

# Korosi Besi Baja Lunak Oleh Bakteri Pereduksi Sulfat (*Desulfovibrio* Sp)

Oleh :

Ir. Noegroho Hadi HS.

## SARI

*Proses korosi di dalam tanah banyak yang dipengaruhi oleh bakteri pereduksi sulfat yang hidup pada lingkungan anaerob. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh kegiatan bakteri pereduksi sulfat pada logam besi baja lunak. Peran bakteri pereduksi sulfat pada korosi melalui beberapa reaksi dalam lingkungan yang anaerob. Sel bakteri pereduksi sulfat berbentuk batang (rods) atau spiriloid dengan ukuran 3-5 um. Dapat bergerak dengan mempergunakan flagela.*

## ABSTRACT

*Sulphate reducing bacteria contribute to corrosion in various ways and be classified as anaerobic. Desulfovibrio desulfuricans, whose cells are curve rods (vibrios) of variable length, are sometimes spirilloid, occasionally straight. Their typical size is 3-5 um. They are mobile by means of a single polar flagellum and strictly anaerobic.*

## 1. PENDAHULUAN

Proses korosi logam yang dipengaruhi oleh peran kehidupan bakteri dapat melalui beberapa bentuk reaksi, misalnya :

- reaksi kimiawi antara logam dengan senyawa kimia hasil metabolisme;
- reaksi depolarisasi katodik dan
- adanya konsentrasi oksigen, garam, dan lain yang dapat menimbulkan sel elektrokimiawi.

Proses korosi oleh mikrobia tidak hanya melibatkan satu proses saja, tetapi merupakan serangkaian proses yang kompleks.

Kegiatan bakteri pereduksi sulfat dalam proses korosi biasanya memiliki pH antara 5,5 sampai dengan 8,5, namun pH yang paling baik bagi pertumbuhan bakteri pereduksi sulfat adalah 7. Tanah atau medium yang mempunyai pH di luar interval tersebut, tidak dapat mendukung adanya reduksi sulfat (Connel, 1968). Sel bakteri pereduksi sulfat berbentuk batang (*rods*) atau *spirilloid*, dan mempunyai ukuran berkisar 3-5 um. Bakteri tersebut dapat bergerak dengan mempergunakan flagela tunggal. Hasil reduksi sulfat oleh bakteri pereduksi sulfat adalah senyawa  $H_2S$ . Senyawa  $H_2S$  dapat bereaksi dengan logam besi membentuk  $FeS$ . Senyawa

gram. Tanah dimasukkan kedalam 100 cc aquadest steril, lalu dikocok sampai bakterinya larut. Satu centimeter cubic suspensi tersebut diinokulasikan kedalam tabung yang berisi media Sharpley dan tutupnya diberi kertas yang sudah dibasahi Pb-asetat, lalu diinkubasikan dalam anaerobic jar. Anaerobic jar diberi oxoid gas generating kit yang telah diberi air untuk membuat lingkungannya menjadi anaerobic. Setelah itu bakteri tumbuh diinokulasikan pada media yang digunakan untuk mempelajari mekanisme korosi oleh bakteri.

#### 4. Pengamatan korosi

Untuk mempelajari mekanisme korosi coupon-coupon yang sudah disiapkan dimasukkan dalam tabung-tabung yang berisi media steril, dan media yang telah diinokulasi dengan bakteri pereduksi sulfat, maupun tanah yang telah tercemar oleh minyak dan mengandung bakteri pereduksi sulfat.

Dalam setiap tabung berisi satu coupon, untuk mendapatkan nilai rata-rata yang baik, maka setiap pengamatan menggunakan lima tabung. Pengamatan dilakukan setiap 10 hari sekali.

#### 5. Mengukur Kandungan $H_2S$ pada Media

Pengukuran kandungan  $H_2S$  pada media dengan metoda titrasi. Larutan kultur sebanyak 10 cc ditambah 5 cc larutan Jodine 0,1 N dan 5 cc larutan  $H_2SO_4$  10 % kemudian dibiarkan selama 5 menit. Larutan tersebut kemudian di-

titrasi dengan larutan 0.1 N natrium thiosulfat dengan amilum sebagai indikator. (Allen, 1953).

#### 6. Menghitung bakteri dari medium tanah

Penghitungan bakteri pereduksi sulfat dengan cara mengambil 1 gram tanah dilarutkan dalam 99 gram aquadest steril. Larutan tadi dikocok dengan shaker sampai tersuspensi. Ambil 1 cc suspensi tersebut untuk diinokulasikan dalam medianya.

## II. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Media untuk bakteri pereduksi sulfat yang masih steril sudah dapat menimbulkan korosi. Korosi yang terjadi dalam media yang steril dapat terlihat pada tabel 1.

Korosi yang terjadi pada media yang telah diinokulasi dengan bakteri pereduksi sulfat dapat terlihat pada tabel 2.

Korosi logam yang terjadi lebih besar dibandingkan dengan korosi yang terjadi dalam media steril. Hal ini disebabkan dengan adanya pertumbuhan bakteri pereduksi sulfat yang pada metabolismenya mengeluarkan gas  $H_2S$  dan asam organik. Pengaruh bakteri ini ada dua kemungkinan, yaitu secara langsung dan tidak langsung. Secara langsung adalah timbulnya reaksi depolarisasi katoda, sedang pengaruh tidak langsung adalah reaksi antara senyawa  $H_2S$  hasil metabolisme bakteri tersebut dengan logam.

Tabel 1

Korosi coupon karena pengaruh media steril.

Masa inkubasi	Berat awal coupon (g)	Berat karat (g)	Berat karat (%)	Keterangan
10	35,1217	0,0387	0,1101	
20	33,8786	0,0725	0,2140	
30	33,9678	0,1022	0,3010	
40	34,4117	0,1198	0,3480	
50	34,6216	0,1458	0,4210	
60	34,8211	0,1744	0,5010	

Korosi yang terjadi pada media tanah yang telah tercemar oleh minyak dapat dilihat pada tabel 3.

Tanah yang dipakai sebagai media selain sudah tercemar oleh minyak bumi juga mengandung bakteri pereduksi sulfat.

Pada tabel 3, terlihat bahwa korosi coupon lebih besar dibanding korosi coupon pada media steril. Di sini terbukti juga bahwa pertumbuhan

bakteri pereduksi sulfat di dalam tanah akan menaikkan laju korosi.

Proses korosi oleh bakteri pereduksi sulfat di dalam tanah yang tercemar oleh minyak sulit untuk menentukan penyebab utamanya karena banyak faktor yang mempengaruhi.

Persentase korosi coupon pada media steril, media yang menjadi tempat tumbuhnya bakteri pereduksi sulfat dan media tanah yang tercemar minyak dapat dibandingkan sebagai tercantum

Tabel 2.

Korosi coupon karena pengaruh media yang diinokulasi bakteri pereduksi sulfat.

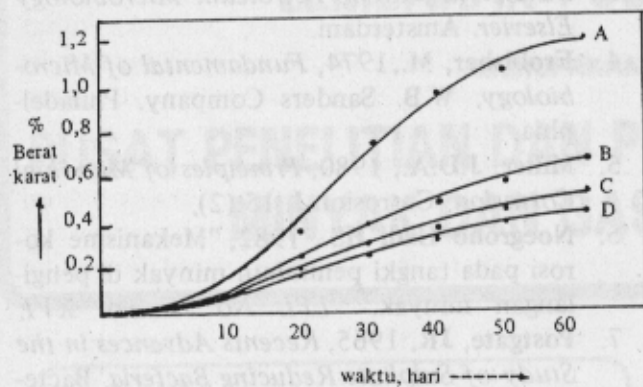
Masa inkubasi	Berat awal coupon (g)	Berat karat (g)	Berat karat (%)	Keterangan
10	34,5828	0,0389	0,1098	
20	34,7627	0,0984	0,2830	
30	35,0214	0,2390	0,6850	
40	34,2426	0,3370	0,9830	
50	33,9827	0,3807	1,1210	
60	34,6211	0,4445	1,2840	

Tabel 3.

Korosi coupon dalam media tanah tercemar minyak bumi dari area kilang minyak Cepu.

Masa inkubasi (hari)	Berat awal coupon (g)	Berat karat (g)	Berat karat (%)	Keterangan
10	34,2764	0,03750	0,1094	
20	35,1046	0,08298	0,2364	
30	33,8967	0,11520	0,3840	
40	34,7867	0,18120	0,5210	
50	34,6756	0,20890	0,6024	
60	35,0496	0,22720	0,6482	

pada gambar 2.



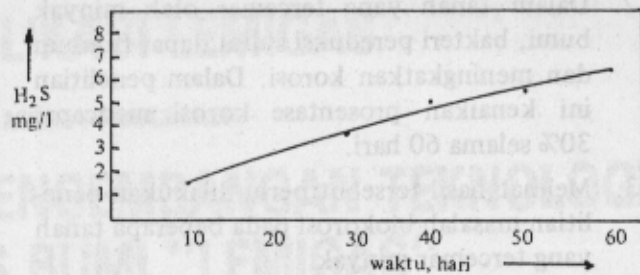
**Gambar 2.** Kurva hubungan waktu pengamatan dengan prosentase berat karat.

- A: kurva prosentase korosi pada media yang menjadi tempat tumbuhnya bakteri pereduksi sulfat.
- B: kurva prosentase korosi pada media tanah yang tercemar minyak bumi dan ditumbuhi bakteri pereduksi sulfat.
- C: kurva prosentase korosi pada media steril
- D: kurva prosentase korosi oleh tanah yang tercemar minyak bumi dan steril.

Pada gambar 2, terlihat di sini bahwa korosi oleh bakteri terjadi mulai hari ke 20.

Pada kurva A setelah hari percobaan ke 20 laju korosi naik cepat secara eksponensial, dan setelah hari ke 50 laju korosi mulai melambat. Menurut laju korosi ini disebabkan pertumbuhan bakteri yang menurun sehingga produksi  $H_2S$  juga akan menurun pula.

Pada kurva B dan kurva C, terlihat laju korosi tidak melonjak benar dan sampai hari ke 60, laju korosi masih tetap naik.



**Gambar 3.**  $H_2S$  yang terbentuk pada media yang diinokulasi bakteri: pereduksi sulfat.

Hasil metabolisme bakteri pereduksi sulfat yang berupa  $H_2S$  dapat diukur seperti pada gambar 3.

$H_2S$  yang diukur di sini adalah  $H_2S$  yang terlarut pada media yang diinokulasi dengan bakteri pereduksi sulfat dan di dalamnya terdapat coupon logam.

Populasi bakteri pereduksi sulfat pada tanah yang tercemar minyak bumi dapat terlihat pada tabel 4.

Bakteri pereduksi sulfat yang terdapat dalam tanah tercemar minyak di area pengilangan minyak Cepu, cukup besar. Ini menunjukkan bahwa proses korosi yang terjadi di dalam tanah selain adanya senyawa kimia dalam tanah juga dipercepat oleh aktivitas bakteri pereduksi sulfat dan mikrobia lainnya.

### III. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Bakteri pereduksi sulfat yang hidup dalam medianya dapat meningkatkan korosi sebesar 155% dalam waktu 60 hari.

**Tabel 4.**

Populasi bakteti pereduksi sulfat dalam tanah yang tercemar minyak bumi di area pengilangan minyak Cepu.

Masa inkubasi ( hari )					
10	20	30	40	50	60
$4.10^3$	$12.10^4$	$18.10^4$	$18.10^4$	$10.10^5$	$12.10^4$

2. Dalam tanah yang tercemar oleh minyak bumi, bakteri pereduksi sulfat dapat tumbuh dan meningkatkan korosi. Dalam penelitian ini kenaikan prosentase korosi mencapai 30% selama 60 hari.
3. Melihat hasil tersebut perlu dilakukan penelitian masalah biokorosi pada beberapa tanah yang tercemar minyak.

### DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. Agaev, N.M. I.A. Mamedov, R.R. Namedova, 1977, *Effect of Sulphate Reducing Bacteria on the Corrosion of Steel.*, Plenum Publishing Corp.
2. Crombie Ducan, J., 1980, *Corrosion of Iron by Sulphate Reducing Bacteria Chemistry*

and Industry.

3. Davis, J.B., 1967, *Petroleum Microbiology Elsevier.* Amsterdam.
4. Frobisher, M., 1974, *Fundamental of Microbiology*, W.B. Sanders Company. Philadelphia.
5. Miller, J.D.A., 1980, *Principles of Microbial Corrosion*, Corrosion J. 15 (2).
6. Noegroho Hadi HS., 1982, "Mekanisme korosi pada tangki penimbun minyak di pengilangan minyak." *LPL No III vol XVI.*
7. Postgate, JR, 1965, *Recent Advances in the Study of Sulphate Reducing Bacteria*, Bacteriological Reviews 29 (4).
8. Sharpley, J.M., 1966, *Elementary Petroleum Microbiology.* Gulf Publishing Company, Houston Texas.

### III. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Bakteri pereduksi sulfat yang hidup dalam medinya dapat meningkatkan korosi sebesar 25% dalam waktu 60 hari.

Kategori	Barat (%)	Tanah Tersebut (%)	Tanah Tersebut (Tabel 4)	Berat (g) minyak	Waktu Asam (hari)
10	12.10	18.10	18.10	34.2764	10
	12.10	18.10	18.10	34.2764	10
30	12.10	18.10	18.10	34.2764	30
	12.10	18.10	18.10	34.2764	30
60	12.10	18.10	18.10	34.2764	60
	12.10	18.10	18.10	34.2764	60