

## **ANALISIS BIOFILM KOROSI OLEH BAKTERI *DESULFOVIBRIO VULGARIS* PADA PERMUKAAN BAJA 316L DALAM LINGKUNGAN AIR LAUT NATURAL**

Johannes Leonard  
Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Hasanuddin  
Kampus Unhas Tamalanrea, Makassar 90225, Indonesia  
Phone: +62-411-588400, FAX: +62-411-588400, E-mail: johannesleonard55@yahoo.com

### **Abstrak**

*Teknik analisis permukaan dengan metode SEM dilengkapi dengan SDAX, menentukan modifikasi film pasif yang melengket pada antarmuka baja 316L dan lingkungan. Dua media telah digunakan sebagai lingkungan untuk mempelajari fenomena pengaruh waktu perendaman pada korosi sumuran dengan keberadaan bakteri *Desulfovibrio vulgaris*. Lingkungan tersebut adalah air laut natural (ALN) dan larutan yang sama yang disemaikan dan diinokulasi dengan bakteri (ALN+DV).*

*Dapat dikatakan bahwa air laut natural memicu pembentukan dan stabilisasi lapisan pasif. Lapisan ini kurang atau lebih bersifat protektif tergantung dari waktu perendaman selama enam minggu. Tanpa keberadaan bakteri (biofilm), resistansi baja terhadap korosi hanya disebabkan sifat-sifat metalurginya. Dalam lingkungan air laut terokulasi, terdapat efek bakteri terhadap biokorosi. Keberadaan bakteri nampaknya menaikkan karakteristik protektif film.*

*Suatu modifikasi pada antarmuka metal dan media diperoleh dengan perendaman dan dengan inokulasi bakteri *Desulfovibrio vulgaris*. Sulfur yang diproduksi bakteri memicu destabilisasi film pasif. Film yang dijumpai diperkaya dengan sulfur dan jumlah oksigen yang ada berkurang. Dalam air laut natural, pasifitas baja naik seiring waktu perendaman. Baja menjadi lebih resistan terhadap korosi sumuran. Dalam lingkungan sintetik inokulasi dengan bakteri, baja kurang resistan terhadap korosi umum atau celah.*

**Kata kunci :** Biofilm, korosi sumuran, bakteri *Desulfovibrio vulgaris*, pasifitas.

### **Pendahuluan**

Air laut natural merupakan habitat bakteri yang kurang dalam nutrisi. Keberadaan biofilm dapat menghindari kekurangan malnutrisinya, karena kondisi lokal yang terbentuk. Dalam air laut natural yang bersirkulasi, kondisi anaerobik yang dibutuhkan untuk pengembangan bakteri *Desulfovibrio vulgaris* hampir tak pernah dijumpai. Keberadaan suatu

biofilm melalui permukaan metal dapat menimbulkan kondisi yang favorabel terhadap pengembangan tipe bakteri ini (1).

Baja tahan 316L karat riskan terhadap korosi sumuran. Analisa permukaan untuk mempelajari lapisan pasif dan keretakannya telah banyak digunakan dan memungkinkan memahami mekanismenya secara efektif. Kerusakan sumuran seringkali dijelaskan



dengan modifikasi lokal lapisan pasif yang memicu retak lokal film ini (2).

### Metode eksperimental

Dalam penelitian ini digunakan sebagai material uji adalah baja tahan karat tipe austenitik 316L. Komposisi kimia baja ini diketahui dan strukturnya telah diamati melalui mikroskop optik setelah dipolis dan dietsa kimia (Gbr.1).

Tiga media telah digunakan untuk mempelajari fenomena pengaruh waktu perendaman pada korosi sumuran dengan keberadaan bakteri *Desulfovibrio vulgaris* dari baja tahan karat 316L. Lingkungan tersebut adalah air laut natural (ALN), air laut natural disterilkan (ALNS), dan larutan yang sama disterilkan serta disemaikan dan diinokulasi dengan bakteri (ALN+DV).

Spesimen uji berbentuk sirkular dengan diameter 10 mm direndam dalam media dan waktu yang berbeda selama enam minggu. Lingkungan tersebut adalah air laut natural (ALN) dan air laut natural sterilisasi (ALNS), serta lingkungan yang sama dengan bakteri *Desulfovibrio vulgaris* (ALN+DV). Perendaman dilakukan dalam sel yang diatur dengan thermostat sirkulasi air. Deaerasi dan sterilisasi dilaksanakan dan temperatur konstan diatur menurut kondisi lingkungan (Gbr. 2-3).

Pengamatan permukaan dilakukan pada spesimen yang diambil dari sel perendaman pada minggu ke enam. Penggunaan metode pengamatan dengan Scanning Electron Microscope yang dipasangkan dengan suatu Spectroscopic Dispersive Analyse X-ray. Selanjutnya untuk analisis permukaan, sampel-sampel tersebut mengalami proses fiksasi, dehidrasi, pengeringan, serta metalisasi.

### Hasil dan Pembahasan

Pengamatan mikroskopik dengan SEM telah dilakukan pada permukaan specimen yang direndam selama enam minggu dalam semua lingkungan. Dapat dilihat bahwa deposit tidak homogen dan permukaan baja dalam lingkungan ALNS tak mengandung materi organik, sementara dalam lingkungan ALN dan ALNS+DV, baja ini mengandung banyak materi organik (3). Dapat dilihat pula bahwa pada permukaan metal dan deposit, bakteri melekat karena adanya lapisan yang kental dan bening (Gbr. 4-6).

Bentuk geometri sumuran yang terjadi dalam semua lingkungan kurang lebih berbentuk melingkar. Mikrografi yang terdapat pada lingkungan ALN, dengan atau tanpa bakteri menunjukkan zona serangan yang kecil tersendiri sekeliling sumuran. Dalam lingkungan tanpa bakteri (ALNS), nampak bahwa klor terdapat pada permukaan metal dan film, sedangkan dengan adanya bakteri dalam lingkungan (ALNS+DV), menunjukkan adanya kuantitas sulfur yang rendah. Ion-ion halogen merupakan ion-ion dalam larutan yang memicu destabilisasi lokal lapisan pasif (Gbr. 8-10).

Analisis permukaan menunjukkan bahwa sulfur yang dihasilkan oleh bakteri memicu stabilisasi film pasif dalam air laut natural dengan monokultur bakteri *Desulfovibrio vulgaris*. Kuantitas sulfur yang ditemui adalah sedikit. Hasil yang diperoleh dalam air laut natural steril kemudian diinokulasi dengan bakteri (ALNS+DV) tak mempunyai kesamaan dengan yang ditemukan dalam air laut natural (ALN). Permukaan baja dalam ALNS+DV mengandung banyak materi organik yang diperlukan untuk bakteri anaerobik berkembang, yang juga menaikkan tebal film.



Kolonisasi bakteri kurang padat dalam lingkungan ALNS+DV (Gbr. 7).

Aktivitas bakteri pada awal minggu keempat, merupakan waktu stabilisasi yang normal dan bakteri anaerobik melekat dengan baik pada tempatnya. Hal ini menyebabkan terpicunya korosi sambil memeroduksi metabolit agresif, dan merusak film pasif dengan mengonsumsi hydrogen atau oksigen (4).

### **Kesimpulan**

Dapat ditunjukkan bahwa kenaikan waktu perendaman dalam lingkungan laut natural cukup efektif menaikkan resistansi korosi sumuran baja 316L, tetapi dengan perubahan mekanisme aksi. Sebaliknya, dalam media mengandung bakteri resistansi ini cenderung menjadi stabil. Sulfur yang diproduksi bakteri memicu destabilisasi film pasif. Film yang dijumpai diperkaya dengan sulfur dan jumlah oksigen yang ada berkurang. Pembentukan secara simultan suatu lapisan pasif dan film biologik, dimana yang terakhir ini memiliki dalam waktu awal perendaman sebagai protektor karena pembentukan produk metabolit polisakarida. Bakteri sulfato-reduktris memicu penampakan ion khlor yang menjadi spesies agresif secara lokal sebagaimana ion khlor yang ada dalam lingkungan. Hal ini memungkinkan pemicu suatu depasifasi lokal yang menimbulkan pembentukan sumuran. Perlu dicatat bahwa

biofilm yang terbentuk mengandung sepsis kimia seperti polisakarida yang diduga membatasi proses korosi (5). Nampak bahwa fenomena sehubungan dengan biokorosi, baja tahan karat menampakkan suatu kompetisi antara sifat-sifat dua film : film pasif dan lapisan biologik. Lapisan biologik ini terbentuk karena adanya metabolisme bakteri yang ada dan mengonsumsi spesies yang ada dalam film pasif.

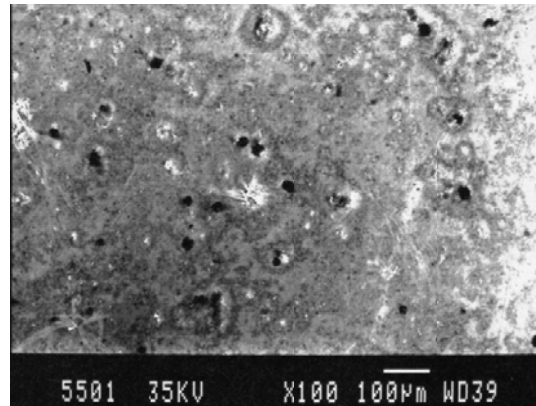
### **Daftar Pustaka**

- 1.R.E. Tatnall, 1985, Proc. NACE-8 int. conf. Biologically Induced Corrosion, Gaithersburg, NACE, Houston, Texas.
- 2.B. Baroux, C. Lemaitre, F. Dabosi, 1990, Les aciers inoxydables, Ed. Physique, Paris, Chapitre 5.
- 3.J. Guezennec, 1990, Matériaux et Technique, Decembre p. 3-8.
4. M.P. Dawson, B.A. Humphrey, K.C. Marshall, 1981, Curr. Microbiol., 6, p. 195-199.
5. W. P. Iverson, 1984, Materials Performance, p. 28-30.





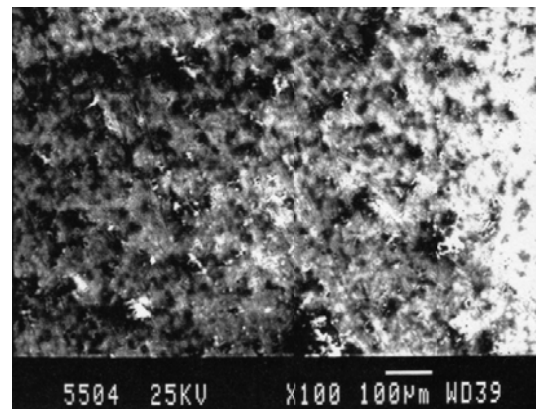
**Gambar 1. Struktur mikro baja 316L**



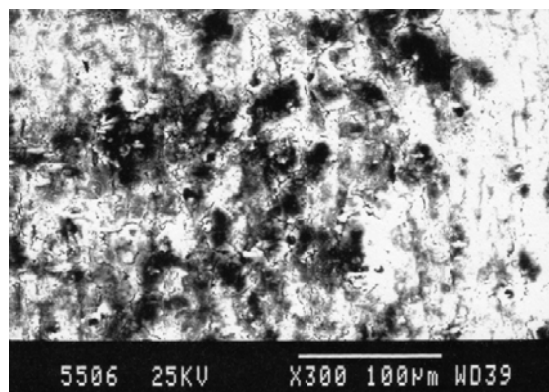
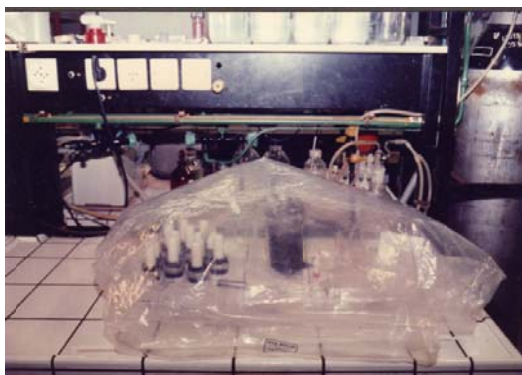
**Gambar 4. Morfologi lapisan pasif baja dalam lingkungan ALN**



**Gambar 2. Bejana Perendaman Spesimen**

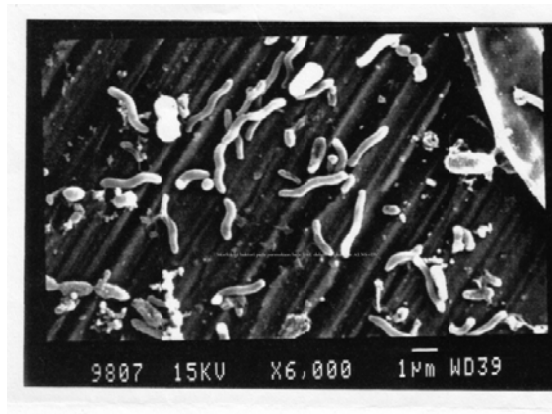


**Gambar 5. Morfologi lapisan pasif baja dalam lingkungan ALNS**

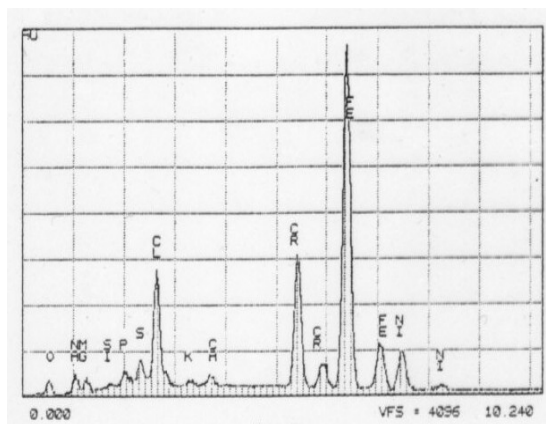
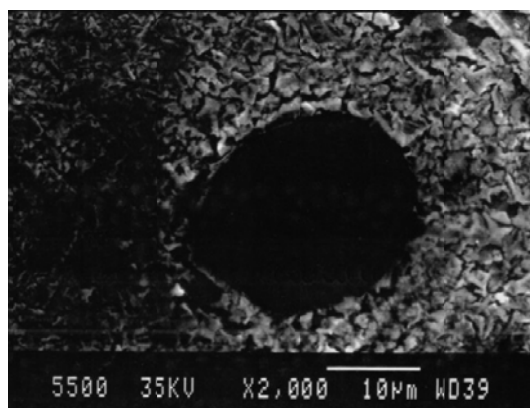




**Gambar 3. Pemindahan Spesimen Anaerobik      Gambar 6. Morfologi lapisan pasif baja  
dalam lingkungan ALNS+DV**

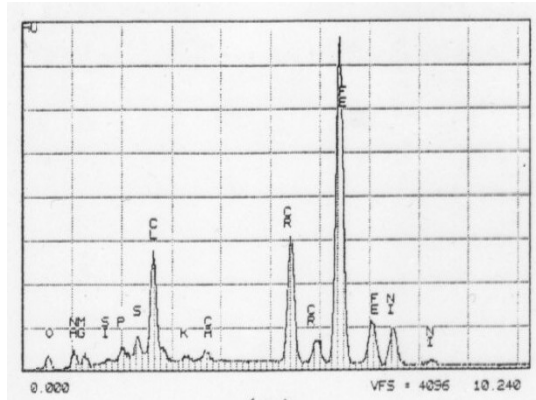
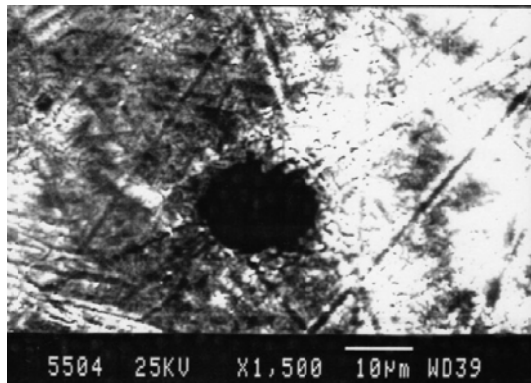


**Gambar 7. Morfologi bakteri pada permukaan  
baja dalam lingkungan ALNS+DV**

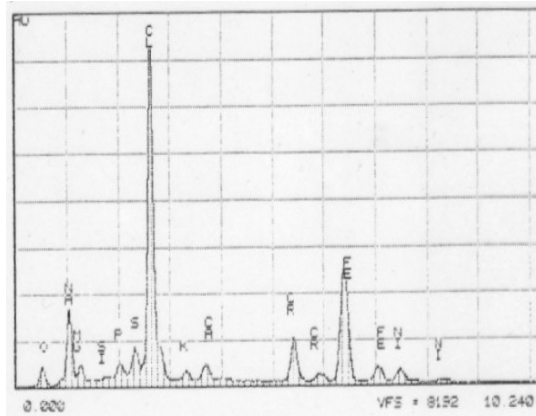
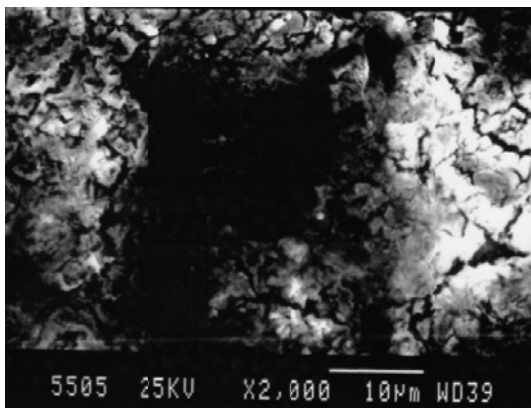


**Gambar 8. Analisis korosi sumuran dalam lingkungan ALN**





**Gambar 9. Analisis korosi sumuran dalam lingkungan ALNS**



**Gambar 10. Analisis korosi sumuran dalam lingkungan ALNS+DV**

