

KAJIAN BEBAN PENCEMARAN LIMBAH USAHA KECIL DI SUNGAI CILIWUNG SEGMENT KOTA BOGOR

*(Study of Pollution of Small Businesses Waste Disposal in the Bogor Segment of
Ciliwung River)*

AGUS PRIYONO¹⁾

¹⁾Laboratorium Analisis Lingkungan dan Permodelan Spasial Bagian Hutan Kota dan Jasa Lingkungan Departemen
Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata Fakultas Kehutanan IPB

Diterima 16 Maret 2011/Disetujui 8 April 2011

ABSTRACT

Ciliwung River had existed and become an important part of the community since ancient period. However, along with the passing period and the rapid development, it had become polluted with various waste and garbage being disposed off to the river from its upstream to its downstream segments. Small businesses were among those who polluted the river and degraded the quality of Ciliwung water. This study was aimed at identifying the load of pollution caused by small business waste disposal to Ciliwung River. The result showed that most of the small businesses in Bogor Municipal Region disposed their waste directly to Ciliwung River and caused high load of pollution to the river. Among the industry were the tofu (soybean curd), tempe (fermented soybean cake), tapioca flour, and cow husbandry businesses. The calculation resulted in a total of pollution load from small businesses of 605.5 ton/year which caused the water of Ciliwung River had the BOD of 174.5 mg/l in the dry season and 1.62 mg/l in the rainy season due to its debit in both season. The load of pollution in Ciliwung River caused by small businesses should be controlled in accordance with its capacity to hold pollution. The strategy should include lowering pollution load disposed off by the small businesses, arranging the spatial distribution of the businesses, and developing environmental friendly/green technology for the businesses.

Keywords: pollution, small businesses, waste disposal, Ciliwung River, Bogor segment.

PENDAHULUAN

Sejak jaman purbakala Sungai Ciliwung telah ada dan menjadi bagian penting masyarakat. Menurut arkeolog Universitas Indonesia, Hasan Djafar : *"Sejak jaman prasejarah hingga awal jaman sejarah, antara tahun 1000 SM hingga tahun 500 M, di sepanjang DAS Ciliwung telah berkembang peradaban sungai, peradaban yang memuliakan sungai sebagai sumber kehidupan"*. Namun, sejalan perkembangan waktu dengan semakin tingginya dinamika kehidupan sepanjang DAS Ciliwung, terlebih sejak kedatangan penjajah Belanda, telah banyak dilakukan pembukaan hutan serta pengembangan pemukiman dan industri yang pesat. Kini berbagai limbah cair dan sampah terus tertumpah ke aliran Sungai Ciliwung sejak kawasan wisata Puncak hingga Jakarta.

Diantara sumber penghasil limbah yang potensial mencemari air Sungai Ciliwung adalah limbah dari usaha/industri kecil. Selain tersebar di antara pemukiman penduduk, industri-industri kecil sebagian besar tidak berijin serta membuang limbahnya langsung ke sungai ataupun anak sungai yang akhirnya mengalir ke Sungai Ciliwung. Beban pencemaran yang ditimbulkan tentu saja menurunkan kualitas air Sungai Ciliwung. Terutama pada segmen Kota Bogor yang ditargetkan memenuhi baku mutu air Kelas II.

Dampak lain dari pencemaran limbah usaha kecil, seperti industri tahu-tempe, pabrik tapioka, usaha laundry, ternak dan sejenisnya selain menurunkan mutu air sungai, juga telah dirasakan masyarakat karena bau

busuk dan sumber penyakit yang mengganggu kesehatan masyarakat.

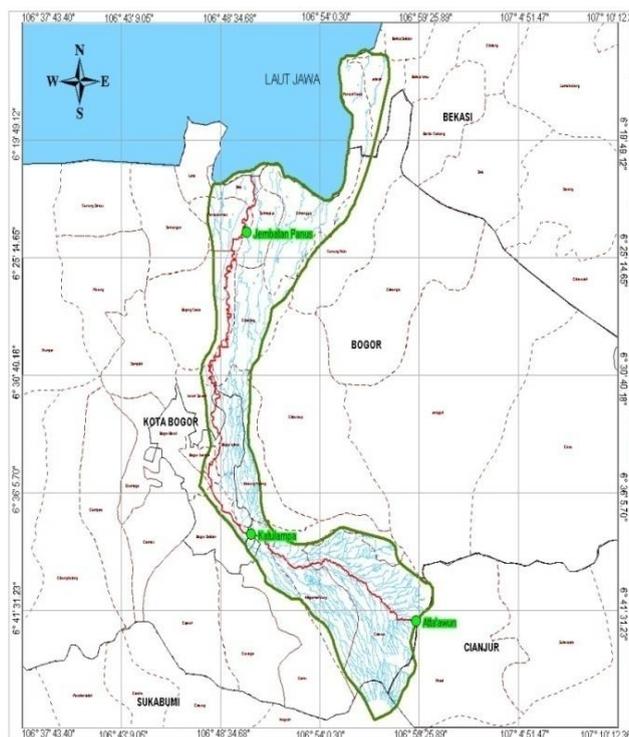
Tujuan penelitian beban pencemaran usaha kecil ini adalah:

- Menginventarisasi jenis-jenis usaha kecil di DAS Ciliwung wilayah Kota Bogor
- Menghitung besarnya beban pencemaran dari usaha-usaha kecil di DAS Ciliwung wilayah Kota Bogor, serta dampaknya terhadap penurunan mutu air Sungai Ciliwung.

KONDISI UMUM LOKASI PENELITIAN

Kondisi umum DAS Ciliwung

Sungai Ciliwung merupakan salah satu sungai yang mengalir melintasi dua provinsi serta kabupaten/kota, dari hulu di Kabupaten Bogor hingga hilir DKI Jakarta, serta memiliki fungsi penting bagi masyarakat sekitar yaitu sebagai sumber air baku, penggelontoran, jalur transportasi, dan lain-lain. Sungai Ciliwung merupakan bagian dari Satuan Wilayah Sungai (SWS) Ciliwung-Cisadane. Sebagai bagian dari SWS Ciliwung-Cisadane, S. Ciliwung mempunyai daerah tangkapan ±337 Km² mengalir sepanjang 117 Km bermata air di Gunung Pangrango (3.019 m) yang terletak di sebelah selatan Kota Bogor dan bermuara di Laut Jawa. S. Ciliwung mengairi sekitar 3.853 Ha sawah dari Bendung Katulampa. (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi DAS Ciliwung

Peranan S. Ciliwung selain mengairi lahan pertanian juga sebagai kawasan resapan air dan melindungi daerah di bawahnya yang sangat sensitif terhadap perubahan debit aliran sungai yang pada gilirannya memberikan implikasi terhadap resiko serius terhadap kerusakan lingkungan. Namun sangat disayangkan bahwa disisi lain S.Ciliwung juga

difungsikan sebagai penampung berbagai limbah, baik limbah domestik, peternakan hingga industri, karena tidak adanya saluran limbah sebagai prasarana sanitasi lingkungan di Indonesia, termasuk di DAS Ciliwung.

Secara administrasi pemerintahan, segmen S. Ciliwung di Kota Bogor meliputi 5 wilayah kecamatan, sebagaimana rincian berikut ini.

No	Kecamatan	Kelurahan
1	Bogor Timur	Sindangsari, Sindangrasa, Tajur, Katulampa, Sukasari, Baranangsiang
2	Bogor Selatan	Harjasari, Muarasari, Pakuan, Cipaku, Lawang Gintung, Batutulis, Bondongan, Empang
3	Bogor Tengah	Paledang, Gudang, Babakan Pasar, Tegallega, Babakan
4	Bogor Utara	Bantarjati, Tegal Gundil Tanah Baru, Cimahpar, Ciluar, Cibuluh, Kedunghalang, Ciparigi
5	Tanah Sareal	Kebon Pedes, Tanah Sareal, Kedungbadak, Sukaesmi, Sukadamai, Kencana

Debit dan kualitas air

Debit air Sungai Ciliwung pada bulan Juni berkisar antara 0.02 – 24.91 m³/detik, bulan Juli 0.048 – 11.83 m³/detik, bulan Agustus 0.11 – 2.1 m³/detik, bulan September 0.07 – 3.14 m³/detik dan bulan Oktober 0.085 – 5.42 m³/detik. Pada bulan Juni, Juli dan Oktober debit air khususnya di Bendung Katulampa dan Panus mengalami peningkatan.

Sejalan dengan pertumbuhan kota, kualitas air S. Ciliwung dan lingkungan sekitarnya semakin memburuk. Selain peningkatan jumlah penduduk, pertumbuhan

industri yang relatif cepat juga mengakibatkan kualitas lingkungan merosot tajam. Hasil pantauan BPLHD Provinsi Jawa Barat tahun 2008, status mutu air S. Ciliwung sudah masuk kategori tercemar berat (D). Sebagai contoh nilai BOD di S. Ciliwung bulan Juni berkisar antara 8.86 – 12.08 mg/L, bulan Juli 6.38 – 11.91 mg/L, bulan Agustus 7.1 – 20.16 mg/L, bulan September 10.2 – 20 mg/L, Oktober 4 – 13.79 mg/L. Pada umumnya BOD sudah melebihi BMA kelas II PP. 82/2001 yaitu 3 mg/L, seluruh lokasi dan periode pemantauan S. Ciliwung sudah tidak memenuhi baku mutu.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan waktu kajian

Lokasi yang menjadi obyek kajian adalah wilayah DAS Ciliwung di Kota Bogor, meliputi Kecamatan-kecamatan: Kota Bogor Timur, Kota Bogor Selatan, Kota Bogor Utara, Kota Bogor Tengah dan Tanah Sareal, dengan jumlah kelurahan seluruhnya adalah 33 kelurahan. Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2010 hingga Januari 2011.

Data yang dikumpulkan

Data yang digunakan dalam kajian ini adalah data sekunder dan data primer. Data sekunder jenis-jenis industri sebagian diperoleh dari Dinas Perindustrian Kota Bogor serta data administrasi kecamatan/kelurahan dari Kantor Statistik Kota Bogor. Data primer jenis-jenis dan sebaran industri kecil juga diperoleh dengan melakukan observasi dan wawancara langsung di lapangan.

Data usaha kecil, yang dikumpulkan meliputi: jenis-jenis usaha kecil di DAS Ciliwung wilayah Kota Bogor, baik peternakan maupun pengolahan hasil pertanian termasuk bahan baku, kapasitas produksi, karakteristik & volume limbah cair dan padat, sistem pembuangan limbah.

Peralatan yang digunakan yaitu alat tulis dan hitung, peralatan dokumentasi, *Global Positioning System* (GPS) dan seperangkat komputer dilengkapi dengan paket SIG (perangkat keras dan lunak) termasuk *software ArcView GIS 9.3* dan *scanner*.

Analisis Data

a. Pemetaan Sumber Pencemaran

Data spasial yang terkumpul dikonversi dalam bentuk digital melalui proses *screen digitizing* menggunakan seperangkat komputer dengan *software ArcView GIS 9.3*. Hasilnya adalah peta rupa bumi digital. Data ini digunakan sebagai acuan penentuan wilayah penelitian dan acuan untuk koreksi geometrik dalam pengolahan citra serta sebaran usaha kecil di Kota Bogor.

b. Analisis Beban Pencemaran

Analisis data untuk menghitung beban pencemaran secara cepat (*rapid assessment*) dengan faktor emisi limbah (Puslitbang SDA, Djajadiningrat, 1989) dan rujukan ilmiah lainnya untuk mendapatkan faktor emisi limbah usaha kecil yang teridentifikasi.

Perhitungan secara cepat beban pencemaran dari berbagai sumber kegiatan dengan menggunakan rumus sbb :

$$B = J \times \text{FBOD}$$

Keterangan :

B = beban pencemaran (kg/hr)

J = besaran (jmh/volume) produksi usaha kecil (unit)

FBOD = faktor emisi BOD limbah industri (kg/unit/hr), dimana :

BOD sapi=292 gr/ekor/hr, kambing=34,1 gr/ekor/hr, ayam=2,36 gr/ekor/hr, RPH sapi/kambing=6,0 kg/thn berat hewan, RPH ayam=11,9 kg/1000 ayam, pengolahan buah=12,5 kg/ton produk, pengolahan susu=3,9 kg//ton produk, industri tahu tempe=9,75 kg/ton produk (Puslitbang SDA & Djajadiningrat, 1989).

Jenis dan penyebaran usaha kecil

Sejalan dengan perkembangan penduduk, sekaligus sebagai wilayah penyangga ibu kota Jakarta. Maka di wilayah ini berkembang berbagai usaha terutama industri berbagai kebutuhan, baik sandang maupun pangan unruk memenuhi kebutuhan masyarakat sehari-hari.

Jenis usaha kecil di wilayah Kota Bogor meliputi antara lain industri pengolahan kopi, jus mengkudu (Java Noni), tapioka, tahu, tempe, ayam potong dan sapi perah. Data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2. Selain data yang terinventarisir masih banyak lagi usaha industri makanan kaki lima maupun skala rumah tangga yang tersebar di seluruh kecamatan di Kota Bogor.

Hasil inventarisasi jenis-jenis usaha usaha kecil yang dijumpai di wilayah ini diperoleh sedikitnya 177 unit usaha. (Tabel 4.1 dan Gambar 4.1). Dari hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa tidak semua usaha kecil mencemari S.Ciliwung. Usaha atau Industri-industri kecil yang mencemari S.Ciliwung hanyalah industri yang menghasilkan limbah cair maupun limbah padat yang disalurkan langsung maupun tidak langsung menuju badan air S.Ciliwung. Jenis usaha yang menghasilkan limbah serta jumlahnya paling banyak di wilayah ini adalah industri tahu, tempe, tapioka, roti & kue, peternakan sapi dan pematangan ayam.

Penyebaran usaha kecil di Kota Bogor pada dasarnya relatif merata di seluruh wilayah. Namun demikian ada beberapa jenis usaha kecil yang terkonsentrasi di beberapa kelurahan. Untuk industri tapioka (sagu) lebih terpusat di wilayah Kecamatan Bogor Utara; industri tahu dan tempe di Kecamatan Bogor Utara & Kecamatan Bogor Selatan, sedangkan usaha ayam potong dan ternak sapi perah di Kecamatan Tanah Sareal (Tabel 2, Gambar 2 dan Gambar 3).

Tabel 2. Penyebaran usaha kecil di Kota Bogor

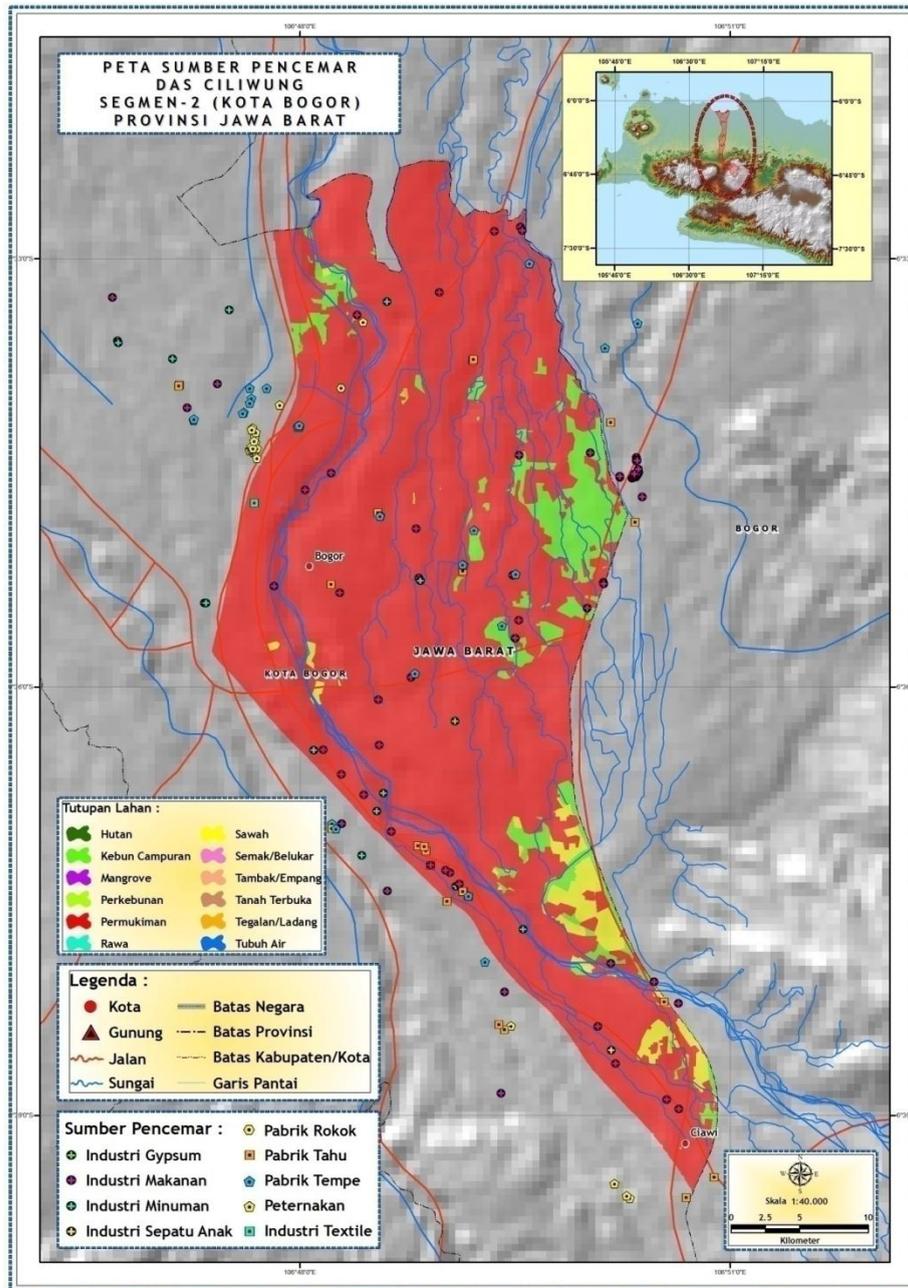
No.	Jenis Usaha kecil	Bogor Timur	Bogor Selatan	Bogor Utara	Bogor Tengah	Tanah Sareal	Jumlah
1	Tahu	2	16	8		2	28
2	Tempe	1	4	10	2	12	29
3	Tapioka			22			22
4	Roti, bapao, brownish	11		3	3	2	19
5	Industri susu		1				1
6	Sirup cair		1				1
7	Sirup bubuk		1				1
8	Jam (selai)		1				1
9	Kecap		1				1
10	Minuman ringan	2	2	3		4	11
11	Jus mengkudu	1					1
12	Yoghurt	1		1			2
13	Nata de Coco					1	1
14	Kopi		1		3		4
15	Bubuk kedelai			1			1
16	Sapi perah		4			1	5
17	Ayam (RPH)		1			23	24
18	Manisan buah	1		3			4
19	Bihun			1			1
20	Mie					1	1
21	Tepung kacang-kacangan					1	1
22	Oncom	1	6				7
23	Krupuk, peyek	1	1	2		1	5
24	Bandeng presto				1		1
25	Rokok kretek					1	1
26	Pakaian jadi					1	1
27	Sepatu anak	1					1
28	Papan gypsum			1			1
29	Furniture			1			1
	Jumlah	9	32	45	5	51	177



Gambar 2. Jenis usaha kecil di Kota Bogor

Jenis usaha kecil lainnya seperti industri kopi roti, furniture banyak tersebar di Sukasari, Bogor Timur dan Batutulis, Bogor Selatan, tidak banyak menghasilkan limbah cair sehingga kontribusi beban pencemaran terhadap Sungai Ciliwung tergolong kecil.

Berbagai usaha kecil pengolahan seperti furniture, spanduk, percetakan dan usaha kecil kering lainnya tidak menghasilkan limbah cair, sehingga praktis tidak mencemari Sungai Ciliwung.



Gambar 3. Penyebaran usaha kecil di Kota Bogor

Beban pencemaran usaha kecil

Limbah setiap usaha kecil yang masuk perairan Sungai Ciliwung merupakan beban pencemaran (*pollution load*) bagi Sungai Ciliwung. Jenis usaha kecil di wilayah Kota Bogor yang menimbulkan beban pencemaran Sungai Ciliwung, terutama adalah industri

tapioka, tempe, tahu dan pemotongan ayam. Industri tepung tapioka terbanyak di daerah Kecamatan Bogor Utara, industri tempe di Kecamatan Bogor Utara dan Kecamatan Tanah Sareal, sedangkan pemotongan ayam banyak terdapat di Kecamatan Tanah Sareal (Tabel 3 dan Gambar 4).

Tabel 3. Beban pencemaran usaha kecil di Kota Bogor

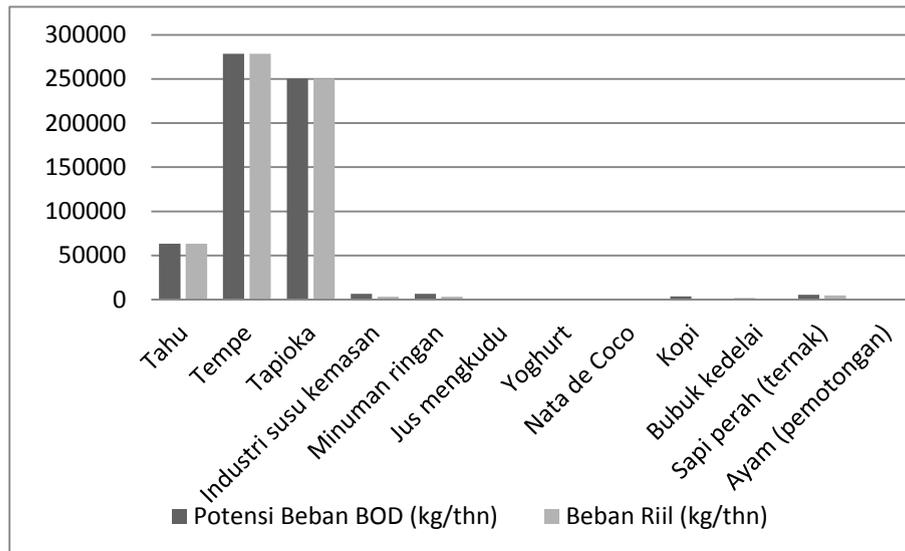
No	Jenis Usaha kecil	Jumlah Usaha	Produksi (ekor,m ³ ,ton)/thn	Potensi Beban BOD (kg/thn)	Beban Riil (kg/thn)*	%
1	Tahu	28	2044	63364	63364	10,47
2	Tempe	29	8990	278690	278690	46,04
3	Tapioka	22	17900	250600	250600	41,40
4	Roti, bapao, brownish	19		tdk		
5	Industri susu kemasan	1	1625	6337,5	3168,75	0,52
6	Sirup cair	1	2691	tdk		
7	Sirup bubuk	1	20471	tdk		
8	Jam	1	65	tdk		
9	Kecap	1	65	tdk		
10	Minuman ringan	11	2600	6500	3250	0,54
11	Jus mengkudu	1	36	450	225	0,04
12	Yoghurt	2	21	67,41	33,7	0,01
13	Nata de Coco	1	841	tdk		
14	Kopi	4	264,2	3540,28	0	
15	Bubuk kedelai	1	113,4	1519,56	0	
16	Sapi perah (ternak)	5	50	5329	4796,1	0,79
17	Ayam (pemotongan)	24	100396	1194,7	1194,7	0,20
18	Manisan buah	4		tdk		
19	Bihun	1	700	tdk		
20	Mie	1	46	tdk		
21	Tepung kacang2an	1	350	4690	0	0
22	Oncom	7		tdk		
23	Krupuk, peyek	5		tdk		
24	Bandeng presto	1		tdk		
25	Rokok kretek	1		tdk		
26	Pakaian jadi	1		tdk		
27	Sepatu anak	1		tdk		
28	Papan gypsum	1		tdk		
29	Furniture	1	1800	tdk		
Jumlah		177		622282,5	605322,3	100,00

Keterangan: tdk - faktor konversi tidak diketahui dan tidak ada limbah cair

*) Berdasarkan persentase penanganan limbah cair setiap jenis industri, hasil survai lapangan.

Usaha/industri tahu, tempe dan tepung tapioka menghasilkan limbah cair yang mengandung bahan organik serta bau busuk. Pencemaran limbah cair tersebut ke

Sungai Ciliwung menyebabkan peningkatan kadar BOD, COD, TDS, TSS dan kekeruhan air, sehingga menurunkan status mutu air Sungai Ciliwung.



Gambar 4. Beban pencemaran usaha kecil di Kota Bogor

Usaha kecil lainnya di Kota Bogor pada dasarnya tetap menghasilkan limbah, tetapi kontribusi beban pencemaran yang dihasilkan relatif kecil, karena tidak banyak menghasilkan limbah cair.

Dampak beban pencemaran tersebut terhadap peningkatan pencemaran air Sungai Ciliwung terutama

pada peningkatan konsentrasi BOD, COD, kekeruhan air, nitrat dan fosfat sebagai akibat dominasi limbah organik dari sumber-sumber pencemar usaha kecil. Besarnya dampak pencemaran berfluktuasi sejalan dengan fluktuasi debit Sungai Ciliwung sebagai penerima limbah (Tabel 4).

Tabel 4. Dampak beban pencemaran terhadap peningkatan BOD

Kondisi Debit	Debit (Lt/det)	Kondisi mutu air Kelas II		Kondisi dengan beban pencemaran	
		BOD Kelas II (mg/l)	Daya tampung beban (ton/thn)	Beban pencemar (ton/thn)	BOD pada sungai (mg/l)
Kemarau (minimum)	110	3,0	10,4	605,5	174,5
Penghujan (maksimum)	11830	3,0	1119,2	605,5	1,62

Keterangan: DT BOD Kelas II = kolom 2 x kolom 3, dengan konversi satuan ton/thn

Dari perhitungan diatas jelaslah bahwa pada saat kemarau dengan beban pencemaran 605,5 ton/thn melampaui daya tampung 10,4 ton/thn, sehingga nilai BOD air sungai menjadi 174,5 mg/l. Sedangkan pada saat penghujan dengan debit maksimum, maka beban pencemaran jauh dibawah daya tampung pencemaran, dan hanya mengakibatkan nilai BOD sebesar 1,62 mg/l.

Industri kecil tersebut terutama adalah industri tahu, tempe, tepung tapioka dan peternakan sapi.

Hasil perhitungan mendapatkan beban pencemaran total usaha kecil sebesar 605,5 ton/thn yang menyebabkan nilai BOD pada air Sungai Ciliwung 174,5 mg/l pada musim kemarau, dan 1,62 mg/l pada musim penghujan, akibat perbedaan debit air sungai.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kegiatan usaha kecil yang banyak berkembang di wilayah Kota Bogor sebagian besar menghasilkan limbah cair yang langsung dibuang ke sungai/anak sungai di DAS Ciliwung, sehingga memberikan masukan beban pencemaran yang besar bagi air Sungai Ciliwung.

Saran alternatif pengendalian pencemaran

Beban pencemaran usaha kecil terhadap Sungai Ciliwung harus dikendalikan sesuai dengan kondisi daya tampung pencemaran Sungai Ciliwung. Tujuan yang ingin dicapai adalah menurunkan besarnya beban pencemaran selama ini dari sumber-sumber pencemar usaha kecil untuk mencapai mutu air sasaran Kelas II bagi segmen Sungai Ciliwung wilayah Kota Bogor.

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan, perlu adanya strategi pengendalian, diantaranya sebagai berikut:

1. Penurunan beban pencemaran

Melakukan upaya-upaya pengendalian pencemaran melalui penurunan beban pencemaran usaha kecil secara bertahap.

Tujuan	Mengendalikan pencemaran organik untuk menurunkan beban pencemaran dari limbah usaha kecil, baik pembuangan limbah cair maupun limbah padat,
Target	Menurunkan kadar BOD, sebagai parameter kunci, sesuai kelas air yang ditetapkan, Kelas II, dengan BOD 3 mg/l serta penurunan beban pencemaran hingga dibawah 605,5 ton/thn.
Program	<ul style="list-style-type: none"> • Penerapan IPAL (individu, komunal) • Pemantauan kualitas limbah cair usaha kecil

2. Penataan kawasan usaha usaha kecil

Memperhatikan ketentuan/peraturan tata ruang dalam penempatan dan perijinan lokasi usaha kecil, untuk mengendalikan usaha usaha kecil di kawasan-kawasan pemukiman

Tujuan	Menempatkan usaha usaha kecil pada kawasan khusus di luar kawasan pemukiman penduduk
Target	Terbebasnya kawasan pemukiman dari kegiatan usaha kecil yang mencemari perairan Sungai Ciliwung
Program	<ul style="list-style-type: none"> • Penyediaan kawasan dan infrastruktur bagi usaha usaha kecil yang terjangkau pelaku usaha usaha kecil • Penertiban kawasan sempadan sungai dan anak sungai dari kegiatan usaha kecil.

3. Pengembangan teknologi usaha kecil yang ramah lingkungan

Menerapkan produksi bersih, serta mengembangkan teknologi ramah lingkungan yang efisien bagi usaha-usaha kecil usaha kecil.

Tujuan	Menyediakan teknologi yang efisien dan ramah lingkungan bagi usaha usaha kecil.
Target	Mengurangi produksi limbah dari setiap usaha usaha kecil, dengan meningkatkan efisiensi proses produksi.
Program	<ul style="list-style-type: none"> • Pengembangan teknologi usaha kecil yang lebih efisien dan ramah lingkungan • Fasilitasi pelaku usaha usaha kecil dalam mendapatkan alternatif teknologi usaha kecil yang efisien dan ramah lingkungan

Pelaksanaan program diatas dilakukan secara bertahap, dapat dimulai dengan program penurunan beban pencemaran, dengan mempertimbangkan konsentrasi beban pencemaran yang besar di Kota Bogor. Pelaksanaan program pengendalian beban pencemaran sumber-sumber usaha kecil diprioritaskan pada:

Lokasi	Kecamatan Bogor Utara dan Kecamatan Tanah Sareal
Sasaran Program	Pengendalian beban pencemaran limbah pabrik tempe di Kecamatan Tanah Sareal, dan beban pencemaran limbah tapioka di Kecamatan Bogor Utara
Target Program	Penurunan beban pencemaran tempe 56,5 % di Kec. Tanah Sareal; serta limbah tapioka 41,4 % di Kec. Bogor Utara

DAFTAR PUSTAKA

- Damayanti A.J, Hermana, dan A. Masduqi (2004). Analisis Resiko Lingkungan dari Pengolahan Limbah Pabrik Tahu dengan Kayu Apu (*Pistia stratiotes L.*). Jurnal Purifikasi, Vol.5, No.4, Oktober 2004 : 151-156
- Djajadiningrat, S.T. dan H.H Amir. 1989. Penilaian Secara Cepat Sumber-sumber Pencemaran Air, Tanah Dan Udara. Penerbit Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [DTLH]. 2003. Laporan Kegiatan Analisis Beban Pencemaran Air Sungai Ciliwung, Kalibaru, Cileungsi, Cikeas, Cisadane dan Cikaniki. Bogor :

Dinas Tata Ruang dan Lingkungan Hidup
Kabupaten Bogor.

Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.

Hill, KM. 2004. *Understanding Environmental Pollution*. New York: Cambridge University Press.

Wardhana, WA. 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.