

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sumber Pencemaran Logam Tembaga (Cu) di Perairan Sungai Banger

Pekalongan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Sungai Banger Pekalongan maka diperoleh data bahwa sumber-sumber pemasukan logam tembaga (Cu) ke perairan paling banyak disebabkan adanya aktivitas industri tekstil.

Industri tekstil ini menurut Palar (1994) paling banyak menggunakan logam tembaga (Cu) dalam proses produksinya yaitu dalam proses pencucian. Hal ini dapat dibuktikan dengan kandungan logam tembaga (Cu) terbesar terdapat pada daerah sungai yang di sekitarnya terdapat pabrik tekstil. Kandungan logam tembaga (Cu) pada eceng gondok (1,687mg/kg) dan sedimen (41,570mg/kg) di daerah ini paling tinggi dibandingkan stasiun yang lain.

Selain berasal dari aktivitas industri tekstil, pemasukan logam tembaga (Cu) ke badan air juga berasal dari aktivitas rumah tangga, pertanian, peternakan, aktivitas pelabuhan, dan industri lainnya. Limbah yang dihasilkan dari aktivitas di atas mengandung logam tembaga (Cu) dan dibuang langsung ke Sungai Banger sehingga semakin lama kandungan logam tembaga (Cu) di perairan semakin bertambah. Sungai Banger sebagai sungai terbesar di Pekalongan berfungsi sebagai tempat pembuangan limbah kota, pertanian, dan industri sehingga keberadaannya semakin hari semakin tercemar (sumber : data sekunder DPU Cabang Singkang, kota Pekalongan).

Aktivitas manusia seperti kegiatan industri, limbah rumah tangga merupakan salah satu jalur yang dapat meningkatkan pencemaran logam berat dalam air mengingat logam berat tidak dapat dipisahkan dari kehidupan dan aktivitas manusia dalam hal ini logam tembaga (Cu). Logam tembaga merupakan salah satu logam berat yang banyak digunakan oleh manusia. Proses masuknya logam tembaga ke perairan dapat melalui peristiwa alami ataupun sebagai bentuk efek samping dari aktivitas yang dilakukan manusia.

4.2 Kandungan Logam Cu pada Eceng gondok, Perairan, dan Sedimen di Sungai Banger Pekalongan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada beberapa lokasi (stasiun) di perairan Sungai Banger maka diperoleh data dari 4 stasiun sebagai berikut :

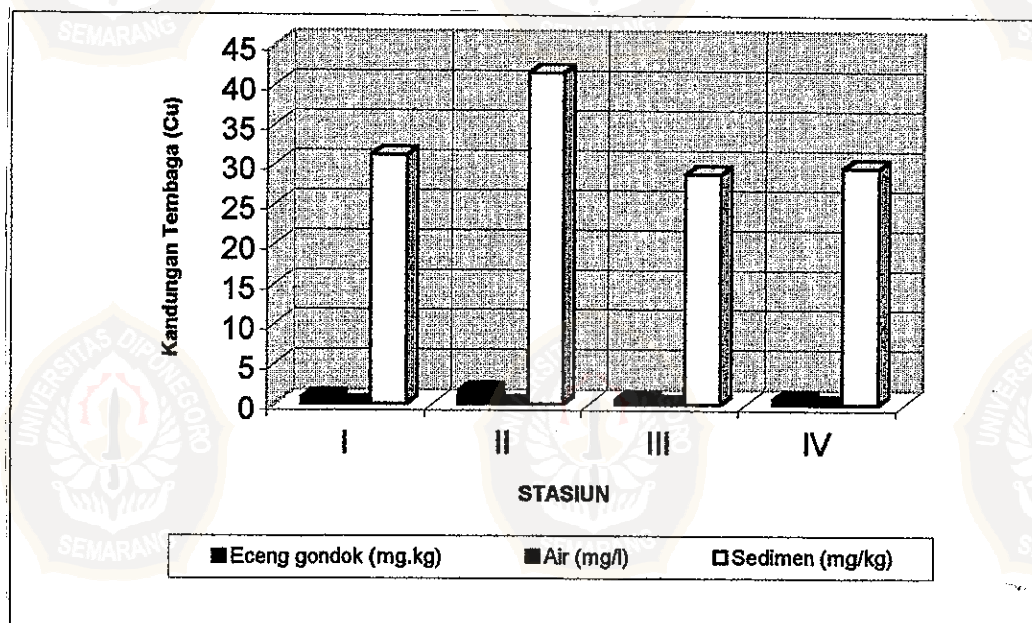
Tabel 4.01. Rata-rata kandungan Cu dalam eceng gondok (*Eichhornia crassipes* Solms.), perairan, dan sedimen berdasarkan tata guna lahan di perairan Sungai Banger Pekalongan.

Stasiun Ke	Kandungan Logam Tembaga (Cu)		
	Eceng gondok (mg/kg)	Air (mg/l)	Sedimen (mg/kg)
I	0,806	<0,005	31,230
II	1,687	<0,005	41,570
III	0,531	<0,005	28,910
IV	0,685	<0,005	29,720

Keterangan :

1. Stasiun I : Daerah sungai yang terletak di dekat pemukiman padat penduduk, dan jalan raya.
2. Stasiun II : Daerah sungai yang terletak di dekat industri tekstil, pabrik teh, Pabrik sablon, pemukiman padat penduduk, dan lahan pertanian.
3. Stasiun III : Daerah sungai yang terletak di dekat pemukiman jarang penduduk.
4. Stasiun IV : Daerah sungai yang terletak di dekat dermaga, lahan kosong, dan rawa.

Gambar 4.01. Rata-Rata kandungan Logam Tembaga (Cu) dalam eceng gondok (*Eichhornia crassipes* Solms.), Perairan, dan Sedimen di Perairan Sungai Banger Pekalongan.



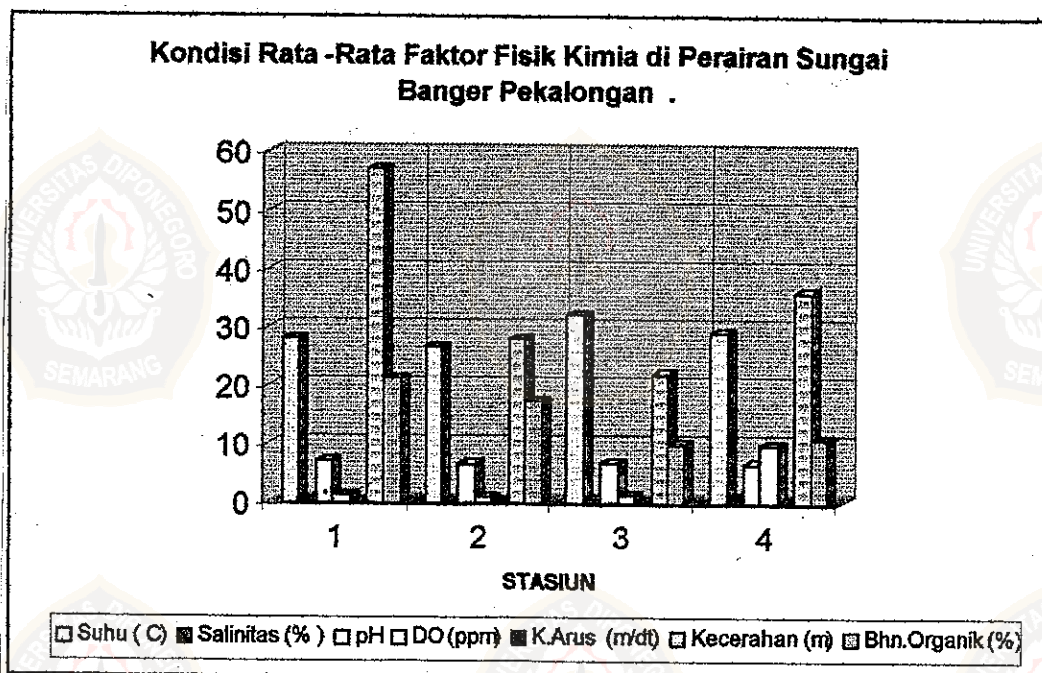
4.3 Faktor Fisik Kimia di Perairan Sungai Banger Pekalongan.

Pada Lokasi penelitian diukur pula faktor fisik kimia perairan yang meliputi suhu, salinitas, derajat keasaman (pH), *Dissolved Oksigen* (DO), kecepatan arus, kecerahan, dan kandungan bahan organik yang disajikan dalam bentuk tabel, dan diagram batang di bawah ini :

Tabel 4.02. Kondisi rata-rata faktor fisik kimia di perairan Sungai Banger Pekalongan.

Stasiun	Parameter						
	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	pH	DO (ppm)	K.arus (m/dt)	Kecerahan (m)	Bhn.Organik (%)
I	28,00	0,00	7,00	1,20	0,02	57,00	21,13
II	26,50	0,10	6,58	1,00	0	28,00	17,25
III	32,00	0,50	6,64	1,20	0	22,00	9,97
IV	29,00	0,70	6,56	9,80	0	36,00	10,93

Gambar 4.02. Kondisi rata-rata faktor fisik kimia di perairan Sungai Banger Pekalongan.



Pada stasiun I jumlah Cu *E.crassipes* (0,806 mg/kg); Cu sedimen (31,230 mg/kg) lebih besar dibandingkan dengan Cu *E.crassipes* (531 mg/kg); Cu sedimen (28,910 mg/kg) stasiun III, dan Cu *E.crassipes* (0,685 mg/kg); Cu sedimen (29,270 mg/kg) stasiun IV. Salah satu faktor penyebab perbedaan kandungan Cu di atas yaitu adanya pemanfaatan lahan yang berbeda pada tiap stasiun. Stasiun I terletak di dekat pemukiman padat penduduk dan arus lalu lintas yang cukup padat. Faktor diatas berpengaruh terhadap besar kecilnya pasokan logam Cu ke badan air. Pemukiman padat penduduk menghasilkan limbah-limbah rumah tangga yang berpotensi mentransfer Cu ke badan air sebab sebagian besar penduduk membuang sampah ke sungai. Selain itu adanya korosi pada pipa-pipa saluran air dan peralatan logam yang digunakan dalam rumah tangga menyebabkan masuknya senyawa logam ke badan air. Banyaknya bahan buangan yang masuk ke badan air menyebabkan kenaikan jumlah padatan dalam air baik padatan berupa bahan organik ataupun padatan anorganik. Kenaikan jumlah padatan dalam perairan merangsang pertumbuhan *E.crassipes* sebab *E.crassipes* tumbuh baik pada perairan yang mengandung banyak bahan organik. Bahan organik pada stasiun II adalah 21,13 mg/l.

E.crassipes dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran air karena kemampuannya mengakumulasi logam berat dalam tubuhnya (*bioakumulator*). Kemampuan *E.crassipes* mengakumulasi logam berat terutama Cu karena pada akar tanaman ini terdapat mikrobia rhizosfera yang mampu mengakumulasi logam berat. Menurut Suriawiria, (1987) bahwa mikrobia rhizosfera adalah bentuk simbiosis antara bakteri dengan jamur. Jenis mikrobia rhizosfera ini mampu

melakukan penguraian terhadap benda-benda organik ataupun anorganik yang terdapat dalam air buangan dan digunakan sebagai sumber nutrisinya. Mikrobia ini mampu mengubah Cu anorganik menjadi Cu organik yang kemudian diserap oleh akar *E. Crassipes* dan digunakan untuk metabolisme tubuhnya. Cu organik dalam tubuh *E. Crassipes* dapat digunakan sebagai kofaktor (metalloenzim) dari enzim plastosianin yang berguna dalam proses fotosintesis yaitu untuk merangsang pembelahan sel-sel tumbuhan *E. Crassipes* (Suriawiria, 1993). Hal ini menyebabkan spesies *E. crassipes* pada stasiun I tumbuh baik meski jumlahnya tidak banyak. Menurut Palar (1994) bahwa Cu yang terakumulasi dalam tubuh *E. crassipes* baru akan menimbulkan kematian jika dosisnya melebihi 3,5 mg/l. Sedikitnya populasi *E. crassipes* di stasiun I disebabkan karena adanya aliran air pada stasiun I sehingga *E. crassipes* banyak yang terbawa aliran air. Hal ini sesuai dengan sifat dari *E. crassipes* yang merupakan tumbuhan *Emergent* yaitu tumbuhan yang habitatnya mengapung jika terdapat arus dan menancapkan akarnya jika perairan dangkal.

Pada stasiun II jumlah logam Cu yang terkandung dalam *E. crassipes* (1,687 mg/kg) dan Cu yang terkandung dalam sedimen (41,57 mg/kg) jauh lebih tinggi daripada ketiga stasiun yang ada. Perbedaan jumlah Cu ini sangat dipengaruhi oleh tata guna lahan di sekeliling perairan. Pada stasiun III aktivitas manusia lebih beragam ditunjukkan dengan banyaknya pabrik tekstil seperti PT. Kesmatek, PT. Tritex, Pabrik teh, pabrik sablon, pertanian serta pemukiman penduduk. Limbah industri, limbah rumah tangga, dan limbah pertanian hampir semuanya dibuang ke Sungai Banger sehingga menyebabkan padatan baik organik

ataupun anorganik yang terkandung dalam perairan tinggi. Sejalan dengan pernyataan Sugihartono (1987) yang mengatakan bahwa limbah dari industri tekstil dapat menyebabkan meningkatnya padatan tersuspensi dan padatan terlarut sehingga selain mempengaruhi kadar oksigen dalam air juga mempengaruhi kekeruhan dan warna air.

Proses masuknya logam Cu ke badan air seperti telah tertulis di atas melalui limbah rumah tangga, limbah pabrik khususnya pabrik tekstil yang menggunakan logam Cu dalam proses produksinya (Palar,1994). Pada stasiun II masuknya logam Cu yang berasal dari limbah pertanian yaitu melauai rembesan air irigasi yang tercemar oleh peptisida selain itu juga berasal dari limbah industri tekstil yang dibuang langsung ke sungai tanpa melalui proses pengolahan. Limbah industri tekstil paling banyak menyumbangkan logam Cu ke badan air. Hal ini sejalan dengan pendapat Azrul (1995) bahwa Industri yang berpotensi besar memasukkan logam Cu ke dalam badan air adalah industri tekstil sebab sebagian besar industri tekstil di Indonesia belum memiliki sistem pengolahan limbah walaupun ada hanya berupa kolam sederhana tempat menampung limbah sisa produksi. Pada umumnya limbah dari pabrik tekstil di Pekalongan dibuang langsung ke Sungai Banger

Bahan organik yang tinggi (17,25%) pada stasiun II ini mendorong terjadinya proses *eutrofikasi* yang menyebabkan *Blooming algae* dalam hal ini *E.crassipes*. Proses *eutrofikasi* ini berakibat fatal bagi kebanyakan organisme air sebab kandungan oksigen terlarut menjadi sangat rendah (0,10 mg/l) karena banyaknya bahan organik yang harus didegradasi oleh mikroba, dan hal ini

merangsang berkembangnya tanaman air, mempercepat habisnya oksigen di dalam air oleh proses *aerobiosis*.

Menurut Prawiro (1998) bahwa *aerobiosis* adalah suatu proses dekomposisi bahan oleh bakteri dalam keadaan ada udara (oksigen). Selain rendahnya kandungan oksigen terlarut, kemampuan organisme dalam mengakumulasi senyawa anorganik dalam hal ini logam berat juga terbatas tergantung pada nilai ambang setiap spesies. Hal ini sesuai dengan pernyataan Odum (1971) dan Suriawiria (1993) bahwa setiap spesies mempunyai batas antara toleransi terhadap bahan pencemar. Tanaman yang *survive* pada stasiun II antara lain eceng gondok (*Eichhornia crassipes* Solms.). Eceng gondok termasuk jenis tanaman yang mempunyai toleransi tinggi terhadap bahan pencemar dibandingkan tanaman lainnya. Hal di atas ditegaskan oleh Heyne (1987) bahwa eceng gondok dapat hidup di perairan atau daerah yang kondisinya kurang baik termasuk pada daerah yang terkontaminasi bahan-bahan pencemar. Pada stasiun II, eceng gondok merupakan jenis tanaman yang paling dominan. Kenyataan di atas sejalan dengan pernyataan Verheyen (1990) dan Hawkes (1979) dalam Palar (1994) bahwa tingginya tingkat pencemaran dalam perairan akan mengurangi spesies yang ada dan pada umumnya akan meningkatkan populasi jenis yang tahan terhadap kondisi perairan tersebut. Pada stasiun II terjadi *blooming E.crassipes* karena adanya pemupukan perairan. Ketahanan hidup dari *E.crassipes* ini erat kaitannya dengan kemampuan *E.crassipes* mengakumulasi logam berat dalam tubuhnya sehingga banyaknya *E.crassipes* ini dapat digunakan sebagai salah satu indikator pencemaran air.

Pada setiap stasiun jumlah Cu sedimen selalu lebih tinggi dibandingkan jumlah Cu *E. crassipes*. Hal ini erat kaitannya dengan sifat fisik kimia Cu. Logam Cu mampu membentuk senyawa dengan bermacam-macam logam dan di dalam air akan mengikat agregat-agregat sehingga menjadi partikel-partikel yang berukuran relatif besar, dan berat sehingga dapat mengendap dengan sendirinya (Palar,1994). Kondisi ini terus berlanjut dengan kecepatan pengendapan yang lebih tinggi sehingga menyebabkan jumlah Cu sedimen lebih tinggi dibandingkan jumlah Cu *E. crassipes* dan air. Terutama pada stasiun II arus sangat lambat sehingga padatan lebih banyak yang mengendap dan terakumulasi.

Pada stasiun III jumlah logam Cu yang terkandung dalam *E. crassipes* (0,531 mg/kg) dan Cu sedimen (28,910 mg/kg) lebih rendah dibanding stasiun I, II dan IV. Rendahnya jumlah Cu ini dipengaruhi oleh pemanfaatan lahan di sekitar lokasi stasiun III. Lahan di sekitar stasiun III dimanfaatkan sebagai pemukiman penduduk meskipun tidak padat dan juga dikelilingi oleh lahan-lahan kosong. Limbah rumah tangga biasanya mengandung bahan yang sifatnya *biodegradable* (mudah diuraikan). Pasokan senyawa logam Cu ke perairan pada stasiun III relatif lebih kecil dibanding seluruh stasiun yang ada karena sedikitnya sumber bahan pencemar. Sebagian besar bahan pencemar yang mencemari perairan pada stasiun III berasal dari limbah rumah tangga.

Kandungan tembaga dalam *E. Crassipes* pada stasiun III cenderung menurun dibandingkan stasiun II. Hal ini karena pada stasiun III kandungan bahan organik perairan menurun sehingga persediaan nutrisi bagi tanaman *E. crassipes* lebih sedikit, sehingga menghambat pertumbuhan serta distribusi *E. crassipes*.

Selain kandungan bahan organik, faktor yang turut menentukan pertumbuhan *E.crassipes* adalah temperatur. Temperatur pada stasiun III yaitu 32⁰C. Nilai di atas lebih tinggi dibandingkan stasiun I, II, dan IV. Menurut Gopal dan Sharma,1981; Ginting,1992; Mahida,1984 bahwa suhu optimum yang diperlukan untuk pertumbuhan *E.crassipes* adalah 25⁰C sampai 30⁰C. Nilai suhu stasiun III melebihi suhu optimum pertumbuhan sehingga distribusi *E.crassipes* pada stasiun III menurun.

Stasiun IV mengambil lokasi di dekat muara Sungai Banger yang juga dimanfaatkan sebagai dermaga. Selain itu stasiun IV dikelilingi oleh rawa-rawa dan lahan kosong. Menurut Palar (1994) bahwa aktivitas pelabuhan merupakan aktivitas yang menggunakan logam Cu dalam proses produksinya. Logam Cu banyak digunakan untuk melapisi galangan kapal sehingga apabila mengalami korosi logam Cu akan terlarut dalam perairan. Sumber pemasukan Cu dari aktivitas pelabuhan dapat pula berupa limbah bahan bakar kapal dengan demikian aktivitas pelabuhan merupakan sumber terbesar pemasukan logam Cu ke badan air. Hal ini didukung dengan pernyataan Palar (1994) dan Hardjojo (1996) bahwa limbah aktivitas pelabuhan berpotensi besar memasukkan polutan logam berat terutama Cu yang digunakan untuk melapisi galangan kapal sehingga menyebabkan jumlah logam Cu *E.crassipes* (0,685 mg/kg) dan Cu sedimen (29,720 mg/kg) stasiun IV lebih tinggi dibanding Cu *E.crassipes* (0,531 mg/kg) dan Cu sedimen (28,910 mg/kg) stasiun III. Sedangkan dibandingkan dengan jumlah Cu *E.crassipes* (0,806 mg/kg); Cu sedimen (31,230 mg/kg) stasiun I, dan Cu *E.crassipes* (1,687 mg/kg); Cu sedimen (41,570 mg/kg) stasiun II jumlah

logam Cu *E. crassipes* (0,685 mg/kg); Cu sedimen (29,720 mg/kg) stasiun IV lebih rendah sebab aktifitas yang dapat mempercepat masuknya logam Cu pada stasiun I, dan II lebih padat dan beragam dibandingkan stasiun IV sehingga peningkatan kelarutan logam Cu pada stasiun I, dan II relatif lebih tinggi. Selain itu pada stasiun IV rendahnya jumlah Cu *E. crassipes* (0,685 mg/kg) dan Cu sedimen (29,72 mg/kg) dipengaruhi pula oleh adanya pasang surut air laut dan salinitas. Hal ini berhubungan dengan lokasi stasiun IV yaitu di dekat muara sungai yang bermuara ke laut. Menurut Palar (1994) pasang surut air laut akan membantu mengalirkan senyawa-senyawa terlarut termasuk logam berat yang terdapat dalam perairan menuju laut sehingga Cu *E. crassipes* dan Cu sedimen pada stasiun IV relatif lebih rendah karena terbawa oleh arus pasang surut menuju laut. Rendahnya senyawa terlarut dalam perairan ini membuat proses degradasi menurun sehingga oksigen terlarut tinggi (9,80 ppm). Sedangkan salinitas berpengaruh terhadap pertumbuhan *E. crassipes*. Nilai salinitas stasiun IV (0,70 ‰) menghambat pertumbuhan *E. crassipes*. Hal ini sejalan dengan pernyataan Hutabarat, S dan Evans, M.S, (1985) bahwa salinitas yang cenderung berfluktuasi karena pengaruh pasang surut akan menghambat pertumbuhan *E. crassipes*.

Tanaman yang dapat bertahan hidup pada stasiun IV sebagian didominasi oleh kangkung air (*Ipomoea aquatica*, F) dan sebagian kecil dari tanaman *E. crassipes*. Kangkung air dapat bertahan hidup pada perairan tercemar hal ini sejalan dengan pernyataan Heyne (1987) bahwa kangkung air dapat hidup di perairan atau daerah dengan kondisi yang kurang baik termasuk pada daerah yang terkontaminasi bahan-bahan pencemar.

Kelarutan logam Cu dalam perairan pada ke-4 stasiun bernilai sama yaitu $<0,005$. Hal ini mengingat sifat air yang selalu mengalir dari tempat tinggi ke tempat rendah atau dari hulu ke hilir sehingga meskipun arus yang ada sangat lambat ($0,02$ m/dt) pada stasiun I dan bahkan hampir tidak ada pada ke-3 stasiun berikutnya namun dengan adanya *floating* air tetap dapat mengalirkan bahan-bahan yang terlarut di dalamnya (Mahida, U. N.,1984).