



**HIBAH PASCA  
ANGKATAN I, TAHUN 2**

**LAPORAN AKHIR PENELITIAN TAHUN KEDUA**

**KAJIAN EKSTENSIF DAN PERSISTENSI KOPROSTANOL  
DALAM UPAYA MENDAPATKAN ALTERNATIF INDIKATOR  
PENCEMARAN LIMBAH DOMESTIK PADA LINGKUNGAN  
DENGAN TEKANAN LINGKUNGAN TINGGI**

**Bidang: Lingkungan**

**Tim Peneliti:**

**Dr.Eng. Tonny Bachtiar, M.Sc.**

**Dr. Ocky Karna Radjasa, M.Sc.**

**Dr. Ir. Agus Sabdono, M.Sc.**

**DIREKTORAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

**2004**

## PROFIL PROGRAM PENELITIAN

1. Judul Penelitian : Kajian Eksistensi Dan Persistensi Koprostanol Dalam Upaya Mendapatkan Alternatif Indikator Pencemaran Limbah Domestik Pada Lingkungan Dengan Tekanan Lingkungan Tinggi
2. Bidang Penelitian : Lingkungan
3. Nama Ketua Tim Peneliti : Dr.Eng. Tonny Bachtiar, M.Sc.
4. Nama Anggota Tim : 4.1. Dr. Ocky Karna Radjasa, M.Sc.  
4.2. Dr. Ir. Agus Sabdono, M.Sc.
5. Jurusan/Departemen : Program Magister Ilmu Lingkungan (MIL)  
Fakultas : Program Pascasarjana  
Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro
6. Alamat Ketua Tim Peneliti Kantor : Program Magister Ilmu Lingkungan (MIL)  
Program Pascasarjana Universitas Diponegoro  
Jl. Imam Bardjo, SH. No.5 Semarang 50241  
Telp./fax: 024-8453635  
E-mail: mil-undip@plasa.com  
Rumah : Gombel Permai VI No. 440  
Semarang 50261  
Telp.: 024-7478826 / 0818-454381  
E-Mail: tonny\_bachtiar@hotmail.com
7. Dana Yang Telah Diterima : Rp 59.500.000  
Dana Total Tahun ini : Rp 85.000.000  
Dana Total Penelitian : Rp 300.000.000

Tanggal: 11 Nopember 2004

Mengetahui:  
Ketua Lembaga Penelitian  
Universitas Diponegoro



1. Ketua Peneliti:

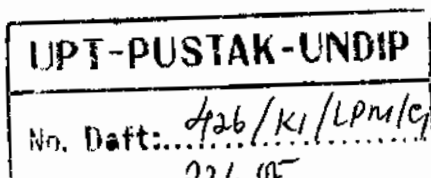
Dr.Eng. Tonny Bachtiar, M.Sc.  
*Environmental Engineer*

2. Anggota 1:

Dr. Ocky Karna Radjasa, M.Sc.  
*Marine Microbiologist*

3. Anggota 2:

Dr. Agus Sabdono, M.Sc.  
*Marine Biotechnologist*



## ABSTRACT

As an effort to find the alternative indicator of domestic waste pollution in the environment with high environmental stress, in the second phase of the research (2004) which represent the condition of rainy season that related with West monsoon, survey and collecting water and surface bottom sediment samples were done in March – April 2004. The objective of this research is to understand the existence and persistence of coprostanol, degrading coprostanol bacteria, and the condition of water quality. The research was done in three cities as follow: a) Jakarta, represent a metropolitan city environment, b) Semarang for a large city, and c) Jepara for a small city, and in each location included the environmental condition of river, river mouth, and coastal waters.

The results show that coprostanol could be detected in both the sediment and water samples of each environmental condition of all of the cities. The highest coprostanol concentration in Jakarta was detected in control station (49.25  $\mu\text{g/g}$ ), and follow by river mouth Marina Ancol (45.45 – 46.19  $\mu\text{g/g}$ ), Ciliwung river (40.90 – 41.24  $\mu\text{g/g}$ ), and coastal waters (37.64 - 38.05  $\mu\text{g/g}$ ). In Semarang site, the highest concentration was detected in control station (28.48  $\mu\text{g/g}$ ), follow by coastal waters (26.39 - 26.56  $\mu\text{g/g}$ ), river (19.59 – 19.93  $\mu\text{g/g}$ ), and river mouth of Banjir Kanal Timur (17.87 - 18.00  $\mu\text{g/g}$ ). For Jepara, the highest concentration was detected in river mouth (35.03 - 35.35  $\mu\text{g/g}$ ), followed by coastal waters (31.27 - 31.49  $\mu\text{g/g}$ ), control station (31.35  $\mu\text{g/g}$ ), and river (26.08 - 26.73  $\mu\text{g/g}$ ).

For water samples from Jakarta, the highest concentration was detected in the river (0.052 - 0.055  $\mu\text{g/ml}$ ), followed by river (0.028 - 0.030  $\mu\text{g/ml}$ ), coastal waters (0.015 - 0.017  $\mu\text{g/ml}$ ), and control station (0.010  $\mu\text{g/ml}$ ). For Semarang site, the highest concentration was detected in the river (0.090 - 0.092  $\mu\text{g/ml}$ ), river mouth (0.075 - 0.076  $\mu\text{g/ml}$ ), control station (0.072  $\mu\text{g/ml}$ ), and coastal waters (0.060 - 0.062  $\mu\text{g/ml}$ ). In Jepara, the highest concentration in the river (0.097 - 0.100  $\mu\text{g/ml}$ ), followed by river mouth (0.078 - 0.80  $\mu\text{g/ml}$ ), control station (0.015  $\mu\text{g/ml}$ ), and coastal waters (0.012 - 0.013  $\mu\text{g/ml}$ ).

This research also showed the problem of using bio-indicator, *coliform* bacteria, which only be detected in the river environment, and decreased rapidly into the river mouth environment, and not detected in the coastal waters, both in sediment and water samples. In Jakarta site, *fecal coliform* was detected in water of river ( $1,5 \cdot 10^4$  sell/100 ml), in sediments ( $1,5 \cdot 10^4$  -  $4,3 \cdot 10^4$  sell/100 ml), and decreased in the river mouth become  $4,0 \cdot 10^3$  -  $6,0 \cdot 10^3$  sell/100 ml in the water and  $0$  -  $3,0 \cdot 10^3$  sell/100 ml in the sediments, and not detected in coastal water, both in water and sediment. In Semarang, in the water of river was detected  $9,0 \cdot 10^3$  -  $1,5 \cdot 10^4$  sell/100 ml, and in sediment ( $2,3 \cdot 10^4$  -  $3,5 \cdot 10^4$  sell/100 ml), decreased in river mouth,  $0$  -  $1,1 \cdot 10^4$  sell/100 ml in the water, and  $4,0 \cdot 10^3$  -  $9,0 \cdot 10^3$  sell/100 ml in the sediment, and not detected in coastal water, both in the sediment and the water. In Jepara, in the river water was detected  $9,0 \cdot 10^3$  sell/100 ml and in the sediment  $1,5 \cdot 10^4$  -  $9,3 \cdot 10^4$  sell/100 ml, in the water and sediment of river mouth was detected  $4,0 \cdot 10^3$  sell/100 ml, and not detected in coastal waters, both in water and sediments.

Natural kinetic biodegradation of coprostanol showed that aeration and non aeration treatments did not give significant impact. For Jakarta, the average rate of natural biodegradation of coprostanol in the river environment is  $0,0678 \mu\text{g/g day}^{-1}$ , in river mouth ( $0,0456 \mu\text{g/g day}^{-1}$ ), and coastal waters ( $0,3925 \mu\text{g/g day}^{-1}$ ). In Semarang, in river environment ( $0,0641 \mu\text{g/g day}^{-1}$ ), river mouth ( $0,0086 \mu\text{g/g day}^{-1}$ ), and coastal waters ( $0,3212 \mu\text{g/g day}^{-1}$ ). For Jepara, in river environment ( $0,1843 \mu\text{g/g day}^{-1}$ ), river mouth ( $0,3309 \mu\text{g/g day}^{-1}$ ), and coastal waters ( $0,2727 \mu\text{g/g day}^{-1}$ ). Those showed that the highest rate of natural biodegradation of coprostanol was happened in the coastal water environment with range from  $0,2727$  to  $0,3925 \mu\text{g/g day}^{-1}$ .

Fifty four of degrading coprostanol bacteria have been isolated from all locations which comprised of 3 isolate from each substrate of three environmental conditions. All isolate had been analyzed quantitatively by determine the growth rate of biomass, and were selected 18 isolates. All of the selected isolate bacteria now in identification process, and was scheduled to be done in the middle of this November.

Analysis of the pollution index, only for Jakarta that had been done, and for Semarang and Jepara is still in processing. Based on the pollution index of Jakarta that affected by domestic wastes, the Ciliwung river was fairly polluted (Pollution Index 8,59), river mouth (PI 3,59), coastal waters (PI 1,93), and control station (IP 1,93) were light polluted

**Keywords:** coprostanol, existence, persistence, biodegradation, *coliform*.

## RINGKASAN

Sebagai upaya untuk mendapatkan alternatif indikator pencemaran limbah domestik pada lingkungan dengan tekanan lingkungan tinggi, pada penelitian tahap II (2004), yang mewakili kondisi musim hujan dan bersamaan dengan monsun Barat, telah dilakukan survei dan pengambilan sampel air dan sedimen permukaan dasar perairan pada bulan Maret – April 2004. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tentang eksistensi dan persistensi koprostanol, bakteri pendegradasi koprostanol, dan kondisi kualitas perairan. Penelitian dilakukan pada tiga tipologi kota yaitu: a) kota metropolitan (Jakarta), b) kota besar (Semarang), dan c) kota kecil (Jepara), dan mencakup kondisi lingkungan sungai, muara, dan Perairan pantai.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa koprostanol terdeteksi pada sampel sedimen dan sampel air pada tiap kondisi lingkungan di ketiga kota. Untuk lokasi Jakarta, konsentrasi koprostanol tertinggi terdeteksi di stasiun kontrol (49,25 µg/g), kemudian muara Marina Ancol (45,45 - 46,19 µg/g), sungai Ciliwung (40,90 - 41,24 µg/g), dan perairan pantai (37,64 - 38,05 µg/g). Sedangkan untuk lokasi Semarang, konsentrasi tertinggi juga terdeteksi di stasiun kontrol (28,48 µg/g), kemudian perairan pantai (26,39 - 26,56 µg/g), sungai (19,59 - 19,93 µg/g), dan muara Banjir Kanal Timur (17,87 - 18,00 µg/g). Untuk lokasi Jepara, konsentrasi tertinggi terdeteksi pada muara (35,03 - 35,35 µg/g), kemudian perairan pantai (31,27 - 31,49 µg/g), stasiun kontrol (31,35 µg/g), dan sungai (26,08 - 26,73 µg/g).

Sedangkan di sampel air, untuk lokasi Jakarta, konsentrasi koprostanol tertinggi terdeteksi pada sungai (0,052 - 0,055 µg/ml), kemudian muara (0,028 - 0,030 µg/ml), perairan pantai (0,015 - 0,017 µg/ml), dan stasiun kontrol (0,010 µg/ml). Sedangkan untuk lokasi Semarang, konsentrasi tertinggi terdeteksi juga terdeteksi pada sungai (0,090 - 0,092 µg/ml), muara (0,075 - 0,076 µg/ml), stasiun kontrol (0,072 µg/ml), dan perairan pantai (0,060 - 0,062 µg/ml). Untuk lokasi Jepara, konsentrasi tertinggi terdeteksi di sungai (0,097 - 0,100 µg/ml), kemudian di muara (0,078 - 0,80 µg/ml), stasiun kontrol (0,015 µg/ml), dan perairan pantai (0,012 - 0,013 µg/ml).

Penelitian ini juga menunjukkan permasalahan dalam pemanfaatan bio-indikator bakteri *coliform* yang hanya terdeteksi di kondisi lingkungan sungai, dan menurun di lingkungan muara, hingga tidak terdeteksi di perairan pantai, baik di sampel air maupun sampel sedimen. Untuk lokasi Jakarta, *fecal coliform* di sungai terdeteksi di air ( $1,5 \cdot 10^4$  sell/100 ml) di sedimen ( $1,5 \cdot 10^4$  -  $4,3 \cdot 10^4$  sell/100 ml), menurun di muara,  $4,0 \cdot 10^3$  -  $6,0 \cdot 10^3$  sell/100 ml di air dan  $0$  -  $3,0 \cdot 10^3$  sell/100 ml di sedimen, dan tidak terdeteksi pada sampel air dan sedimen di perairan pantai. Untuk lokasi Semarang, di sungai terdeteksi di air ( $9,0 \cdot 10^3$  -  $1,5 \cdot 10^4$  sell/100 ml) dan di sedimen ( $2,3 \cdot 10^4$  -  $3,5 \cdot 10^4$  sell/100 ml), menurun di muara,  $0$  -  $1,1 \cdot 10^4$  sell/100 ml di air dan  $4,0 \cdot 10^3$  -  $9,0 \cdot 10^3$  sell/100 ml, dan tidak terdeteksi di sampel air dan sedimen perairan pantai. Untuk lokasi Jepara, di air sungai terdeteksi  $9,0 \cdot 10^3$  sell/100 ml dan di sedimen  $1,5 \cdot 10^4$  -  $9,3 \cdot 10^4$  sell/100 ml, di air dan sedimen muara terdeteksi  $4,0 \cdot 10^3$  sell/100 ml, dan tidak terdeteksi di sampel air dan sedimen perairan pantai.

Uji kinetika biodegradasi koprostanol secara alamiah menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan aerasi dan non aerasi tidak memberikan perbedaan yang signifikan. Pada lokasi Jakarta, rerata laju laju biodegradasi koprostanol pada kondisi lingkungan sungai adalah  $0,0678$  µg/g hari<sup>-1</sup>, muara ( $0,0456$  µg/g hari<sup>-1</sup>), dan perairan pantai ( $0,3925$  µg/g hari<sup>-1</sup>). Sedangkan untuk lokasi Semarang, pada lingkungan sungai ( $0,0641$  µg/g hari<sup>-1</sup>), muara ( $0,0086$  µg/g hari<sup>-1</sup>), dan perairan pantai ( $0,3212$  µg/g hari<sup>-1</sup>). Sedangkan untuk Jepara, di lingkungan sungai ( $0,1843$  µg/g hari<sup>-1</sup>), muara ( $0,3309$  µg/g hari<sup>-1</sup>), dan perairan pantai ( $0,2727$  µg/g hari<sup>-1</sup>). Tampak bahwa laju biodegradasi alamiah tercepat terjadi di lingkungan perairan pantai, dengan kisaran ( $0,2727$  -  $0,3925$  µg/g hari<sup>-1</sup>).

Untuk bakteri pendegradasi koprostanol, telah dapat diseleksi 3 (tiga) isolat untuk tiap substrat (air dan sedimen) pada tiap kondisi lingkungan (sungai, muara, dan perairan pantai), sehingga total ada 54 isolat. Dari 54 isolat tersebut telah diseleksi secara kuantitatif (laju pertumbuhan bakteri) isolat

yang menunjukkan potensi pendegradasi koprostanol terbaik untuk masing-masing substrat pada tiap kondisi lingkungan, sehingga ada 18 isolat terseleksi, yang saat ini masih dalam proses identifikasi, dan dijadwalkan pada pertengahan Nopember, proses identifikasi bakteri pendegradasi koprostanol telah dapat diselesaikan.

Analisis tingkat pencemaran lingkungan perairan untuk lokasi Jakarta telah selesai dilakukan, sedangkan untuk lokasi Semarang dan Jepara masih dalam proses analisis data. Untuk lokasi Jakarta, berdasarkan indeks pencemaran akibat pengaruh limbah domestik, diketahui bahwa sungai Ciliwung berada pada kondisi cemar sedang (IP 8,59), sedangkan muara (IP 3,59), perairan pantai (IP 1,93), dan stasion kontrol (IP 1,93) berada pada kondisi cemar ringan.

**Kata kunci:** koprostanol, eksistensi, persistensi, biodegradasi, *coliform*, pencemaran.

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRACK</b>	<i>ii</i>
<b>RINGKASAN</b>	<i>iv</i>
<b>DAFTAR ISI</b>	<i>vi</i>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<i>viii</i>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<i>x</i>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>3</b>
2.1. Pencemaran Pantai / Estuari	3
2.2. Pencemaran Limbah Domestik	3
2.3. Indikator Pencemaran Limbah Domestik	4
2.4. Koprostanol	5
<b>BAB III. METODA PENELITIAN</b>	<b>6</b>
3.1. Pendahuluan	6
3.2. Tahapan Penelitian	6
3.2.1. Survei Pendahuluan	6
3.2.2. Penyusunan Rencana Survei	6
3.2.3. Survei Lapangan	6
3.2.4. Isolasi dan <i>Screening</i> Bakteri Pendegradasi Koprostanol	8
3.2.5. Identifikasi Bakteri Terseleksi	9
3.2.6. Analisis Sampel	10
3.2.7. Analisis Data	11
3.3. Aspek Pendidikan	11
3.3.1. Keterlibatan Mahasiswa Pascasarjana (S2)	11
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>13</b>
4.1. Survei Lapangan	13
4.1.1. Survei Semarang	13
4.1.2. Survei Jepara	13
4.1.3. Survei Jakarta	14
4.2. Eksistensi Koprostanol	14
4.2.1. Lokasi Jakarta	15
4.2.2. Lokasi Semarang	17
4.2.3. Lokasi Jepara	19
4.3. Eksistensi Bakteri <i>Coliform</i>	21
4.3.1. Lokasi Jakarta	21
4.3.2. Lokasi Semarang	22
4.3.3. Lokasi Jepara	23
4.4. Persistensi Koprostanol	24
4.4.1. Uji kinetika biodegradasi alamiah koprostanol	24
- Lokasi Jakarta	25
- Lokasi Semarang	26

- Lokasi Jepara	27
4.4.2. Uji kinetika biodegradasi koprostanol dengan pendegradasi koprostanol	28
4.5. Keanekaragaman Bakteri Pendegradasi Koprostanol	29
4.6. Kualitas Perairan	30
4.7. Kelulusan Mahasiswa S2	34
4.8. Publikasi Hasil Penelitian	35
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>36</b>
5.1. Kesimpulan	36
5.2. Saran	36
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>40</b>



## DAFTAR TABEL

TABEL		Hal.
4.1a.	Eksistensi koprostanol pada sedimen dasar perairan untuk lokasi Jakarta pada musim Hujan, April 2004	15
4.1b.	Eksistensi koprostanol pada sampel air untuk lokasi Jakarta pada musim Hujan, April 2004	16
4.1c.	Eksistensi koprostanol pada sedimen dasar perairan untuk lokasi Semarang pada musim hujan, Maret 2004	17
4.1d	Eksistensi koprostanol pada sampel air untuk lokasi Semarang pada musim hujan, Maret 2004	18
4.1.e	Eksistensi koprostanol pada sedimen dasar perairan untuk lokasi Jepara pada musim hujan, April 2004	19
4.1f	Eksistensi koprostanol pada sampel air untuk lokasi Jepara pada musim hujan, April 2004	20
4.2a.	Hasil analisis eksistensi bakteri <i>coliform</i> berdasarkan indek JPT pada lokasi Jakarta pada kondisi musim hujan, April 2004	22
4.2b	Hasil analisis eksistensi bakteri <i>coliform</i> berdasarkan indek JPT pada lokasi Semarang pada musim hujan, Maret 2004	23
4.2c	Hasil analisis eksistensi bakteri <i>coliform</i> berdasarkan indek JPT pada lokasi Semarang pada musim hujan, April 2004	24
4.3a.	Data laju biodegradasi alamiah koprostanol pada tiga kondisi lingkungan selama 40 hari untuk lokasi Jakarta	25
4.3b.	Data laju biodegradasi alamiah koprostanol pada tiga kondisi lingkungan selama 40 hari untuk lokasi Semarang	26
4.3c.	Data laju biodegradasi alamiah koprostanol pada tiga kondisi lingkungan selama 40 hari untuk lokasi Jepara	27
4.4	Daftar bakteri pendegradasi koprostanol dari sampel air dan sedimen pada lingkungan sungai, muara, dan laut, di Jakarta, Semarang, dan Jepara, yang digunakan untuk uji biodegradasi koprostanol	28
4.5a	Data kedalaman dan suhu pada tiap stasion sampling di ketiga lokasi: Jakarta, Semarang dan Jepara.	30
4.5b	Data pH dan DO pada tiap stasion sampling di ketiga lokasi: Jakarta, Semarang dan Jepara.	32
4.5c	Hasil Penentuan Indeks Pencemaran akibat pengaruh limbah domestik pada Lokasi Jakarta	33

TABEL		Hal.
4.6.	Data Kelulusan Mahasiswa S2 yang Terlibat Penelitian Tahun I (2003)	34
4.7	Daftar judul artikel, penulis, dan naman jurnal/seminar/simposium	35

## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR		Hal.
3.1.	Diagram Alir Penelitian	7
4.1.	Kurva standar koprostanol pada konsentrasi koprostanol 5, 10, 15, 20, dan 25 ppm, dengan menggunakan UV Spectrofotometer pada $\lambda=250$ nm	15
4.2a	Eksistensi koprostanol pada sedimen permukaan dasar perairan untuk lokasi Jakarta, kondisi musim hujan, April 2004.	16
4.2b.	Eksistensi koprostanol pada sampel air untuk lokasi Jakarta, kondisi musim hujan, April 2004.	17
4.2c.	Eksistensi koprostanol pada sedimen dasar perairan untuk lokasi Semarang, kondisi musim hujan, Maret 2004.	18
4.2d.	Eksistensi koprostanol pada sampel air untuk lokasi Semarang, kondisi musim hujan, Maret 2004.	19
4.2e	Eksistensi koprostanol pada sedimen dasar perairan untuk lokasi Jepara, kondisi musim hujan, April 2004.	20
4.2f	Eksistensi koprostanol pada sampel air untuk lokasi Jepara, kondisi musim hujan, April 2004.	21
4.3a.	Eksistensi bakteri <i>coliform</i> pada air dan sedimen dasar perairan untuk lokasi Jakarta, pada kondisi musim hujan, April 2004.	22
4.3b.	Eksistensi bakteri <i>coliform</i> pada air dan sedimen dasar perairan untuk lokasi Semarang, pada kondisi musim hujan, Maret 2004.	23
4.3c.	Eksistensi bakteri <i>coliform</i> pada air dan sedimen dasar perairan untuk lokasi Jepara, pada kondisi musim hujan, April 2004.	24
4.4a.	Data laju biodegrasi alamiah koprostanol pada kondisi lingkungan sungai, muara, dan perairan pantai di lokasi Jakarta.	25
4.4b.	Data laju biodegrasi alamiah koprostanol pada kondisi lingkungan sungai, muara, dan perairan pantai di lokasi Semarang.	26
4.4c	Data laju biodegrasi alamiah koprostanol pada kondisi lingkungan sungai, muara, dan perairan pantai di lokasi Jepara.	27
4.5	Kurva hubungan antara pertumbuhan biomass bakteri terhadap Optical Density dengan menggunakan Spectrofotometer pada $\lambda=550$ nm	29
4.6	Data kedalaman perairan pada tiap stasion pengukuran/sampling pada perairan sungai, muara, perairan pantai, dan kontrol di ketiga lokasi: Jakarta, Semarang, dan Jepara.	31

GAMBAR		Hal.
4.7	Data suhu perairan pada tiap stasion pengukuran/sampling pada perairan sungai, muara, perairan pantai, dan kontrol di ketiga lokasi: Jakarta, Semarang, dan Jepara.	31
4.8	Data pH perairan pada tiap stasion pengukuran/sampling pada perairan sungai, muara, perairan pantai, dan kontrol di ketiga lokasi: Jakarta, Semarang, dan Jepara.	32
4.9	Data DO perairan pada tiap stasion pengukuran/sampling pada perairan sungai, muara, perairan pantai, dan kontrol di ketiga lokasi: Jakarta, Semarang, dan Jepara.	33

## BAB I.

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan, dengan panjang garis pantai 81.791 km, potensi sumber daya alam di wilayah pesisir dan laut merupakan aset negara yang sangat penting (BPP Teknologi dan Dewan HANKAMNAS 1996). Sumber daya tersebut berupa sumber daya alam hayati maupun non-hayati. Namun demikian, selain sebagai daerah yang mempunyai potensi sumber daya alam, lingkungan perairan pantai sangat kompleks dan rentan terhadap pencemaran (Nemerow 1985). Pada kondisi tertentu, pencemaran merupakan salah faktor yang mengancam kapasitas berkelanjutan (*sustainable capacity*) ekosistem pantai (Dahuri dkk. 1996).

Intensitas dan keragaman aktifitas di wilayah pantai terus meningkat, seperti: perhubungan/navigasi, industri, pertambangan, perikanan, pariwisata, pemukiman, dan lain-lain. Hal ini menyebabkan tekanan terhadap kondisi lingkungan di wilayah perairan pantai terus meningkat. Berbagai aktifitas di daratan maupun di laut pada akhirnya juga akan memberikan dampak terhadap kondisi lingkungan perairan pantai. Hal ini karena limbah dari berbagai aktifitas di daratan pada umumnya akan mencapai perairan pantai melalui aliran sungai atau saluran pembuangan. Sedangkan limbah dari berbagai aktifitas di laut pada akhirnya juga dapat mencapai perairan pantai akibat dinamika air laut dengan adanya: gelombang, arus, dan pasang surut air laut.

Limbah domestik merupakan salah satu sumber pencemar perairan pantai. Secara kuantitas, limbah domestik umumnya merupakan sumber pencemar utama pada perairan pantai perkotaan (Bachtiar 2002). Sejauh ini, pencemaran limbah domestik di Indonesia masih kurang mendapat perhatian, khususnya pada wilayah perairan pantai. Hal ini disebabkan oleh: a) selama ini dengan menggunakan indikator biologis (bakteri *coliform*), pencemaran limbah domestik di perairan pantai tidak terdeteksi, sehingga dianggap bukan hal penting untuk diperhatikan, dan b) adanya anggapan yang keliru bahwa tingkat keseriusan masalah pencemaran hanya tergantung pada tingkat toksisitas bahan pencemar (polutan). Namun demikian, dengan terus meningkatnya intensitas dan variasi aktifitas masyarakat di wilayah perairan pantai, yang umumnya tiap kegiatan tersebut menuntut adanya persyaratan kondisi lingkungan tertentu, dan sejalan dengan itu adanya peningkatan kesadaran masyarakat akan kebutuhan kondisi lingkungan yang bersih, sehat, estetika, dan alasan ekologis lainnya, maka kondisi pencemaran limbah domestik di perairan pantai menjadi hal yang penting untuk diketahui dengan lebih baik.

Selama ini, bakteri *coliform* telah digunakan secara luas di dunia sebagai indikator biologis tentang sanitasi suatu perairan, dalam kaitannya terhadap limbah domestik tentang keberadaan organisme pathogen, seperti bakteri, virus, parasit, dll. (Walker *et al.* 1982). Namun demikian, pemanfaatan bakteri *coliform* tersebut pada kondisi lingkungan dengan tekanan lingkungan tinggi, seperti perairan pantai perkotaan, dimana banyak masukan limbah industri yang bersifat toksik dan bersuhu tinggi, dan adanya perubahan salinitas yang drastis dari air tawar (salinitas rendah) ke air laut (salinitas tinggi), kondisi tersebut sangat mempengaruhi tingkat kematian bakteri (Barlet 1987). Selain itu, tingginya kandungan material organik pada suatu perairan akibat adanya masukan limbah domestik, akan menyebabkan kandungan oksigen terlarut di perairan tersebut sangat rendah. Hal tersebut di atas mempengaruhi tingkat kematian bakteri. Hal ini menyebabkan pemanfaatan bakteri *coliform* pada suatu lingkungan dengan tekanan lingkungan tinggi tersebut, tidak merepresentasikan kondisi limbah domestik di lapangan (Bachtiar 2002).

Untuk dapat secara lebih baik mengetahui kondisi pencemaran limbah domestik pada lingkungan dengan tekanan lingkungan tinggi, maka diperlukan adanya indikator pencemaran limbah domestik yang persisten terhadap kondisi lingkungan tersebut. Koprostanol telah diusulkan oleh banyak peneliti sebagai indikator pencemaran limbah domestik (*sewage pollution*). Pada beberapa wilayah di beberapa negara di daerah lintang tinggi, koprostanol telah digunakan sebagai indikator pencemaran limbah

domestik, khususnya pada perairan pantai perkotaan (Walker *et al.* 1982). Namun demikian, informasi tentang koprostanol di daerah tropis, khususnya di wilayah Indonesia masih sangat minim. Sejauh ini, baru ada satu penelitian tentang koprostanol di Indonesia, yaitu pemanfaatan koprostanol sebagai indikator kontaminasi dan perunut alamiah limbah domestik di perairan pantai Banjir Kanal Timur Semarang (Bachtiar 2002).

Untuk dapat menjadi suatu indikator, suatu unsur harus memenuhi beberapa persyaratan (Coakley and Long 1990), yaitu: a) harus dapat dihubungkan secara langsung dengan sumber tertentu secara spesifik, b) dapat ditentukan secara kuantitatif (eksistensi), dan c) bersifat cukup konservatif (persistensi). Sumber koprostanol telah lama dan banyak diteliti oleh para peneliti sebelumnya, dan telah diketahui dengan baik bahwa sumber koprostanol sangat spesifik, yaitu merupakan *fecal sterol* yang dominan pada feses manusia (40-60 % dari total sterol), dan juga terdeteksi pada feses hewan mamalia. Untuk unggas hanya terdeteksi pada feses ayam, dan koprostanol tidak dihasilkan oleh biota laut (Walker *et al.* 1982).

Karena sumber koprostanol yang sangat spesifik, hal ini menyebabkan koprostanol sangat berpotensi sebagai suatu indikator. Namun demikian, sebagai material organik, koprostanol terdegradasi di alam, dan kondisi wilayah tropis memberikan peluang metabolisme mikroorganisme intersif sepanjang tahun. Maka untuk dapat memanfaatkan koprostanol sebagai alternatif indikator pencemaran limbah domestik di wilayah Indonesia, perlu diketahui eksistensi dan persistensi koprostanol di wilayah Indonesia, dan perlu adanya indeks pencemaran limbah domestik berdasarkan konsentrasi koprostanol.

Upaya untuk dapat secara lebih baik mengetahui kondisi pencemaran limbah domestik pada perairan pantai perkotaan di wilayah Indonesia, dimana intensitas dan keragaman aktifitas terus meningkat dan menuntut adanya persyaratan kondisi lingkungan tertentu, maka usulan penelitian ini mempunyai arti penting (*urgent*) untuk dilakukan. Hal ini karena tanpa adanya alternatif indikator pencemaran limbah domestik yang persisten terhadap kondisi tekanan lingkungan tinggi, maka kondisi pencemaran limbah domestik di perairan pantai perkotaan di Indonesia tidak terjawab dengan baik.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) Mengetahui eksistensi dan persistensi koprostanol pada lingkungan sungai, muara, dan perairan pantai di wilayah tiga tipologi kota (kota metropolitan, kota besar, dan kota kecil).
- 2) Mengkaji kelayakan koprostanol sebagai alternatif indikator pencemaran limbah domestik, khususnya pada kondisi lingkungan dengan tekanan lingkungan tinggi.

Untuk itu maka penelitian ini harus dilakukan kajian pada dua kondisi musim (musim kemarau dan musim hujan) pada lingkungan sungai, muara, dan perairan pantai perkotaan dengan karakteristik yang berbeda, yaitu kota metropolitan (Jakarta), kota besar (Semarang), dan kota kecil (Jepara), mengenai: a) eksistensi koprostanol dan bakteri *coliform*, b) persistensi koprostanol, c) isolasi dan identifikasi bakteri pendegradasi koprostanol, d) kondisi kualitas perairan, dan e) pola penyebaran limbah domestik. Penelitian tahun kedua ini (2004) untuk mewakili kondisi musim hujan, yang bersamaan dengan kondisi monsun Barat.