

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Morfologi dan Struktur Sel Bakteri

Morfologi bakteri mengacu pada ukuran, bentuk dan sifat fisik yang membuatnya berbeda. Morfologi merupakan sifat bawaan yang diperoleh dari gen yang dimiliki oleh suatu organisme dan diteruskan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Pengamatan di bawah mikroskop menunjukkan bahwa bakteri mempunyai tiga bentuk utama yaitu : batang (basil), bulat (kokus) dan spiral (Alcaamo, 1984).

Bakteri berbentuk batang mempunyai perbedaan dalam ukuran panjang dan lebar di antara berbagai spesiesnya. Ujungnya bisa nampak bundar, persegi atau meruncing. Kadang bakteri berbentuk batang tetap saling melekat satu dengan lainnya, ujung dengan ujung sehingga memberikan penampilan rantai. Bakteri berbentuk bulat seringkali membentuk kumpulan sel. Sedangkan kumpulan sel bentuk bulat antara lain diplokokus, streptokokus, stafilokokus, tetrakokus dan sarsina. Bakteri bentuk spiral dijumpai sebagai individu-individu sel yang tidak saling melekat. Individu-individu sel dari spesies yang berbeda menunjukkan perbedaan yang menyolok dalam hal panjang, jumlah dan amplitudo spiral serta lekukan dinding selnya (Suriawiria, 1986).

Satuan ukuran bakteri adalah mikron, 1 mikron sama dengan 0,001 mm. Umumnya sel bakteri yang berbentuk bulat mempunyai diameter sekitar 0,7 - 1,3 mikron. Sedangkan sel bakteri yang berbentuk batang lebarnya sekitar 0,2 - 2,0

mikron dan panjangnya 0,7 - 3,7 mikron. Ukuran sel bakteri dipengaruhi oleh umur bakteri, perubahan lingkungan dan cara pewarnaan sel bakteri (Pelczar, 1982).

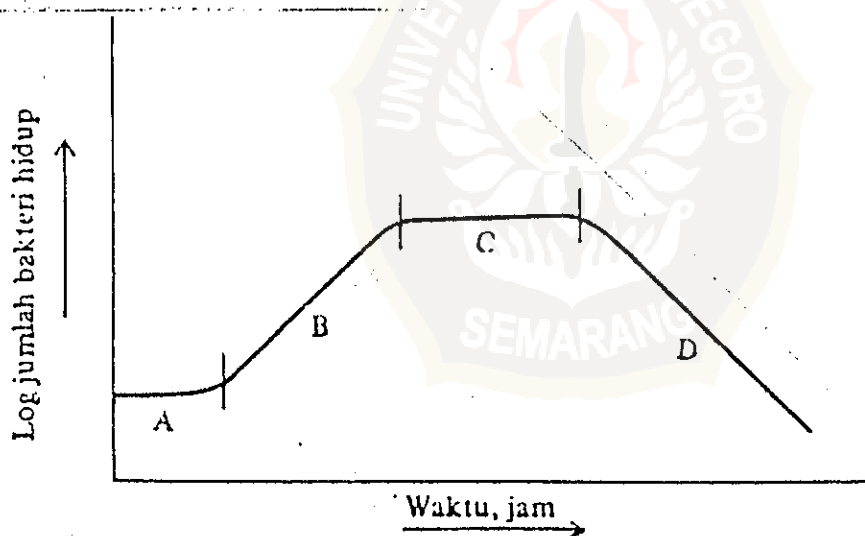
Bagian-bagian sel bakteri dapat diamati dengan mikroskop elektron dan dibagi dalam tiga golongan yaitu : dinding sel, protoplasma (membran sel, mesosom, ribosom, nukleoid, endospora), dan bagian-bagian sel yang terletak diluar (flagel, pili dan kapsul). Kecuali itu bagian-bagian sel bakteri dapat juga digolongkan dalam dua golongan berdasarkan bagian-bagian tersebut yang selalu dimiliki semua sel atau tidak. Golongan pertama yaitu bagian-bagian sel yang selalu didapati pada setiap sel bakteri misalnya membran sel, ribosom, dan nukleoid. Golongan ini disebut golongan invarian. Sedangkan golongan kedua disebut varian adalah bagian-bagian sel yang tidak selalu terdapat pada setiap sel bakteri misalnya flagel, pili atau kapsul (Timotius, 1982).

B. Pertumbuhan Bakteri

Arti pertumbuhan dapat ditinjau dari dua segi yaitu dari segi sel secara individu dan dari segi populasi. Dari pertumbuhan sel itu sendiri pertumbuhan dapat diartikan suatu penambahan bagian-bagian sel dan/atau unsur-unsur kimia dari bagian sel tersebut. Adanya pertumbuhan sel biasanya dapat diketahui dengan adanya penambahan ukuran dan pembelahan sel (Burrows, 1961). Multiplikasi sel merupakan konsekuensi pertumbuhan pada organisme bersel satu. Multiplikasi menghasilkan penambahan jumlah

organisme pada suatu populasi atau suatu biakan (Jawetz, 1986).

Hubungan antara jumlah sel dengan waktu pertumbuhan dapat dinyatakan dalam kurva pertumbuhan. Jumlah sel bakteri biasanya dinyatakan dalam logaritma untuk memudahkan analisis sebab jika dinyatakan dalam skala biasa (aritmetika) maka akan diperoleh garis yang sangat lengkung. Kurva pertumbuhan bakteri pada umumnya dan secara sederhana di bagi dalam 4 fase yaitu fase lag merupakan periode awal yang tampak tanpa pertumbuhan, diikuti oleh suatu periode pertumbuhan yang cepat atau fase log, kemudian mendatar atau fase statis dan akhirnya diikuti oleh penurunan populasi sel-sel hidup atau fase kematian (Thomas, 1984).



Gambar 01. Kurva pertumbuhan bakteri dengan fase pertumbuhannya :

- | | |
|-------------|------------------|
| a. fase lag | c. fase statis |
| b. fase log | d. fase kematian |

(Barkeley, 1982)

C. Pengukuran Pertumbuhan Bakteri

Pertumbuhan bakteri dapat diukur berdasarkan konsentrasi sel dan densitas sel. Dua parameter ini tidak selalu sama karena berat kering sel rata-rata bervariasi pada tahap-tahap yang berlainan dalam pertumbuhan biakan (Hadioetomo, 1985). Dalam penelitian mengenai biokimia bakteri atau gizi bakteri, densitas sel ialah kuantitas yang lebih bermakna. Dalam penelitian mengenai inaktivasi bakteri, konsentrasi sel adalah kuantitas yang bermakna. Dalam mengukur konsentrasi sel diukur absorpsi cahaya atau penghamburan cahaya dari suatu biakan dengan cara fotoelektrik dan menghubungkan jumlah bakteri hidup dengan ukuran optik dalam suatu bentuk kurva standar, lebih lanjut hasil pengukuran optik dapat diubah menjadi konsentrasi sel. Pengukuran densitas sel dilakukan secara tidak langsung dengan pengukuran fotoelektrik, penentuan nitrogen dan pemusingan dalam tabung-tabung khusus (Jawetz, 1986).

D. Logam Berat dan Daya Toksisitasnya

Logam berat mempunyai kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Bila logam berat baik yang beracun dan diperlukan oleh tubuh seperti tembaga (Cu), bila masuk ke dalam tubuh dalam jumlah berlebihan akan menimbulkan pengaruh-pengaruh buruk terhadap fungsi fisiologis tubuh. Jika yang masuk ke dalam

tubuh organisme hidup adalah unsur logam berat beracun seperti hidrogen (Hg), maka dapat dipastikan bahwa organisme tersebut akan keracunan. Ochiai dalam Palar (1994) telah mengelompokkan mekanisme keracunan oleh logam ke dalam 3 kategori yaitu:

1. Memblokir atau menghalangi kerja gugus fungsi biomolekul yang esensial untuk proses-proses biologi seperti protein dan enzim.
2. Menggantikan ion-ion logam esensial yang terdapat dalam molekul terkait.
3. Mengadakan modifikasi atau perubahan bentuk dari gugus-gugus aktif yang dimiliki oleh biomolekul.

Karakteristik dari kelompok logam berat adalah sebagai berikut :

- a. Memiliki spesifikasi gravitasi yang sangat besar.
- b. Mempunyai nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsur-unsur lantanida dan aktinida.
- c. Mempunyai respon biokimia khas pada organisme hidup (Palar, 1994).

Secara umum logam berat di perairan berasal dari dua sumber yaitu : dari alam dan buatan/aktivitas manusia. Peristiwa-peristiwa alam seperti erosi, pengadukan atau "upwelling" di pantai/laut, letusan gunung berapi, debu dari udara adalah pemasok logam berat ke dalam perairan. Sedangkan proses industri seperti industri kimia, cat, farmasi, tekstil dan logam adalah aktivitas manusia yang diketahui dapat memberikan pasokan logam berat ke

perairan (Forstner dan Wittman, 1991).

E. Kandungan Logam Berat dalam Ekosistem Perairan

Logam berat yang dilimpahkan ke perairan, baik di sungai ataupun laut, akan dipindahkan dari badan airnya melalui paling tidak tiga proses, yaitu pengendapan, adsorpsi dan adsorpsi oleh organisme-organisme perairan (Bryan, 1976). Apabila konsentrasi logam lebih besar daripada daya larut terendah komponen yang terbentuk antara logam dan anion yang ada dalam air, seperti karbonat, hidroksil atau klorida, maka logam tersebut akan diendapkan. Kebanyakan logam-logam berat mempunyai daya larut yang tinggi. Daya larut suatu logam berat mungkin bisa berubah menjadi lebih tinggi atau lebih rendah, ini tergantung pada kondisi lingkungan perairan. Pada daerah-daerah yang kekurangan oksigen, misalnya akibat kontaminasi bahan-bahan organik, daya larut logam berat menjadi lebih rendah dan mudah mengendap. Logam berat Pb adalah sulit terlarut dalam kondisi perairan yang tanpa oksigen atau cenderung diendapkan (Supriharyono dkk, 1989).

Logam berat yang terkandung dalam air dapat juga dipindahkan dari badan air melalui proses adsorpsi. Partikel partikel bahan tertentu, seperti feri oksida hidrate, mangan dioksida hidrat, mineral lempung dan bahan-bahan organik dapat mengadsorpsi logam-logam berat yang terkandung dalam perairan (Bryan, 1976). Di daerah pantai umumnya banyak terkandung feri oksida hidrat daripada mangan

dioksida hidrat; sehingga bahan ini yang memegang peran penting dalam pengadsorpsian logam di daerah pantai (Forstner, 1979).

Logam berat dalam air mungkin pula dipindahkan dari badan air melalui proses adsorpsi organisme air, baik itu secara langsung ataupun tidak langsung melalui rantai makanan organisme tersebut. Biasanya adsorpsi secara langsung lebih berbahaya daripada adsorpsi secara tidak langsung (Supriharyono dkk, 1989).

F. Daya Mikroorganisme dalam Mereduksi Logam Berat

Banyak mikroorganisme dapat mentransformasikan logam. Walaupun logam pada umumnya dianggap sebagai racun, mikroorganisme dan organisme tingkat tinggi, memiliki respon yang berbeda untuk group logam yang berbeda. Mikroorganisme mampu mereduksi bentuk ionik logam menjadi bentuk elemennya. Selain itu mikroorganisme juga dapat menjadikan logam ke bentuk produk yang lebih aktif, beberapa diantaranya dapat melewati rintangan darah dan mempengaruhi sistim syaraf pusat vertebrata (Prescott, 1990).

Penelitian mengenai kemampuan bakteri dalam menguraikan atau memecah logam telah dilakukan di Kanada. Pada penelitian ini digunakan proses metabolisme bakteri atau dengan memanfaatkan produk dari metabolisme itu untuk menguraikan atau memecah logam dari unsur mineral yang tak terlarut. Pada cara pertama, bakteri pengurai akan memecah sulfida yang sebelumnya mengendap dalam lumpur sungai

akan ikut melarut akibat adanya proses oksidasi dari sulfida mineral. Sedangkan pada proses kedua, yang terjadi adalah mekanisme tak langsung. Bakteri pertama kali akan mengoksidasi besi fero menjadi feri. Selanjutnya feri inilah yang bertindak sebagai zat pengoksidasi jenis logam lain dan menjadikannya terlarut (Sastrawijaya, 1991).

G. Logam Berat Pb

Timbal atau disebut juga timah hitam dalam bahasa ilmiahnya dinamakan Plumbum dan disimbulkan Pb. Melalui proses-proses geologi, timbal terkonsentrasi dalam deposit seperti bijih logam. Persenyawaan bijih logam timbal ditemukan dalam bentuk galena (PbS), anglesit ($PbSO_4$) dan dalam bentuk minim (Pb_3O_4). Bisa dikatakan bahwa timbal tidak pernah ditemukan dalam bentuk logam murninya. Logam timbal mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

- a. Merupakan logam yang lunak, dapat dipotong dengan menggunakan tangan atau pisau dan dapat dibentuk dengan mudah.
- b. Merupakan logam yang tahan terhadap peristiwa korosi atau karat sehingga sering digunakan sebagai bahan "coating".
- c. Mempunyai titik lebur rendah, hanya 327,5 derajat Celcius.
- d. Mempunyai kerapatan yang lebih besar dibandingkan dengan logam-logam biasa, kecuali emas dan merkuri.
- e. Merupakan penghantar listrik yang tidak baik.

Timbal dan persenyawaannya dapat berada di dalam badan perairan secara alamiah dari proses geologi seperti proses korosifikasi batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin. Juga dari pengkristalan timbal di udara dengan bantuan air hujan dan sebagai dampak dari aktivitas kehidupan manusia diantaranya adalah air buangan/limbah industri yang berkaitan dengan timbal. Limbah ini akan jatuh pada jalur perairan seperti anak sungai untuk kemudian dibawa terus ke lautan. Adanya timbal dalam lingkungan perairan dapat menyebabkan tercemarnya tata lingkungan perairan yang dimasukinya. Timbal dalam air terdapat dalam bentuk kompleks dengan gugus organik membentuk larutan koloidal atau dalam bentuk ion Pb^{++} dan $PbCl$ (Palar, 1994).

Timbal dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui pernapasan, makanan dan air yang terkontaminasi oleh logam timbal dan absorpsi melalui kulit. Pada manusia dewasa jumlah kandungan timbal dalam darah tidak sama. Kandungan timbal dalam darah manusia dapat digolongkan menjadi empat kategori yaitu :

- A (normal) kandungan Pb < 40 ug Pb/100ml darah
- B (dapat ditoleransi) kandungan Pb 40-80 ug Pb/100ml darah
- C (berlebih) kandungan Pb 80-120 ug Pb/100ml darah
- D (tingkat bahaya) kandungan Pb 120 ug Pb/100ml darah

Apabila manusia terkontaminasi oleh timbal dalam batasan normal atau dapat ditoleransi maka daya racun yang dimiliki oleh Pb tidak akan bekerja dan tidak menimbulkan pengaruh apa-apa. Tetapi bila jumlah yang diserap telah mencapai batas ambang atau melebihi maka individu yang terkontaminasi akan memperlihatkan gejala keracunan timbal. Keracunan timbal dapat menyebabkan anemia, kerusakan susunan saraf pusat dan ginjal (Fardiaz, 1992).

