

**LEVEL RESIDU ORGANOKLORIN PADA IKAN DARI SUNGAI ALOO,
SUNGAI PORONG, KALIMAS DAN SUNGAI SURABAYA
DI PROPINSI JAWA TIMUR**

**LAPORAN SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh:
Dedy Rama Santoso
NIM. 0710813004



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG**

2013

LAPORAN SKRIPSI
LEVEL RESIDU ORGANOKLORIN PADA IKAN DARI SUNGAI ALOO,
SUNGAI PORONG, KALIMAS DAN SUNGAI SURABAYA
DI PROPINSI JAWA TIMUR

Oleh:
Dedy Rama Santoso
NiM. 0710813004

telah dipertahankan didepan dosen penguji pada tanggal 3 Juli 2013 dan
dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

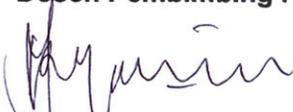
Dosen Penguji I


(Dr. Uun Yanuhar S.Pi, M.Si)
NIP.19730404 200212 2 001
Tanggal: **27 AUG 2013**

Dosen Penguji II


(Ir. Putut Widjanarko MP)
NIP.19540101 198303 1 006
Tanggal: **27 AUG 2013**

Dosen Pembimbing I


(Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, PhD)
NIP. 19610523 198703 2 003
Tanggal: **27 AUG 2013**

Dosen Pembimbing II


(Dr. Yuni Kilawati, S.Pi, MSi)
NIP. 19730702 200501 2 001
Tanggal: **27 AUG 2013**

Menyetujui,
Ketua Jurusan MSP


(Dr. Ir. Happy Nursyam, MS)
NIP. 19600322 198601 1 001
Tanggal: **27 AUG 2013**

LEMBAR PERSEMBAHAN

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang diberikan dalam penyelesaian penelitian dan laporan skripsi ini.
2. Sujud dan terimakasih yang dalam penulis persembahkan kepada Bapak dan Ibu tercinta, atas dorongan dan doa yang diberikan.
3. Ibu Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, PhD selaku pembimbing pertama atas waktu serta dana yang diberikan untuk skripsi ini melalui program penelitiannya dan Ibu Dr. Yuni Kilawati, S.Pi, MSi selaku pembimbing kedua atas waktu serta bimbingannya.
4. Ibu Dr. Uun Yanuhar S.Pi, M.Si dan Bapak Ir. Putut Widjanarko MP selaku dosen penguji skripsi saya atas masukan dan saran yang diberikan yang sangat bermanfaat.
5. Teman-teman yang selalu memberikan support untuk menyelesaikan laporan ini.
6. Ucapan terimakasih khusus penulis sampaikan kepada teman-teman MSP 2008 yang mendukung penelitian dan penyusunan laporan ini. Hingga laporan ini dapat diselesaikan.

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, Juli 2013

Mahasiswa

Dedy Rama Santoso



KATA PENGANTAR

Segala puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena dengan rahmat dan hidayah-Nya Laporan Skripsi dengan judul **“Level Dan Distribusi Residu Organoklorin Pada Ikan Dari Sungai Aloo, Sungai Porong, Kalimas Dan Sungai Surabaya Di Propinsi Jawa Timur”** dapat terselesaikan tanpa kendala apapun yang berarti. Laporan ini tersusun sebagai suatu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Penelitian ini didanai dari program riset a.n. Prof. Yenny Risjani DEA. Ph.D, melalui program kerjasama riset dari DIKTI (No. 191/SP2H/PL/Dit. Litabmas/IV/2012).

Dalam proses penyusunan Laporan Skripsi ini, saya ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada :

- Prof. Ir. Yenny Risjani DEA. Ph.D selaku dosen Pembimbing Pertama, atas waktu dan bimbingan yang telah diberikan, serta dana melalui program penelitiannya.
- Dr. Yuni Kilawati SPi, MSi selaku dosen Pembimbing Kedua, atas waktu serta bimbingan yang telah diberikan.
- Orang tua saya yang sudah banyak membantu baik secara moril maupun materil untuk kelancaran selama studi.
- Semua teman-teman serta semua pihak-pihak terkaityang memberi bantuan maupun doa dalam melaksanakan Skripsi.

Atas semua doa, bantuan, bimbingan, petunjuk dan saran yang diberikan kepada sayasekali lagi penulis mengucapkan banyak terima kasih dan berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat dan memberikan informasi bagi sema pihak yang membacanya.

Malang, Juli 2013

Penulis

RINGKASAN

DEDY RAMA SANTOSO. Skripsi tentang Level Residu Organoklorin Pada Ikan Dari Sungai Aloo, Sungai Porong, Kalimas, dan Sungai Surabaya di Provinsi Jawa Timur. (Dibawah bimbingan Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, PhD dan Dr. Yuni Kilawati, S.Pi, Msi)

Pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/ atau komponen lain ke dalam air atau udara. Salah satu bahan pencemar pada perairan dapat bersumber dari penggunaan insektisida dalam kegiatan pertanian maupun penggunaan insektisida dalam aktivitas rumah tangga. Insektisida dapat dibagi 3 jenis menurut senyawanya, yaitu organofosfat, karbamat, dan organoklorin.

Insektisida jenis organoklorin adalah senyawa insektisida yang mengandung atom-atom karbon, klor, dan hidrogen dan kadangkala oksigen, jenis yang paling *toxic* dan paling persisten/ tidak mudah terurai dan memiliki waktu paro yang lama, dalam jangka waktu 40 tahun residu organoklorin masih ditemukan di lingkungan dan biota, sifatnya yang toksik kronis, persisten, bioakumulatif, lipofilik (larut dalam lemak) dan bersifat *karsinogenik*. Residu organoklorin merupakan zat/senyawa tertentu yang masih terkandung dalam hasil pertanian, bahan pangan, atau pakan hewan baik sebagai akibat langsung maupun tak langsung dari penggunaan insektisida.

Organoklorin dikelompokkan menjadi 3, yaitu : diklorodifenil etan (contoh : DDT, DDD, portan, metosiklor, dan metioklor), siklodin (contoh : aldrin, dieldrin, heptaklor, klordan, dan endosulfan), dan sikloheksan benzene terklorinasi (contoh : HCB, HCH, dan lindan). Akumulasi residu organoklorin dapat menyebabkan degradasi lingkungan air dan menyebabkan dampak yang besar bagi kehidupan organisme air.

Penggunaan ikan sebagai suatu bioindikator merupakan salah satu cara yang sudah banyak digunakan oleh para peneliti sebelumnya dalam menentukan status pencemaran suatu perairan. Tubuh ikan dapat menggambarkan level konsentrasi bahan pencemar sebagai akibat adanya sebuah akumulasi bahan pencemar yang terdapat pada suatu perairan tempat ikan tersebut hidup. Oleh sebab itu, dengan meneliti akumulasi bahan pencemar residu organoklorin pada tubuh ikan maka dapat diidentifikasi jenis residu organoklorin serta dapat dipetakan pula persebaran dari residu organoklorin tersebut pada perairan.

Tujuan dari penelitian ini adalah: 1. Untuk memberikan pandangan update keanekaragaman ikan di Delta Brantas dengan Visualisasi Geografis (peta); 2. Untuk menentukan distribusi polutan residu organoklorin (level & type) yang mempengaruhi ikan spesimen.

Metode yang digunakan adalah deskriptif eksploratif, yaitu penelitian yang dimaksudkan untuk mengumpulkan informasi mengenai status suatu gejala yang ada di alam menurut apa adanya dengan cara melakukan analisa laboratorium pada saat penelitian dilaksanakan. Pengambilan sampel ikan dilakukan di Sungai Porong, Sungai Aloo, Sungai Kalimas, dan Sungai Surabaya. Identifikasi ikan dan pengujian kualitas air dilakukan di Laboratorium Hidrobiologi, FPIK UB. Pengujian jenis dan

level organoklorin dilakukan di Laboratorium Terpadu Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (BALINGTAN), Pati, Jawa Tengah yang mengacu berdasarkan Komisi Pestisida 2006 dan AOAC edisi 18 tahun 2005 dalam Paramita (2009) dan telah dimodifikasi oleh Laboratorium Terpadu, Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (BALINGTAN), Pati Jawa Tengah.

Hasil dari penelitian ini adalah tangkapan ikan berjumlah 9 spesies dari masing-masing sungai yaitu : a. Sungai Aloo : ikan Mujair, ikan Keting, ikan Betik, ikan Gabus, dan ikan Sepat; b. Sungai Porong : ikan Keting, ikan Belanak, dan ikan Bandeng; c. Sungai Kalimas : ikan Tawes, ikan Mujair, dan ikan Nila; d. Sungai Surabaya : ikan Tawes, dan ikan Mujair. Analisa residu organoklorin diketahui pada Sungai Porong terdeteksi 5 jenis organoklorin pada hampir seluruh sampel ikan yang diujikan. Kandungan tersebut diantaranya, Aldrin, Endosulfan, Dieldrin, Eldrin, dan DDT. Level deteksi yang didapatkan beragam. Pada Ikan Keting, level organoklorin jenis Aldrin, Endosulfan, Endrin dengan level <LD, sedangkan untuk DDT terdeteksi dengan level 0,0176 mg/Kg. Sungai Porong : DDT di ikan Keting. Pada Ikan Belanak terdeteksi Endosulfan, Dieldrin, DDT dengan level < LD. Pada Ikan Bandeng tidak terdeteksi adanya kandungan organoklorin. Kandungan residu organoklorin pada sampel ikan dari Sungai Aloo terdeteksi 3 jenis organoklorin. Ikan Mujair terdeteksi adanya kandungan Dieldrin dengan level <LD dan Endrin dengan level 0,0888mg/Kg. Sedangkan untuk jenis organoklorin lainnya hasil uji laboratorium tidak menunjukkan adanya konsentrasi lain pada ikan mujair. Sampel Ikan Keting menunjukkan adanya konsentrasi Endrin sebesar 0.0232 mg/Kg dan tidak menunjukkan adanya kandungan pada jenis organoklorin lainnya. Ikan Betik menunjukkan adanya konsentrasi pada keseluruhan jenis organoklorin. Konsentrasi Lindan, Aldrin, Endosulfan, Dieldrin, dan Endrin terdeteksi pada level < LD sedangkan Heptaklor terdeteksi sebesar 0.0224 mg/Kg dan DDT sebesar 0.1816 mg/Kg. Pada Ikan Gabus tidak ditemukan adanya kandungan pestisida organoklorin. Pada Ikan Sepat terdeteksi adanya Lindan dan Heptaklor. Lindan terdeteksi dengan level < LD dan Heptaklor terdeteksi sebesar 0,0028 mg/Kg. Sedangkan untuk jenis organoklorin selain Lindan dan Heptaklor, ikan gabus tidak menunjukkan adanya konsentrasi. Pada sampel ikan dari Sungai Surabaya yaitu Ikan Mujair dan Ikan Tawes menunjukkan adanya konsentrasi dari beberapa jenis organoklorin walau dengan level < LD. Ikan Mujair terdeteksi adanya kandungan Lindan, Aldrin dan Endosulfan. Sedangkan pada Ikan Tawes hanya terdeteksi kandungan Lindan dan Aldrin. Pada sampel ikan yang diambil dari Sungai Kalimas, Ikan Tawes menunjukkan adanya kandungan pada jenis organoklorin Lindan, Endosulfan, Dieldrin pada level < LD, Heptaklor sebesar 0,0044 dan DDT sebesar 0,0180 mg/Kg. Ikan Mujair hanya menunjukkan adanya kandungan Aldrin dan Endosulfan dengan level < LD. Sedangkan pada Ikan Nila hanya menunjukkan kandungan Heptaklor dengan konsentrasi sebesar 0,0024 mg/Kg. Analisis kualitas air diketahui pada Sungai Aloo, Sungai Porong, Sungai Kalimas, dan Sungai Surabaya masih berada dalam kisaran hidup ikan tiap-tiap sungai tersebut, yaitu Suhu 29°C-31°C; pH 7-8; DO 3,5-5 mg/L; total bahan organik (TOM) 7,43-9,25 mg/L.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah terdapat beberapa jenis spesies ikan pada tiap-tiap sungai, dan terdeteksi jenis dan level kandungan residu organoklorin di tiap-tiap sungai. Saran yang dapat diberikan setelah melakukan penelitian ini yaitu perlu adanya penelitian dengan menggunakan alat dengan ketelitian lebih kecil untuk mendeteksi level residu organoklorin dengan nilai lebih kecil (ppb). Pengukuran level residu organoklorin pada perairan juga dilakukan untuk

memastikan bahwa level residu organoklorin pada ikan benar-benar berasal dari perairan tersebut. Pengukuran secara kualitatif residu organoklorin dapat dilakukan dengan kertas lakmus untuk mengetahui ada tidaknya residu organoklorin.



DAFTAR ISI

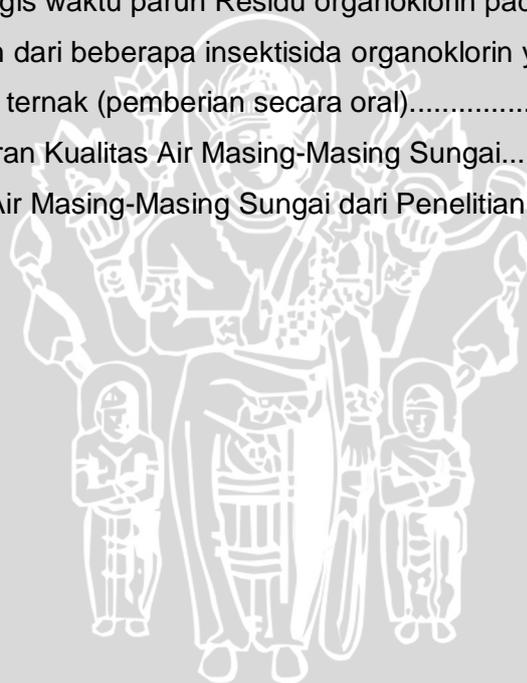
	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
RINGKASAN	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Kegunaan Penelitian.....	4
1.5 Hipotesa	4
1.6 Tempat dan Waktu.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pencemaran Air	6
2.2 Insektisida	9
2.2.1 Pengertian Insektisida.....	9
2.2.2 Penggolongan Insektisida.....	10
2.2.3 Proses Transfer Insektisida.....	12
2.3 Organoklorin.....	14
2.3.1 Sejarah Organoklorin.....	14
2.3.2 Pengertian Organoklorin.....	15
2.3.3 Klasifikasi Kimia Organoklorin.....	16
2.3.4 Efek Organoklorin.....	18
2.4 Ikan Sebagai Bioindikator.....	21
2.5 Mekanisme Masuknya Residu Organoklorin Pada Ikan.....	23
2.6 Hasil Penelitian Terdahulu Kandungan Organoklorin di Indonesia..	24
2.7 Parameter Kualitas Air	26
2.7.1 Suhu	26



2.7.2 pH	28
2.7.3 Oksigen Terlarut (DO)	28
2.7.4 Total Bahan Organik	29
3. MATERI DAN METODE.....	31
3.1 Materi Penelitian.....	31
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	31
3.2.1 Alat Penelitian.....	31
3.2.2 Bahan Penelitian.....	32
3.3 Metode Penelitian.....	32
3.4 Tempat Penelitian.....	33
3.5 Prosedur Penelitian.....	33
3.5.1 Pengambilan Sampel Ikan.....	33
3.5.2 Identifikasi Ikan.....	33
3.5.3 Analisa Kandungan Residu Organoklorin.....	34
3.5.4 Pembuatan Peta Pesebaran Pencemaran Oraganoklorin.....	36
3.5.5 Pengujian Kualitas air.....	37
a. Suhu.....	37
b. pH air.....	37
c. Oksigen Terlarut (DO).....	37
d. Total Bahan Organik	38
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	39
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian.....	40
4.1.1 Sungai Aloo.....	40
4.1.2 Sungai Porong.....	41
4.1.3 Sungai Surabaya.....	43
4.1.4 Kalimas Surabaya.....	45
4.2 Persebaran Jenis Ikan.....	46
4.3 Kandungan dan Level Organoklorin Pada Ikan.....	50
4.4 Parameter Kualitas Air.....	57
a. Suhu.....	60
b. pH air.....	61
c. Oksigen Terlarut (DO).....	62
d. Total Bahan Organik	63
5. KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran.....	67
IV. DAFTAR PUSTAKA.....	68

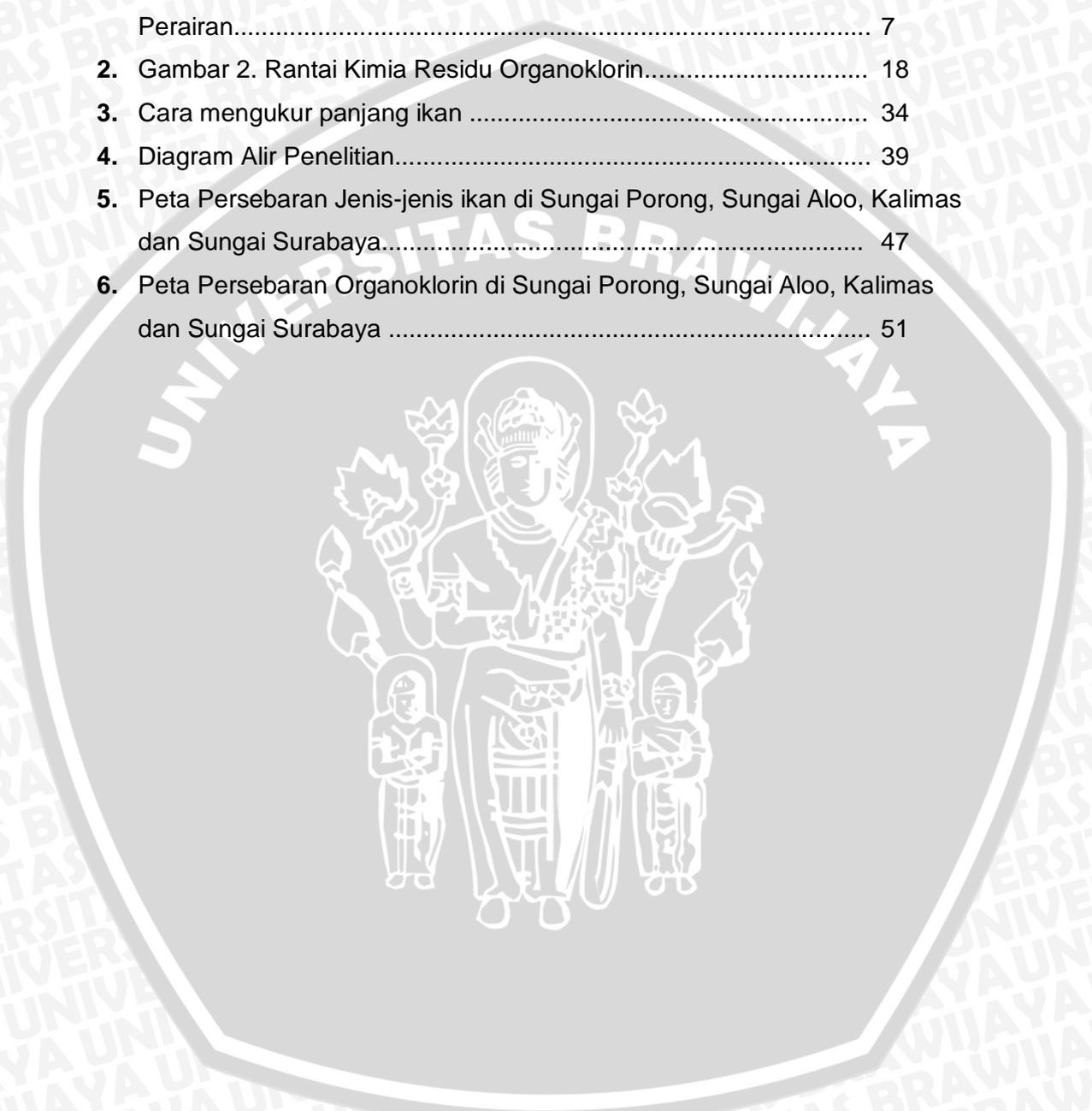
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tabel Hasil-Hasil Penelitian Tentang Pestisida Organoklorin Di Perairan Indonesia.....	25
2. Data biometrik ikan yang dikumpulkan dari Sungai Aloo, Surabaya, Porong, dan Kalimas	48
3. Hasil Penetapan Kandungan Organoklorin Pada Ikan Sampel.....	50
4. Ambang batas aman residu pestisida yang aman untuk dikonsumsi manusia dalam air minum dan nilai maksimum konsentrasi insektisida dalam udara yang diperkenankan di sekitar lingkungan kerja.....	55
5. Perkiraan biologis waktu paruh Residu organoklorin pada ternak.....	56
6. Dosis minimum dari beberapa insektisida organoklorin yang menimbulkan toksisitas pada ternak (pemberian secara oral).....	57
7. Hasil Pengukuran Kualitas Air Masing-Masing Sungai.....	58
8. Data Kualitas Air Masing-Masing Sungai dari Penelitian Tedahulu.....	58



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Pengaruh Beberapa Jenis Bahan Pencemar Terhadap Lingkungan Perairan.....	7
2. Gambar 2. Rantai Kimia Residu Organoklorin.....	18
3. Cara mengukur panjang ikan	34
4. Diagram Alir Penelitian.....	39
5. Peta Persebaran Jenis-jenis ikan di Sungai Porong, Sungai Aloo, Kalimas dan Sungai Surabaya.....	47
6. Peta Persebaran Organoklorin di Sungai Porong, Sungai Aloo, Kalimas dan Sungai Surabaya	51



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/ atau komponen lain ke dalam air atau udara. Pencemaran juga bisa berarti berubahnya tatanan (komposisi) air atau udara oleh kegiatan manusia dan proses alam, sehingga kualitas air/ udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya, (Wikipedia, 2013). Pencemaran pada perairan khususnya di Indonesia banyak diakibatkan oleh buangan-buangan limbah domestik yang berasal dari limbah rumah tangga, limbah pertanian dan limbah industri. Salah satu diantara jenis limbah dominan yang terdapat pada perairan adalah limbah pertanian yang berasal dari pemakaian pestisida khususnya jenis insektisida yang tidak terkendali oleh para petani.

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki potensi industri pertanian yang besar. Industri pertanian digunakan untuk mencukupi kebutuhan pangan manusia yang dari waktu ke waktu semakin bertambah populasinya, sehingga kebutuhan pangan juga meningkat. Namun di negara berkembang seperti Indonesia peningkatan produksi pertanian menemui kendala serangan hama yang menyebabkan gagal panen atau menurunkan hasil panen. Salah satu cara yang terbukti dapat meningkatkan hasil panen adalah penggunaan insektisida, namun di sisi lain penggunaan insektisida yang berlebihan dapat menjadi bahan pencemar lingkungan, karena insektisida tersebut adalah bahan kimia beracun.

Insektisida dibagi menjadi tiga jenis, yaitu Organofosfat, Karbamat, dan Organoklorin. Insektisida jenis organoklorin merupakan salah satu bahan kimia yang digunakan secara luas di sektor pertanian di berbagai belahan dunia karena keefektifannya dan harganya yang murah. Namun setelah puluhan tahun

pemakaian, organoklorin tidak boleh dipergunakan lagi dikarenakan sifatnya yang persisten dan toksik. Sifat persisten organoklorin telah dibuktikan oleh berbagai penelitian dengan masih ditemukannya residu-residu dari berbagai jenis organoklorin di daerah pertanian meskipun sudah tidak digunakan lagi oleh petani (Ramadhani dan Katharina, 2012).

Penggunaan insektisida organoklorin meninggalkan residu atau sisa zat/senyawa racun pada tanaman objek, tanah lahan pertanian maupun pada perairan yang berasal dari proses erosi tanah lahan pertanian tersebut. Residu organoklorin dapat mencemari lingkungan tanah maupun perairan karena sifat persistennya dan mempunyai sifat sangat toksik. Efek dari residu organoklorin tersebut dapat juga mencemari organisme akuatik di dalamnya yang pada akhirnya akan mengancam kesehatan manusia yang mengkonsumsinya. Ekha (1988) dalam Suherman (2000) menyatakan bahwa kerang mengandung residu organoklorin sebesar 0,08 ppm. Pada akhirnya jika dikonsumsi oleh manusia maka residu organoklorin akan meningkat menjadi 12 ppm di dalam tubuh manusia.

Ikan merupakan salah satu organisme akuatik yang memiliki nilai lebih. Selain bernilai ekonomis bagi masyarakat, ikan juga dapat berfungsi sebagai bioindikator untuk mengetahui status kandungan dan tingkat pencemaran suatu lingkungan perairan. Hal ini dikarenakan sifat dari ikan yang dapat bergerak bebas di perairan sehingga keberadaannya dapat menjadi indikator biologis kualitas suatu perairan.

Pada dasarnya terdapat beberapa metode dalam menganalisa kualitas suatu perairan. Metode yang dipakai tersebut adalah dengan cara fisik, kimia, dan biologi. Metode secara fisik dan kimia merupakan cara yang konvensional. Metode ini memerlukan biaya yang tidak sedikit dalam operasionalnya. Cara

biologis sering dipakai oleh ilmuwan dikarenakan cara ini mudah dan murah dengan tingkat keakuratan yang tinggi.

Penggunaan ikan sebagai suatu bioindikator merupakan salah satu cara yang sudah banyak digunakan oleh para peneliti sebelumnya dalam menentukan status pencemaran suatu perairan. Tubuh ikan dapat menggambarkan level konsentrasi bahan pencemar sebagai akibat adanya sebuah akumulasi bahan pencemar yang terdapat pada suatu perairan tempat ikan tersebut hidup. Oleh sebab itu, dengan meneliti akumulasi bahan pencemar residu organoklorin pada tubuh ikan maka dapat diidentifikasi jenis residu organoklorin serta dapat dipetakan pula persebaran dari residu organoklorin tersebut pada perairan Sungai Aloo, Sungai Porong, Sungai Mas dan Sungai Surabaya, dimana Sungai-sungai tersebut mengalir di daerah pertanian, pemukiman, serta daerah industri.

1.2 Rumusan Masalah

Ikan merupakan salah satu organisme akuatik yang dapat berfungsi sebagai bioindikator untuk mengetahui status kandungan dan tingkat pencemaran suatu lingkungan perairan. Sifat dari ikan yang dapat bergerak bebas di perairan atau bersifat *mobile* sehingga keberadaannya dapat menjadi indikator biologis kualitas suatu perairan dikarenakan kandungan suatu bahan pencemar perairan dapat terakumulasi pada tubuh ikan. Sehingga dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- Jenis ikan apakah yang terdapat pada perairan Sungai Aloo, Sungai Porong, Sungai Mas dan Sungai Surabaya?
- Bagaimanakah persebaran jenis dan level dari tiap-tiap bahan pencemar residu organoklorin di perairan Sungai Aloo, Sungai Porong, Sungai Mas dan Sungai Surabaya?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk memberikan pandangan update keanekaragaman ikan dari perairan Sungai Aloo, Sungai Porong, Kalimas dan Sungai Surabaya dengan Visualisasi Geografis (peta).
2. Untuk menentukan level polutan residu organoklorin pada ikan specimen dari perairan Sungai Aloo, Sungai Porong, Kalimas dan Sungai Surabaya.

1.4 Kegunaan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi masyarakat umum dan ilmu pengetahuan mengenai jenis residu organoklorin dan level dari tiap-tiap bahan pencemar residu organoklorin yang terdapat di perairan Sungai Aloo, Sungai Porong, Kalimas dan Sungai Surabaya, serta bagi pemerintah terkait dapat dijadikan bahan mengambil kebijakan.

1.5 Hipotesa

1. Terdapat beberapa jenis residu organoklorin yang terakumulasi pada tubuh ikan dari perairan Sungai Aloo, Sungai Porong, Kalimas dan Sungai Surabaya.
2. Terdapat level kandungan residu organoklorin pada ikan dari perairan Sungai Aloo, Sungai Porong, Kalimas, dan Sungai Surabaya.

1.6 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober – Desember 2012 di Sungai Aloo, Sungai Porong, Sungai Mas dan Sungai Surabaya, Propinsi Jawa Timur. Identifikasi ikan dan pengujian kualitas air dilakukan di Laboratorium Hidrobiologi, FPIK UB. Identifikasi kandungan dan jenis residu organoklorin dilakukan di Laboratorium Terpadu Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (BALINGTAN), Pati, Jawa Tengah.

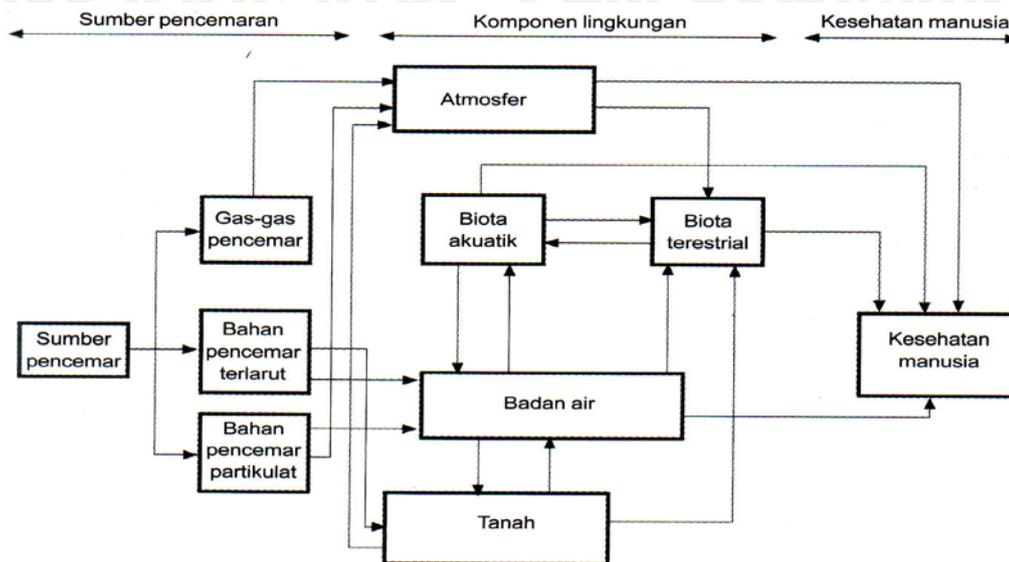


2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Air

Pencemaran air adalah peristiwa masuknya zat, energi, unsur, atau komponen lainnya kedalam air sehingga menyebabkan kualitas air terganggu. Kualitas air yang terganggu ditandai dengan perubahan bau, rasa, dan warna. Banyak penyebab pencemaran air, tetapi secara umum dapat dikategorikan sebagai sumber kontaminan langsung dan sumber kontaminan tak langsung. Sumber kontaminan langsung meliputi hasil yang keluar dari industri, TPA (tempat pembuangan akhir sampah) dan lain sebagainya. Sumber kontaminan tak langsung yaitu kontaminan yang memasuki badan air dari tanah, air tanah atau hujan. Tanah dan air mengandung sisa dari aktivitas pertanian seperti pupuk dan pestisida termasuk di dalamnya jenis insektisida (Tarumingkeng, 1992).

Menurut Effendi (2003), banyak penyebab sumber pencemaran air, tetapi secara umum dapat dikategorikan menjadi dua yaitu sumber kontaminan langsung dan tidak langsung. Sumber langsung meliputi efluen yang keluar dari industri, TPA sampah, rumah tangga dan sebagainya. Sumber tak langsung adalah kontaminan yang memasuki badan air dari tanah, air tanah atau atmosfer berupa hujan. Pada dasarnya sumber pencemaran air berasal dari industri, rumah tangga (pemukiman) dan pertanian. Tanah dan air tanah mengandung sisa dari aktivitas pertanian misalnya pupuk dan insektisida. Kontaminan dari atmosfer juga berasal dari aktifitas manusia yaitu pencemaran udara yang menghasilkan hujan asam. Pengaruh bahan pencemar yang berupa gas, bahan terlarut, dan partikulat terhadap lingkungan perairan dan kesehatan manusia disajikan dalam gambar 1.



Gambar 1. Bagan Pengaruh Beberapa Jenis Bahan Pencemar Terhadap Lingkungan Perairan (Effendi (2003).

Sumber utama terjadinya pencemaran dari insektisida adalah insektisida yang dipakai untuk memberantas hama tanaman dan pemeliharaan kesehatan masyarakat dan limbah industri insektisida. Disamping itu secara tidak disengaja timbul dari tumpahan-tumpahan yang terjadi sewaktu pengangkutan, distribusi dan penyimpanan.

Penggunaan Insektisida pada lingkungan perairan dapat mengakibatkan kematian pada ikan maupun pada biota air lainnya. Karacunan ikan dan biota air lainnya tidak senantiasa menyebabkan kelainan pertumbuhan yang mengakibatkan perubahan tingkah laku dan bentuk, yang selanjutnya dapat mengakibatkan terhambatnya perkembangan populasi (Suprpti, 2011).

Insektisida dan bahan kimia terkait dapat merusak keseimbangan antara spesies dengan ekosistemnya. Insektisida banyak memberikan andil terhadap perubahan fisiologis dan biokimia terhadap organisme air tawar serta mempengaruhi aktivitas beberapa enzim (Khan and Law, 2005).

Di dalam lingkungan insektisida diserap oleh berbagai komponen lingkungan, kemudian terangkut ke tempat lain oleh air, angin, tanah atau organisme yang berpindah tempat seperti ikan. Komponen lingkungan ini mengubah insektisida tersebut melalui proses kimiawi atau biokimiawi menjadi senyawa lain yang hilang sifat beracunnya atau senyawa bahkan senyawa yang masih mempunyai sifat beracun. Yang menjadi perhatian utama dalam toksikologi lingkungan adalah berbagai pengaruh dinamis insektisida dan derivat-derivatnya setelah mengalami perubahan oleh faktor lingkungan secara langsung atau oleh faktor hayati terhadap system hayati dan ekosistemnya (Sinulingga, 2006).

Secara garis besar, insektisida dibagi dalam tiga kelompok besar yaitu insektisida organoklorin (hidrokarbon berklor), organofosfat (fosfat organik) dan karbamat. Insektisida golongan organofosfat dan karbamat bersifat lebih toksik dibandingkan insektisida golongan organoklorin serta berefek akut sehingga sering menimbulkan keracunan pada hewan. Sedangkan insektisida golongan organoklorin bersifat persisten yaitu tidak mudah terurai dan berefek kronik serta menyebabkan bioakumulasi di dalam rantai makanan. Namun sejauh ini dampak negatif yang ditimbulkan akibat penggunaan insektisida organoklorin berupa adanya residu organoklorin pada produk pertanian yang dapat mempengaruhi kesehatan ternak dan menyebabkan keracunan, serta timbulnya residu pada produk peternakan di Indonesia belum banyak dilaporkan (Indraningsih, 1998).

Di alam, residu organoklorin diserap oleh berbagai komponen lingkungan yang kemudian terangkut ke tempat lain oleh air, angin atau oleh jasad hidup yang berpindah tempat. Dengan masih terdeteksinya residu organoklorin di alam maka akan menimbulkan ketidakseimbangan ekosistem yang menyebabkan kematian pada beberapa spesies seperti cacing tanah, ular sawah, katak dan berbagai jenis serangga yang sebenarnya bukan sasaran untuk dibunuh. Residu

organoklorin tersebut juga akan membahayakan hewan yang mengkonsumsi hijauan yang tumbuh di daerah tersebut yang menjadi sumber pakan. Hal lainnya adalah terakumulasinya residu tersebut pada hewan-hewan air (ikan) seperti yang dilaporkan di daerah Lembang dan Pangalengan dan residu organoklorin turunan DDT pada udang, kepiting dan ikan di daerah Cimanuk (Faedah et al, 1993).

2.2 Insektisida

2.2.1 Pengertian Insektisida

Insektisida adalah bahan-bahan kimia bersifat racun yang dipakai untuk membunuh serangga. Insektisida dapat memengaruhi pertumbuhan, perkembangan, tingkah laku, perkembangbiakan, kesehatan, sistem hormon, sistem pencernaan, serta aktivitas biologis lainnya hingga berujung pada kematian serangga pengganggu tanaman, Insektisida termasuk salah satu jenis pestisida. (wikipedia, 2012).

Insektisida merupakan bahan kimia yang umum digunakan pada aktivitas pertanian untuk mengendalikan hama/serangga pengganggu tanaman. Penggunaan insektisida di Indonesia meningkat sangat cepat karena adanya ekspansi daerah pertanian untuk tanaman pangan dan sayuran. Salah satu jenis insektisida yang umum digunakan di Indonesia adalah golongan organoklorin (Tarumingkeng, 1992). Kelompok insektisida organoklorin mulai diperkenalkan pemerintah pada pertanian sejak awal 1950 (Untung dalam Sudaryanto et al., 2007). DDT digunakan selama program pemberantasan penyakit malaria sebanyak 2600 ton/tahun selama tahun 1974 – 1982 khususnya di Pulau Jawa (UNIDO, 1984).

Sejak akhir 1990, semua jenis insektisida organoklorin sudah dilarang penggunaannya di Indonesia. Namun karena harganya yang murah, mudah

digunakan, dan efektif membasmi hama, maka beberapa jenis organoklorin seperti DDT masih digunakan di Indonesia, selain karena kurangnya ketegasan peraturan dan hukum yang berlaku (Sudaryanto et al., 2007).

2.2.2 Penggolongan Insektisida

Berdasarkan senyawanya insektisida dapat digolongkan menjadi 3 yaitu, organofosfat, karbamat, dan organoklorin. Menurut Munawir (1994), macam senyawa yang dibentuk insektisida dapat berupa senyawa organofosfat, organokarbamat, dan organoklorin. Dari ketiga senyawa tersebut, senyawa organoklorin merupakan senyawa yang sukar diuraikan di alam dan akan terakumulasi terutama dalam lemak pada semua organisme hidup. Misalnya DDT (diklorodiphenil trikloroethan) dari hasil penyemprotan, residunya masih dijumpai sampai satu tahun lamanya. Dan selama itu, senyawa tersebut akan berubah menjadi turunannya DDE atau DDD yang ternyata mempunyai sifat racun yang sama kuatnya dengan DDT. Selain senyawa tersebut juga mudah terikat dengan lipid (lipofilik) dan penyebab kanker (carsinogenik).

Menurut Wikipedia (2013), jenis-jenis insektisida dapat dibedakan menjadi :

a. Senyawa Organofosfat

Insektisida golongan ini dibuat dari molekul organik dengan penambahan fosfat. Insektisida sintetik yang masuk dalam golongan ini adalah Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl, Diazinon, Dichlorvos, Pirimphos-methyl, Fenitrothion, dan Malathion.

b. Senyawa Organoklorin

Insektisida golongan ini dibuat dari molekul organik dengan penambahan klorin. Insektisida organoklorin bersifat sangat persisten, dimana senyawa ini masih tetap aktif hingga bertahun-tahun. Oleh karena itu, kini insektisida

golongan organoklorin sudah dilarang penggunaannya karena memberikan dampak buruk terhadap lingkungan. Contoh-contoh insektisida golongan organoklorin adalah Lindane, Chlordane, dan DDT.

c. Karbamat

Insektisida golongan karbamat diketahui sangat efektif mematikan banyak jenis hama pada suhu tinggi dan meninggalkan residu dalam jumlah sedang. Namun, insektisida karbamat akan terurai pada suasana yang terlalu basa. Salah satu contoh karbamat yang sering dipakai adalah bendiokarbamat.

d. Pirethrin/ Pirethroid Sintetik

Insektisida golongan ini terdiri dari dua kategori, yaitu berifat fotostabil serta bersifat tidak non fotostabil namun kemosetabil. Produknya sering dicampur dengan senyawa lain untuk menghasilkan efek yang lebih baik. Salah satu contoh produk insektisida ini adalah Permethrin.

e. Pengatur Tumbuh Serangga

Insektisida golongan ini merupakan hormon yang berperan dalam siklus pertumbuhan serangga, misalnya menghambat perkembangan normal. Beberapa contoh produknya adalah Methoprene, Hydramethylnon, Pyriproxyfen, dan Flufenoxuron.

f. Fumigan

Fumigan adalah gas-gas mudah menguap yang dapat membunuh hama serangga. Fumigan hanya boleh digunakan oleh personel terlatih karena tingkat toksisitasnya yang tinggi. Contoh-contohnya adalah Metil Bromida (CH_3Br), Aluminium Fosfit, Magnesium Fosfit, Kalsium Sianida, dan Hidrogen Sianida.

2.2.3 Proses Transfer Insektisida

Di alam, insektisida diserap oleh berbagai komponen lingkungan yang kemudian terangkut ke tempat lain oleh air, angin atau oleh jasad hidup yang berpindah tempat. Dengan masih terdeteksinya residu di alam maka akan menimbulkan ketidakseimbangan ekosistem yang menyebabkan kematian pada beberapa spesies seperti cacing tanah, ular sawah, katak dan berbagai jenis serangga yang sebenarnya bukan sasaran untuk dibunuh. Residu tersebut juga akan membahayakan hewan yang mengkonsumsi hijauan yang tumbuh di daerah tersebut yang menjadi sumber pakan. Hal lainnya adalah terakumulasinya residu tersebut pada hewan-hewan air (ikan) seperti yang dilaporkan di daerah Lembang dan Pangalengan dan residu turunan DDT pada udang, kepiting dan ikan di daerah Cimanuk (Faedah et al., 1993).

Menurut Waldron *dalam* Manuaba (2009), transfer insektisida dapat terjadi melalui 5 cara yaitu :

1. Adsorpsi adalah terikatnya insektisida dengan partikel-partikel tanah. Jumlah insektisida yang dapat terikat dalam tanah bergantung pada jenis insektisida, kelembaban, pH, dan tekstur tanah. Insektisida dapat teradsorpsi dengan kuat pada tanah berlempung ataupun tanah yang kaya bahan-bahan organik, sebaliknya insektisida tidak dapat teradsorpsi dengan kuat pada tanah berpasir. Adsorpsi insektisida yang kuat di dalam tanah mengakibatkan tidak terjadi penguapan sehingga tidak menimbulkan pencemaran terhadap air tanah maupun air danau.
2. Penguapan adalah suatu proses perubahan bentuk padat atau cair ke bentuk gas, sehingga dalam bentuk gas bahan tersebut dapat bergerak dengan bebas ke udara sesuai dengan pergerakan arah angin. Kehilangan akibat penguapan ini dapat meracuni tanaman yang jauh dari tempat dimana insektisida tersebut digunakan. Insektisida dapat menguap dengan mudah,

dan cuaca yang panas, kering serta berangin juga mempercepat terjadinya penguapan insektisida

3. Kehilangan insektisida saat aplikasi adalah kehilangan yang disebabkan terbawanya insektisida oleh angin saat disemprotkan. Kehilangan ini dipengaruhi oleh ukuran butiran semprotan, semakin kecil ukuran butiran semakin tinggi kemungkinan untuk hilang, kecepatan angin, jarak antara lubang penyemprot dengan tanaman target. Insektisida yang hilang ini dapat membahayakan atau mengkontaminasi tanaman lain, bahkan dapat membahayakan manusia dan ternak. Demikian juga, insektisida ini dapat mencemari perairan yang berada disekitarnya baik sungai, danau, atau kolam sehingga membahayakan biota yang ada di dalamnya.
4. Limpasan akhir adalah terbawanya insektisida bersama-sama aliran air menuju daerah yang lebih rendah. Insektisida yang terbawa ini dapat bercampur dengan air atau terikat dengan tanah erosi yang ikut terbawa. Banyaknya Insektisida yang terbawa ini dipengaruhi oleh: kecuraman lokasi, kelembaban tanah, curah hujan, dan jenis insektisida yang digunakan. Limpasan dari daerah pertanian yang menggunakan insektisida akan dapat mencemari aliran air, sungai, danau, sumur maupun air tanah. Residu cemaran insektisida pada permukaan air dapat membahayakan tanaman, biota dan juga dapat mencemari air tanah.
5. Rembesan adalah perpindahan insektisida dalam air di dalam tanah. Perembesan dapat terjadi keseluruhan penjuru, ke bawah, atas dan samping. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya perembesan adalah sifat-sifat insektisida dan tanah, dan interaksi insektisida dengan air seperti saat terjadinya hujan ataupun irigasi saat musim tanam. Proses perembesan dapat meningkat bila insektisidanya bersifat mudah larut dalam air, tanahnya

berpasir, turun hujan saat penggunaan insektisida, dan insektisidanya teradsorpsi dengan kuat dalam tanah.

2.3 Organoklorin

2.3.1 Sejarah Organoklorin

Kelompok insektisida organoklorin mulai diperkenalkan pemerintah pada pertanian sejak awal 1950 (Untung dalam Sudaryanto et al., 2007). Insektisida golongan ini dibuat dari molekul organik dengan penambahan klorin. Insektisida organoklorin bersifat sangat persisten, dimana senyawa ini masih tetap aktif hingga bertahun-tahun. Oleh karena itu, kini insektisida golongan organoklorin sudah dilarang penggunaannya karena memberikan dampak buruk terhadap lingkungan. Contoh-contoh insektisida golongan organoklorin adalah Lindane, Chlordane, dan DDT (wikipedia, 2012). DDT digunakan selama program pemberantasan penyakit malaria sebanyak 2600 ton/tahun selama tahun 1974 – 1982 khususnya di Pulau Jawa (UNIDO, 1984).

Sejak akhir 1990-an, semua organoklorin dilaporkan dilarang untuk digunakan di Indonesia, namun informasi tentang persediaan organoklorin ini tidak tersedia. Dalam kasus DDT, karena harganya yang murah, efektif dan mudah digunakan, ditambah dengan kurangnya penegakan hukum, penggunaan pestisida ini mungkin terus di Indonesia. Berkenaan untuk PCB, ada informasi mengenai penggunaannya, namun mereka digunakan dalam tenaga listrik untuk seluruh negeri. Meskipun, PCB telah dilarang untuk digunakan dalam kegiatan industri sejak akhir 1990-an, mereka masih ada di banyak peralatan listrik, yang telah digunakan dan didistribusikan secara luas di negara ini (Untung, 1999).

Di Indonesia telah beredar lebih dari 500 jenis pestisida baik dari golongan organoklorin, fosfat organik ataupun karbamat, yang mengandung satu atau lebih bahan aktif yang diijinkan beredar di pasaran (Departemen Pertanian,

1997). Pada tahun 1996 sebanyak 28 jenis bahan aktif termasuk didalamnya empat jenis pestisida golongan organoklorin yaitu diklorvos, endosulfan, klorpirifos, klorpirifos metal dihentikan penggunaannya melalui Surat Keputusan Menteri Pertanian nomor 473/Kpts/TP.270/6/96 tentang Penghentian Pendaftaran dan Izin Pestisida (LIPTAN, 1997) menyusul dieldrin, klordan, lindan dan dichloro diphenyl trichloroethan (DDT) yang telah dilarang sebelumnya.

Sejak akhir 1990, semua jenis insektisida organoklorin sudah dilarang penggunaannya di Indonesia. Namun karena harganya yang murah, mudah digunakan, dan efektif membasmi hama, maka beberapa jenis organoklorin seperti DDT masih digunakan di Indonesia, selain karena kurangnya ketegasan peraturan dan hukum yang berlaku (Sudaryanto *et al.*, 2007)

2.3.2 Pengertian Organoklorin

Organoklorin adalah senyawa insektisida yang mengandung atom-atom karbon, klor, dan hidrogen dan kadangkala oksigen. Senyawa organoklorin jenis DDT dan BHC (Benzena Hexa Chlorida) merupakan senyawa organoklor yang pertama kali diketahui mempunyai sifat sebagai racun serangga. Senyawa dari golongan ini khususnya DDT telah mencatat sejarah di dalam penggunaan insektisida sepanjang abad 20. Golongan senyawa ini memiliki formula umum $C_xH_yCl_z$. Golongan ini dibagi menjadi 3 sub golongan utama yaitu DDT, BHC, dan Siklodien (Sudarmo, 1991).

Organoklorin atau biasa disebut juga sebagai hidrokarbon berklorin, merupakan jenis insektisida yang tidak mudah larut dalam air, namun mudah larut dalam minyak. Insektisida organoklorin merupakan jenis insektisida yang tidak mudah terurai di alam setelah digunakan, sifatnya yang persisten sehingga akan dapat menimbulkan dampak negatif yang besar terhadap lingkungan dan makhluk hidup sekitarnya. Contoh insektisida organoklorin yang sering digunakan

dalam kehidupan adalah Aldrin, Dieldrin dicofol, Endosulfan, Endrin, chlordane, DDT, Heptaklor, Lindane, Benzane hexaclaride (BHC) (Ferdy, 2010).

Salah satu kelompok bahan kimia beracun adalah organoklorin, suatu bahan kimia yang sedikitnya mempunyai satu ikatan klorin-karbon pada strukturnya. Hampir seluruh bahan kimia ini adalah bahan sintetik buatan manusia (*man-made*), daripada hadir secara alamiah, tetapi telah dapat dijumpai di hampir seluruh kompartemen lingkungan, mulai dari udara, danau, lautan, tanah, sedimen, binatang termasuk manusia di hampir seluruh bagian dunia

Organoklorin merupakan senyawa alifatik dan aromatik yang digunakan untuk pembasmi insek. Senyawa tersebut sangat sulit larut dalam air dan sukar diuraikan baik oleh panas maupun mikroorganisme (Furukawa, 1982).

Organoklorin dikelompokkan menjadi 3, yaitu : diklorodifenil etan (contoh : DDT, DDD, portan, metosiklor, dan metioklor), siklodin (contoh : aldrin, dieldrin, heptaklor, klordan, dan endosulfan), dan sikloheksan benzene terklorinasi (contoh : HCB, HCH, dan lindan). Organoklorin merupakan pencemar utama dalam golongan Persistent Organic Pollutant yang sedang dipermasalahkan di dunia akibat sifatnya yang toksik kronis, persisten dan bioakumulatif (Zhou *et al.*, 2006). Dalam jangka waktu 40 tahun, residu organoklorin masih ditemukan di lingkungan dan biota, dan terdistribusi secara global bahkan ke daerah terpencil di mana organoklorin tidak pernah digunakan (Sudaryanto *et al.*, 2007).

2.3.3 Klasifikasi Kimiawi Organoklorin

Organoklorin atau disebut "Chlorinated hydrocarbon" terdiri dari beberapa kelompok yang diklasifikasi menurut bentuk kimianya. Klasifikasi insektisida organoklorin tersebut yaitu :

1. Kelompok Cyclodienes : Aldrin, Chlordan, Dieldrin, Heptachlor, endrin, Toxaphen, Kepon, Mirex.

2. Kelompok Hexachlorocyclohexan : Lindane
3. Derivat Chlorinated-ethan DDT

Contoh di atas dapat digolongkan sebagai senyawa aktif yang terkandung pada jenis-jenis pestisida organoklorin dengan toksisitas yang berbeda. Berdasarkan Toksisitasnya dapat digolongkan sebagai berikut:

- 1) sangat toksik : aldrin, endosulfan, dieldrin
- 2) toksik sederhana : Clordane, DDT, lindane, heptaklor
- 3) kurang toksik : Benzane hexacloride (BHC)

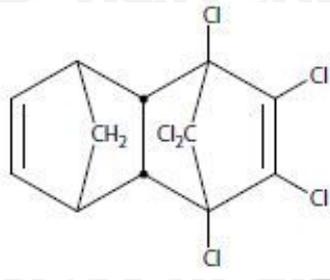
Keracunan karena senyawa organoklorin seringkali terjadi, pada umumnya keracunan terjadi karena adanya kontak secara langsung dengan racun jenis ini. Apabila keracunan, pada umumnya racun ini langsung menyerang pada syaraf pusat yang dapat menyebabkan kejang ataupun bisa menyebabkan koma, sesak nafas, serta bisa juga berujung pada maut (Wikipedia, 2013).

Organoklorin dikelompokkan menjadi 3, yaitu : diklorodifenil etan (contoh : DDT, DDD, portan, metosiklor, dan metioklor), siklodin (contoh : aldrin, dieldrin, heptaklor, klordan, dan endosulfan), dan sikloheksan benzene terklorinasi (contoh : HCB, HCH, dan lindan). Organoklorin merupakan pencemar utama dalam golongan Persistent Organic Pollutant yang sedang dipermasalahkan di dunia akibat sifatnya yang toksik kronis, persisten dan bioakumulatif (Zhou et al., 2006). Dalam jangka waktu 40 tahun, organoklorin masih ditemukan di lingkungan dan biota, dan terdistribusi secara global bahkan ke daerah terpencil di mana organoklorin tidak pernah digunakan (Sudaryanto et al., 2007).

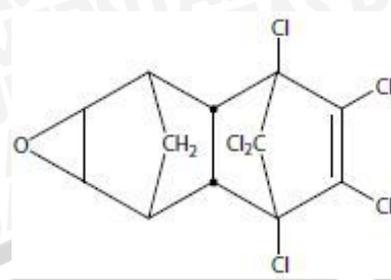
Menurut Panut (2008) Insektisida organoklorin dikelompokkan menjadi tiga golongan berikut:

1. DDT dan analognya, misalnya BHC, dicofol, Klorobenzilat, TDE dan metoxychlor.
2. Senyawa siklodien, misalnya aldrin, dieldrin, endrin, endosulfan dan heptaklor

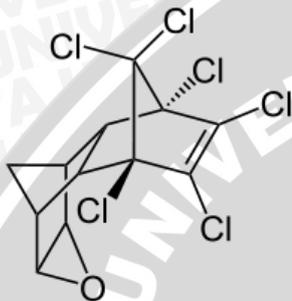
3. Terpena berklor, misalnya toksafen



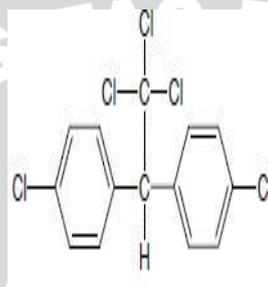
Aldrin



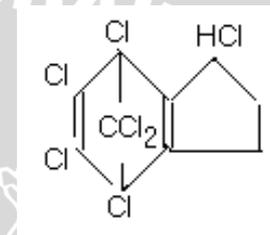
Dieldrin



Endrin



DDT



Heptaklor

Gambar 2. Rantai Kimia Residu Organoklorin

2.3.4 Efek Organoklorin

Efek residu pestisida golongan organoklorin yang ditimbulkan bersifat kronik yang dapat menyebabkan gangguan pada fungsi hati dan adrenal dan juga dapat menimbulkan efek karsinogenik, teratogenik, mutagenik dan immunosupresif (Goebel et al., 1982). Apabila manusia mengkonsumsi produk hewani yang terkontaminasi residu pestisida golongan organoklorin, maka akan berakibat yang sama pula terhadap manusia. Latimer dan Siegel (1977) melaporkan bahwa konsentrasi tertinggi dari residu yang terdeteksi pada organ ayam pedaging adalah pada kelenjar adrenal, hati dan otak.

Residu organoklorin yang tidak dapat terurai akan terbawa aliran air dan masuk ke dalam sistem biota air (kehidupan air). Konsentrasi residu organoklorin yang tinggi dalam air dapat membunuh organisme air. Kerusakan yang

disebabkan oleh residu organoklorin adalah bersifat akumulatif karena sengaja ditebarkan ke dalam suatu lingkungan dengan tujuan untuk mengontrol hama tanaman atau organisme-organisme lain yang tidak diinginkan. Penggunaan organoklorin yang memiliki ikatan molekul yang kuat akan bertahan di alam hingga beberapa tahun sejak mulai digunakan. Penumpukan residu organoklorin dalam jaringan tubuh bersifat racun dan dapat mempengaruhi sistem syaraf pusat (Repository.ui.ac.id, 2011).

Pengaruh insektisida golongan organoklorin (DDT) terhadap ternak unggas juga telah diteliti oleh beberapa peneliti, Sell dan Davidson (1973) melaporkan bahwa pemberian 200 ppm DDT pada ayam pedaging menyebabkan pembengkakan hati dan kenaikan protein mikrosomal. Cecil et al. (1971) melaporkan bahwa kontaminasi residu insektisida golongan organoklorin pada pakan menimbulkan residu pada organ dengan hasil residu yang lebih tinggi daripada dosis pemberiannya, dan residu yang terdeteksi pada telur besarnya 10% dari residu pada organ .

Menurut Hasan (2006), residu organoklorin selain berdampak pada kesehatan, juga berdampak pada lingkungan, baik udara, air dan komunitas makhluk hidup yang ada pada lingkungan yang terkena dampak tersebut. Besarnya dampak yang ditimbulkan oleh residu organoklorin sangat tergantung dari kadar, jenis residu organoklorin dan yang terpenting tingkat toksisitas dari residu tersebut. Pengaruh residu organoklorin terhadap kesehatan yaitu, dapat mengganggu sistem kekebalan tubuh, merusak hati dan ginjal, gangguan pencernaan, gangguan pada sistem syaraf (neurological), dapat menyebabkan kanker dan dapat mengganggu sistem reproduksi yang menyebabkan keguguran.

Efek residu organoklorin yang ditimbulkan bersifat kronik yang dapat menyebabkan gangguan pada fungsi hati dan adrenal dan juga dapat

menimbulkan efek karsinogenik, teratogenik, mutagenik dan immunosupresif (Goebel et al., 1982). Berdasar percobaan Menzer dan Nelson (1986), menunjukkan bahwa PCBs dapat menyebabkan kanker kandung kemih. Demikian pula DDT, DDD, DDE dapat menyebabkan keracunan kronik, kanker, alergi kulit dan asma (Murphy, 1986).

Organoklorin Secara kimia tergolong insektisida yang toksisitas relatif rendah akan tetapi mampu bertahan lama dalam lingkungan. Racun ini bersifat mengganggu susunan syaraf dan larut dalam lemak. Contoh insektisida ini pada tahun 1874 ditemukan DDT (Dikloro Difenil Tri Kloroetana) oleh Zeidler seorang sarjana kimia dari Jerman. Pada tahun 1973 diketahui bahwa DDT ini ternyata sangat membahayakan bagi kehidupan maupun lingkungan, karena meninggalkan residu yang terlalu lama dan dapat terakumulasi dalam jaringan melalui rantai makanan. DDT sangat stabil baik di air, di tanah, dalam jaringan tanaman dan hewan. DDT merupakan racun non sistemik, racun kontak dan racun perut serta sangat persisten di lingkungan. LD50 terhadap tikus 113-118, mencit 150-300, kelinci 300, anjing 500-700, dan kambing > 1000 mg/kg berat badan sedangkan 35 mg/orang/hari (sekitar 0,5 mg/kg berat badan). Karena sifatnya yang lipofilik, DDT dan senyawa hasil pecahannya cenderung terakumulasi lewat rantai makanan dalam lemak tubuh dan lingkungan (Panut, 2008).

Organoklorin ini mempunyai dampak nyata terhadap kesehatan manusia karena bersifat persisten dalam jangka waktu yang lama dan bersifat bioakumulasi karena tidak mudah terurai. bioakumulasi senyawa organoklorin di perairan terjadi melalui rantai makanan yang pada akhirnya sampai ke manusia (Munawir, 2010).

2.4 Ikan Sebagai Bioindikator

Ikan sebagai salah satu komponen penting penghuni perairan dapat digunakan sebagai indikator pencemaran air. Adanya bahan pencemar dapat mempengaruhi kehidupan ikan yang dapat dilihat dari bentuk tubuh, adanya berbagai kelaian dalam tubuh ikan hingga kematian ikan (tidak terdapat ikan pada perairan yang tercemar berat). Berdasarkan kandungan bahan pencemar perairan, kematian ikan tidak hanya disebabkan oleh faktor tunggal tetapi dapat diakibatkan oleh beberapa faktor sekaligus (Akademi Perikanan Yogyakarta, 2009).

Jika organoklorin yang berada pada tanah terbilas aliran irigasi, atau tanah tersebut tererosi, maka organoklorin tersebut dapat terbawa sampai badan air penerima seperti sungai, sehingga dapat mencemari biota dan ekosistem perairan termasuk ikan. Residu pestisida masuk ke tubuh ikan melalui makanan dan dari air melalui insang (Bakre *et al.*, 2005).

Organoklorin bersifat persisten dan tidak mudah larut dalam air melainkan mudah larut dalam lemak (lipofilik). Oleh sebab itu, organoklorin sangat rentan terakumulasi di dalam tubuh ikan. Residu organoklorin dapat terakumulasi dalam tubuh ikan melalui 2 cara, yaitu Biomagnifikasi atau proses masuknya bahan pencemar (residu organoklorin) ke dalam tubuh ikan melalui piramida rantai makanan. Selain Biomagnifikasi terdapat cara masuknya residu organoklorin melalui proses Bioakumulasi yaitu proses masuknya bahan pencemar (residu organoklorin) ke dalam tubuh ikan melalui proses respirasi ataupun proses osmoregulasi. Ikan merupakan konsumen pada ekosistem perairan sungai, hal tersebut memungkinkan besarnya kandungan residu organoklorin yang terdapat dalam tubuh ikan. Untuk itu ikan dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran perairan.

Ikan dapat menunjukkan reaksi terhadap perubahan fisik air maupun terhadap adanya senyawa pencemar yang terlarut dalam batas konsentrasi tertentu (Mark, 1981). Ikan dapat digunakan sebagai bioindikator karena mempunyai kemampuan merespon adanya bahan pencemar. Ikan dapat menunjukkan reaksi terhadap perubahan fisik air maupun terhadap adanya senyawa pencemar yang terlarut dalam batas konsentrasi tertentu. Reaksi yang dimaksud antara lain adanya perubahan aktivitas pernafasan, aktivitas dan gerakan renang, warna tubuh ikan dan sebagainya. Kemampuan ikan merespon bahan pencemar sering digunakan dalam pengujian penanganan limbah industri. Limbah industri pada umumnya melewati beberapa tahapan pengolahan seperti penyaringan secara mekanis (secara fisik), pengendapan dan penjernihan dengan bahan kimia (secara kimia) serta penghilangan senyawa berbahaya dengan bakteri pengurai limbah (secara biologis) setelah melewati ketiga tahapan tersebut air limbah yang sudah diolah dilewatkan dalam kolam kecil berisi ikan. Apabila masih terdapat bahan pencemar maka ikan akan bereaksi mulai dari gerakan renang, percepatan gerakan operculum hingga kematian pada air yang masih beracun (Akademi Perikanan Yogyakarta, 2009).

Ikan merupakan salah satu komponen makhluk hidup yang berada di perairan atau hidrosfer dengan trofik tinggi pada rantai peredaran sumber makanan. Degradasi kondisi tersebut jenis ikan tertentu yang mempunyai kadar lemak tinggi, akan mempunyai harga BAF (*Bioaccumulation Factor*) yang tinggi. Mengingat senyawa organoklorin yang apolar akan lebih mudah terakumulasi dalam jaringan lemak ikan. Ikan selain dapat mengakumulasi cemaran senyawa organik dapat juga mengakumulasi senyawa anorganik seperti logam yang berbahaya. Cemaran organoklorin dalam air dapat melakukan penetrasi lewat kulit atau insang ikan atau lewat makanan yang kadarnya tergantung pada area cemaran yang ada disekitarnya (Kullenberg, 1989).

2.5 Mekanisme Masuknya Residu Organoklorin Pada Ikan

Air dan udara berperan penting dalam memindahkan residu organoklorin dari satu tempat ke tempat lain. Sumber utama terjadinya pencemaran lingkungan perairan dari residu organoklorin adalah insektisida organoklorin yang dipakai untuk memberantas hama tanaman dan pemeliharaan kesehatan masyarakat dan limbah industri pestisida. Disamping itu secara tidak disengaja timbul dari tumpahan-tumpahan yang terjadi sewaktu pengangkutan, distribusi dan penyimpanan. Proses-proses tersebut mengakibatkan pencemaran residu organoklorin pada tanah, air, maupun udara. Pada air residu organoklorin masuk melalui limpasan air tanah pertanian yang tergerus oleh aliran air hujan, selain itu pemakaian insektisida langsung pada permukaan perairan juga dapat mengakibatkan masuknya residu organoklorin pada perairan. Residu organoklorin pada perairan tersebut dapat juga berdampak pada organism yang ada pada perairan tersebut termasuk didalamnya adalah ikan.

Ikan merupakan organisme perairan yang dapat mengakumulasi bahan-bahan pencemar baik senyawa organik seperti residu pestisida maupun senyawa anorganik seperti logam berat. Proses akumulasi cemaran organoklorin dapat terjadi dalam proses rantai makanan ataupun terjadi melalui kontak langsung dengan insang dan kulit ikan yang kadarnya tergantung pada area cemaran di lingkungannya (Kullenberg, 1989). Seperti diketahui ikan adalah pemakan plankton dan di dalam plankton sendiri ditemukan residu pestisida organoklorin (Muliawati, 1995). Dalam proses rantai makanan manusia juga memakan ikan sebagai lauk pauk sehari-hari. Manusia merupakan konsumen paling tinggi tingkatannya, dan manusia juga mempunyai jaringan lemak di dalam tubuhnya

sehingga memungkinkan adanya bioakumulasi residu pestisida organoklorin di dalam tubuh manusia.

Umur dan jenis ikan merupakan faktor yang dapat mempengaruhi variasi konsentrasi pada ikan. Makin tua umur ikan makin besar ukurannya, makin banyak pula lemak pada tubuh ikan, menyebabkan makin banyak residu pestisida yang terakumulasi. Persentase lemak pada tiap jenis ikan juga berbeda-beda, menyebabkan residu pestisida dari suatu jenis ikan akan berlainan dengan jenis ikan lainnya. Perubahan musim juga dilaporkan memiliki pengaruh dalam variasi konsentrasi pestisida pada ikan. Di Danau Paranao Brasil, dilaporkan residu DDT pada sampel yang diambil pada musim kemarau lebih besar dibanding sampel yang diambil pada musim hujan (Caldas, 1999). Hal ini terkait dengan pergerakan ikan yang lebih jarang terjadi saat musim kemarau, menyebabkan terjadi peningkatan lemak tubuh ikan sehingga konsentrasi organoklorin pun meningkat. Tingkatan tropik yang lebih tinggi pada spesies ikan pada rantai makanan ternyata tidak berpengaruh besar terhadap konsentrasi residu pestisida. Dilaporkan *Varichorhinus* sp. memiliki jumlah konsentrasi DDT yang sama dibanding *Salmon* sp. yang tingkatan tropiknya lebih tinggi (Murty, 1985).

2.6 Hasil Penelitian Terdahulu Kandungan Organoklorin di Indonesia

Seperti di negara-negara tropis lainnya yang berbasis pertanian, di Indonesia, pemakaian pestisida organoklorin telah dilakukan sejak tahun 1950-an. Jumlah penggunaan pestisida organoklorin secara besar-besaran dikarenakan harga pestisida yang murah dan mudah dalam penggunaannya serta efektif dalam membunuh hama. Selain mempunyai kelebihan tersebut, pestisida organoklorin ini mempunyai kelemahan, yaitu memiliki waktu paruh yang relatif lama dan tidak mudah terdegradasi, sehingga pestisida organoklorin

ini termasuk senyawa pencemar lingkungan. Beberapa penelitian tentang kandungan residu organoklorin pada ikan dan air sungai dan laut di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil-Hasil Penelitian Tentang Pestisida Organoklorin DDT Beserta Turunannya Di Perairan Indonesia.

No.	Pustaka	Objek	Parameter	Nilai terbesar	Lokasi
1.	Sudaryanto et al, 2003	Ikan Gurame, Ikan Mujair	DDT	800 ng/g lipid, 1100 ng/g lipid	Sungai Ciliwung
2.	Sudaryanto et al, 2003	Ikan Bandeng, Ikan Belanak	DDT	120 ng/g lipid, 110 ng/g lipid	Teluk Jakarta
3.	Sudaryanto et al, 2003	Ikan Kembung, Ikan Kurisi	DDT	120 ng/g lipid, 19 ng/g lipid	Teluk Lada
4.	Sudaryanto et al, 2003	Ikan Belanak, Ikan kembung	DDT	220 ng/g lipid, 880 ng/g lipid	Cirebon
5.	Sudaryanto et al, 2003	Ikan Balak, Ikan swanggi	DDT	25 ng/g lipid, 24 ng/g lipid	Teluk Lampung
6.	Sumarno., dan Hillebrand.,	Air Laut	DDT DDD DDE	0,97 ng/g lipid, 2,1 ng/g lipid 2,8 ng/g lipid	Laut jawa (selat Madura)
7.	Munawir, 1996	Air Sedimen	pp-DDT pp-DDD pp-DDE pp-DDT pp-DDD pp-DDE	0,416 ng/l (Mei) 0,695 ng/l (Mei) 0,344 ng/l (Juli) 5,527 ppb (Nov) 1,156 ppb (Juli) 0,272 ppb (Juli)	Muara Sungai Tungkal, Jambi
8.	Munawir, 1994	Air Sedimen	OCs OCs	0,573 ng/l (sept) 10,845 ng/l (Sept)	Muara S. Porong S. Mas
9.	Munawir, 1998	Air Air	pp-DDT pp-DDD pp-DDE Ttd pp-DDT pp-DDD pp-DDE	8,301 ng/l (Okt) 1,181 ng/l (Juli) Ttd 5,617 ng/l (Okt) 0,885 ng/l (Juli) 0,972 ng/l (Juli)	S. Way Kambas S. Way Sekampung
10.	Srimumpuni R., dan Noegrohati., 1997	Air Ikan Belanak	pp-DDT pp-DDD pp-DDE pp-DDT pp-DDD pp-DDE	4,01 ng/l 1,93 ng/l 4,32 ng/l 385935,41 ng/g lipid 466,57 ng/g lipid 715,30 ng/g lipid	Perairan Cilacap

Beberapa laporan penelitian di Indonesia mengenai terdeteksinya residu pestisida organoklorin pada berbagai produk hasil pertanian diantaranya adalah terdeteksinya residu endosulfan pada kedelai (Nugraha et al., 1989). Residu endosulfan pada limbah pertanian (Indraningsih et al., 1990), residu lindan dan dieldrin yang terdeteksi di bawah ambang batas yang diijinkan dari biji kedelai di Jawa Barat (Samudra et al., 1992). Residu heptaklor pada beras yang melebihi ambang batas, disamping residu lainnya yaitu lindan dan aldrin, sampel tersebut berasal dari beberapa pasar di DKI Jakarta serta residu lindan dan endosulfan pada beras di beberapa daerah di Jawa Barat (Ardiwinata et al., 1994). Disamping itu residu DDT, endosulfan, lindan dan aldrin yang melampaui ambang batas juga terdeteksi pada sayuran wortel dari beberapa daerah di Jawa Barat dan Jawa Tengah (Faedah et al., 1993). Hal itu membuktikan bahwa pestisida organoklorin masih digunakan secara intensif dalam jenis, dosis dan frekuensi penggunaannya oleh petani di Indonesia, meskipun beberapa jenis pestisida ini telah dilarang dan dibatasi penggunaannya .

2.7 Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air diperlukan sebagai landasan dalam menganalisis kualitas suatu perairan. Parameter kualitas air yang di ukur dalam penelitian ini diantaranya meliputi: suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dan total bahan organik (TOM).

2.7.1 Suhu

Pada suatu perairan suhu memegang peran penting dalam siklus materi, yang akan mempengaruhi sifat fisika, kimia dan biologi perairan. Suhu berpengaruh terhadap kelarutan oksigen dalam air, proses metabolisme dan reaksi-reaksi kimia dalam perairan. Kenaikan suhu dalam perairan dapat

meningkatkan metabolisme tubuh organisme termasuk bakteri pengurai, sehingga proses dekomposisi bahan organik juga meningkat. Hal ini dapat menyebabkan kebutuhan akan oksigen terlarut meningkat yang selanjutnya kandungan oksigen terlarut dalam air menjadi menurun (Sastrawijaya, 1991).

Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan laut (*altitude*), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air. Suhu juga sangat berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan (Effendi, 2003). Cholik (2005) menyatakan, faktor abiotik yang berperan penting dalam pengaturan aktifitas hewan akuatik adalah suhu. Suhu air mempengaruhi proses fisiologi ikan seperti respirasi, metabolisme, konsumsi pakan, pertumbuhan, tingkah laku, reproduksi, kecepatan detoksifikasi dan bioakumulasi serta mempertahankan hidup. Ahmad *et al.* (1998) dalam Kordi dan Tancung (2007) juga menambahkan bahwa pertumbuhan dan kehidupan bota air sangat dipengaruhi suhu air. Kisaran suhu optimal bagi kehidupan ikan di perairan tropis adalah antara 28°C-32°C. Pada kisaran tersebut konsumsi oksigen mencapai 2,2 mg/g berat tubuh-jam. Di bawah suhu 25°C, konsumsi oksigen mencapai 1,2 mg/g berat tubuh-jam. Pada suhu 18°C-25°C, ikan masih bertahan hidup, tapi nafsu makannya mulai menurun. Suhu air 12°C-18°C mulai berbahaya bagi ikan, sedangkan pada suhu dibawah 12°C ikan tropis mati. Secara teoritis, ikan tropis masih hidup normal pada suhu 30°C-35°C kalau konsentrasi oksigen terlarut cukup tinggi.

2.8.2 pH

pH adalah cerminan dari derajat keasaman yang diukur dari jumlah ion hidrogen menggunakan rumus umum $\text{pH} = -\text{Log}(\text{H}^+)$. Air murni terdiri dari ion H^+ dan OH^- dalam jumlah berimbang hingga pH air murni biasa 7. Makin banyak ion OH^- dalam cairan makin rendah ion H^+ dan makin tinggi pH, cairan demikian disebut cairan alkalis. Sebaliknya semakin banyak ion H^+ main rendah pH dan ciran tersebut bersifat masam (Andayani, 2005). Effendi (2003) turut menyatakan bahwa Derajat keasaman yang diukur dari jumlah ion hidrogen menggunakan rumus umum $\text{pH} = -\text{Log}(\text{H}^+)$ (Wirawan, 1995). Nilai pH mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia, toksisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah dan berkurang pada meningkatnya pH. Pada $\text{pH} < 5$, alkalinitas dapat mencapai nol. Semakin tinggi nilai pH, semakin tinggi pula nilai alkalinitas dan semakin rendah nilai karbondioksida bebas. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 – 8,5.

Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 – 8,5. Pada pH dibawah 4 merupakan titik mati asam bagi biota perairan, sedangkan pH diatas 10 merupakan titik mati basa. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir pada pH yang rendah (Suryanto, 2011).

2.8.3 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen adalah suatu jenis gas terlerut dalam air dengan jumlah yang sangat banyak. Oksigen yang diperlukan oleh biota air untuk pernapasannya harus terlarut dalam air. Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga apabila ketersediaannya di dalam air tidak mencukupi kebutuhan biota budidaya, maka segala aktivitas biota akan terhambat. Biota air membutuhkan oksigen guna pembakaran bahan bakarnya (makanan) untuk menghasilkan

aktivitas (Kordi dan Andi, 2007). Kebutuhan oksigen pada ikan menurut Zonneveld *et al.* (1991) mempunyai kepentingan pada dua aspek, yaitu kebutuhan lingkungan bagi spesies tertentu dan kebutuhan konsumtif yang tergantung pada metabolisme ikan.

Perairan dengan oksigen tinggi, keragaman organisme biasanya tinggi. Jika oksigen menurun, hanya organisme yang toleran saja yang dapat hidup di tempat. Di dalam air dengan tekanan 1 atm dan 0 m dpL, dapat mengandung oksigen $\pm 14,6$ mg/l, dapat terdifusi pelan. Kecuali jika ada pemecahan lapisan atas (film air) yaitu gelombang dan arus. Tekanan parsial $O_2 = 0,21$ atm. Kelarutan udara di dalam air menunjukkan banyaknya gas yang dapat diikat oleh oksigen. Penetrasi cahaya mempengaruhi distribusi O_2 dan CO_2 dalam air. Jika aktivitas fotosintesis tinggi, produksi O_2 banyak, air mengalami kelarutan berlebih dan menjadi gelembung-gelembung gas (Arfiati, 2001).

Subarijanti (1990) menambahkan bahwa sumber oksigen terlarut dalam air adalah langsung dari atmosfer melalui permukaan secara difusi dan hasil fotosintesa tumbuhan berkhlorofil. Kelarutan oksigen dalam air dipengaruhi oleh suhu, tekanan parsial gas-gas yang ada di udara, di air maupun adanya senyawa unsur-unsur mudah teroksidasi yang terkandung di dalam air.

2.8.4 Total Bahan Organik (TOM)

Dekomposisi bahan organik pada dasarnya terjadi melalui dua tahap. Pada tahap pertama, bahan organik diuraikan menjadi bahan anorganik. Pada tahap kedua, bahan organik yang tidak stabil mengalami oksidasi menjadi nitrit dan nitrat (nitrifikasi). Kalium permanganat ($KMnO_4$) telah lama dipakai sebagai oksidator pada penentuan konsumsi oksigen untuk mengoksidasi bahan organik, yang dikenal sebagai parameter nilai permanganat atau sering disebut sebagai kandungan bahan organik total atau TOM (*Total Organic Matter*). Akan tetapi,

kemampuan oksidasi oleh permanganat sangat bervariasi, tergantung pada senyawa-senyawa yang terkandung dalam air (Effendi, 2003).



3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ikan yang diambil dari perairan delta Brantas yaitu di Sungai Porong, Sungai Aloo, Sungai Mas, dan Sungai Surabaya serta parameter kualitas air yang diukur meliputi: suhu, pH perairan, oksigen terlarut (DO), total bahan organik (TOM). Analisa jenis dan konsentrasi residu organoklorin pada tubuh ikan menggunakan alat GC-ECD (Gas Chromatograph - Electron Capture Detector) SHIMADZU 2014. Peta persebaran cemaran organoklorin dibuat dengan menggunakan *google maps* yang kemudian diolah menjadi sebuah peta dengan keterangan data sebaran jenis dan level pencemaran residu organoklorin.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

- Jala atau Jaring Insang (mata jaring berukuran 1,25 inci)
- *Cool box*
- Plastik
- Alat-alat untuk analisis kualitas air antara lain :
 - Thermometer Hg
 - Kotak Standard pH
 - Statif
 - Buret
 - Washing Bottle
 - Refraktometer
 - Botol DO
 - Pipet Volume
 - Botol sampel
 - Secchi Disc
 - Pipet Tetes
 - Tali
- Alat untuk pengukuran panjang dan berat:
 - Timbangan Digital
 - Camera Digital
 - Lap Basah
 - Penggaris
 - Nampan

- Alat untuk pengujian konsentrasi dan jenis organoklorin:
 - Pisau
 - Timbangan
 - Homogenizer (Blender)
 - Pompa Vakum
 - Labu Bundar
 - Rotary Evaporator
 - GC-ECD SHIMADZU 2014
 - Gelas Ukur 500 ml
 - Tabung Ukur 100 ml
 - Buret
 - Statif
 - Botol Vial
 - Botol Sampel 10 ml

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Ikan yang tertangkap di perairan Sungai Porong, Sungai Aloo, Sungai Mas, dan Sungai Surabaya.
- Bahan kimia untuk analisis kualitas air:
 - Aquades
 - Na-thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)
 - Air sample
 - Tissue
 - Karet Gelang
 - H_2SO_4
 - $\text{NaOH} + \text{KI}$
 - MnSO_4
 - pH paper
 - Kertas label
- Bahan yang digunakan untuk pengujian konsentrasi dan jenis organoklorin:
 - Kertas Saring
 - Celitte
 - Floricil
 - Standard campuran uji organoklorin
 - Aceton
 - Natrium Sulfat Anhidrat
 - n-Hexane
 - Sampel ikan

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian deskriptif eksploratif, yaitu penelitian yang dimaksudkan untuk mengumpulkan informasi mengenai status suatu gejala yang ada menurut apa adanya dengan cara melakukan analisa laboratorium pada saat penelitian dilaksanakan. Penelitian deskriptif eksploratif dimaksudkan untuk membuat gambaran secara sistematis, faktual dan akurat

mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena yang diteliti (Nazir,1999). Pada penelitian ini dilakukan analisa terhadap jenis dan level organoklorin pada masing-masing sampel ikan. Selain itu, dilakukan analisa beberapa parameter pendukung yaitu analisa kualitas air yang meliputi DO, suhu, pH perairan, total bahan organik.

3.4 Tempat Penelitian

Penelitian ini mencakup semua kegiatan yang dilakukan di lapang maupun di laboratorium, yaitu:

1. Pengambilan sampel ikan dilakukan di Sungai Porong, Sungai Aloo, Sungai Mas, dan Sungai Surabaya.
2. Identifikasi ikan dan pengujian kualitas air dilakukan di Laboratorium Hidrobiologi, FPIK UB.
3. Pengujian jenis dan level organoklorin dilakukan di Laboratorium Terpadu Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (BALINGTAN), Pati, Jawa Tengah.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pengambilan Sampel Ikan

Metode pengambilan sampel ikan dilakukan dengan menggunakan jala :

1. Menyiapkan jala untuk ditebar di sungai
2. Menebar jala di sungai pada jarak tertentu.
3. Menarik kembali jala dari sungai untuk kemudian diambil ikannya.

3.5.2 Identifikasi Ikan

Ikan diambil langsung dari sungai dengan cara menebar jala pada badan sungai. Ikan yang sudah didapat kemudian dilakukan pengelompokan jenis spesies ikan dan dilakukan pengukuran panjang dan berat. Pengukuran panjang

dan berat dilakukan menurut prosedur dari Wibowo *et al.* (2007) yaitu sebagai berikut:

1. Ikan dipilih secara random.
2. Menimbang ikan dengan menggunakan timbangan.
3. Mengukur berat ikan dengan menggunakan penggaris khusus untuk mengukur ikan (Gambar 3).



Gambar 3. Cara mengukur panjang ikan

3.5.3 Analisa Kandungan Organoklorin

Prosedur analisa kandungan organoklorin berdasarkan Komisi Pestisida 2006 dan AOAC edisi 18 tahun 2005 dalam Paramita (2009) dan telah dimodifikasi oleh Laboratorium Terpadu, Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (BALINGTAN), Pati Jawa Tengah. Pada penelitian ini terdiri dari 2 tahap, tahap pertama yaitu ekstraksi dan tahap kedua yaitu injeksi.. Prosedurnya adalah sebagai berikut:

Tahap 1: Ekstraksi.

1. Kumpulan sampel ikan yang didapat diseleksi agar didapatkan bobot ikan yang seragam.
2. Ikan dibersihkan serta di fillet dagingnya.

3. Daging ikan ditimbang seberat 25 gram kemudian dirajang halus dan dihomogenkan kemudian dimasukkan ke dalam *cup homogenizer*, dan ditambah pelarut aseton 100 ml.
4. Tutup *homogenizer* dengan cara ditekan lalu diset selama ± 10 menit dengan kecepatan *low* (100 rpm).
5. Hasil difiltrasi dengan pompa vakum yang diberi kertas saring dan bubuk cellite sebanyak 2 gram dan hasilnya ditampung dalam labu bundar berukuran 300 ml.
6. Dilakukan evaporasi dengan *rotary evaporator* sampai tersisa ± 1 ml, lalu dielusi atau ditambahkan dengan menggunakan 50 ml pelarut n-Heksan, dan di homogenkan.
7. Kemudian dimurnikan atau di *clean up* dengan melewatkannya melalui buret yang berisikan fluorocil sebanyak 1 gram dan sodium sulfat anhidrat sebanyak 2 gram.
8. Cuplikan contoh dievaporasi dengan *rotary evaporator* lagi sampai ± 1 ml, kemudian labu dibilas aseton secara bertahap, ditampung dalam tabung uji hingga volume 10 ml dan cuplikan contoh siap diinjeksikan pada kromatografi gas .

Tahap 2: Injeksi

1. Sebelum dilakukan proses injeksi larutan sample, diinjeksikan terlebih dahulu larutan standart dengan menyuntikkan larutan baku campuran sampai didapat luas puncak dan waktu retensi dari senyawa baku, sehingga dapat digunakan sebagai bahan perbandingan luas puncak dan waktu retensi larutan standart dan larutan sample.
2. Mengambil hasil ekstraksi sebanyak 2 ml kemudian dipindahkan ke dalam botol *vial injector* dengan menggunakan mikropipet. Setelah itu ditutup

dan dipasangkan ke dalam rak *injector* (AOC), dan masuk pada pemrograman komputer.

3. Pada pemrograman komputer di atur terlebih dahulu bagian-bagian dari Gas Kromatografi. Pertama, *Carrier Gas*: suhu 250°C, tekanan 65 kPa, total flow 48,7 ml/min, *colum flow* 0,90 ml/min, *linear velocity* 23.0 cm/sec, *purge flow* 3,0 ml/min, *split ratio* 50. Kedua, *Colum* spesifikasinya: panjang 30,0 m, diameter 0,25 mm, ketebalan 0,25 µm, dan suhu 230°C. Ketiga, *Detector*: untuk *detector* yang dipakai dalam penelitian ini yaitu *detector* ECD (*Electron Capture Detector*) diatur pada suhu 250°C. Keempat, yaitu *Injector* (AOC) berisi 8 tabung *vial injector*, pada tabung pertama berisi acetone yang berfungsi sebagai pengkalibrasi jarum *injector*, sedangkan pada tabung kedua di biarkan kosong digunakan untuk membuang acetone dan larutan sample pada proses injeksi, pada proses inject jarum *injector* mengambil larutan 1 µl.
4. Waktu yang dibutuhkan untuk menganalisa 1 sample selama ± 20 menit. Untuk mendapatkan hasil perhitungan jumlah dan macam residu organoklorin data dari *batch table* pada komputer di bandingkan dengan standard dan di *drag* ke *report* untuk ditentukan hasilnya.

3.5.4 Pembuatan Peta Persebaran Pencemaran Organoklorin

Prosedur pembuatan peta persebaran pencemaran organoklorin dengan menggunakan peta yang di unduh dari *Google maps* yang kemudian diolah dengan menggunakan aplikasi *Adobe photoshop* agar didapatkan citra gambar yang lebih baik beserta titik persebaran pencemaran organoklorin.

3.5.5 Pengujian Kualitas Air

a. Suhu

Prosedur pengukuran suhu menurut Hariyadi (1992) adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan Termometer air raksa.
2. Memasukkan termometer kedalam perairan sekitar 10 menit dan ditunggu sampai beberapa saat sampai air raksa dalam termometer menunjukkan atau berhenti pada skala tertentu.
3. Membaca skala termometer dilakukan pada saat termometer masih dalam air dan jangan sampai tersentuh oleh tangan dan catat dalam skala^oC.

b. pH Air

Prosedur pengukuran pH air menurut FPIK UB (2008) adalah sebagai berikut:

1. Memasukkan pH paper ke dalam perairan selama minimal 2 menit.
2. Mengkibas-kibaskan pH paper hingga setengah kering.
3. Mencocokkan warna pada pH paper dengan warna pada kotak standard.
4. Dicatat hasilnya.

c. Oksigen Terlarut (DO)

Metode pengukuran DO menurut Hariadi *et al.* (1992) adalah sebagai berikut:

1. Mencatat volume botol DO yang akan digunakan.
2. Memasukkan botol DO ke dalam *water sampler*.
3. Memasukkan *water sampler* ke dalam perairan.
4. Mengangkat *water sampler* dari perairan.
5. Metutup botol DO di dalam *water sampler*.

6. Menambahkan 2 ml MnSO_4 dan 2 ml $\text{NaOH} + \text{KI}$ lalu di bolak-balik sampai terjadi endapan coklat dan dibiarkan selama 30 menit.
7. Membuang air bening di atas endapan, kemudian endapan yang tersisa diberi 1-2 ml H_2SO_4 pekat dan dikocok sampai endapan larut.
8. Memberi 3-4 tetes Amylum, dititrasi dengan Na-thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0,025 N.
9. Mengukur DO dengan perhitungan :

$$DO \text{ (mg / lt)} = \frac{v \text{ (titran)} \times N \text{ (titran)} \times 8 \times 1000}{V \text{ botol DO} - 4}$$

Dimana : v = ml larutan Natrium Thiosulfat untuk titrasi
 N = Normalitas larutan Natrium thiosulfat
 V = Volume botol DO

d. Total Bahan Organik (TOM)

Prosedur pengukuran TOM (Total Organik Matter) menurut FPIK UB (2008) adalah sebagai berikut :

1. Memasukkan 250 ml air contoh ke dalam Erlenmeyer.
2. Menambahkan 4,5 ml KmnO_4 dari buret.
3. Menambahkan 5 ml H_2SO_4 .
4. Memanaskan sampai 70°C kemudian diangkat.
5. Menurunkan suhu sampai menjadi 65°C .
6. Menambahkan Na-oxalate 0,01 N perlahan sampai tidak berwarna.
7. Segera mentitrasi dengan KMnO_4 (merah jambu atau pink). Catat ml titran (x ml).
8. Melakukan prosedur (1) – (8) dan catat ml titran yang digunakan (y mL).

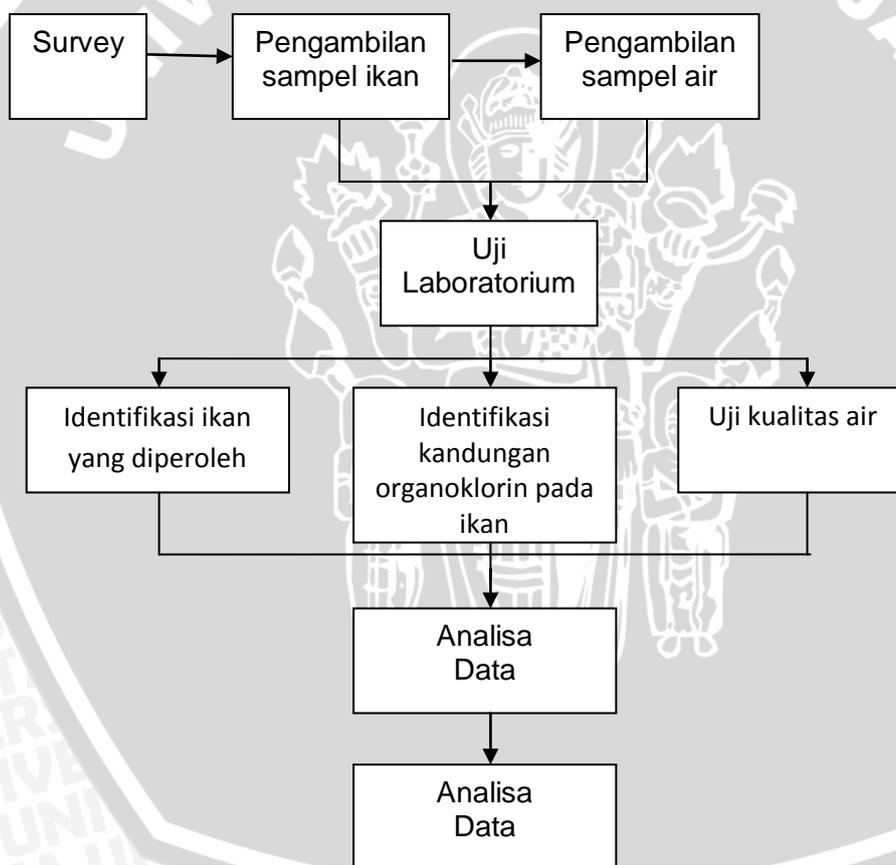
Perhitungan :

$$TOM (mg/l) = \frac{(x-y) \times 31,6 \times 0,01 \times 1000}{mL \text{ air sampel}}$$

9. Mencatat hasilnya

3.6 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian yang dimulai dari survey lapang hingga proses pengujian konsentrasi dan jenis cemaran organoklorin pada ikan di laboratorium digambarkan pada diagram alir penelitian pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian

4.1.1 Sungai Aloo

Sungai Aloo terletak di Kabupaten Sidoarjo yang sepanjang alirannya terdapat kegiatan pertanian, pertambakan atau perikanan budidaya, serta pemukiman penduduk, sehingga memungkinkan masuknya bahan pencemar dari kegiatan tersebut. Topografi Sungai Aloo yang berdekatan dengan sumber luapan lumpur Lapindo sehingga Sungai Aloo menjadi daerah yang juga mendapatkan input air luapan lumpur tersebut. Hal tersebut mengakibatkan kualitas Sungai Aloo menurun. Menurut Nirarita (1996), Sungai menjadi salah satu ekosistem yang mengalami pencemaran paling berat. Semua saluran pembuangan baik dari perumahan, pasar, pabrik dan kegiatan lain seperti rumah sakit, rumah makan semuanya berakhir di Sungai. Limbah tersebut berupa limbah padat dan cair, yang mungkin terdiri atas bahan organik, yang beracun maupun tidak beracun. Hal-hal tersebut dapat menyebabkan turunnya kualitas air di Sungai. Menurut Gunradi (2007), lumpur sidoarjo mempunyai kandungan logam berat di atas ambang batas yang telah dipersyaratkan, Cd 10,45 mg/l; Cr 105,44 mg/l, dan Hg 1,96 mg/l. Hidayati (2009) menyebutkan bahwa air lumpur lapindo mengandung logam berat Cd 0,05 mg/l dan Cr 0,65 mg/l. Kandungan logam berat tersebut telah melebihi ambang batas kadar maksimal logam berat di air yang diperbolehkan oleh Kep. Menkes. No. 907/2002, yaitu Cd 0,003 mg/l; Cu 1 mg/l; Pb 0,05 mg/l dan Cr 0,05 mg/l. Selain itu, senyawa fenol juga teridentifikasi dalam air luapan lumpur lapindo dari pusat semburan sebesar 5,9 mg/l (Bapedal Prop Jatim, 2006).

Berdasarkan data sekunder tentang kualitas air Sungai Aloo dapat disimpulkan bahwa perairan Sungai Aloo “tercemar” karena rata-rata tiap parameter kualitas air menunjukkan melebihi ambang batas baku mutu kualitas air yang telah ditetapkan menurut PP No. 28, 2001.

4.1.2 Sungai Porong

Sungai porong merupakan anak Sungai Brantas yang terletak di Kabupaten Sidoarjo yang mengalir dari daerah Mlirip Kabupaten Mojokerto dan bermuara di bagian timur Kabupaten Sidoarjo. Besarnya rerata debit air Sungai Porong yang tercatat di jembatan jalan raya Porong sangat bervariasi. Menurut Brahmana, S. *et al.*, (2007) Sungai Porong merupakan cabang dari Sungai Brantas. Percabangan Sungai terjadi di Mojokerto, yang satu menuju Kali Mas dan yang lain ke Sungai Porong. Menurut sejarahnya Sungai Porong adalah sungai buatan yang di gali pada zaman Belanda. Tujuan penggalian Sungai Porong adalah mengurangi banjir di daerah Surabaya pada saat musim hujan. Sungai Porong mempunyai lebar 100-150 meter di bagian hilir dan di bagian muara Sungai Porong terbagi menjadi dua. Debit rata-rata adalah $200 \text{ m}^3/\text{s}$ dan pada musim kemarau $5-10 \text{ m}^3/\text{s}$ dan pada musim hujan $400 \text{ m}^3/\text{s}$. Menurut BAPEL-BPLS (2011), berdasarkan data yang diperoleh dari tahun 1977 hingga tahun 2007, besarnya debit rerata bulanan pada musim hujan (Desember – Mei) lebih dari $100 \text{ m}^3/\text{det}$. Sedangkan pada musim kemarau (Juni sampai dengan bulan November) relatif kecil, bahkan mendekati nol.

Sejak tahun 2006 bersamaan dengan adanya semburan Lumpur Panas Lapindo Sungai Porong menjadi solusi untuk mengalirkan lumpur panas ke laut. Semburan dan luapan Lumpur Panas di Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo yang terjadi sejak 29 Mei 2006 hingga saat ini masih terus berlanjut, dan sampai saat ini belum ada tanda-tanda bahwa fenomena alam ini akan berhenti dalam

waktu dekat. Sesuai dengan PerPres 14/2007 beserta perubahannya, luapan lumpur Sidoarjo harus di alirkan ke Laut melalui Sungai Porong (BAPEL-BPLS, 2011). Hal tersebut memperburuk kualitas air Sungai Porong, yang sebelumnya sudah membawa bahan-bahan pencemar dari aktifitas manusia seperti kegiatan pertanian, industri, limbah rumah tangga. Menurut Brahmana, S. *et al.*, kadar oksigen sebelum pembuangan lumpur bersama airnya rata-rata 5,5 mg/L (periode 2 Januari 2005 s/d 13 Juni 2005). Kadar oksigen tertinggi 7,8 mg/L pada tanggal 13 Oktober 2005 dan terendah 1-2 mg/L pada musim kemarau Agustus-September 2005, dan Juni 2006 kadarnya 2,8 mg/L. Sejak dilakukan pembuangan air formasi dan lumpur pada pertengahan September 2006 kadar oksigen mulai mengalami penurunan pada setiap lokasi di Sungai Porong, mulai dari lokasi hulu sampai ke hilirnya. Pada pemantauan periode 13 September sampai 30 September 2006, rata-rata kadar oksigen di lokasi hulu yaitu di jembatan jalan raya Porong sebesar 5,7 mg/L, mengalami penurunan menjadi 2,7 mg/L di lokasi jembatan tol Porong (tempat pembuangan air lumpur), selanjutnya di lokasi Pemisan naik menjadi 4,9 mg/L, dan terus mengalami kenaikan yaitu di Bangunsari menjadi 5,5 mg/L, di Tanjungsari menjadi 6,5 mg/L, dan akhirnya di Tegalsari kadar oksigen mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan oleh karena adanya proses *self purification* dan pengenceran dari air laut.

Berdasarkan data sekunder tentang kualitas air Sungai Porong dapat disimpulkan bahwa perairan Sungai Porong “tercemar” karena rata-rata tiap parameter kualitas air menunjukkan melebihi ambang batas baku mutu kualitas air yang telah ditetapkan menurut PP No. 28, 2001.

4.1.3 Sungai Surabaya

Sungai Surabaya merupakan anak Sungai Brantas yang ada di bagian hilir yang memiliki luas daerah aliran sungai sebesar 630,7 km². Dengan panjang sekitar 41 km, Sungai Surabaya melewati empat wilayah kabupaten, yaitu Mojokerto, Gresik, Sidoarjo hingga Surabaya (Ecoton, 1998). Sungai Surabaya mempunyai beberapa anak sungai utama, yaitu Sungai Kedungsumur, Sungai Marmoyo, Sungai Banjaran, Sungai Tengah dan Sungai Kedurus (Suwari *et al.*, 2010). Lebar Sungai Surabaya bervariasi antara 60 hingga 100 meter dengan debit air air sungai antara 20 hingga 100 m³/detik (Masduki dan Apriliani, 2008).

Sungai Surabaya memiliki potensi perikanan sektor penangkapan ikan di perairan umum yang besar, mengingat aliran Sungai Surabaya yang tenang dan tergolong Sungai besar. Penangkapan ikan di Sungai Surabaya dilakukan dengan cara menjaring atau dengan cara memancing. Ikan-ikan yang biasa tertangkap di Sungai Surabaya yaitu ikan Mujair, Nila, Tawes, Gabus, ikan sapu-sapu dan lain-lain. Kehidupan akuatik seperti invertebrate kecil dan ikan di Sungai Surabaya telah banyak mengalami penurunan. Sejumlah spesies dan komunitas flora dan fauna telah hilang dari Sungai Brantas, terutama di Sungai Surabaya. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Risjani *et al.* (1998), menemukan ada 50 jenis ikan di sepanjang DAS Brantas. Namun, pada tahun 2011, keanekaragaman ikan di DAS Brantas telah mengalami banyak penurunan. Ecoton telah menginventarisasikan ada 30 jenis ikan di DAS Brantas segmen tengah sampai hilir. Hal tersebut dikarenakan adanya perubahan kondisi habitat ikan, pencemaran limbah industri dan domestik, penangkapan ikan dengan menggunakan listrik dan pestisida.

Sungai Surabaya sebagai salah satu dari tiga sungai yang mengalir di Kota Surabaya merupakan sumber daya alam dengan potensi air tawar cukup

besar, namun banyak diketahui bahwa Sungai Surabaya pada saat ini telah beralih fungsi ke sejumlah fungsi lain, diantaranya pemukiman padat sampai ratusan industri berskala kecil dan besar. Ecoton (*Ecological Observation and Wetlands Observation*) telah menemukan bahwa di sepanjang Sungai Surabaya terdapat sekitar 600 pabrik dan hanya 60 pabrik yang memenuhi syarat pengolahan limbah. Menurut Bapedal Jatim (2006), kualitas air Sungai Surabaya mengalami penurunan semenjak dimulainya industrialisasi pada awal tahun 1980-an. Pada tahun 1987, Surabaya telah mengalami pencemaran air sungai yang sangat berat, dimana air sungai Surabaya merupakan pemasok air baku untuk PDAM berubah menjadi hitam, keruh dan berbau. Hal tersebut merupakan akibat dari pencemaran limbah industri yang berjajar sepanjang sungai di Mojokerto sampai jantung kota Surabaya yang setiap harinya membuang tak kurang dari 100.000 m³ limbah buangan logam maupun organik (Majalah Tempo, 1989).

Sumber pencemar Sungai Surabaya dari limbah domestik berasal dari sanitasi masyarakat yang tinggal di sepanjang Sungai Surabaya, sampah, detergen dan bahan buangan non-industri lainnya. Menurut hasil penelitian Suwari *et al.* (2011), total beban pencemar bersumber limbah domestik (penduduk bantaran sungai, saluran limbah domestic dan limbah hotel) yang di terima Sungai Surabaya adalah BOD 33,16 ton/hari, COD 71,74 ton/hari dan TSS 161,65 ton/hari. Sedangkan untuk limbah pertanian BOD 101,08 kg/hari; COD 190,33 kg/hari; TSS 660,70 kg/hari dan untuk limbah industri BOD 22,22 ton/hari; COD 60,65 ton/hari; TSS 38,82 ton/hari.

Berdasarkan data sekunder tentang kualitas air Sungai Surabaya dapat disimpulkan bahwa perairan Sungai Surabaya “tercemar” karena rata-rata tiap parameter kualitas air menunjukkan melebihi ambang batas baku mutu kualitas air yang telah ditetapkan menurut PP No. 28, 2001

4.1.4 Kalimas Surabaya

Sungai Mas merupakan pecahan Sungai Surabaya yang terpisah di daerah Wonokromo tepatnya di pintu air Ngagel dan bermuara di Tanjung Perak atau Selat Madura. Sungai Mas mengalir ke arah pantai utara Pulau Jawa melewati tengah Kota Surabaya yang terdiri dari Kecamatan Wonokromo, Tegalsari, Gubeng, Genteng, Bubutan, Pabean Cantikan, Krembangan dan Semampir. Sungai Mas Surabaya memiliki panjang kurang lebih 11,375 km (Wonokromo sampai muara), lebar antara 20-35 m dengan kedalaman berkisar antara 1,5-3,5 m yang mengalir meliuk dan sebagian melurus, khususnya di bagian utara. Arus Sungai Mas Surabaya relatif kecil dengan substrat umumnya berlumpur dan berbatu (BLH 2009). Aliran Sungai Mas Surabaya membelah Kota Surabaya dengan berbagai aktivitas manusia, seperti kegiatan industri, pemukiman dan kegiatan manusia lainnya yang sangat padat. Di dekat pintu air Ngagel, air Kalimas Surabaya banyak dimanfaatkan untuk mandi dan cuci (MCK) oleh warga sekitar sungai karena di daerah ini kondisi air sungai termasuk paling bersih dan merupakan bagian terlebar dari Kalimas Surabaya dengan lebar sekitar 35 m (BLH, 2009).

Beberapa studi lain tentang pengukuran kadar limbah domestik dan logam berat di Kalimas Surabaya dapat dilihat pada Tabel 8. Dibandingkan dengan kualitas air sungai yang berada di alur Sungai Brantas lainnya (di luar Kota Surabaya), kualitas air di Kalimas Surabaya termasuk yang paling buruk karena kontribusi sampah dan limbah domestik yang dibuang ke Kalimas Surabaya sehingga mengakibatkan pencemaran di Kalimas Surabaya yang ditandai timbulnya bau tidak sedap dan kotor (BLH, 2008). Beberapa sumber buangan tersebut adalah kegiatan rumah tangga, pasar, saluran drainase dan kegiatan non rumah tangga di sekitar Kalimas Surabaya. Sumber-sumber buangan tersebut menyebabkan endapan lumpur di Kalimas Surabaya menjadi

bertambah dan terjadi pendangkalan (BLH, 2009). Sedangkan di bantaran Kalimas Surabaya terdapat 65 unit industri (Kominfo Jatim, 2011).

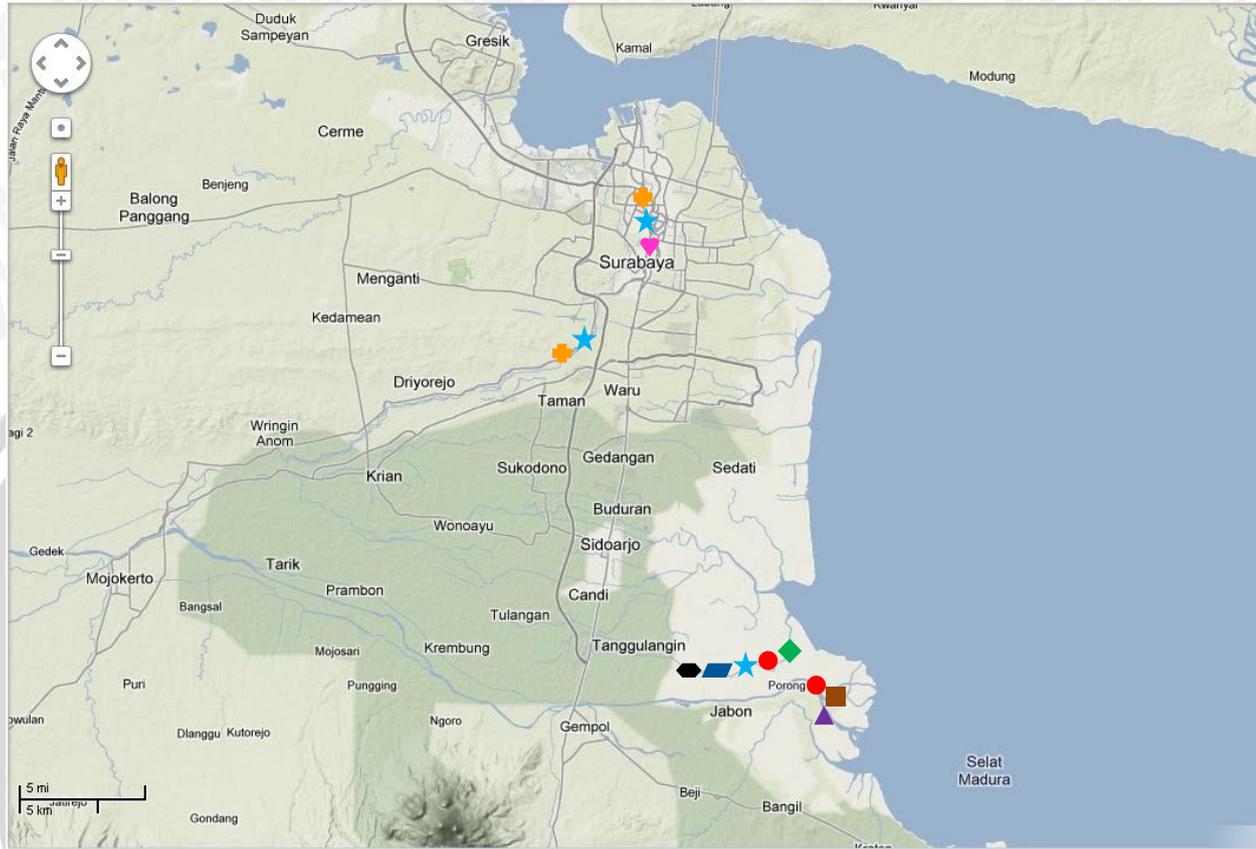
Berdasarkan data sekunder tentang kualitas air Sungai Kalimas Surabaya dapat disimpulkan bahwa perairan Sungai Kalimas Surabaya “tercemar” karena rata-rata tiap parameter kualitas air menunjukkan melebihi ambang batas baku mutu kualitas air yang telah ditetapkan menurut PP No. 28, 2001

4.2 Persebaran Jenis Ikan

Ikan merupakan komoditi pangan yang mudah didapat serta murah harganya. Potensi perikanan di Jawa Timur sangat besar mengingat letak geografis Propinsi Jawa Timur yang di kelilingi oleh lautan, selain itu Propinsi Jawa Timur juga dialiri oleh Sungai besar yaitu Sungai Brantas yang memiliki keanekaragaman spesies ikan air tawar yang banyak. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Risjani et al. (1998), menemukan 50 jenis ikan di sepanjang DAS Brantas. Namun seiring berjalannya waktu keanekaragaman spesies ikan di DAS Brantas mengalami penurunan, karena pencemaran ataupun karena penangkapan. Pada tahun 2011, keanekaragaman ikan di DAS Brantas telah mengalami banyak penurunan. Ecoton telah menginventarisasikan ada 30 jenis ikan di DAS Brantas segmen tengah sampai hilir. Hal tersebut dikarenakan adanya perubahan kondisi habitat ikan, pencemaran limbah industri dan domestik, dan penangkapan ikan menggunakan listrik dan pestisida atau racun.

Berdasarkan hasil tangkapan ikan pada Sungai Aloo, Surabaya, Porong, dan Kalimas diperoleh 5 jenis ikan di Sungai Aloo, 2 jenis ikan di Sungai Surabaya, 3 jenis ikan di Sungai Porong dan 3 jenis ikan di Kalimas Surabaya. Menurut masyarakat sekitar, jenis-jenis ikan yang tertangkap di masing-masing sungai tersebut merupakan ikan konsumsi masyarakat sekitar sungai tersebut. Total dari sampel ikan yang didapatkan adalah sebanyak 55 ekor. Terdiri dari 23

ekor dari Sungai Aloo, 12 ekor dari Sungai Surabaya, 10 ekor dari Sungai Porong, 10 ekor dari Sungai Kalimas. Data persebaran jenis ikan pada masing-masing sungai dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 5.



Gambar 5. Peta Persebaran Jenis-jenis ikan di Sungai Porong, Sungai Aloo, Kalimas dan Sungai Surabaya

- Ket:
- Keting
 - Bandeng
 - ▲ Belanak
 - ★ Mujair
 - ◆ Betik
 - ◆ Gabus
 - ▭ Sepat
 - Tawes
 - ◆ Nila



Tabel 2. Data biometrik ikan yang dikumpulkan dari Sungai Aloo, Surabaya, Porong, dan Kalimas

Lokasi	Nama lokal	Spesies	n	Panjang (cm)	Berat (g)
Sungai Aloo	Mujair	<i>Oreochromis mossambicus</i>	5	10,75(10,5-14)	31,48(20,81-59,56)
	Keting	<i>Mystus gulio</i>	4	13(11,5-17)	26,80(16,37-49,78)
	betik	<i>Anabas testudineus</i>	4	11,5(10-13)	33,14(21,51-33,46)
	Gabus	<i>Channa striata</i>	2	23(22-24)	108,19(91,57-124,82)
	Sepat	<i>Trichogaster trichopterus</i>	8	9(8,5-9,5)	12(10,61-14,09)
Sungai Surabaya	Mujair	<i>Oreochromis mossambicus</i>	6	10,83(9-13)	28,68(16,1-42,8)
	Tawes	<i>Barbonymus gonionotus</i>	6	12,58(11-14)	37,8(19,8-67,9)
Sungai Porong	Keting	<i>Mystus gulio</i>	3	17(15-20)	57,79(40,20-92,81)
	Belanak	<i>Vlamugil seheli</i>	5	19,5(17-24)	79,22(49,80-129,93)
	Bandeng	<i>Chanos-chanos</i>	2	21(20-22)	82,70(71,06-94,35)
Kalimas	Tawes	<i>Barbonymus gonionotus</i>	6	17(13-22)	92,03(27,98-198,12)
	Mujair	<i>Oreochromis mossambicus</i>	2	15(10-20)	88,98(21,40-156,57)
	Nila	<i>Oreochromis niloticus</i>	2	20,25(17,5-23)	159,92(98,72-221,12)
Jumlah			55		

Ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) hasil tangkapan dari Sungai Aloo memiliki panjang antara 10,5–14 cm dengan rata-rata panjang sebesar 10,75 cm. sedangkan untuk berat, berat ikan mujair yang tertangkap berkisar antara 20,81-59,56 g dengan rata-rata sebesar 31,48 g. Ikan keting (*Mystus gulio*) yang tertangkap memiliki panjang antara 11,5–17 cm dengan rata-rata panjang sebesar 13 cm. Pada berat didapatkan kisaran antara 16,37-49,78 g dengan rata-rata 26,80 g. Ikan betik (*Anabas testudineus*) memiliki kisaran panjang antara 10-13 cm dengan rata-rata sebesar 11,5 cm. sedangkan untuk berat didapatkan 21,51-33,4 g dengan rata-rata sebesar 33,14 g. Ikan Gabus (*Channa striata*) memiliki panjang berkisar 22–24 cm dengan rata-rata sebesar 23 cm, sedangkan untuk berat didapatkan 91,57-124,82 g dengan rata-rata sebesar 108,19 g. Ikan sepat (*Trichogaster trichopterus*) yang tertangkap memiliki kisaran panjang 8,5-9,5 cm dengan rata-rata sebesar 9 cm, sedangkan untuk berat ikan sepat sendiri berkisar antara 10,61- 14,09 g dengan rata-rata sebesar 12 g.

Ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) hasil tangkapan dari Sungai Surabaya memiliki panjang berkisar 9–13 cm dengan rata-rata panjang sebesar 10,83 cm, sedangkan untuk berat didapatkan 16,1-42,8 g dengan rata-rata sebesar 28,68 g. Selain Ikan Mujair di Sungai Surabaya juga tertangkap Ikan Tawes (*Barbonymus gonionotus*) yang memiliki panjang berkisar antara 11–14 cm dengan rata-rata panjang sebesar 12,58 cm, sedangkan untuk berat Ikan tawes didapatkan 19,8-67,9 g dengan rata-rata berat 37,8 g.

Pada Sungai Porong didapatkan Ikan Keting, Belanak, dan Bandeng. Ikan Keting (*Mystus gulio*) yang diperoleh memiliki panjang berkisar 15–20 cm, sedangkan untuk berat Ikan Keting berkisar 40,20-92,81 g dengan rata-rata berat Ikan Keting 57,79 g. Ikan Belanak (*Valamugil seheli*) memiliki panjang berkisar 17–24 cm dengan rata-rata 19,5 cm, sedangkan untuk berat Ikan Belanak sebesar 49,80-129,93 g dengan rata-rata 79,22 g. Ikan Bandeng (*Chanos-chanos*) memiliki panjang berkisar antara 20–22 cm dengan rata-rata 21 cm, sedangkan untuk berat Ikan Bandeng berkisar 71,06-94,35 g dengan rata-rata berat 82,70 g.

Pada Sungai Kalimas Surabaya didapatkan Ikan Tawes, Mujair, dan Ikan Nila. Ikan Tawes (*Barbonymus gonionotus*) memiliki panjang 13–22 cm dengan rata-rata sebesar 17 cm, sedangkan untuk berat ikan sebesar 27,98-198,12 g dengan rata-rata 92,03 g. Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) memiliki panjang 10–20 cm dengan rata-rata 15 cm, sedangkan untuk berat Ikan Mujair 21,40-156,57 g. Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) memiliki panjang berkisar 17,5–23 cm dengan rata-rata 20,25 cm, sedangkan berat Ikan Nila ini berkisar antara 98,72-221,12 g dengan rata-rata 159,92 g.

4.3 Kandungan dan Level Organoklorin Pada Ikan

Dari hasil uji laboratorium didapatkan hasil level deteksi, ND dan LD dari seluruh sampel menunjukkan hasil ND atau tidak terdeteksi oleh alat. Sedangkan beberapa menunjukkan level deteksi dan sebagian lagi menunjukkan hasil < LD atau kurang dari limit deteksi. Limit deteksi merupakan konsentrasi terendah dari pestisida organoklorin berdasarkan pada pembacaan alat pengukur residu yang terdapat pada sampel ikan atau batas terkecil kemampuan alat untuk mendeteksi level organoklorin.

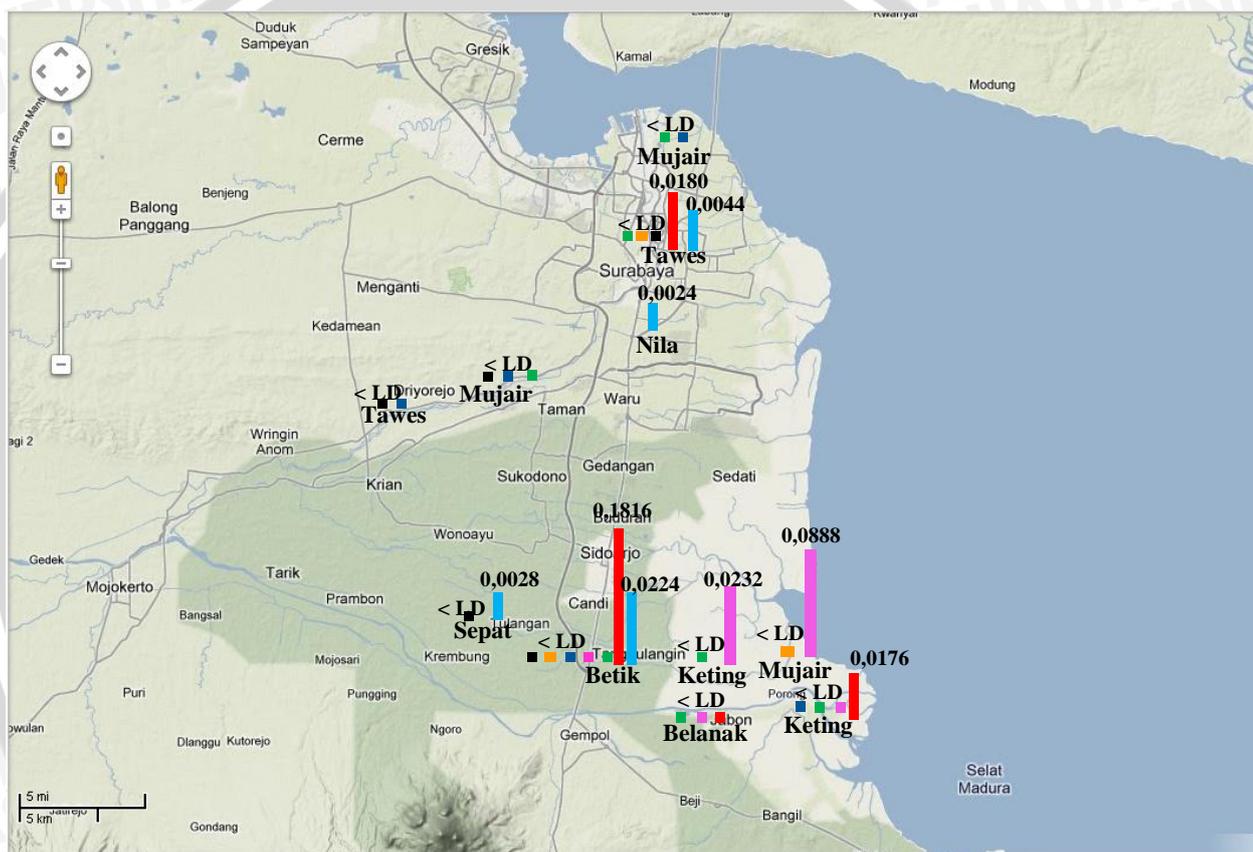
Berdasarkan hasil uji laboratorium, pada Sungai Porong terdeteksi 5 jenis organoklorin pada hampir seluruh sampel ikan yang diujikan. Kandungan tersebut diantaranya, Aldrin, Endosulfan, Dieldrin, Eldrin, dan DDT. Level deteksi yang didapatkan beragam. Pada Ikan Keting, level organoklorin jenis Aldrin, Endosulfan, Endrin dengan level <LD, sedangkan untuk DDT terdeteksi dengan level 0,0176 mg/Kg. Kandungan dan level organoklorin pada sampel ikan yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 6.

Tabel 3. Hasil Penetapan Kandungan Organoklorin Pada Ikan Sampel

No.	Kode Contoh		Lindan	Heptaklor	Aldrin	Endosulfan	Dieldrin	Endrin	DDT
			mg/Kg						
1	Sungai Porong	ikan keting	ND	ND	<LD	<LD	ND	<LD	0.0176
2		ikan belanak	ND	ND	ND	<LD	<LD	ND	<LD
3		ikan bandeng	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	Sungai Aloo	ikan mujair	ND	ND	ND	ND	<LD	0.0888	ND
5		ikan keting	ND	ND	ND	<LD	ND	0.0232	ND
6		ikan betik	<LD	0.0224	<LD	<LD	<LD	<LD	0.1816
7		ikan gabus	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8		ikan sepat	<LD	0.0028	ND	ND	ND	ND	ND
9	Sungai Surabaya	ikan mujair	<LD	ND	<LD	<LD	ND	ND	ND
10		ikan tawes	<LD	ND	<LD	ND	ND	ND	ND
11	Sungai Kalimas	ikan tawes	<LD	0.0044	ND	<LD	<LD	ND	0.0180
12		ikan mujair	ND	ND	<LD	<LD	ND	ND	ND
13		ikan nila	ND	0.0024	ND	ND	ND	ND	ND
		Limit Deteksi	0.3603	0.0012	0.0306	0.0042	0.0069	0.0039	0.0168

Keterangan: ND: No Detection; LD: Limit Detection Berdasarkan Kemampuan Alat

Pada Ikan Belanak terdeteksi Endosulfan, Dieldrin, DDT dengan level < LD. Pada Ikan Bandeng tidak terdeteksi adanya kandungan organoklorin. Hal ini dapat dikarenakan sampel ikan Bandeng tersebut merupakan ikan budidaya warga sekitar yang keluar dari area tambak dikarenakan meluapnya air tambak sehingga menyebabkan ikan tersebut berada di perairan Sungai Porong.



Gambar 6. Peta Persebaran Organoklorin di Sungai Porong, Sungai Aloo, Kalimas dan Sungai Surabaya

- Ket:
- Lindan
 - Heptaklor
 - Aldrin
 - Endosulfan
 - Dieldrin
 - Endrin
 - DDT

Keberadaan residu organoklorin jenis DDT pada sampel ikan di Sungai Porong diduga karena penggunaan insektisida untuk kegiatan pertanian pada masa lampau di daerah tersebut. Pemakaian insektisida organoklorin dilakukan dengan cara disemprotkan pada tanaman. Pada saat penyemprotan insektisida itulah residu DDT terbawa oleh angin dan langsung jatuh ke badan air, selain itu residu insektisida organoklorin tersebut juga jatuh di tanah daerah pertanian tersebut, dan pada saat hujan akan terbawa ke badan sungai bersamaan terjadinya *run-off*. Banyaknya insektisida yang terbawa ini dipengaruhi oleh: kecuraman lokasi, kelembaban tanah, curah hujan, dan jenis insektisida yang digunakan. Limpasan dari daerah pertanian yang menggunakan insektisida akan dapat mencemari aliran air, sungai, danau, sumur maupun air tanah. Residu cemaran insektisida pada permukaan air dapat membahayakan tanaman, biota dan juga dapat mencemari air tanah (Waldron *dalam* Manuaba, 2009).

Mekanisme masuknya residu organoklorin ke dalam jaringan ikan dapat melalui dua cara, yaitu: (1) Biomagnifikasi, (2) Bioakumulasi. Biomagnifikasi merupakan proses akumulasi bahan pencemar dalam jaringan ikan melalui proses rantai makanan. Sedangkan Bioakumulasi merupakan proses akumulasi bahan pencemar dalam jaringan ikan melalui kontak langsung antara individu ikan dengan lingkungannya. Kontak langsung tersebut dapat melalui proses pernafasan pada insang dan proses osmoregulasi pada kulit.

Hasil uji laboratorium kandungan organoklorin pada sampel ikan dari Sungai Aloo terdeteksi 3 jenis organoklorin. Ikan Mujair terdeteksi adanya kandungan Dieldrin dengan level <LD dan Endrin dengan level 0,0888 mg/Kg. Sedangkan untuk jenis organoklorin lainnya hasil uji laboratorium tidak menunjukkan adanya konsentrasi lain pada ikan mujair. Sampel Ikan Keting menunjukkan adanya konsentrasi Endrin sebesar 0.0232 mg/Kg dan tidak menunjukkan adanya kandungan pada jenis organoklorin lainnya. Ikan Betik

menunjukkan adanya konsentrasi pada keseluruhan jenis organoklorin. Konsentrasi Lindan, Aldrin, Endosulfan, Dieldrin, dan Endrin terdeteksi pada pada level < LD sedangkan Heptaklor terdeteksi sebesar 0.0224 mg/Kg dan DDT sebesar 0.1816 mg/Kg. Pada Ikan Gabus tidak ditemukan adanya kandungan pestisida organoklorin. Pada Ikan Sepat terdeteksi adanya Lindan dan Heptaklor. Lindan terdeteksi dengan level < LD dan Heptaklor terdeteksi sebesar 0,0028 mg/Kg. Sedangkan untuk jenis organoklorin selain Lindan dan Heptaklor, ikan gabus tidak menunjukkan adanya konsentrasi. Keberadaan residu organoklorin jenis Endrin, Heptaklor, dan DDT pada sampel ikan dari Sungai Aloo diduga karena adanya kontaminasi pestisida organoklorin dari kegiatan pertanian masyarakat sepanjang aliran Sungai Aloo.

Sampel ikan dari Sungai Surabaya yaitu Ikan Mujair dan Ikan Tawes menunjukkan adanya konsentrasi dari beberapa jenis organoklorin walau dengan level < LD. Ikan Mujair terdeteksi adanya kandungan Lindan, Aldrin dan Endosulfan. Sedangkan pada Ikan Tawes hanya terdeteksi kandungan Lindan dan Aldrin.

Pada sampel ikan yang diambil dari Sungai Kalimas, Ikan Tawes menunjukkan adanya kandungan pada jenis organoklorin Lindan, Endosulfan, Dieldrin pada level < LD, Heptaklor sebesar 0,0044 dan DDT sebesar 0,0180 mg/Kg. Ikan Mujair menunjukkan adanya kandungan Aldrin dan Endosulfan dengan level < LD. Sedangkan pada Ikan Nila menunjukkan kandungan Heptaklor dengan konsentrasi sebesar 0,0024 mg/Kg. Adanya kandungan residu organoklorin pada sampel ikan di Sungai Kalimas Surabaya diduga karena adanya kontaminasi organoklorin pada badan air sungai yang berasal dari *fogging* yang masih sering dilakukan di daerah padat penduduk di Surabaya. Menurut Untung (1999), 50% penggunaan DDT di Pulau Jawa untuk mengontrol penyebaran penyakit malaria.

Kandungan residu organoklorin pada ikan dipengaruhi oleh jenis spesies ikan, umur, panjang berat ikan, jenis residu organoklorin itu sendiri, lama pemakaian jenis organoklorin, serta lemak yang terkandung dalam tubuh ikan tersebut. Organoklorin bersifat lipofilik atau mudah terikat dalam lemak. Menurut Ebichon dalam Soemirat (2005) organoklorin merupakan polutan yang bersifat persisten dan dapat terbioakumulasi di alam serta bersifat toksik terhadap manusia dan makhluk hidup lainnya. Organoklorin tidak reaktif, stabil, memiliki kelarutan yang sangat tinggi di dalam lemak, dan memiliki kemampuan degradasi yang rendah.

Dari data yang ditunjukkan tabel 3 dan gambar 6 Sungai Aloo paling banyak ditemukan jenis residu organoklorin daripada Sungai-sungai lainnya, hal tersebut karena sungai aloo sendiri merupakan sungai yang mengalir di daerah pertanian. Kandungan level organoklorin terbesar terdapat pada ikan betik dari sungai Aloo dengan nilai kandungan residu organoklorin jenis DDT sebesar 0,1816 mg/Kg. Hal tersebut mungkin disebabkan karena daerah perairan Sungai Aloo tersebut merupakan daerah pertanian dan pemukiman, selain itu ikan Betik mempunyai kemampuan bertahan terhadap berbagai bahan pencemar sehingga memungkinkan ikan Betik tersebut mengakumulasi residu organoklorin di dalam tubuhnya.

Air dan udara berperan penting dalam memindahkan pestisida dari satu tempat ke tempat lain . Untuk itulah Environmental Protection Agency pada tahun 1973 dan American Conference of Governmental Industrial Hygienist pada tahun 1986, keduanya di Amerika Serikat menetapkan ambang batas residu beberapa pestisida organoklorin dalam air minum dan nilai konsentrasi maksimum beberapa insektisida organoklorin dalam udara (Osweillier et a/., 1976; Tarumingkeng, 1992) seperti yang tercantum dalam Tabel 4 . Namun demikian

hingga saat ini belum ada batasan yang aman residu pestisida dalam air dan udara untuk hewan (Indraningsih, 1992).

Tabel 4. Ambang batas aman residu pestisida yang aman untuk dikonsumsi manusia dalam air minum dan nilai maksimum konsentrasi insektisida dalam udara yang diperkenankan di sekitar lingkungan kerja

Jenis pestisida	Konsentrasi maksimum	
	Di air (mg/L) ⁽¹⁾	Di udara (mg/m ³) ⁽²⁾
Aldrin	0,001	25
DDT	0,05	1
Dieldrin	0,001	0,25
Endrin	0,0002	0,1
Heptaklor	0,0001	0,5
Klordan	0,003	0,5
Lindan	0,004-0,1	0,5
Metoksiklor	0,005	15

Sumber I11 Osweiler et al. (1976)
I21 Tarumingkeng (1992)

Efek residu pestisida golongan organoklorin yang ditimbulkan bersifat kronik yang dapat menyebabkan gangguan pada fungsi hati dan adrenal dan juga dapat menimbulkan efek karsinogenik, teratogenik, mutagenik dan immunosupresif (Goebel et al., 1982).

Keamanan untuk mengkonsumsi bahan makanan yang terpapar residu organoklorin tersebut erat kaitannya dengan perkiraan biologis waktu paruh dari beberapa residu organoklorin di dalam tubuh hewan seperti terlihat pada Tabel 5. Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa waktu paruh dari pestisida organoklorin tersebut cukup lama, yaitu berkisar antara 14 hingga 245 hari. Sehingga seandainya pakan ternak terkontaminasi oleh pestisida tersebut dan dikonsumsi oleh ternak, maka residunya akan bertahan pada jaringan lemak minimal sampai 14 hari.

Clarke (1970) melaporkan bahwa residu yang tertinggal pada lemak dapat bertahan sampai 3 bulan.

Tabel 5. Perkiraan biologis waktu paruh dari residu organoklorin pada ternak

Insektisida	Hewan	Organ	deposit Waktu paruh (hari)
Dieldrin	Babi betina	Lemak	85
	Anak babi	Lemak	245
	Ayam betina	Lemak	49
	Babi jantan	Lemak	28
	Sapi perah	Susu dan lemak	22-30
DDT	Sapi perah	Susu dan lemak	14-20
DDE	Sapi perah	Susu dan lemak	52

Sumber : OSWEILER et al ., (1976)

Efek residu insektisida golongan organoklorin yang ditimbulkan bersifat kronik yang dapat menyebabkan gangguan pada fungsi hati dan adrenal dan juga dapat menimbulkan efek karsinogenik, teratogenik, mutagenik dan immunosupresif (Goebel et al., 1982) . Apabila manusia mengkonsumsi produk hewani yang terkontaminasi residu insektisida golongan organoklorin, maka akan berakibat yang sama pula terhadap manusia. Latimer dan Siegel (1977) melaporkan bahwa konsentrasi tertinggi dari residu yang terdeteksi pada organ ayam pedaging adalah pada kelenjar adrenal, hati dan otak.

Diagnosis untuk keracunan insektisida golongan organoklorin sulit ditentukan karena insektisida ini bersifat kumulatif dalam jaringan tubuh dan kejadiannya memerlukan waktu yang lama (kronik). Kematian dapat terjadi bila dosis yang termakan oleh hewan jauh melampaui dosis toksik (akut), namun kejadian ini jarang terjadi. Beberapa peneliti melaporkan gejala-gejala keracunan DDT pada ayam diantaranya kelumpuhan dari bagian lidah dan bibir, sangat

peka terhadap rangsangan, gemetar, kejang-kejang dan sempoyongan (Seawright, 1982 ; Casaret dan Doull, 1975) .

Tabel 6. Dosis minimum dari beberapa insektisida organoklorin yang menimbulkan toksisitas pada ternak (pemberian secara oral)

Pestisida	Hewan	Dosis minimum (mg/kg berat badan)
DDT	Anak sapi	250
	Sapi dewasa	500
	Kambing/Domba	250
Endrin	Domba	25
Heptaklor	Anak sapi	20
	Kambing	50
Lindan	Anak sapi	5
	Kambing	25
Dieldrin	Anak sapi	10
	Sapi	25
	Kambing 100	

Sumber : OSWEILER et al. (1976).

4.4 Parameter Kualitas Air

Pengetahuan mengenai kondisi kualitas perairan Sungai yang dicerminkan oleh nilai konsentrasi beberapa parameter kualitas air, baik secara fisika atau kimia sangat diperlukan dalam merancang pengelolaan dan pengendalian pencemaran perairan tersebut. Penilaian ini pada dasarnya dilakukan dengan membandingkan nilai parameter kualitas air dari hasil pengukuran di lapangan dengan baku mutu perairan sesuai peruntukannya yang berlaku di Indonesia yakni mengacu pada PP RI No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Hasil analisis

parameter fisika, kimia perairan masing-masing Sungai secara lengkap disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Kualitas Air Masing-Masing Sungai

No	Parameter	S. Porong	S. Aloo	S. SBY	S. Mas	Nilai Baku Mutu	Referensi
1	DO	3,1 mg/L	4	5	3,5	>3 mg/L	PP No. 82 Tahun 2001
2	pH	7	8	7	7	6 – 9, 6 – 8,5	PP No. 82 Tahun 2001, Cahyono (2000)
3	Suhu	31,2 °C	31,5 °C	32,3 °C	31,1 °C	23 – 32 °C 28 – 32 °C	Effendi (2003) Barus (2002)
4	TOM	9,23	9,11	8,25	8,88		

Berbagai penelitian mengenai kualitas perairan Sungai Aloo, Sungai Surabaya, Sungai Porong, dan Sungai Kalimas telah dilakukan dari kurun waktu 10 tahun terakhir, dan hasilnya menunjukkan rata-rata kualitas perairan masih memenuhi baku mutu Kualitas Air menurut PP No 28 tahun 2001. Dapat dilihat data kualitas air masing-masing sungai pada tabel 8.

Tabel 8. Data Kualitas Air Masing-Masing Sungai dari penelitian terdahulu

Nama Sungai	Parameter	Terukur	Baku Mutu Kualitas Air I menurut PP No 28, 2001 (mg/l)
Sungai Aloo	Suhu (°C)	30 (Juanda, 2013)	28 – 32 °C
	DO (mg/l)	2,34-2,63 (Pramitha, 2010)	≥ 6
		4 (Juanda, 2013)	
	BOD (mg/l)	11,25-15,75 (Pramitha, 2010)	≤ 2
	COD (mg/l)	22-30 (Pramitha, 2010)	≤ 10
	TSS (mg/l)	24-370 (Pramitha, 2010)	≤ 50
	TDS (mg/l)	351-1220,5 (Pramitha, 2010)	≤ 1000
	NH3-N	1,65 (Ramadan <i>et al.</i> , 2012)	≤ 5
	Cd (mg/l)	0,03 (Setyowati <i>et al.</i> , 2010)	≤ 0,01
	Cr (mg/l)	0,14 (Setyowati <i>et al.</i> , 2010)	≤ 0,05
Fenol (mg/l)	1,197 (Herawati, 2007)	≤ 1	

Sungai Surabaya	Suhu (°C)	28 (Juanda, 2013)	28 – 32 °C
	DO (mg/l)	3,10-3,80 (Jasa Tirta, 2009)	≥ 6
		2,7-6,6 (Suwari <i>et al.</i> , 2010)	
		1,27-3,04 (Febryanto, 2011)	
	BOD (mg/l)	5,31 (Juanda, 2013)	
		15 (Jasa Tirta, 2007)	≤ 2
		2,56-10,37 (Jasa Tirta, 2009)	
		3,35-10,75 (Suwari <i>et al.</i> , 2010)	
	COD (mg/l)	9-37 (Febryanto <i>et al.</i> , 2011)	
		41,5 (Jasa Tirta, 2007)	≤ 10
		8,93-39,26 (Jasa Tirta, 2009)	
	TSS (mg/l)	11,21-28,89 (Suwari <i>et al.</i> , 2010)	
		24-80 (Febryanto <i>et al.</i> , 2011)	
		56,67-74-67 (Suwari <i>et al.</i> , 2010)	≤ 50
	TDS (mg/l)	142-182 (Febryanto <i>et al.</i> , 2011)	
		212-242 (Febryanto <i>et al.</i> , 2011)	≤ 1000
65,01 (Suwari <i>et al.</i> , 2011)			
NH3-N (mg/l)	0,130-0,363 (Suwari <i>et al.</i> , 2010)	≤ 5	
	0,41-1,38 (Febryanto <i>et al.</i> , 2011)		
Cd (mg/l)	0,003 (Suwari <i>et al.</i> , 2011)	≤ 0,01	
Cr (mg/l)	0,41 (Utomo <i>et al.</i> , 2008)	≤ 0,05	
Pb (mg/l)	7,569-14,491 (Febryanto <i>et al.</i> , 2011)	≤ 0,03	
Hg (mg/l)	0,0584-0,0892 (Arisandi, 2004)	≤ 0,001	

Nama Sungai	Parameter	Terukur	Baku Mutu Kualitas Air I menurut PP No 28, 2001 (mg/l)
Sungai Porong	Suhu (°C)	28 (Juanda, 2013)	28 – 32 °C
	DO (mg/l)	4,66-5,01 (Jasa Tirta, 2012)	≥ 6
		4 (Juanda, 2013)	
	BOD (mg/l)	1,57-20,29 (Jasa Tirta, 2012)	≤ 2
	COD (mg/l)	7,14-19,00 (Jasa Tirta, 2012)	≤ 10
	TSS (mg/l)	24-370 (Pramitha, 2010)	≤ 50
	TDS (mg/l)	351-1220,5 (Pramitha, 2010)	≤ 1000
	NH3-N	1,65 (Ramadan <i>et al.</i> , 2012)	≤ 5
	Cd (mg/l)	0,03 (Setyowati <i>et al.</i> , 2010)	≤ 0,01
	Cr (mg/l)	0,14 (Setyowati <i>et al.</i> , 2010)	≤ 0,05
Fenol (mg/l)	0,001-0,158 (Brahmana <i>et al.</i> , 2007)	≤ 1	
Sungai Kalimas	Suhu (°C)	29 (Juanda, 2013)	28 – 32 °C
	DO (mg/l)		≥ 6
		2,26-3,36 (Suyantri <i>et al.</i> , 2011)	
		1,27-3,04 (Putri <i>et al.</i> , 2011)	
	BOD (mg/l)	3,9 (Juanda, 2013)	
			≤ 2
1,18-48 (Suyantri <i>et al.</i> , 2011)			
	9-37 (Putri <i>et al.</i> , 2011)		

COD (mg/l)	1,24-80 (Suyantri <i>et al.</i> , 2011)	≤ 10
	16-60 (Putri <i>et al.</i> , 2011)	
TSS (mg/l)	160-232 (Suyantri <i>et al.</i> , 2011)	≤ 50
	142-182 (Putri <i>et al.</i> , 2011)	
TDS (mg/l)	224-253 (Suyantri <i>et al.</i> , 2011)	≤ 1000
SO ₄ (mg/l)	31,5-51 (Suyantri <i>et al.</i> , 2011)	
NH ₃ -N (mg/l)	0,41-1,38 (Putri <i>et al.</i> , 2011)	≤ 5
Cd (mg/l)	0,002-0,040 (Suyantri <i>et al.</i> , 2011)	≤ 0,01
	0,007-0,039 (Putri <i>et al.</i> , 2011)	
Cr (mg/l)	0,023-0,077 (Suyantri <i>et al.</i> , 2011)	≤ 0,05
	0,067-0,636 (Suyantri <i>et al.</i> , 2011)	≤ 0,03
Hg (mg/l)	0,064-0,545 (Putri <i>et al.</i> , 2011)	
	0,031-0,53 (Suyantri <i>et al.</i> , 2011)	≤ 0,001
	0,049-0,053 (Putri <i>et al.</i> , 2011)	

4.4.1 Suhu

Suhu mempunyai peranan penting dalam aktivitas metabolisme dan respirasi organisme, karena itu penyebaran organisme baik di lautan maupun di perairan air tawar dibatasi oleh suhu perairan. Menurut Kordi dan Andi (2007), suhu akan mempengaruhi aktifitas metabolisme organisme, karena itu suhu dijadikan sebagai faktor pembatas. Suhu sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu, dapat menekan kehidupan hewan budidaya bahkan menyebabkan kematian bila peningkatan suhu sampai ekstrim. Menurut Effendi (2003), suhu air mempunyai peranan dalam mengatur kehidupan biota perairan, terutama dalam proses metabolisme. Kenaikan suhu menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen, namun di lain pihak juga mengakibatkan turunnya kelarutan oksigen dalam air. Oleh karena itu, maka pada kondisi tersebut organisme akuatik seringkali tidak mampu memenuhi kadar oksigen terlarut untuk keperluan proses metabolisme dan respirasi.

Suhu berpengaruh terhadap besar kecilnya keberadaan residu orgaoklorin, karena jika suhu naik maka kepekatan suatu larutan atau kelarutan

suatu senyawa akan naik namun pengaruhnya tidak signifikan. Suhu mempengaruhi proses penguapan sehingga berdampak pada tingginya kepekatan dalam air.

4.4.2 pH (Derajat Keasaman)

Derajat keasaman atau lebih dikenal dengan istilah pH. pH (singkatan dari puissance negatif de H), yaitu logaritma dari kepekatan ion-ion hidrogen yang terlepas dalam suatu cairan. Derajat keasaman atau pH air menunjukkan aktivitas ion hidrogen (dalam mol per liter) pada suhu tertentu, atau dapat ditulis $\text{pH} = -\log (\text{H}^+)$. Nilai pH suatu perairan dapat mencerminkan keseimbangan antar asam dan basa dalam perairan tersebut. Nilai pH berkisar antara 1-14, pH 7 adalah batasan tengah antara asam dan basa (netral). Semakin tinggi pH suatu perairan maka makin besar sifat basanya, demikian juga sebaliknya, semakin rendah nilai pH maka semakin asam suatu perairan.

pH merupakan kesetimbangan bikarbonat, asam karbonat dan karbondioksida. Konsentrasi CO_2 dipengaruhi oleh aktifitas flora dan respirasi fauna atau flora di suatu lokasi (Odum, 1996). Semakin banyak konsentrasi CO_2 dari hasil respirasi maka menyebabkan pH menjadi turun, hal tersebut terjadi karena adanya pelepasan ion H^+ sebagai hasil dari reaksi karbonat.

Pengaruh pH terhadap besar kecilnya residu organoklorin yaitu pada pH rendah perombakan atau pendegradasian residu organoklorin lebih tinggi daripada dalam keadaan pH tinggi karena residu organoklorin termasuk senyawa organik. Menurut Yu et al (2007) Penyisihan zat organik lebih tinggi pada tingkat pH yang rendah untuk semua jenis koagulan. Perbedaan jenis organoklorin yang paling banyak terdeteksi di dalam air terjadi mungkin disebabkan oleh perbedaan nilai kelarutan, fotolisis, dan kemampuan hidrolisis masing-masing organoklorin. Hidrolisis untuk tiap-tiap jenis organoklorin memiliki nilai yang berbeda. Hidrolisis

yang merupakan salah satu cara umum untuk mendegradasi senyawa dalam perairan dipengaruhi oleh pH (Murty, 1985).

pH air mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. Perairan asam akan kurang produktif, malah dapat membunuh hewan budidaya. Pada pH rendah (keasaman yang tinggi), kandungan oksigen terlarut akan berkurang. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7-8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah. Pada pH rendah, keanekaragaman plankton dan bentos akan mengalami penurunan. Hasil dari pengukuran pH pada pengamatan ini yaitu pH perairan berkisar 7-8. Kondisi ini masih optimum untuk pertumbuhan dari ikan air tawar.

4.4.3 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut yang ada dalam perairan sungai berasal dari fotosintesis flora air dan difusi oksigen dari udara. Oksigen yang terlarut dalam air mempunyai peranan penting dalam proses metabolisme organisme, semakin dingin suatu badan perairan maka semakin banyak oksigen yang terkandung di dalamnya (Nybaken, 1992).

Berdasarkan hasil pengukuran dalam penelitian ini kandungan oksigen pada tiap-tiap Sungai yaitu berkisar antara 3,5-5 mg/L dimana kondisi ini masih memenuhi baku mutu yang ditetapkan menurut PP No. 82 tahun 2001 sebesar >3 mg/L. Menurut Zooneveld *et al* (1991), bahwa oksigen diperlukan ikan sebagai energi dalam metabolisme tubuh untuk dapat menghasilkan aktivitas seperti berenang, pertumbuhan, dan reproduksi. Konsumsi oksigen bagi ikan akan menurun dengan penurunan kandungan oksigen terlarut di perairan dimana kelarutan gas dalam air tergantung pada tekanan dan suhu.

Oksigen terlarut diperlukan ikan untuk bernafas ang kemudian digunakan untuk merombak makanan menjadi energi. Ikan mengambil oksigen terlarut dalam air melalui insang, hal tersebut memungkinkan ikut masuknya bahan-bahan terlarut lainnya missal residu organoklorin ke dalam tubuh ikan. Menurut Kullenberg (1989) cemaran organoklorin dalam air dapat melakukan penetrasi lewat kulit atau insang ikan atau lewat makanan yang kadarnya tergantung pada area cemaran yang ada disekitarnya.

4.4.4 Total Bahan Organik (TOM)

Bahan organik merupakan makanan utama bagi biota air. Khususnya moluska yang terbawa air atau berasal dari substrat di dalam perairan. Pada daerah pantai berpasir hanya sebagian kecil dari organisme yang menyerap bahan organik, baik yang terlarut maupun yang berukuran sangat kecil (Romimohtarto dan Juwana, 2001).

Bahan organik merupakan faktor penting dalam proses dekomposisi. Sumber bahan organik bisa berasal dari perairan itu sendiri (autochthonous) maupun disuplai dari ekosistem lain (allochthonous). Bahan-bahan organik di air hadir dalam bentuk makluk hidup dan sisa-sisa organisme (bangkai, humus, debris, dan detritus) baik dalam ukuran partikel besar, kecil dan terlarut. Bahan organik dalam bentuk partikel biasanya dikenal dengan istilah POM (Particulate Organic Matter) sedangkan yang terlarut dikenal dengan DOM (Dissolved Organic Matter). Partikel-partikel besar umumnya dimakan oleh hewan-hewan besar seperti ikan, udang, moluska dan sebagainya, sedangkan hewan-hewan filter feeder memakan partikel-partikel berukuran kecil. Dekomposer seperti bakteri memanfaatkan bahan organik dalam bentuk terlarut. Input allochthonous datang sebagai campuran dari POM dan DOM. Sesuai dengan namanya POM hadir dalam bentuk partikel tersuspensi dan termasuk didalamnya adalah

fitoplankton dan bakteri, tetapi unsur utamanya adalah apa yang kita sebut sebagai detritus yaitu sebuah kata yang mencakup bermacam-macam substansi dan mikroorganisme yang biasanya berhubungan dengan bahan organik mati (Wilson, 1988). DOM adalah bahan organik terlarut yang sebagian merupakan produk proses dekomposisi dari POM. Secara operasional DOM didefinisikan sebagai bahan organik yang dapat melewati saringan yang memiliki pori yang sangat kecil yaitu $0.5\mu\text{m}$ atau kurang dari itu (Saunders, 1980). Bahan organik baik yang berasal dari perairan itu sendiri (autochthonous) maupun yang disuplai dari ekosistem lain (allochthonous) akan mengalami dekomposisi oleh dekomposer seperti bakteri atau jamur. Hasil proses dekomposisi ini berupa nutrisi anorganik yang selanjutnya dimanfaatkan oleh tumbuhan dan dirubahnya kembali menjadi bahan organik sebagai produksi primer, melalui proses fotosintesis. Melalui proses jaring-jaring makanan bahan organik ini akan diubah kembali menjadi nutrisi anorganik. Siklus ini berlangsung terus-menerus sepanjang tidak ada penghambatan terhadap proses-proses yang terjadi.

Organoklorin termasuk bahan pencemar organik yang persisten dan larut di dalam lemak. Bahan organik dapat diuraikan atau dirombak menjadi bahan anorganik. Bakteri merupakan agen utama proses dekomposisi selain beberapa jenis jamur/fungi. Berdasarkan kebutuhannya terhadap oksigen, kita mengenal dua jenis bakteri yaitu bakteri aerobik dan bakteri anaerobik. Moriber (1974) menyatakan bahwa bakteri aerobik tumbuh pada kondisi tersedia oksigen bebas (molekul-molekul O_2). Bakteri ini memainkan peranan penting dalam pengolahan air yang mengandung limbah organik, karena mereka mampu mengoksidasi limbah organik ini melalui proses yang disebut oksidasi aerobik. Organoklorin dapat didegradasi melalui pendekatan biologis (bioremediasi). Secara teknis perkembangan bioremediasi insektisida juga terkendala dengan kurang efektifnya agent biologis mendegradasi insektisida sebagai akibat dari

ketersediaan biologis (bioavailability) insektisida didalam air terbatas sehingga membatasi keberhasilan mikroba melakukan kontak dan mengurai pestisida target. Guna memperbaiki performa bioremediasi pestisida, keberhasilan proses yang berlangsung dapat tergantung pada ketersediaan mikroorganisme agen bioremediasi.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil tangkapan ikan berjumlah 9 spesies dari masing-masing sungai adalah :
 - a. Sungai Aloo : ikan Mujair, ikan Keting, ikan Betik, ikan Gabus, dan ikan Sepat.
 - b. Sungai Porong : ikan Keting, ikan Belanak, dan ikan Bandeng.
 - c. Sungai Kalimas : ikan Tawes, ikan Mujair, dan ikan Nila.
 - d. Sungai Surabaya : ikan Tawes, dan ikan Mujair.
2. Jenis Organoklorin yang terdapat pada :
 - a. Sungai Aloo : DDT di ikan Betik, Heptaklor di ikan Betik dan ikan Sepat, Endrin di ikan Mujair dan ikan Keting.
 - b. Sungai Porong : DDT di ikan Keting.
 - c. KaliMas : DDT di ikan Tawes, Heptaklor di ikan Tawes dan ikan Nila.
 - d. Sungai Surabaya : Tidak terdeteksi jenis residu organoklorin pada sungai Surabaya atau di bawah Limit Deteksi alat.
3. Level kandungan residu organoklorin mulai dari terbesar – terendah :
 - a. DDT : 0.1816 mg/Kg pada ikan Betik dari sungai Aloo, 0.0180 mg/Kg pada ikan Tawes dari Kalimas, 0.0176 mg/Kg pada ikan Keting dari Sungai Porong.
 - b. Endrin : 0.0888 mg/Kg pada ikan Mujair dari Sungai Aloo, 0.0232 mg/Kg pada ikan Keting dari Sungai Aloo.

- c. Heptaklor : 0.0224 mg/Kg pada ikan Betik dari Sungai Aloo, 0.0044 mg/Kg pada ikan Tawes dari Kalimas, 0.0028 mg/Kg pada ikan Sepat dari Sungai Aloo, 0.0024 mg/Kg pada ikan Nila dari Kalimas.

5.2 Saran

- Perlu adanya penelitian dengan menggunakan alat dengan ketelitian lebih kecil untuk mendeteksi level residu organoklorin dengan nilai lebih kecil (ppb)
- Pengukuran level residu organoklorin pada perairan juga dilakukan untuk memastikan bahwa level residu organoklorin pada ikan benar-benar berasal dari perairan tersebut
- Pengukuran secara kualitatif residu organoklorin dapat dilakukan dengan kertas lakmus untuk mengetahui ada tidaknya residu organoklorin.



DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, S. 2005. Manajemen Kualitas Air Untuk Budidaya Perairan. Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Akademi Perikanan Yogyakarta, 2009. Ikan Sebagai Indikator Pencemaran Perairan. <http://akademiperikanan.wordpress.com/2009/04/01/ikan-sebagai-indikator-pencemaran-air/>. Diakses pada tanggal 16 Maret 2012.
- Amnan, Marta. 1994. Evaluasi Kandungan Logam Berat Hg dan Pb pada kerang *Polymesoda sp* Pada Ekosistem Sungai di Kawasan Industri. Tesis. Program Pasca Sarjana. UI. Jakarta.
- Arisandi, P. 2004. Air, dua juta orang Surabaya sulit mendapatkannya, Ecological Observation and Wetlands Conservation (Ecoton), Driyorejo, Gresik.
- Bakre P.P., Misra V., Bhatnagar P. 2005. Residues of Organochlorine Insecticides in Fish from Mahala Water Reservoir, Jaipur, India. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 45(3), 394-398.
- Bapedal. 2006. Status Lingkungan Hidup Kota Surabaya. Surabaya. Penerbit Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Kota Surabaya.
- Barus. 2002. Pengantar Limnologi. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sumatra Utara. Medan
- BLH [Badan Lingkungan Hidup]. 2009. Profil Lingkungan Hidup Kota Surabaya. Surabaya :Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya.
- Brahmana. S, Tontowi, Achmad, F. 2007. Dampak Buangan Lumpur Panas Porong-Sidoarjo Terhadap Kualitas Air Kali Porong (The effects of the Porong Hot Mud toward the water quality in Porong river), JSDA. Vol. 3 No. 3 May. Retrieved from: <http://isjd.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/3407918.pdf>
- Cahyono, B., 2000, Budidaya Ikan Air Tawar, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Caldas E.D., Coelho R., Souza L.C.K.R., Ciba S.C. 1999. Organochlorine Pesticide in Water, Sediment, and Fish of Paranoa Lake of Brazilia Brazil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 62(2), 199-206.
- Cholik, F. 2005. *Review of Mud Crab Culture Research in Indonesia*, Central Research Institute for Fisheries, PO Box 6650 Slipi, Jakarta, Indonesia.
- Ecoton. 1998. Monitoring Kualitas Air Kali Surabaya. Ecological Observation and Wetlands Conservation, Driyorejo, Gresik.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Jogjakarta.

- Faedah, A., Gayatri, Koenadi, Dan Y. Chan. 1993. Awas Pestisida Ngendon alam Makanan Kita. *Terompet (Teropong Masalah Pestisida)* Edisi 4: 6-10.
- Febryanto, R., Aunurohim., Indah, T. Akumulasi Timbal (Pb) Pada Juvenile Ikan Mujair (*Oreochromis Mossambicus*) Secara In Situ Di Kali Surabaya. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Ferdy, 2010. Pencemaran Senyawa Organoklorin Jenis PCBs dan DDT di Laut. <http://blogkesayangan.blogspot.com/2010/02/pencemaran-senyawa-organoklorin-jenis.html>. Diakses tanggal 10 Februari 2012.
- Furukawa, K. 1982. Biodegradation of Polychlorinated biphenyls (PCBs) dalam Biodegradation and Toxication of Environmental Pollutants (ed. Chakrabarty, A. M.), CR. Press Inc. Florida, USA. 33-51.
- Gunradi, R. dan S.J. Suprpto. 2007. Endapan lumpur di daerah Porong Kab. Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur. Proc. Pemaparan Kegiatan Lapangan dan non Lapangan Pusat Sumberdaya Geologi.
- Goebel, H.S . Gorbach, W. Knauf, R.H . Rimpau, And H. Huttenbach. 1982. Properties, Effect, Residues, and analytics of insecticides endosulfan. *Residue Review*. **83** : 56-88.
- Hasan, 2006. Dampak Penggunaan Klorin. P3 Teknologi Konversi dan Konservasi Energi, Deputy Teknologi, Informasi, Energi, Material, dan Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta.
- Herawati, Niniek. 2007. Analisis Risiko Lingkungan Aliran Air Lumpur Lapindo Ke Badan Air (Studi Kasus Sungai Porong dan Sungai Aloo-Kabupaten Sidoarjo). Tesis Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Semarang
- Hidayati, Dewi. 2009. Aplikasi Fitoremediasi Polutan dengan Kiambang (*Salvinia molesta*) dan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) pada Air Tercemar Lumpur Lapindo dan Uji Biologis Sebagai Media Pemeliharaan Bandeng (*Chanos chanos*). Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat. ITS.
- Husin, Y. dan Eman, K. 1991. Metoda teknik Analisis Kualitas Air. Penelitian Lingkungan Hidup. Lembaga Penelitian. IPB. Bogor.
- IFTfishing, 2012. Umpan Untuk Mancing Ikan Air Tawar. <http://www.iftfishing.com/fishing-guide/umpan-fresh-water/umpan-untuk-mancing-ikan-air-tawar>. Diakses tanggal 14 Maret 2012.

Indraningsih, 1992. Residu Pestisida Organoklorin Serta Kemungkinan Bahayanya Pada Ternak dan Manusia. *WARTAZOA Vol. 7 No. 2*. Balai Penelitian Veteriner. Bogor.

Jasa Tirta [PJT I]. 2007. Kualitas Air Sungai di Wilayah Sungai Brantas. Malang: Laboratorium PJT-I.

Jasa Tirta [PJT I]. 2009. Kualitas Air Sungai di Wilayah Sungai Brantas. Malang: Laboratorium PJT-I.

Jasa Tirta [PJT I]. 2012. Kualitas Air Sungai di Wilayah Sungai Brantas. Malang: Laboratorium PJT-I.

Juanda, S., Yenny Risjani., Sri Andayani. 2013. Histopatologi Gonad Dan Kadar Hormon Estrogen Ikan Tawes (*Puntius Javanicus*) Di Sungai Surabaya, Kalimas Surabaya Dan Sungai Aloo Sidoarjo. Program Studi Budidaya Perairan Program Pasca Sarjana Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang

Khan, M.Z. and F.C.P. Law. 2005. Enzyme and Hormone Systems of Fish, Amphibians and Reptiles : A Review. *Proc. Pakistan Acad. Sci* 42(4) : 315-323.

Kordi K, M gufron H dan Andi Baso Tancung. 2007. Pengelolaan kualitas perairan dalam Budidaya Perairan.

Kullenberg, 1989. Pollutant Transfer and Transport in The Sea, Volume II, CRC. Press Inc. Florida, USA.

Manuaba, I. B. Putra. 2009. Cemaran Pestisida Karbamat Dalam Air Danau Buyan Buleleng Bali. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran.

Mark, Jr.H.B. 1981. Water Quality Measurement The Modern Analytical Techniques. Departments of Chemistry of Cincinate. Ohio.

Masduqi, A. dan E. Apriliani. 2008. Estimation of Surabaya River Water Quality Using Kalman Filter Algorithm. *The Journal for Technology and Science*, 19(3): 87-91.

Menzer, R, E., and Nelson, J, D., 1986, dalam Cassarets and Douls Toxicology, 3th, edit. Klaassen et al., (editors), Macmillan Publishing Company, New York, 825-847.

Moriber, G. 1974. Environmental Science. Allyn and Bacon, INC. Boston. 549p.

Muchtar, Muhammad.1992. Pencemran Laut oleh Zat Organik Pestisida Plikhlorobifenil (PCB) dan Poliaromatik Hidrokarbon. Unair. Surabaya.

- Mulliawati, 1995. Bioakumulasi Insektisida Organoklorin Pada Plankton di Perairan Cilacap. Skripsi Fakultas Farmasi UGM, Yogyakarta.
- Munawir, 1994. Kadar Pestisida Organoklorin Dalam Air di Perairan Muara Sungai Porong dan Mas, Surabaya. Puslitbang Oseanologi, LIPI. Jakarta
- Munawir, 1996. Kadar Pestisida Organoklorin di Perairan Muara Sungai Kuala Tungkal, Jambi.
- Munawir, 1996. Pestisida Organoklorin Dalam Air dan Sedimen di Muara Way Kambas dan Way Sekampung, Lampung. Balitbang Lingkungan Laut, Puslitbang Oseanologi-LIPI. Jakarta.
- Munawir, 2010. Pestisida Organoklorin Di Perairan Teluk Klabat pulau Bangka. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* (2010) 36(1): 1- 19, LIPI. Jakarta
- Murphy, S. D., 1986. Toxic Effect of Pesticides, dalam Cassarets Douls's, 3^h, edit. Klaasen et al./ (editor), Macmillan Publishing Company, New York, 519-550.
- Murty, A.S. 1985. *Toxicity of Pesticides to Fish Volume II*. Boca Raton, Florida : CRC Press, Inc.
- Natawigena. 1992. Pestisida dan Kegunannya. Penerbit Armico. Yogyakarta.
- Nazir, Moh. 2003. Metode Penelitian. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Nirarita et al. 1996. Ekosistem Lahan Basah Indonesia; Buku Panduan untuk Guru dan Praktisi Pendidikan. Wetland Indonesia: Bogor.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut*, Penerbit PT. Gamedia. Jakarta.
- Odum, E. P. 1993. Dasar – Dasar Ekologi. Terjemahan Samingan T. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Osweiler, G .D ., T.L . Carson, W.B . Buck, and G.A. Van Gelder. 1976 . Clinical and Diagnostic Veterinary Toxicology. 3rd ed. Kendall/Hunt Publishing Comp.
- Paramita, Sara Y., Oginawati, Katharina. Pengaruh Perubahan Musim Terhadap Residu Insektisida Organoklorin Pada Ikan, Air, Dan Sedimen Di Das Citarum Hulu Segmen Cisanti Sampai Nanjung, Jawa Barat. Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, ITB. Bandung.
- Pramitha, S. 2010. Analisis Kualitas Sungai Aloo, Sidoarjo berdasarkan Keanekaragaman dan Komposisi Fitoplankton [Penelitian Skripsi] Fakultas MIPA ITS Surabaya.

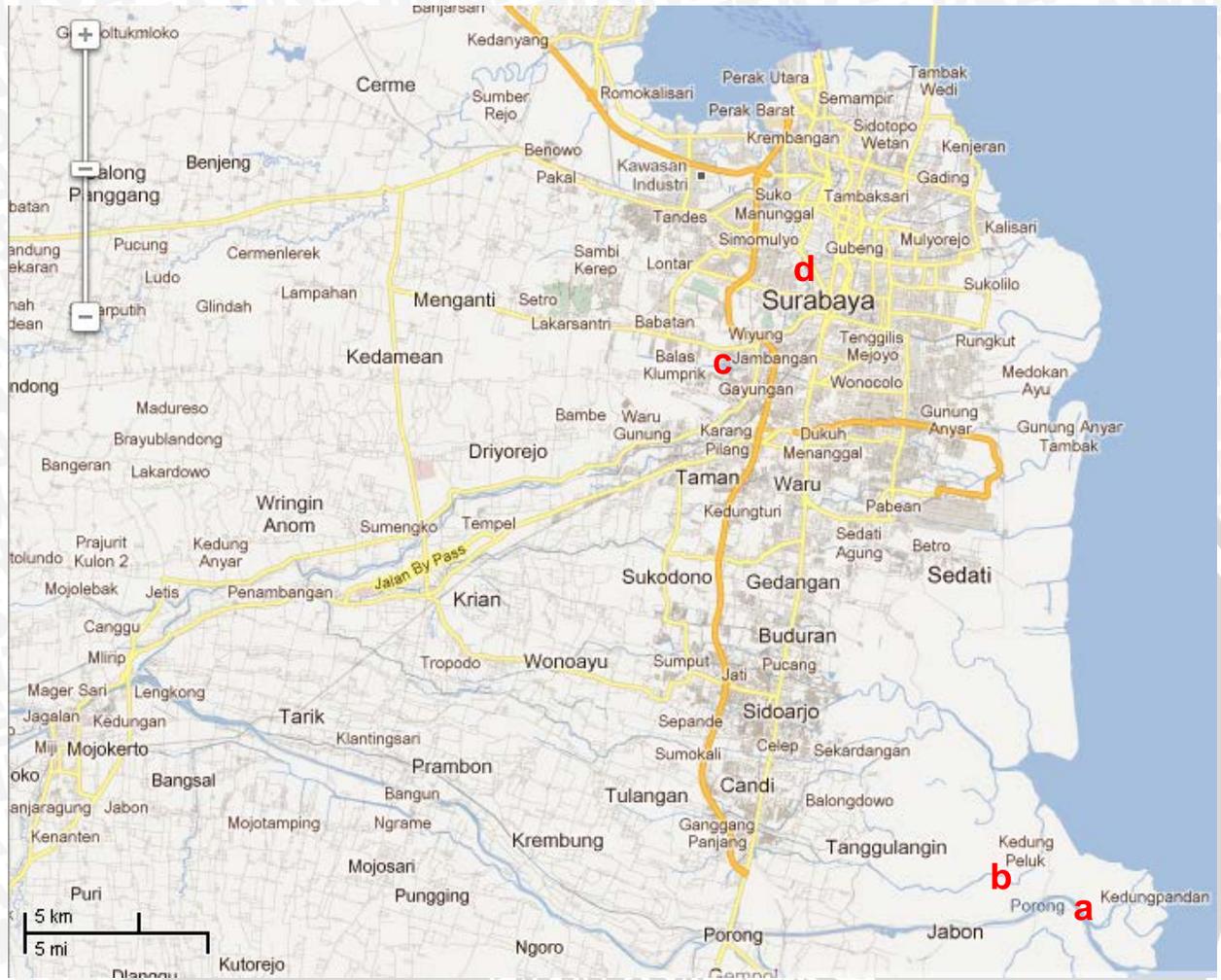
- Parlina, lin. 2013. LINDAN. <http://iinparlina.wordpress.com/>. Diakses pada tanggal 19 April 2013.
- Putri, N.A, N. Abdulgani dan I. Trisnawati. 2011. Biomonitoring in situ Kalimas Surabaya menggunakan Perubahan Histopatologis Insang Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). [Penelitian Skripsi] Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, ITS, Surabaya.
- Ramadan, A.R., N.Abdulgani dan N.Triyani. 2012. Perbandingan prevalensi parasit pada insang dan usus ikan Mujair (*O. mosambicus*) yang tertangkap di Sungai Aloo dan Tambak Kecamatan Kedung Peluk, Kecamatan Tanggulangin, Sidoarjo. *J.Sains dan Seni ITS*, 1(1):E36-E39.
- Ramadhani, N., Oginawati, Katharina. 2008. Residu Insektisida Organoklorin Di Persawahan Sub Das Citarum Hulu. Institut Teknologi Bandung.
- Repository.ui.ac.id. 2011. Pencemaran Laut. Universitas Indonesia. 34 hal. Diakses tanggal 14 Agustus 2011.
- Risjani, Y, S.Sudaryanti, D.Batoro, E.Yuli.A, M.Musa, D.Arfiati dan Yunianta. 1988. Biodiversity inventory survey of The Brantas River: The study on comprehensive management plan for the water resources of The Brantas River Basin in the Republic of Indonesia. Faculty of Fisheries. Brawijaya University. Malang.
- Romimohtarto, K., dan Juwana, Sri. 2001. Pola penerbit Djembatan. Jakarta
- Sastrawijaya, A. T., 1991. Pencemaran Lingkungan. Rineka Cipta, Jakarta.
- Saunders, G.W., 1980. Organic matter and Decomposers. *In The Functioning of Freshwater Ecosystem Eds. by E.D. Le Cren and R.H. Lowe-Mc. Connel.* Cambridge University Press.
- Setyowati, A., Dewi, H., Awik, P., Nurlita, A. 2010. Studi Histopatologi Hati Ikan Belanak (*Mugil Cephalus*) Di Muara Sungai Aloo Sidoarjo. Program Studi Biologi, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
- Sidhi, Mustafa Priatna. 1998. Kijang Taiwan Sebagai Biomonitor Pencemaran Perairan oleh Herbisida Glifosat. Institut pertanian Bogor.
- Sinulingga. 2006. Telaah Residu Organoklor Pada Wortel *Daucus Carota L.* Di Kawasan Sentra Kab. Karo SUMUT. *Jurnal Sistem Teknik Industri Volume 7 No. 1.* Jurusan Fisika F-MIPA UNIMED.
- Srimumpuni, R., Noegrohati. 1997. Bioakumulasi Pestisida Organoklorin Dalam Ikan Belanak (*Mugil sp*) Di Perairan Cilacap. *Majalah Farmasi Indonesia 8 (4)*, 150-159. Fakultas Farmasi UGM. Jogjakarta.

- Subarijanti, H. 2000. Ekologi Perairan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang
- Sudarmo, S. 1991. Pestisida. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sudaryanto A., Muchtar M., Razak H., Tanabe S. 2005. Kontaminasi Organoklorin Persisten Dalam Kerang Hijau (*Perna Viridis*) Di Perairan Indonesia. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 2005. No. 37 : 1 - 14
- Sudaryanto A., Monirith I., Kajiwaru N., Takahashi S., Hartono P., Muawanah., Tanabe S. 2007. Levels and Distribution of Organochlorine In Fish from Indonesia. *Environmental International*, 33(6), 750-758.
- Suherman, Ayep Dede. 2000. Bioremediasi Pestisida Organofosfat Diazinon Secara Ex Situ dengan menggunakan Mikroba Indigenous Dari Areal Persawahan. Insitut Pertanian Bogor.
- Suprpti. 2011. *Pedoman* Pembinaan Penggunaan Pestisida Tahun 2011. Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian Kementerian Pertanian. <http://www.promedia.co.id>. Diakses tanggal 25 Desember 2011.
- Suryanto, A. M. 2011. Pencemaran Lingkungan (Sumber, Dampak, dan Upaya Penanggulangannya). Diklat Kuliah Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan Universitas Brawijaya. Malang.
- Suwari, E.Riani, B. Pramudya dan I.Djuwita. 2010. Penentuan status mutu air Kali Surabaya dengan metode stroret dan indeks pencemaran. *Majalah Ilmiah Widya*, 59-63.
- Suwari, E.Riani, B. Pramudya dan I.Djuwita. 2011. Model dinamik pengendalian pencemaran air Kali Surabaya. *J.Bumi Lestari*, 11(2):234-248.
- Suyantri, E., Aunurohim., Nurlita, A. 2011. Sintasan (*Survival Rate*) Ikan Mujair (*Oreochromis Mossambicus*) Secara *In-Situ* Di Kali Mas Surabaya. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya .
- Soemarno., dan Hillebrand, M. TH. J. 1993. Sampling dan Analisis Cemarann Senyawa Organoklorin dalam Air Laut Jawa. Fakultas Farmasi UGM. Yogyakarta.
- Soemarwoto, Otto. 1990. Beberapa Masalah Mendesak dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup. Widyapura No. 1 tahun VII/1990. Pusat penelitian dan Pengembangan dan Perkotaan dan Lingkungan DKI. Jakarta.
- Soemirat, Juli. 2005. Toksikologi Lingkungan. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.

- Tarumingkeng, R.C. 1992. Insektisida : Sifat, Mekanisme Kerja dan Dampak Penggunaannya . Penerbit Ukrida, Jakarta.
- UNIDO. 1984. Indonesia : Consultation on Research and Development for Pesticide Production in Indonesia. Technical report. Vienna : United Nations Industrial Development Organization.
- Untung S. Status and management of POPs in Indonesia. *Proceedings of the regional workshop on the management of the Persistent Organic Pollutants (POPs)*, Hanoi, Vietnam; 1999. 16–19 March.
- Utomo, Y., Sudarmadji, Sudibyakto dan E. Sugiharto. 2008. Analisis kromium dalam sedimen sebagai parameter kualitas air kadar kromium pada perairan di Sungai Surabaya. *Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia*. ITS.
- Watterson, A..1988. *Pesticides Users' Health and Safety Handbook*. An International Guide. Gower Technical Publishing Company Limited. England.
- Wirawan, I. 1995. *Limnologi*. Jurusan Perikanan Universitas Dr Soetomo. Surabaya.
- Wikipedia, 2012. Insektisida. Diakses tanggal 14 Maret 2012.
- Wikipedia, 2012. Organoklorin. <http://id.wikipedia.org/wiki/Organoklorin>. Diakses pada tanggal 10 Februari 2012.
- Wikipedia. 2013. Insektisida. <http://id.wikipedia.org/wiki/Insektisida>. Diakses pada tanggal 25 April 2013.
- Wudianto, R .1999. *Petunjuk Menggunakan Pestisida*. Jakarta. Swadaya.
- Yu, J.F., Wang, D.S., Yan, M.Q., Ye, C., Yang, M. dan Ge, X. 2007. Optimized Coagulation of High Alkalinity, Low Temperature and Particle Water: pH Adjustment and Polyelectrolytes as Coagulant Aids. *Environ Monit Assess* (2007) 131:377–386.
- Zhou R., Zhu L., Yang K., Chen Y. 2006. Distribution of Organochlorine Pesticides in Surface Water and Sediments from Qiantang River, East China. *Journal of Hazardous Materials*, 137(1), 68-75.
- Zonneveld, N., E. A. Huisman dan J. H. Boon. 1991. Prinsip – prinsip Budidaya Ikan, hal : 48 – 66. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.



Lampiran 1.



Skala peta: 1 : 1.100.000

Keterangan:

- a : Sungai Porong
- b : Sungai Aloo
- c : Sungai Surabaya
- d : Kalimas Surabaya

Lampiran 2.

Gambar	Keterangan
	<p>Foto Sungai Aloo</p>
	<p>Foto Sungai Porong</p>
	<p>Foto Kalimas Surabaya</p>





Foto Sungai Surabaya



Foto Ikan Mujair



Foto Ikan Gabus



Foto Ikan Sepat



Foto Ikan Keting



Foto Ikan Betik



Foto Ikan Belanak



Foto Ikan Bandeng



Foto Ikan Tawes



Foto Ikan Nila

Lampiran 3.

Data mentah tangkapan ikan dari masing-masing sungai

Lokasi	Nama lokal	Spesies	No	Panjang (cm)	Berat (g)
Sungai Aloo	Mujair	<i>Oreochromis mossambicus</i>	1.	19,5	170,83
			2.	14	65,89
			3.	15	53,75
			4.	17,5	92
			5.	14	59,56
			6.	11	30,41
			7.	10,5	22,57
			8.	11	24,06
			9.	10,5	20,81
			10.	10,5	19,80
			11.	9	12,92
			12.	9	15,73
			13.	9	13,85
Keting		<i>Mystus gulio</i>	1.	16	35,26
			2.	11,5	17,25
			3.	11,5	16,37
			4.	11	13,28
			5.	12	23,43
			6.	11,5	17,63
			7.	17	49,78
			8.	17,5	44,98
			9.	19	51,74
			10.	10,	15,33
			11.	10,5	13,75
			12.	11	15,85
			13.	11	13,61
			14.	10	14,88
			15.	10	15,73
			16.	10,5	15,72
			17.	10	13,51
			18.	9,5	8,65
betik		<i>Anabas testudineus</i>	1.	11,5	33,4
			2.	10	21,51
			3.	13	48,99
			4.	11,5	28,60
			5.	10	20,53
			6.	10,5	21,48
			7.	10	18
			8.	11	21,08
			9.	9	14,84
Gabus		<i>Channa striata</i>	1.	22	91,57
			2.	24	124,82
			3.	31	249,62
			4.	15	27,43
Sepat		<i>Trichogaster trichopterus</i>	1.	9	11,77
			2.	8,5	12,26
			3.	9	11,29
			4.	9	12,69
			5.	8,5	10,61
			6.	9,5	14,09
			7.	9,5	12,36
			8.	9	10,93
			9.	9	11,74
			10.	9	10,73
			11.	9	12,30
			12.	8	8,52

			13.	8,5	9,89
			14.	8	8,26
			15.	8,5	9,73
			16.	8,5	8,39
			17.	8	7
Sungai Surabaya	Mujair	<i>Oreochromis mossambicus</i>	1.	13	42,8
			2.	11	28,8
			3.	11	34,3
			4.	11	27,3
			5.	11	31,1
			6.	10	20,7
			7.	10	24,7
			8.	10,5	25,1
			9.	11	28,3
			10.	10,5	25,1
			11.	10,5	21,7
			12.	10	21,1
			13.	9	16,1
	Tawes	<i>Barbonymus gonionotus</i>	1.	14	47,9
			2.	12,5	39,7
			3.	15,5	67,9
			4.	11,5	26,8
			5.	11	24,7
			6.	11	19,8
Sungai Porong	Keting	<i>Mystus gulio</i>	1.	26	206,92
			2.	26	211,77
			3.	24	148,36
			4.	22	104,13
			5.	23	115,95
			6.	22	92,06
			7.	20	92,81
			8.	16	40,20
			9.	15	40,38
	Belanak	<i>Valamugil seheli</i>	1.	24	129,93
			2.	20	88,05
			3.	18,5	59,84
			4.	18	68,49
			5.	17	49,80
	Bandeng	<i>Chanos-chanos</i>	1.	23	111,67
			2.	21	94,37
			3.	23	110,58
			4.	22	102,56
			5.	20	71,06
			6.	25	146,03
			7.	20	84,30
			8.	21	80,72
			9.	22	94,35
Kalimas	Tawes	<i>Barbonymus gonionotus</i>	1.	22	198,12
			2.	20	139,56
			3.	16,5	71,86
			4.	15	55,83
			5.	15,5	58,87
			6.	13	27,98
	Mujair	<i>Oreochromis mossambicus</i>	1.	20	156,57
			2.	10	21,40
	Nila	<i>Oreochromis niloticus</i>	1.	23	221,12
			2.	17,5	98,72
Jumlah			113		

Lampiran 4.

Hasil analisa Kandungan Residu Organoklorin



Lampiran 5.

Metode Analisa Residu Organoklorin berdasarkan Komisi Pestisida 2006 dan AOAC edisi 18 tahun 2005 dalam Paramita (2009) dan telah dimodifikasi oleh Laboratorium Terpadu, Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (BALINGTAN), Pati, Jawa Tengah.

Ekstraksi sampel

Ekstraksi Sampel Ikan :

1. Contoh ikan yang masih segar 25 gram dirajang halus dan dihomogenkan,
2. Dimasukkan ke dalam cup homogenizer, dan ditambah pelarut aseton 100 ml. Tutup homogenizer ditekan lalu diset selama 20 menit (100 rpm).
3. Hasil difiltrasi dengan kertas saring dan ditampung dalam labu bundar 300 ml.
4. Kemudian dievaporasi dengan rotary evaporator sampai tersisa ± 1 ml, dimurnikan dengan melewatkannya ke kolom kromatografi berisi florisil dan sodium sulfat anhidrat,
5. Lalu dielusi dengan 50 ml pelarut n-heksan. Contoh dievaporasi lagi sampai ± 1 ml,
6. Kemudian labu dibilas aseton secara bertahap, ditampung dalam tabung uji hingga volume 10 ml. Contoh siap diinjekkan ke kromatografi gas.