



A317

DP/BPPI/BISB/148/88

NO : 166 / 5 / BALAI RISET  
DAN STANDARISASI INDUSTRI

PENELITIAN PENANGGULANGAN GANGGANG / ALGAE  
PADA BAK PENAMPUNG AIR PENDINGIN INDUSTRI

DISPERPUSTIP JATIM

7

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI SURABAYA  
JL. JAGIR WONOKROMO 360 TELP. 816612 SURABAYA

**" PENELITIAN PENANGGULANGAN GANGGANG/ALGAE PADA  
BAK PENAMPUNG AIR PENDINGIN INDUSTRI "**

**TAHAP : I**

**Team Penyusun :**

**Ir. Basoeki**

**Ir. Hari Suryawan**

**Abdul Wahab**

**Purwoko**

**BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI**

**S U R A B A Y A**

## KATA PENGANTAR

Pertumbuhan Industri akhir-akhir ini berkembang dengan pesat, keadaan ini akan memberikan dampak pada pemanfaatan dan pengarangan sumber daya alam yang ada. Salah satunya adalah pemanfaatan air untuk keperluan industri, baik yang berkaitan langsung maupun yang tidak langsung, seperti untuk konsumsi karyawan atau air pendingin.

Pada pemakaian air untuk pendingin sering dijumpai kendala-kendala seperti timbulnya kerak, karat maupun pertumbuhan ganggang. Dalam lingkup penelitian ini, upaya penghilangan ganggang adalah mengganti bahan algisida yang sudah dipergunakan ( merupakan barang import dan relatif mahal ), dengan bahan buangan atau limbah industri yang telah diproses sehingga mampu berperan sebagai algisida.

Tahapan penelitian ini mencakup penelitian dengan menggunakan air diam ( statis ) dan tahapan selanjutnya dengan menggunakan air mengalir seperti pada pelaksanaan pendinginan industri.

Harapan yang akan dicapai dalam penelitian ini, sesuai dengan peranan Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, adalah untuk membantu memecahkan masalah dalam industri, yaitu disatu sisi merupakan pemanfaatan limbah industri dan disisi lain menyediakan bahan pengganti keperluan industri dengan harga relatif murah dengan fungsi yang sama baiknya.

Penelitian ini bisa berjalan dengan baik berkat bantuan dan kerja sama berbagai pihak, untuk itu segenap team penyusun mengucapkan terima kasih sebesarnya.

## DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR.

DAFTAR ISI .

PENDAHULUAN .	1	-	3
BAB I. TINJAUAN PUSTAKA	4	-	10
BAB II. TAHAPAN PENELITIAN	11	-	12
BAB III. HASIL PENGAMATAN	13	-	14
BAB IV. KESIMPULAN	15	-	16
BAB V. DAFTAR PUSTAKA.	17		

DISPERPUSTAKAAN  
JAWA TIMUR

## P E N D A H U L U A N

Adanya kemudahan pengamanan modal oleh Pemerintah memungkinkan peningkatan dan perluasan kegiatan industri, baik peningkatan kuantitas maupun kualitas. Pada industri pengolahan, keadaan ini antara lain akan berakibat peningkatan pemakaian air untuk sistem pendingin.

Air pendingin harus memenuhi syarat, tidak mudah membentuk kerak, tidak menimbulkan karat atau korosif maupun tidak membentuk lendir/slime akibat pertumbuhan ganggang. Pada umumnya untuk mencegah lapisan karat dan kerak dengan mengendalikan kesadahan dan pH air. Walaupun dengan perlakuan tersebut, air dengan kandungan bahan organik masih mampu berperan sebagai media pertumbuhan ganggang ( algae ), yaitu biota air yang dapat mengganggu sistem pendinginan. Gangguan pertumbuhan ganggang ini berupa pengurangan kemampuan penghantaran panas dan penyumbatan sistem.

Upaya penanggulangan ganggang sampai sekarang dilaksanakan dengan pemberian obat pembasmi ganggang ( algisida, masih import ), maka dengan peningkatan dan perluasan industri, pemakaian obat algisida pun akan meningkat.

Pada pengamatan menurut acuan yang ada, komposisi bahan aktif adalah logam berat yang mampu berfungsi sebagai biosida ( pembunuh kehidupan ) seperti Tembaga, Raksa, Khrom valensi enam, senyawa anti septik seperti Phenol maupun khlorine atau komponen pengatur pH, merupakan bahan penyusun algisida. Komponen bahan aktif ini kandungannya sangat kecil dalam algisida, sebagian besar komponen lain adalah zat pengisi ( filler ).

Penggunaan Khlorine cukup baik bagi upaya penghilangan ganggang, walaupun penggunaannya sering dihindarkan karena komponen ini sering memberi indikasi sebagai media pembentukan karat.

Melihat sebagian algisida mempunyai komponen aktif logam berat ( dalam dosis aman bagi pencemaran selanjutnya ), sedangkan sebagian industri kesulitan menangani limbah seperti industri elektroplating yang dalam bahan buangannya mengandung Tembaga, Nikel dan Khrom - valensi enam, yang kesemuanya mampu dimanfaatkan sebagai komponen algisida.

Dalam lingkup penelitian ini, upaya pemanfaatan bahan buangan industri elektroplating khususnya unsur Tembaga dicoba sebagai komponen penanggulangan pertumbuhan ganggang khususnya pada bek penampung air pendingin.

Kegiatan penelitian menggunakan Tembaga Sulfat dari bahan buangan industri elektroplating, algisida yang sudah ada ( WTCP dan WTB ) untuk perlakuan pada air statis ( Air PDAM, air sumur dangkal/ permukaan dan air sumur dalam ) dan juga perlakuan yang sama untuk sistem air mengalir.

Hasil pengamatan percobaan pada air statis ( ditempatkan dalam botol tembus cahaya dan dikenai sinar matahari ) adalah sebagai berikut :

Hasil pengamatan pertumbuhan ganggang  
pada air statis, dalam hari ke :

Konsentrasi $\text{Cu SO}_4$ , ppm	Air PDAM	Air sumur dangkal	Air sumur dalam
blanko	18	5	7
2,5	tt	12	19
5,0	tt	12	tt
7,5	tt	18	tt
10,0	tt	18	tt
12,5	tt	18	tt

tt = tidak tumbuh.

Pengamatan percobaan dengan menggunakan algisida, yaitu WTCP ( dengan kandungan Khlorine dan Phenol ) dan WTBT ( dengan kandungan Karbonat dan Bikarbonat ) adalah sebagai berikut :

Jenis air	Pertumbuhan ganggang		hari ke :
	WTCP *	WTBT *	
Air PDAM	18	28	
Air sumur dangkal	10	16	
Air sumur dalam	13	21	

\* dosis dipergunakan sesuai petunjuk pabrik, yaitu = 120 ppm

Dari hasil percobaan diatas memperlihatkan bahwa pada penggunaan air pendingin dari :

- PDAM dan air sumur dalam ( artesis ) dosis pemberian algisida 120 ppm ( WTCP dan WTBT ) sama efektifnya dengan penggunaan  $\text{Cu SO}_4$  dengan dosis 2,5 ppm.
- Air pendingin sumur dalam dosis pemberian algisida 120 ppm ( WTCP dan WTBT ) sama efektifnya dengan penggunaan  $\text{Cu SO}_4$  dengan diberi dosis 12,5 ppm.

Penelitian pada air mengalir, akan dilaporkan dalam lampiran percobaan kedua.

## B A B      I

### T I N J A U A N P U S T A K A

Pemakaian air untuk industri mencakup 4 hal, yaitu air digunakan proses pengolahan, air untuk pengisi ketel uap, air untuk konsumsi karyawan dan air yang digunakan untuk sistem pendinginan.

Air pendingin yang memenuhi syarat seharusnya tidak akan menimbulkan karat ( korosif ), menimbulkan kerak atau membentuk lendir/ slime akibat pertumbuhan ganggang.

Pemakaian air pendingin ada dua macam, yaitu sekali pakai - terus dibuang ( " once through " ) dan air pendingin yang mengalami - recycling ( air ulang/re use ).

Keuntungan penggunaan air sekali buang adalah dihindarkannya terjadinya pembentukan kerak karbon/kapur, karena tidak mengalami pemanasan yang cukup tinggi sehingga tidak dihasilkan gas  $\text{CO}_2$  serta tidak terjadi pembentukan ion karbonat. Sebab air yang mengandung karbonat dan pH tinggi cenderung membentuk kerak. Kerugian sistem sekali buang adalah konsumsi jumlah air cukup tinggi, pada akhirnya akan meningkatkan biaya produk.

Pada sistem dengan durul ulang, diagram alir melalui menu - ra pendingin, pipa distribusi dan bak penampung. Air pendingin ini akan berhubungan dengan media panas sehingga sebagian airnya menguap, demikian pula apabila bak penampung terbuka dan terkena sinar matahari maka akan terjadi penguapan air ( heat vaporation ). Keadaan ini bisa meningkatkan prosentase kandungan unsur dalam air pendingin, untuk mencegahnya dan guna pemantapan volume air pendingin berikutnya maka dalam bak penampung perlu ditambahkan air dari luar ( make up - water )

Pada sistem pendinginan yang tertutup ( anaerob ) memungkinkan pertumbuhan bakteri pereduksi sulfat atau sejenisnya sehingga sarana distribusi dari besi/besi tuang yang tidak mudah mengalami korosi menjadi mudah terkena karat.

Air pendingin atau air tambahan ( make up water ) diambil dari air permukaan atau air tanah.

Syarat air pendingin atau make up water sebagai berikut :

DISPERPUSTAKA  
JATIM

Item ( mg/L, max )	Cooling water (1 X pakai)		Make up water	
	Air segar	air payau	Air segar	Air payau
1. Silika SiO <sub>2</sub>	50	25	150	25
2. Aluminium Al	3	-	3	-
3. Besi Fe	14	1,0	80	1,0
4. Mangan Mn	2,5	0,02	10	0,02
5. Tembaga Cu	-	-	-	-
6. Seng Zn	-	-	-	-
7. Kalsium Ca	500	1.200	500	1.200
8. Magnesium Mg	-	-	-	-
9. Ammonia	-	-	-	-
10. Bikarbonat HCO <sub>3</sub>	600	180	600	180
11. Sulfate SO <sub>4</sub>	680	2.700	680	2.700
12. Khlorida Cl	600	22.000	500	22.000
13. Nitrate NO <sub>3</sub>	30	-	30	-
14. Posphate PO <sub>4</sub>	4	5	4	5
15. Pedatan terlarut	1.000	35.000	1.000	35.000
16. Kesadahan CaCO <sub>3</sub>	850	7.000	850	7.000
17. Keasaman CaCO <sub>3</sub>	-	-	-	-
18. Kebasaan CaCO <sub>3</sub>	500	150	500	150
19. pH unit	5,0 - 8,9	5,0 - 8,4	3,5 - 9,1	5,0 - 8,4
20. Methyline biru	1,3	-	1,3	1,3
21. CCl <sub>4</sub> ekstrak	-	-	100	100
22. C.O.D.	-	-	100	200
23. Suhu °F	100	100	120	120
24. Padatan tak larut	5.000	250	15.000	250

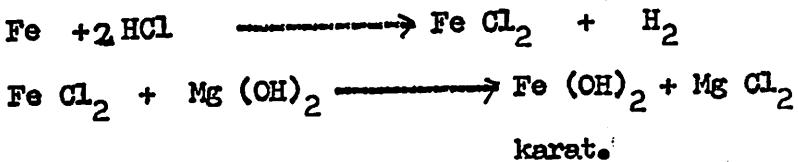
Dikutip dari : Quality Character Of Surface Water That Have been Used  
 For Steam Generation and Cooling in Heat Exchanger  
 ( Water Quality Criteria )

Tumbuhnya ganggang dalam bak penampung maupun dalam sistem aliran air pendingin, dimungkinkan karena peningkatan konsentrasi-hara baik organik maupun non organik untuk pertumbuhan ganggang. Seperti kita ketahui bahwa pertumbuhan ganggang memerlukan unsur karbon organik dalam bentuk  $\text{CO}_2$  dan unsur nitrogen dari ammonia atau nitrat, unsur phospat serta komponen mikro lainnya. Senyawa diatas diperlukan baik untuk pertumbuhan maupun untuk photosintesa guna mendapatkan energi bagi pertumbuhannya.

Algae/ganggang pada pertumbuhannya mampu membentuk koloni atau tumbuh secara sendiri-sendiri. Pertumbuhan koloni/secara filamen atau bercabang-cabang membentuk lapisan. Sedangkan yang tumbuh sendiri-sendiri akan tersebar bersama sistem aliran air pendingin, penyebaran ini akan meningkatkan " thermal conductivity " air yang akibatnya akan menurunkan efisiensi perambatan panas ( LARIAN, 1958 ) Pertumbuhan ganggang yang subur akan mampu mengurangi debit air pendingin melalui penyempitan diameter sistem alir bahkan mampu menyumbatnya pula.

EVANS K.B. dan P.F. WILLIAM, menemukan 4 divisi ( phylla )- yang mampu tumbuh dalam air industri, seperti : Chlorophyta, Euglenophyta, Cyanophyta dan Cristophyta.

Upaya penghilangan ganggang ini, antara lain dengan menggunakan Khlorine dengan dosis efektif 0,5 ppm ( GEHM dan BERGMAN ). Sumber khlorine bisa dipergunakan sebagai gas, cairan ( Sodium hypo khlorite ) dan padatan ( khlorine organik ), disebutkan pemakaian khlorine organik lebih menguntungkan disebabkan pelepasan unsur khlorine terlaksana secara perlahan-lahan. Namun secara luas pemakaiannya sering dihindari akibat kemampuannya membentuk karat, seperti dalam reaksi ini :



Upaya lain adalah menggunakan logam berat yang mampu berperan sebagai biosida, termasuk membunuh ganggang.

MALLONEY dan PALMER (1956) menyatakan daya basmi tembaga-sulfat dengan konsentrasi 0,5 mg/L mampu mematikan hampir 57 % dari 17 spesies ganggang hijau biru dan hampir 35 % dari 14 spesies ganggang hijau.

JORDAN, DAY dan HENDRIXON (1962) memberikan data kaitan penggunaan dosis ion tembaga dengan kematian ganggang, sebagai berikut :

dosis ion tembaga, mg/L	spesies ganggang mati
0,5	<u>Cladospora</u> Sp.
0,1	<u>Hydrodictyon</u> Sp.
0,12	<u>Spirogyra</u> Sp.
0,29	<u>Ulothrix</u> Sp.

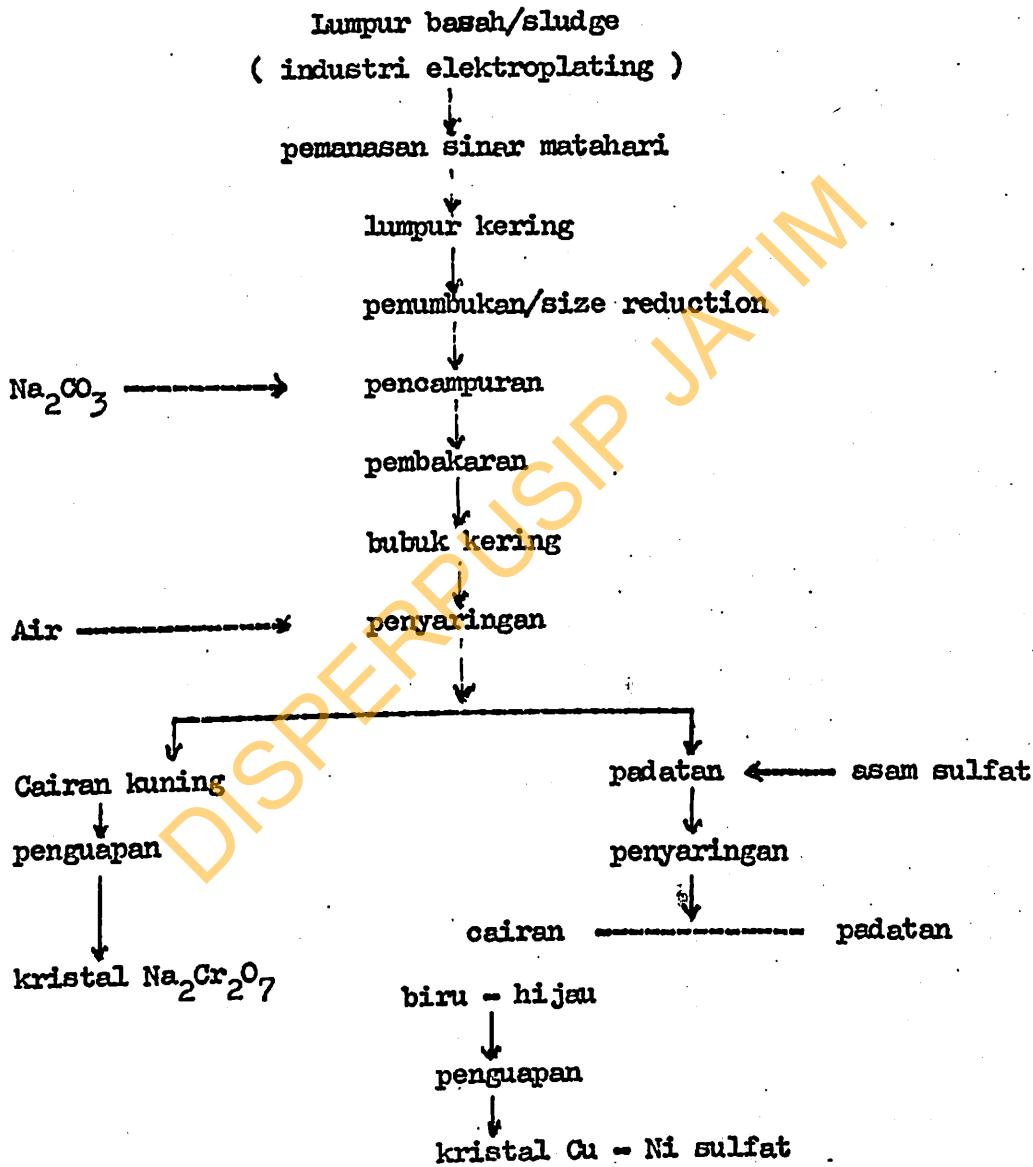
sedangkan pemakaian khrom valensi 6, kaitan antara dosis dengan spesies ganggang, sebagai berikut :

dosis ion khrom valensi 6, mg/L	spesies ganggang mati
0,032 - 0,30	<u>Diatome</u>
0,32 - 1,0	<u>Euglenoid</u> Sp.
3,2 - 6,4	<u>Chlorococcales</u> Sp.

Dari data kemampuan daya bunuh ion logam diatas dan dikaitkan dengan pengembangan penelitian oleh Balai Industri Surabaya mengenai pemanfaatan limbah industri elektroplating, yaitu mampu mengisolasi ion Cu, sebagai tembaga sulfat.

Maka hasil ini digunakan untuk menggantikan algisida yang ada, sebagai pembasmi ganggang.

Pengamatan limbah industri elektroplating, mempunyai kendungan logam berat dengan komposisi khrom valensi 6 sekitar 0,02 %, tembaga 0,36 % dan nikel 0,26 %. Proses isolasi ion tembaga yang telah dilaksanakan mempunyai diagram alir, seperti berikut :



Dari hasil penelitian pemanfaatan limbah industri elektroplatting diperoleh : dari lumpur dengan berat 2.513,5 gram dan kandungan air 64,67 % diperoleh cairan Cu - Ni Sulfat sebesar 6.984,28 gram dengan kandungan air 95,83 %.

Pada proses pengkristalan dengan 6 ulangan, didapat perolehan  $\text{Cu SO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  dengan  $\text{Ni SO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  dengan perbandingan sekitar 2,25 : 1.

Keberadaan unsur nikel sulfat ternyata bukan merupakan hal yang merugikan bahkan akan memperkuat daya racun Cu sebagai bahan biocida.

DISPERPUSTAKA  
JATIM

## B A B II

### T A H A P A N P E N E L I T I A N

Tahapan penelitian penanggulangan ganggang pada bak penampung air industri, yaitu :

2.1. Kompilasi dan penjabaran data pustaka, mengenai :

2.1.1. Fungsi, persyaratan air pendingin dan make up water,

2.1.2. Jenis ganggang/algae yang mampu tumbuh dalam sistem distribusi air pendingin.

2.1.3. Pengaruh unsur logam berat dan dosis yang mematikan bagi pertumbuhan ganggang/algae.

2.1.4. Data tentang algisida yang digunakan dalam industri.

2.2. Pengamatan mengenai komposisi algisida.

2.2.1. Algisida dari perdagangan ( WTBT dan WTCP )

2.2.2. Pengamatan mengenai kemungkinan pemanfaatan limbah industri elektroplating, khususnya komponen tembaga, nikel sulfat.

2.3. Perlakuan pemberian algisida dan pengamatan pertumbuhan ganggang, dihitung kaitan pemberian dosis dengan kemampuan tumbuh-ganggang.

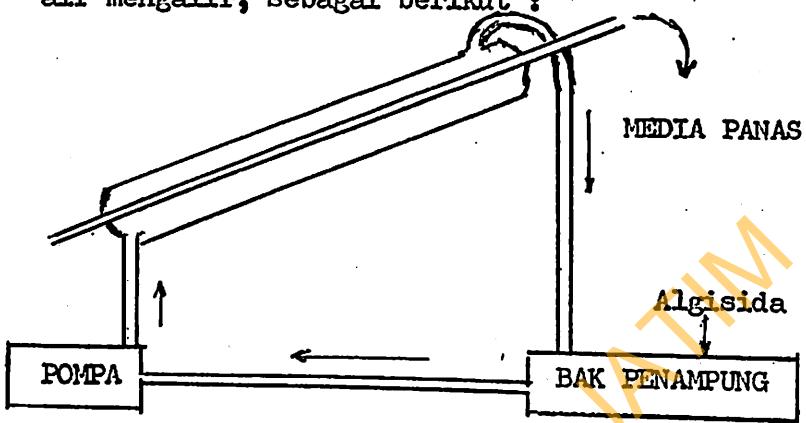
2.3.1. Pengamatan pada air statis,

dilakukan pada wadah botol tembus cahaya berwarna putih kaca, pemberian dosis Tembaga Sulfat sebesar : 2.5 ; 5.0 ; 7.5 ; 10.0 dan 12.5 ppm dan pemakaian algisida - WTCP dan WTBT dengan dosis 120 ppm ( anjuran pabrik ). Perlakuan dilaksanakan pada air, dengan volume 0,5 L - variasi jenis air adalah air PDAM, air sumur dangkal - dan air sumur dalam ( artesis )

**2.3.2. Pengamatan pada air mengalir,**

dilakukan dengan variable air dan dosis sama dengan air statis dan aliran air menggunakan pompa. Bidang pemanasan dipergunakan kondensor pendingin.

Adapun perencanaan skala laboratorium untuk perlakuan - air mengalir, sebagai berikut :



sedang perencanaan skala pabrik akan dilaksanakan sesuai dengan kondisi pabrik.

**2.4. Pembahasan pengamatan pemakaian algisida, baik pemakaian tembaga Nikel sulfat dan WTBt atau WTcP.**

**2.5. Pembuatan laporan.**

### B A B      III

#### H A S I L P E N G A M A T A N

Hasil pengamatan pada penelitian ini, mencakup :

##### 3.1. Pengamatan kandungan unsur algisida buatan pabrik :

###### 3.1.1. Komposisi WTBT :

$$\text{pH} = 9,8$$

$$\text{CO}_3^- = 34,5 \text{ ppm}$$

$$\text{HCO}_3^- = 484,035 \text{ ppm}$$

$$\text{Sisa penguapan} = 0,23 \%$$

$$\text{total pelarut} = 99,76 \%$$

###### 3.1.2. Komposisi WTCP :

$$\text{pH} = 7,8$$

$$\text{Kloride} = 7.400,0 \text{ ppm}$$

$$\text{zat organik} = 12,34 \%$$

$$\text{zat anorganik} = 2,51 \%$$

$$\text{sisa penguapan} = 15,85 \%$$

$$\text{phenol} = \text{positif}$$

$$\text{pelarut} = 84,14 \%$$

##### 3.2. Hasil pengamatan perlakuan pada air statis:

Volume air dipakai 500 cc, diikenakan sinar matahari agar memungkinkan pertumbuhan ganggang.

Variable air yang dipergunakan :

- a. air PDAM
- b. air sumur dangkal
- c. air sumur dalam ( artesis )

Variable dosis Cu SO<sub>4</sub> 5 H<sub>2</sub>O :

- a. 2,5 ppm
- b. 5,0 ppm
- c. 7,5 ppm
- d. 10,0 ppm
- e. 12,5 ppm

Dosis pemakaian WTCP dan WTBT sesuai anjuran pabrik 120 ppm.

Hasil pengamatan perlakuan menggunakan Cu SO<sub>4</sub> 5H<sub>2</sub>O

Konsentrasi, ppm tembaga sulfat	Hasil pertumbuhan ganggang, hari		
	Air PDAM	Air sumur dalam	Air sumur dangkal
BLANKO	18	7	5
2,5	tt	19	12
5,0	tt	tt	12
7,5	tt	tt	18
10,0	tt	tt	18
12,5	tt	tt	18
15,0	tt	tt	tt

Keterangan : tt = ganggang tidak tumbuh, pengamatan sampai hari ke 30.

Hasil pengamatan perlakuan menggunakan WTBT dan WTCP.

Asal air	Hasil pertumbuhan ganggang, hari	
	WTCP 120 ppm	WTBT 120 ppm
PDAM	18	28
Sumur dalam	13	21
Sumur dangkal	10	16

Keterangan : pengamatan sampai hari ke 30

3.3. Hasil pengamatan perlakuan pada air mengalir.

3.3.1. Skala laboratorium, pro memory.

3.3.2. Skala pabrik, pro memory.

## B A B      IV.

### K E S I M P U L A N .

Kesimpulan yang dapat diamati dari tahapan yang sudah dikerjakan sebagaimana berikut :

#### 4.1. Algisida dari pasaran.

4.1.1. WTBT merupakan algisida yang berperan menaikkan pH, dengan kandungan ion karbonat dan ion bikarbonat cukup tinggi. Penggunaannya memungkinkan pembentukan kerak karbonat pada sistem alir air pendingin.

4.1.2. WTCP merupakan algisida dengan komponen aktif phenol ( menurut acuan konsentrasi 50 ppm efektif membasmi pertumbuhan ganggang ) dan komponen Klorine dengan kandungan yang cukup tinggi, sehingga mampu berperan sebagai anti-septis.

#### 4.2. Percobaan air statis.

##### 4.2.1. Pada jenis air sumur dangkal.

Pemberian ion Cu, ternyata kurang efektif. Hal ini dimungkinkan terjadi reaksi penggabungan ion Cu dengan ion karbonat dan ion bikarbonat sehingga daya bunuhnya menjadi berkurang.

Disamping itu, kondisi air sumur dangkal yang dipergunakan memang kurang memenuhi syarat, yaitu pH = 10 sedangkan persyaratan menurut F.W.P.C.A. adalah kisaran pH 5.0 - 8.4

4.2.2. Pemberian ion Cu, pada air pendingin dari PDAM maupun air sumur dalam sudah cukup memadai dengan konsentrasi 2,5 ppm. Apabila dibandingkan dengan penggunaan algisida buatan apabrik yang frekwensi pemberian algisida tiap 14 hari sekali, maka ada kemungkinan dosis pemberian ion Cu perlu dikurangi mengingat kendala pada blowdown nantinya.

- ✓ Walaupun ini tidak perlu dikhawatirkan karena pemakaian air pendingin adalah recycling sehingga belum perlu dibuang ke badan air.
- 4.2.3. Sesuai petunjuk dari pabrik maka pemakaian algisida baik - WTCP maupun WTBT adalah tiap selang waktu 14 hari sedangkan pemakaian ion Cu dengan dosis 2,5 ppm mampu menghambat pertumbuhan ganggang sampai hari ke 19. Sehingga untuk lebih amannya terhadap kemungkinan pencemaran logam Cu, dosis pemberian ion Cu bisa diturunkan sesuai ( kalau mungkin ) batas yang diperkenankan pada badan air.
- 4.3. Pada percobaan air mengalir. ( pro memory )

D A F T A R P U S T A K A .

1. G.R CURD and H.A HAWKS

" Ecological Aspects of Used Water Treatment " ( 1975 )

Academic Press.

London ( UK ) - New York. San Francisco ( USA )

2. " Water Quality Criteria " ( 1966 )

Federal Water Pollution Control Administration.

Washington DC ( USA ).

3. " Water Treatment Chemicals " ( - )

Diversay Chemical

Singapore.

4. M.G. LARIAN.

" Fundamental of Chemical Engineering " ( 1959 )

Mazuren Cae Ltd.

Tokyo - Japan.

5. H.W. GEHM and J.I. BREGMAN. ( editors )

" Handbook of Water Resources and Pollution Control " ( 1976 )

Ven Notrand Reinhold Co.

New York - USA.