

**KOMUNITAS PERIFITON DAN FITOPLANKTON
SERTA PARAMETER FISIKA-KIMIA PERAIRAN
SEBAGAI PENENTU KUALITAS AIR
DI BAGIAN HULU SUNGAI CISADANE, JAWA BARAT**

**HABIB KRISNA WIJAYA
C24104079**

SKRIPSI



**DEPARTEMEN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2009**

**PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI
DAN SUMBER INFORMASI**

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi yang berjudul:

**KOMUNITAS PERIFITON DAN FITOPLANKTON SERTA
PARAMETER FISIKA-KIMIA PERAIRAN SEBAGAI PENENTU
KUALITAS AIR DI BAGIAN HULU SUNGAI CISADANE, JAWA BARAT**

adalah benar merupakan hasil karya sendiri dan belum diajukan dalam bentuk apapun ke perguruan tinggi manapun. Semua sumber data dan informasi yang atau dikutip dari karya yang telah diterbitkan maupun yang tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Bogor, Maret 2009

Habib Krisna Wijaya
C24104079

Habib Krisna Wijaya. C24104079. Komunitas Perifiton dan Fitoplankton serta Parameter Fisika-Kimia Perairan sebagai Penentu Kualitas Air di Bagian Hulu Sungai Cisadane, Jawa Barat. Dibimbing oleh Niken T. M. Pratiwi dan Enan M. Adiwilaga.

RINGKASAN

Sungai Cisadane merupakan sungai yang cukup besar di Jawa Barat dengan panjang ± 140 kilometer. Sungai Cisadane yang berhulu di Gunung Pangrango memiliki daerah aliran sungai seluas 7.679,3 ha. Air dari Sungai Cisadane ini dimanfaatkan oleh penduduk sebagai air baku untuk air minum, irigasi, perikanan, media pembuangan limbah rumah tangga dan industri, sekaligus untuk kegiatan mandi, cuci, dan kakus (MCK). Berkembangnya kegiatan penduduk tersebut di sepanjang aliran Sungai Cisadane dapat berpengaruh terhadap kondisi kualitas air sungai, karena hasil buangnya mengalir ke sungai sehingga mempengaruhi keberadaan organisme di dalamnya. Perubahan kondisi perairan dan pola hidrologi sungai menyebabkan perubahan komposisi komunitas perifiton dan fitoplankton. Untuk itu diperlukan suatu upaya pemantauan mengenai status kualitas Sungai Cisadane hulu melalui parameter fisika-kimia perairan serta menggunakan biota yang hidup di dalamnya, terutama perifiton yang keberadaannya relatif menetap di perairan sehingga lebih menggambarkan perubahan sungai. Dari parameter tersebut, maka dapat ditentukan kualitas air Sungai Cisadane.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keadaan dan status perairan hulu Sungai Cisadane melalui struktur komunitas perifiton dan fitoplankton serta kualitas airnya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu masukan dalam pengelolaan hulu Sungai Cisadane di masa yang akan datang.

Penelitian dilakukan mulai bulan Juni hingga November 2007 di tiga stasiun pengamatan. Penentuan stasiun pengamatan ditentukan berdasarkan tataguna lahan di sekitar setiap stasiun. Pengambilan contoh perifiton, fitoplankton, dan air untuk analisis kualitas air dilakukan setiap bulan selama enam bulan. Pendekatan pencemaran di hulu Sungai Cisadane berdasarkan keberadaan perifiton dan fitoplankton digunakan klasifikasi saprobik dan koefisien saprobik, sedangkan untuk menentukan status perairan digunakan Indeks Kualitas Air-NSF.

Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh jumlah jenis perifiton sebanyak 62 genera yang berasal dari kelas Bacillariophyceae, Chlorophyceae, dan Cyanophyceae, serta filum Protozoa. Di samping itu diperoleh fitoplankton sebanyak 50 genera dari kelas Bacillariophyceae, Chlorophyceae, dan Cyanophyceae. Berdasarkan hasil penilaian kualitas air, kondisi sungai dengan parameter fisika-kimia yang tergolong baik, didapat Indeks Kualitas Air dalam kriteria status perairan yang baik pula. Kemudian berdasarkan klasifikasi dan koefisien saprobik menggunakan parameter biologi (perifiton dan fitoplankton) yang ditemukan menunjukkan pencemaran sungai yang terjadi masih rendah, dengan masukan bahan pencemar berupa bahan organik dan anorganik, namun masih dalam jumlah yang kecil.

**KOMUNITAS PERIFITON DAN FITOPLANKTON
SERTA PARAMETER FISIKA-KIMIA PERAIRAN
SEBAGAI PENENTU KUALITAS AIR
DI BAGIAN HULU SUNGAI CISADANE, JAWA BARAT**

**HABIB KRISNA WIJAYA
C24104079**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan



**DEPARTEMEN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2009**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Komunitas Perifiton dan Fitoplankton serta Parameter Fisika-Kimia Perairan sebagai Penentu Kualitas Air di Bagian Hulu Sungai Cisadane, Jawa Barat
Nama Mahasiswa : Habib Krisna Wijaya
NIM : C24104079
Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si.
NIP. 132 008 553

Dr. Ir. Enan M. Adiwilaga
NIP. 130 892 613

Mengetahui,

Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Prof. Dr. Ir. Indra Jaya, M.Sc.
NIP. 131 578 799

Tanggal ujian: 11 Maret 2009

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul **”Komunitas Perifiton dan Fitoplankton serta parameter Fisika-Kimia Perairan sebagai Penentu Kualitas Air di Bagian Hulu Sungai Cisadane, Jawa Barat”**. Tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, oleh sebab itu penulis memohon masukan kritik dan saran dari semua pihak guna memperbaiki penulisan skripsi ini. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Bogor, Maret 2009

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. yang telah memberikan nikmat, rahmat, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis mengucapkan sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mengarahkan, membantu, dan mendukung kegiatan penelitian ini. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi M.Si. dan Dr. Ir. Enan M. Adiwilaga selaku dosen pembimbing yang telah bersedia memberikan arahan, masukan, bimbingan, dan semangat selama penulis melakukan penelitian dan penulisan skripsi.
2. Majariana Krisanti, S.Pi., M.Si. sebagai penguji tamu dan Dr. Ir. Yunizar Ernawati, M.S. sebagai wakil dari Departemen MSP yang telah memberikan saran dan masukan bagi penulis.
3. Dr. Ir. Hefni Effendi, M.Phil. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan selama perkuliahan dan Dosen FPIK yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis.
4. Ayahanda (Alm) Muso Hartoyo, Ibunda Sundari, keluarga Mbak Eni, Mbak Dwi, Mbak Rini, Mas Sophan, Mas Adi, dan Mbak Yeyen yang telah memberikan doa, semangat, dukungan, dan kasih sayang sehingga penulis mampu menyelesaikan studi perkuliahan.
5. Staf Tata Usaha MSP serta Staf Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan (Ibu Siti, Ibu Ana, Mbak Widar, Mbak Ina, dan Kak Aan) atas bantuan dan kerja sama kepada penulis selama perkuliahan dan penelitian.
6. Sahabat di Wisma Byru (Reza, Agus, Dani, Dior, Annas, Ofi, Yuda, Wiliam, Indra, Yanda, Bawon, Royani, Ngkong, dan Ahmad) dan Ar-Rozzaq (Ipin dan Wahyu) atas bantuan, kebersamaan, dan kekeluargaannya kepada penulis.
7. Sahabat di MSP 41 (Wilda rekan satu tim Cisadane; Riyan dan Weni dengan persahabatannya; Shelly dengan segala bantuannya: Pacool, Rifi, Aay, Mira, Faiz, Widi, Na, Bon-bon, Spy, L, Irwan, Sumo, Dila) dan semuanya atas kekeluargaan yang tidak 0 (nol) dan segala-galanya yang tidak terlupakan.
8. Teman-teman MSP (angkatan 37, 38, 39, 40, 42, 43, dan 44) serta rekan-rekan HMI Bogor dan FIM atas semua kenangannya dan kerjasamanya.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar belakang	1
1.2. Pendekatan masalah	2
1.3. Tujuan dan manfaat	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Ekosistem sungai	5
2.2. Keadaan umum hulu Sungai Cisadane	6
2.3. Perifiton	6
2.4. Fitoplankton	8
2.5. Perifiton dan fitoplankton sebagai indikator pencemaran perairan	9
2.6. Sistem saprobik	11
2.7. Parameter fisika dan kimia	13
2.7.1. Suhu	13
2.7.2. Arus	14
2.7.3. Kekeruhan	15
2.7.4. Padatan total	15
2.7.5. Derajat keasaman (pH)	16
2.7.6. Oksigen terlarut (DO)	16
2.7.7. Kebutuhan oksigen biokimia (BOD)	17
2.7.8. Kebutuhan oksigen kimiawi (COD)	18
2.7.9. Unsur hara	18
2.8. Dampak aktivitas manusia terhadap kualitas air sungai	20
III. METODE PENELITIAN	
3.1. Waktu dan lokasi penelitian	22
3.2. Alat dan bahan	22
3.3. Metode pengambilan contoh	23
3.3.1. Penentuan lokasi penelitian	23
3.3.2. Parameter biologi	24
3.3.3. Parameter fisika dan kimia	25
3.4. Pengumpulan data	26
3.5. Analisis data.....	27
3.5.1. Kelimpahan perifiton dan fitoplankton	27
3.5.2. Indeks keanekaragaman (H'), keseragaman (E), dan dominansi (C).....	28
3.5.3. Analisis tingkat kesamaan antar waktu pengamatan	30

3.5.4. Analisis hubungan parameter fisika dan kimia perairan terhadap parameter biologi	31
3.5.5. Uji Kruskal-Wallis	32
3.5.6. Kualitas lingkungan perairan	32
3.5.6.1. Indeks Kualitas Air	32
3.5.6.2. Sistem saprobik	34
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Karakteristik lokasi penelitian	36
4.2. Karakteristik fisika dan kimia perairan	38
4.2.1. Arus	38
4.2.2. Suhu	40
4.2.3. Kekeruhan	40
4.2.4. Padatan total	41
4.2.5. Derajat keasaman (pH).....	42
4.2.6. Oksigen terlarut (DO)	43
4.2.7. Kebutuhan oksigen biokimia (BOD)	44
4.2.8. Kebutuhan oksigen kimiawi (COD)	45
4.2.9. Unsur hara	46
4.3. Karakteristik biologi	48
4.3.1. Komunitas perifiton dan fitoplankton	48
4.3.1.1. Komposisi dan kelimpahan perifiton	50
4.3.1.2. Komposisi dan kelimpahan fitoplankton	55
4.3.1.3. Analisis indeks keanekaragaman (H'), keseragaman (E), dan dominansi (C)	59
4.4. Analisa tingkat kesamaan antar waktu pengamatan	61
4.4.1. Pengelompokan waktu pengamatan berdasarkan kesamaan kelimpahan perifiton	61
4.4.2. Pengelompokan waktu pengamatan berdasarkan kesamaan kelimpahan fitoplankton	62
4.4.3. Pengelompokan waktu pengamatan berdasarkan kesamaan parameter fisika dan kimia	63
4.5. Analisis hubungan parameter fisika dan kimia terhadap parameter biologi	64
4.6. Kualitas lingkungan perairan	66
4.6.1. Indeks Kualitas Air	66
4.6.2. Sistem saprobik	67
4.6.2.1. Sistem saprobik perifiton secara kualitatif	67
4.6.2.2. Koefisien saprobik	68
4.7. Pembahasan umum	69
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	73
5.2. Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	77
RIWAYAT HIDUP	97

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Distribusi alga dalam kaitannya dengan arus (Round 1964 <i>in</i> Whitton 1975).....	14
2. Penggolongan kualitas air berdasarkan kandungan oksigen terlarut (Sachmitz 1971 <i>in</i> Lumbantobing 1996)	17
3. Kriteria kualitas air berdasarkan BOD (Lee <i>et al.</i> 1979 <i>in</i> Supartiwi 2000)	17
4. Parameter, metode, alat, dan bahan penelitian	23
5. Nilai kepentingan kualitas air (modifikasi Ott 1978)	33
6. Kriteria penilaian Indeks Kualitas Air (Ott 1978).....	33
7. Karakteristik perairan dan hubungan respon dari komunitas perifiton terhadap pencemaran bahan organik (Welch 1980)	34
8. Hubungan antara koefisien saprobik (X), tingkat pencemaran, fase saprobik, dan bahan pencemar (Dresscher dan Van der Mark 1976 <i>in</i> Soewignyo <i>et al.</i> 1986)	35
9. Hasil uji hubungan antar parameter biologi dengan parameter fisika-kimia (<i>Pearson correlation</i>)	65

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Skema pendekatan masalah penelitian	3
2. Sistem zonasi dalam pengklasifikasian aliran sungai yang Menerima limbah organik dari berbagai penelitian (Whipple 1927 <i>in</i> Ravera 1979).	12
3. Peta lokasi stasiun penelitian	24
4. Curah hujan Sub DAS Cisadane hulu periode 2007 (BMKG Jakarta)	37
5. Curah hujan dan debit air hulu Sungai Cisadane selama penelitian	38
6. Kecepatan arus pada setiap stasiun di hulu Sungai Cisadane	39
7. Sebaran nilai suhu di setiap pengamatan pada tiap stasiun di hulu Sungai Cisadane	40
8. Sebaran nilai kekeruhan di setiap pengamatan pada tiap stasiun di hulu Sungai Cisadane.....	41
9. Sebaran nilai TSS di setiap pengamatan pada tiap stasiun di hulu Sungai Cisadane	42
10. Sebaran nilai TDS di setiap pengamatan pada tiap stasiun di hulu Sungai Cisadane	42
11. Sebaran nilai pH di setiap pengamatan pada tiap stasiun di hulu Sungai Cisadane	43
12. Sebaran nilai DO di setiap pengamatan pada tiap stasiun di hulu Sungai Cisadane	43
13. Sebaran nilai BOD di setiap pengamatan pada tiap stasiun di hulu Sungai Cisadane	44
14. Sebaran nilai COD di setiap pengamatan pada tiap stasiun di hulu Sungai Cisadane	45
15. Sebaran nilai NH ₃ -N di setiap pengamatan pada tiap stasiun di hulu Sungai Cisadane	46
16. Sebaran nilai NO ₃ -N di setiap pengamatan pada tiap stasiun	47
17. Sebaran nilai PO ₄ -N di setiap pengamatan pada tiap stasiun.....	48

18.	Komposisi jumlah genera tiap kelompok perifiton di hulu Sungai Cisadane; (a) Stasiun 1; (b) Stasiun 2; (c) Stasiun 3	51
19.	Kelimpahan perifiton di Hulu Sungai Cisadane	52
20.	Komposisi jumlah genera tiap kelompok fitoplankton di hulu Sungai Cisadane; (a) Stasiun 1; (b) Stasiun 2; (c) Stasiun 3.....	56
21.	Kelimpahan fitoplankton di hulu Sungai Cisadane	57
22.	Pengelompokan waktu pengamatan berdasarkan kesamaan kelimpahan perifiton di hulu Sungai Cisadane	62
23.	Pengelompokan waktu pengamatan berdasarkan kesamaan kelimpahan fitoplankton di Hulu Sungai Cisadane	63
24.	Pengelompokan waktu pengamatan berdasarkan kesamaan parameter fisika dan kimia di bagian Hulu Sungai Cisadane	64
25.	Indeks Kualitas Air hulu Sungai Cisadane (IKA-NSF)	66
26.	Koefisien saprobik perifiton dan fitoplankton di hulu Sungai Cisadane	69

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Kordinat stasiun pengambilan sampel, data curah hujan, dan karakteristik lokasi penelitian	78
2. Nilai sub Indeks Kualitas Air (Ii) untuk IKA-NSF (Ott 1978)	79
3. Data hidrologi dan morfometri hulu Sungai Cisadane setiap stasiun	80
4. Kualitas air di hulu Sungai Cisadane pada Bulan Juni-November 2007	81
5. Kriteria mutu air berdasarkan Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 tahun 2001	82
6. Jenis dan kelimpahan perifiton selama pengamatan (sel/cm ²).....	83
7. Jenis dan kelimpahan fitoplankton selama pengamatan (sel/m ³)	86
8. Jumlah kelimpahan perifiton dan fitoplankton	88
9. Jumlah genera dan proporsi jenis (%)	89
10. Keberadaan perifiton dan fitoplankton di hulu Sungai Cisadane pada Bulan Juni-November 2007	90
11. Indeks keanekaragaman (H'), keseragaman (E), dan dominansi (C)	91
12. Nilai Indeks Kualitas Air dan koefisien saprobik di hulu Sungai Cisadane pada Bulan Juni-November 2007	92
13. Analisis kelompok berdasarkan kesamaan kelimpahan.....	93
14. Uji Kuskal-Wallis	94
15. Gambar organisme yang ditemukan	95
16. Gambar lokasi stasiun pengamatan	96

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Air merupakan sumberdaya alam yang diperlukan oleh semua makhluk hidup. Oleh karena itu, sumberdaya air harus dilindungi agar dapat tetap dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk hidup lain. Air sebagai media bagi kehidupan organisme air, bersama dengan substansi lain (biotik dan abiotik) akan membentuk suatu ekosistem perairan. Salah satu di antaranya adalah ekosistem perairan mengalir.

Sungai merupakan perairan umum dengan pergerakan air satu arah yang terus menerus. Ekosistem sungai merupakan habitat bagi biota air yang keberadaannya sangat dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya. Organisme air tersebut di antaranya tumbuhan air, plankton, perifiton, bentos, dan ikan. Sungai juga merupakan sumber air bagi masyarakat yang dimanfaatkan untuk berbagai keperluan dan kegiatan, seperti kebutuhan rumah tangga, pertanian, industri, sumber mineral, dan pemanfaatan lainnya. Kegiatan-kegiatan tersebut bila tidak dikelola dengan baik akan berdampak negatif terhadap sumberdaya air, di antaranya adalah menurunnya kualitas air. Kondisi ini dapat menimbulkan gangguan, kerusakan, dan bahaya bagi makhluk hidup yang bergantung pada sumberdaya air.

Meningkatnya jumlah penduduk dan kegiatan pembangunan telah meningkatkan kebutuhan sumberdaya air. Di lain pihak, ketersediaan sumberdaya air semakin terbatas, bahkan di beberapa tempat dikategorikan dalam kondisi kritis. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti pencemaran, penggundulan hutan, kegiatan pertanian yang mengabaikan kelestarian lingkungan, dan perubahan fungsi daerah tangkapan air.

Aliran Sungai Cisadane dimanfaatkan oleh masyarakat di sekitar sebagai air baku untuk air minum, irigasi, perikanan, media pembuangan limbah rumah tangga dan industri, sekaligus untuk kegiatan mandi, cuci, dan kakus (MCK). Semakin ke arah hilir sungai, telah terjadi perubahan fungsi lahan di daerah aliran sungai seperti pemukiman dan pertanian. Kegiatan di sekitar sungai ini dapat menyebabkan penurunan kualitas air sungai dan dapat mengakibatkan perubahan

keberadaan organisme akuatik di perairan. Perubahan kondisi perairan yang terjadi ini dapat digambarkan melalui keberadaan organisme di perairan tersebut seperti perifiton dan bentos yang keberadaannya relatif menetap. Mengingat pentingnya keberadaan sungai bagi masyarakat di sekitar daerah aliran sungai, perlu diadakan penelaahan dan pengkajian kualitas air sungai untuk mendapat gambaran tentang kondisi kualitas air, dalam hal ini di bagian hulu Sungai Cisadane melalui pendekatan keberadaan perifiton dan fitoplankton serta parameter fisika-kimia perairan untuk menentukan kualitas perairan sungai.

1.2 Pendekatan masalah

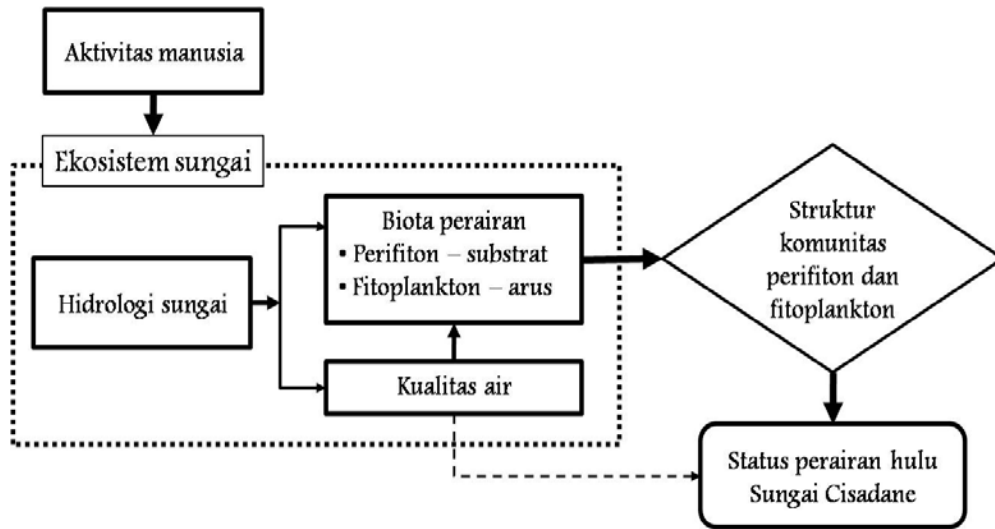
Pada daerah sungai saat ini banyak terjadi kecenderungan penurunan kuantitas dan kualitas air, bahkan sampai pada tingkat yang mengkhawatirkan. Walaupun ketersediaan air dari waktu ke waktu relatif tetap karena mengikuti daur hidrologi, keadaan dan kualitasnya yang kurang memenuhi syarat menyebabkan pemakaian dan pemanfaatannya menjadi terbatas. Dalam rangka memenuhi kebutuhan air untuk berbagai kebutuhan, kelestarian sumber daya air perlu dijaga.

Pemukiman di sekitar sungai yang semakin padat menyebabkan jumlah dan bentuk kegiatan manusia akan meningkat pula. Peningkatan tersebut akan mempengaruhi tingkat pemanfaatan air sungai, baik sebagai sarana dan prasarana kegiatan, maupun sebagai tempat akhir dari kegiatan pertanian, budidaya ikan, dan kegiatan rumah tangga sehingga akan merubah kondisi perairan sungai atau degradasi lingkungan. Kegiatan-kegiatan tersebut dapat memungkinkan terjadinya perubahan kualitas air seperti penurunan oksigen terlarut, peningkatan TSS, dan peningkatan bahan masukan di perairan sungai.

Sungai memiliki pergerakan air ke arah yang lebih rendah dan juga membawa limpasan air. Air limpasan membawa berbagai material dari daratan, termasuk bahan pencemar. Beban pencemar yang masuk ke sungai akan terbawa air ke arah hilir sehingga akan mempengaruhi beban masukan di badan air yang dilalui. Skema perumusan masalah dapat dilihat pada Gambar 1.

Beban masukan limbah di perairan tersebut dapat berupa bahan organik dan anorganik. Beban masukan ini akan menyebabkan perubahan kualitas kimia,

fisika, dan biologi perairan. Melalui parameter-parameter tersebut, khususnya parameter biologi, yaitu keberadaan komunitas perifiton dan fitoplankton, yang dihubungkan dengan kondisi fisika dan kimia, dapat diketahui kondisi kualitas perairan sungai tersebut.



Gambar 1. Skema pendekatan masalah penelitian

Perubahan kondisi perairan dan pola hidrologi sungai berpengaruh terhadap keberadaan dan kemampuan biota perairan untuk dapat bertahan pada habitatnya. Pada perairan dengan tingkat kesuburan berbeda akan terdapat struktur komunitas biota yang berbeda; dan kondisi suatu perairan biasanya dicirikan dengan biotanya yang spesifik pula (Basmi 1999). Biota-biota yang relatif menetap seperti perifiton dapat lebih menggambarkan perubahan tersebut karena keberadaannya di perairan yang relatif menetap sehingga merespon setiap perubahan kondisi aliran sungai yang terjadi. Keberadaan organisme tersebut di dalam perairan sangat ditentukan oleh kondisi fisik dan kimia perairan karena memiliki batasan toleransi tertentu sehingga struktur komunitasnya akan berbeda pada kondisi parameter fisika dan kimia yang berbeda. Hal ini memungkinkan biota tersebut untuk dijadikan sebagai bioindikator perubahan kualitas perairan. Selanjutnya, berdasarkan keberadaan biota tersebut, dilakukan penentuan status kualitas suatu perairan. Demikian pula halnya dengan perairan bagian hulu Sungai Cisadane yang berperan penting dalam mengetahui masukan bagi badan

air berikutnya. Oleh karena itu diperlukan adanya sesuatu penelitian mengenai komunitas perifiton dan fitoplankton serta parameter fisika-kimia perairan di bagian hulu Sungai Cisadane.

1.3 Tujuan dan manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keadaan dan status perairan hulu Sungai Cisadane melalui struktur komunitas perifiton dan fitoplankton serta kualitas airnya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu masukan dalam pengelolaan hulu Sungai Cisadane di masa yang akan datang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem sungai

Perairan umum tawar alami dikenal sebagai sungai, rawa, dan danau. Perairan sungai merupakan suatu perairan yang di dalamnya dicirikan dengan adanya aliran air yang cukup kuat, sehingga digolongkan ke dalam perairan mengalir (perairan lotik). Perairan sungai biasanya keruh, sehingga penetrasi cahaya ke dasar sungai terhalang (Goldman dan Horne 1983). Pada perairan sungai biasanya terjadi pencampuran massa air secara menyeluruh dan tidak terbentuk stratifikasi vertikal kolom air seperti pada perairan lentik. Sungai dicirikan oleh arus yang searah dan relatif kencang, serta sangat dipengaruhi oleh waktu, iklim, dan pola aliran air. Kecepatan arus, erosi, dan sedimentasi merupakan fenomena yang umum terjadi di sungai sehingga kehidupan flora dan fauna pada sungai sangat dipengaruhi oleh ketiga variabel tersebut (Effendi 2003).

Sungai secara spesifik terbagi dalam dua ekosistem yaitu perairan yang berarus cepat dan perairan yang berarus lambat. Sungai yang mengalir cepat dikarakteristikan oleh tipe substrat berbatu dan berkerikil, sedangkan sungai yang mengalir lambat dikarakteristikan dengan tipe substrat berpasir dan berlumpur. Faktor pengontrol utama produktivitas pada ekosistem tersebut adalah arus yang merupakan pembatas bagi jumlah dan tipe organisme ototrof (Clapham 1983).

Organisme ototrof pada sistem ekosistem perairan terdiri dari berbagai macam kumpulan alga dan tanaman air (Whitton 1975 *in* Whitton 1975). Menurut Thornton *et al.* (1990), produsen primer di sungai, danau, dan waduk terdiri dari fitoplankton, bakteri, alga bentik (perifiton), dan makrofita. Pada kondisi perairan berarus, perifiton lebih berperan sebagai produsen primer. Namun pada sungai yang dalam dan besar fitoplankton cenderung lebih berperan dan lebih dominan (Welch 1980). Meningkatnya ukuran sungai serta menurunnya kemiringan dan kecepatan arus umumnya akan meningkatkan produksi fitoplankton (Whitton 1975 *in* Whitton 1975).

2.2 Keadaan umum hulu Sungai Cisadane

Sungai Cisadane merupakan salah satu sungai yang cukup besar di Jawa Barat. Sungai Cisadane memiliki panjang 140 kilometer, memanjang melewati empat kota dan kabupaten, yaitu Kabupaten Bogor, Kota Bogor, Kabupaten Tangerang, Kota Tangerang, dan bermuara di Laut Jawa (Republika 2008). Penggunaan lahan di kawasan ini mengalami perubahan yang sangat cepat. Lahan pertanian subur telah berubah fungsi secara tidak terkendali menjadi lahan pemukiman dan daerah industri. Oleh karena itu fungsi kawasan sebagai wilayah resapan air berkurang, dan berakibat pada timbulnya ancaman banjir di daerah hilir.

Sungai Cisadane berhulu di Gunung Pangrango, Kabupaten Bogor, Propinsi Jawa Barat. Hulu Sungai Cisadane memiliki luas daerah aliran sungai sebesar 7.679,3 ha. Menurut Ahsoni (2008), penggunaan lahan di hulu Sungai Cisadane bervariasi, yaitu sebagai hutan, pemukiman, sawah, perkebunan campuran, dan ladang. Perubahan atau perkembangan penggunaan lahan ini dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu faktor alami seperti iklim, topografi, tanah, dan bencana alam, serta oleh faktor manusia yang berupa aktivitas manusia (Vink 1975 *in* Taufik 2003).

Penggunaan lahan di hulu Sungai Cisadane didominasi oleh hutan dan ladang. Lahan hutan mendominasi wilayah Sub DAS Cisadane hulu dengan luas sekitar 1.086,8 ha (60,35 %). Area hutan ini sebagian besar merupakan hutan alami dan hutan pinus. Lahan hutan umumnya dijumpai di bagian hulu dengan kemiringan lereng yang sangat curam. Lahan ladang/tegalan mencakup luasan sekitar 621,6 ha (34,52 %), sedangkan sawah, pemukiman, dan kebun kurang dari 50 % dari sebaran penggunaan lahan (Lampiran 1). Lahan sawah lebih banyak terdapat di dekat aliran sungai sehingga dapat secara langsung mempengaruhi kondisi perairan di bagian hulu Sungai Cisadane (Ahsoni 2008).

2.3 Perifiton

Perifiton adalah komunitas organisme yang hidup di atas atau sekitar substrat yang tenggelam. Substrat tersebut dapat berupa batu-batuan, kayu, tumbuhan air yang tenggelam, dan kadangkala pada hewan air (Odum 1971).

Menurut Weitzel (1979), perifiton terdiri dari mikroflora yang tumbuh pada semua substrat tenggelam. Pada umumnya perifiton di perairan mengalir terdiri dari diatom, (Bacillariophyceae), alga biru berfilamen (Myxophyceae), alga hijau berfilamen (Chlorophyceae), bakteri atau jamur berfilamen, protozoa, dan rotifera (tidak banyak pada perairan tidak tercemar), serta beberapa jenis serangga (Welch 1952). Berdasarkan tipe substrat tempat menempelnya, perifiton dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. *Epilithic*, perifiton yang menempel pada batu.
- b. *Epipellic*, perifiton yang menempel pada permukaan sedimen.
- c. *Epiphytic*, perifiton yang menempel atau hidup pada permukaan daun atau batang tumbuhan.
- d. *Epizoic*, perifiton yang menempel pada permukaan tubuh hewan.
- e. *Epidendritic*, perifiton yang menempel pada kayu.
- f. *Epipsamic*, perifiton yang menempel pada permukaan pasir.

Perkembangan perifiton dapat dianggap sebagai proses akumulasi, yaitu proses peningkatan biomassa dengan bertambahnya waktu. Akumulasi merupakan hasil kolonisasi dan komposisi perifiton. Hal ini terkait erat dengan kemampuan perifiton dan alat penempelnya. Keberadaan substrat sangat menentukan perkembangan perifiton menuju kemantapan komunitasnya. Kemampuan perifiton menempel pada substrat menentukan eksistensinya terhadap pencucian oleh arus atau gelombang yang dapat memusnahkannya (Ruttner 1974).

Perifiton dapat menempel pada tipe substrat batuan, lumpur, hingga benda hidup. Substrat benda hidup sering bersifat sementara karena adanya proses pertumbuhan dan kematian, sehingga keberadaan perifiton juga ikut dipengaruhi oleh keberadaannya. Pada substrat benda mati, keberadaan perifiton akan lebih mantap (permanen), meskipun pembentukan komunitas terjadi secara lambat namun lebih mantap, tidak mengalami perubahan, rusak, atau mati (Ruttner 1974).

Hasil penelitian Bishop (1973) menunjukkan bahwa komposisi alga di sungai pada substrat batu (epilitik) dan substrat tanaman air (epifitik) terdiri dari Cyanophyta, Rhodophyta, Cryptophyta, Bacillariophyta, Chrysophyta,

Euglenophyta, dan Chlorophyta. Alga bentik yang sering ditemukan dalam jumlah besar adalah *Synedra*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Diatoma*, dan *Surirella* (Hynes 1972). Pada perairan berarus kuat, alga bentik yang mendominasi dikarakteristikan dengan diatom kelompok pennales; dan dengan menurunnya arus, keanekaragaman akan meningkat tidak hanya diatom melainkan juga Chlorophyta dan Myxophyta (Whitton 1975 in Whitton 1975).

Diatom dari kelompok pennales cenderung mendominasi pada perairan berarus dan sebagai alga bentik. Hal ini terkait dengan bentuk sel (frustul) yang bilateral simetris dan sistem aliran air yang melewati sitoplasma sehingga mampu bergerak meluncur melawan arus. Selain itu, pada frustule yang berupa sobekan-sobekan sel (raphe) terdapat sitoplasma yang di dalamnya mengandung *mucopolysaccharides* yang mampu mengeluarkan helaian cairan perekat sehingga mampu menempel di substrat dan memungkinkan untuk membantu bergerak (Basmi 1999; Sze 1993).

Faktor yang mempengaruhi perkembangan perifiton di perairan antara lain adalah kecerahan, kekeruhan, tipe substrat, kedalaman, pergerakan air, arus, pH, alkalinitas, kesadahan, dan nutrien. Pada daerah yang terlindungi dari cahaya, perkembangan perifiton menurun. Meningkatnya kekeruhan akibat lumpur dan plankton dapat mengurangi intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan sehingga menghalangi perifiton di dasar yang memanfaatkan cahaya tersebut untuk berkembang (Weitzel 1979).

2.4 Fitoplankton

Fitoplankton adalah organisme yang hidup melayang-layang di dalam air, relatif tidak memiliki daya gerak, sehingga eksistensinya sangat dipengaruhi oleh gerakan air seperti arus, dan lain-lain (Odum 1971). Menurut Reynolds (1984), fitoplankton yang hidup di air tawar terdiri dari tujuh kelompok besar filum, yaitu: Cyanophyta (alga biru), Cryptophyta, Chlorophyta (alga hijau), Chrysophyta, Pyrrophyta (dinoflagellates), Raphidophyta, dan Euglenophyta. Setiap jenis fitoplankton yang berbeda dalam kelompok filum tersebut mempunyai respon yang berbeda-beda terhadap kondisi perairan, sehingga

komposisi jenis fitoplankton bervariasi dari satu tempat ke tempat lain (Welch 1952).

Menurut Welch (1952), plankton air tawar dibedakan menjadi limnoplankton dan rheoplankton. Limnoplankton adalah plankton yang hidup di perairan tergenang, sedangkan rheoplankton adalah plankton yang hidup di perairan mengalir. Keberadaan plankton di perairan mengalir dipengaruhi oleh lingkungan sungai yang seringkali komposisinya berubah yang berkaitan dengan pergerakan air, kekeruhan, suhu, dan nutrisi (Hynes 1972).

Perkembangan komunitas fitoplankton sungai dipengaruhi oleh turbulensi aliran dan turbiditas yang berkaitan dengan partikel tersuspensi (Belcher dan Swale 1979 *in* Reynolds 1984). Welch (1952) mengungkapkan bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi distribusi kelimpahan fitoplankton dalam suatu perairan adalah arus, kandungan unsur hara, predator, suhu, kecerahan, kekeruhan, pH, gas-gas terlarut, maupun kompetitor.

Hunter (1970) *in* Basmi (1988) juga mengungkapkan bahwa melimpahnya fitoplankton di suatu perairan berkaitan dengan pemanfaatan unsur hara dan radiasi sinar matahari. Selain itu, suhu, lingkungan, dan pemangsaan oleh zooplankton juga ikut berperan. Besar kecilnya konsentrasi nutrisi sangat ditentukan oleh kondisi lingkungan itu sendiri maupun masukan dari luar.

2.5 Perifiton dan fitoplankton sebagai indikator pencemaran perairan

Sifat atau mutu perairan dapat diketahui melalui pendugaan terhadap hasil pengukuran/pengamatan parameter fisika, kimia, dan biologi. Penentuan kualitas perairan secara biologi dapat dianalisis secara kuantitatif maupun secara kualitatif. Analisis kuantitatif dilakukan dengan melihat jumlah kelimpahan jenis organisme yang hidup di lingkungan perairan tersebut dan dihubungkan dengan keanekaragaman tiap jenisnya. Analisis secara kualitatif adalah dengan melihat jenis-jenis organisme yang mampu beradaptasi pada kondisi lingkungan tertentu (Soewignyo *et al.* 1986).

Eksistensi suatu organisme atau sekumpulan biota pada habitatnya didukung oleh kondisi lingkungan yang serasi. Pada kondisi lingkungan (karakteristik fisika dan kimia) yang stabil, organisme hewani dan nabati dapat

berkembang lebih baik. Adanya variabel lingkungan yang berubah akan mempengaruhi komunitas organisme secara keseluruhan. Perubahan komunitas ini antara lain terjadi pada komposisi jenis, spesies, bentuk morfologi individu, anatomis, fisiologis, dan jumlah individu. Jika suatu lingkungan mengalami perubahan, maka organisme yang ada di dalamnya juga mengalami perubahan dalam komunitasnya. Organisme yang mampu mendiami suatu lokasi yang mengalami perubahan lingkungan akan menjadi bioindikator lingkungannya, yaitu organisme yang selalu ada dan tidak menghilang. Perubahan yang mendasar pada struktur komunitas akibat perubahan lingkungan tersebut adalah terjadinya perubahan keanekaragaman jenis pada komunitas yang bersangkutan (Basmi 1999).

Perairan sebagai suatu ekosistem tentunya memiliki karakteristik yang berbeda-beda sesuai jenis perairan dan organisme yang ada di dalamnya. Tipe organisme yang ada di dalamnya dipengaruhi oleh jenis perairan serta oleh masukan dari lingkungannya. Menurut Curtis dan Curd (1971) *in* Mason (1981), beberapa alga yang hidup pada komunitas perairan tercemar limbah organik adalah *Stigeoclon tenue*, *Navicula* spp., *Fragillaria* spp., dan *Synedra* spp.. Mac Kenthum (1969) *in* Nemerow (1991) mengemukakan bahwa alga yang berhubungan dengan air bersih adalah *Cladophora*, *Ulothrix*, dan *Navicula*, sedangkan alga yang berhubungan dengan perairan yang tercemar adalah *Chlorella*, *Chlamydomonas*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, dan *Stigeoclonium*. Brinley (1952) *in* Whitton (1975) juga mengemukakan bahwa alga hijau (Chlorophyceae) biasa berkembang pada perairan pertengahan antara perairan tidak tercemar dengan perairan sangat tercemar. Beberapa keuntungan peninjauan secara biologis terhadap mutu lingkungan, antara lain (Soewignyo *et al.* 1986) adalah:

- 1) Analisis biologis dapat memberikan informasi yang relevan mengenai kondisi kualitas air secara sederhana dan cepat.
- 2) Pada keadaan lingkungan yang kurang baik atau tidak menguntungkan, beberapa biota perairan masih dapat bertahan dalam bentuk struktur komunitas.

- 3) Analisis biologi dapat memberikan informasi yang tidak dapat diberikan metode lain. Misalnya mengenai pengaruh bahan toksik terhadap status biologi organisme atau tentang kemampuan air sendiri dalam melakukan proses penjernihan secara biologis.
- 4) Analisis biologi tidak memberikan informasi yang tepat akan zat pencemaran kimia, tetapi dapat memberikan gambaran atau petunjuk akan kejadian tersebut secara khusus dengan melihat hubungan atau respon.

Beberapa metode biologi dapat digunakan dalam menentukan nilai indeks biologi. Metode biologi tersebut adalah sistem saprobik (indeks saprobik, koefisien saprobik), sistem diversitas (indeks keanekaragaman), keseragaman, dominansi, kandungan klorofil, produktivitas primer, dan lain-lain (Wilhm 1968 *in* Whitton 1975). Fitoplankton dan perifiton sebagai produsen primer, berperan sebagai dasar rantai makanan. Selain itu, fitoplankton juga berperan sebagai penyedia oksigen di dalam ekosistem perairan yang sangat dibutuhkan untuk mendukung kehidupan organisme lain pada tingkat trofik yang lebih tinggi.

2.6 Sistem saprobik

Sistem saprobik merupakan sistem tertua yang digunakan untuk mendeteksi pencemaran perairan dari bahan organik yang dikembangkan oleh Kolkwitz dan Marsson (1908) *in* Nemerow (1991). Saprobitas menggambarkan kualitas air yang berkaitan dengan kandungan bahan organik dan komposisi organisme di sungai. Komunitas biota bervariasi berdasarkan waktu dan tempat hidupnya. Dalam sistem ini, suatu organisme dapat bertindak sebagai indikator dan mencirikan perairan tersebut (Sladeczek 1979).

Sistem saprobik didasarkan pada zonasi yang berbeda yang mengalami pengkayaan bahan organik yang dikarakteristikan oleh tanaman (alga) dan hewan (bentos) secara spesifik. Adanya pencemar organik yang masuk ke dalam sungai terkait dengan serangkaian waktu dan jarak aliran yang akan menciptakan kondisi lingkungan yang berbeda di sepanjang sungai dan menghasilkan suksesi komunitas akuatik yang berbeda di sungai (Nemerow 1991). Di sepanjang sungai yang menerima limbah tersebut, komunitas biota akan melakukan proses pemulihan kondisi kualitas air. Whipple (1927) *in* Ravera (1979) mengemukakan

klasifikasi zonasi sungai yang menerima limbah organik, seperti yang terlihat pada Gambar 2. Dari sistem sungai tersebut pada dasarnya terdapat prinsip yang sama, yaitu bahwa sungai memiliki kemampuan pulih diri terhadap perubahan yang terjadi akibat masuknya limbah organik. Perubahan tersebut dibagi menjadi lima zona pemulihan yang berawal dari air yang masih bersih di hulu sungai, terpolusi, dan kemudian mengalami pemulihan, serta terakhir di hilir air menjadi bersih kembali (Whipple 1927 *in* Ravera 1979). Namun secara alami, kondisi air bersih di hilir sungai tidak sebagaimana kondisi di bagian hulu sungai.



Gambar 2. Sistem zonasi dalam pengklasifikasian aliran sungai yang menerima limbah organik dari berbagai penelitian (Whipple 1927 *in* Ravera 1979).

Dalam sistem saprobik, zonasi berdasarkan keberadaan limbah organik menggambarkan respon biota terhadap perubahan yang terjadi pada suatu ekosistem sungai. Adanya material yang masuk ke sungai atau perubahan tataguna lahan dapat berdampak pada zonasi sungai (Hawkes 1957 *in* Whitton 1975). Kolkwitz dan Marsson (1909) *in* Nemerow (1991) mengembangkan penilaian atau penafsiran dalam penentuan sistem saprobik terhadap limbah organik, dan kemudian membagi zona sungai menjadi tiga zona berdasarkan karakteristiknya, yaitu:

1. Polisaprobik, merupakan zona perairan tercemar berat, kandungan bahan organik sangat tinggi, kandungan oksigen terlarut rendah atau bahkan tidak

ada sama sekali, serta merupakan zona yang mengalami proses reduksi komunitas (komunitas biota mengalami penurunan). Pada kondisi ini fitoplankton didominasi oleh Euglenophyceae.

2. Mesosaprobik, merupakan zona perairan tercemar sedang, komponen bahan organik lebih sederhana, kandungan oksigen lebih tinggi dibandingkan pada zona polisaprobik. Di zona ini terjadi proses mineralisasi oleh bakteri (konversi bahan organik menjadi bahan anorganik) yang hasilnya akan dimanfaatkan bagi pertumbuhan alga dan hewan yang toleran pada zona ini.
3. Oligosaprobik, merupakan zona pemulihan, hanya terjadi pencemaran ringan dengan kandungan oksigen normal dan proses mineralisasi berlangsung dengan baik. Tumbuhan dan hewan dapat hidup baik di zona ini.

Klasifikasi oligosaprobik mencerminkan kualitas air bersih (berkaitan dengan perairan yang tidak tercemar) yang menggambarkan proses mineralisasi berlangsung dengan baik dan kandungan oksigen normal serta fitoplankton didominasi oleh Desmidiaceae dan Chlorophyceae. Perairan β -mesosaprobik merupakan perairan tercemar ringan; fitoplankton didominasi oleh Chlorophyceae dan diatom, serta Euglenophyceae mulai jarang/menghilang, dengan kandungan oksigen terlarut mulai meningkat. Perairan α -mesosaprobik merupakan perairan yang tercemar sedang; fitoplankton didominasi oleh Euglenophyceae, alga biru, dan diatom. Perairan polisaprobik mencerminkan perairan terpolusi berat; fitoplankton didominasi oleh Euglenophyceae serta kandungan oksigen terlarut yang rendah (Nemerow 1991).

2.7 Parameter fisika dan kimia

2.7.1 Suhu

Suhu berperan sebagai pengatur proses metabolisme dan fungsi fisiologis organisme. Suhu bukan merupakan faktor pembatas pada alga alami selama banyak genus mampu tumbuh pada kondisi lingkungan lain yang sesuai. Namun suhu sangat berpengaruh terhadap percepatan atau perlambatan pertumbuhan dan reproduksi alga.

Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air. Suhu juga sangat berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem

perairan. Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu yang baik bagi pertumbuhannya. Alga dari filum Chlorophyta dan diatom akan tumbuh baik pada kisaran suhu berturut-turut 30°C-35°C dan 20°C-30°C, dan filum Cyanophyta dapat bertoleransi terhadap kisaran suhu yang lebih tinggi (di atas 30°C) dibandingkan kisaran suhu pada filum Chlorophyta dan diatom (Welch 1980; Halsem 1995 *in* Effendi 2003).

2.7.2 Arus

Kecepatan arus dipengaruhi oleh perbedaan gradien atau ketinggian antara hulu dengan hilir sungai. Apabila perbedaan ketinggiannya cukup besar, maka arus air akan semakin deras. Mason (1981) mengklasifikasi sungai berdasarkan kecepatan arusnya ke dalam lima kategori yaitu arus yang sangat cepat (> 100 cm/detik), cepat (50-100 cm/detik), sedang (25-50 cm/detik), lambat (10-25 cm/detik), dan sangat lambat (< 10 cm/detik). Kecepatan arus akan mempengaruhi jenis dan sifat organisme yang hidup di perairan tersebut (Klein 1972). Menurut Whitton (1975) *in* Whitton (1975), kecepatan arus adalah faktor penting di perairan mengalir. Kecepatan arus yang besar (> 5 m/detik) mengurangi jenis flora yang dapat tinggal sehingga hanya jenis-jenis yang melekat saja yang tahan terhadap arus dan tidak mengalami kerusakan fisik.

Welch (1980) menambahkan, sungai dangkal dengan kecepatan arus cepat, biasanya didominasi oleh diatom perifitik. Alga bentik yang mendominasi perairan yang berarus kuat dikarakteristikan oleh adanya diatom golongan pennaes (Tabel 1).

Tabel 1. Distribusi alga dalam kaitannya dengan arus (Round 1964 *in* Whitton 1975)

Arus (m/detik)	Tipe komunitas	Jenis yang mendominasi
< 0,2 – 1	Alga bentik	Alga epipelik dan epifitik: seperti <i>Nitzschia</i> , <i>Navicula</i> , <i>Caloneis</i> , <i>Eunotia</i> , <i>Tabellaria</i> , <i>Synedra</i> , <i>Oscillatoria</i> , <i>Oedogonium</i> , <i>Bulbochaete</i> .
> 1	Alga bentik	Alga epilitik: seperti <i>Achnantes</i> , <i>Meridion</i> , <i>Diatoma</i> , <i>Ceratoneis</i> .
> 0,5 – 1	Fitoplankton	Diatom kecil bersel tunggal, alga biru.
> 1	Fitoplankton	Volvocales, Chrysomonads.

2.7.3 Kekeruhan

Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan organik dan anorganik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain (Eaton *et al.* 1995). Nilai kekeruhan di perairan alami merupakan salah satu faktor terpenting untuk mengontrol produktivitasnya. Kekeruhan yang tinggi akan mempengaruhi penetrasi cahaya matahari oleh karenanya dapat membatasi proses fotosintesis sehingga produktivitas primer perairan cenderung akan berkurang (Wardoyo 1975 *in* Supartiwi 2000). Kekeruhan di suatu sungai tidak sama sepanjang tahun. Air akan sangat keruh pada musim penghujan karena aliran air maksimum dan adanya erosi dari daratan.

2.7.4 Padatan total

Padatan total (residu) adalah bahan yang tersisa setelah air sampel mengalami evaporasi dan pengeringan pada suhu tertentu (Eaton *et al.* 1995). Padatan total terdiri dari padatan tersuspensi (TSS) dan padatan terlarut (TDS) yang dapat bersifat organik dan anorganik. Padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan, tidak larut, dan tidak mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukurannya 1 sampai 0,001 μm . Bahan-bahan tersuspensi terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air (Effendi 2003).

Adanya padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi cahaya ke air sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen melalui fotosintesis dan menyebabkan air menjadi keruh. Padatan terlarut (TDS) adalah padatan ukuran yang lebih kecil dari pada padatan tersuspensi. Padatan ini terdiri dari senyawa anorganik dan organik yang terlarut dalam air, mineral, dan garam (Fardiaz 1992).

2.7.5 Derajat keasaman (pH)

Batas toleransi organisme terhadap pH bervariasi tergantung pada suhu, oksigen terlarut, dan kandungan garam-garam ionik suatu perairan. Kebanyakan perairan alami memiliki pH berkisar antara 6-9. Sebagian besar biota perairan sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7–8,5 (Effendi 2003). Nilai pH sangat menentukan dominansi fitoplankton. Pada umumnya alga biru lebih menyukai pH netral sampai basa dan respon pertumbuhan negatif terhadap asam ($\text{pH} < 6$), Chrysophyta umumnya pada kisaran pH 4,5–8,5, dan pada umumnya diatom pada kisaran pH yang netral akan mendukung keanekaragaman jenisnya (Weitzel 1979).

2.7.6 Oksigen terlarut (DO)

Oksigen terlarut merupakan salah satu unsur pokok pada proses metabolisme organisme, terutama untuk proses respirasi. Disamping itu juga dapat digunakan sebagai petunjuk kualitas air (Odum 1971). Pada umumnya oksigen terlarut berasal dari difusi oksigen dari udara ke dalam air dan proses fotosintesis dari tumbuhan hijau. Pengurangan oksigen terlarut disebabkan oleh proses respirasi dan penguraian bahan-bahan organik. Berkurangnya oksigen terlarut berkaitan dengan banyaknya bahan-bahan organik dari limbah industri yang mengandung bahan-bahan yang tereduksi dan lainnya (Welch 1952).

Sistem perairan mengalir umumnya mempunyai kandungan oksigen terlarut yang tinggi dan kandungan karbondioksida bebas yang rendah. Hal ini disebabkan oleh peran arus yang membantu dalam memberikan sumbangan oksigen (Hynes 1972). Di perairan tawar, kandungan oksigen terlarut berkisar antara 8 mg/liter pada suhu 25° C. Kadar oksigen terlarut di perairan alami biasanya kurang dari 10 mg/liter (McNeely 1979 *in* Effendi 2003). Sachmitz (1971) *in* Lumbantobing (1996) menggolongkan kualitas air di perairan mengalir menjadi lima golongan berdasarkan kandungan oksigen terlarut seperti yang terlihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Penggolongan kualitas air berdasarkan kandungan oksigen terlarut (Sachmitz 1971 *in* Lumbantobing 1996).

Golongan	Kandungan oksigen terlarut (ppm)	Kualitas air
I	> 8 atau perubahan terjadi dalam waktu pendek	Sangat baik
II	6,0	Baik
III	4,0	Kritis
IV	2,0	Buruk
V	< 2,0	Sangat buruk

2.7.7 Kebutuhan oksigen biokimia (BOD)

Biochemical Oxygen Demand (BOD₅) menunjukkan banyaknya oksigen yang dikonsumsi oleh mikroba aerob dalam proses respirasi untuk menguraikan bahan organik yang terdapat dalam botol BOD yang diinkubasi pada suhu sekitar 20°C selama lima hari, dalam keadaan tanpa cahaya (Boyd 1988). Secara tidak langsung BOD₅ menggambarkan jumlah bahan organik yang dapat diuraikan secara biologi dan merupakan indikator dari jumlah oksigen terlarut yang digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan pencemar organik (Eaton *et al.* 1995). BOD hanya menggambarkan bahan organik yang dapat didekomposisi secara biologis (*biodegradable*). Pada perairan alami, yang berperan sebagai sumber bahan organik adalah tanaman dan hewan yang telah mati. Perairan alami memiliki nilai BOD antara 0,5-7,0 mg/l (Jeffries dan Mills 1996 *in* Effendi 2003). Selain itu buangan hasil limbah domestik dan industri juga dapat mempengaruhi nilai BOD (Effendi 2003). BOD₅ dalam suatu perairan dapat digunakan sebagai petunjuk terjadinya pencemaran. Lee *et al.* (1978) *in* Supartiwi (2000) mengklasifikasikan besarnya tingkat pencemaran perairan untuk kehidupan organisme akuatik berdasarkan BOD₅ seperti tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria kualitas air berdasarkan BOD (Lee *et al.* 1978 *in* Supartiwi 2000)

BOD ₅ (mg/liter)	Kualitas Air
< 3	Tidak tercemar
3,0 – 4,9	Tercemar ringan
5,0 – 15	Tercemar sedang
> 15	Tercemar berat

2.7.8 Kebutuhan oksigen kimiawi (COD)

COD merupakan gambaran jumlah oksigen total yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar didegradasi secara biologis (*non biodegradable*), menjadi CO₂ dan H₂O (Boyd 1988). Keberadaan bahan organik tersebut dapat berasal dari alam ataupun aktivitas manusia melalui rumah tangga dan industri. Nilai COD pada perairan tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/l, sedangkan pada perairan yang tercemar dapat lebih dari 200 mg/l (UNESCO/WHO/UNEP 1992 *in* Effendi 2003).

Nilai BOD dan COD ini secara tidak langsung merupakan gambaran kadar bahan organik, yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi sel baru mikroba, karbondioksida, air dan bahan anorganik (Davis dan Cornwell 1991 *in* Effendi 2003). Kemudian hasil oksidasi atau pun dekomposisi mikroba berupa bahan anorganik inilah yang dapat dimanfaatkan oleh perfiton dan fitoplankton untuk pertumbuhannya atau sebagai makanannya (Basmi 1992). Nilai BOD di perairan dapat dipengaruhi oleh suhu, kepadatan plankton, dan keberadaan mikroba (Boyd 1988).

2.7.9 Unsur hara

Unsur hara yang penting di perairan adalah nitrogen dan fosfor. Nitrogen di perairan berada dalam bentuk nitrogen bebas, nitrat, nitrit, ammonia, dan amonium. Unsur fosfor dapat ditemukan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (ortofosfat dan polifosfat) dan senyawa organik yang berupa partikulat (Effendi 2003).

Sumber nitrogen yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan adalah nitrat dan amonia yang merupakan sumber utama nitrogen di perairan. Kadar nitrat di perairan tidak tercemar biasanya lebih tinggi daripada kadar amonia. Nitrat adalah bentuk utama dari nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrien utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil, sedangkan nitrit biasanya ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit di perairan karena bersifat tidak stabil terhadap keberadaan oksigen. Senyawa nitrat dapat dihasilkan dari proses

oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan (Effendi 2003). Nitrat juga merupakan zat hara penting bagi organisme ototrof dan diketahui sebagai faktor pembatas pertumbuhan (Eaton *et al.* 1995).

Kadar nitrat di perairan alami hampir tidak pernah lebih dari 0,1 mg/liter. Kadar nitrat yang lebih dari 5 mg/liter menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik yang berasal dari aktivitas manusia. Pada perairan yang menerima limpasan dari daerah pertanian yang banyak mengandung pupuk, kadar nitrat dapat mencapai 1.000 mg/liter (Davis dan Cornwell 1991 *in* Effendi 2003). Kadar nitrit di perairan relatif kecil karena segera dioksidasi menjadi nitrat.

Amonia di perairan bersumber dari pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik (tumbuhan dan biota perairan yang telah mati) oleh mikroba jamur (proses amonifikasi). Amonia jarang ditemukan pada perairan yang mendapat cukup pasokan oksigen. Kadar amonia di perairan alami biasanya tidak lebih dari 0,1 mg/liter (McNeely *et al.* 1979 *in* Effendi 2003). Amonia banyak digunakan dalam proses produksi urea, industri bahan kimia, serta industri bubur kertas. Kadar amonia yang tinggi dapat merupakan indikasi adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, industri, dan limpahan pupuk (*run off*) pupuk pertanian (Effendi 2003).

Ortofosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik. Sumber fosfor lebih sedikit dibandingkan dengan sumber nitrogen di perairan dan keberadaan fosfor di perairan alami biasanya relatif sedikit dengan konsentrasi yang relatif kecil dibandingkan nitrogen. Sumber antropogenik fosfor di perairan adalah limbah industri dan domestik, yaitu fosfor yang berasal dari deterjen. Limpasan dari daerah pertanian yang menggunakan pupuk juga memberikan kontribusi yang cukup besar bagi keberadaan fosfor (Effendi 2003). Umumnya kandungan fosfor total di perairan alami tidak lebih dari 0,1 mg/liter kecuali pada perairan penerima limbah rumah tangga dan dari daerah pertanian yang mengalami pemupukan fosfor (Eaton *et al.* 1995).

2.8 Dampak aktivitas manusia terhadap kualitas air sungai

Pencemaran lingkungan hidup adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain kedalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai peruntukannya. Beberapa dampak pencemaran sungai akibat pertanian, industri dan pemukiman (Klein 1972) antara lain:

1. Padatan tersuspensi akan mengendap di dasar sungai, sehingga menyebabkan pendangkalan serta merusak berbagai organisme akuatik demersal. Endapan bahan organik akan menghasilkan gas yang baunya tidak sedap/menyengat.
2. Bahan-bahan yang menimbulkan rasa dan bau, kesadahan yang terlalu tinggi, bahan-bahan beracun serta berbagai logam berat menyebabkan air sungai tidak dapat digunakan lagi sebagai air baku untuk minum maupun lainnya.
3. Ketidakseimbangan ekologi mengakibatkan melimpahnya beberapa genus tertentu, yang mengindikasikan kualitas perairan yang dimaksud mengalami penurunan kualitas lingkungan.

Hal tersebut dapat terjadi di daerah hulu sungai karena adanya praktik bercocok tanam (pertanian) yang tidak mengikuti kaidah konservasi di daerah hulu atau akibat pembuatan jalan yang tidak terencana dengan baik. Selain itu, dampak dari aktivitas manusia dapat mengakibatkan terjadinya erosi. Erosi merupakan peristiwa pengangkutan tanah pucuk atau tanah lapisan atas yang subur (*top soil*) dan memindahkannya ke tempat lain yang lebih rendah. Erosi tanah pucuk yang memasuki badan air dapat menimbulkan dampak positif, yakni peningkatan kandungan unsur hara di perairan. Namun dapat pula menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas air, antara lain penurunan nilai kecerahan serta peningkatan nilai kekeruhan dan padatan tersuspensi (Effendi 2003).

Erosi sungai dapat terjadi karena bentuk aliran sungai yang berkelok dan akibat adanya campur tangan manusia secara langsung seperti pembukaan lahan pertanian dan pemukiman. Tanah yang terlarut akibat erosi kemudian terhanyut terbawa arus pada akhirnya akan mengalami sedimentasi (pengendapan) di bagian hilir badan air sehingga terjadi penyempitan aliran sungai (Effendi 2003).

Penggunaan lahan di bagian hulu Sungai Cisadane mengalami perubahan sangat cepat. Perubahan fungsi secara tidak terkendali menjadi lahan pemukiman dan daerah industri mengakibatkan fungsi kawasan sebagai wilayah resapan air menjadi berkurang dan dapat menimbulkan ancaman banjir di daerah hilir. Kegiatan pertanian secara langsung ataupun tidak langsung dapat berpengaruh terhadap kualitas perairan akibat penggunaan bermacam-macam pupuk buatan atau pestisida. Penggunaan pupuk buatan yang mengandung unsur N dan P dapat menyuburkan perairan dan mendorong pertumbuhan ganggang serta tumbuhan lain (Odum 1971).

Perubahan penggunaan lahan akan mengubah karakteristik aliran air, aliran permukaan, kualitas air, dan sifat hidrologi daerah yang bersangkutan. Aliran air akan dipengaruhi oleh curah hujan dan kemudian dapat mempengaruhi karakteristik DAS. Aliran permukaan akan dipengaruhi oleh perubahan penutupan lahan, seperti kemampuan infiltrasi tanah yang berkaitan dengan fungsi vegetasi sebagai penutup lahan dan sumber bahan organik (seperti silika), serta perubahan penggunaan lahan, seperti sifat dan ciri vegetasi yang dapat meningkatkan atau menurunkan volume aliran sungai di suatu DAS.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan lokasi penelitian

Pengambilan contoh selama penelitian dilakukan pada bulan Juni hingga November 2007 yang berlokasi di Hulu Sungai Cisadane, Desa Pasir Buncir, Kecamatan Caringin, Kabupaten Bogor, Jawa Barat (Gambar 3). Lokasi ini terletak antara $106^{\circ}49'30''$ - $106^{\circ}52'00''$ Bujur Barat dan $06^{\circ}45'00''$ - $06^{\circ}46'30''$ Lintang Selatan. Pada bagian utara dibatasi oleh Kecamatan Ciawi, bagian selatan dibatasi oleh Kecamatan Cicurug, bagian barat dibatasi oleh Kecamatan Cijeruk, dan bagian timur dibatasi oleh Gunung Pangrango. Lokasi dapat ditempuh melalui jalan Raya Sukabumi (Ciawi-Sukabumi). Lokasi penelitian dibagi menjadi tiga stasiun dengan setiap stasiun tiga titik pengambilan contoh sebagai ulangan yaitu bagian hulu, tengah, dan hilir aliran air tiap stasiun. Lokasi penelitian pada stasiun satu berjarak sekitar 5 km dari Jalan Raya Sukabumi. Lokasi stasiun dua dan tiga berjarak masing-masing sekitar 300 meter dan 1.000 meter dari stasiun satu ke arah hilir sungai.

Pengambilan contoh air untuk analisis perfiton dan fitoplankton serta parameter fisika dan kimia perairan dilakukan sebanyak enam kali dalam enam bulan dengan selang waktu sebulan. Pengambilan contoh disesuaikan dengan waktu musim kemarau (Juni-Agustus) dan periode transisi musim (September-November) di Pulau Jawa (Sitaniapessy 1984).

3.2 Alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan dalam pengambilan contoh air di lokasi penelitian untuk analisis perfiton dan fitoplankton adalah kuas, plankton net dengan ukuran bukaan pori 30 mikron dan diameter tangkap air 30 cm, serta botol contoh. Bahan-bahan yang di gunakan adalah contoh air, larutan Lugol 1 %, dan akuades. Untuk analisis di laboratorium digunakan mikroskop model CHS Olympus Optical.

Pengukuran parameter fisika dan kimia dilakukan secara *in situ* dan *ex situ*. Pengambilan sampel air dilakukan di waktu yang sama dengan pengambilan sampel biologi. Adapun alat-alat yang digunakan dalam pengukuran parameter

fisika adalah tongkat berskala, meteran, benda apung, tali, termometer lapang, dan *Turbidity-meter*. Untuk parameter kimia digunakan botol sampel air dengan volume 500 ml dan 1000 ml, pH meter, peralatan titrasi untuk penentuan kandungan oksigen terlarut, dan DO meter. Bahan-bahan yang digunakan adalah contoh air, bahan kimia untuk keperluan penentuan DO, pengawet untuk contoh air (H_2SO_4), dan bahan untuk analisis kualitas air lainnya. Jenis parameter, alat, bahan, dan metode untuk analisis kualitas air yang dianalisis dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Parameter, metode, alat, dan bahan penelitian

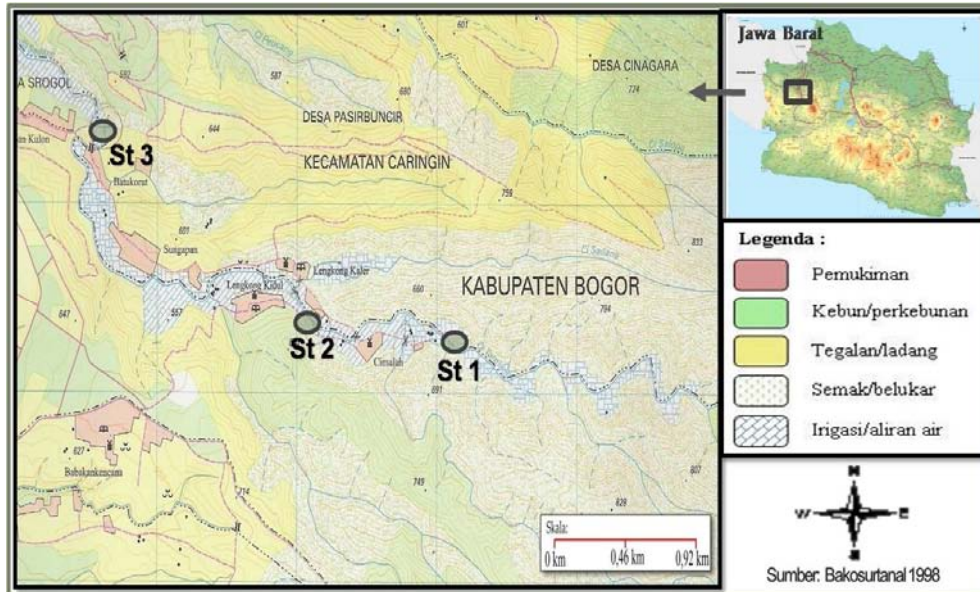
Parameter	Unit	Alat / bahan / metode	Analisis
Biologi			
- Perifiton	sel/cm ²	Kuas, botol contoh (30 ml)/larutan Lugol 1 %, akuades	Sampel
- Fitoplankton	sel/m ³	Plankton net, botol contoh (30 ml)/ larutan Lugol 1 %, akuades	diawetkan (Lab.)
Fisika			
- Suhu	°C	<i>Termometer</i> /pemuai	<i>In situ</i>
- Kecepatan arus	cm/detik	Benda terapung/visual	<i>In situ</i>
- Kedalaman	meter	Tongkat berskala/visual	<i>In situ</i>
- Kekeruhan	NTU	<i>Turbidity-meter</i> /refraksi cahaya	<i>In situ</i>
- Tipe substrat	-	Visual	<i>In situ</i>
- TSS	mg/l	<i>Gravimetri</i> /millipore 0,45 µm/filtrasi	Lab.
- TDS	mg/l	<i>Gravimetri</i> /millipore 0,45 µm/filtrasi	Lab.
Kimia			
- pH	-	pH meter dan pH indikator	<i>In situ</i>
- DHL	mikroS/cm	Probe elektroda	Lab.
- DO	mg/l	Peralatan titrasi dan DO meter/Modifikasi Winkler	<i>In situ</i>
- BOD	mg/l	Inkubasi (BOD ₅), peralatan titrasi/Iodometri (Winkler)	Lab.
- COD	mg/l	Titrimetri, Reflux atau <i>Heat of dilution</i>	Lab.
- Nitrat	mg/l	Brucine/Spektrofotometer λ = 410 nm	Lab.
- Amonia	mg/l	Phenate/Spektrofotometer λ = 640 nm	Lab.
- Ortofosfat	mg/l	Ascorbic/Spektrofotometer λ = 880 nm	Lab.

3.3 Metode pengambilan contoh

3.3.1 Penentuan lokasi penelitian

Penentuan lokasi pengambilan contoh ditentukan berdasarkan tataguna lahan dan pemanfaatan air sungai di sepanjang bagaian hulu Sungai Cisadane yang di sekelilingnya terdapat hutan, pertanian, dan pemukiman. Lokasi pengambilan contoh dilakukan di tiga titik sebagai stasiun (Gambar 3). Stasiun 1 di daerah hutan dan belum terdapat pemukiman di sekitarnya. Stasiun 2 di daerah

yang sudah terdapat pertanian dan pemukiman. Stasiun 3 di daerah yang lebih banyak aktivitas masyarakat, termasuk di dalamnya pemukiman, persawahan, dan peternakan.



Gambar 3. Peta lokasi stasiun penelitian

3.3.2 Parameter biologi

Pengambilan contoh perifiton dilakukan pada tiga titik di setiap stasiun, yaitu bagian hulu, tengah, dan hilir badan air. Perifiton yang diambil adalah yang menempel pada substrat terutama batu, kemudian dilakukan pengerikan menggunakan kuas terhadap permukaan substrat seluas 1 cm^2 . Pengambilan dan pengerikan dilakukan terhadap lima substrat yang diambil secara acak di tiap titik pengambilan sampel. Seluruh hasil kerikan tersebut dimasukkan ke dalam botol contoh yang telah diberi akuades sebelumnya, kemudian ditambah akuades hingga 10 ml, selanjutnya diawetkan menggunakan larutan Lugol 1 % sebanyak lebih kurang 1-2 tetes.

Pengambilan contoh fitoplankton dilakukan pada tiga titik pengambilan sampel sebagaimana pengambilan contoh perifiton. Air contoh yang diambil di bagian sungai dengan kecepatan arus terendah. Penyaringan dilakukan dengan memanfaatkan arus yang lambat di stasiun. Penyaringan dilakukan menggunakan plankton net dengan diameter mulut plankton net 30 cm dengan memanfaatkan

kecepatan arus sungai selama lima menit. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui volume air yang tersaring. Air yang tersaring dimasukkan ke dalam botol contoh dengan volume 30 ml, kemudian diawetkan menggunakan larutan Lugol 1 % lebih kurang 3-4 tetes.

3.3.3 Parameter fisika dan kimia

Pengambilan contoh air untuk analisis fisika-kimia dilakukan bersamaan dengan pengambilan contoh perifiton dan fitoplankton. Parameter fisika dan kimia yang diukur adalah suhu, arus, DO, pH, kekeruhan, TSS, TDS, DHL, BOD₅, COD, dan unsur hara (nitrat, amonia, dan ortofosfat). Pengukuran suhu, arus, DO, dan pH dilakukan *in situ*, sedangkan pengukuran parameter lainnya dilakukan di laboratorium.

Di samping parameter-parameter tersebut, terdapat beberapa parameter lain yang diukur yang berkaitan dengan hidrologi sungai. Parameter tersebut adalah:

1. Lebar badan sungai

Pengukuran lebar badan sungai dilakukan secara langsung di lokasi dengan menggunakan tali berskala. Pengukuran lebar badan sungai dilakukan pada bagian tepi aliran sungai yang berbatasan dengan daratan/batas kedalaman maksimum yang dapat terjadi, dan diukur secara melintang dari sisi ke sisi sungai yang berseberangan di setiap lokasi penelitian.

2. Lebar sungai

Pengukuran lebar sungai dilakukan secara langsung di lokasi dengan menggunakan tali berskala. Sama halnya dengan pengukuran lebar badan sungai, namun pengukuran lebar sungai dilakukan pada batas permukaan aliran sungai.

3. Kedalaman

Pengukuran kedalaman dilakukan secara langsung dengan menggunakan tongkat berskala yang dimasukkan hingga dasar perairan. Pengukuran dilakukan secara melintang dengan jarak satu meter dari sisi ke sisi sungai yang berseberangan di setiap lokasi penelitian.

4. Kecepatan arus

Pengukuran kecepatan arus dilakukan secara langsung di lokasi dengan menggunakan botol plastik berisi air yang diikatkan pada tali rafia sepanjang 10 meter, kemudian dihanyutkan mengikuti aliran sungai hingga tali menegang, kemudian dicatat waktunya dengan *stopwatch*. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali ulangan di sepanjang aliran sungai pada masing-masing stasiun penelitian.

5. Debit air

Perhitungan debit air dilakukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$D = V \times A$$

Keterangan : D = Debit air (m³/detik)
 V = Kecepatan arus (m/detik)
 A = Luas penampang saluran air (m²)

3.4 Pengumpulan data

Data hasil penelitian diperoleh dari hasil pengukuran langsung (*in situ*) serta hasil pengukuran dan analisis di laboratorium. Analisis yang dilakukan di laboratorium meliputi identifikasi perifiton dan fitoplankton serta pengukuran parameter fisika dan kimia perairan. Pengamatan dan identifikasi perifiton dan fitoplankton dilakukan di Laboratorium Biomikro I, sedangkan analisis fisika dan kimia sebagian dilakukan secara *in situ* dan sebagian dilakukan di Laboratorium Lingkungan, Bagian Produktivitas dan Lingkungan Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Kelimpahan perifiton dihitung dengan menggunakan gelas objek dengan luas *cover glass* 20x20 mm² dan menggunakan perbesaran 40x10 dengan metode strip sebanyak 15 strip. Kelimpahan fitoplankton dihitung menggunakan alat *Seadwick Rafter Counting Cell* (SRC) pada perbesaran lensa 10x10 dengan 10 strip setiap pengamatan. Sebelum pengamatan, botol contoh dikocok terlebih dahulu agar air sampel tercampur tidak ada yang mengendap. Pengamatan dilakukan di bawah mikroskop model CHS Olympus Optical. Identifikasi morfologi perifiton dan fitoplankton menggunakan acuan buku identifikasi Davis (1955), Prescott (1970), dan Mizuno (1979).

Analisis parameter fisika dan kimia air dilakukan di laboratorium, yang terdiri dari kekeruhan, TSS, TDS, DHL, BOD₅, COD, nitrat, amonia, dan ortofosfat. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.

3.5 Analisis data

Terhadap contoh air yang diambil dilakukan pengamatan terhadap kelimpahan perifiton dan fitoplankton setiap genus, keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi. Untuk menguji kesamaan nilai tengah kelimpahan selama pengamatan dilakukan uji Kruskal-Wallis (Walpole 1995). Selain itu, dilakukan analisis tingkat kesamaan kelimpahan perifiton dan fitoplankton terhadap waktu pengamatan dan analisis kualitas lingkungan perairan dengan klasifikasi saprobik dan koefisien sistem saprobik (modifikasi Dresscher dan Van der Mark 1976 in Soewignyo *et al.* 1986).

Nilai parameter fisika dan kimia dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan baku mutu kualitas air menurut PP RI No. 82 tahun 2001. Selain itu, dilakukan analisis tingkat kesamaan parameter fisika dan kimia perairan terhadap waktu pengamatan dan analisis kualitas lingkungan perairan dengan Indeks Kualitas Air–*National Sanitation Foundation's* (Ott 1978). Untuk melihat hubungan kelimpahan perifiton dan fitoplankton dengan parameter fisika dan kimia perairan, digunakan pendekatan analisis statistik uji *Pearson correlation* (Minitab Inc. 2003).

3.5.1 Kelimpahan perifiton dan fitoplankton

a. Kelimpahan perifiton

Perhitungan kelimpahan perifiton dilakukan untuk mengetahui berapa besar kelimpahan setiap genus tertentu yang ditemukan selama pengamatan. Nilai kelimpahan perifiton dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (modifikasi Eaton *et al.* 1995).

$$N = \frac{n \times A_{eg} \times V_z}{A_a \times V_z \times A_s}$$

Keterangan :

- N : Kelimpahan perifiton (sel/cm²)
 n : Jumlah perifiton yang diamati (sel)
 A_s : Luas substrat yang dikerik (5 x 1 cm²) untuk perhitungan perifiton
 A_{cg} : Luas penampang permukaan *cover glass* (mm²)
 A_a : Luas amatan (mm²)
 V_t : Volume konsentrasi pada botol contoh (10 ml) untuk perhitungan perifiton
 V_s : Volume konsentrasi dalam *cover glass* (ml)

b. Kelimpahan fitoplankton

Perhitungan kelimpahan fitoplankton dilakukan untuk mengetahui berapa besar kelimpahan setiap genus tertentu yang ditemukan selama pengamatan. Nilai kelimpahan fitoplankton dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (modifikasi Eaton *et al.* 1995).

$$N = \frac{n \times A_{cg} \times V_t}{A_a \times V_s \times A_s}$$

Keterangan :

- N : Kelimpahan fitoplankton (sel/l)
 n : Jumlah fitoplankton yang diamati (sel)
 V_s : Volume contoh air yang disaring (l) untuk perhitungan fitoplankton
 A_{cg} : Luas penampang permukaan *Sedgwick Rafter Counting Cell* (mm²)
 A_a : Luas amatan (mm²)
 V_t : Volume air yang tersaring (30 ml) untuk perhitungan fitoplankton
 V_s : Volume konsentrasi dalam *Sedgwick Rafter Counting Cell* (ml)

3.5.2 Indeks keanekaragaman (H'), keseragaman (E), dan dominansi (C)

a. Indeks keanekaragaman (H')

Indeks Keanekaragaman digunakan untuk melihat tingkat stabilitas suatu komunitas atau menunjukkan kondisi struktur komunitas dari keanekaragaman jumlah jenis organisme yang terdapat dalam suatu area. Nilai keanekaragaman jenis yang ada dalam komunitas perifiton dan fitoplankton diperoleh dari hasil perhitungan berdasarkan modifikasi Indeks Shannon-Wiener (Odum 1971), yaitu:

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

- Keterangan : H' : Indeks keanekaragaman
 p_i : n_i / N (proporsi jenis ke- i)
 n_i : jumlah individu jenis ke- i
 N : jumlah total individu

Menurut Wilhm dan Doris (1968) *in* Mason (1981), nilai indeks keanekaragaman populasi dapat menggambarkan kondisi perairan. Kriteria indeks keanekaragaman tersebut diklasifikasikan sebagai berikut.

- $H' < 2,3026$: Keanekaragaman rendah, penyebaran jumlah individu tiap genus rendah dan kestabilan komunitas rendah. Komunitas mengalami gangguan faktor lingkungan.
- $2,3026 < H' < 6,9078$: Keanekaragaman sedang, penyebaran jumlah individu tiap genus sedang dan kestabilan komunitas sedang. Komunitas mudah berubah.
- $H' > 6,9078$: Keanekaragaman tinggi, penyebaran jumlah individu tiap genus tinggi dan kestabilan komunitas tinggi. Faktor lingkungan yang baik untuk semua jenis dalam habitat.

b. Indeks keseragaman

Keseragaman adalah komposisi individu tiap genus yang terdapat dalam suatu komunitas. Hal ini didapat dengan cara membandingkan nilai indeks keanekaragaman dengan nilai maksimumnya. Indeks keseragaman digunakan untuk mengetahui berapa besar kesamaan penyebaran jumlah individu dalam suatu komunitas. Rumus indeks keseragaman (Brower dan Zar 1990) dinyatakan sebagai berikut.

$$E = \frac{H'}{H'_{maks}} ; H'_{maks} = Ln S$$

- Keterangan : E : Indeks keseragaman
 H' : Indeks keanekaragaman
 H' _{maks} : Nilai keanekaragaman maksimum
 S : Jumlah genus

Nilai indeks keseragaman (E) berkisar antara 0-1 (Odum,1971). Semakin kecil nilai E, semakin kecil pula keseragaman populasinya. Artinya penyebaran individu tiap jenis tidak merata atau ada kecenderungan satu genus mendominasi. Sebaliknya, apabila nilai E mendekati 1 maka penyebaran individu tiap jenis cenderung merata atau memiliki tingkat keseragaman yang tinggi.

c. Indeks dominansi

Nilai indeks dominansi (Odum 1971) digunakan untuk mengetahui ada tidaknya genus tertentu yang mendominasi suatu komunitas. Nilai indeks dominansi dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$C = \sum_{i=1}^n \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

Keterangan : C : Indeks Dominansi
 n_i : Jumlah indeks ke- i
 N : Jumlah total individu

Kisaran nilai indeks dominansi adalah antara 0-1. Nilai yang mendekati nol menunjukkan bahwa tidak ada genus dominan dalam komunitas. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi struktur komunitas dalam keadaan stabil. Sebaliknya, nilai yang mendekati 1 menunjukkan adanya genus yang dominan. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi struktur komunitas dalam keadaan labil dan terjadi tekanan ekologis.

3.5.3 Analisis tingkat kesamaan antar waktu pengamatan

Analisis kesamaan dari kelimpahan perifiton dan fitoplankton yang ditemukan dan parameter fisika dan kimia yang terukur antarwaktu pengamatan dilakukan menggunakan *software* Minitab versi 14.0. Analisis kelompok (*automatic cluster analysis*) dengan metode jarak Euclidean dan metode pengelompokan *single linkage* dengan taraf kesamaan sebesar 80 %, dan disajikan dalam bentuk dendrogram. Parameter fisika-kimia dilakukan standarisasi karena memiliki satuan yang berbeda di setiap parameter di dalamnya. Pengelompokan waktu pengamatan berdasarkan kesamaan kelimpahan dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut (Minitab Inc. 2003).

$$d_{(i,k)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2}; \text{ untuk kesamaan berdasarkan kelimpahan perifiton dan fitoplankton}$$

$$d_{(i,k)} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - Y_{kj})^2}; \text{ untuk kesamaan berdasarkan parameter fisika dan kimia}$$

Keterangan:

d = Jarak Euclidean antara waktu pengamatan
 X_i = Kelimpahan jenis ke- i pada pengamatan ke- i
 Y_i = Kelimpahan jenis ke- i pada pengamatan ke- k
 X_{ij} = Parameter ke- j untuk pengamatan ke- i
 Y_{kj} = Parameter ke- j untuk pengamatan ke- k

Hasil pengelompokan yang digambarkan dalam dendrogram digunakan untuk melihat keterkaitan antar kelompok yang menggambarkan tingkat kesamaan antar waktu pengamatan. Nilai kesamaan antar waktu pengamatan yang mendekati 100% memiliki tingkat kesamaan yang tinggi dan nilai yang mendekati 0 berarti memiliki tingkat kesamaan yang rendah.

3.5.4 Analisis hubungan parameter fisika dan kimia perairan terhadap parameter biologi

Untuk melihat hubungan parameter fisika dan kimia terhadap parameter biologi di hulu Sungai Cisadane, digunakan uji *Pearson correlation*. Perhitungan uji statistik ini dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab versi 14.0. Rumus yang digunakan sebagai berikut (Minitab Inc. 2003).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n - 1) s_x s_y}$$

Keterangan:

r : Koefisien korelasi

x : Parameter biologi (kelimpahan perifiton/fitoplakton)

\bar{x} : Nilai rata-rata untuk variabel ke-*i*

s_x : Simpangan baku untuk yang variabel ke-*i*

y : Parameter fisika-kimia (kekeruhan, ortofosfat, amonia, nitrat, debit air)

\bar{y} : Nilai rata-rata untuk variabel ke-*i*

s_y : Simpangan baku untuk variabel ke-*i*

n : Jumlah data setiap variabel

Dari persamaan tersebut, akan didapat nilai r sebagai berikut. Jika r mendekati atau sama dengan 1, maka korelasi positif antara kedua variabel. Jika r mendekati atau sama dengan -1, maka korelasi negatif antara kedua variabel.

Hipotesis untuk membandingkan antar variabel dengan pengambilan keputusan berdasarkan nilai probabilitas (tingkat signifikan) pada selang kepercayaan 95 %

$H_0 : r = 0$

$H_1 : r \neq 0$, dimana r adalah hubungan antara dua variabel.

Pengukuran kuantitatif lain dalam koefisien korelasi Pearson di antara dua variabel adalah P-Value. P-Value digunakan sebagai nilai hipotesis, dimana hubungan antar variabel dapat diterima atau ditolak terhadap hipotesis yang diberikan. P-Value mewakili kemungkinan menolak hipotesis (tolak H_0), semakin kecil nilai P-Value mewakili kemungkinan menolak hipotesis ($P\text{-Value} < 0,05$).

3.5.5 Uji Kruskal-Wallis

Uji Kruskal-Wallis merupakan uji non parametrik untuk menguji kesamaan beberapa nilai tengah (median) dalam analisis ragam dengan asumsi contoh diambil dari populasi yang tidak normal (Walpole 1995). Analisis ini digunakan untuk menguji nilai tengah kelimpahan di hulu Sungai Cisadane selama pengamatan terhadap stasiun dan waktu pengamatan dengan selang kepercayaan 95 %.

$$h = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k r_i^2 - 3(n+1)$$

keterangan:

h = Uji Kruskal-Wallis

h_0 : $\mu_1 = \mu_2$

h_1 : $\mu_1 \neq \mu_2$, dengan wilayah kritik: $h > X^2_{0,05}$ dengan $v = k - 1$

r = Jumlah peringkat dalam contoh ke- i

n = Jumlah ukuran contoh

n_i = Ukuran contoh ke- i

Hipotesis untuk menguji kesamaan antar stasiun pengamatan:

h_0 : Kelimpahan jenis antar stasiun sama

h_1 : Kelimpahan jenis antar stasiun tidak sama

Hipotesis untuk menguji kesamaan antar waktu pengamatan:

h_0 : Kelimpahan jenis setiap waktu pengamatan sama

h_1 : Kelimpahan jenis setiap waktu pengamatan tidak sama

3.5.6 Kualitas lingkungan perairan

3.5.6.1 Indeks Kualitas Air

Untuk melihat kualitas perairan yang ditinjau dari parameter fisika-kimia digunakan IKA-NSF (National Sanitation Foundation). IKA-NSF ditentukan berdasarkan persamaan yang diusulkan oleh Ott (1978) sebagai berikut.

$$IKA-NSF = \sum_{i=1}^n I_i W_i$$

Keterangan :

IKA = Nilai Indeks Kualitas Air menurut National Sanitation Foundation

n = jumlah parameter

I_i = sub Indeks Kualitas Air tiap parameter, diperoleh dari kurva baku Ott (1978)

W_i = nilai kepentingan (bobot) tiap parameter kualitas air

Penentuan Indeks Kualitas Air-NSF dalam penelitian ini didasarkan pada nilai tujuh parameter dari sembilan parameter pencemaran yang diusulkan, dan setiap parameter memiliki nilai kepentingan (W_i). Parameter yang tidak digunakan adalah *fecal coliforms* dan total fosfat. Ott (1978) mengemukakan bahwa meskipun terdapat sembilan parameter yang diusulkan, tujuh parameter sudah dapat digunakan dalam melakukan penilaian kualitas air. Dari nilai kepentingan parameter yang sudah ada, proporsi nilai parameter yang tidak digunakan dimasukkan ke masing-masing parameter dengan nilai yang sama besar, sehingga didapat nilai kepentingan parameter total (W_i) sama dengan satu. Parameter kualitas air yang digunakan dalam perhitungan IKA-NSF dan nilai kepentingan parameter tersebut tertera pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai kepentingan kualitas air (modifikasi Ott 1978)

Parameter	Nilai kepentingan parameter (W_i)
Oksigen terlarut	0,2057
pH	0,1557
BOD ₅	0,1357
Nitrat	0,1357
Suhu	0,1357
Kekeruhan	0,1157
Padatan total	0,1157

Nilai sub Indeks Kualitas Air (I_i) setiap parameter didapat dari fungsi persamaan yang sesuai dengan kurva baku masing-masing parameter (Lampiran 2). Kriteria penilaian IKA-NSF dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kriteria penilaian Indeks Kualitas Air (Ott 1978)

Nilai	Keterangan
0 – 25	Sangat buruk
26 – 50	Buruk
51 – 70	Sedang
71 – 90	Baik
91 – 100	Sangat baik

3.5.6.2 Sistem saprobik

a. Koefisien saprobik perifiton secara kualitatif

Fjerdingsstad (1964) *in* Welch (1980) menggambarkan respon suksesi dari komunitas perifiton terhadap gradien pengkayaan limbah organik (Tabel 7). Respon suksesi ini mengikuti proses *self purification* dan mirip dengan sistem saprobik yang dianjurkan oleh Kolkwitz dan Marsson (1908) *in* Nemerow (1991) dan Whipple (1927) *in* Ravera (1979) (Gambar 2).

Tabel 7. Karakteristik perairan dan hubungan respon dari komunitas perifiton terhadap pencemaran bahan organik (Welch 1980).

Zona	Parameter Kimia	Parameter Biologi
Oligosaprobik (air bersih)	BOD < 3 mg/l, O ₂ tinggi, proses mineralisasi bahan organik lengkap	Diatom bervariasi, alga hijau ada, bakteri berfilamen jarang
Polisaprobik (septik/pembusuk)	H ₂ S tinggi, O ₂ rendah, NH ₃ tinggi	Alga ditemukan namun tidak melimpah, protozoa tidak ada, bakteri melimpah, banyak organisme fecal saprobik dan filamentous
α Mesosaprobik (tercemar)	Asam amino tinggi, H ₂ S rendah bahkan tidak ada, O ₂ < 50% saturasi, BOD ₅ > 50 mg/l	Alga didominasi oleh alga toleran, bakteri berfilamen melimpah, protozoa berfilamen melimpah, jumlah genus sedikit namun biomass melimpah
β Mesosaprobik (pemulihan)	NO ₃ > NO ₂ > NH ₃ , O ₂ > 50 % saturasi, BOD ₅ < 10 mg/l	Diatom cukup beragam namun biomas besar, protozoa bersilia ada, alga biru melimpah, alga hijau berfilamen melimpah
Oligosaprobik (air bersih kembali)	Pemulihan sungai	Komunitas alga kembali bervariasi

b. Koefisien saprobik

Tingkat pencemaran Sungai Cisadane dihitung berdasarkan perhitungan koefisien saprobik (X). Nilai koefisien saprobik tersebut didapat melalui studi fitoplankton dan perifiton dengan persamaan sebagai berikut (modifikasi Dresscher dan Van der Mark 1976 *in* Soewignyo *et al.* 1986).

$$X = \frac{C + 3D - B - 3A}{A + B + C + D}$$

Keterangan :

- X = Koefisien Saprobik, berkisar antara -3,0 s/d 3,0
- A = Jumlah organisme dari kelompok Cyanophyta
- B = Jumlah organisme dari kelompok Euglenophyta
- C = Jumlah organisme dari kelompok Chryshophyta
- D = Jumlah organisme dari kelompok Chlorophyta

Nilai koefisien saprobik yang menjelaskan hubungan tingkat pencemaran perairan dengan kisaran nilai koefisien saprobik yang terdiri dari lima tingkat yang disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hubungan antara koefisien saprobik (X), tingkat pencemaran, fase saprobik, dan bahan pencemar (Dresscher dan Van der Mark 1976 *in* Soewignyo *et al.* 1986)

Bahan Pencemar	Tingkat Pencemar	Fase Saprobik	Koefisien Saprobik
Bahan organik	Sangat berat	Polisaprobik	-3,0--2,0
		Poli/Mesosaprobik	-2,0--1,5
	Cukup berat	α Meso/Polyosaprobik	-1,5--1,0
		α Mesosaprobik	-1,0--0,5
Bahan organik dan Anorganik	Sedang	α/β Mesosaprobik	-0,5-0,0
		β/α Mesosaprobik	0,0-0,5
	Ringan	β Mesosaprobik	0,5-1,0
		β Meso/Oligosaprobik	1,0-1,5
Bahan organik dan Anorganik	Sangat ringan	Oligo/mesosaprobik	1,5 – 2,0
		Oligosaprobik	2,0 – 3,0

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik lokasi penelitian

Lokasi penelitian di bagian hulu Sungai Cisadane memiliki ketinggian 537-587 meter dari permukaan laut, dengan ciri sungai pegunungan yang berarus deras. Daerah aliran Sungai Cisadane wilayah hulu terletak pada kemiringan yang cukup tinggi dan mempunyai ciri sungai pegunungan yang berarus deras, serta alur sungai yang berkelok-kelok, banyak tebing curam dengan dasar batuan, berkerikil, berpasir.

Lokasi pengamatan dari ketiga stasiun secara berurutan memiliki ketinggian yang berbeda dengan kemiringan lahan yang berbeda pula (Lampiran 1). Stasiun 1 terletak paling hulu dengan ketinggian 587 mdpl, memiliki kecepatan arus yang relatif sangat cepat dengan jenis substrat berbatu dan berpasir. Warna perairan masih jernih dengan kisaran kedalaman 0,05-0,6 m dan di sekitar aliran sungai belum terdapat pemukiman, namun banyak ditemukan pohon dan sawah.

Stasiun 2 terletak sebelah hilir dari Stasiun 1 dan terletak pada ketinggian 570 mdpl dengan kecepatan arus yang cukup cepat dan banyak batu besar dengan substrat berbatu dan berpasir. Di daerah ini sudah terdapat pemukiman, aktivitas manusia seperti MCK dilakukan di sungai, dan kegiatan pertanian lebih banyak. Stasiun 2 memiliki kedalaman yang relatif sama dengan kisaran 0,02-0,62 m dan warna perairan sudah berubah menjadi kecoklatan.

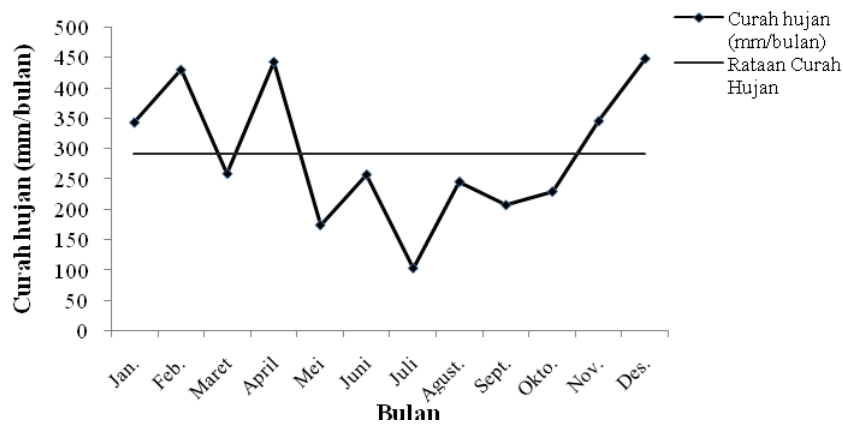
Stasiun 3 terletak lebih ke arah hilir dari stasiun lain dan terletak pada ketinggian 537 mdpl. Di daerah ini aktivitas manusia lebih kompleks, termasuk di dalamnya kegiatan MCK, pemukiman, persawahan, dan peternakan. Pada Stasiun 3 terdapat pembendungan sebagian aliran air sehingga kecepatan arus lebih lambat dibanding stasiun lain dan kedalaman yang relatif lebih dalam, kisaran kedalaman sungai berkisar 0,10-1,45 m dengan warna perairan yang lebih coklat.

Berdasarkan klasifikasi iklim Oldman (Ahsoni 2008), Sub DAS Cisadane hulu memiliki distribusi hujan yang merata. Bulan basah (bulan dengan jumlah hujan ≥ 200 mm) terjadi selama 8 sampai 10 bulan yaitu dari bulan Agustus atau September hingga April atau Mei. Bulan kering (bulan dengan curah hujan < 100

mm) hanya satu bulan, yaitu bulan Juni atau Juli. Seperti yang tersaji dalam Gambar 4 dan Lampiran 1, terjadinya bulan basah sebanyak 10 bulan dan 2 bulan transisi antara bulan basah dan kering. Menurut musimnya, bulan Juni-Agustus merupakan musim kemarau dan bulan September-November merupakan periode transisi musim di pulau Jawa (Sitaniapessy 1984).

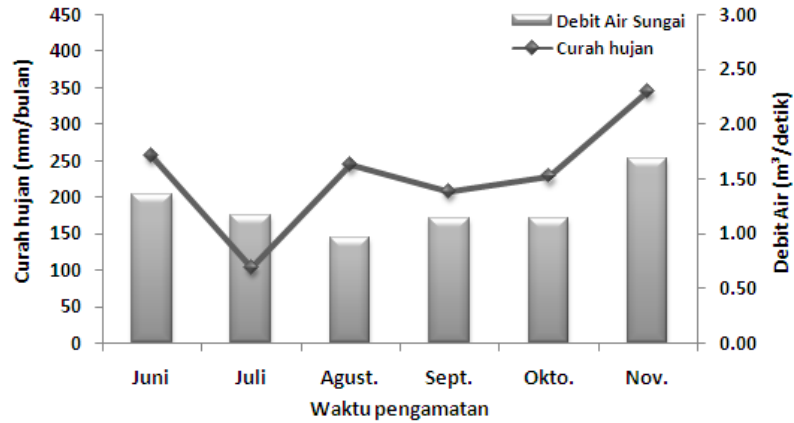
Curah hujan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap lahan di suatu DAS. Curah hujan di Sub DAS Cisadane hulu tergolong tinggi dengan kisaran hujan antara 102,7-448,2 mm/bulan dengan rata-rata curah hujan 290,2 mm/bulan. Curah hujan terendah terjadi pada bulan Juli dan tertinggi terjadi pada bulan Desember.

Berdasarkan Gambar 4, bulan Mei hingga bulan September terjadi jumlah curah hujan yang relatif rendah, dan pada bulan Oktober terjadi awal peningkatan jumlah curah hujan. Hal tersebut menunjukkan perubahan curah hujan sebagai indikasi perubahan musim kemarau (curah hujan rendah) dan transisi musim (curah hujan meningkat) di Sub DAS Cisadane hulu.



Gambar 4. Curah hujan Sub DAS Cisadane hulu periode 2007 (BMKG Jakarta)

Curah hujan dan debit air rata-rata per bulan di hulu Sungai Cisadane selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 5. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat curah hujan terendah di hulu Sungai Cisadane terjadi pada bulan Juli dan curah hujan yang tertinggi terjadi pada bulan November. Hal tersebut menunjukkan adanya peningkatan curah hujan selama penelitian sebagai indikasi perubahan musim.



Gambar 5. Curah hujan dan debit air hulu Sungai Cisadane selama penelitian

Perubahan curah hujan berhubungan dengan debit air yang terjadi di sungai. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan November (345,4 mm/bulan) dengan debit air rata-rata sebesar 1,68 m³/detik, sedangkan curah hujan terendah terjadi pada bulan Juli (102,7 mm/bulan) dengan debit air rata-rata sebesar 1,16 m³/detik (Lampiran 3). Hubungan tersebut menunjukkan bahwa pola curah hujan pada beberapa bulan pengamatan berhubungan dengan pola debit air. Dapat dilihat pada sebagian besar bulan pengamatan, besarnya jumlah curah hujan diikuti pula oleh meningkatnya jumlah debit air.

4.2 Parameter fisika dan kimia perairan

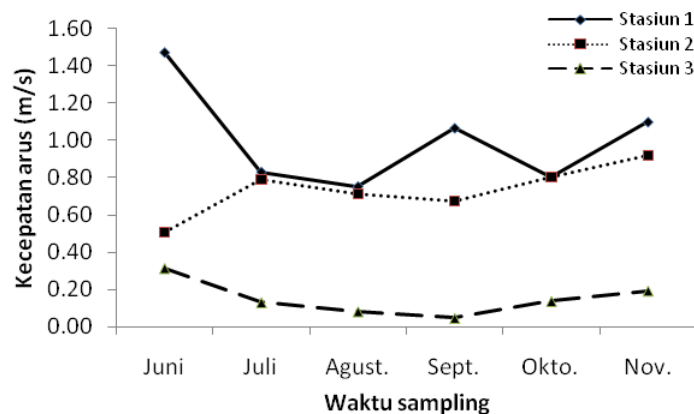
Hasil pengukuran terhadap parameter fisika dan kimia perairan yang dilakukan pada bulan Juni-November 2007 di bagian hulu Sungai Cisadane disajikan pada Lampiran 3, Lampiran 4, dan dalam bentuk gambar di setiap parameter. Sungai Cisadane bagian hulu memiliki lebar sungai berkisar antara 5,45-13,00 meter, dan memiliki kedalaman berkisar antara 0,02-1,45 meter. Kondisi sungai demikian menunjukkan jenis sungai yang tidak begitu lebar dan dalam.

4.2.1 Arus

Kecepatan arus suatu badan air sangat berpengaruh terhadap kemampuan badan air tersebut untuk mengasimilasi dan mengangkut bahan pencemar. Hasil pengukuran arus di hulu Sungai Cisadane pada setiap waktu pengamatan

menunjukkan kisaran antara 0,05–1,47 m/detik. Menurut kriteria Welch (1980) dapat dikategorikan sebagai aliran yang sangat lambat hingga sangat cepat.

Pada Gambar 6 dapat dilihat perbedaan kecepatan arus sungai yang didapat selama pengamatan. Kecepatan arus tertinggi terdapat di Stasiun 1 dengan kisaran 0,75-1,47 m/detik (arus cepat hingga sangat cepat), Stasiun 2 memiliki kecepatan arus dengan kisaran 0,51-0,92 m/detik (arus cepat), dan terendah di Stasiun 3 dengan kisaran kecepatan arus sebesar 0,05-0,32 m/detik (arus sedang hingga sangat lambat).



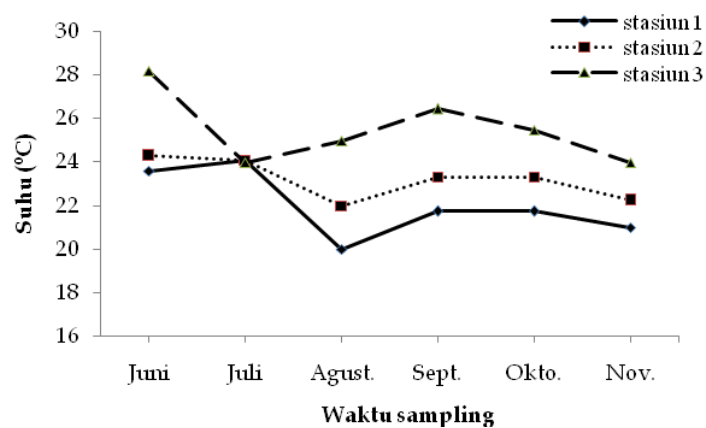
Gambar 6. Kecepatan arus pada setiap stasiun di hulu Sungai Cisadane

Perbedaan kecepatan arus ini dipengaruhi oleh perbedaan kemiringan lereng di setiap lokasi pengamatan (Lampiran 1) yang dikarakteristikan dengan penggunaan lahan di sekitar lokasi pengamatan. Stasiun 1 memiliki kemiringan yang lebih besar dikarakteristikan dengan daerah hutan dan tegalan.

Besarnya arus sungai dapat mempengaruhi jenis substrat di setiap tempat. Stasiun 1 dan Stasiun 2 yang memiliki arus cepat dicirikan jenis substrat yang berbatu dan berpasir, dan Stasiun 3 yang memiliki kecepatan arus lambat dicirikan jenis substrat yang berbatu dan berlumpur. Kecepatan arus ini diduga dapat mempengaruhi jenis-jenis perifiton dan fitoplankton yang hidup di dalamnya. Menurut Whitton (1975) in Whitton (1975), kecepatan arus yang besar dapat mengurangi jenis organisme yang tinggal sehingga hanya jenis-jenis yang melekat saja yang bertahan terhadap arus. Welch (1980) menambahkan, bahwa pada sungai dangkal dengan kecepatan arus cepat, biasanya didominasi oleh diatom perifitik.

4.2.2 Suhu

Pada pengamatan yang telah dilakukan, suhu perairan di Stasiun 1 berkisaran antara 20-24,10 °C, Stasiun 2 berkisar antara 22-24,30 °C, dan Stasiun 3 berkisar antara 24-28,20 °C. Dari hasil tersebut menunjukkan kisaran suhu di Stasiun 1 lebih rendah bila dibandingkan dengan stasiun lain. Pada Gambar 7 dapat dilihat perbedaan nilai suhu setiap pengamatan. Stasiun 1 merupakan daerah dekat hutan dan disekitar aliran sungai ditumbuhi pohon dan tanaman sehingga penetrasi cahaya matahari ke perairan akan terhalang.

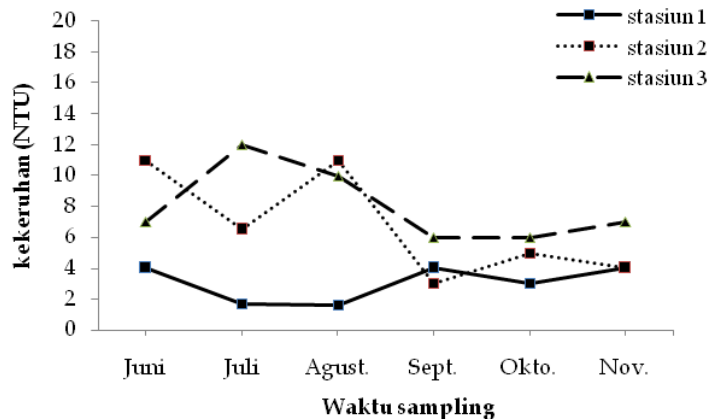


Gambar 7. Sebaran nilai suhu di setiap pengamatan pada tiap stasiun di hulu Sungai Cisadane

Menurut Haslam (1995) *in* Effendi (2003), nilai suhu tersebut masih baik untuk pertumbuhan alga terutama jenis diatom (20-30 °C) dan Chlorophyta (30-35 °C), sedangkan jenis Cyanophyta lebih dapat bertoleransi terhadap kisaran suhu lebih tinggi. Berdasarkan nilai yang didapat, kisaran suhu di lokasi pengamatan masih berada pada baku mutu (kelas I) yang telah ditetapkan dalam PP RI no. 82 tahun 2001 (Lampiran 5).

4.2.3 Kekeruhan

Nilai kekeruhan perairan di hulu Sungai Cisadane selama pangamatan di setiap stasiun berturut-turut berkisar antara 1,60-4,00 NTU; 3,00-11,00 NTU; dan 6,00-12,00 NTU. Berdasarkan nilai tersebut, nilai kekeruhan semakin meningkat dari Stasiun 1 hingga Stasiun 3. Perbedaan nilai kekeruhan ini dapat dilihat pada Gambar 8.



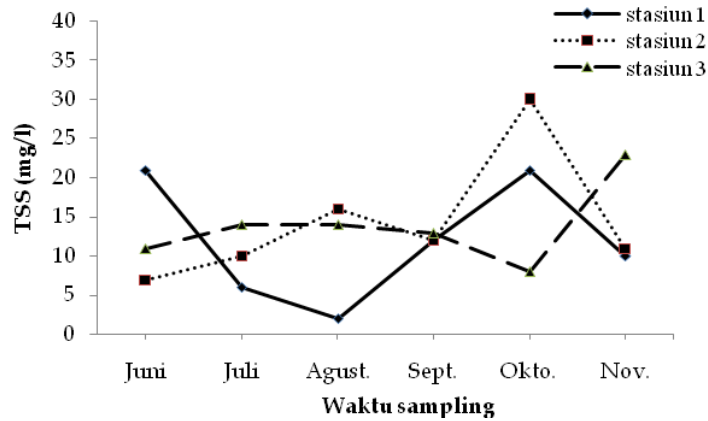
Gambar 8. Sebaran nilai kekeruhan di setiap pengamatan pada tiap stasiun di hulu Sungai Cisadane

Perbedaan nilai kekeruhan ini diduga karena perbedaan kecepatan arus di setiap stasiun. Pengaruh arus yang lebih lambat menyebabkan akumulasi bahan-bahan padatan tersuspensi semakin besar. Umumnya tingginya nilai kekeruhan di sungai disebabkan oleh *run off* dari daratan (Hynes 1972). Nilai kekeruhan yang tinggi dapat mengakibatkan berkurangnya penetrasi cahaya ke dalam perairan sehingga dapat menghambat laju fotosintesis oleh perifiton dan fitoplankton.

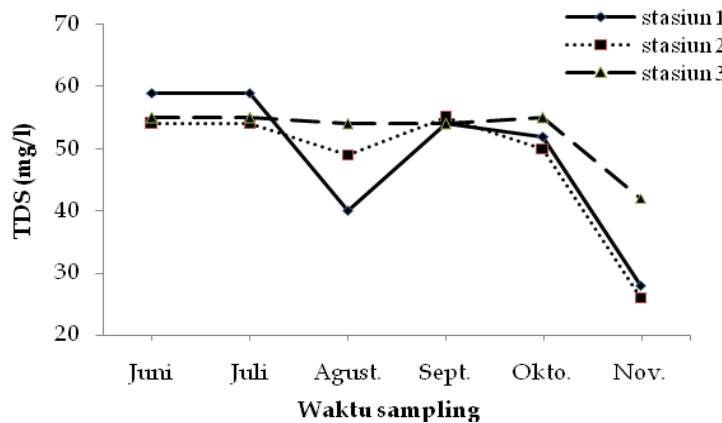
4.2.4 Padatan total

Padatan total di perairan yang dihitung adalah TSS dan TDS. Nilai TSS perairan di hulu Sungai Cisadane selama pengamatan berkisar antara 2,00-30,00 mg/l dengan nilai rata-rata sebesar 13,39 mg/l dan nilai TDS di perairan berkisar antara 26,00-59,00 mg/l dengan nilai rata-rata sebesar 49,72 mg/l. Perubahan nilai TSS dan TDS selama pengamatan dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.

TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik yang disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa air, sedangkan TDS berasal dari bahan-bahan anorganik berupa ion-ion yang biasa ditemukan di perairan antara lain seperti Sodium (Na), Kalsium (Ca), dan Magnesium (Mg) (Effendi 2003). Hal tersebut dapat mengakibatkan kekeruhan sehingga mengganggu penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan akibatnya proses fotosintesis akan terhambat (Wardoyo 1975 *in* Supartiwi 2000).



Gambar 9. Sebaran nilai TSS di setiap pengamatan pada tiap stasiun di hulu Sungai Cisadane



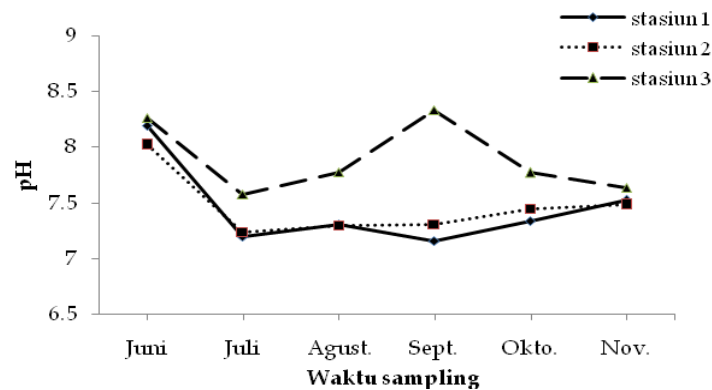
Gambar 10. Sebaran nilai TDS di setiap pengamatan pada tiap stasiun di hulu Sungai Cisadane

Dari nilai TDS yang rendah, dapat mengindikasikan rendahnya konsentrasi bahan-bahan anorganik di perairan. Nilai TDS yang didapat cukup rendah dan masih berada pada kisaran baku mutu air kelas I (kurang dari 1000 mg/l) dan nilai TSS cukup rendah dan masih berada pada kisaran peruntukan baku mutu air kelas I (kurang dari 50 mg/l) (Lampiran 5).

4.2.5 Derajat keasaman (pH)

Nilai pH di hulu Sungai Cisadane selama penelitian berkisar antara 7,16-8,34 dengan nilai rata-rata sebesar 7,61. Menurut Effendi (2003), kisaran nilai tersebut termasuk dalam perairan alami. Perbedaan nilai pH yang didapat selama pengamatan dapat dilihat pada Gambar 11.

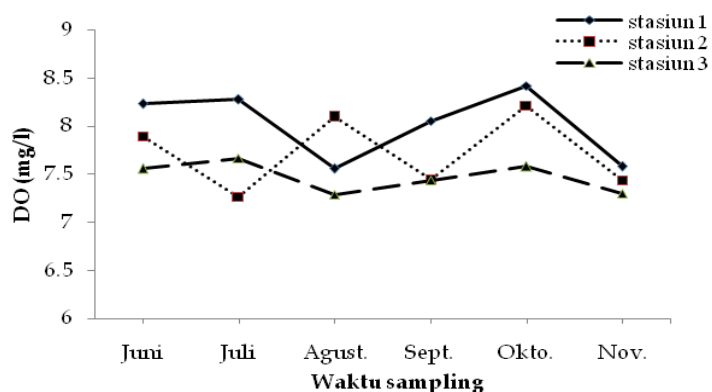
Berdasarkan hasil pengamatan, nilai pH yang didapat tidak menunjukkan perbedaan yang cukup besar. Besarnya nilai pH sangat menentukan dominansi fitoplankton di perairan. Kisaran pH tersebut menurut Effendi (2003) masih berada pada kisaran nilai yang baik untuk kehidupan biota perairan. Pada umumnya alga biru hidup pada pH netral sampai basa dan respon pertumbuhan negatif terhadap asam ($\text{pH} < 6$) dan diatom pada kisaran pH yang netral akan mendukung keanekaragaman jenisnya (Weitzel 1979).



Gambar 11. Sebaran nilai pH di setiap pengamatan pada tiap stasiun di hulu Sungai Cisadane

4.2.6 Oksigen terlarut (DO)

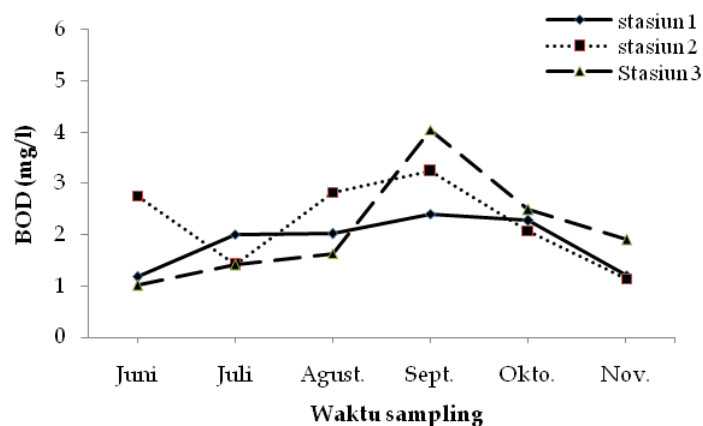
Kandungan oksigen terlarut di hulu Sungai Cisadane selama penelitian berkisar antara 7,27-8,42 mg/l dengan nilai rata-rata sebesar 7,74 mg/l. Perbedaan nilai DO yang didapat selama pengamatan dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Sebaran nilai DO di setiap pengamatan pada tiap stasiun di hulu Sungai Cisadane

4.2.7 Kebutuhan oksigen biokimia (BOD)

Besarnya nilai BOD ditentukan oleh aktivitas organisme pengurai seperti bakteri dalam mendekomposisi bahan organik. Oleh karena itu tingginya kandungan BOD tersebut mencerminkan tingginya bahan organik yang dapat didegradasi secara biologis. Secara umum nilai BOD₅ yang didapat selama penelitian berkisar antara 1,01-4,05 mg/l dengan nilai rata-rata sebesar 2,06 mg/l. Gambar 13 menunjukkan perbedaan nilai BOD yang didapat selama pengamatan. Seperti yang telah dikemukakan pada Tabel 3, nilai kisaran BOD₅ tersebut masih berada pada kisaran kualitas air tidak tercemar hingga tercemar ringan yang berturut-turut dengan kisaran nilai < 3 mg/l dan 3-4,9 mg/l. Apabila dibandingkan dengan baku mutu kualitas air, kondisi demikian termasuk ke dalam kelas III (< 6 mg/l) (Lampiran 5).



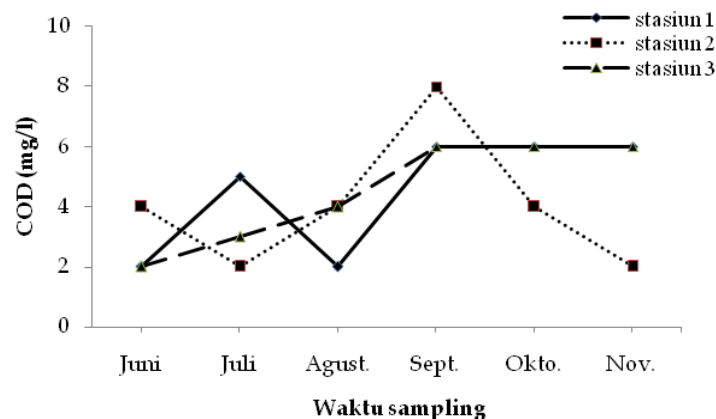
Gambar 13. Sebaran nilai BOD di setiap pengamatan pada tiap stasiun di hulu Sungai Cisadane

BOD hanya menggambarkan bahan organik yang dapat didekomposisi secara biologis (*biodegradable*). Pada perairan yang alami, yang berperan sebagai sumber bahan organik adalah tanaman dan hewan yang telah mati. Selain itu buangan hasil limbah domestik dan industri juga dapat mempengaruhi nilai BOD (Effendi 2003). Perairan alami memiliki nilai BOD antara 0,5-7,0 mg/l (Jeffries dan Mills 1996 *in* Effendi 2003). Berdasarkan hasil pengamatan, hulu Sungai Cisadane masih dalam keadaan alami. Nilai BOD tertinggi (lebih dari 3 mg/l) didapat pada waktu pengamatan ke-4 (bulan September) di Stasiun 2 dan Stasiun 3. Tingginya nilai BOD₅ diduga selain berasal dari pembusukan tanaman dan

hewan, sebagian besar berasal dari buangan kegiatan penduduk di sekitar aliran sungai.

4.2.8 Kebutuhan oksigen kimiawi (COD)

Nilai konsentrasi COD di Sungai Cisadane berada pada kisaran 2,00-8,00 mg/l dengan nilai rata-rata sebesar 4,33 mg/l. Perubahan nilai COD di hulu Sungai Cisadane selama pengamatan dapat dilihat pada Gambar 14. Keberadaan COD di perairan ini dapat berasal dari alam atau aktivitas rumah tangga dan industri. Nilai konsentrasi yang rendah tersebut menunjukkan bahwa perairan tersebut masih alami atau masih kecilnya pengaruh yang ditimbulkan dari aktivitas manusia. Hal tersebut dapat dilihat berdasarkan masih sedikitnya penggunaan lahan (selain pertanian) untuk kegiatan rumah tangga ataupun kegiatan industri lain. Apabila dibandingkan dengan baku mutu kualitas air termasuk ke kelas I (< 10 mg/l) (Lampiran 5). Menurut UNESCO/WHO/UNEP (1992) *in* Effendi (2003), nilai konsentrasi COD di bawah < 20 mg/l seperti di hulu Sungai Cisadane, masih berada pada kisaran tidak tercemar.



Gambar 14. Sebaran nilai COD di setiap pengamatan pada tiap stasiun di hulu Sungai Cisadane

Nilai BOD dan COD ini secara tidak langsung merupakan gambaran kadar bahan organik, yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi sel baru mikroba, karbondioksida, air dan bahan anorganik (Davis dan Cornwell 1991 *in* Effendi 2003). Kemudian

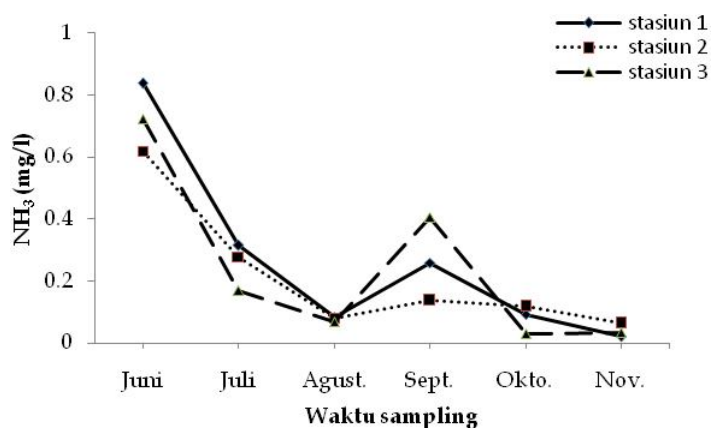
hasil oksidasi atau dekomposisi mikroba berupa bahan anorganik inilah yang dapat dimanfaatkan oleh perifiton dan fitoplankton untuk pertumbuhannya atau sebagai makanannya (Basmi 1992).

Berdasarkan pernyataan tersebut, BOD dan COD merupakan parameter penunjang yang dapat digunakan sebagai indikasi kebutuhan oksigen bagi mikroba aerob untuk menghasilkan bahan anorganik bagi pertumbuhan perifiton dan fitoplankton. Nilai BOD di perairan ini dapat dipengaruhi oleh suhu, kepadatan plankton, dan keberadaan mikroba (Boyd 1988).

4.2.9 Unsur hara

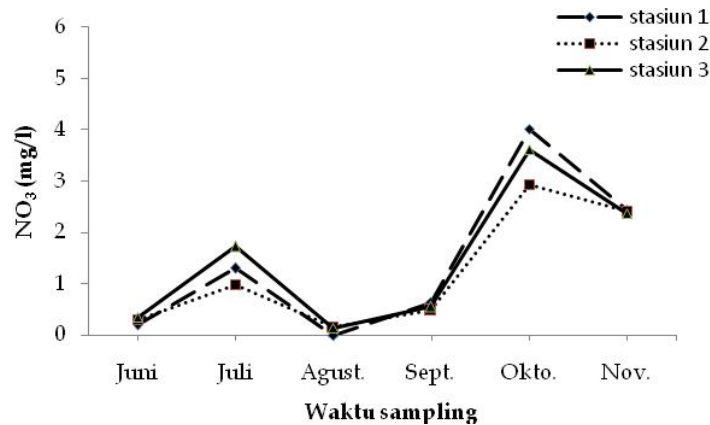
Kandungan unsur hara yang diukur pada penelitian ini adalah amonia, nitrat, dan ortofosfat. Kandungan amonia di hulu Sungai Cisadane selama penelitian berkisar antara 0,02-0,84 mg/l dengan nilai rata-rata sebesar 0,24 mg/l. Perubahan kandungan amonia selama pengamatan dapat dilihat pada Gambar 15.

Nilai kandungan amonia di setiap stasiun termasuk tinggi. Nilai kadar amonia tersebut berada pada kondisi perairan yang sudah tidak alami. Seperti yang telah diungkapkan oleh Effendi (2003), kadar amonia di perairan alami tidak lebih dari 0,1 mg/l. Hal ini mengindikasikan telah terjadi masukan bahan organik terutama berasal dari limpasan pertanian. Dapat dilihat dari tataguna lahan di sekitar aliran sungai yang sebagian besar merupakan lahan pertanian dan perkebunan (Gambar 3, Lampiran 1).



Gambar 15. Sebaran nilai $\text{NH}_3\text{-N}$ di setiap pengamatan pada tiap stasiun di hulu Sungai Cisadane

Nitrat merupakan bentuk utama dari nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Hasil pengukuran kandungan nitrat di hulu Sungai Cisadane selama pengamatan berkisar antara 0,00-4,02 mg/l dengan nilai rata-rata sebesar 1,36 mg/l. Berikut ini Gambar perubahan nitrat selama pengamatan di hulu Sungai Ciadane.

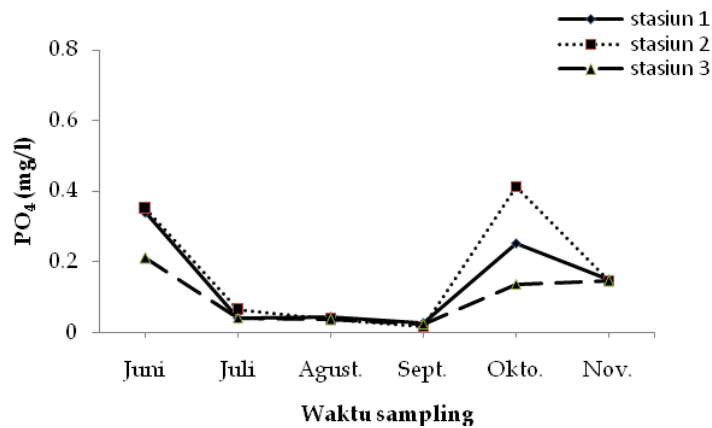


Gambar 16. Sebaran nilai $\text{NO}_3\text{-N}$ di setiap pengamatan pada tiap stasiun

Kandungan nilai nitrat di hulu Sungai Cisadane menurut Effendi (2003) sudah berada pada kondisi tidak alami ($> 0,1$ m/l). Namun nilai tersebut tidak menggambarkan kondisi pencemaran antropogenik (> 5 mg/l). Tetapi hal tersebut dapat terjadi bila masukan limbah domestik dan pertanian makin meningkat. Seperti yang terjadi pada pengamatan ke-5 dan pengamatan ke-6, diduga peningkatan kadar nitrat terjadi karena pengaruh curah hujan yang tinggi sehingga membawa limpasan dari daerah pertanian yang mengakibatkan tingginya masukan yang berasal dari lahan sekitar aliran sungai. Apabila dibandingkan dengan baku mutu kualitas air, kandungan nitrat di hulu Sungai Cisadane termasuk kelas I (< 10 mg/l) (Lampiran 5).

Berdasarkan hasil pengamatan, pengukuran kandungan ortofosfat di hulu Sungai Cisadane berkisar antara 0,02-0,41 mg/l dengan nilai rata-rata sebesar 0,14 mg/l. Perubahan nilai kandungan ortofosfat selama pengamatan dapat dilihat pada Gambar 17. Keberadaan fosfor di perairan alami biasanya relatif lebih kecil, dan kadarnya lebih sedikit dari pada kadar nitrogen. Fosfor

merupakan unsur hara yang esensial bagi tumbuhan tingkat tinggi dan alga; karena sumbernya relatif sedikit, fosfor menjadi faktor pembatas di perairan.



Gambar 17. Sebaran nilai PO₄-N di setiap pengamatan pada tiap stasiun

Nilai kandungan ortofosfat tertinggi selama pengamatan terdapat di Stasiun 2, diduga karena lokasi ini berada dekat lahan pertanian dan pemukiman penduduk. Effendi (2003) mengungkapkan, sumber antropogenik fosfor yang berasal dari limbah pertanian yang menggunakan pupuk memberikan masukan yang besar terhadap keberadaan fosfor. Kandungan nilai ortofosfat ini menurut Boyd (1988) masih berada pada kisaran perairan alami yaitu kurang dari 1 mg/l.

4.3 Karakteristik biologi

4.3.1 Komunitas perifiton dan fitoplankton

Berdasarkan pengamatan perifiton dan fitoplankton di bagian hulu Sungai Cisadane pada bulan Juni hingga November 2007 diperoleh jenis-jenis alga perifiton dan fitoplankton yang hampir sama (Lampiran 10). Pryfogle dan Lowe (1979) in Weitzel (1979) mengemukakan bahwa asosiasi antara fitoplankton dengan sistem perairan mengalir sering menggambarkan komunitas alga perifitik. Komunitas perifiton maupun fitoplankton merupakan variabel penting dalam ekosistem mengalir (Weitzel 1979). Organisme tersebut berperan sebagai organisme ototrof yang mampu berfotosintesis dengan memanfaatkan senyawa anorganik menjadi bahan organik serta sebagai penghasil oksigen. Selain itu, perifiton dan fitoplankton merupakan makanan bagi ikan herbivor dan bentos

sehingga ketersediaannya berpengaruh bagi komunitas pada tingkat trofik di atasnya. Keberadaannya di lingkungan perairan berkaitan dengan alam atau habitat, faktor pembatas seperti cahaya, nutrien, *grazing*, dan substrat (Weitzel 1979).

Menurut Hynes (1972), pada sungai-sungai tenang atau berarus lambat terdapat mikroorganisme yang melayang seperti fitoplankton. Kemampuan fitoplankton untuk bertahan pada sungai yang tenang tersebut dipengaruhi oleh kondisi lokal, musim hujan, dan kejadian banjir. Di daerah tropis, komposisi plankton bervariasi antara musim hujan dan musim kemarau (Holden dan Green 1960 *in* Hynes 1972). Komunitas plankton asli diduga terbentuk pada periode air rendah, karena pada perairan sungai sering terjadi proses pencucian organisme yang disebabkan oleh berbagai sumber seperti jumlah debit air yang juga dipengaruhi oleh curah hujan. Hynes (1972) menambahkan bahwa komunitas alga bentik (perifiton) alami memiliki sifat tidak stabil, karena proses pembentukan komunitas di dalamnya terjadi pada waktu yang tidak sama. Pada skala waktu pengamatan tertentu, akan didapatkan perbedaan kelimpahan dan komposisi plankton seiring dengan perubahan-perubahan yang terjadi pada lingkungan sekitarnya.

Pada perairan mengalir dengan kecepatan arus cukup besar, plankton tidak melimpah. Sebagai konsekuensi, hampir semua produktivitas primer berasal dari perifiton. Hal tersebut salah satunya dipengaruhi oleh kandungan nutrien di perairan sehingga keberadaan jenis di setiap sungai akan berbeda (Welch 1980). Pada perairan sungai yang memiliki dukungan nutrien silika yang cukup memadai, keberadaan kelompok Bacillariophyceae sering mendominasi dengan kelimpahan sangat besar, kecuali pada sungai berlumpur. Nutrien silika merupakan salah satu unsur yang sangat dibutuhkan oleh diatom (Bacillariophyceae). Bagi diatom, silika merupakan pembentuk dinding sel dan dapat mencapai setengah dari berat kering alga tersebut. Keberadaan silika di sungai dapat berasal dari hancuran batuan, aliran sungai, dan sedimen (Goldman dan Horne 1983).

Hal lain yang merupakan penyebab terjadinya perbedaan komposisi dan kelimpahan perifiton dan fitoplankton adalah curah hujan. Tingginya curah hujan

dapat mengakibatkan meningkatnya debit air, sehingga air sungai mengalami pengenceran yang lebih besar mengakibatkan jumlah jenis dan kelimpahan fitoplankton berkurang karena hanyut terbawa arus sungai. Tingginya curah hujan juga secara tidak langsung dapat memungkinkan terjadinya peningkatan nilai kekeruhan dan menurunkan nilai pH. Kekeruhan yang lebih tinggi dan pH yang menurun di bawah kisaran optimal mengakibatkan produksi fitoplankton menurun (Supartiwi 2000).

4.3.1.1 Komposisi dan kelimpahan perifiton

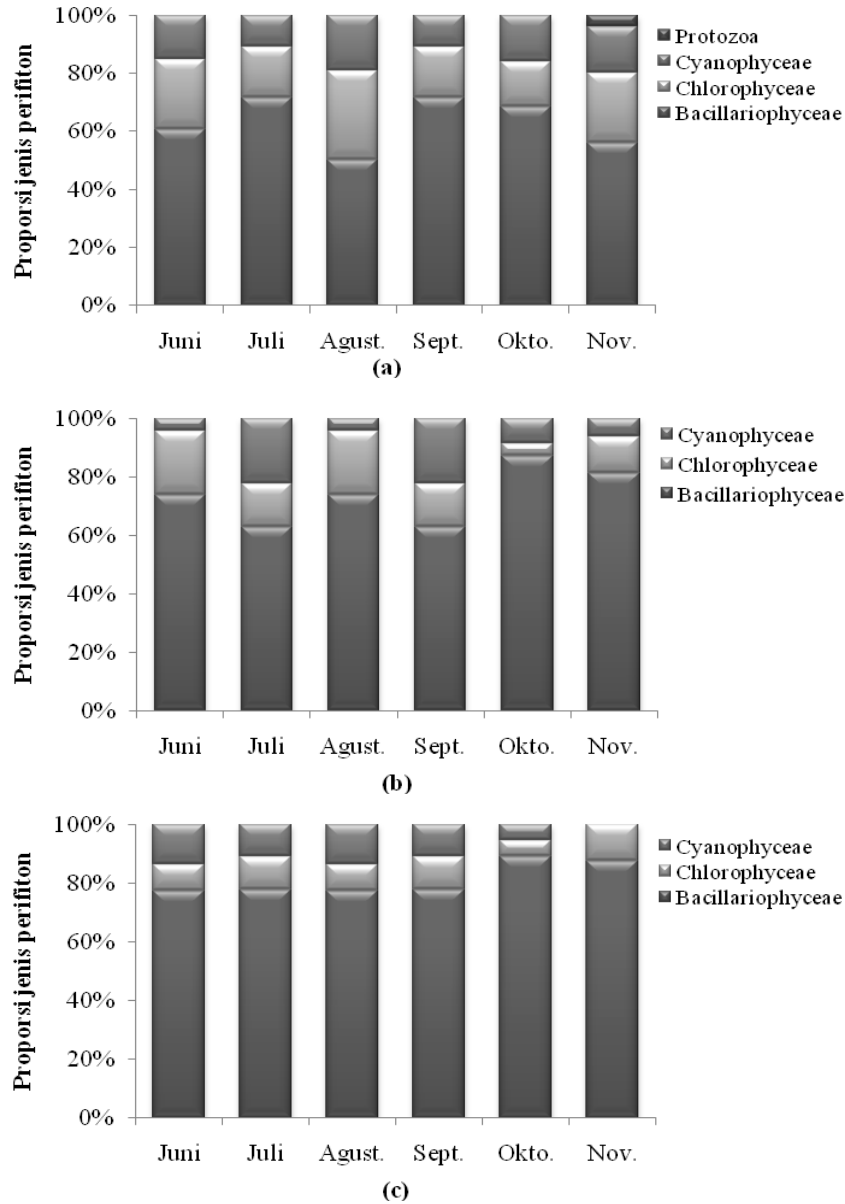
Perifiton adalah komunitas organisme yang hidup (nabati dan hewani) di atas dan sekitar substrat yang tenggelam, seperti batu-batuan, kayu, tumbuhan air yang tenggelam, dan kadangkala pada hewan air (Odum 1971). Pada penelitian ini diperoleh perifiton hasil pengamatan sejumlah 62 jenis, yang terdiri dari Bacillariophyceae (31 genera), Cholophyceae (17 genera), Cyanophyceae (13 genera), dan Protozoa (satu genera).

Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh tiga kelas perifiton di setiap bulan pengamatan, yaitu pada bulan Juni hingga Oktober, serta empat kelas pada pengamatan bulan November (Lampiran 9). Hal tersebut sesuai pernyataan yang telah dikemukakan Welch (1952), yaitu bahwa pada umumnya perifiton perairan mengalir terdiri dari diatom (Bacillariophyceae), alga biru berfilamen (Cyanophyceae), alga hijau (Chlorophyceae), bakteri atau jamur berfilamen, protozoa dan rotifer (tidak banyak pada perairan tidak tercemar), dan beberapa jenis serangga.

Pada pengamatan ke-1 hingga pengamatan ke-6 diperoleh keseluruhan jumlah genera perifiton berturut-turut sebanyak 43 genera, 35 genera, 34 genera, 36 genera, 24 genera, dan 29 genera. Jumlah genera perifiton tersebut mengalami fluktuasi yang cenderung menurun komposisi jenisnya. Persentase jenis perifiton di bagian hulu Sungai Cisadane disajikan pada Gambar 18 dan Lampiran 9.

Pada pengamatan ke-1 hingga pengamatan ke-6 diperoleh perifiton yang tergolong ke dalam kelas Bacillariophyceae berturut-turut berjumlah 27, 22, 20, 23, 18, dan 16 genera, kelas Chlorophyceae berturut-turut berjumlah 11, 6, 7, 6, 3, dan 7 genera, dan kelas Cyanophyceae berturut-turut berjumlah 5, 7, 7, 7, 3,

dan 5 genera. Pada pengamatan 6 diperoleh kelas lain, yaitu Protozoa (1 genus) (Lampiran 9).



Gambar 18. Komposisi jumlah genera tiap kelompok perifiton di hulu Sungai Cisadane; (a) Stasiun 1; (b) Stasiun 2; (c) Stasiun 3

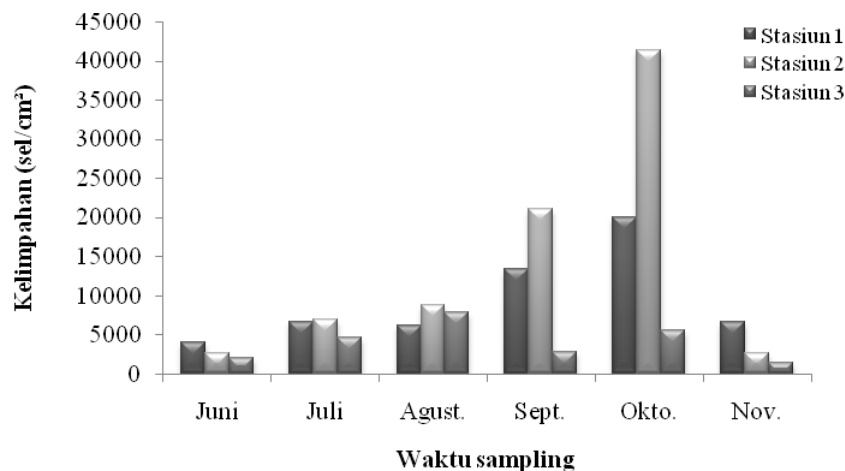
Komposisi jenis perifiton di bagian hulu Sungai Cisadane didominasi oleh diatom (Bacillariophyceae) terutama ordo pennales. Pada setiap pengamatan kelas Bacillariophyceae memiliki proporsi yang tinggi, yaitu sebesar 50,00-88,89 %. Hal ini sesuai dengan pendapat Wilhm (1968) *in* Whitton (1975) yaitu bahwa

pada perairan yang berarus kuat alga bentik yang mendominasi dikarakteristikan dengan diatom pennales. Welch (1980) mengemukakan bahwa keberadaan kelompok Bacillariophyceae di perairan sering mendominasi dan kelimpahannya sangat besar kecuali pada sungai yang berlumpur.

Persentase jenis perifiton dari kelas lainnya adalah Chlorophyceae berkisar antara 9,09-30,77 %, Cyanophyceae berkisar antara 0,00-22,22 %, dan Protozoa berkisar antara 0,00-4,00 %. Munculnya kelas Protozoa pada pengamatan ke-6 menunjukkan adanya perubahan komposisi jenis perifiton, namun dalam jumlah yang sedikit. Menurut Welch (1952), bila keberadaan jumlah Protozoa di perairan mengalir dalam jumlah sedikit (tidak banyak) menunjukkan perairan tersebut masih tidak tercemar.

Berdasarkan hasil pengamatan, jumlah jenis yang didapat cenderung berkurang dari pengamatan 1 hingga pengamatan 6. Hal ini diduga karena perubahan curah hujan dan debit air yang berfluktuasi meningkat yang terjadi selama pengamatan yang menyebabkan komunitas perifiton mengalami pencucian sehingga ada jenis perifiton yang tidak mampu bertahan terhadap perubahan kondisi tersebut.

Kelimpahan perifiton di suatu perairan selalu berubah seiring dengan perubahan-perubahan yang terjadi di lingkungan sekitarnya. Secara keseluruhan kelimpahan perifiton dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Kelimpahan perifiton di hulu Sungai Cisadane

Kelimpahan perifiton di lokasi penelitian pada pengamatan ke-1 (bulan Juni) hingga pengamatan ke-6 (bulan November) masing-masing berkisar 6.321-12.151 sel/cm²; 14.044-20.843 sel/cm²; 18.548-26.267 sel/cm²; 2.815-21.040 sel/cm²; 5.610-20.049 sel/cm²; dan 1496-6593 sel/cm² (Lampiran 8). Berdasarkan hasil yang diperoleh, terjadi peningkatan kelimpahan perifiton dari pengamatan ke-1 hingga pengamatan ke-5, kemudian terjadi penurunan kelimpahan pada pengamatan ke-6. Hal tersebut diduga berhubungan dengan jumlah debit air yang terjadi setiap bulan pengamatan. Jumlah debit air yang terukur setiap bulan berfluktuasi, namun dalam jumlah yang sedikit. Ketika pengamatan ke-6 (bulan November) dengan curah hujan yang tinggi, terjadi peningkatan jumlah debit air. Kondisi ini mengakibatkan terjadinya penurunan jumlah jenis yang disebabkan pencucian dari arus sehingga ada jenis perifiton yang hanyut terbawa aliran air dan tidak mampu bertahan terhadap perubahan tersebut. Selain itu, tingginya kelimpahan perifiton diduga disebabkan oleh tingginya kandungan nitrat dan ortofosfat di perairan. Pada waktu pengamatan yang sama, didapat nilai nitrat dan ortofosfat yang tinggi, diduga meningkatnya kelimpahan perifiton karena telah memanfaatkan nitrat dan ortofosfat. Nitrat merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan perifiton dan ortofosfat merupakan senyawa anorganik yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh perifiton.

Kelimpahan perifiton pada pengamatan ke-5 (bulan Oktober 2007) lebih tinggi dibandingkan pada kelimpahan perifiton di setiap bulan lainnya. Pada kondisi ini juga terjadi penurunan jumlah jenis (Lampiran 7) yang diduga disebabkan hanyut terbawa arus air. Namun adanya jenis yang mampu bertahan dengan kelimpahan yang tinggi seperti *Navicula* sp. dan *Nitzschia* sp. (Lampiran 6) menyebabkan kelimpahan pada bulan Oktober menjadi tinggi.

Pada pengamatan ke-6 ditemukan alga perifitik dari kelas lain, yaitu kelas Euglenophyceae, namun dengan kelimpahan yang sangat kecil. Seperti yang telah diungkapkan oleh Hynes (1972), bahwa kelompok alga perifitik yang sering ditemukan melimpah terutama berasal dari kelas Bacillariophyceae, kemudian Chlorophyceae, Cyanophyceae, dan Rhodophyceae. Kelas Euglenophyceae dan Chrysophyceae mempunyai kelimpahan yang sangat kecil

disebabkan organisme tersebut memiliki alat gerak yang berupa flagella sehingga jarang ditemukan sebagai perifiton.

Berdasarkan lokasi pengamatan, Stasiun 2 memiliki kelimpahan jenis yang cukup besar dibandingkan stasiun lain. Hal ini diduga berkaitan dengan tataguna lahan di sekitar stasiun tersebut yang merupakan daerah pertanian. Limpasan dari pertanian banyak mengandung nutrien dari pupuk yang tidak dimanfaatkan. Nutrien ini masuk keperairan kemudian akan dimanfaatkan oleh perifiton untuk pertumbuhannya. Hal ini dapat dilihat dari kisaran kandungan ortofosfat di Stasiun 2 lebih tinggi dibandingkan pada stasiun lain, yaitu 0,02-0,41 mg/l (Lampiran 4). Dari hasil kelimpahan perifiton dapat disimpulkan bahwa dengan adanya aktivitas pertanian di sekitar perairan akan mempengaruhi kelimpahan perifiton. Seperti diungkapkan oleh Odum (1971), bahwa kegiatan pertanian secara langsung ataupun tidak langsung dapat mempengaruhi kualitas perairan yang dapat diakibatkan oleh penggunaan bermacam-macam pupuk buatan atau pestisida. Penggunaan pupuk buatan yang mengandung unsur N dan P dapat menyuburkan perairan, dan mendorong pertumbuhan ganggang serta tumbuhan lain.

Kelimpahan perifiton juga dapat dipengaruhi oleh kekeruhan air yang terdapat di setiap stasiun pengamatan. Pada Stasiun 3, memiliki nilai kekeruhan yang paling tinggi dibandingkan stasiun lain yaitu berkisar antara 6,00-12,00 NTU. Kekeruhan ini akan menghambat cahaya matahari untuk mencapai dasar perairan, sehingga menghambat perifiton untuk melakukan fotosintesis. Hal ini mempengaruhi kelimpahan perifiton terutama yang menempel pada substrat di dasar perairan.

Berdasarkan uji Kruskal-Wallis yang telah dilakukan terhadap ragam kelimpahan perifiton selama pengamatan, didapatkan bahwa kelimpahan yang ditemukan di ketiga stasiun di hulu Sungai Cisadane tidak berbeda nyata, sedangkan uji Kruskal-Wallis berdasarkan waktu pengamatan didapatkan bahwa kelimpahan yang ditemukan disetiap waktu pengamatan berbeda nyata. Hal tersebut menunjukkan adanya kesamaan kelimpahan setiap stasiun, namun perbedaan kelimpahan terjadi disetiap waktu pengamatan (Lampiran 14).

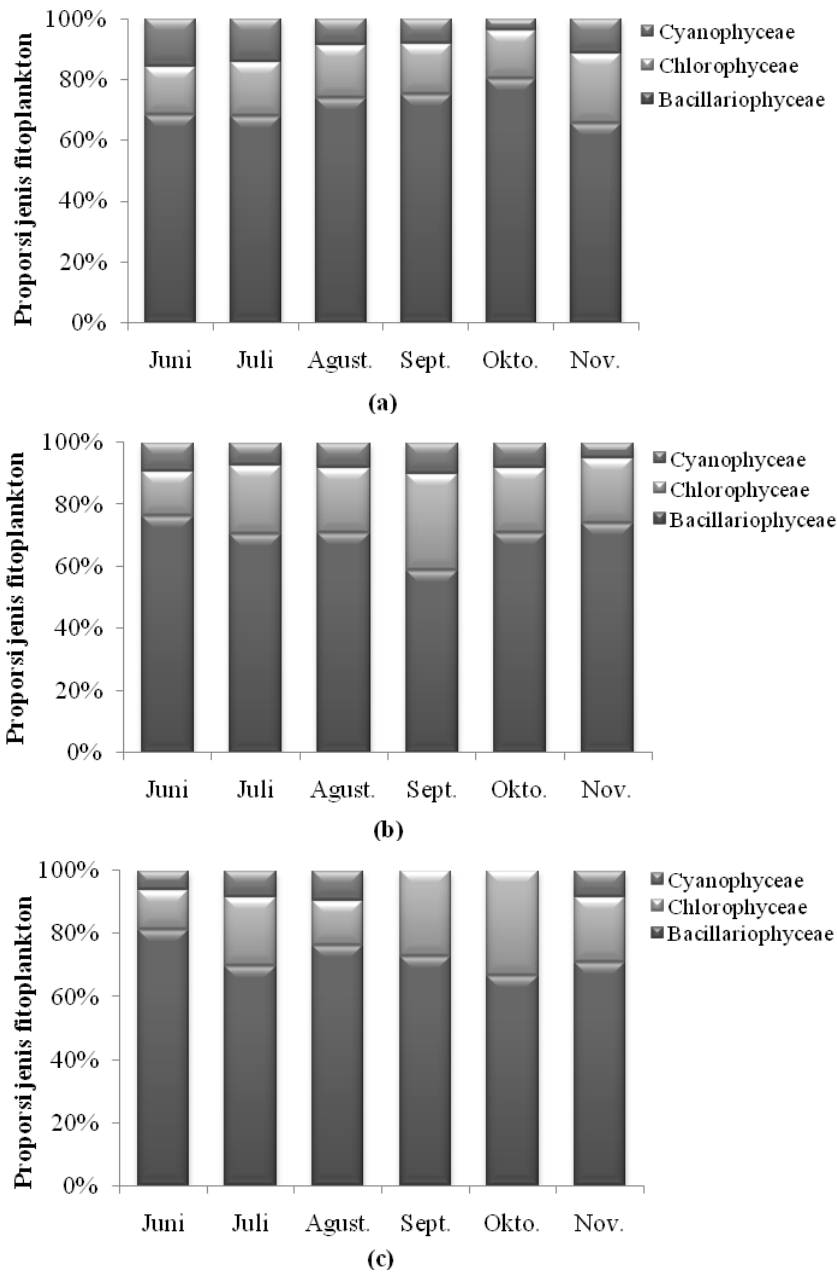
4.3.1.2 Komposisi dan kelimpahan fitoplankton

Fitoplankton adalah organisme yang hidup melayang-layang di dalam air, relatif tidak memiliki daya gerak, sehingga eksistensinya sangat dipengaruhi oleh gerakan air seperti arus (Odum 1971). Komunitas fitoplankton di sungai dipengaruhi oleh kondisi lokal, suhu, nutrien, ruang, dan waktu (Reynolds 1984). Pada penelitian ini, secara total diperoleh 50 jenis fitoplankton yang terdiri dari kelompok Bacillariophyceae sebanyak 25 genera, Chlorophyceae sebanyak 16 genera, dan Cyanophyceae sebanyak sembilan genera.

Hasil pengamatan fitoplankton pada penelitian diperoleh tiga kelas fitoplankton pada setiap stasiun di setiap bulan pengamatan, yaitu Bacillariophyceae, Chlorophyceae, dan Cyanophyceae (Lampiran 9). Pada pengamatan ke-1 hingga ke-6 diperoleh perifiton yang tergolong ke dalam kelas Bacillariophyceae berturut-turut berjumlah 20, 21, 19, 20, 21, dan 21 genera, kelas Chlorophyceae berturut-turut berjumlah 5, 9, 5, 10, 8, dan 7 genera, dan kelas Cyanophyceae berturut-turut berjumlah 4, 5, 4, 3, 3, dan 3 genera.

Berdasarkan pengamatan fitoplankton dari pengamatan ke-1 hingga ke-6, diperoleh jumlah genera fitoplankton berturut-turut sebanyak 29 genera, 35 genera, 28 genera, 33 genera, 32 genera, dan 32 genera. Jumlah genera fitoplankton tersebut mengalami fluktuasi dalam jumlah yang kecil dan cenderung stabil komposisi jenisnya.

Komposisi jenis fitoplankton di hulu Sungai Cisadane didominasi oleh diatom (Bacillariophyceae). Pada setiap pengamatan kelas Bacillariophyceae memiliki proporsi yang tinggi yaitu sebesar 58,62-81,25 %. Sebagaimana komposisi perifiton, keberadaan fitoplankton juga diduga didukung oleh keberadaan nutrien silika yang memadai karena keberadaan sumber silika cukup banyak di sungai (Welch 1980). Fitoplankton dari kelas lainnya memiliki persentase berkisar antara 12,50-33,33 % untuk kelas Chlorophyceae, dan berkisar antara 0,00-15,79 % untuk kelas Cyanophyceae. Persentase jenis fitoplankton di hulu Sungai Cisadane disajikan pada Gambar 20 dan Lampiran 9.



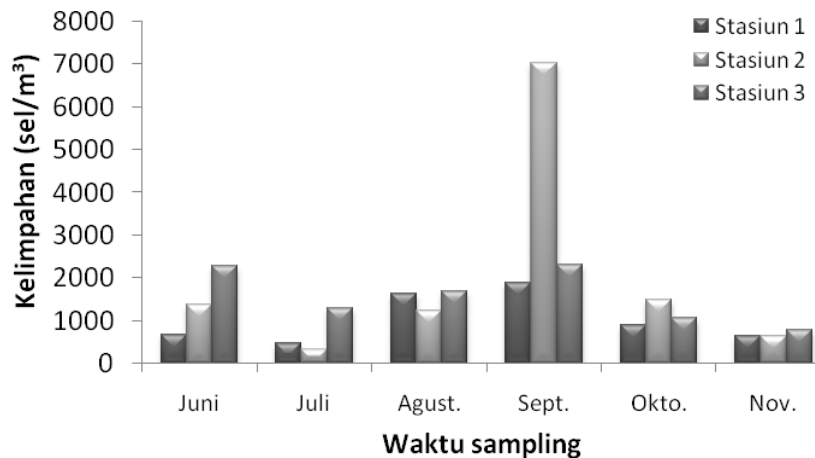
Gambar 20. Komposisi jumlah genera tiap kelompok fitoplankton di hulu Sungai Cisadane; (a) Stasiun 1; (b) Stasiun 2; (c) Stasiun 3

Berdasarkan hasil pengamatan, didapat komposisi jenis yang sedikit berfluktuasi. Sama halnya dengan perifiton, perubahan komposisi jumlah tersebut juga diduga terjadi karena perubahan curah hujan dan debit air. Tingginya komposisi Bacillariophyceae di hulu Sungai Cisadane ini diduga terjadi karena pengaruh arus yang kuat dan cenderung adanya diatom. Hal ini sesuai dengan

pendapat Round (1964) *in* Whitton (1975) bahwa pada perairan yang berarus lebih dari 0,5-1 m/detik jenis fitoplankton yang mendominasi adalah diatom bersel tunggal. Selain itu, adanya kegiatan pertanian (pemupukan) berdampak pada masukan nutrisi ke dalam sungai terutama fosfor yang merupakan sumber nutrisi bagi fitoplankton terutama Bacillariophyceae untuk tumbuh.

Kelimpahan fitoplankton di suatu perairan selalu berubah seiring dengan perubahan-perubahan yang terjadi di lingkungan sekitarnya terutama perubahan arus. Kelimpahan fitoplankton di perairan sungai sangat dipengaruhi oleh arus perairan karena fitoplankton melayang mengikuti arus. Secara keseluruhan kelimpahan fitoplankton dapat dilihat pada Gambar 21 dan Lampiran 8.

Kelimpahan rata-rata fitoplankton di lokasi penelitian pada pengamatan ke-1 (bulan Juni) berkisar antara 666-2.273 sel/m³. Pada bulan Juli berkisar antara 335-1.299 sel/m³. Pada bulan Agustus berkisar antara 1.238-1.689 sel/m³. Pada bulan September berkisar antara 1.899-7.023 sel/m³. Pada bulan Oktober berkisar antara 892-1.490 sel/m³, dan pada bulan November berkisar antara 649-796 sel/m³.



Gambar 21. Kelimpahan fitoplankton di hulu Sungai Cisadane

Perubahan ini dapat disebabkan oleh adanya perbedaan curah hujan sehingga mempengaruhi komposisi dan kelimpahan fitoplankton. Tingginya curah hujan dapat mengakibatkan meningkatnya debit air. Akibatnya air sungai mengalami pencucian dan pengenceran sehingga jumlah jenis dan kelimpahan

fitoplankton berkurang. Namun pada waktu pengamatan ke-4 (bulan September) di Stasiun 2 didapat kelimpahan fitoplankton terbesar dibanding dengan kelimpahan pada bulan lainnya. Hal ini diduga karena telah terjadi masukan bahan organik yang cukup tinggi dibanding pada stasiun dan waktu pengamatan lain, dilihat dari nilai COD dan BOD yang tinggi (Lampiran 4), yang menyebabkan kelimpahan fitoplankton menjadi tinggi. Selanjutnya, terjadi penurunan kelimpahan fitoplankton, yaitu pada bulan Oktober (pengamatan 5), diduga pada kondisi debit air yang tidak cukup tinggi dan jumlah curah hujan rendah, telah terjadi perubahan kualitas air seperti kandungan unsur hara (nitrat) yang meningkat akibat pemupukan dari pertanian (Lampiran 4).

Pada setiap stasiun pengamatan dari bulan Juni hingga November, terjadi penurunan dan peningkatan kelimpahan fitoplankton (Gambar 21) yang dapat disebabkan oleh perubahan jumlah debit air selama pengamatan. Selain itu, kelimpahan fitoplankton dari Stasiun 1 hingga Stasiun 3 cenderung meningkat di setiap waktu pengamatan. Pergantian dominasi jenis berkaitan dengan lingkungan perairan di sepanjang sungai. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan kecepatan arus sungai yang melambat hingga di bagian hilir sungai lokasi penelitian (Stasiun 3), dan perbedaan penerimaan masukan bahan organik terutama pada Stasiun 3 yang semakin bertambah terutama berasal dari limbah rumah tangga. Hal ini sesuai dengan pendapat Belcher dan Swale (1979) *in* Reynolds (1984) bahwa perkembangan komunitas fitoplankton bergantung pada tubulensi aliran dan turbiditas yang berkaitan dengan masukan pertikel suspensi serta perubahan tataguna lahan yang berpengaruh bagi masukan nutrien ke dalam sungai yang berdampak bagi komunitas fitoplankton.

Keberadaan jenis baik perifiton maupun fitoplankton dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti arus, ketersediaan cahaya, nutrien, periode curah hujan, dan fluktuasi debit air. Pada periode curah hujan yang tinggi dan debit air berfluktuasi, jumlah jenis alga dapat berubah-ubah; dan hanya jenis tertentu yang dapat tumbuh dan bertahan terhadap perubahan tersebut. Perairan berarus kuat dapat dikarakteristikan dengan Bacillariophyceae (diatom) kelompok pennales yang menggambarkan komunitas bentik (Weitzel 1979). Di samping itu, pembendungan aliran air berdampak pada perubahan komposisi baik perifiton

maupun fitoplankton. Perubahan tersebut berkaitan dengan kemampuan perifiton atau fitoplankton dalam mentolerir perubahan kondisi lingkungan habitatnya, seperti kemampuan terhadap perubahan arus, kekeruhan, bentuk substrat, dan akumulasi bahan-bahan terlarut. Diatom dari kelompok pennales cenderung mendominasi pada perairan berarus dan sebagai alga bentik. Hal ini terkait dengan bentuk selnya sehingga mampu bergerak meluncur melawan arus dan bentuk membran selnya sehingga mampu menempel dan bergerak di substrat (Basmi 1999; Sze 1993).

Menurut sifat hidupnya, alga yang ditemukan selama pengamatan di hulu Sungai Cisadane ada jenis-jenis yang tergolong hanya sebagai perifiton atau fitoplankton maupun kedua-duanya (Lampiran 10). Jenis dari kelas Bacillariophyceae umumnya tergolong sebagai perifiton dan fitoplankton. Seperti pendapat Bold dan Wynne (1985) in Izzah (2000) bahwa Bacillariophyceae (diatom) merupakan jenis alga yang banyak dijumpai di perairan tawar baik planktonik maupun bentik. Alga yang berasal dari kelas lain memiliki proporsi yang seimbang, baik sebagai planktonik atau bentik maupun keduanya.

Seperti halnya perifiton, uji Kruskal-Wallis yang telah dilakukan terhadap ragam kelimpahan fitoplankton selama pengamatan, didapatkan kelimpahan yang ditemukan di ketiga stasiun di hulu Sungai Cisadane tidak berbeda nyata, sedangkan uji Kruskal-Wallis berdasarkan waktu pengamatan didapatkan kelimpahan yang ditemukan di setiap waktu pengamatan berbeda nyata. Hal tersebut menunjukkan adanya kesamaan kelimpahan setiap stasiun, namun perbedaan kelimpahan terjadi di setiap waktu pengamatan (Lampiran 14).

4.3.1.3 Analisis indeks keanekaragaman (H'), keseragaman (E), dan dominansi (C)

Berdasarkan waktu pengamatan yang berbeda, didapat pula nilai indeks keanekaragaman perifiton yang berkisar antara 1,80-2,69 (Lampiran 11). Nilai keanekaragaman tertinggi terdapat di Stasiun 3 pengamatan ke-1 dan nilai keanekaragaman terendah terdapat di Stasiun 3 pengamatan ke-5. Berdasarkan kriteria nilai indeks keanekaragaman Mason (1981), sebagian besar keanekaragaman perifiton di hulu Sungai Cisadane yang termasuk rendah

($H' < 2,3026$) menunjukkan keanekaragaman kecil dan kestabilan komunitas rendah. Hal ini diduga karena adanya faktor lingkungan yang menyebabkan stabilitas komunitas rendah, yaitu arus. Hanya jenis-jenis tertentu saja yang mampu beradaptasi terhadap perubahan kecepatan arus untuk dapat hidup dan berkembang di daerah hulu Sungai Cisadane.

Nilai indeks keseragaman (E) dan indeks dominansi (C) terhadap perifiton selama pengamatan di hulu Sungai Cisadane masing-masing berkisar antara 0,55-0,87 dan 0,08-0,29 (Lampiran 11). Nilai keseragaman tertinggi dan nilai dominansi terendah terdapat di Stasiun 3 pengamatan ke-1, karena kelimpahan yang ditemukan tiap genus hampir sama atau penyebaran jenis merata dan tidak ada jenis yang mendominasi jenis lain. Nilai keseragaman terendah dan nilai dominansi tertinggi terdapat di Stasiun 3 pengamatan ke-5, karena adanya beberapa genus yang memiliki kelimpahan lebih besar dari genus yang lainnya, yaitu *Achnantes* sp. dan *Navicula* sp (Lampiran 6), namun kelimpahannya tidak mendominasi jenis lain. Secara keseluruhan nilai indeks keseragaman yang didapat selama pengamatan termasuk cukup tinggi dan nilai indeks dominansi rendah. Hal ini menggambarkan keadaan jenis perifiton di hulu Sungai Cisadane memiliki keseragaman populasi yang cukup tinggi dengan penyebaran individu tiap jenis cukup merata sehingga tidak terdapat genus yang mendominasi.

Berdasarkan waktu pengamatan, didapat pula nilai indeks keanekaragaman fitoplankton yang berkisar antara 1,89-2,67 (Lampiran 11). Nilai keanekaragaman tertinggi terdapat di Stasiun 2 pengamatan ke-2 dan nilai keanekaragaman terendah terdapat di Stasiun 2 pengamatan ke-4. Berdasarkan kriteria nilai indeks keanekaragaman Mason (1981), sebagian besar keanekaragaman fitoplankton yang terdapat di hulu Sungai Cisadane termasuk rendah ($H' < 2,3026$). Hal tersebut menunjukkan keanekaragaman kecil dan kestabilan komunitas rendah. Sebagaimana perifiton, diduga arus yang cukup besar menyebabkan kestabilan komunitas fitoplankton yang rendah.

Nilai indeks keseragaman (E) dan indeks dominansi (C) terhadap fitoplankton selama pengamatan di hulu Sungai Cisadane masing-masing berkisar antara 0,56-0,81 dan 0,10-0,24 (Lampiran 11). Nilai keseragaman tertinggi dan nilai dominansi terendah terdapat di Stasiun 2 pengamatan ke-2, karena

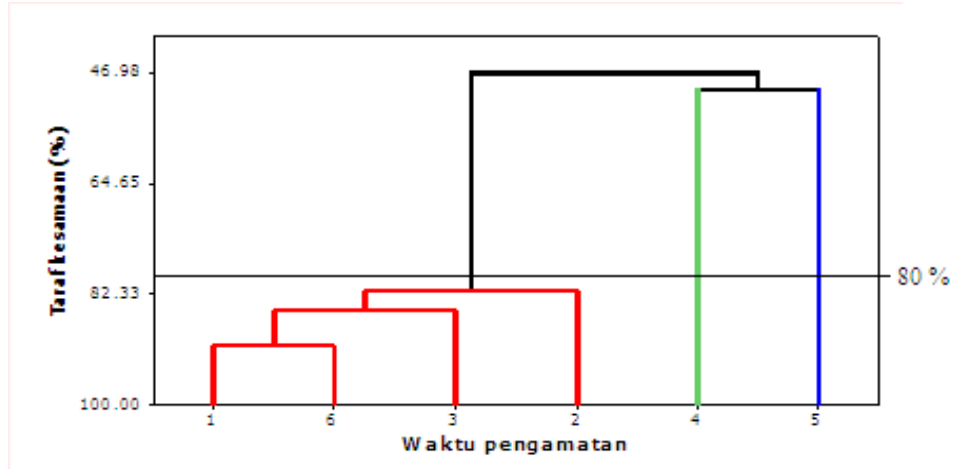
kelimpahan yang ditemukan tiap genus hampir sama atau penyebaran jenis merata dan tidak ada jenis yang mendominasi jenis lain. Nilai keseragaman terendah terdapat di Stasiun 2 pengamatan ke-4, karena adanya beberapa genus yang memiliki kelimpahan lebih besar dari genus yang lainnya, yaitu *Navicula* sp., *Melosira* sp., dan *Amphora* sp. (Lampiran 7) namun kelimpahannya tidak mendominasi jenis lain. Nilai indeks dominansi tertinggi terdapat di Stasiun 2 pengamatan ke-4, namun kisaran nilainya masih rendah (mendekati 0). Hal tersebut menggambarkan bahwa di hulu Sungai Cisadane tidak ada kelimpahan jenis yang mendominasi jenis lain. Secara keseluruhan nilai indeks keseragaman yang didapat selama pengamatan termasuk cukup tinggi dan nilai indeks dominansi rendah. Hal ini menggambarkan bahwa keadaan jenis perifiton di hulu Sungai Cisadane memiliki keseragaman populasi yang sedang/cukup tinggi dengan penyebaran individu tiap jenis cukup merata sehingga tidak terdapat jenis yang mendominasi.

4.4 Analisa tingkat kesamaan antar waktu pengamatan

4.4.1 Pengelompokan waktu pengamatan berdasarkan kesamaan kelimpahan perifiton

Ilustrasi pengelompokan kelimpahan perifiton antar waktu pengamatan berdasarkan kesamaan kelimpahan tiap jenis di hulu Sungai Cisadane pada bulan Juni hingga November 2007 dapat dilihat pada Gambar 22. Pengelompokan perifiton antar waktu pengamatan tersebut terbentuk karena adanya kesamaan nilai kelimpahan tiap genera antar di setiap pengamatan dan terbentuk tiga kelompok besar pada taraf kesamaan 80 %. Pengelompokan pertama yang terbentuk pada taraf kesamaan 80 % yaitu pada waktu pengamatan ke-1, ke-6, ke-3, dan ke-2 (Kelompok I). Pengelompokan kedua dan ketiga yang terbentuk yaitu masing-masing pada pengamatan ke-4 (Kelompok II) dan pengamatan ke-5 (Kelompok III).

Pada masing-masing pengamatan membentuk kelompok sendiri di bawah taraf kesamaan 80 %. Pengelompokan pada Kelompok I terbentuk karena masing-masing kelompok memiliki jumlah kelimpahan tiap genera yang hampir sama, sedangkan pada Kelompok II dan Kelompok III terbentuk karena adanya jumlah kelimpahan genera yang berbeda.



Gambar 22. Pengelompokan waktu pengamatan berdasarkan kesamaan kelimpahan perifiton di hulu Sungai Cisadane

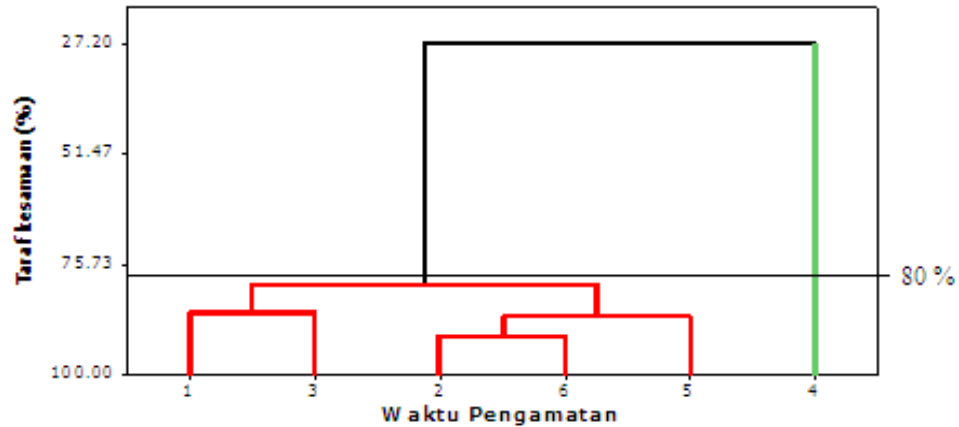
Pengelompokan yang terbentuk juga dapat dikarakteristikan dengan keadaan perairannya. Pada Kelompok II dikarakteristikan oleh nilai rata-rata kekeruhan dan ortofosfat yang rendah, dan nilai rata-rata BOD₅ dan COD yang tinggi dibandingkan pada Kelompok lain. Sedangkan pada Kelompok III dikarakteristikan oleh tingginya nilai oksigen terlarut di bandingkan pada waktu pengamatan lain (Lampiran 4). Pada Kelompok I di pengamatan ke-1 dan ke-6 memiliki hubungan yang sangat dekat (Lampiran 13) karena di kedua waktu pengamatan tersebut memiliki kelimpahan perifiton yang hampir sama, yaitu 8.837 sel/m³ dan 10.822 sel/m³.

4.4.2 Pengelompokan waktu pengamatan berdasarkan kesamaan kelimpahan fitoplankton

Gambar dendrogram pengelompokan waktu pengamatan berdasarkan kelimpahan fitoplankton dapat dilihat pada Gambar 23. Pengelompokan fitoplankton antar waktu pengamatan tersebut terbentuk karena adanya kesamaan nilai kelimpahan tiap genera antar di setiap pengamatan.

Pada pengamatan ke-1 hingga ke-6, terbentuk dua kelompok besar. Satu kelompok terbentuk pada taraf kesamaan 80 %, dan satu kelompok di bawah taraf kesamaan 80 %. Kelompok I dengan taraf kesamaan 80 % yang terbentuk pertama yaitu kesamaan kelimpahan pada pengamatan ke-1, ke-3, ke-2, ke-6, dan

ke-5. Kelompok II terbentuk di bawah taraf kesamaan 80 % dengan membentuk kelompok sendiri, yaitu pada pengamatan ke-4.



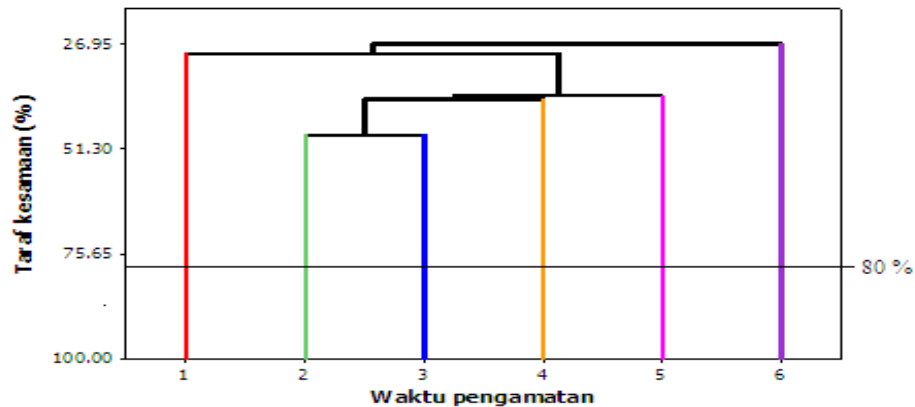
Gambar 23. Pengelompokan waktu pengamatan berdasarkan kesamaan kelimpahan fitoplankton di hulu Sungai Cisadane

Pengelompokan berdasarkan kelimpahan fitoplankton (Kelompok I) terjadi karena masing-masing genera memiliki jumlah kelimpahan yang sama setiap waktu pengamatan. Pada Kelompok II (pengamatan ke-4) terbentuk kelompok sendiri, diduga pada waktu pengamatan adanya jenis yang kelimpahannya lebih besar dibandingkan waktu pengamatan lain. Dikarakteristikan dengan keadaan perairannya, keadaan perairan pada pengamatan ke-4 dicirikan oleh nilai rata-rata kekeruhan dan ortofosfat yang rendah, dan nilai rata-rata BOD₅ dan COD yang tinggi dibandingkan pada waktu pengamatan lain (Lampiran 4). Untuk pengamatan ke-2 dan ke-6 memiliki hubungan yang sangat dekat (Lampiran 13) karena di kedua waktu pengamatan tersebut memiliki kelimpahan fitoplankton yang hampir sama, yaitu 2106 sel/m³ dan 2097 sel/m³.

4.4.3. Pengelompokan waktu pengamatan berdasarkan kesamaan parameter fisika dan kimia

Gambar dendrogram pengelompokan waktu pengamatan berdasarkan kesamaan parameter fisika dan kimia dapat dilihat pada Gambar 24.

Pengelompokan waktu pengamatan tersebut terbentuk karena adanya kesamaan nilai parameter fisika dan kimia setiap waktu pengamatan.



Gambar 24. Pengelompokan waktu pengamatan berdasarkan kesamaan parameter fisika dan kimia di bagian hulu Sungai Cisadane

Pada pengamatan ke-1 hingga ke-6, pengelompokan membentuk kelompok sendiri atau terpisah berdasarkan waktu pengamatan dari keseluruhan pengamatan yang dilakukan di bawah taraf kesamaan 80 %. Pengelompokan ini terjadi karena masing-masing parameter memiliki nilai yang berbeda-beda di setiap waktu pengamatan (Lampiran 4 dan Lampiran 13). Berbedanya nilai parameter di stasiun yang sama pada setiap waktu pengamatan disebabkan perubahan kondisi sungai karena adanya pergerakan arus yang membawa massa air yang berbeda di setiap lokasi dan waktu.

4.5 Analisis hubungan parameter fisika dan kimia perairan terhadap parameter biologi

Hubungan kelimpahan perifiton dan fitoplankton dengan parameter fisika-kimia yang mempengaruhi (terutama nutrien), dapat dianalisis menggunakan uji *Pearson correlation*. Analisis uji ini menghubungkan variabel biologi dengan variabel fisika-kimia perairan di hulu Sungai Cisadane. Besarnya nilai variabel fisika-kimia yang diuji akan mempengaruhi kelimpahan perifiton maupun fitoplankton di perairan. Tabel berikut ini nilai hasil uji *Pearson correlation* antar variabel di hulu Sungai Cisadane.

Tabel 9. Hasil uji hubungan antar parameter biologi dengan parameter fisika-kimia (*Pearson correlation*)

Variabel	Kekeruhan	Ortofosfat	Amonia	Nitrat	Debit air
Perifiton	-0,621	0,165	-0,432	0,623	-0,250
	P-Value 0,189	P-Value 0,754	P-Value 0,392	P-Value 0,187	P-Value 0,632
Fitoplankton	-0,382	-0,362	0,162	-0,453	-0,513
	P-Value 0,454	P-Value 0,481	P-Value 0,760	P-Value 0,388	P-Value 0,298

Berdasarkan uji *Pearson correlation* antara kelimpahan perifiton dengan parameter kekeruhan, ortofosfat, amonia, nitrat, dan debit air diperoleh nilai koefisien korelasi. Dari Tabel 9 menunjukkan nilai koefisien korelasi yang positif antara nitrat dan ortofosfat terhadap kelimpahan perifiton (mendekati satu). Hal ini dapat diartikan bahwa besarnya kelimpahan perifiton berhubungan dengan besarnya nilai nitrat dan ortofosfat di perairan, namun hubungan yang erat terdapat pada nitrat. Nilai koefisien korelasi negatif (mendekati minus satu) didapat pada kekeruhan, amonia, dan debit air. Hal ini dapat diartikan bahwa kelimpahan perifiton di perairan berbanding terbalik oleh nilai kekeruhan, amonia, dan debit air. Nilai kekeruhan yang tinggi dapat menghambat masuknya cahaya matahari ke dalam perairan, sehingga menghambat perifiton dalam melakukan proses fotosintesis.

Uji *Pearson correlation* terhadap kelimpahan fitoplankton dengan parameter kekeruhan, ortofosfat, amonia, nitrat, dan debit air dapat dilihat pada Tabel 9. Nilai koefisien korelasi yang positif didapat pada variabel amonia terhadap kelimpahan fitoplankton. Nilai korelasi negatif terhadap kelimpahan fitoplankton didapat pada variabel kekeruhan, ortofosfat, nitrat, dan debit air. Korelasi negatif terbesar terdapat pada hubungan fitoplankton dengan debit air. Hal ini menunjukkan bahwa kelimpahan fitoplankton di perairan sangat dipengaruhi oleh besarnya debit air. Fitoplankton merupakan organisme yang pergerakannya sedikit/tidak ada, sehingga keberadaannya untuk mendiami suatu lokasi sangat dipengaruhi oleh pergerakan air.

Selain nilai korelasi, didapat nilai P-Value yang kecil dan menunjukkan dugaan bahwa kelimpahan perifiton maupun fitoplakton tidak dipengaruhi oleh nilai dari kondisi parameter fisika-kimia perairan di hulu Sungai Cisadane. Adanya arus yang cepat mempengaruhi keberadaan parameter fisika-kimia di

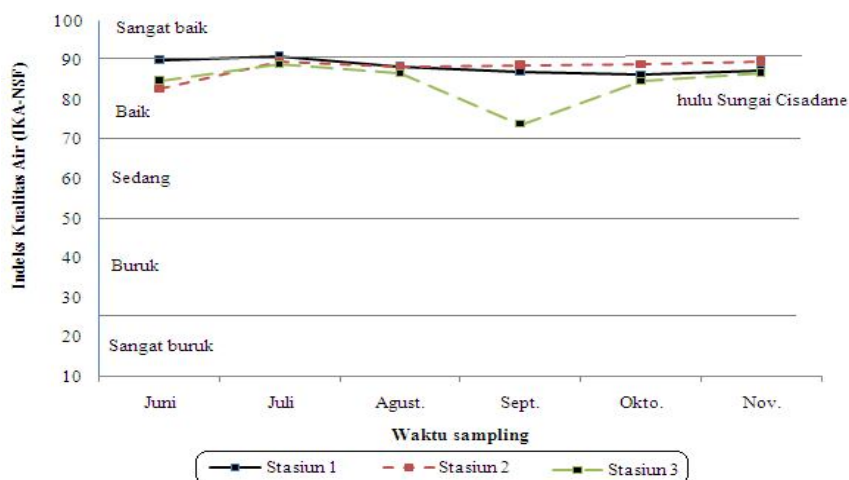
sungai, sehingga kondisi perairan di hulu Sungai Cisadane selalu berubah setiap saat, dan kondisi perairan yang terukur saat ini akan terlihat pengaruhnya setelah beberapa waktu kemudian atau berasal dari limpasan air sebelumnya.

Hubungan ini juga dapat dilihat pada dendrogram kesamaan berdasarkan waktu pengamatan (Gambar 22, Gambar 23, dan Gambar 24). Pengelompokan yang terjadi pada dendrogram kesamaan kelimpahan jenis baik perifiton maupun fitoplankton, tidak menunjukkan adanya pengelompokan yang sama pada dendrogram kesamaan nilai parameter fisika-kimia perairan. Perubahan nilai parameter fisika-kimia perairan sungai tidak mempengaruhi pengelompokan kelimpahan jenis baik perifiton maupun fitoplankton di atas taraf kesamaan 80 %.

4.6 Kualitas lingkungan perairan

4.6.1 Indeks Kualitas Air

Nilai Indeks Kualitas Air di hulu Sungai Cisadane pada pengamatan ke-1 (bulan Juni) hingga pengamatan ke-6 (bulan November) disajikan pada Gambar 25 dan Lampiran 12. Indeks Kualitas Air yang didapat selama pengamatan berkisar antara 73,81-91,16. Indeks Kualitas Air pada Stasiun 1 berkisar antara 86,35-91,16 dengan nilai rata-rata 88,46. Pada Stasiun 2 berkisar antara 82,77-89,76 dengan nilai rata-rata 88,07, dan pada Stasiun 3 berkisar antara 73,81-88,91 dengan nilai rata-rata 84,32.



Gambar 25. Indeks Kualitas Air hulu Sungai Cisadane (IKA-NSF)

Indeks Kualitas Air mengalami penurunan pada setiap waktu pengamatan namun dalam kisaran nilai yang kecil. Kisaran tersebut menunjukkan kualitas air di hulu Sungai Cisadane tergolong baik. Nilai tersebut merupakan monitoring kualitas air secara fisika dan kimia di perairan hulu Sungai Cisadane. Nilai Indeks Kualitas Air-NSF yang didapat tidak menunjukkan kondisi lingkungan yang sudah mengalami pencemaran pada lokasi penelitian di setiap waktu pengamatan. Seperti yang telah dikemukakan Price (1979) *in* Suradi (1993) *in* Supartiwi (2000), monitoring kualitas air secara fisika dan kimia mempunyai beberapa keterbatasan, yaitu kurang sensitif untuk mengukur konsentrasi pencemaran yang rendah, penentuan kandungan parameter kimia (Tabel 7) dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan lain seperti suhu, pH, dan kehadiran bahan-bahan lain. Selain itu, pengukuran parameter kimia dengan metode “*snap pengamatan*” dapat menyesatkan karena perairan (terutama sungai) umumnya sangat fluktuatif. Dari keterbatasan tersebut, maka dilakukan pengukuran lanjut untuk mengetahui kualitas perairan dengan menggunakan parameter biologi dengan melakukan perhitungan sistem saprobik.

4.6.2 Sistem saprobik

Indeks saprobik merupakan indeks biologi yang digunakan untuk menduga tingkat pencemaran suatu perairan. Organisme-organisme tertentu dapat memperlihatkan hubungan atau respon terhadap kualitas air yang bersih hingga yang sudah tercemar. Sistem saprobik ini digunakan dalam menyusun konsep “indikator biologi” terhadap tingkat pencemaran perairan (Kolkwitz dan Marrson 1902 *in* Basmi 1999). Kehadiran biota indikator ini dapat membantu penggunaan perairan dalam mendayagunakan perairan secara optimal.

4.6.2.1 Sistem saprobik perifiton secara kualitatif

Jenis-jenis dan komposisi alga perifiton (parameter biologi) yang mendominasi di hulu Sungai Cisadane dijadikan sebagai indikator biologi terhadap pencemaran bahan organik dengan membandingkan batasan yang dikemukakan oleh Fjerdingsstad (1964) *in* Welch (1980) (Tabel 7). Klasifikasi

tersebut dapat dilihat dari kondisi parameter biologi dan parameter fisika-kimia di hulu Sungai Cisadane tersebut.

Berdasarkan klasifikasi melalui kondisi parameter fisika-kimia, hulu Sungai Cisadane memiliki nilai kandungan nitrat rata-rata sebesar 1,36 mg/l dan dengan nilai kandungan amonia rata-rata sebesar 0,24 mg/l. Nilai tersebut menunjukkan kandungan nitrat di perairan lebih besar dari pada ammonia (Lampiran 4). Nilai BOD₅ rata-rata yang didapat sebesar 2,06 mg/l atau berada dibawah 10 mg/l. Selain itu, nilai DO rata-rata yang didapat sebesar 7,74 mg/l dengan suhu rata-rata sebesar 23,59 °C, dan nilai oksigen saturasi lebih dari 90 %.

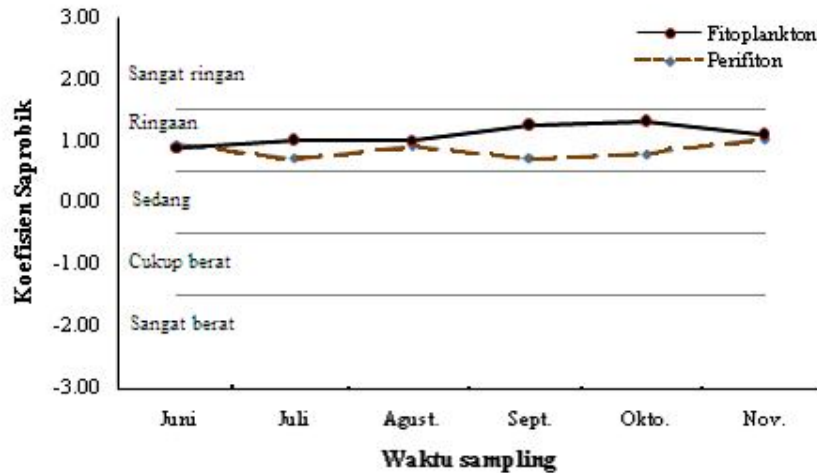
Berdasarkan klasifikasi melalui parameter biologi, didapat komposisi perifiton dengan kelimpahan yang cukup besar pada tiap kelasnya (Lampiran 6 dan Lampiran 10), jenis tersebut antara lain *Achnantes* sp., *Cymbella* sp., *Nitzschia* sp., *Navicula* sp., *Microspora* sp., dan *Oscillatoria* sp., namun memiliki keanekaragaman yang tidak besar (Lampiran 11), sedangkan Protozoa bercilia ada namun jarang ditemukan.

Kriteria yang dikemukakan Kolkwitz dan Marrson *in* Nemerow (1991) dan jenis-jenis dan komposisi alga sebagai bioindikator kualitas perairan, maka kondisi perairan hulu Sungai Cisadane dapat diklasifikasikan sebagai perairan β -mesosaprobik, di mana terjadi pencemaran perairan ringan, perifiton dan fitoplankton didominasi oleh diatom, sedangkan Euglenophyceae dalam jumlah kecil atau jarang/tidak ada, dengan kandungan oksigen terlarut yang tinggi/meningkat. Namun demikian menurut Rao *et al.* (1992) *in* Nemerow (1991), keseluruhan sistem saprobik tersebut perlu didukung oleh kondisi kimia air, komunitas bentik, tipe, dan kualitas lingkungan lokasi yang diamati. Parameter-parameter yang telah dijabarkan tersebut menjadi pendugaan dalam penentuan kondisi perairan melalui hubungan respon dari komunitas perifiton terhadap pencemaran bahan organik.

4.6.2.2 Koefisien saprobik

Nilai koefisien saprobik perifiton dan fitoplankton di hulu Sungai Cisadane disajikan pada Gambar 26. Gambaran tersebut untuk mengetahui tingkat pencemaran di perairan hulu Sungai Cisadane.

Nilai koefisien saprobik perifiton di hulu Sungai Cisadane selama penelitian berkisar antara 0,70-1,03 dengan nilai rata-rata 0,84. Nilai tersebut menggambarkan kondisi perairan di hulu Sungai Cisadane tergolong pada fase β -mesosaprobik hingga β -meso/oligosaprobik, yang menunjukkan tingkat pencemaran ringan dengan bahan pencemar berupa bahan organik dan anorganik (Tabel 8).



Gambar 26. Koefisien saprobik perifiton dan fitoplankton di hulu Sungai Cisadane

Koefisien saprobik fitoplankton di hulu Sungai Cisadane selama penelitian berkisar antara 0,86-1,30 dengan nilai rata-rata 1,09. Nilai tersebut menggambarkan kondisi perairan di hulu Sungai Cisadane tergolong pada fase β -mesosaprobik hingga β -meso/oligosaprobik yang menunjukkan tingkat pencemaran ringan dengan bahan pencemar berupa bahan organik dan anorganik.

4.7. Pembahasan umum

Sungai merupakan ekosistem perairan mengalir, di dalamnya terjadi pencampuran massa secara menyeluruh dan tidak terbentuk stratifikasi vertikal kolom air. Hulu Sungai Cisadane memiliki kedalaman air dan luas penampang melintang sungai yang relatif rendah sehingga menyebabkan intensitas hubungan antara substrat dan air tinggi. Tingginya interaksi antara air dan dinding alur sungai dapat menimbulkan terjadinya erosi dari pengikisan tanah dan sedimentasi

sehingga kualitas air dapat berubah seperti meningkatnya kekeruhan dan padatan terlarut yang dapat mempengaruhi kecerahan dan penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan. Hal tersebut dapat secara tidak langsung mempengaruhi produktivitas perifiton dan fitoplankton yang memanfaatkan cahaya dalam melakukan proses fotosintesis.

Penggunaan lahan di sekitar hulu Sungai Cisadane bervariasi, sebagian besar didominasi oleh lahan hutan (± 60 % dari luas lahan), sedangkan penggunaan lahan untuk pemukiman dan pertanian seperti sawah sangat kecil (± 4 % dari luas lahan). Namun penggunaan lahan seperti sawah dan pertanian lebih banyak dilakukan di dekat aliran sungai sehingga dapat lebih cepat ke badan sungai dan mempengaruhi kondisi perairan di hulu Sungai Cisadane. Perubahan penggunaan lahan yang memberi masukan aliran air ke dalam sungai dapat mengubah kualitas air sungai.

Kondisi fisika dan kimia perairan di hulu Sungai Cisadane selama pengamatan terjadi perubahan. Perubahan tersebut dapat terjadi karena dipengaruhi oleh perubahan daerah sekitar aliran sungai seperti tataguna lahan dan oleh kondisi aliran sungai itu sendiri seperti arus. Aktivitas manusia berupa kegiatan pertanian juga dapat mempengaruhi kondisi sungai, dilihat dari letak kegiatan pertanian yang sangat dekat dengan badan sungai sehingga dapat lebih cepat mempengaruhi perubahan kualitas perairan. Namun Perubahan yang terjadi masih dalam keadaan baik dan masih baik untuk pertumbuhan biota perairan. Nilai dari parameter fisika-kimia perairan yang dikaji (Lampiran 4) menggambarkan kondisi hulu Sungai Cisadane masih dalam kondisi baik untuk pertumbuhan organisme perairan dan merupakan kondisi perairan alami. Selain BOD, parameter lain masih berada pada baku mutu kelas I menurut Peraturan Pemetintah No. 82 tahun 2001 (Lampiran 5). Hal tersebut menggambarkan tataguna lahan di setiap lokasi yang berbeda di hulu Sungai Cisadane belum memberikan pengaruh yang buruk bagi ekosistem sungai, namun akan memberikan pengaruh yang buruk bila terjadi perubahan tataguna lahan yang terus meningkat sehingga tidak sesuai dengan kemampuan sungai menerima beban masukan dan perubahan kualitas airnya.

Keberadaan jenis baik perifiton maupun fitoplankton di lokasi pengamatan dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kekeruhan, nutrien, dan fluktuasi debit air. Namun perubahan tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap kelimpahan jenisnya. Dilihat dari nilai hitotesis yang menunjukkan perubahan parameter fisika-kimia perairan tidak mempengaruhi kelimpahan jenisnya. Kemudian dari bentuk dendrogram tingkat kesamaan terhadap waktu pengamatan, pengelompokan yang terbentuk terhadap parameter fisika-kimia tidak menunjukkan kesamaan terhadap pengelompokan kelimpahan jenis baik perifiton maupun fitoplankton. Hal tersebut menunjukkan perubahan kondisi perairan yang masih baik di hulu Sungai Cisadane tidak memberikan pengaruh terhadap keberadaan jenis dan kelimpahan baik perifiton maupun fitoplankton.

Keberadaan parameter fisika-kimia di dalam sungai tidak terlepas dari pergerakan arus. Adanya arus yang cepat dapat mempengaruhi keberadaan parameter fisika-kimia di perairan serta keberadaan jenis perifiton dan fitoplankton. Kondisi perairan dan kelimpahan di hulu Sungai Cisadane selalu berubah setiap saat, dan kondisi perairan yang terukur saat ini akan terlihat pengaruhnya setelah beberapa waktu kemudian atau berasal dari limpasan air sebelumnya.

Hulu Sungai Cisadane memiliki komposisi dan kelimpahan perifiton dan fitoplankton yang didominasi oleh jenis Bacillariophyceae. Perifiton dan fitoplankton di hulu Sungai Cisadane yang memiliki kelimpahan jenis yang cukup besar adalah *Achnantes* sp., *Cymbella* sp., *Navicula* sp., dan *Nitzschia* sp.. Baik perifiton maupun fitoplankton yang ditemukan di hulu Sungai Cisadane sebagian besar dari ordo pennales. Hal ini tidak terlepas dari kemampuannya beradaptasi terhadap keberadaan arus yang besar. Selain itu, keanekaragaman genera yang rendah menggambarkan kestabilan komunitas dan penyebaran jumlah tiap genera yang rendah. Kestabilan sungai tersebut dipengaruhi oleh faktor lingkungan, yaitu arus sungai yang cukup besar. Hanya organisme yang mampu bertahan yang dapat ditemukan pada kondisi tersebut. Nilai keseragaman populasi perifiton dan fitoplankton yang tidak cukup tinggi menggambarkan bahwa

penyebaran individu tiap jenis cukup merata sehingga tidak terdapat jenis perifiton dan fitoplankton yang mendominasi.

Melalui monitoring dan penilaian kualitas lingkungan perairan selama pengamatan (bulan Juni-November), didapat nilai Indeks Kualitas Air (IKA) di hulu Sungai Cisadane pada kriteria kualitas perairan yang baik (73,81-91,16). Berdasarkan sistem saprobik untuk mengklasifikasi sungai secara kualitatif terhadap perifiton, hulu Sungai Cisadane dapat diklasifikasikan sebagai perairan β -mesosaprobik. Selain itu, nilai koefisien saprobik dari perifiton dan fitoplankton di hulu Sungai Cisadane menunjukkan kondisi perairan berada pada fase β -mesosaprobik hingga oligo/mesosaprobik yang mengindikasikan tingkat pencemaran ringan hingga sangat ringan dengan sumber pencemar berupa bahan organik dan anorganik.

Hasil penilaian kualitas air di hulu sungai Cisadane menunjukkan bahwa pada kondisi sungai dengan parameter fisika-kimia yang tergolong baik, didapat Indeks Kualitas Air dalam kriteria status perairan yang baik pula. Kemudian berdasarkan klasifikasi dan koefisien saprobik menggunakan parameter biologi (perifiton dan fitoplankton) yang ditemukan menunjukkan pencemaran sungai yang terjadi masih rendah, dengan masukan bahan pencemar berupa bahan organik dan anorganik, namun masih dalam jumlah yang kecil. Hal ini merupakan gambaran mengenai kondisi hulu Sungai Cisadane yang masih tergolong baik, dilihat dari kondisi parameter fisika-kimia perairan dan komunitas perifiton dan fitoplankton yang ada di sungai tersebut.

Kondisi perairan ini tentunya dapat berubah bila terjadi masukan yang lebih besar. Hal ini dipengaruhi oleh pemanfaatan nilai guna air dari hulu Sungai Cisadane sehingga perlu adanya pengelolaan yang baik agar tidak menurunkan nilai guna air di lingkungan tersebut dan adanya pengendalian sungai terhadap masukan limbah dari luar sehingga tidak merusak kondisi alami sungai. Kegiatan monitoring secara berkala terhadap kondisi lingkungan sungai perlu dilakukan, seperti kondisi fisika dan kimia sungai yang mungkin dapat terjadi perubahan akibat adanya peningkatan tataguna lahan sehingga dapat dipertahankan kondisi alamiah sungai dan dalam pemanfaatan air yang efisien juga harus mempertimbangkan aspek daya dukung dan konservasi sumberdaya air.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh jumlah jenis perifiton sebanyak 62 genera yang berasal dari kelas Bacillariophyceae, Cholophyceae, Cyanophyceae, dan filum Protozoa. Di samping itu diperoleh fitoplankton sebanyak 50 genera dari kelas Bacillariophyceae, Cholophyceae, dan Cyanophyceae.

Berdasarkan hasil penilaian kualitas air, kondisi sungai dengan parameter fisika-kimia yang tergolong baik, didapat Indeks Kualitas Air dalam kriteria status perairan yang baik pula. Kemudian berdasarkan klasifikasi dan koefisien saprobik menggunakan parameter biologi (perifiton dan fitoplankton) yang ditemukan menunjukkan kondisi lingkungan di Hulu Sungai Cisadane tergolong β -meso/oligosaprobik dengan pencemaran sungai yang terjadi masih rendah, dan masukan bahan pencemar berupa bahan organik dan anorganik, namun masih dalam jumlah yang kecil.

5.2 Saran

Hulu Sungai Cisadane merupakan perairan yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar, sehingga dibutuhkan upaya untuk menjaga kondisinya. Perlu adanya peran pemerintahan seperti memberi kebijakan kepada daerah setempat berupa peraturan yang dapat mempertahankan keberadaan dan kelestarian sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahsoni, M. A. 2008. Perencanaan Penggunaan Lahan Berkelanjutan di Sub DAS Cisadane Hulu. Disertasi. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Anggoro, H. 2004. Pencemaran Beberapa Unsur Logam Berat Di Sungai Cisadane Periode Tahun 1998-2002. Skripsi. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Bakosurtanal. 1998. Peta Rupa Bumi Digital Indonesia. Skala 1:25.000. Edisi 1-2000. Lembar 1209-123. Cicurug. Cibinong. Bogor.
- Basmi, J. 1988. Perkembangan Komunitas Fitoplankton Sebagai Indikasi Perubahan Tingkat Kesuburan Kualitas Perairan. Jurusan ilmu Perairan. Fakultas Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Basmi, J. 1992. Dasar-dasar Limnologi: Biolimnologi. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor.
- Basmi, J. 1999. Planktonologi: Chrysophyta-Diatom, Penuntun Identifikasi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Basmi, J. 1999. Planktonologi: Plankton sebagai Bioindikator Kualitas Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Bishop, J. E. 1973. Limnology of A Small Malayan River Gombak. Dr.W. Junk B. V. Publ. The Haque Netherlands.
- Boyd, C. E. 1988. Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Fourth Printing. Auburn University Agricultural Experiment Station. Alabama. USA.
- Brower, J. E. dan J. H. Zar. 1990. Field and Laboratory Method from General Ecology. 3rd ed. Wm. C. Brown Publishers. Dubuque. Iowa.
- Davis, C. C. 1995. The Marine and Fresh Water Plankton. Associated Professor of Biology Westrn Reserve University: Michigan State University Press.
- Clapham, W. B. Jr. 1983. Natural Ecosystems. Second Edition. Cleveland State University. Macmillan Publishing Co. Inc. New York.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius: Yogyakarta.
- Eaton, A. D., Clesceri, L. S., dan Greenberg, A. E. 1995. APHA (American Public Health Association): Standard Method for The Examination of Water and Wastewater 19th ed., AWWA (American Water Works Association), and WPCF (Water Pollution Control Federation). Washington D. C.
- Fardiaz, S. 1992. Polusi Air dan Udara. Kerjasama Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Kanisius: Yogyakarta.
- Goldman, C. R. dan A. J. Horne. 1983. Limnology. McGraw Hill International Book Company. New York.

- Hynes, H. B. N. 1972. *The Ecology of Running Water*. University of Toronto Press. Toronto.
- Izzah, K. 2000. *Karakteristik Komunitas Fitoplankton dan Perifiton dalam Kaitan dengan Kajian Tingkat Pencemaran Perairan di Sungai Ciliman, Jawa Barat*. Skripsi. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan. Institut Pertanian Bogor.
- Jakprom. 2004. *Jakarta Jabotabek Peta Jalan dan Index*. Software Version 2.0. Yayasan Promosi Pariwisata Jakarta. Indonesia.
- Klein, L. 1972. *River Pollution*. Butterworths. London.
- Lumbantobing, S. 1996. *Kelimpahan dan Distribusi Spasial Makrozobentos pada Sungai Sejong, Tongoloka, dan Tatar di Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat*. Skripsi. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor.
- Mason, C. F. 1981. *Biology Freshwater Pollution*. 2nd edition. Longman Scientific and Technical. New York.
- Minitab Inc. 2003. *MINITAB Statistical Software, Release 14 for Windows*, State College, Pennsylvania. MINITAB® is a registered trademark of Minitab Inc.
- Mizuno, T. 1979. *Illustration of The Fresh Water Plankton of Japan*. Revised edition. Hoikusha Publishing Co. Ltd. Osaka. Japan.
- Nemerow, N. L. 1991. *Stream, Lake, Estuary, and Ocean Pollution*. Second Edition. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Odum, E. P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. Third Edition. W. B. Sounder Co. Philadelphia.
- Ott, W. R. 1978. *Environmental Indices Theory and Practice*. Ann Arbor Science Publisher Inc. Washington DC.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Perairan*. Sekretaris Negara Republik Indonesia Jakarta.
- Prescott, G. W. 1970. *How to Know Freshwater Algae*. Dubuque. Iowa. WM. C. Brown Company Publishers.
- Ravera, O. 1979. *Biological Aspect of Freshwater Pollution*. Pergamon Press. London.
- Republika Online. 2008. *DAS Cisadane Kritis: Menteri menemukan ada pabrik membuang limbah ke sungai tanpa diolah*. http://www.republika.co.id/koran_detail.asp.htm. (13 Januari 2009).
- Reynolds, C. S. 1984. *The Ecology of Freshwater Phytoplankton*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Ruttner, F. 1974. *Fundamentals of Ecology*. University of Toronto Press. Toronto.

- Sitaniapessy, P. M. 1984. *Klasifikasi dan Iklim Indonesia*. Jurusan Geofisika dan Meteorologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor.
- Sladeczek, U. 1979. *Continental System For The Assessment of River Quality*. p 3-1 – 3-27. In James, A. dan L. Evison. *Botanical Indicator of Water Quality*. John Wiley and Sons Ltd. Chichester. New York. Brisbane. Toronto.
- Soewignyo, P., H. Siregar, E. Suwandi dan W. Sumarsini. 1986. *Indeks Mutu Lingkungan Perairan Ditinjau dari segi Biologis*. Asisten I Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Supartiwi, E. N. 2000. *Karakteristik Komunitas Fitoplankton dan Perifiton Sebagai Indikator Kualitas Lingkungan Sungai Ciujung, Jawa Barat*. Skripsi. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan. Institut Pertanian Bogor.
- Sze, P. 1993. *A Biology of The Algae*. Editor: Kevin Kane. Wm. C. Brown Communication. Inc. Georgetown University. United States of America.
- Thornton, K. W., B. L. Kimmel dan F. E. Payne. 1990. *Reservoir Limnology: Ecological Perspective*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Taufik, K. L. 2003. *Kualitas Air Hulu dan Tengah Sungai Ciliwing Kabupaten Bogor, Jawa Barat*. Skripsi. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Walpole, R. E. 1995. *Pengantar Statistik: Edisi ke-3*. Penerjemah: Ir. Bambang Sumantri. Gramedia: Jakarta.
- Weitzel, R. L. 1979. *Methods and Measurements of Perifiton Communities: A Review* American Society for Testing and Materials. Philadelphia.
- Welch, P. S. 1952. *Limnology*. Second edition. McGraw Hill International Book Company. New York.
- Welch, P. S. 1980. *Ecological Effects of Waste Water*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Whitton, B. A. 1975. *River Ecology*. Blackwell Scientific Publications. Oxford. London.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Koordinat stasiun pengambilan sampel, data curah hujan, dan karakteristik lokasi penelitian

a. Koordinat lokasi penelitian

Kordinat sampling	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
Lintang Selatan	06°45'47,2"	06°45'43,4"	06°45'20"
Bujur Barat	106°50'52,3"	106°50'29"	106°49'42,1"
Ketinggian dpl (meter)	587,6	570	537,8

b. Data curah hujan bulanan (Na-Sta Darmaga)

Na Stasiun	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sept	Okt	Nop	Des	Rataan
Curah hujan (mm/bulan)	343,0	429,9	258,5	443,0	173,8	257,0	102,7	245,2	206,8	229,0	345,4	448,2	290,2

* Sumber : BMKG Jakarta (2008)

Dalam mm/bulan ; kisaran 102,7 – 448,2 mm/bulan ; jumlah 3.482,4 mm/tahun

c. Sebaran penggunaan lahan di Sub DAS Cisadane hulu

Penggunaan Lahan	Luas	
	(ha)	(%)
Hutan	1.086,8	60,35
Kebun campuran	10,9	0,61
Pemukiman	12,5	0,69
Sawah	68,9	3,83
Tegalan/ladang	621,6	34,52
Jumlah	1.800,8	100,00

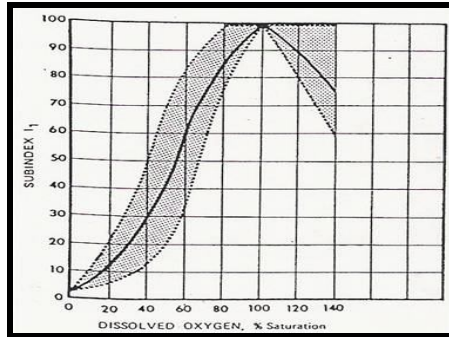
* Sumber : Peta Rupa Bumi Skala 1 : 25.000 dan pengamatan lapang (Bakosurtanal 2000 in Ahsoni 2008)

d. Sebaran kemiringan lereng di Sub DAS Cisadane hulu

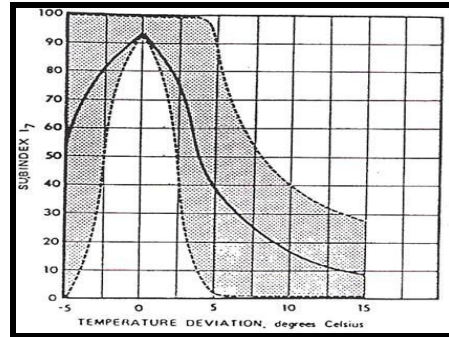
Lereng		Luas		Penggunaan lahan
% kemiringan	Klasifikasi	(ha)	(%)	
0 – 8	Datar	136,1	7,56	Sawah dan pemukiman
8 – 15	Landai	25,5	1,41	-
15 – 25	Agak curam	86,2	4,79	-
25 – 45	Curam	392,2	21,78	Kebun campuran
> 45	Sangat curam	1.160,8	64,46	Hutan dan ladang/tegalan
Jumlah		1.800,8	100,00	

* Sumber : Bakosurtanal, Puslittanah, Fak. Geografi dan PPLH UGM (1987) dan pengamatan lapang in Ahsoni (2008).

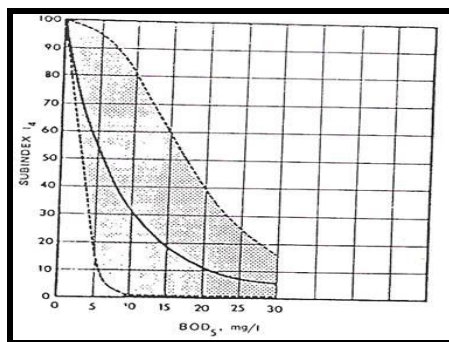
Lampiran 2. Nilai sub Indeks Kualitas Air (Ii) untuk IKA-NSF (Ott 1978)



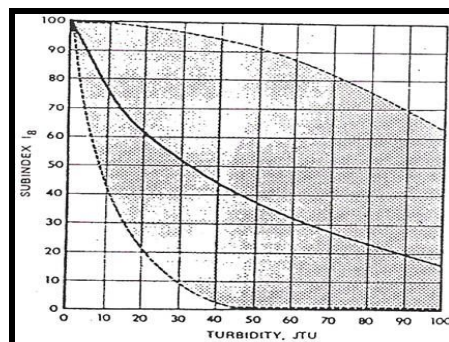
Sub indeks DO
(DO > 140 %, $I_1 = 50$.)



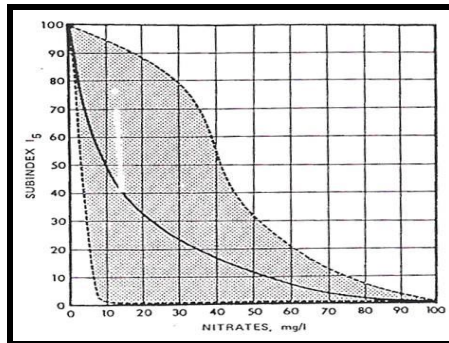
Sub indeks deviasi suhu
($\Delta T > 15^\circ \text{C}$, $I_7 = 5$.)



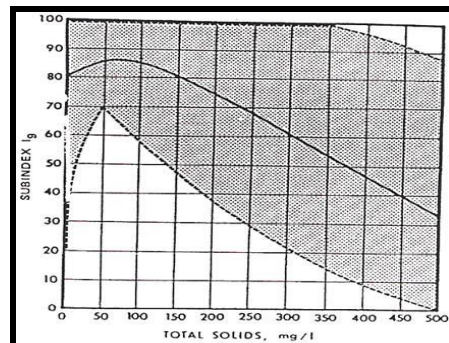
Sub indeks BOD₅
(BOD₅ > 30 %, $I_4 = 2$.)



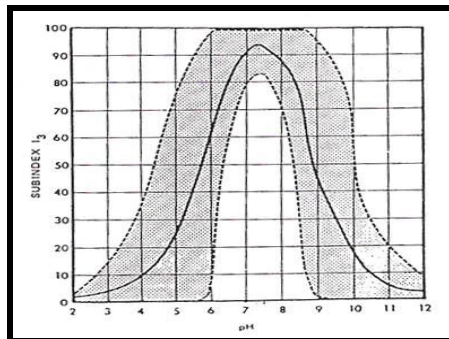
Sub indeks turbidity
(turbidity > 100 NTU, $I_8 = 5$.)



Sub indeks nitrat
(nitrat > 100 mg/l, $I_5 = 1$.)



Sub indeks total solids
(total solids > 500 mg/l, $I_9 = 20$.)



Sub indeks pH

Lampiran 3. Data hidrologi dan morfometri hulu Sungai Cisadane setiap stasiun

Parameter	Satuan	Stasiun 1						Kisaran
		Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okto.	Nov.	
Kecepatan Arus Sungai	m/detik	1,47	0,83	0,75	1,07	0,81	1,10	0,75-1,47
Luasan Melintang Sungai	m ²	1,54	1,65	1,61	1,61	1,63	1,84	1,54-1,85
Debit Air Sungai	m ³ /detik	2,27	1,37	1,21	1,72	1,31	2,03	1,21-2,27
Kecepatan Arus (substasiun)	m/detik	0,57	0,48	0,37	0,39	0,43	0,65	0,37-0,65
Debit Air (substasiun)	m ³ /detik	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03-0,05
Lebar Badan Sungai	meter	10,97	7,50	8,00	8,02	8,15	7,80	7,50-10,97
Lebar Sungai	meter	6,93	6,40	6,11	5,74	5,48	6,15	5,48-6,93
Kisaran Kedalaman	meter	0,05 - 0,60						
Parameter	Satuan	Stasiun 2						Kisaran
		Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okto.	Nov.	
Kecepatan Arus Sungai	m/detik	0,51	0,79	0,71	0,68	0,80	0,92	0,51-0,92
Luasan Melintang Sungai	m ²	2,19	1,63	1,63	2,12	1,61	2,12	1,61-2,19
Debit Air Sungai	m ³ /detik	1,11	1,28	1,16	1,43	1,29	1,95	1,11-1,95
Kecepatan Arus (substasiun)	m/detik	0,21	0,32	0,31	0,26	0,26	0,47	0,21-0,47
Debit Air (substasiun)	m ³ /detik	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02-0,03
Lebar Badan Sungai	meter	14,07	9,40	11,68	11,17	10,88	11,07	9,40-14,07
Lebar Sungai	meter	12,50	8,87	10,02	9,53	9,39	8,77	8,77-12,50
Kisaran Kedalaman	meter	0,02 - 0,62						
Parameter	Satuan	Stasiun 3						Kisaran
		Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okto.	Nov.	
Kecepatan Arus Sungai	m/detik	0,32	0,13	0,08	0,05	0,14	0,19	0,05-0,32
Luasan Melintang Sungai	m ²	2,23	6,26	6,32	5,83	5,84	5,47	2,23-6,32
Debit Air Sungai	m ³ /detik	0,70	0,83	0,53	0,28	0,81	1,07	0,28-1,07
Kecepatan Arus (substasiun)	m/detik	0,06	0,21	0,20	0,25	0,22	0,34	0,06-0,34
Debit Air (substasiun)	m ³ /detik	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01-0,02
Lebar Badan Sungai	meter	14,01	13,00	14,04	14,66	14,16	14,41	13,00-14,66
Lebar Sungai	meter	5,77	13,00	12,77	12,47	12,39	12,25	
Kisaran Kedalaman	meter	0,10 - 1,45						

Lampiran 4. Kualitas air di hulu Sungai Cisadane pada Bulan Juni-November 2007

Parameter	Satuan	Stasiun 1/pengamatan						Baku mutu (kelas)
		1	2	3	4	5	6	
Kekeruhan	NTU	4.00	1.70	1.60	4.00	3.00	4.00	-
TSS	(mg/l)	21.00	6.00	2.00	12.00	21.00	10.00	50 (I)
TDS	(mg/l)	59.00	59.00	40.00	54.00	52.00	28.00	1000 (I)
DHL	(mikroS/cm)	99.90	118.00	56.00	89.00	116.10	131.90	-
PO4	(mg/l)	0.34	0.04	0.04	0.03	0.25	0.15	-
NH3	(mg/l)	0.84	0.32	0.08	0.26	0.09	0.02	0,5 (I)
NO3	(mg/l)	0.20	1.30	0.00	0.62	4.02	2.44	10 (I)
BOD ₅	(mg/l)	1.18	2.01	2.02	2.40	2.28	1.21	3 (II)
COD	(mg/l)	2.00	5.00	2.00	6.00	6.00	6.00	10 (I)
DO	(mg/l)	8.23	8.28	7.56	8.06	8.42	7.58	> 6 (I)
pH		8.20	7.20	7.31	7.16	7.34	7.53	6 – 9 (I)
Suhu	°C	23.60	24.10	20.00	21.75	21.75	21.00	± 3 (I)
Parameter	Satuan	Stasiun 2/pengamatan						Baku mutu (kelas)
		1	2	3	4	5	6	
Kekeruhan	NTU	11.00	6.50	11.00	3.00	5.00	4.00	-
TSS	(mg/l)	7.00	10.00	16.00	12.00	30.00	11.00	50 (I)
TDS	(mg/l)	54.00	54.00	49.00	55.00	50.00	26.00	1000 (I)
DHL	(mikroS/cm)	144.90	108.00	57.50	101.00	117.10	118.30	-
PO4	(mg/l)	0.35	0.06	0.04	0.02	0.41	0.15	-
NH3	(mg/l)	0.62	0.28	0.08	0.14	0.12	0.06	0,5 (I)
NO3	(mg/l)	0.30	0.98	0.16	0.48	2.93	2.41	10 (I)
BOD ₅	(mg/l)	2.75	1.41	2.83	3.24	2.08	1.14	6 (III)
COD	(mg/l)	4.00	2.00	4.00	8.00	4.00	2.00	10 (I)
DO	(mg/l)	7.90	7.27	8.10	7.45	8.21	7.44	> 6 (I)
pH		8.03	7.24	7.30	7.32	7.45	7.49	6 – 9 (I)
Suhu	°C	24.30	24.10	22.00	23.35	23.35	22.25	± 3 (I)
Parameter	Satuan	Stasiun 3/pengamatan						Baku mutu (kelas)
		1	2	3	4	5	6	
Kekeruhan	NTU	7.00	12.00	10.00	6.00	6.00	7.00	-
TSS	(mg/l)	11.00	14.00	14.00	13.00	8.00	23.00	50 (I)
TDS	(mg/l)	55.00	55.00	54.00	54.00	55.00	42.00	1000 (I)
DHL	(mikroS/cm)	107.00	114.00	62.00	95.00	117.30	106.90	-
PO4	(mg/l)	0.21	0.04	0.04	0.02	0.14	0.14	-
NH3	(mg/l)	0.72	0.17	0.07	0.41	0.03	0.03	0,5 (I)
NO3	(mg/l)	0.34	1.72	0.14	0.55	3.62	2.37	10 (I)
BOD ₅	(mg/l)	1.01	1.41	1.63	4.05	2.49	1.90	6 (III)
COD	(mg/l)	2.00	3.00	4.00	6.00	6.00	6.00	10 (I)
DO	(mg/l)	7.56	7.67	7.29	7.44	7.58	7.30	> 6 (I)
pH		8.27	7.58	7.78	8.34	7.77	7.64	6 – 9 (I)
Suhu	°C	28.20	24.00	25.00	26.45	25.50	24.00	± 3 (I)
Parameter	Satuan	Rataan pengamatan						Kisaran
		1	2	3	4	5	6	
Kekeruhan	NTU	7.33	6.73	7.53	4.33	4.67	5.00	4.33-7.53
TSS	(mg/l)	13.00	10.00	10.67	12.33	19.67	14.67	10.00-19.67
TDS	(mg/l)	56.00	56.00	47.67	54.33	52.33	32.00	32.00-56.00
DHL	(mikroS/cm)	117.27	113.33	58.50	95.00	116.83	119.03	58.50-119.03
PO4	(mg/l)	0.30	0.05	0.04	0.02	0.27	0.15	0.02-0.30
NH3	(mg/l)	0.73	0.25	0.08	0.27	0.08	0.04	0.04-0.73
NO3	(mg/l)	0.28	1.33	0.10	0.55	3.52	2.40	0.10-3.52
BOD ₅	(mg/l)	1.65	1.61	2.16	3.23	2.28	1.42	1.42-3.23
COD	(mg/l)	2.67	3.33	3.33	6.67	5.33	4.67	2.67-6.67
DO	(mg/l)	7.90	7.74	7.65	7.65	8.07	7.44	7.44-8.07
pH		8.17	7.34	7.46	7.61	7.52	7.55	7.46-8.17
Suhu	°C	25.37	24.07	22.33	23.85	23.53	22.42	22.33-25.37

Lampiran 5. Kriteria mutu air berdasarkan Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 tahun 2001

Parameter	Satuan	Kelas				Keterangan
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 5	Deviasi temperature dari keadaan ilmiahnya
Residu terlarut	mg/l	1000	1000	1000	2000	
Residu tersuspensi	mg/l	50	50	400	400	Bagi pengolahan air secara konvensional, residu tersuspensi \leq 5000 mg/l
KIMIA ANORGANIK						
pH		6 – 9	6 – 9	6 – 9	5 - 9	Apabila secara alamiah diluar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/l	2	3	6	12	
COD	mg/l	10	25	50	100	
DO	mg/l	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total Fosfat sbg P	mg/l	0,2	0,2	1	5	
NO 3 sbg N	mg/l	10	10	20	20	
NH 3 sbg N	mg/l	0,5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan, kandungan amoniak bebas untuk ikan yang peka \leq 0,02 mg/l sebagai NH 3

Keterangan:

Nilai di atas merupakan batas maksimum, kecuali untuk pH dan DO.

(-) : Menyatakan bahwa untuk kelas yang dimaksud, parameter tidak di persyaratkan.

Kelas I : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas II : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk sarana/presarana rekreasi air, budidaya ikan air tawar, peternakan, untuk mengairi tanaman, dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas III : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, untuk mengairi tanaman, dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas IV : Air yang peruntukannya dapat digunakan mengairi pertanian dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Lampiran 6. Jenis dan kelimpahan perifiton selama pengamatan (sel/cm²)

Kelimpahan (sel/cm ²)		Pengamatan 1 (Juni)			Pengamatan 2 (Juli)			Pengamatan 3 (Agustus)			Pengamatan 4 (September)			Pengamatan 5 (Oktober)			Pengamatan 6 (November)		
No	Genus	Stasiun			Stasiun			Stasiun			Stasiun			Stasiun					
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Bacillariophyceae																			
1	<i>Achnantes</i> sp.	2031	207	237	4504	3404	4030	2054	1630	2104	4859	3457	148	6538	23230	948	2667	1067	711
2	<i>Amphora</i> sp.	-	227	128	494	984	-	188	519	711	474	2143	978	-	148	59	59	59	59
3	<i>Asterionella</i> sp.	49	-	-	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	<i>Amphora</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	277	-	-	-	-	-
5	<i>Biddulphia</i> sp.	66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	<i>Cocconeis</i> sp.	264	286	109	1442	1291	296	444	667	1452	1600	1244	59	1047	519	237	1185	533	593
7	<i>Coscinodiscus</i> sp.	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	<i>Cymbella</i> sp.	181	711	128	632	820	889	573	533	2548	4948	9067	622	8889	14133	415	2844	770	711
9	<i>Cyclotella</i> sp.	1216	20	435	-	20	-	-	-	-	-	-	30	0	74	0	-	-	-
10	<i>Cymatopleura</i> sp.	-	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	<i>Diatoma</i> sp.	-	-	830	20	89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	<i>Denticula</i> sp.	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	<i>Epithemia</i> sp.	-	-	-	20	0	207	-	59	59	30	128	-	-	-	-	-	-	-
14	<i>Eunotia</i> sp.	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	<i>Fragilaria</i> sp.	593	79	316	59	-	-	-	89	-	89	948	267	3496	6756	296	593	148	-
16	<i>Frustulia</i> sp.	30	-	-	20	59	119	178	326	148	59	-	-	-	296	-	-	-	-
17	<i>Gomphonema</i> sp.	20	79	-	1817	790	-	40	178	593	444	504	30	1679	3259	237	59	30	59
18	<i>Gyrosigma</i> sp.	10	49	20	59	59	178	-	67	30	59	622	-	-	-	-	-	-	59
19	<i>Melosira</i> sp.	286	59	286	-	-	-	-	-	-	59	790	-	119	3126	-	1956	119	830
20	<i>Meridion</i> sp.	-	-	20	435	356	385	316	30	148	30	30	30	-	-	-	237	-	-
21	<i>Navicula</i> sp.	4629	4158	1017	5037	2683	978	1501	3548	9007	15467	33254	830	14123	45111	11022	5156	3348	1719
22	<i>Neidium</i> sp.	-	10	-	178	474	711	247	333	267	267	316	-	1086	1067	356	474	148	237
23	<i>Nitzschia</i> sp.	358	286	583	1047	2364	1185	-	2259	1096	3407	3674	326	3852	17378	770	1185	1156	237
24	<i>Pinnularia</i> sp.	158	770	474	2015	3967	3704	-	1459	1452	4533	464	59	3160	1289	1244	119	59	178
25	<i>Pleurosigma</i> sp.	20	-	-	-	-	59	-	89	-	59	1659	30	395	859	-	-	-	119
26	<i>Rhoicosphenia</i> sp.	-	-	-	79	89	-	119	30	-	89	-	-	-	-	-	-	-	-
27	<i>Rhopalodia</i> sp.	-	-	158	-	-	-	-	-	-	-	148	-	-	-	-	-	-	-
28	<i>Stauroneis</i> sp.	-	-	-	20	99	-	-	59	89	178	-	-	1126	1541	356	178	119	237
29	<i>Surirella</i> sp.	128	10	20	99	-	59	30	178	267	119	1719	-	612	296	-	415	237	119

Lampiran 6. (lanjutan)

Kelimpahan (sel/cm ²)		Pengamatan 1 (Juni)			Pengamatan 2 (Juli)			Pengamatan 3 (Agustus)			Pengamatan 4 (September)			Pengamatan 5 (Oktober)			Pengamatan 6 (November)		
No	Genus	Stasiun			Stasiun			Stasiun			Stasiun			Stasiun			Stasiun		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Bacillariophyceae																			
30	<i>Synedra</i> sp.	-	119	99	-	-	-	247	89	-	-	-	-	672	148	119	-	-	-
31	<i>Tabellaria</i> sp.	143	454	217	415	263	59	198	119	237	59	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah genera		20	17	17	20	17	14	13	17	17	20	17	14	13	20	16	14	13	14
Kelimpahan		10347	7585	5077	18449	17811	12859	6133	12259	20207	36830	60168	3407	47072	119230	16059	17126	7793	5867
Chlorophyceae																			
1	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	40	30	-	198	30	-	-	-	89	-	30	-	-	-	59	59	-	-
2	<i>Chlorella</i> sp.	81	-	-	-	-	-	3575	-	-	-	-	-	-	-	-	178	1126	-
3	<i>Choleochaete</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3230	-	-	-	-	-	-
4	<i>Cladophora</i> sp.	77	10	40	-	-	-	277	-	-	-	-	-	-	-	-	2252	-	-
5	<i>Cosmarium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	119	30	-	-	158	148	-	-	-	-
6	<i>Closterium</i> sp.	21	-	-	-	-	-	-	-	-	59	30	-	-	-	-	-	-	-
7	<i>Netrium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	237	119	59	-	-	-	-	59
8	<i>Chodatella</i> sp.	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	<i>Coelastrum</i> sp.	20	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	<i>Cosmarium</i> sp.	20	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	119	-
11	<i>Closterium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	-	59
12	<i>Microspora</i> sp.	-	336	-	612	263	622	830	533	533	326	-	-	-	-	-	1659	-	-
13	<i>Gonatozygon</i> sp.	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	<i>Euastrum</i> sp.	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	<i>Penium</i> sp.	-	20	-	336	92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	<i>Protococcus</i> sp.	198	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	<i>Ulothrix</i> sp.	-	-	-	59	-	385	-	-	-	119	-	-	-	-	-	-	-	-
18	<i>Spirogyra</i> sp.	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah genera		8	5	2	5	4	2	8	5	2	5	4	2	3	1	1	6	2	2
Kelimpahan		486	435	69	1225	444	1007	4711	563	741	533	296	3348	217	148	59	4267	1244	119
Cyanophyceae																			
1	<i>Calathrix</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	889	-	-	711	-	-
2	<i>Anabaena</i> sp.	-	-	-	-	547	-	1244	9015	-	-	-	-	-	-	-	3022	-	-

Lampiran 6. (lanjutan)

Kelimpahan (sel/cm ²)		Pengamatan 1 (Juni)			Pengamatan 2 (Juli)			Pengamatan 3 (Agustus)			Pengamatan 4 (September)			Pengamatan 5 (Oktober)			Pengamatan 6 (November)			
No	Genus	Stasiun			Stasiun			Stasiun			Stasiun			Stasiun			Stasiun			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Cyanophyceae																				
3	<i>Chroococcus</i> sp.	10	-	-	-	30	-	-	-	-	30	50	-	-	-	-	-	-	-	
4	<i>Audouinella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1304	-	-	-	-	-	-	
5	<i>Lyngbya</i> sp.	494	-	504	-	-	-	-	3037	593	1185	-	-	869	3111	-	533	-	-	
6	<i>Gleocystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	6459	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1896	-	
7	<i>Oscillatoria</i> sp.	506	-	188	40	487	119	-	444	1689	1511	2380	356	11101	1481	711	652	-	-	
8	<i>Merismopedia</i> sp.	-	-	-	-	1011	59	-	-	-	-	119	0	-	-	-	-	-	-	
9	<i>Microcystis</i> sp.	286	20	484	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	<i>Phormidium</i> sp.	22	-	-	-	-	-	-	948	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	<i>Aphanotheca</i> sp.	-	-	-	-	336	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	<i>Trichodesmium</i> sp.	-	-	-	198	178	-	-	-	119	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13	<i>Spirulina</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	99	30	-	-	-	-	-	-	
14	<i>Scytonema</i> sp.	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Jumlah genera		5	1	3	3	6	2	5	1	3	3	6	2	3	2	1	4	1	0	
Kelimpahan		1318	20	1175	257	2588	178	7704	13444	2400	2756	2657	1689	12859	4593	711	4919	1896	0	
Protozoa																				
1	<i>Wailesella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	-	-
Jumlah genera		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Kelimpahan		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	-	-
Total kelimpahan		12151	8040	6321	19931	20843	14044	18548	26267	23348	40119	63121	8444	60148	123970	16830	26371	10933	5985	

Lampiran 7. Jenis dan kelimpahan fitoplankton selama pengamatan (sel/m³)

Kelimpahan (sel/m ³)		Pengamatan 1 (Juni)			Pengamatan 2 (Juli)			Pengamatan 3 (Agustus)			Pengamatan 4 (September)			Pengamatan 5 (Oktober)			Pengamatan 6 (November)		
No	Genus	Stasiun			Stasiun			Stasiun			Stasiun			Stasiun			Stasiun		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Bacillariophyceae																			
1	<i>Navicula</i> sp.	817	1438	1647	300	226	1135	1876	1133	1623	1665	8211	1530	539	1360	679	589	831	883
2	<i>Pleurosigma</i> sp.	0	52	154	15	33	73	144	193	174	142	807	273	101	131	69	42	69	29
3	<i>Achnantes</i> sp.	105	142	309	185	122	114	152	73	91	354	912	476	334	426	188	85	59	80
4	<i>Melosira</i> sp.	46	74	26	55	58	132	8	0	79	17	0	59	55	17	3	70	10	82
5	<i>Nitzschia</i> sp.	395	1021	849	223	118	657	1291	1097	617	1435	4870	545	302	916	564	566	411	714
6	<i>Pinnularia</i> sp.	14	7	0	3	11	0	12	51	80	43	4	15	6	9	0	4	0	7
7	<i>Surrirella</i> sp.	165	425	2085	51	36	597	199	321	915	323	754	778	115	323	234	136	169	181
8	<i>Cocconeis</i> sp.	0	15	77	22	6	40	47	25	51	26	50	0	39	51	3	26	32	68
9	<i>Fragilaria</i> sp.	48	328	283	75	51	160	276	134	220	482	359	509	175	313	356	162	56	48
10	<i>Synedra</i> sp.	71	0	0	17	7	20	4	30	43	111	240	225	28	29	61	13	43	34
11	<i>Gyrosigma</i> sp.	0	22	0	3	7	0	0	13	12	12	12	0	5	29	0	0	0	7
12	<i>Diatoma</i> sp.	0	0	0	0	4	0	4	5	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0
13	<i>Neidium</i> sp.	0	89	103	84	88	120	214	105	150	95	526	201	113	22	94	18	12	11
14	<i>Amphora</i> sp.	58	0	0	35	25	32	21	15	105	17	62	52	19	0	0	5	0	12
15	<i>Cymbella</i> sp.	0	298	875	96	24	431	227	254	663	724	3133	2018	644	415	516	83	101	93
16	<i>Amphiphora</i> sp.	0	0	0	5	17	0	0	0	0	9	78	12	22	7	22	0	4	0
17	<i>Stauroneis</i> sp.	0	15	51	6	23	21	21	77	20	33	89	38	8	0	29	7	0	3
18	<i>Gomphonema</i> sp.	18	15	0	7	24	10	12	41	83	20	4	15	14	0	0	0	0	7
19	<i>Cyclotella</i> sp.	7	7	0	9	5	51	0	8	0	11	0	0	3	0	0	2	0	11
20	<i>Rhopalodi</i> sp.a	10	0	26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	<i>Coscinodiscus</i> sp.	0	0	0	0	0	6	4	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0
22	<i>Cymatopleura</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	37	0	0	0	0
23	<i>Meridion</i> sp.	0	15	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	41	36	8	3	0
24	<i>Denticula</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
25	<i>Tabellaria</i> sp.	127	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0
Jumlah genera		13	16	13	19	19	16	17	17	16	18	17	16	20	17	14	17	14	17
Kelimpahan kelompok		1880	3963	6511	1192	884	3599	4513	3574	4927	5518	20116	6758	2530	4152	2854	1823	1809	2271
Chlorophyceae																			
1	<i>Cosmarium</i> sp.	0	97	206	0	6	7	0	0	0	28	112	12	5	20	55	2	11	14
2	<i>Closterium</i> sp.	6	0	0	10	4	29	40	8	15	0	7	97	11	25	14	0	4	0
3	<i>Treubaria</i> sp.	0	0	0	3	10	0	130	15	41	24	119	12	0	137	22	57	97	26
4	<i>Trebouxia</i> sp.	0	7	77	0	12	34	0	6	35	83	89	49	9	20	33	10	19	29
5	<i>Cladophora</i> sp.	22	0	0	86	38	0	0	0	0	0	0	6	0	0	214	0	0	0

Lampiran 7. (Lanjutan)

Kelimpahan (sel/m ³)		Pengamatan 1 (Juni)			Pengamatan 2 (Juli)			Pengamatan 3 (Agustus)			Pengamatan 4 (September)			Pengamatan 5 (Oktober)			Pengamatan 6 (November)		
No	Genus	Stasiun			Stasiun			Stasiun			Stasiun			Stasiun			Stasiun		
Chlorophyceae																			
6	<i>Coelastrum</i> sp.	0	0	0	0	3	0	23	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	<i>Pachycladon</i> sp.	0	0	0	16	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	<i>Microspora</i> sp.	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0
9	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	19	7	0	0	0	7	8	11	0	4	4	29	0	4	3	2	0	7
10	<i>Actinastrum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0
11	<i>Radiofilum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0
12	<i>Tetmemorus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
13	<i>Pediastrum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
14	<i>Chlorella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0
15	<i>Mesotaenium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
16	<i>Micrasterias</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4
Jumlah genera		3	3	2	5	6	5	4	5	3	4	9	6	4	5	7	6	4	5
Kelimpahan		47	112	283	143	73	141	201	46	90	139	405	205	30	206	355	77	130	80
Cyanophyceae																			
1	<i>Spirulina</i> sp.	0	7	26	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	2	6	9
2	<i>Anabaena</i> sp.	0	0	0	0	43	139	131	60	39	21	249	0	0	85	0	46	0	35
3	<i>Oscillatoria</i> sp.	51	74	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	<i>Chroococcus</i> sp.	0	0	0	5	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	<i>Trichodesmium</i> sp.	0	0	0	24	0	17	0	0	10	17	249	0	0	0	0	0	0	0
6	<i>Lyngbya</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	<i>Merismopedia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117	0	0	0	0	0
8	<i>Gloeocystis</i> sp.	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
9	<i>Phormidium</i> sp.	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah genera		3	2	1	4	2	2	2	2	2	2	3		1	2		3	1	2
Kelimpahan		72	82	26	83	47	155	158	93	49	39	548	0	117	92	0	50	6	44
Kelimpahan total		1998.9	4156.9	6819.8	1417.7	1003.6	3895.5	4871.6	3712.8	5066.6	5695.7	21069	6962.7	2676.9	4450.9	3208.7	1950.7	1946	2395

Lampiran 8. Jumlah kelimpahan perifiton dan fitoplankton

a. Kelimpahan Perifiton (sel/cm²)

Kelas	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Jumlah
Sampling 1				
Bacillariophyceae	10347	7585	5077	23008
Chlorophyceae	486	435	69	990
Cyanophyceae	1318	20	1175	2513
Rata-rata	4050	2680	2107	8837
Kelimpahan total	12151	8040	6321	26511
Sampling 2				
Bacillariophyceae	18449	17811	12859	49119
Chlorophyceae	1225	444	1007	2677
Cyanophyceae	257	2588	178	3022
Rata-rata	6644	6948	4681	18273
Kelimpahan total	19931	20843	14044	54818
Sampling 3				
Bacillariophyceae	6133	12259	20207	38600
Chlorophyceae	4711	563	741	6015
Cyanophyceae	7704	13444	2548	23696
Rata-rata	6183	8756	7832	22770
Kelimpahan total	18548	26267	23496	68311
Sampling 4				
Bacillariophyceae	36830	60198	3407	100435
Chlorophyceae	533	267	3348	4148
Cyanophyceae	3052	2657	1689	7398
Rata-rata	13472	21040	2815	37327
Kelimpahan total	40415	63121	8444	111980
Sampling 5				
Bacillariophyceae	47072	119230	16059	182360
Chlorophyceae	217	148	59	425
Cyanophyceae	12859	4593	711	18163
Rata-rata	20049	41323	5610	66983
Kelimpahan total	60148	123970	16830	200948
Sampling 6				
Bacillariophyceae	17126	7793	5867	30785
Chlorophyceae	4267	1244	119	5630
Cyanophyceae	4919	1896	0	6815
Protozoa	59	0	0	59
Rata-rata	6593	2733	1496	10822
Kelimpahan total	26370	10933	5985	43289

b. Kelimpahan Fitoplankton (sel/m³)

Kelas	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Jumlah
Sampling 1				
Bacillariophyceae	1880	3963	6511	12354
Chlorophyceae	47	112	283	442
Cyanophyceae	72	82	26	180
Rata-rata	666	1386	2273	4325
Kelimpahan total	1999	4157	6820	12976
Sampling 2				
Bacillariophyceae	1192	884	3599	5676
Chlorophyceae	143	73	141	356
Cyanophyceae	83	47	155	285
Rata-rata	473	335	1299	2106
Kelimpahan total	1418	1004	3896	6317
Sampling 3				
Bacillariophyceae	4513	3574	4927	13014
Chlorophyceae	201	46	90	336
Cyanophyceae	158	93	49	301
Rata-rata	1624	1238	1689	4550
Kelimpahan total	4872	3713	5067	13651
Sampling 4				
Bacillariophyceae	5518	20116	6758	32392
Chlorophyceae	139	405	205	749
Cyanophyceae	39	548	0	587
Rata-rata	1899	7023	2321	11242
Kelimpahan total	5696	21069	6963	33727
Sampling 5				
Bacillariophyceae	2530	4152	2854	9536
Chlorophyceae	30	226	362	618
Cyanophyceae	117	92	0	209
Rata-rata	892	1490	1072	3454
Kelimpahan total	2677	4470	3216	10363
Sampling 6				
Bacillariophyceae	1823	1809	2271	5904
Chlorophyceae	77	130	80	288
Cyanophyceae	50	6	44	100
Rata-rata	650	649	798	2097
Kelimpahan total	1951	1946	2395	6292

Lampiran 9. Jumlah genera dan proporsi jenis (%)

a. Kelas Perifiton

Kelas	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Jumlah
Sampling 1				
Bacillariophyceae	20 (60,61 %)	17 (73,91 %)	17 (77,27 %)	27
Chlorophyceae	8 (24,24 %)	5 (21,74 %)	2 (9,09 %)	12
Cyanophyceae	5 (15,15 %)	1 (4,35 %)	3 (13,64 %)	5
Sampling 2				
Bacillariophyceae	20 (71,43 %)	17 (62,96 %)	14 (77,78 %)	22
Chlorophyceae	5 (17,86 %)	4 (14,81 %)	2 (11,11 %)	6
Cyanophyceae	3 (10,71 %)	6 (22,22 %)	2 (11,11 %)	7
Sampling 3				
Bacillariophyceae	13 (50,00 %)	17 (73,91 %)	17 (77,27 %)	20
Chlorophyceae	8 (30,77 %)	5 (21,74 %)	2 (9,09 %)	7
Cyanophyceae	5 (19,23 %)	1 (4,35 %)	3 (13,64 %)	7
Sampling 4				
Bacillariophyceae	20 (71,43 %)	17 (62,96 %)	14 (77,78 %)	23
Chlorophyceae	5 (17,86 %)	4 (14,81 %)	2 (11,11 %)	6
Cyanophyceae	3 (10,71 %)	6 (22,22 %)	2 (11,11 %)	7
Sampling 5				
Bacillariophyceae	13 (68,42 %)	20 (86,96 %)	16 (88,89 %)	18
Chlorophyceae	3 (15,79 %)	1 (4,35 %)	1 (5,56 %)	3
Cyanophyceae	3 (15,79 %)	2 (8,70 %)	1 (5,56 %)	3
Sampling 6				
Bacillariophyceae	14 (56,00 %)	13 (81,25 %)	14 (87,50 %)	16
Chlorophyceae	6 (24,00 %)	2 (12,50 %)	2 (12,50 %)	7
Cyanophyceae	4 (16,00 %)	1 (6,25 %)	0 (0,00 %)	5
Protozoa	1 (4,00 %)	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	1

b. Kelas Fitoplankton

Kelas	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Jumlah
Sampling 1				
Bacillariophyceae	13 (68,42 %)	16 (76,19 %)	13 (81,25 %)	20
Chlorophyceae	3 (15,79 %)	3 (14,29 %)	2 (12,50 %)	5
Cyanophyceae	3 (15,79 %)	2 (9,52 %)	1 (6,25 %)	4
Sampling 2				
Bacillariophyceae	19 (67,86 %)	19 (70,37 %)	16 (69,57 %)	21
Chlorophyceae	5 (17,86 %)	6 (22,22 %)	5 (21,74 %)	9
Cyanophyceae	4 (14,29 %)	2 (7,41 %)	2 (8,70 %)	5
Sampling 3				
Bacillariophyceae	17 (73,91 %)	17 (70,83 %)	16 (76,19 %)	19
Chlorophyceae	4 (17,39 %)	5 (20,83 %)	3 (14,29 %)	5
Cyanophyceae	2 (8,70 %)	2 (8,33 %)	2 (9,52 %)	4
Sampling 4				
Bacillariophyceae	18 (75,00 %)	17 (58,62 %)	16 (72,73 %)	20
Chlorophyceae	4 (16,67 %)	9 (31,03 %)	6 (27,27 %)	10
Cyanophyceae	8,33	10,34	0,00	3
Sampling 5				
Bacillariophyceae	20 (80,00 %)	17 (70,83 %)	14 (66,67 %)	21
Chlorophyceae	4 (16,00 %)	5 (20,83 %)	7 (33,33 %)	8
Cyanophyceae	1 (4,00 %)	2 (8,33 %)	0 (0,00 %)	3
Sampling 6				
Bacillariophyceae	17 (65,38 %)	14 (73,68 %)	17 (70,83 %)	21
Chlorophyceae	6 (23,08 %)	4 (21,05 %)	5 (20,83 %)	7
Cyanophyceae	3 (11,54 %)	1 (5,26 %)	2 (8,33 %)	3

Lampiran 10. Keberadaan perifiton dan fitoplankton di hulu Sungai Cisadne pada Bulan Juni-November 2007

Keberadaan kelimpaha rata-rata perifiton (sel/cm^2) dan kelimpahan rata-rata fitoplankton (sel/m^3)

No.	Genus	Kelimpahan		No.	Genus	Kelimpahan		No.	Genus	Kelimpahan	
		Perifiton	Fitoplankton			Perifiton	Fitoplankton			Perifiton	Fitoplankton
1	<i>Achmantes</i>	3546	234	25	<i>Pleurosigma</i>	183	139	49	<i>Pediastrum</i>	-	1
2	<i>Amphiphora</i>	12	10	26	<i>Rhoicosphenia</i>	22	-	50	<i>Penium</i>	25	-
3	<i>Amphora</i>	406	26	27	<i>Rhopalodia</i>	17	2	51	<i>Protococcus</i>	11	-
4	<i>Asterionella</i>	6	-	28	<i>Stauroneis</i>	222	24	52	<i>Radiofilum</i>	-	1
5	<i>Biddulphia</i>	4	-	29	<i>Surirella</i>	239	434	53	<i>Spirogyra</i>	2	-
6	<i>Cocconeis</i>	737	32	30	<i>Synedra</i>	83	54	54	<i>Tetmemorus</i>	-	1
7	<i>Coscinodiscus</i>	7	1	31	<i>Tabellaria</i>	120	8	55	<i>Trebouxia</i>	-	30
8	<i>Cyclotella</i>	100	7	32	<i>Actinastrum</i>	-	2	56	<i>Treubaria</i>	-	39
9	<i>Cymatopleura</i>	3	3	33	<i>Ankistodesmus</i>	30	6	57	<i>Ulothrix</i>	31	-
10	<i>Cymbella</i>	2745	589	34	<i>Calathrix</i>	89	-	58	<i>Anabaena</i>	768	47
11	<i>Denticula</i>	1	1	35	<i>Chlorella</i>	279	1	59	<i>Aphenothea</i>	19	-
12	<i>Diatoma</i>	52	2	36	<i>Chodatella</i>	2	-	60	<i>Audouinella</i>	72	-
13	<i>Epithemia</i>	28	-	37	<i>Choleochaete</i>	179	-	61	<i>Chroococcus</i>	7	2
14	<i>Eunotia</i>	1	-	38	<i>Cladophora</i>	147	20	62	<i>Gleocystis</i>	464	1
15	<i>Fragilaria</i>	763	224	39	<i>Closterium</i>	3	15	63	<i>Lyngbya</i>	574	2
16	<i>Frustulia</i>	69	-	40	<i>Coelastrum</i>	3	2	64	<i>Merismopedia</i>	66	7
17	<i>Gomphonema</i>	545	15	41	<i>Cosmarium</i>	13	32	65	<i>Microcystis</i>	44	-
18	<i>Gyrosigma</i>	67	7	42	<i>Euastrum</i>	2	-	66	<i>Oscillatoria</i>	1204	10
19	<i>Melosira</i>	424	44	43	<i>Gonatozygon</i>	1	-	67	<i>Phormidium</i>	54	3
20	<i>Meridion</i>	112	8	44	<i>Mesotaenium</i>	-	1	68	<i>Scytonema</i>	1	-
21	<i>Navicula</i>	9033	1471	45	<i>Micrasterias</i>	-	1	69	<i>Spirullina</i>	9	4
22	<i>Neidium</i>	343	114	46	<i>Microspora</i>	318	2	70	<i>Trichodesmium</i>	27	18
23	<i>Nitzschia</i>	2287	922	47	<i>Netrium</i>	26	-	71	<i>Wailesella</i>	3	-
24	<i>Pinnularia</i>	1395	15	48	<i>Pachycladon</i>	-	5				

Keterangan: 1-31 = Bacillariophyceae 32-57 = Chlorophyceae 58-70 = Cyanophyceae 71 = Protozoa

Lampiran 11. Indeks keanekaragaman (H'), keseragaman (E), dan dominansi (C)

Indeks H' , E, dan C dari perifiton

Kelas	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
Sampling 1			
H' (Keanekaragaman)	2.27	1.88	2.69
E (Keseragaman)	0.65	0.60	0.87
C (Dominansi)	0.19	0.29	0.08
Sampling 2			
H' (Keanekaragaman)	2.32	2.56	2.14
E (Keseragaman)	0.70	0.78	0.74
C (Dominansi)	0.15	0.11	0.17
Sampling 3			
H' (Keanekaragaman)	2.10	2.71	2.48
E (Keseragaman)	0.64	0.86	0.80
C (Dominansi)	0.19	0.39	0.93
Sampling 4			
H' (Keanekaragaman)	2.07	1.80	1.99
E (Keseragaman)	0.62	0.55	0.69
C (Dominansi)	0.20	0.31	0.20
Sampling 5			
H' (Keanekaragaman)	2.30	1.95	1.43
E (Keseragaman)	0.78	0.62	0.49
C (Dominansi)	0.14	0.21	0.44
Sampling 6			
H' (Keanekaragaman)	2.60	2.12	2.24
E (Keseragaman)	0.81	0.76	0.81
C (Dominansi)	0.10	0.16	0.15

Indeks H' , E, dan C dari fitoplankton

Kelas	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
Sampling 1			
H' (Keanekaragaman)	2.00	1.98	1.98
E (Keseragaman)	0.68	0.65	0.71
C (Dominansi)	0.22	0.20	0.19
Sampling 2			
H' (Keanekaragaman)	2.60	2.67	2.26
E (Keseragaman)	0.78	0.81	0.72
C (Dominansi)	0.11	0.10	0.16
Sampling 3			
H' (Keanekaragaman)	1.95	2.08	2.17
E (Keseragaman)	0.62	0.65	0.71
C (Dominansi)	0.23	0.20	0.17
Sampling 4			
H' (Keanekaragaman)	2.09	1.89	2.15
E (Keseragaman)	0.66	0.56	0.70
C (Dominansi)	0.18	0.23	0.16
Sampling 5			
H' (Keanekaragaman)	2.31	2.20	2.32
E (Keseragaman)	0.72	0.69	0.76
C (Dominansi)	0.14	0.17	0.13
Sampling 6			
H' (Keanekaragaman)	2.09	1.90	1.95
E (Keseragaman)	0.64	0.64	0.61
C (Dominansi)	0.19	0.24	0.24

Lampiran 12. Nilai Indeks Kualitas Air dan koefisien saprobik di hulu Sungai Cisadane pada Bulan Juni-November 2007

a. Nilai Indeks Kualitas Air

IKA-NSF	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Kisaran
Juni	90.16	82.77	84.85	82.77-90.16
Juli	91.16	89.76	88.91	88.91-91.16
Agustus	88.50	88.37	86.63	86.63-88.50
September	87.13	88.83	73.81	73.81-88.93
Oktober	86.35	88.94	84.82	84.82-88.94
November	87.45	89.75	86.89	86.89-89.75

b. Nilai koefisien saprobik di hulu Sungai Cisadane

Koefisien saprobik Perifiton

Koefisien Sparobik	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Kisaran
Juni	0.88	1.26	0.64	0.64-1.26
Juli	0.93	0.41	0.78	0.41-0.93
Agustus	0.85	1.26	0.64	0.64-1.26
September	0.93	0.41	0.78	0.41-0.93
Oktober	0.68	0.74	0.89	0.68-0.89
November	0.83	1.00	1.25	0.83-1.25

Koefisien Saprofik Fitoplankton

Koefisien Sparobik	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Kisaran
Juni	0.68	0.90	1.00	0.68-1.00
Juli	0.79	1.15	1.09	0.79-1.15
Agustus	1.00	1.08	0.90	0.90-1.08
September	1.00	1.21	1.55	1.00-1.55
Oktober	1.16	1.08	1.67	1.08-1.67
November	1.00	1.21	1.08	1.00-1.08

Lampiran 13. Analisis kelompok berdasarkan kesamaan kelimpahan

Analisis kelompok berdasarkan kesamaan kelimpahan perifiton setiap waktu pengamatan

Tahap	Jumlah Kelompok	Tingkat kesamaan	Jarak	Penggabungan kelompok		Kelompok baru	Jumlah obs. Pada kelompok baru
1	5	90,5850	2373,3	1	6	1	2
2	4	84,8211	3826,2	1	3	1	3
3	3	81,8608	4620,3	1	2	1	4
4	2	49,5939	12708,5	4	5	4	2
5	1	46,9794	13365,0	1	4	1	6

Analisis kelompok berdasarkan kesamaan kelimpahan fitoplankton setiap waktu pengamatan

Tahap	Jumlah Kelompok	Tingkat kesamaan	Jarak	Penggabungan kelompok		Kelompok baru	Jumlah obs. Pada kelompok baru
1	5	91,4338	365,46	2	6	2	2
2	4	86,9298	557,61	2	5	2	3
3	3	86,2092	558,35	1	3	1	2
4	2	80,0075	852,91	1	2	1	5
5	1	27,2007	3105,81	1	4	1	6

Analisis kelompok berdasarkan kesamaan parameter fisika dan kimia setiap waktu pengamatan

Tahap	Jumlah Kelompok	Tingkat kesamaan	Jarak	Penggabungan kelompok		Kelompok baru	Jumlah obs. Pada kelompok baru
1	5	48,0105	3,5290	2	3	2	2
2	4	39,5323	4,1045	2	4	2	3
3	3	38,9800	4,1420	2	5	2	4
4	2	29,2023	4,8057	1	2	1	5
5	1	26,9502	4,9585	1	6	1	6

Lampiran 14. Uji Kruskal-Wallis

1. Uji kelimpahan perifiton antar stasiun.

$$h = \frac{12}{50(50+1)} \times \left(\frac{519^2}{18} + \frac{446,5^2}{17} + \frac{264,5^2}{15} \right) - 3 \times (50+1)$$

$$h = (0,004706 \times 31355,71) - 135$$

$$h = -5,4437$$

Untuk perifiton didapat nilai $h = -5,4437$, tidak masuk dalam wilayah kritik $h < 5,991$, berarti gagal tolak h_0 . Hipotesis bahwa kelimpahan jenis perifiton sama untuk ketiga stasiun atau tidak berbeda nyata.

2. Uji kelimpahan fitoplankton antar stasiun

$$h = \frac{12}{54(54+1)} \times \left(\frac{424^2}{18} + \frac{491^2}{18} + \frac{570^2}{18} \right) - 3 \times (54+1)$$

$$h = (0,00404 \times 41430,94) - 165$$

$$h = 2,3978$$

Untuk fitoplankton didapat nilai $h = 2,3978$, tidak jatuh dalam wilayah kritik $h < 5,991$, berarti gagal tolak h_0 . Hipotesis bahwa kelimpahan jenis fitoplankton sama untuk ketiga stasiun atau tidak berbeda nyata.

3. Uji kelimpahan perifiton antar waktu pengamatan

$$h = \frac{12}{50(50+1)} \times \left(\frac{915^2}{9} + \frac{201^2}{9} + \frac{234^2}{9} + \frac{245^2}{6} + \frac{303^2}{8} + \frac{152,5^2}{9} \right) - 3 \times (50+1)$$

$$h = (0,00470588 \times 35567,5694) - 153$$

$$h = 14,3768$$

Untuk perifiton didapat nilai $h = 14,3768$, masuk dalam wilayah kritik $h > 11,070$, berarti tolak h_0 . Hipotesis bahwa kelimpahan jenis perifiton tidak sama untuk setiap waktu pengamatan atau berbeda nyata.

4. Uji kelimpahan fitoplankton antar waktu pengamatan

$$h = \frac{12}{54(54+1)} \times \left(\frac{275^2}{9} + \frac{137^2}{9} + \frac{288^2}{9} + \frac{365^2}{9} + \frac{268^2}{9} + \frac{152^2}{9} \right) - 3 \times (54+1)$$

$$h = (0,0040404 \times 45054,5556) - 165$$

$$h = 17,0386$$

Untuk fitoplankton didapat nilai $h = 17,0386$, masuk dalam wilayah kritik $h > 11,070$, berarti tolak h_0 . Hipotesis bahwa kelimpahan jenis fitoplankton tidak sama untuk setiap waktu pengamatan atau berbeda nyata.

Lampiran 16. Contoh gambar organisme yang ditemukan



* Dokumentasi pribadi

Lampiran 17. Gambar lokasi stasiun pengamatan



Stasiun 1



Stasiun 2



Stasiun 3

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Metro, Lampung pada tanggal 22 Februari 1986, merupakan anak bungsu dari tujuh bersaudara dari pasangan Ayahanda (Alm) Muso Hartoyo dan Ibunda Hj. Sundari. Pendidikan formal penulis ditempuh di SD Muhammadiyah (1992-1993), SD Negeri 7 Metro (1993-1998), SMP Negeri 4 Metro (1998-2001), SMA Negeri 1 Metro (2001-2004). Tahun 2004 penulis diterima di Institut Pertanian Bogor melalui jalur SPMB dan terdaftar sebagai mahasiswa Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis dipercaya sebagai Ketua Angkatan 2004 di Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Penulis juga aktif mengikuti beberapa organisasi internal kampus yaitu Pengurus Keluarga Mahasiswa Lampung (KEMALA-IPB), Staf Departemen Hubungan Mahasiswa dan Masyarakat-Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM FPIK IPB) periode 2005-2006, Staf dan Sekertaris Departemen Hubungan Luar dan Komunikasi-Himpunan Mahasiswa Manajemen Sumberdaya Perairan (HIMASPER) periode 2005-2006 dan 2006-2007. Penulis juga aktif mengikuti kegiatan eksternal kampus yaitu Anggota Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) sejak tahun 2005 hingga sekarang dan sebagai pengurus HMI komisariat FPIK-IPB priode 2007-2008, Anggota Forum Indonesia Muda (FIM) sejak tahun 2006 hingga sekarang, Anggota Aliansi Selamatkan Anak Indonesia (ASA Indonesia) sejak tahun 2008 hingga sekarang, dan pengurus Rumah Belajar FIM (Rumbel) sejak tahun 2008 hinggga sekarang. Selain itu penulis juga aktif dikegiatan pengabdian masyarakat dan beberapa kegiatan kepanitiaan selama perkuliahan.

Kegiatan dibidang akademis, penulis pernah menjabat sebagai asisten luar biasa m.k. Planktonologi (2007 dan 2008), asisten luar biasa m.k. Oseanografi Umum (2007 dan 2008), asisten luar biasa m.k. Tumbuhan Air Terapan (2008), dan asisten m.k. Produktivitas Perairan (2008). Pengalaman magang dan kerja penulis selama kuliah yakni Praktik kerja lapang di bagian *Laboratory Aquaculture-Integrated Quality Assurance (IQA)* di PT. Centralpertiwi Bahari-Lampung tahun 2006, survei prilaku anak dan remaja-ASA Indonesia tahun 2008, dan pengajar bimbingan belajar tahun 2008 hingga sekarang.

Untuk menyelesaikan studi di Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, penulis melakukan penelitian yang berjudul **“Komunitas Perifiton dan Fitoplankton serta Parameter Fisika-Kimia Perairan sebagai Penentu Kualitas Air di Bagian Hulu Sungai Cisadane, Jawa Barat”**. Penulis dinyatakan lulus sidang ujian skripsi pada tanggal 11 Maret 2009.