukkan gejala atau terakumulasi tanpa membahayakan nyata. Berikut ini adalah tabel jenis-jenis lumut kerak dan tempat tumbuhnya Noer (2004):

Tabel 2.1 Jenis-jenis Lumut Kerak dan Tempat Tumbuhnya di Lingkungan

Tempat Tumbuh	Jenis- jenis Lumut Kerak
<i>Tercemar Berat</i>	<i>Desmococcus viridis, L. conizoides, Lepraria incana, B. punctata, Diploicia canescens, L. expallens, Xanthoria parietina, Cladonia coniocraea, C. macilenta, dan L. dispersa.</i>
<i>Tercemar Sedang</i>	<i>Hypogymnia physodes, Ramalina farinacea, Evernia prunastri, Physia adscendens, Physia tenella, Lecanora chlarotera, Foraminella ambigua, Platismatia glauca, Lecidella elaeochroma, P. sulcata, P.saxatilis, P. glabratula.</i>
<i>Tercemar Ringan</i>	<i>Pseudevernia furfuracea, Bryria fuscescens, Physconia distorta, Physconia enteoxantha, Phaeophysia orbicularis, Physia aipolia, Opegrapha varia, P. cerperta, P.a acetabulum, G. scripta, G. elegans, dan Anaptychia ciliaris.</i>
<i>Daerah Bersih</i>	<i>Usnea rubicunda, U. subfloridana, U. florida, U. articulata, Teloschistes flavicans, Lobaria pulmonaria, L. scrobiculata, P. perlata, R. fastigiata, R. fraxinea, R. calicaris, Pannaria rubiginosa, dan Degelia plumbea.</i>

Menurut Clark (1999) dalam Wijaya (2004), ada beberapa sifat lumut kerak yang ideal sebagai bioindikator antara lain :

- 1) Secara geografis penyebarannya luas

- 2) Morfologinya tetap meskipun terjadi perubahan musim
- 3) Tidak memiliki kutikula, sehingga mempermudah air, larutan dan logam serta mineral diserap oleh lumut kerak
- 4) Nutrisinya tergantung dari bahan-bahan yang diendapkan dari udara
- 5) Mampu menimbun pencemar selama bertahun-tahun

Menurut Kovacs (1992), keunikan struktur morfologi dan fisiologi talus Lichenes memungkinkan untuk digunakan sebagai indikator biologis. Lichenes mempunyai akumulasi khlorofil yang rendah, tidak mempunyai kutikula, mengabsorpsi air dan nutrien secara langsung dari udara dan dapat mengakumulasi berbagai material tanpa seleksi serta bahan yang terakumulasi tidak akan terekskresikan lagi dan akan terjadi perubahan warna talus, akibat adanya bahan pencemar.

Penciptaan Lichenes merupakan salah satu bukti bahwa Allah SWT menciptakan segala sesuatu di bumi ini adalah dalam keadaan yang sempurna dan memiliki peran masing-masing untuk menjaga keseimbangan lingkungan serta sebagai petanda atau indikator untuk mengetahui suatu kondisi lingkungan tertentu. Sebagaimana firman Allah SWT dalam surat ar-Rahman ayat 7:

وَالسَّمَاءَ رَفَعَهَا وَوَضَعَ الْمِيزَانَ ﴿٧﴾

Artinya :“Dan Allah telah meninggikan langit dan meletakkan neraca (keseimbangan)” (QS.ar-Rahman: 7).

Lichenes di ekosistem darat mempunyai fungsi untuk menyerap zat pencemar, salah satunya adalah dapat mengakumulasi logam berat sehingga keberadaannya mampu memberikan informasi kepada kita akan kondisi lingkungan yang telah tercemari polusi, terutama limbah logam berat. Lichenes merupakan

tumbuhan yang hidup dari simbiosis jamur dan alga, tumbuhan ini dapat dijadikan bioindikator untuk mengetahui kualitas suatu udara, karena sifatnya yang mampu merespon terhadap perubahan lingkungannya.

Hal ini memberikan informasi kepada kita bahwasannya segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah SWT di muka bumi ini tidak ada yang sia-sia, semuanya memiliki manfaat tersendiri bagi kita yang mampu menggali informasi pengetahuan dari segala makhluk ciptaan Allah SWT di muka bumi ini. Allah SWT berfirman dalam al-Qur'an Surat al-Imran ayat 191 :

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا
مَا خَلَقْتَهُنَّ هَذَا بَطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya : (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka (al-Imran: 191).

Lichenes juga dapat digunakan sebagai indikator terhadap berbagai polutan diantaranya SO₂, NO_x, HF, Chlorida, O₃, peroksi asetat, logam berat, isotop radioaktif, pupuk, pestisida, dan herbisida (Kovacs, 1992). Jenis-jenis Lichenes mempunyai tingkat sensitifitas yang berbeda terhadap bahan pencemar. Ada yang bersifat sensitif dan ada pula yang bersifat toleran. *Lecanora conizoides* masih dapat hidup pada konsentrasi SO₂ 150 µgm⁻³. Pada konsentrasi SO₂ lebih dari 170 µgm⁻³ tidak ada lagi yang bisa hidup. *Usnea ceratina* dapat ditemui pada pohon yang sama apabila konsentrasi SO₂ 35 µgm⁻³ dan *Usnea florida* dapat ditemukan apabila konsentrasi SO₂ 30 µgm⁻³ (Nursal dan Basori, 2005).

Menurut Noer (1982) dalam Hardini (2010), terdapat beberapa parameter yang dapat dipergunakan dalam penelitian Lichenes untuk mengukur adanya pencemaran udara:

- 1) Keanekaan; jumlah jenis yang terdapat di setiap substrat yang diamati. Pada daerah dimana pencemaran telah terjadi, jumlah jenis yang ada sedikit dan jenis-jenis yang peka sekali akan hilang.
- 2) Pertumbuhan; diamati dengan melihat keadaan morfologi dan warna talusnya. Lumut kerak di daerah yang tercemar pertumbuhannya kurang baik, warnanya pucat atau berubah.
- 3) Kesuburan; dilihat ada tidaknya alat berkembangbiak yaitu soredia, isidia, lobules, chypellae dan chepaloidia. Pada daerah tercemar, lumut kerak yang ada kurang subur dan alat berkembang biak tidak ada.
- 4) Frekuensi; penyebaran dan pengelompokan lumut kerak pada setiap substrat yang diamati, sedangkan frekuensi adalah kehadiran lumut kerak pada setiap pohon contoh di masing-masing stasiun pengamatan.
- 5) Persentase penutupan (density); diukur dengan menghitung luas penutupan lumut kerak pada substrat atau habitat yang diamati.

2.8 Deskripsi Lokasi

Lamongan merupakan salah satu Kabupaten yang terletak di pantai utara Jawa Timur. Sebagian kawasan pesisir berupa perbukitan. Formasi ini merupakan kelanjutan dari rangkaian pegunungan kapur utara. Di bagian tengah terdapat dataran rendah dan bergelombang, dan sebagian tanah berawa. Di bagian selatan

terdapat pegunungan, yang merupakan ujung timur dari pegunungan Kendeng dan Bengawan Solo mengalir di bagian utara.

Letak Geografis Kabupaten Lamongan berada pada antara 6°51'54"-7°23'06" LS dan 112°33'45" - 112°33'45" BT, dengan batas-batas wilayah sebagai berikut: Sebelah utara laut Jawa, sebelah timur Kabupaten Gresik, sebelah selatan Kabupaten Mojokerto dan Jombang, dan sebelah barat Kabupaten Tuban dan Bojonegoro. Kabupaten Lamongan pada umumnya beriklim Tropis dengan Tipe iklim C, Curah Hujan rata rata 3916,5 mm per tahun.

Wilayah Kabupaten Lamongan dibelah menjadi dua bagian oleh Bengawan Solo yang panjangnya tidak kurang dari 65 km. Setengah lebih atau 50,7% luas wilayah merupakan dataran rendah dan bonorowo dengan ketinggian antara 0-25 meter diatas permukaan air laut. Selebihnya 45,68% berketinggian diatas 100 meter diatas permukaan air laut dan Suhu rata-rata 20-30 °C. Daratan Kabupaten Lamongan dapat dibedakan menjadi 3 karakteristik yaitu (Anonymous, 2012) :

1. Daratan bagian tengah selatan, terdiri dari dataran rendah yang relatif subur.
2. Daratan bagian tengah utara, terdiri dari daerah bonorowo dan rawan banjir.
3. Daratan bagian utara dan selatan, terdiri dari Pegunungan kapur, berbatu dengan kesuburan sedang sampai kurang.

Secara umum Kabupaten Lamongan merupakan daerah agraris yang sebagian besar penduduknya bergerak disektor pertanian, dengan jumlah penduduk Kabupaten Lamongan yang mencapai 1.483.970 Jiwa, terdiri dari 741.992 Jiwa (50,03%) laki-laki dan 741.978 Jiwa (49,97%) perempuan dengan

kepadatan Penduduk 819 Jiwa/Km² merupakan suatu potensi yang bisa dipergunakan untuk kemajuan pembangunan Kabupaten Lamongan. Potensi unggulan Kabupaten Lamongan, masih didominasi oleh sektor pertanian khususnya subsektor tanaman pangan dan sub sektor perikanan, diikuti oleh sektor industri pengolahan, sektor konstruksi dan sektor perdagangan. Sedangkan sektor jasa khususnya sektor hiburan dan rekreasi juga telah mengikuti sektor lainnya untuk menjadi salah satu potensi unggulan di Kabupaten Lamongan.

Pada tahun 2008 jumlah Industri Rumah Tangga (IRT) dan UMKM mencapai 22.509 unit industri non formal dan 510 unit industri formal. Produk unggulan Kabupaten Lamongan antara lain padi, ikan laut, udang vanamaei, bordir, tenun ikat dan songkok serta Wisata Bahari Lamongan. Turunnya ketersediaan air tanah, naiknya temperatur udara, sampah yang berserakan, sering terjadinya banjir saat musim hujan, kekeringan dimusim kemarau, kencangnya tiupan angin, tingginya polusi udara serta semakin sedikitnya pepohonan yang sehat, merupakan potret kondisi Lamongan saat ini (Anonimous, 2012).

2.9 Metode Pemeriksaan Timbal (Pb) dengan Menggunakan AAS

Untuk mengukur kadar timbal (Pb) pada suatu sampel, digunakan metode Spektropometri Serapan Atom (SSA). Analisa dengan spektrofometri memiliki sistem kerja berdasarkan pengukuran cahaya yang diserap suatu larutan dalam suatu suspensi (Anonimous, 2012).

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) merupakan alat yang digunakan untuk analisis logam berat. Prinsip kerja SSA adalah penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung didalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom

tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyak penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu tergantung pada jenis logam (Darmono, 1994).

