

# Degradasi Fenol Dalam Air Limbah Kilang Minyak Cepu Dengan Menggunakan Kultur Campuran

Oleh :

M. Udiharto  
Noegroho Hadi

## SARI

Fenol termasuk salah satu senyawa yang dapat merupakan pencemar serius dalam air buangan industri minyak. Adanya fenol dalam air buangan dapat menimbulkan pencemaran air buangan.

Dengan menggunakan bantuan aktivitas kultur campuran dilakukan suatu usaha mendegrasi untuk menurunkan kandungan fenol dalam air buangan kilang minyak, dengan menggunakan proses fermentasi aerobik. Di dalam kultur campuran tersebut terdapat bakteri di mana *Pseudomonas sp.* merupakan bakteri yang dominan.

Melalui suatu proses fermentasi aerobik selama kurang lebih 6 jam, kultur campuran dapat menurunkan BOD sekitar 80%, COD sekitar 86%, dan kandungan fenol 99,85% dari kadar semula yang terkandung dalam air buangan.

Dengan melihat hasil di atas diharapkan kultur campuran tersebut dalam proses lebih lanjut dapat dimanfaatkan untuk membantu pembersihan air buangan industri minyak dan industri lain yang relevan.

## ABSTRACT

Phenol in oil industrial waters can cause a serious nuisance problem. It can become a serious pollutant. Phenol waste can be reduced biologically by mixed culture action under aerobic fermentation. The mixed culture for biodegradation is mixed bacteria of predominantly *Pseudomonas sp.*

After six hours aerobic fermentation process, 99,85 per cent of phenolic compounds were removed, 86 per cent of COD, 80 per cent of BOD at loads of approximately 700, 770, 555 ppm respectively.

From the result of phenolic biodegradation, we suggest that the mixed culture would be use as phenolic biodegradation in industrial waste water.

## I. PENDAHULUAN

Fenol merupakan senyawa berupa kristal, tidak berwarna, berbau spesifik, dan sangat mudah larut dalam air. Senyawa ini banyak dipergunakan sebagai disinfektan, maupun sebagai bahan dasar dalam industri bermacam-macam resin plastik.

Dalam air buangan industri minyak, fenol termasuk salah satu senyawa yang dapat merupakan pencemar serius. Dalam konsentrasi sangat kecil ( $\pm 0,002$  mg/l), dapat mengakibatkan adanya perubahan rasa dan warna yang tak diharapkan dari air tersebut. Di samping itu fenol yang terlarut ini dapat merupakan toksik bagi jasad hidup akuatik dari ikan sampai mikroba, sehingga dapat mengganggu keseimbangan biologi dalam perairan tersebut.

Menurut peraturan baku mutu air dan pengendalian pencemaran air di Indonesia, kandungan fenol dalam air buangan yang dapat dipergunakan langsung untuk perikanan dan pertanian maksimal  $\pm 0.002$  ppm.

Melihat pengaruh pencemaran yang disebabkan oleh fenol, telah banyak cara-cara untuk mengatasinya. Di antaranya dengan memanfaatkan peranan mikroba. Melalui aktivitas mikroba, senyawa fenol akan di degradasi dan hasilnya dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikroba tersebut, sehingga pengaruh fenol terhadap pencemaran lingkungan dapat dibatasi sampai menjadi

tidak berpengaruh sama sekali.

## II. LATAR BELAKANG STUDI

Dalam air buangan, fenol dapat menyebabkan problema perairan yang serius. Bahkan pada konsentrasi sangat kecil yaitu 0.002 mg/l, fenol dapat membuat rasa tak enak. Hal ini sering mengganggu proses pada pabrik bir, penyulingan dan minuman ringan.

Pada konsentrasi 0,1 mg/l dapat menyebabkan kematian pada ikan, konsentrasi lebih rendah merupakan toksik pada kehidupan lebih rendah. Dengan demikian adanya fenol dapat mengganggu bahkan merusak keseimbangan lingkungan perairan.

Pada konsentrasi tinggi, fenol yang terlarut dalam air dapat menyebabkan gangguan dan bahkan menjadi toksik bagi bakteri-bakteri yang dipergunakan dalam proses penjernihan air secara "activated sludge" (proses lumpur aktif).

Dalam air buangan kilang minyak, konsentrasi fenol yang terkandung terdapat bervariasi. Makin kompleks proses yang terjadi di kilang tersebut, ada kecenderungan kandungan fenol makin tinggi. Hal ini dapat dilihat tabel 1, perihal kadar "waste" dalam air buangan minyak di U.S.A. Di sini juga diperlihatkan besarnya Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD) dalam air buangan tersebut.

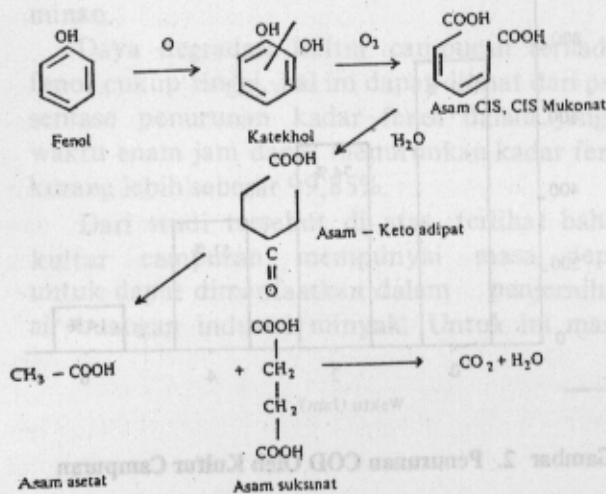
Tabel 1.  
Kadar "WASTE" dalam air buangan kilang minyak di U.S.A.

Macam Kegiatan Kilang	Type pembersihan air buangan	Kadar dalam ppm					
		BOD		COD		Fenol	
		range	rata2	range	rata2	range	rata2
1. Destilasi	Gravitasi	19-280	170	-	-	<0.03-110	<3
	Flokulasi	-	-	-	-	<0.03-3.5	<3
2. Distilasi + Cracking	Gravitasi	3-670	240	38-1750	660	0,3-190	42
	Flokulasi	83-93	86	135-250	190	0,6-6,7	3
3. Distilasi + Cracking + Petrokimia	Gravitasi	16-1120	350	32-750	370	1,9-18	6,4
	Flokulasi	45-270	140	180-460	350	1,0-69	19
4. Distilasi + Catalytic cracking lubricating oil	Gravitasi	100-830	470	250-4750	690	3,8-140	32
	Flokulasi	-	-	-	-	-	-
5. Distilasi + Catalytic cracking lubricating oil petrokimia	Gravitasi	300-460	400	490-1170	920	5,1-30	22
	Flokulasi	240-310	285	500-1260	788	-	-

### III. DEGRADASI FENOL

Jenis mikroba yang mendegrasi fenol pada umumnya berupa bakteri. Dengan bantuan aktivitas mikroba, fenol akan di degradasi secara bertahap. Hasil akhir di antaranya berupa CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O dan senyawa ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan bagi mikroba.

Jalannya degradasi fenol dapat di lihat pada skema berikut.



HAMDY et al, 1954, telah meneliti dengan melihat pengaruh faktor suhu serta kondisi aerob dan anaerob terhadap pengurangan fenol oleh mikroorganisma. Ternyata pada suhu sedang dalam kondisi aerob merupakan perlakuan yang terbaik, hal ini dapat dilihat dalam tabel 2.

Tabel 2.  
Pengaruh kondisi aerob dan anaerob terhadap reduksi fenol oleh mikroorganisma

Waktu (jam)	Konsentrasi fenol (ppm)				
	Contoh	Aerob		Anaerob	
		37 C	55 C	37 C	55 C
24	212	92	100	205	212
48	212	18	22	186	211
72	212	0	0	176	205

### IV. RUANG LINGKUP STUDI

Studi dilakukan pada kondisi laboratorium, dalam usaha mendegrasi kandungan fenol terdapat dalam air buangan industri minyak dan

industri lain dengan memanfaatkan aktivitas mikroba.

Air buangan yang dipergunakan dalam studi berasal dari air buangan kilang minyak Cepu, yang diperkaya dengan senyawa pencemar yaitu senyawa fenol sehingga dalam air buangan tersebut terkandung sekitar 700 ppm. Untuk menambah unsur hara bagi mikroba di tambah senyawa urea dan TSP.

Melalui suatu proses fermentasi aerobik, mikroba yang terseleksi hasil isolasi dan telah teradaptasi sebelumnya, akan mendegradasi kandungan fenol, sehingga kandungan senyawa tersebut secara bertahap akan menurun. Di samping mengamati penurunan kandungan fenol, juga dilihat penurunan kandungan senyawa pencemar secara menyeluruh dalam air buangan tersebut, yaitu dengan melihat BOD dan COD sebagai parameter.

### V. MIRKOBIA FENOL

Mikroba yang dipergunakan untuk degradasi kandungan fenol dalam air buangan, berasal hasil isolasi mikroba dari buangan kilang minyak di Cepu, setelah mengalami adaptasi dan seleksi terlebih dahulu. Dari hasil seleksi, didapat suatu kultur campuran yang mempunyai kemampuan mendegradasi fenol cukup efektif dan dalam waktu relatif singkat. Di samping itu kultur campuran yang didapat mempunyai kemampuan degradasi yang stabil, biarpun telah mengalami penyimpanan berbulan-bulan.

Kultur campuran yang di dapat berupa campuran bakteri yang terdiri dari *Pseudomonas sp.*, *Staphylococcus aureus*, *Flavobacterium sp.*, dan *Cromobacterium sp.* Dari campuran tersebut *Pseudomonas sp.* merupakan populasi bakteri yang dominan dalam kultur tersebut. Kultur campuran ditumbuhkan dalam suatu media sederhana, yaitu media dengan komposisi terdiri urea 1,5 gr dan TPS 0,75 gr dalam aquadest 1 liter serta pH7. Sebagai sumber karbon berasal dari fenol sendiri, sebesar kurang lebih 0,4 gr.

### VI. DEGRADASI OLEH KULTUR CAMPURAN

Kultur campuran yang terdiri dari kumpulan bakteri dan didominasi oleh *Pseudomonas sp.* mempunyai kecepatan pertumbuhan cukup



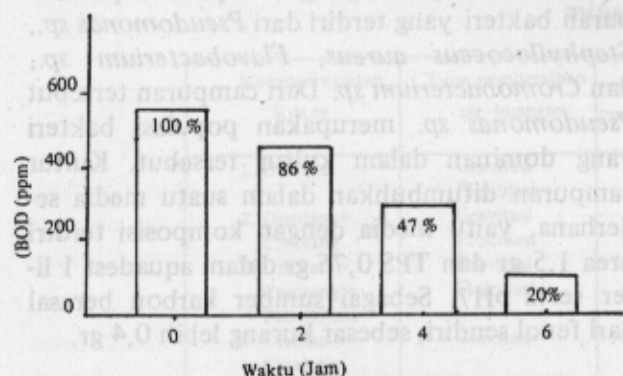
baik. Hal ini dapat dilihat bahwa dalam jangka waktu enam jam, pertumbuhannya sudah dapat tumbuh aktif. Dalam keadaan aktif tersebut kultur campuran digunakan sebagai pendegradasi senyawa pencemar.

Degradasi fenol dalam media kultur campuran perlu diberi penambahan aerasi. Aerasi dilakukan dengan mengalirkan udara ke dalam air buangan yang telah diberi biakan sebesar 2 liter per menit. Selain aerasi perlu diberi pengadukan dengan menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan sebesar 700 rpm, supaya aktivitas kultur campuran dapat merata dalam air buangan tersebut. Sebelum digunakan untuk fermentasi degradasi fenol, kultur campuran tersebut perlu diaktifkan dalam media sederhana selama 1 x 24 jam. Setelah mengalami pengaktifan, barulah kultur campuran dapat dipergunakan dalam proses degradasi.

## VII. HASIL PENGAMATAN BOD

Pengamatan BOD merupakan suatu parameter untuk mengamati penurunan senyawa pencemar dalam air buangan. BOD yang diamati merupakan BOD lima hari (BOD 5) dan dipantau dengan menggunakan alat pengukur BOD buatan HACH.

Melalui suatu proses fermentasi aerobik selama kurang lebih enam jam, dan interval pengamatan dua jam, akan terlihat tahap-tahap penurunan BOD seperti terlihat dalam gambar 1. Selama proses berlangsung terlihat penurunan BOD sebesar 80% yaitu dari sekitar 555 ppm menjadi sebesar 110 ppm.



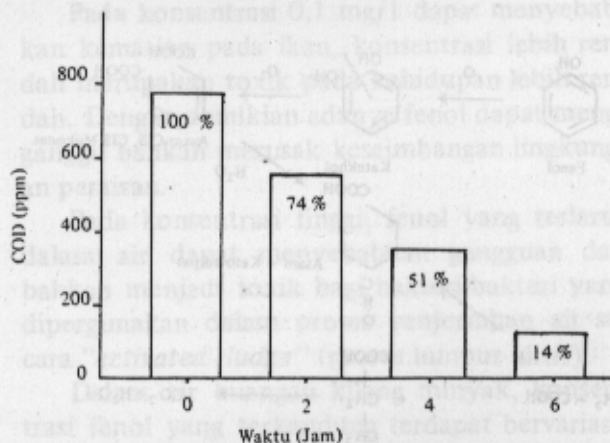
Gambar 1. Penurunan BOD Oleh Kultur Campuran

## VIII. HASIL PENGAMATAN C O D.

Sebagai parameter pengamatan pencemar yang lain ialah dengan mengamati COD. Penga-

matan COD dilakukan dengan interval waktu 2 jam sekali, dideteksi dengan menggunakan peralatan dari *Nanocolor Test Kits*.

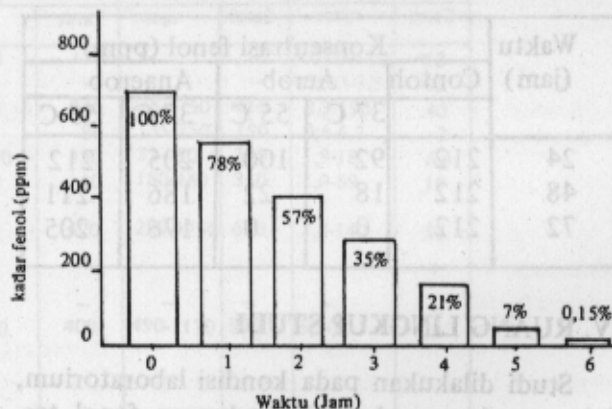
Selama kurang lebih enam jam mengalami proses fermentasi aerobik, akan terlihat tahap-tahap penurunan COD seperti terlihat pada gambar 2. Selama proses terjadinya penurunan COD yaitu dari sekitar 770 ppm menjadi 105 ppm, sehingga selama kurang lebih enam jam ada penurunan COD sebesar 86 %.



Gambar 2. Penurunan COD Oleh Kultur Campuran

## IX. HASIL PENGAMATAN KADAR FENOL

Melalui suatu proses fermentasi aerobik selama kurang lebih enam jam dan interval pengamatan setiap jam sekali. Terlihat suatu penurunan yang cukup tajam kandungan fenol dalam air buangan, hal ini terlihat seperti pada gambar 3. Kandungan fenol mula-mula sebesar 700 ppm, pada enam jam kemudian tinggal sekitar 1 ppm. Dalam hal ini berarti ada penurunan sekitar 99,85 %.



Gambar 3. Degradasi Fenol Oleh Kultur Campuran

## X. KESIMPULAN

Air buangan dari industri minyak sering mengandung senyawa fenol yang merupakan senyawa pencemar dalam sungai atau laut sehingga perlu di hilangkan sampai sekecil mungkin sebelum di buang.

Telah ditemukan kultur campuran yang dapat mendegradasi fenol. Kultur campuran tersebut berupa campuran bakteri di mana *Pseudomonas sp.* merupakan populasi yang paling dominan.

Daya degradasi kultur campuran terhadap fenol cukup tinggi, hal ini dapat dilihat dari persentase penurunan kadar fenol dalam jangka waktu enam jam dapat menurunkan kadar fenol kurang lebih sebesar 99,85%.

Dari studi tersebut di atas, terlihat bahwa kultur campuran mempunyai masa depan untuk dapat dimanfaatkan dalam penjernihan air buangan industri minyak. Untuk ini masih

diperlukan studi lebih lanjut dalam aplikasinya dan studi-studi lain yang berkaitan.

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. Davis, J.B. , 1967, *Petroleum Microbiology*, Elsevier Pub. Comp., Amsterdam 604 pp.
2. Hepple, P., 1971, "Water Pollution by oil The Institute of Petroleum London", 393 pp
3. Norton, K.C. , 1978, "Activated Sludge Proses Workshop Manual". Ministry of the Environment Ontario, 128 pp.
4. Parrot, H.C. , 1980, "Basic Water Treatment Operation". Ministry of the Environment Ontario, 174 pp.
5. Udiharto, M., 1986 "Degradasi Hidrokarbon dan Fenol oleh mikrobia," *Seminar Ilmiah Teknik Penyehatan dan Lingkungan serta Bioteknologi Pengolahan Limbah ITB*, Bandung.