

LAPORAN PENELITIAN

HUBUNGAN FAKTOR FISIKA KIMIA AIR
DENGAN KEANEKARAGAMAN PERIFITON DAN IKAN
PADA PERAIRAN BATANG ARAU

PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG
TELAH TERDAFTAR

JUDUL : _____
: _____
: _____
: _____

 UNIVERSITAS NEGERI PADANG

MILIK PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG KEPALA.

DITERIMA TGL. : 31-3-2000

SUMBER/HARGA. : Kd ;

KOLEKSI : K1

NO. INVENTARIS : 4007/K/2000-hikv

KLASIFIKASI : 597.09 ARD - 40

Oleh

Drs. YUNALDI, M.Si
NIP.131598275

Drs. Ardi, M.Si.
(Ketua Tim Peneliti)

Penelitian ini dibiayai oleh Proyek DUE-like UNP
Tahun Anggaran 1999/2000
Surat Perjanjian Kerja No. 76/K12.35/DUE-like/1999
Tanggal 1 September 1999

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2000

LAPORAN PENELITIAN

**HUBUNGAN FAKTOR FISIKA KIMIA AIR
DENGAN KEANEKARAGAMAN PERIFITON DAN IKAN
PADA PERAIRAN BATANG ARAU**

PERSONALIA PENELITIAN

**Ketua : Drs. Ardi, M.Si.
Anggota : Drs. Emlias, M.Si.**

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui (a) kualitas fisika-kimia air Batang Arau sehubungan dengan peruntukannya (b). Keanekaragaman perifiton dan ikan pada perairan Batang Arau (c) Hubungan antara faktor fisika-kimia dengan keanekaragaman perifiton dan ikan di perairan Batang Arau serta (d) untuk mengetahui perifiton dan ikan yang diduga dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran air di perairan Batang Arau.

Penelitian ini dilakukan pada bulan September sampai Nopember 1999 dan di Laboratorium Ekologi FMIPA UNP dan di Laboratorium Kimia Lingkungan FMIPA Universitas Andalas Padang sampai bulan Februari 2000. Bahan yang digunakan adalah kertas indikator pH universal, formalin 40%, alkohol 70%, $Mn_2SO_4 \cdot 4H_2O$, KOH/KI, H_2SO_4 pekat, $Na_2S_2O_3$ 0,0125 N dan amilum 1%. Alat yang dipakai diantaranya Lamotte Water Sample, stopwatch, Kuadrat besi ukuran 50 x 50 cm, jala lebar, shock fishing, pinset, sikat (brush) dan termometer Hg. Pengambilan sampel dilakukan dengan metoda "Stratified Random Sampling", berdasarkan penggunaan tanah dan daerah aliran limbah yang masuk Batang Arau dan dilakukan sebanyak tiga kali secara periodik dengan interval waktu satu bulan (30 hari). Data yang diperoleh diolah secara kualitatif dan kuantitatif, dengan berpedoman pada buku acuan (identifikasi) dan kriteria parameter yang ada.

Dari penelitian yang telah dilakukan tentang hubungan faktor fisika kimia air dengan keanekaragaman perifiton dan ikan pada perairan Batang Arau maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu (a) berdasarkan kondisi faktor fisika kimia, kualitas perairan Batang Arau berkisar dari tidak tercemar sampai tercemar berat. Secara terinci dapat dikategorikan atas tiga kelompok yaitu; tidak tercemar (Stasiun I, IV dan V), tercemar ringan (Stasiun II dan VI) dan tercemar berat (Stasiun III), (b) berdasarkan analisis keanekaragaman, maka nilai indek keanekaragaman perifiton berkisar antara berkisar antara 1,237 sampai 1,805. Sedangkan indek keanekaragaman ikan berkisar antara berkisar antara 0,76 sampai 1,82, yang berarti bahwa kondisi perairan Batang Arau tergolong perairan dengan keanekaragaman jenis kecil (rendah). sampai sedang, (c). berdasarkan analisis regresi bertahap berganda maka bahwa faktor fisika kimia yang mempengaruhi indeks keanekaragaman perifiton di perairan Batang Arau adalah kandungan seng (Zn) sedangkan untuk ikan adalah Kalsium (Ca), Amoniak Nitrogen (NH_3-N), Suhu dan juga Seng (Zn). Analisis lebih jauh tentang hubungan antara faktor fisika kimia air, keanekaragaman perifiton dengan keanekaragaman ikan menunjukkan bahwa kebutuhan oksigen biologi, kalsium, keanekaragaman perifiton, padatan terlarut merupakan faktor pengaruh utama terhadap keanekaragaman ikan, (d). Berdasarkan komposisi perifiton di perairan Batang Arau ditemukan beberapa genus yang diduga dapat dijadikan indikator. Genus yang mempunyai toleransi terhadap perairan yang tercemar sedang adalah *Cocconeis*, *Navicula*, dan *Oscillatoria*, untuk perairan tercemar ringan adalah *Cladophora*, *Cylendrocapsa*, *Cosmarium*, *Closterium*, *Mycrocystis*, *Pinnularia*, dan *Surirella*. Sedangkan berdasarkan komposisi ikan di perairan Batang Arau ditemukan beberapa spesies yang diduga dapat dijadikan indikator. Spesies yang mempunyai toleransi terhadap perairan yang tercemar sedang adalah *Hyposarcus pardalis*, dan *Scatophagus argus*, untuk perairan tercemar ringan adalah *Caranx ignobilis*, *Cichlosoma nigrofasciatum*, *Homaloptera gymnogaster*, *Glyptothorax platypogonoides*, *Mytilacoleucus sp.*, *Rasbora Lateristriata* dan *Valamugil buchainani*.

PENGANTAR

Kegiatan penelitian merupakan bagian dari darma perguruan tinggi, di samping pendidikan dan pengabdian kepada masyarakat. Kegiatan penelitian ini harus dilaksanakan oleh Universitas Negeri Padang yang dikerjakan oleh staf akademiknya ataupun tenaga fungsional lainnya dalam rangka meningkatkan mutu pendidikan, melalui peningkatan mutu staf akademik, baik sebagai dosen maupun peneliti.

Kegiatan penelitian mendukung pengembangan ilmu serta terapannya. Dalam hal ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang berusaha mendorong dosen untuk melakukan penelitian sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari kegiatan mengajarnya, baik yang secara langsung dibiayai oleh dana Universitas Negeri Padang maupun dana dari sumber lain yang relevan atau bekerja sama dengan instansi terkait. Oleh karena itu, peningkatan mutu tenaga akademik peneliti dan hasil penelitiannya dilakukan sesuai dengan tingkatan serta kewenangan akademik peneliti.

Kami menyambut gembira usaha yang dilakukan peneliti untuk menjawab berbagai permasalahan pendidikan, baik yang bersifat interaksi berbagai faktor yang mempengaruhi praktek kependidikan, penguasaan materi bidang studi, ataupun proses pengajaran dalam kelas yang salah satunya muncul dalam kajian ini. Hasil penelitian seperti ini jelas menambah wawasan dan pemahaman kita tentang proses pendidikan. Walaupun hasil penelitian ini mungkin masih menunjukkan beberapa kelemahan, namun kami yakin hasilnya dapat dipakai sebagai bagian dari upaya peningkatan mutu pendidikan pada umumnya. Kami mengharapkan di masa yang akan datang semakin banyak penelitian yang hasilnya dapat langsung diterapkan dalam peningkatan dan pengembangan teori dan praktek kependidikan.

Hasil penelitian ini telah ditelaah oleh tim pereviu usul dan laporan penelitian Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang, yang dilakukan secara "blind reviewing". Kemudian untuk tujuan diseminasi, hasil penelitian ini telah diseminarkan yang melibatkan dosen/tenaga peneliti Universitas Negeri Padang sesuai dengan fakultas peneliti. Mudah-mudahan penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pada umumnya, dan peningkatan mutu staf akademik Universitas Negeri Padang.

Pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang membantu terlaksananya penelitian ini, terutama kepada pimpinan lembaga terkait yang menjadi objek penelitian, responden yang menjadi sampel penelitian, tim pereviu Lembaga Penelitian dan dosen senior pada setiap fakultas di lingkungan Universitas Negeri Padang yang menjadi pembahas utama dalam seminar penelitian. Secara khusus kami menyampaikan terima kasih kepada proyek Due-Like dan Rektor Universitas Negeri Padang yang telah berkenan memberi bantuan pendanaan bagi penelitian ini. Kami yakin tanpa dedikasi dan kerjasama yang terjalin selama ini, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan sebagaimana yang diharapkan dan semoga kerjasama yang baik ini akan menjadi lebih baik lagi di masa yang akan datang.

Terima kasih.



Padang, Maret 2000
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Padang,

Kumaidi
Prof. Drs. Kumaidi, MA., Ph.D.
NIP 130605231

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| ABSTRAK | ii |
| PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | iv |
| DAFTAR TABEL | v |
| DAFTAR LAMPIRAN | vi |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Batasan Masalah | 2 |
| C. Perumusan Masalah | 2 |
| D. Tujuan dan Manfaat Penelitian | 3 |
| II. KERANGKA TEORITIS | 4 |
| III. METODOLOGI PENELITIAN | 10 |
| A. Tempat dan Waktu Penelitian | 10 |
| B. Bahan dan Alat Penelitian | 10 |
| C. Stasiun Pengambilan Sampel | 10 |
| D. Pelaksanaan Penelitian | 11 |
| 1. Kerja di Lapangan | 11 |
| 2. Kerja di Laboratorium | 13 |
| E. Analisis Data | 17 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 19 |
| A. Deskripsi Data | 19 |
| B. Analisis Data | 21 |
| C. Pembahasan | 23 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | 32 |
| A. Kesimpulan | 32 |
| B. Saran | 33 |
| DAFTAR KEPUSTAKAAN | 34 |
| LAMPIRAN-LAMPIRAN | |

MILIR PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 1. Rata-rata hasil pengukuran faktor fisika-kimia pada tiap-tiap stasiun penelitian di perairan Batang Arau | 19 |
| Tabel 2. Kepadatan populasi, kepadatan relatif dan frekwensi kehadiran Perifiton yang ditemukan selama tiga periode pengamatan pada perairan Batang Arau | 20 |
| Tabel 3. Kepadatan populasi, kepadatan relatif dan frekwensi kehadiran Ikan yang ditemukan selama tiga periode pengamatan pada perairan Batang Arau | 22 |
| Tabel 4. Beberapa genus perifiton dan spesies ikan yang diduga dapat dijadikan indikator kualitas perairan pada perairan Batang Arau | 30 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|---------|
| Lampiran 1. Peta lokasi penelitian | 37 |
| Lampiran 2. Analisa indek keanekaragaman alga perifiton yang ditemukan selama tiga periode pengamatan pada enam stasiun penelitian di perairan Batang Arau | 38 |
| Lampiran 3. Analisa indek keanekaragaman ikan yang ditemukan selama tiga Periode pengamatan pada enam stasiun penelitian di perairan Batang Arau | 39 |
| Lampiran 4. Analisa hubungan faktor fisika-kimia air dengan kerapatan relatif perifiton yang ditemukan selama tiga perioda pengamatan pada enam stasiun penelitian di perairan Batang Arau | 40 |
| Lampiran 5. Analisa hubungan faktor fisika-kimia air dengan kerapatan relatif ikan yang ditemukan selama tiga perioda pengamatan pada enam stasiun penelitian di perairan Batang Arau | 41 |

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai merupakan salah satu ekosistem lotik yang sangat penting peranannya bagi kesejahteraan hidup manusia. Sungai oleh manusia dimanfaatkan sebagai sumber air minum, mandi dan mencuci serta sebagai tempat buangan kotoran. Selain itu sungai juga sering dimanfaatkan sebagai sarana transportasi, pembangkit listrik tenaga air, irigasi dan keperluan industri. Berbagai kepentingan manusia pada ekosistem sungai secara langsung atau tidak akan berpengaruh terhadap komunitas hidrobiota yang hidup di dalamnya.

Hawkes (1975) menyatakan bahwa, sungai merupakan suatu ekosistem terbuka yang dapat menampung dan mengalirkan masukan bahan buangan dari berbagai aktivitas manusia, baik yang terbawa oleh air hujan maupun yang disalurkan atau dibuang langsung ke sungai. Masukan berupa sampah, limbah industri dan pengikisan partikel tanah ke dalam sungai dapat menimbulkan perubahan terhadap kualitas air.

Pencemaran dapat mengganggu keseimbangan ekosistem sungai. Pengaruh pencemaran tidak hanya menurunkan kualitas air sungai secara fisika dan kimia, tetapi juga dapat menyebabkan tereliminasi biota yang hidup, di dalam sungai itu. Biota yang mampu beradaptasi dan mempunyai kisaran toleransi lebar terhadap bahan pencemar akan mampu tumbuh dan berkembang biak dengan baik, sebaliknya biota yang tidak mampu akan punah atau tereliminasi dari ekosistem tersebut (Hawkes, 1975 dan Michael, 1984). Selanjutnya Hellawel (1986) dalam Rosenberg and Resh (1993) menyatakan bahwa pencemaran air sungai dapat menurunkan populasi berbagai organisme perairan. Hal ini akan menyebabkan perubahan jenis, jumlah kepadatan, tingkat kehadiran maupun keanekaragaman, biota perairan seperti ikan, plankton, perifiton dan bentik.

B. Batasan Masalah

Kualitas air suatu perairan dapat ditinjau baik dari aspek biologis, fisika maupun kimia. Parameter fisika yang penting antara lain suhu air, kecepatan arus, daya hantar listrik dan turbiditas, sedangkan parameter kimia diantaranya derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen biologi (BOD) dan kebutuhan oksigen kimia (COD), zat padat tersuspensi, kadar organik substrat dan logam-logam berat. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi keanekaragaman organisme perairan, termasuk perifiton dan ikan (Hynes, 1978).

Penelitian tentang kualitas air sungai batang Arau ditinjau dari faktor fisiko-kimia, keanekaragaman perifiton dan ikan belum pernah dilakukan. Dari informasi yang dikumpulkan, penelitian yang telah dilakukan di perairan Batang Arau adalah kualitas air sungai ditinjau dari Alga dan telur cacing parasit (Amir, 1985), telur cacing parasit pada aliran masuk Batang Arau (Salmah, Amir dan Syian, 1988) dan komposisi hewan bentos (Warni, 1988) serta struktur komunitas makrozoobentos sebagai indikator kualitas perairan Batang Arau (Ardi, 1999).

Bertitik tolak dari uraian di atas, untuk melengkapi informasi tentang kajian ekologis sungai Batang Arau, maka dilakukan penelitian dengan judul Hubungan faktor fisika kimia air dengan keanekaragaman perifiton dan ikan pada perairan Batang Arau.

C. Perumusan Masalah

Batang Arau merupakan salah satu sungai yang melalui kota Padang yang tampaknya sudah tercemar. Berdasarkan Laporan bulanan Depertemen Pekerjaan Umum (1993), terungkap bahwa kualitas perairan Batang Arau cenderung terus menurun. Penurunan kualitas ini disebabkan oleh semakin tingginya tingkat pencemaran, akibat buangan limbah industri dan rumah tangga yang memasuki aliran Batang Arau. Besar

kemungkinan, penurunan kualitas air ini akan mempengaruhi kehidupan dan keanekaragaman organisme perairan, termasuk perifiton dan ikan.

Berdasarkan uraian di atas dan latar belakang masalah, maka permasalahan yang akan dijawab dengan penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kualitas fisika dan kimia air perairan Batang Arau?
2. Bagaimanakah keanekaragaman perifiton dan ikan pada perairan Batang Arau?
3. Bagaimanakah hubungan antara faktor fisika kimia air dengan keanekaragaman perifiton dan ikan di perairan Batang Arau?
4. Adakah spesies perifiton dan ikan yang dapat digunakan sebagai bioindikator kualitas perairan Batang Arau.

D. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui:

- a. Kualitas fisika-kimia air Batang Arau sehubungan dengan peruntukannya.
- b. Keanekaragaman perifiton dan ikan pada perairan Batang Arau
- c. Hubungan antara faktor fisika-kimia dengan keanekaragaman perifiton dan ikan di perairan Batang Arau.
- d. Spesies perifiton dan ikan yang dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran air di perairan Batang Arau.

2. Manfaat

- a. Memberikan sumbangan ilmiah, khususnya dalam penggunaan organisme sebagai bioindikator pencemaran air.
- b. Informasi ilmiah untuk pengelolaan Batang Arau bagi pihak yang berwenang, khususnya dalam pendeteksian pencemaran lingkungan secara biologis.

II. KERANGKA TORITIS

Sungai merupakan suatu ekosistem terbuka yang dapat menampung dan mengalirkan masukan bahan buangan dari berbagai aktivitas manusia, baik yang dibawa oleh air hujan maupun yang disalurkan atau dibuang langsung ke sungai. Masukan berupa sampah, limbah industri dan pengikisan partikel tanah ke dalam sungai dapat menimbulkan pencemaran yang mengakibatkan terjadinya perubahan kualitas air baik fisika, kimia maupun biologi (Hawkes 1975).

Pencemaran dapat menyebabkan tereliminasi biota yang hidup di dalam sungai itu. Biota yang mampu beradaptasi dan mempunyai kisaran toleransi lebar terhadap bahan pencemar akan mampu tumbuh dan berkembang biak dengan baik, sebaliknya biota yang tidak mampu akan punah atau tereliminasi dari ekosistem tersebut (Hawkes, 1975 dan Michael, 1984). Selanjutnya Hellawel (1986) dalam Rosenberg dan Resh (1993) menyatakan bahwa pencemaran air sungai dapat menurunkan populasi berbagai organisme perairan seperti ikan, plankton, perifiton maupun hewan-hewan bentos. Hal ini akan menyebabkan perubahan jenis, jumlah, kepadatan maupun keanekaragaman organisme perairan termasuk ikan dan perifiton.

Ikan merupakan salah satu dari organisme penyusun komponen biotik yang menghuni ekosistem akuatik. Di Indonesia, keanekaragaman ikan diperkirakan 4.000 jenis, 800 jenis di antaranya ikan air tawar dan payau (Djajadiredja, Halimah dan Arifin, 1977). Untuk mendukung kehidupannya, ikan membutuhkan kondisi lingkungan yang sesuai, baik faktor biotik seperti bahan makanan maupun faktor abiotik yang meliputi kondisi fisika kimia air, seperti suhu, derajat ke-asaman, oksigen terlarut dan kondisi faktor fisika kimia lainnya (Wardoyo, 1981).

Perifiton yang sering dikenal dengan "Auf wuchs" merupakan kelompok mikroorganisme yang berupa hewan maupun tumbuhan yang hidup melekat atau sedikit bergerak pada berbagai substrat di dalam air, seperti pada permukaan batu, kayu, batang dan daun tumbuhan akuatik serta pada substrat lainnya (Hynes, 1978; Ruttner, 1971; Cole, 1975; dan Michael, 1984). Perifiton dari kelompok hewan pada umumnya terdiri dari filum Protozoa dan Rotifera, sedangkan perifiton dari kelompok tumbuhan sebagian besar terdiri dari mikroalga (Bereczky *et al.*, 1983) yang berperan sebagai pro-

dusen penting di dalam ekosistem lotik dan sebagai sumber makanan bagi hewan invertebrata dan ikan (Yositake dan Fukusima, 1985).

Kelayakan suatu perairan sebagai suatu lingkungan hidup baik bagi ikan maupun perifiton sangat ditentukan oleh kualitasnya. Perairan yang baik adalah yang kualitas airnya dapat mendukung seluruh daur hidup dan kehidupan organisme di dalamnya (Wardoyo, 1981). Adanya perubahan kualitas air, mempengaruhi keberadaan ikan dan perifiton.

Kualitas perairan dapat ditinjau baik dari aspek fisika dan kimia air maupun biologi. Penilaian kualitas perairan secara fisika dan kimia dilakukan dengan pengukuran parameter-parameter fisika kimia air. Parameter fisika yang penting antara lain suhu air, kecepatan arus, dan turbiditas, sedangkan parameter kimia diantaranya derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen biologi (BOD) dan kebutuhan oksigen kimia (COD), zat padat tersuspensi, kadar logam-logam berat maupun senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen. Faktor-faktor tersebut baik secara sendiri maupun bersama-sama dapat mempengaruhi jenis, jumlah, kepadatan maupun keanekaragaman organisme perairan, termasuk perifiton dan ikan (Hynes, 1978).

Suhu sebagai salah satu faktor penentu dalam ekosistem perairan sangat berpengaruh terhadap penyebaran suatu spesies, karena setiap spesies hidrobiota tersebut memiliki kisaran toleransi terhadap suhu yang berbeda-beda. Kehidupan suatu organisme perairan sangat dipengaruhi oleh suhu air. Menurut Huet (1971), fluktuasi suhu air harian sangat mempengaruhi kehidupan organisme yang ada di dalamnya. Setiap organisme memiliki suhu optimum, karenanya fluktuasi suhu air yang terlalu besar dapat mematikan organisme. Suhu optimum untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan di daerah tropis berkisar antara 25 - 30 °C (Boyd dan Koplér, 1979 dalam Firman, 1997). Sedangkan suhu optimum untuk perifiton berkisar antara 20-40 °C (Mere, 1982 dalam Arfiarti 1989).

Pada perairan mengalir, arus air termasuk faktor penentu keberadaan organisme. Arus air ini berpengaruh terhadap kelarutan O₂ dan dapat menyebabkan ketidakseimbangan dasar perairan (Arinardi, 1978). Kecepatan arus di sungai akan menentukan keadaan dasar perairan. Pada sungai yang deras, dasarnya berbatu, sedangkan sungai yang arusnya tidak deras, dasarnya berlumpur atau berpasir (Anwar, 1984, dalam

Novia, 1998). Bacon (1974) dalam Welch (1980) menggolongkan kecepatan arus air atas lima kelompok sebagai berikut: sangat cepat (> 100 cm/dt), cepat (50 - 100 cm/dt), sedang (25 - 50 cm/dt), lambat (10 - 25 cm/dt) dan sangat lambat (< 10 cm/dt).

Turbiditas (kekeruhan air) sangat menentukan kecerahan air. Kekерuhan air merupakan derajat kegelapan dalam air, yang disebabkan oleh bahan-bahan yang melayang di dalamnya. Bahan-bahan tersebut terutama sekali mempengaruhi warna, sedangkan konsentrasinya menentukan kecerahan air (Koesbiono, 1980, dalam Firman, 1997). Kekерuhan perairan yang tinggi memperkecil penetrasi cahaya dalam perairan, sehingga akan menghambat proses fotosintesis oleh filoplankton, alga peifiton maupun jenis tanaman lain. Akibatnya produktivitas primer perairan menurun.

Organisme perairan mempunyai batas toleransi terhadap derajat keasaman (pH) air. Batas toleransi itu bervariasi dan dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain: suhu, oksigen terlarut, alkalinitas, anion dan kation, serta jenis stadia organisme tersebut (Pescod, 1973, dalam Novia, 1998). Perubahan keasaman pada air buangan baik ke arah alkali (pH naik) maupun ke arah asam (pH turun) akan sangat mengganggu kehidupan ikan dan organisme di sekitarnya. Nilai pH antara 6-8, masih dianggap normal, sedangkan pH air yang tercemar, misalnya air buangan, berbeda-beda tergantung dari jenis buangan. pH perairan yang ideal bagi perikanan berkisar antara 6,5-8,5. Nilai derajat keasaman di dalam perairan sangat tergantung pada kapasitas penyangga (buffer). Pada umumnya kapasitas penyangga ini disebabkan karena adanya garam-garam karbonat dan bikarbonat yang berfungsi untuk meminimumkan perubahan pH di dalam air. Keseimbangan garam-garam karbonat dipengaruhi oleh konsentrasi CO_2 . (Sastrawijaya, 1984).

Organisme memerlukan oksigen untuk berlangsungnya metabolisme dalam tubuhnya. Kebutuhan oksigen organisme nilainya bervariasi tergantung kepada jenis, stadia dan aktivitas organisme tersebut. Jenis ikan pelagik memerlukan oksigen lebih besar dibandingkan organisme non pelagik, stadia awal dari ikan yang aktif bergerak juga memerlukan oksigen lebih banyak dari pada stadia lanjut dan ikan yang diam (Kartamihardja, 1987, dalam Firman, 1997). Kelarutan oksigen dalam air dipengaruhi oleh suhu, tekanan parsial gas-gas yang ada di udara maupun di air, kadar garam serta adanya senyawa-senyawa atau unsur yang mudah teroksidasi yang terkandung di da-

lam air. Makin tinggi suhu, kadar garam, tekanan parsial gas-gas yang terlarut di dalam air, maka kelarutan oksigen dalam air makin berkurang. Untuk pembenihan ikan, konsentrasi oksigen yang optimal adalah 5 ppm. (Wardoyo, 1981).

Kebutuhan oksigen biokimia merupakan jumlah oksigen terlarut dan dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah dan mengoksidasi bahan-bahan buangan di dalam air. Semakin besar BOD dalam air, maka persediaan oksigen terlarut yang berada di dalam air semakin berkurang. Jika konsumsi oksigen tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen yang terlarut, maka berarti kandungan bahan buangan yang membutuhkan oksigen tinggi. (Sri Sumestri dan Alearts, 1984).

Padatan tersuspensi (TSS/total suspended solid), kadar logam-logam berat maupun senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen, merupakan parameter yang juga menentukan kualitas perairan. Berdasarkan padatan tersuspensi dan kandungan senyawa nitrogen, khususnya amoniak nitrogen Lee et al. (1978) menyatakan kriteria perairan, tidak tercemar, tercemar ringan, tercemar sedang dan tercemar berat. Kandungan padatan tersuspensi (mg/l) berdasarkan kriteria tersebut secara berurutan adalah: $20 <$; 20-49; 50-100; dan >100 mg/l. Sedangkan kandungan amoniak adalah: $<0,5$; 0,5-0,9; 1,0-3,-; >3 mg/l.

Penilaian kualitas perairan secara biologis, dikembangkan dari penilaian yang dilakukan terhadap indeks keanekaragaman organisme di perairan tersebut (Magurran, 1988). Penggunaan indeks keanekaragaman organisme sebagai indikator kualitas perairan telah dikenal sejak abad ke 19 dengan pemikiran bahwa terdapat kelompok organisme tertentu yang hidup di perairan tercemar. Jenis-jenis organisme ini berbeda dengan jenis-jenis organisme yang hidup di perairan tidak tercemar. Kemudian oleh para ahli biologi perairan, pengetahuan ini dikembangkan, sehingga perubahan struktur dan komposisi organisme perairan karena berubahnya kondisi habitat dapat dijadikan indikator kualitas perairan (Rosenberg dan Resh, 1993).

Metode kualitatif tertua untuk mendeteksi pencemaran secara biologis di sungai adalah sistem saprobik (Warent, 1971) yaitu sistem zonasi pengayaan bahan organik berdasarkan spesies hewan dan tanaman spesifik. Hynes (1978) berpendapat bahwa sistem saprobik mempunyai beberapa kelemahan, antara lain kurang peka terhadap pengaruh buangan yang bersifat toksik. Dalam hal ini Hawkes (1979) menyatakan bahwa tidak ditemukannya organisme tertentu belum tentu dikarenakan adanya

pencemaran organik, sebab mungkin dikarenakan kondisi fisik sungai kurang mendukung kehidupannya atau kemunculannya dikarenakan daur hidupnya (Hawkes, 1979).

Adanya kelemahan sistem saprobik, maka untuk menilai kualitas perairan, secara kuantitatif dilakukan metode pendekatan memakai model-model matematik. Metode ini dikembangkan berdasarkan terjadinya perubahan struktur komunitas sebagai akibat perubahan yang terjadi dalam kualitas lingkungan perairan karena berlangsungnya pencemaran. Model yang umum digunakan adalah dengan mengetahui indeks keragaman jenis, keseragaman dan indeks dominansi (Magurran, 1988).

Keragaman jenis disebut juga keheterogenan jenis, merupakan ciri yang unik untuk menggambarkan struktur komunitas di dalam organisasi kehidupan. Suatu komunitas dikatakan mempunyai keragaman jenis tinggi, jika kelimpahan masing-masing jenis tinggi dan sebaliknya keragaman jenis rendah jika hanya terdapat beberapa jenis yang melimpah.

Indeks keragaman jenis (H') menggambarkan keadaan populasi organisme secara matematis, untuk mempermudah dalam menganalisa informasi-informasi jumlah individu masing-masing jenis dalam suatu komunitas. Diantara Indeks keragaman jenis ini adalah Indeks keragaman Shannon - Wiener (Magurran, 1988).

Berdasarkan formulasi Shannon - Wiener, dapat ditentukan beberapa kualitas air. Wilhm dan Dorris (1966) dalam Widyastuti (1983) menyatakan bahwa air yang tercemar berat, indeks keragaman jenis organismenya dari satu. Jika berkisar antara satu dan tiga, maka air tersebut setengah tercemar. Air bersih, indeks keragaman organismenya besar dari tiga. Staub et al. dalam Wilhm (1975) menyatakan bahwa berdasarkan indeks keragaman organisme perairan, kualitas air dapat dikelompokkan atas: tercemar berat ($0 < H' < 1$), setengah tercemar ($1 < H' < 2$), tercemar ringan ($2 < H' < 3$) dan tercemar sangat ringan ($3 < H' < 4,5$). Kisaran nilai H' tersebut merupakan bagian dari penilaian kualitas air yang dilakukan secara terpadu dengan faktor fisika kimia air. Sedangkan Lee et al (1978) menyatakan bahwa nilai indeks keragaman (H) pada perairan tercemar berat, kecil dari satu ($H < 1$), tercemar sedang (1,0 - 1,5), tercemar ringan (1,6 - 2,0), dan tidak tercemar H besar dari dua ($H > 2,0$),

Untuk mendapatkan gambaran hubungan antara faktor fisika dan kimia dengan keanekaragaman perifiton dan ikan, dilakukan analisis regresi bertahap berganda. Dari gambaran ini diharapkan akan dapat diungkapkan genus-genus perifiton dan

jenis-jenis ikan yang diduga dapat digunakan sebagai indikator kualitas perairan. Rondo (1982) mengemukakan bahwa suatu takson dapat dikatakan indikator, jika takson tersebut berstatus eksklusif dengan frekuensi kehadiran minimal 50%, karakteristik dengan frekuensi kehadiran 50%, dan dominan. Suatu takson dikatakan dominan jika kepadatan relatifnya minimal 10%.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di perairan Batang Arau yang terletak di daerah Kotamadya Padang, pada bulan September sampai Nopember 1999 dan di Laboratorium Ekologi FMIPA UNP sampai bulan Februari 2000.

Pengukuran faktor fisika-kimia dilakukan di Laboratorium Kimia Lingkungan FMIPA Universitas Andalas Padang, sedangkan identifikasi dan penghitungan jumlah individu perifiton dan ikan dilakukan di Laboratorium Ekologi FMIPA Universitas Negeri Padang.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan adalah kertas indikator pH universal, formalin 40%, alkohol 70%, $Mn_2SO_4 \cdot 4H_2O$, KOH/KI, H_2SO_4 pekat, $Na_2S_2O_3$ 0,0125 N dan amilum 1%.

Alat yang dipakai adalah Lamotte Water Sample, stopwatch, Kuadrat besi ukuran 50 x 50 cm, dissecting mikroskop, neraca analitis, jala lebar, shock fishing, pinset, sikat (brush), termometer Hg, buret dan standar, erlenmeyer 100 ml, botol sampel air 250 ml, botol koleksi, baki plastik, kantong plastik, meteran, label, gabus dan alat-alat tulis.

C. Stasiun Pengambilan sampel

Pada penelitian ini pengambilan sampel dilakukan dengan metoda "Stratified Random Sampling". Berdasarkan penggunaan tanah dan daerah aliran limbah yang masuk Batang Arau, maka daerah sepanjang aliran sungai ini dibagi atas enam stasiun, yaitu:

- Stasiun I. Dimulai dari hulu sungai sampai jembatan Lubuk Paraku. Lokasi ini diperkirakan belum dipengaruhi oleh kegiatan manusia, sehingga air berada pada kondisi alami.
- Stasiun II. Daerah pertanian, dimulai dari jembatan Lubuk Paraku sampai Desa Taratak. Daerah ini diperkirakan kualitas air sudah terpengaruh oleh limbah persawahan. Pada daerah ini sudah mulai ada pemukiman penduduk dan

pada bagian hilirnya terdapat aliran masuk dari Batang Gadut Gadang yang berasal dari kawasan PT. Semen Indarung.

Stasiun III. Daerah pemukiman dan industri, mulai dari Desa Taratak sampai Desa Gurun Lawas, yaitu daerah sebelum aliran masuk Batang Jirak. Pada daerah ini selain limbah domestik, diperkirakan air Batang Arau dipengaruhi oleh limbah pabrik karet, yaitu: PT. Teluk Luas dan PT. Batang Hari dan juga PT. Lima Gunung dan PT. Family Raya.

Stasiun IV. Daerah pertemuan Batang Jirak. Pada lokasi ini diperkirakan kualitas air Batang Arau dipengaruhi aliran air dari Batang Jirak. Aliran Batang Jirak ini melewati daerah pemukiman, penumpukan batu bara dan lokasi bengkel kendaraan bermotor.

Stasiun V. Daerah pemukiman dan aliran limbah rumah sakit. Daerah ini setelah lokasi pertemuan Batang Jirak sampai ke daerah Seberang Palinggam. Pada lokasi ini bermuara saluran-saluran limbah domestik dan limbah rumah sakit.

Stasiun VI. Daerah muara, mulai dari Seberang Palinggam sampai muara (Seberang Pebayan). Pada lokasi ini bermuara saluran limbah kota, limbah domestik dan juga limbah kapal.

Pada masing-masing daerah diambil tiga titik sampel yaitu tepi sebelah kiri, tengah dan tepi sebelah kanan. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali secara periodik dengan interval waktu satu bulan (30 hari).

D. Pelaksanaan Penelitian

1. Kerja di lapangan

a. Pengambilan sampel perifiton

Pada setiap stasiun pengamatan, sampel perifiton diambil secara acak sistematis, baik pada substrat batu, tanah maupun tumbuhan. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode kuadrat yaitu dengan menggunakan kerangka besi ukuran 50 x 50 cm². (Afrizal, 1992). Semua substrat dalam kerangka besi tadi dikikis dengan brush dan dibilas dengan akuades ke dalam baskom plastik, kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel yang berisi formalin 4% dan diberi label. Selanjutnya sampel dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi dan dianalisa lebih lanjut.

b. Pengambilan sampel ikan

Untuk mendapatkan ikan, penyampelan dilakukan dengan menggunakan "shock fishing" dan jala lebar (Lagler, 1978). Pada stasiun I, dan II, sampel ikan dikumpulkan dengan menggunakan "shock fishing" dengan kekuatan accu 12 volt. Hal ini dilakukan karena perairannya dangkal. Alat ini digunakan untuk menyampel ikan sepanjang jarak 25 meter. Ikan-ikan yang terkena listrik dikumpulkan dengan tangguk. Untuk stasiun V dan VI sampel ikan dikumpulkan dengan menggunakan jala lebar.

Ikan-ikan kecil yang tertangkap diawetkan dalam botol sampel yang berisi formalin 4%, kemudian diberi label sesuai dengan stasiun pengamatan. Selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi.

c. Pengukuran faktor fisika kimia air

Selama pengambilan sampel, dilakukan pengukuran faktor fisika kimia air pada setiap stasiun. Suhu air diukur dengan termometer, kecepatan arus dengan alat bantu berupa gabus, dan pengukuran DO dilakukan dengan cara titrasi menggunakan metoda Frank Newman.

Penentuan kadar DO awal pada tiap stasiun dilakukan sebagai berikut: 100 ml contoh air dimasukkan dalam labu erlemeyer 250 ml dan ditambahkan dengan 1 ml $Mn_2SO_4 \cdot 5H_2O$ 10% dan 1 ml alkali iodin. Selanjutnya dikocok sampai homogen dan tampak lapisan atasnya bening. Tambahkan 3 ml H_3PO_4 pekat, kemudian titrasi dengan larutan $Na_2S_2O_3$ 0,025 N sampai warna kuning menjadi hilang. Berikutnya tambahkan 1 ml larutan kanji 1%, lanjutkan titrasi sampai tepat hilang warna biru. Kadar oksigen terlarut dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar } O_2 \text{ (mg/l)} = \frac{(\text{ml} \times N) Na_2S_2O_3 \times 8 \times 1000}{\text{ml contoh}}$$

Bersamaan dengan pengambilan sampel air untuk pengukuran DO, diambil pula air dengan botol gelap yaitu botol yang dindingnya dicat hitam, untuk penentuan BOD₅. Seterusnya juga diambil dua botol air, dimana satu botol untuk pengukuran kebutuhan oksigen kimia (COD), daya hantar listrik, zat padat tersuspensi, alkalinitas dan senyawa-senyawa non logam, sedangkan air pada botol kedua ada-

SIKATAN
PADANG

lah untuk pengukuran logam yang meliputi Kalsium (Ca), Tembaga (Cu), Besi (Fe), Timah hitam (Pb) dan Seng (Zn).

Untuk penentuan kadar organik substrat, maka substrat dasar yang terbawa dengan Ekman dredge, diaduk rata dan dimasukkan ke dalam kantung plastik.

2. Kerja di Laboratorium

a. Pengerjaan sampel perifiton dan ikan

Semua sampel perifiton dan ikan dibawa ke laboratorium Ekologi Hewan FMIPA Universitas Negeri Padang. Sampel perifiton selanjutnya diperiksa di bawah mikroskop dan diidentifikasi serta dihitung jumlah masing-masing jenis. Identifikasi dilakukan sampai tingkat genus dengan menggunakan buku acuan sebagai berikut: Prescott (1961), Hynes (1978) dan Watanabe (1985). Sampel ikan diidentifikasi dengan menggunakan buku acuan: Saanin (1989) dan Kottelat *et al.* (1993). Di samping itu, baik untuk perifiton maupun ikan yang dianggap dominan dilakukan pemotretan dan pengawetan.

b. Pengukuran kebutuhan oksigen biologi (BOD)

Sampel air di dalam botol gelap yang telah disimpan selama lima hari dititrasi dengan menggunakan metoda Frank Newman, sebagaimana dilakukan untuk penentuan DO awal. BOD dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{BOD} = \text{DO awal} - \text{DO akhir}$$

c. Pengukuran kebutuhan oksigen kimia (COD)

Kebutuhan oksigen kimia adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan KMnO_4 atau $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ untuk mengoksidasi bahan organik yang terdapat dalam suatu badan perairan. Pereaksi yang digunakan adalah larutan KMnO_4 0,1N, larutan KI 10%, H_2SO_4 4 N, larutan amilum 1%, larutan Natrium tiosulfat 0,05 N, larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,05 N dan HCl pekat. Prosedur kerjanya adalah sebagai berikut:

- 1). Larutan Natrium tiosulfat distandarisasi dengan mengambil sebanyak 10 ml larutan standar primer $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,05 N dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Selanjutnya ditambahkan ke dalamnya 5 ml KI 10% dan 1 ml HCl pekat. Setelah itu dititrasi dengan I₂ secepatnya dalam bentuk larutan tiosulfat sampai terjadi warna kuning. Seterusnya di tambahkan ke dalamnya 1 ml larutan amilum 1%

sehingga warnanya berubah menjadi biru. Berikutnya dititrasi kembali sehingga warna biru hilang. Kemudian dihitung normal dari larutan Natrium thiosulfat.

- 2). Pengukuran kebutuhan oksigen kimia (COD). Sebanyak 50 ml air sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ke dalamnya ditambahkan 5 ml KMnO_4 0,1 N dan dipanaskan selama satu jam di dalam penangas air. Kemudian didinginkan selama lebih kurang 10 menit, setelah itu dimasukkan ke dalamnya 5 ml KI 10% dan 10 ml H_2SO_4 4N. Berikut dititrasi dengan thiosulfat sampai warna kuning pucat terjadi. Selanjutnya ditambahkan 1 ml larutan amilum satu persen dan akan timbul warna biru. kemudian dititrasi sampai warna biru hilang. Banyaknya natrium thiosulfat yang dipakai dicatat. Seterusnya dilakukan pula pekerjaan serupa terhadap akuades.

Perhitungan :

Kadar COD (mg/l) = $\{(AB) \times N \text{ thiosulfat} \times 8 \times 1000\} : \text{ml air sampel}$

dimana :

A = ml thiosulfat untuk titrasi blanko

B = ml thiosulfat untuk titrasi air sampel

d. Pengukuran zat padat tersuspensi

Pengukuran zat padat tersuspensi dilakukan melalui prosedur berikut. Kertas saring dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama satu jam. Kemudian didinginkan di dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang segera. Sebanyak 25 ml air sampel disaring dengan kertas saring tersebut. Kertas saring dikeringkan kembali ke dalam oven pada suhu 105°C dan didinginkan dengan desikator. Kemudian kertas tersebut ditimbang. Hal ini dilakukan berulang kali sampai didapatkan berat yang konstan. Zat padat tersuspensi dihitung dengan rumus:

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(\text{BK akhir} - \text{BK awal}) \times 1000}{\text{ml sampel}}$$

dimana, BK = berat kertas saring (mg)

e. Pengukuran kadar alkalinitas,

Penentuan kadar alkalinitas dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1). Penentuan karbonat alkalinitas

- a). Sebanyak 100 ml air contoh dimasukkan ke dalam beker gelas, kemudian ditambahkan ke dalamnya 25 tetes fenolftalin. Setelah larutan berwarna merah jambu, dilanjutkan pemeriksaan bikarbonat alkalinitas dengan proses 2a.
- b). Air sampel tersebut ditambahkan dengan HCl 0,1 N secara perlahan sampai warna merah jambu hilang dan dicatat berapa banyak HCl terpakai (P). Selanjutnya pemeriksaan dilakukan dengan mengikuti langkah 2b.

2). Penentuan bikarbonat alkalinitas

- a). Ke dalam air sampel (langkah 1a) ditambahkan 25 tetes methyl orange xylene cyanate. Setelah itu dilanjutkan dengan titrasi dengan HCl 0,1N sampai terbentuk warna biru muda dan dicatat banyaknya HCl yang terpakai (M).
- b). Ke dalam air sampel (langkah 2a) ditambahkan methyl orange xylene cyanate sebanyak 25 tetes. Selanjutnya dilakukan titrasi dengan HCl 0,1 N sampai terbentuk warna biru dan dicatat jumlah HCl yang terpakai. Selanjutnya air sampel dididihkan, kemudian didinginkan dan ditrasi dengan HCl 0,1 N, jumlah HCl yang terpakai dicatat (P).

Kemudian dihitung:

(1). Kalau $M > P$

(a). Kadar $\text{CO}_3 = (\text{ppm CO}_3 \text{ eq}) = 10 \times P \text{ (ml)}$

(b). Kadar $\text{HCO}_3 = (\text{ppm CaCO}_3 \text{ eq})$ dalam air sampel
 $= 10.1 (M - P)$

(2). Kalau $M = P$, berarti dalam air sampel tidak mengandung alkalinitas bikarbonat. Untuk mendapatkan $\text{CO}_3 = \text{ppm CaCO}_3$ dalam air sampel, maka dikalikan P (ml) dengan 10.

(3). Kalau $M < P$

(a). Kadar $\text{CO}_3 = \text{ppm Ca CO}_3 \text{ eq.}$ dalam air sampel
 $= M \text{ (ml)} \times 10$

(b). Ion Hidroksil $(\text{OH})^- = (P - M) \times 2,84$
 $\text{HCO}_3 = \text{ppm CaCO}_3 \text{ eq.} = 5,0 \times (P - M)$

Alkalinitas total = $(M + P)$ yang dinyatakan dalam ppm $\text{CaCO}_3 \text{ eq.}$

f. Penentuan senyawa-senyawa nitrogen,

1). Nitrogen-Amonia

Sebanyak 100 ml air sampel dimasukkan ke dalam erlemeyer dengan pipet, kemudian ditambahkan beberapa tetes Natrium thiosulfat 0,025 N dan kocok dengan hati-hati. Berikutnya tambahkan beberapa tetes timbal asetat dalam 1 ml seng sulfat serta 0,5 NaOH ke dalam air sampel dan kocok kembali dengan hati-hati.

Setengah dari larutan di atas dipindahkan dengan pipet ke dalam erlenmeyer yang lain. Setelah itu ke dalamnya ditambahkan 5 tetes larutan Rochelle. Selanjutnya 50 ml dari larutan tersebut diambil dengan menggunakan pipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 2 ml larutan Nessler, kocok dengan hati-hati dan biarkan selama 10 menit. Setelah itu larutan ini diperiksa dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 425 nanometer.

Setelah itu dibuat larutan standar amonia 0,10; 0,25; 0,50; 0,75 dan 1,00 ppm dari larutan standar NH_4Cl dan di tambahkan masing-masingnya dengan 2 ml larutan Nessler. Selanjutnya diukur absorpsinya dengan spektrometer pada panjang gelombang 425 nanometer dan dibuat kurva kalibrasinya. Kosentrasi amonia ditentukan pada kurva yang telah dibuat.

2). Nitrogen-Nitrat

Sebanyak 50 ml air sampel dimasukkan ke dalam gelas ukur 100, kemudian ditambahkan beberapa perak sulfat sedikit demi sedikit sampai klorida mengendap. Larutan diencerkan dengan akuades sampai volumenya 100 ml dan dikocok beberapa menit dan kemudian saring dengan kertas saring Whatman No. 42. Ke dalam air saringan ditambahkan 0,1 g kalsium oksida dan kocok lagi, lalu saring kembali. Sebanyak 20 ml larutan hasil saringan itu diletakkan dalam cawan penguap dan diuapkan sampai kering.

Setelah dilakukan penguapan, didinginkan dan kemudian ditambahkan 2 ml asam fenol disulfat dan digoyang sedemikian rupa sampai semua endapan dalam cawan itu basah. Setelah itu larutan diaduk dengan batang kaca pelan-pelan sampai semua residu larut.

Berikutnya ke dalam cawan tersebut ditambahkan 10 ml akuades dan larutan dipindahkan ke dalam gelas ukur 100 ml. Kemudian cairan yang ada dalam cawan pengering di bilas lagi dengan 10 ml akuades dan dimasukkan juga ke dalam

59709
ARD.
60

4007/K/2000-h, (2)

gelas ukur tadi. Selanjutnya ke dalam gelas ukur tersebut ditambahkan 7 ml NaOH dan cairan akan berwarna kuning. Setelah itu ditambahkan akuades hingga volumenya menjadi 100 ml. Diaduk sampai rata dan kemudian disaring dengan kertas saring.

Rangkaian kerja di atas diulang untuk blanko, dengan menggunakan akuades (untuk air sampel dengan kadar klor yang rendah). Blanko di atas digunakan untuk mengatur spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nanometer pada absorpsi 0%. Selanjutnya diukur pula absorpsi air sampel yang telah diperlakukan di atas.

Setelah itu dibuat larutan standar nitrat dengan konsentrasi 1,0; 2,5; 5,0; 7,5 dan 10 ppm dari larutan amonia standar 100 ppm, yang terlebih dahulu dilakukan seperti air sampel yang kadar klornya. Konsentrasi nitrat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar NO}_3 \text{ (mg/l)} = \text{kadar NO}_3 \text{ dari grafik} \times \text{pengenceran ml/l Nitrat} \times 62.008.$$

3). Nitrogen-Nitrit

Ke dalam labu erlemeyer larutan standar nitrit 0,1; 0,25; 0,50; 0,75 dan 1,0 ppm dari larutan induk NO 5 ppm ditambahkan 1 ml asam sulfat, kocok sampai merata dan dibiarkan selama 5 menit. Selanjutnya ditambahkan pula 1 ml larutan x naphthylamine dan 1 ml natrium asetat, kocok kembali secara merata dan dibiarkan selama 10 menit. Selanjutnya absorban larutan diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nanometer. Konsentrasi air contoh ditentukan dari kurva kalibrasi yang telah dibuat.

g. Penentuan kadar logam Ca, Cu, Fe, Pb dan Zn

Ke dalam air contoh langsung ditambahkan zat pengawet yaitu larutan HNO₃ pekat sampai pH 2. Berikutnya air contoh dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

E. Analisis Data

1. Sampel perfiton dan ikan

- a. Analisis kualitatif berupa identifikasi genus (perifiton) dan jenis (ikan), menggunakan buku acuan, Smith (1950), Prescott (1978), Bold and Wynne (1985), Kottelat, M.A., A.J. Whitten., Sri Nurani Kartikasari dan S. Wirdjoatmodjo (1993).

b. Analisis kuantitatif meliputi:

1). Menghitung jumlah individu dengan menggunakan metoda pencacahan langsung Michael (1984)

2). Kepadatan dan kepadatan relatif:

Kepadatan (K)

$$K = \frac{\text{Jumlah individu suatu spesies}}{\text{luas unit sampel}}$$

Kepadatan Relatif (KR)

$$KR = \frac{\text{Jumlah individu suatu spesies}}{\text{Jumlah individu seluruh spesies}} \times 100\%$$

3). Indeks keragaman (H') makrozoobentos dianalisis dengan menggunakan Indeks Diversitas Shannon, dengan formulasi sebagai berikut:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

dimana :

H' = Indeks keragaman Shannon

p_i = Proporsi spesies ke i (n_i), terhadap jumlah total (N) (Magurran, 1988)

$$p_i = n_i/N$$

2. Hubungan faktor fisika kimia perairan dengan keanekaragaman perifiton dan ikan

Untuk melihat hubungan faktor fisika-kimia air dengan keanekaragaman perifiton dan ikan dilakukan analisis regresi dengan menggunakan program Statistical Ecology (Ludwig dan Reynolds, 1988) dan program Statistix version 4.0 (Siegel, 1992).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data

1. Faktor Fisika-Kimia perairan Batang Arau

Rata-rata hasil pengukuran faktor fisika-kimia perairan Batang Arau pada tiga periode pengamatan di enam stasiun penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata hasil pengukuran faktor fisika-kimia air pada tiap-tiap stasiun penelitian di perairan Batang Arau.

| Parameter | Satuan | STASIUN | | | | | |
|---------------------------------------|------------------------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|
| | | I | II | III | IV | V | VI |
| Fisika | | | | | | | |
| Suhu air | °C | 20,7 | 24,74 | 27,2 | 27,8 | 26,7 | 26,7 |
| Keccepatan arus | cm/dt | 78.36. | 68.03 | 40.95 | 30.04 | 10.31 | 14.40 |
| Kimia | | | | | | | |
| Derajat keasaman | Unit | 6.97 | 7.51 | 6.51 | 6.91 | 6.77 | 6.64 |
| Oksigen terlarut | mg/l | 9.72 | 8.9 | 6.33 | 7.87 | 6.93 | 5.42 |
| Kebutuhan oksigen biologi | mg/l | 1.48 | 1.17 | 4.72 | 4.06 | 3,22 | 2.11 |
| Kebutuhan oksigen kimia | mg/l | 6.71 | 6.70 | 15.67 | 7.49 | 5.5 | 7.88 |
| Turbiditas | mg/l | 0.970 | 160.150 | 10.920 | 6.230 | 12.60 | 7.890 |
| Zat padat tersuspensi | mg/l | 12.5 | 87.5 | 130.25 | 32 | 22.5 | 50 |
| Zat padat terlarut | mg/l | 112.5 | 72.5 | 243 | 214.5 | 218.5 | 6907.5 |
| Alkalinitas | mg/l CaCO ₃ | 70,285 | 262,38 | 117,795 | 84,245 | 125,990 | 80,115 |
| Kalsium | mg/l | 3,890 | 24,760 | 22,060 | 7,715 | 9,950 | 9,605 |
| Tembaga | mg/l | 0,0075 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,000 |
| Besi | mg/l | 0.97 | 1.69 | 9.97 | 2.00 | 9.77 | 3.83 |
| Timbal | mg/l | ttd | ttd | ttd | ttd | ttd | ttd |
| Seng | mg/l | 0.176 | 0.019 | 0.179 | 0.175 | ttd | 0.180 |
| Amoniak Nitrogen (NH ₃ -N) | mg/l | 0,085 | 0,12 | 3,61 | 0,195 | 0,245 | 0,42 |
| Nitrit Nitrogen (NO ₂ -N) | mg/l | ttd | ttd | ttd | ttd | ttd | Ttd |
| Nitrat Nitrogen (NO ₃ -N) | mg/l | 0,135 | 0,065 | 0,030 | 0,200 | 0,390 | 0,220 |

Keterangan : I. Lubuk Paraku

II. Cengkeh

III. Parak Laweh

ttd : tidak terdeteksi

IV. Seberang Padang

V. Seberang Palinggam

VI. Muara

2. Perifiton yang terdapat di perairan Batang Arau

Dari penelitian yang dilakukan di perairan Batang Arau yang dilanjutkan dengan pengidentifikasian di laboratorium, didapatkan tiga kelas perifiton yang mewakili 16 famili dan 22 genus, *Cladophora*, *Oedogonium*, *Cylendrocapsa*, *Cosmarium*, *Closterium*, *Pandorina*, *Pediastrum*, *Mycrocystis*, *Oscillatoria*, *Spirulina*, *Scytonema*, *Trepsi-noe*, *Melosira*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Gyrosigma*, *Pinnularia*, *Cocconeis*, *Synedra*, *Surirella* dan *Nitzchia* (Tabel 2).

Tabel 2. Kerapatan (ind./cm²), Kerapatan Relatif (%) dan Frekuensi Kehadiran Relatif (%) alga perifiton yang ditemukan selama tiga periode pengamatan pada enam stasiun penelitian di perairan Batang Arau

| No. | TAKSA | STASIUN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------------------------|-----------------|---------|--------|-----------------|---------|--------|----------------|---------|--------|-----------------|---------|--------|----------------|---------|--------|----------------|---------|--------|
| | | I | | | II | | | III | | | IV | | | V | | | VI | | |
| | | K | KR | FR | K | KR | FR | K | KR | FR | K | KR | FR | K | KR | FR | K | KR | FR |
| | Clorophyceae | 62.5750 | | | 12.1500 | | | 1.1500 | | | 43.8750 | | | 37.8000 | | | 1.9000 | | |
| 1 | <i>Cladophora</i> | 46.5250 | 4.5590 | 100.00 | 3.8500 | 1.1596 | 66.67 | 0.8500 | 0.7852 | 66.67 | 39.4250 | 14.7218 | 100.00 | 35.5250 | 22.3921 | 100.00 | 0.5000 | 0.3793 | 33.33 |
| 2 | <i>Oedogonium</i> | 12.2000 | 1.1955 | 100.00 | 7.9000 | 2.3795 | 100.00 | | | | 3.6000 | 1.3443 | 100.00 | 1.5500 | 0.9770 | 33.33 | 1.1500 | 0.8724 | 33.33 |
| 3 | <i>Cylendrocapsa</i> | | - | | | - | | | | | | - | | 0.3250 | 0.2049 | 66.67 | 0.2500 | 0.1896 | 66.67 |
| 4 | <i>Cosmarium</i> | 2.7500 | 0.2695 | 100.00 | 0.4000 | 0.1205 | 33.33 | 0.0500 | 0.0462 | 33.33 | 0.7000 | 0.2614 | 33.33 | | | | | | |
| 5 | <i>Closterium</i> | 1.1000 | 0.1078 | 100.00 | | | | | | | 0.1500 | 0.0560 | 33.33 | 0.3500 | 0.2206 | 33.33 | | | |
| 6 | <i>Pandorina</i> | | | | | | | 0.2500 | 0.2309 | 66.67 | | | | | | | | | |
| 7 | <i>Pediastrum</i> | | | | | | | | | | | | | 0.0500 | 0.0315 | 33.33 | | | |
| | Cyanophyceae | 89.2500 | | | 65.1500 | | | 50.7500 | | | 18.5250 | | | 54.0000 | | | 64.6250 | | |
| 8 | <i>Mycrocystis</i> | 45.4500 | 4.4537 | 100.00 | 2.6500 | 0.7982 | 33.33 | | | | | | | | | | 0.4000 | 0.3034 | 66.67 |
| 9 | <i>Oscillatoria</i> | 43.8000 | 4.2920 | 100.00 | 62.5000 | 18.8253 | 100.00 | 50.7500 | 46.8822 | 100.00 | 18.0000 | 6.7214 | 100.00 | 52.6250 | 33.1705 | 100.00 | 61.9000 | 46.9562 | 100.00 |
| 10 | <i>Spirulina</i> | | | | | | | | | | 0.5250 | 0.1960 | 66.67 | 0.1500 | 0.0945 | 33.33 | | | |
| 11 | <i>Scytonema</i> | | | | | | | | | | | | | 1.2250 | 0.7721 | 66.67 | 2.3250 | 1.7637 | 100.00 |
| | Bacillariophyceae | 868.6750 | | | 254.7000 | | | 56.3500 | | | 205.4000 | | | 66.8500 | | | 65.3000 | | |
| 12 | <i>Trepsinoe</i> | | | | | | | | | | 0.2000 | 0.0747 | 33.33 | | | | | | |
| 13 | <i>Melosira</i> | 4.9500 | 0.4851 | 100.00 | 0.2000 | 0.0602 | 33.33 | | | | 3.9500 | 1.4750 | 66.67 | 0.1000 | 0.0630 | 33.33 | 2.6500 | 2.0102 | 33.33 |
| 14 | <i>Cymbella</i> | 38.6500 | 3.7874 | 100.00 | 35.8500 | 10.7982 | 100.00 | 6.2500 | 5.7737 | 100.00 | 8.1750 | 3.0527 | 100.00 | 2.2000 | 1.3867 | 100.00 | 2.6500 | 2.0102 | 66.67 |
| 15 | <i>Gomphonema</i> | 19.2500 | 1.8863 | 100.00 | 4.2750 | 1.2877 | 100.00 | 1.9000 | 1.7552 | 100.00 | 0.8750 | 0.3267 | 66.67 | 0.9500 | 0.5988 | 33.33 | | | |
| 16 | <i>Navicula</i> | 633.1000 | 62.0382 | 100.00 | 131.4000 | 39.5783 | 100.00 | 28.3500 | 26.1894 | 100.00 | 174.5500 | 65.1792 | 100.00 | 43.8000 | 27.6079 | 100.00 | 38.1000 | 28.9020 | 100.00 |
| 17 | <i>Gyrosigma</i> | | | | 3.4500 | 1.0392 | 100.00 | 0.6500 | 0.6005 | 100.00 | | | | 1.1500 | 0.7249 | 33.33 | 3.8500 | 2.9205 | 100.00 |
| 18 | <i>Pinnularia</i> | 19.8500 | 1.9451 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | <i>Cocconeis</i> | 40.2500 | 3.9441 | 100.00 | 61.5000 | 18.5241 | 100.00 | 15.3750 | 14.2032 | 100.00 | 2.4000 | 0.8962 | 33.33 | 0.3000 | 0.1891 | 33.33 | | | |
| 20 | <i>Synedra</i> | 67.1000 | 6.5752 | 100.00 | 15.8500 | 4.7741 | 100.00 | 2.8000 | 2.5866 | 66.67 | 14.9000 | 5.5639 | 100.00 | 17.3500 | 10.9360 | 100.00 | 0.9500 | 0.7207 | 33.33 |
| 21 | <i>Suriella</i> | 45.5250 | 4.4610 | 100.00 | 1.1250 | 0.3389 | 33.33 | | | | | | | | | | | | |
| 22 | <i>Nitzschia</i> | | | | 1.0500 | 0.3163 | 33.33 | 1.0250 | 0.9469 | 100.00 | 0.3500 | 0.1307 | 33.33 | 1.0000 | 0.6303 | 33.33 | 17.1000 | 12.9717 | 100.00 |
| | Jumlah Individu | 1020.500 | | | 332.000 | | | 108.250 | | | 267.800 | | | 158.650 | | | 131.825 | | |
| | Jumlah genera | 14 | | | 14 | | | 11 | | | 14 | | | 16 | | | 12 | | |

KEMENTERIAN PERKULIAHAN
 DAN KEMENTERIAN NEGERI PADANG

3. Jenis ikan yang terdapat di perairan Batang Arau

Dari hasil pengkoleksian sampel selama penelitian di perairan Batang Arau yang dilanjutkan dengan pengidentifikasian di laboratorium, didapatkan ikan sebanyak 245 individu yang terdiri dari 26 spesies yang mewakili 23 famili yaitu famili: Ambassidae, Anabantidae, Bothidae, Cichlidae, Carangidae, Cobitidae, Balitoridae, Cyprinidae, Chandidae, Drepneidae, Flutidae, Gerreidae, Gobiidae, Homalopteridae, Hemiramphidae, Poeciliidae, Scatophagidae, Sisoridae, Sillaginidae, Siganiidae, Megalopidae Muraenidae dan Triacanthidae (Tabel 3).

B. Analisis Data

1. Kerapatan, kerapatan relatif dan keanekaragaman perifiton di perairan Batang Arau

Pada bagian terdahulu telah dikemukakan, bahwa di perairan Batang Arau didapatkan tiga kelas perifiton yang berasal dari 16 famili dan keenambelas famili tersebut berasal dari 22 genus. Dari analisis yang dilakukan tentang kerapatan (ind./cm²), maka berdasarkan stasiun penelitian yang diamati, kerapatan perifiton di perairan Batang Arau berkisar antara 0,0179 ind./cm² sampai 0,1130 ind./cm². Kerapatan tertinggi ditemukan pada Stasiun VI (0,1130 ind./cm²), diikuti oleh Stasiun I (0,0880 ind./cm²). Stasiun II (0,0811 ind./cm²), Stasiun III (0,0752 ind./cm²) Stasiun V (0,0730 ind./cm²) dan Stasiun IV (0,0179 ind./cm²). Secara detil, hasil analisis kerapatan, kerapatan relatif dan kehadiran relatif ini disajikan pada Tabel 2.

Dari analisis yang dilakukan tentang indek keanekaragaman (H) maka indek keanekaragaman perifiton pada perairan Batang Arau berkisar antara 1,237 sampai 1,712. Secara rinci, nilai indeks ini pada masing-masing stasiun pengamatan dari stasiun I sampai VI, berturut-turut adalah: Stasiun I: 1,533, Stasiun II: 1,712, Stasiun III: 1,444, Stasiun IV: 1,237, Stasiun V: 1,591 dan Stasiun VI: 1,438(Lampiran 2).

2. Kepadatan, kepadatan relatif dan keanekaragaman ikan di perairan Batang Arau

Sebagaimana dikemukakan terdahulu, di perairan Batang Arau didapatkan 26 spesies ikan yang berasal dari 22 famili. Dari analisis data yang dilakukan tentang kepadatan (ind./m²), maka berdasarkan stasiun penelitian yang diamati, kepadatan ikan di perairan Batang Arau berkisar antara 0,0179 ind./m² sampai 0,1130 ind./m². Kepadatan tertinggi ditemukan pada Stasiun VI (0,1130 ind./m²), diikuti oleh Stasiun I

(0,0880 ind./m²) Stasiun II (0,0811 ind./m²), Stasiun III (0,0752 ind./m²), Stasiun V (0,0730 ind./m²) dan Stasiun IV (0,0179 ind./m²). Secara detil, hasil analisis kepadatan, kepadatan relatif dan kehadiran relatif ini disajikan pada Tabel 3.

Dari analisis yang dilakukan tentang indeks keanekaragaman (H), maka indeks keanekaragaman ikan pada perairan Batang Arau berkisar antara 0,76 sampai 1,81. Secara rinci, nilai indeks ini pada masing-masing stasiun pengamatan dari stasiun I sampai VI, berturut-turut adalah: Stasiun I: 0,92, Stasiun II: 0,76, Stasiun III: 1,42, Stasiun IV: 1,81, Stasiun V: 0,80 dan Stasiun VI: 1,68 (Lampiran 3).

C. Pembahasan

1. Faktor Fisika Kimia air perairan Batang Arau

Suhu air pada perairan Batang Arau, mulai dari hulu sampai muara berkisar antara 20,8 °C - 27,8 °C. Secara umum, rata-rata suhu air pada perairan Batang Arau cenderung meningkat mulai dari Stasiun I sampai Stasiun IV. Pada Stasiun V dan VI suhu relatif stabil. Jika diperhatikan kembali Tabel 1, maka berdasarkan kriteria suhu yang dikemukakan Boyd dan Kopley (1979) dalam Azhar (1993), dapat dikemukakan bahwa suhu air pada Stasiun I dan II tidak memenuhi syarat untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan. Sedangkan Stasiun III sampai VI, merupakan daerah yang memiliki suhu optimum untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan. Boyd dan Kopley menyatakan bahwa suhu optimum untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan di daerah tropis berkisar antara 25 - 30 °C.

Kecepatan arus pada tiap stasiun pengamatan bervariasi, dengan rata-rata antara stasiun 10,31 - 78,36 cm/dt. Berdasarkan kriteria yang dikemukakan Bacon (1974) dalam Welch (1980), maka perairan pada Stasiun I dan II tergolong berarus deras. Stasiun III dan IV berarus sedang, Stasiun V dan VI tergolong perairan berarus lambat. Rata-rata arus tertinggi ditemukan pada Stasiun I, yaitu 78,36 cm/dt. Sedangkan rata-rata arus terendah ditemukan pada Stasiun V, yaitu 10,31 cm/dt. Hasil pengukuran kecepatan arus dalam penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Warni (1985) maupun Ardi (1999). Tingginya kecepatan arus ini diduga berkaitan erat dengan waktu pengambilan sampel (musim hujan), disamping topografi daerah penelitian.

Variasi pH antar stasiun-stasiun penelitian dari hulu ke hilir, relatif kecil dimana rata-rata pengukuran antar stasiun adalah 6,51 – 7,51. Nilai pH tertinggi terdapat pada Stasiun II, pH cenderung basa (7,51), sedangkan nilai pH terendah ditemukan pada Stasiun III (6,51). Derajat keasaman pH yang cenderung basa pada Stasiun II, diduga terjadi karena adanya aliran air yang memasuki perairan Batang Arau, yang berasal dari bukit kapur. Sedangkan nilai pH terendah yang didapatkan pada Stasiun III diduga karena adanya dekomposisi bahan organik yang berasal dari aliran air pabrik pengolahan karet, yang terdapat di kanan dan kiri sungai. Klein (1972) menyatakan bahwa pada perairan yang banyak menampung limbah organik yang sedang mengalami dekomposisi maka akan ditemukan pH yang rendah.

Kandungan rata-rata oksigen terlarut antar stasiun penelitian berkisar antara 5,42 – 9,72 mg/l, dengan kadar rata-rata tertinggi ditemukan pada Stasiun I dan terendah pada Stasiun VI. Kandungan oksigen terlarut cenderung berfluktuasi, dimana terjadi penurunan kandungannya mulai dari Stasiun I sampai ke Stasiun III, dan naik pada Stasiun IV yang kemudian diikuti penurunan lagi sampai ke Stasiun VI. Penurunan kadar oksigen terlarut ini diduga karena makin ke hilir makin banyak organisme yang membutuhkan oksigen untuk menguraikan limbah organik, baik oleh adanya akumulasi dari daerah sebelumnya maupun oleh aktifitas penduduk, industri dan limbah dari Rumah sakit. Terjadinya peningkatan kembali kadar oksigen terlarut pada Stasiun IV diduga berkaitan erat dengan adanya aliran air yang deras yang berasal dari Batang Jirak. Berdasarkan kriteria oksigen terlarut yang dikemukakan Lee et al. (1978), maka kualitas air Batang Arau secara berurutan dari hulu ke muara adalah sebagai berikut: Stasiun I, II IV dan V tidak tercemar, Stasiun III dan VI tercemar ringan.

Nilai BOD rata-rata antar stasiun penelitian berkisar antara 1,16 – 4,05 mg/l. Kandungan BOD tertinggi pada Stasiun III dan terendah pada Stasiun II. Tingginya kandungan BOD pada Stasiun III, diduga banyaknya mikroorganisme yang turut melakukan proses dekomposisi terhadap bahan-bahan organik yang memasuki stasiun ini. Berdasarkan kriteria nilai BOD yang dikemukakan Lee et al. (1978), maka kualitas air Batang Arau secara berurutan dari hulu ke muara adalah sebagai berikut: Stasiun I, II, dan VI tidak tercemar. Sedangkan Stasiun III, IV dan V, tercemar ringan.

Rata-rata pengukuran zat padat tersuspensi pada perairan Batang Arau berkisar antara 12,5 - 130,25 mg/l, padatan terlarut berkisar antara 72,5 - 6907,5 mg/l. Sedangkan turbiditas berkisar antara 0,970 - 160,150 mg/l. Berdasarkan aliran sungai, maka padatan tersuspensi, padatan terlarut dan turbiditas, mulai dari daerah hulu sampai muara perairan Batang Arau terlihat berfluktuasi.

Nilai alkalinitas rata-rata antar stasiun penelitian berkisar antara 70,285 - 262,380 mg/l CaCO_3 . Berdasarkan klasifikasi yang dikemukakan Swingle (1968), maka nilai alkalinitas perairan Batang Arau termasuk kisaran sedang (Stasiun I, III, IV, V dan VI) dan tinggi (Stasiun II). Nilai alkalinitas sedang berkisar antara 50 - 200 mg/l CaCO_3 , sedangkan kadar CaCO_3 yang lebih dari 200 tergolong tinggi.

Dari tiga senyawa nitrogen yang diukur dalam penelitian ini, yang dapat dideteksi hanyalah senyawa amoniak dan nitrat nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$ dan $\text{NO}_3\text{-N}$). Kedua senyawa ini terlihat berfluktuasi dari daerah hulu sampai muara. Kandungan $\text{NH}_3\text{-N}$ relatif berfluktuasi jika dibandingkan dengan kandungan $\text{NO}_3\text{-N}$. Kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ tertinggi ditemukan pada Stasiun III dan kemudian berturut-turut pada Stasiun VI, V, IV, II dan I. Tingginya kadar senyawa ini pada stasiun III, diduga berkaitan erat dengan adanya aliran air yang membawa limbah organik yang berasal dari pabrik pengolahan karet. Tingginya kadar amoniak di stasiun ini juga terdeteksi dengan adanya bau busuk dari air sungai. Klein (1972) dan Wardoyo (1978) mengemukakan bahwa sumber utama senyawa nitrogen pada badan perairan berasal dari limbah yang mengandung bahan organik. Berdasarkan kriteria yang dikemukakan oleh Lee *et al.* (1978) tentang kandungan amoniak nitrogen, maka perairan Batang Arau termasuk dalam kategori tercemar ringan (Stasiun I), tercemar sedang (Stasiun II, IV, V dan VI) dan tercemar berat (Stasiun III). Perairan yang tidak tercemar nilai kandungan $\text{NH}_3\text{-N}$ < 0,5 dan perairan yang tercemar ringan nilai kandungan $\text{NH}_3\text{-N}$ berkisar antara 0,5 - 0,9 mg/l, perairan tercemar sedang 1,0 - 3,0 dan perairan tercemar berat kandungan $\text{NH}_3\text{-N}$ >3.

Logam berat merupakan bahan pencemar yang banyak ditemukan di perairan akibat limbah industri dan perkotaan (Suin, 1994). Dari lima logam yang diukur pada dalam penelitian ini, hanya kadar Pb yang tidak terdeteksi (dalam ppm atau mg/l). Sedangkan kandungan kalsium (Ca), tembaga (Cu) dan besi (Fe) maupun seng (Zn) berfluktuasi.

2. Keanekaragaman perifiton dan ikan di perairan Batang Arau

Berdasarkan Tabel 2 dapat dikemukakan bahwa dari penelitian yang dilakukan di perairan Batang Arau didapatkan 22 genus perifiton. Berdasarkan pengidentifikasian yang dilakukan, ke 22 genus ini dapat dikelompokkan ke dalam 16 famili dan 3 kelas. Kerapatan, kerapatan relatif dan frekuensi kehadiran perifiton ini tersebar tidak merata, mulai dari Stasiun I sampai Stasiun VI. Secara umum, stasiun I, II dan IV didominasi oleh *Navicula*, dengan tingkat kerapatan relatif berturut-turut 62,04%, 39,53%, 65,18%, sedangkan Stasiun III, V dan enam didominasi oleh genus *Oscillatoria*. Dengan kerapatan relatif secara berurutan, 46,88%, 33,17% dan 46,96%. Genus *Cladophora*, *Oscillatoria*, *Cymbella*, *Navicula* dan *Synedra* ditemukan pada seluruh stasiun penelitian. Watanabe (1985) dalam Afrizal (1992) menyatakan bahwa genus *Synedra* termasuk ke dalam kelompok diatom indiferen, genus ini sering berlimpah di lingkungan air yang relatif belum mengalami pencemaran atau sudah mengalami pencemaran.

Pada Stasiun I ditemukan 14 genera, yang kerapatan tertinggi ditemukan pada genus *Navicula* yaitu 633,1 ind./cm² (62,04%), Diikuti oleh *Synedra* 67,1 ind./cm² (6,57%), dengan frekuensi kehadiran masing-masing 100%. Jika dibandingkan dengan stasiun lain, terlihat bahwa pada stasiun I terdapat satu genus yang tidak dijumpai pada stasiun-stasiun lain, yaitu *Pinnularia* dengan kerapatan 19,85 ind./cm² (1,94%). Nilai indek keanekaragaman pada stasiun ini adalah 1,533. Pada Stasiun II juga ditemukan 14 genera, dengan kerapatan tertinggi pada genus *Navicula* yaitu 131,4 ind./cm² (39,58%), diikuti oleh genus *Oscillatoria* yaitu 62,5 ind./cm² (18,83%). Nilai indek keanekaragaman pada stasiun ini adalah 1,712. Pada Stasiun III, kerapatan tertinggi ditemukan pada genus *Oscillatoria* yaitu 50,75 ind./cm² (48,88%), diikuti oleh genus *Navicula* 28,35 ind./cm² (26,19%). Nilai indek keanekaragaman pada stasiun ini adalah 1,444. Pada Stasiun IV, kerapatan tertinggi ditemukan pada genus *Navicula* yaitu 174,55 ind./cm² (65,18%), diikuti oleh genus *Cladophora* yaitu 39,43 ind./cm² (14,72%). Nilai indek keanekaragaman pada stasiun ini adalah 1,237. Pada stasiun V, kerapatan tertinggi ditemukan pada genus *Oscillatoria* yaitu 56,25 ind./cm² (33,17%), diikuti oleh genus *Navicula* 43,8 ind./cm² (33,17%). Nilai indek keanekaragaman pada stasiun ini adalah 1,561. Pada stasiun VI, kerapatan tertinggi juga ditemukan pada genus *Oscillatoria* yaitu 61,9 ind./cm² (46,96%), diikuti oleh genus *Navicula* 38,10 ind./cm² (28,90%). Nilai indek keanekaragaman adalah 1,438. Berdasarkan kriteria

indek diversitas yang dikemukakan Lee dkk (1978), Wilhm dan Doris (1966) dalam Widyastuti (1983), maka dapat dikemukakan bahwa perairan Batang Arau berada pada kisaran tercemar ringan sampai sedang. Menurut kriteria indek keanekaragaman Lee et al. (1978) maka perairan pada Stasiun III, IV dan VI, tercemar sedang. Sedangkan Stasiun I, II dan V tercemar ringan. Namun menurut Wilh dan Doris (1966) dalam Widyastuti (1983), maka perairan pada keseluruhan Stasiun penelitian ini terkategori tercemar sedang. Dalam hal ini Hawkes (1979) mengingatkan bahwa rendahnya indek keanekaragaman bisa saja disebabkan oleh bukan faktor pencemaran, tetapi dapat karena kondisi fisik sungai yang kurang mendukung kehidupan organisme (Hawkes, 1979).

Berdasarkan Tabel 3 dapat dikemukakan bahwa dari penelitian yang dilakukan di perairan Batang Arau didapatkan 26 spesies ikan. Setelah dilakukan pengidentifikasian, ke 26 spesies ini dapat dikelompokkan ke dalam 23 famili, yaitu Ambassidae, Anabantidae, Bothidae, Cichlidae, Carangidae, Cobitidae, Balitoridae, Cyprinidae, Chandidae, Drepneidae, Flutidae, Gerreidae, Gobiidae, Homalopteridae, Hemiramphidae, Poeciliidae, Scatophagidae, Sisoridae, Sillaginidae, Siganiidae, Megalopidae Muraenidae dan Triacanthidae. Hasil ini jauh lebih sedikit bila dibandingkan dengan jumlah spesies ikan yang terdapat di sungai Musi sebanyak 90 spesies yang mewakili 22 famili (Ondora et al. 1987 dalam Novia, 1998, hal.35). Begitu juga halnya dengan spesies dan jumlah ikan yang ditemukan Novia (1998) di sungai Batang Kuranji. Novia berhasil menangkap 736 ekor ikan yang terdiri dari 19 famili, 37 spesies. Adanya perbedaan jumlah tangkapan, jenis ataupun famili ikan yang ditemukan ini, diduga sangat terkait dengan perbedaan kondisi fisik sungai dan faktor fisika kimia air.

Pada Stasiun I tertangkap 3 spesies ikan yang mewakili 3 famili. Kepadatan, dan kepadatan relatif masing-masing spesies adalah sebagai berikut, *Homaloptera gymnogaster* 0,06 ind./m² (63,64%), *Glyptothorax platypogonoides* 0,02 ind./m² (18,18%), dan *Mystacoleucus* sp. 0,02 ind./m² (18,18%). Nilai indek keanekaragaman yang diperoleh adalah 0,918. Pada Stasiun II tertangkap 5 spesies ikan yang berasal dari 4 famili. Kepadatan, dan kepadatan relatif masing-masing spesies adalah sebagai berikut, *Cichlosoma nigrofasciatum* 0,07 ind./m² (80,64%), *Cyclocheilichthys de Zwani* 0,005 ind./m² (6,29%), *Nemachilus fasciatus* 0,004 ind./m² (4,81%) *Mystacoleucus* sp. 0,04 ind./m² (4,69%) dan *Drombus triangularis* 0,03 ind./m² (3 keanekara-

gaman yang diperoleh adalah 0,756. Pada Stasiun III tertangkap 11 spesies ikan yang berasal dari 10 famili. Kepadatan, dan kepadatan relatif masing-masing spesies adalah sebagai berikut, *Pocilia raticulata* 0,05 ind./m² (61,70%), *Hyposarcus pardalis* 0,008 ind./m² (10,24%), *Drombus triangularis* 0,005 ind./m² (6,25%), *Anabas testudineus* 0,07 ind./m² (9,31%), *Fluta alba* 0,02 ind./m² (3,39%), *Cichlosoma nigrofasciatum* 0,02 ind./m² (2,39%), *Butis koilomatodon* 0,02 ind./m² (2,13%), *Channa striata* 0,001 ind./m² (1,33%), *Pleurosicya bilobata* 0,001 ind./m² (1,20%), dan *Megalops cyprinoids* 0,001 ind./m² (1,20%). Nilai indek keanekaragaman yang diperoleh adalah 1,424. Pada Stasiun IV tertangkap 8 spesies ikan yang berasal dari 10 famili. Kepadatan, dan kepadatan relatif masing-masing spesies adalah sebagai berikut, *Tilapia nilotika* 0,007 ind./m² (36,87%), *Anabas testudineus* 0,04 ind./m² (20,67%), *Drombus triangularis* 0,002 ind./m² (9,50%) *Cichlosoma nigrofasciatum* 0,002 ind./m² (8,94%), *Butis koilomatodon* 0,001 ind./m² (7,82%), *Parambassis punctulata* 0,001 ind./m² (5,59%), *Valamugil buchanani* 0,001 ind./m² (5,59%) dan *Channa strata* 0,001 (5,03%). Nilai indek keanekaragaman yang diperoleh adalah 1,806. Pada Stasiun V tertangkap 4 spesies ikan yang berasal dari 4 famili. Kepadatan, dan kepadatan relatif masing-masing spesies adalah sebagai berikut, *Caranx ignobilis* 0,05 ind./m² (68,78%), *Ambassis urotaenia* 0,002 ind./m² (2,75%), *Valamugil buchanani* 0,019 ind./m² (26,13%), dan *Drombus triangularis* 0,002 ind./m² (2,34%), Nilai indek keanekaragaman yang diperoleh adalah 0,795. Pada Stasiun VI tertangkap 9 spesies ikan yang berasal dari 4 famili. Kepadatan, dan kepadatan relatif masing-masing spesies adalah sebagai berikut, *Valamugil buchanani* 0,042 ind./m² (37,17%) *Ambassis urotaenia* 0,032 ind./m² (28,32%), *Caranx ignobilis* 0,012 ind./m² (10,62%), *Rasbora lateristriata* 0,012 ind./m² (10,62%), *Scatophagus argus* 0,05 ind./m² (4,42%), *Gerres filamentosus* 0,003 ind./m² (2,65%), *Siganus vermiculatus* 0,003 ind./m² (2,65%) *Sycapterus microstetholepis* 0,002 ind./m² (1,77%) dan *Sillago sihama* 0,002 ind./m² (1,77%). Nilai indek keanekaragaman yang diperoleh adalah 1,675. Berdasarkan kriteria indek keanekaragaman yang dikemukakan Lee dkk (1978), dapat dikemukakan bahwa perairan Batang Arau pada Stasiun I, II dan V sudah tercemar berat, Stasiun III tercemar sedang dan Stasiun IV dan VI tercemar ringan. Sedangkan berdasarkan kriteria Wilhm dan Doris (1966) dalam Widyastuti (1983), maka perairan Batang Arau sudah dapat dikategorikan tercemar berat (Stasiun I, II dan V) dan tercemar sedang (Stasiun III, IV dan VI). Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu tentang struk-

tur komunitas makrozoobentos sebagai indikator kualitas perairan Batang Arau (Ardi, 1999), maka terdapat perbedaan dalam pengelompokan pencemaran pada perairan Batang Arau. Ardi (1999) menemukan bahwa Stasiun I tidak tercemar, Stasiun II tercemar ringan, Stasiun IV dan VI tercemar sedang, sedangkan Stasiun III dan V merupakan daerah yang tercemar berat.

Rendahnya indeks keanekaragaman perifiton maupun ikan di perairan Batang Arau diduga sangat berkaitan erat dengan kondisi fisik sungai, disamping kondisi fisika kimia air. Hawkes (1979) menyatakan bahwa kondisi fisik sungai dapat menyebabkan rendahnya nilai keanekaragaman organisme yang hidup di dalamnya.

3. Hubungan faktor fisika kimia air dengan keanekaragaman perifiton dan ikan

Pada bab Metodologi penelitian, telah dikemukakan teknik analisis yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara faktor fisika-kimia air dengan keanekaragaman perifiton dan ikan, yakni analisis regresi. Hasil analisis regresi bertahap berganda (Stepwise multiple regression) menunjukkan bahwa faktor fisika kimia utama yang mempengaruhi indeks keanekaragaman perifiton adalah kandungan logam Zn (seng), sedangkan yang mempengaruhi indeks keanekaragaman ikan adalah Kalsium (Ca), Amoniak Nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$), Suhu dan juga Seng (Zn). Analisis lebih jauh tentang hubungan antara faktor fisika kimia air dan indeks keanekaragaman perifiton dengan indeks keanekaragaman ikan menunjukkan bahwa kebutuhan oksigen biologi, kalsium, keanekaragaman perifiton, padatan terlarut merupakan faktor pengaruh utama yang menentukan indeks keanekaragaman ikan.

Dari analisis hubungan faktor fisika kimia dengan kerapatan relatif perifiton dan dengan kepadatan relatif ikan di perairan Batang Arau dikemukakan pada Lampiran 4 dan 5. Dari analisis yang dilakukan, dapat dikemukakan bahwa faktor fisika kimia yang paling mempengaruhi kerapatan relatif perifiton (Lampiran 4) adalah padatan tersuspensi, diikuti oleh kandungan nitrat nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$), turbiditas, besi (Fe) dan faktor-faktor lainnya. Adapun hasil analisis yang dilakukan untuk mengetahui hubungan faktor fisika kimia air dengan kepadatan relatif ikan (Lampiran 5), terungkap bahwa faktor fisika kimia yang paling mempengaruhi keberadaan ikan adalah kandungan padatan terlarut (TDS), diikuti oleh kebutuhan oksigen biologis (BOD), derajat keasaman (pH), nitrat nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$), dan faktor fisika kimia lainnya

4. Spesies Indikator

Untuk mengetahui spesies indikator, baik perifiton maupun ikan, digunakan kriteria yang dikemukakan Rondo (1982), dimana suatu takson dapat dikatakan indikator, jika takson tersebut berstatus eksklusif dengan frekuensi kehadiran minimal 50%, karakteristik dengan frekuensi kehadiran 50%, dan dominan yakni jika suatu takson kepadatan relatifnya minimal 10%. Berdasarkan parameter utama klasifikasi derajat pencemaran perairan dari Lee dkk (1978), maka ditinjau dari kandungan oksigen terlarut, kebutuhan oksigen biologi, padatan tersuspensi amoniak nitrogen, dan indeks keanekaragaman per stasiun, maka perairan Batang Arau dapat dikelompokkan atas tercemar ringan (Stasiun I, II, IV, V dan VI) dan tercemar sedang (Stasiun III). Jika dibandingkan dengan hasil penelitian Ardi (1999), maka terlihat adanya pergeseran derajat pencemaran. Ardi (1999) berdasarkan klasifikasi yang sama menemukan bahwa Stasiun I dan II tercemar ringan, Stasiun IV dan VI, tercemar sedang dan Stasiun III dan V tercemar berat. Dalam hal ini terlihat bahwa ditinjau dari kriteria yang dikemukakan Lee et al. Telah terjadi peningkatan kualitas air pada Stasiun III sampai VI. Peningkatan ini diduga karena adanya upaya-upaya meminimalisir pencemaran di Batang Arau ini, disamping adanya perbaikan aliran sungai dengan adanya Proyek Pengendalian Banjir.

Memperhatikan kembali Tabel 2 dan Tabel 3 serta berdasarkan uraian dan pengklasifikasian di atas, maka ditemukan beberapa genus perifiton dan spesies ikan yang diduga dapat dijadikan indikator di perairan Batang Arau. Dugaan tersebut disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Beberapa genus perifiton dan spesies ikan yang diduga dapat dijadikan indikator kualitas perairan pada perairan Batang Arau

| Kelompok | Organisme indikator | | Kualitas Perairan |
|----------|---|--|-------------------|
| | Perifiton | Ikan | |
| 1 | Cladophora, Cylendrocapsa, Cosmarium, Closterium, Myrocystis, Pinnularia, Surirella | <i>Caranx ignobilis</i> , <i>Cichlosoma nigrofasciatum</i> , <i>Homaloptera gymnogaster</i> , <i>Glyptothorax platypogonoides</i> , <i>Mystacoleucus</i> sp., <i>Rasbora lateristriata</i> dan <i>Valamugil buchainani</i> | Tercemar ringan |
| 2 | Cocconcis, Navicula, Oscillatoria | <i>Hyposarcus pardalis</i> , <i>Scatophagus argus</i> | Tercemar sedang |

Memperhatikan kembali Tabel 2, maka terlihat bahwa *Cocconeis*, *Oscillatoria*, *Navicula* dapat dijumpai pada tiap stasiun penelitian, namun dengan tingkat kerapatan relatif yang bervariasi. Hal ini menunjukkan bahwa genera ini merupakan perifiton yang memiliki toleransi yang lebar terhadap kualitas fisika kimia air, dengan kata lain merupakan organisme yang toleran. Genus lain yang juga terlihat mempunyai toleransi yang lebar dan ditemui pada seluruh stasiun penelitian adalah *Cladophora*, *Cymbella* dan *Synedra*. Jika dibandingkan hasil yang diperoleh pada Tabel 4 dengan distribusi masing-masing spesies ikan yang ditemukan pada perairan Batang Arau (Tabel 3), maka *Cichlosoma nigrofasciatum*, *Drombus triangularis* dan *Valamugil buchainani* tergolong ikan yang memiliki toleransi lebar

Dalam penelitian ini belum diungkapkan kespesifikan organisme untuk faktor fisika kimia tertentu, seperti terhadap arus saja, suhu saja ataupun faktor fisika kimia lainnya secara tersendiri. Berdasarkan kenyataan lapangan yang ditemukan, maka untuk lebih menentukan spesies indikator, diperlukan penelitian uji hayati di laboratorium.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan tentang hubungan faktor fisika kimia air dengan keanekaragaman perifiton dan ikan pada perairan Batang Arau maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan kondisi faktor fisika kimia, kualitas perairan Batang Arau berkisar dari tidak tercemar sampai tercemar berat. Secara terinci dapat dikategorikan atas tiga kelompok yaitu; tidak tercemar (Stasiun I, IV dan V), tercemar ringan (Stasiun II dan VI) dan tercemar berat (Stasiun III).
- b. Berdasarkan analisis keanekaragaman, maka nilai indek keanekaragaman perifiton berkisar antara berkisar antara 1,237 sampai 1,805. Sedangkan indek keanekaragaman ikan berkisar antara berkisar antara 0,76 sampai 1,82. Dari kedua nilai indeks ini berarti bahwa kondisi perairan Batang Arau tergolong perairan dengan keanekaragaman jenis kecil (rendah). sampai sedang.
- c. Berdasarkan analisis regresi bertahap berganda maka bahwa faktor fisika kimia yang mempengaruhi indeks keanekaragaman perifiton di perairan Batang Arau adalah kandungan seng (Zn) sedangkan untuk ikan adalah Kalsium (Ca), Amoniak Nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$), Suhu dan juga Seng (Zn). Analisis lebih jauh tentang hubungan antara faktor fisika kimia air, keanekaragaman perifiton dengan keanekaragaman ikan menunjukkan bahwa kebutuhan oksigen biologi, kalsium, keanekaragaman perifiton, padatan terlaruti merupakan faktor pengaruh utama terhadap keanekaragaman ikan.
- d. Berdasarkan komposisi perifiton di perairan Batang Arau ditemukan beberapa genus yang diduga dapat dijadikan indikator. Genus yang mempunyai toleransi terhadap perairan yang tercemar sedang adalah *Cocconeis*, *Navicula*, dan *Oscillatoria*, untuk perairan tercemar ringan adalah *Cladophora*, *Cylendrocapsa*,

Cosmarium, Closterium, Myrocystis, Pinnularia, dan Surirella. Sedangkan berdasarkan komposisi ikan di perairan Batang Arau ditemukan beberapa spesies yang diduga dapat dijadikan indikator. Spesies yang mempunyai toleransi terhadap perairan yang tercemar sedang adalah *Hyposarcus pardalis*, dan *Scatophagus argus*, untuk perairan tercemar ringan adalah *Caranx ignobilis*, *Cichlosoma nigrofasciatum*, *Homaloptera gymnogaster*, *Glyptothorax platypogonoides*, *Mytacoileucus sp.*, *Rasbora lateristriata* dan *Valamugil buchainani*.

B. Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan maka perlu dikemukakan beberapa saran:

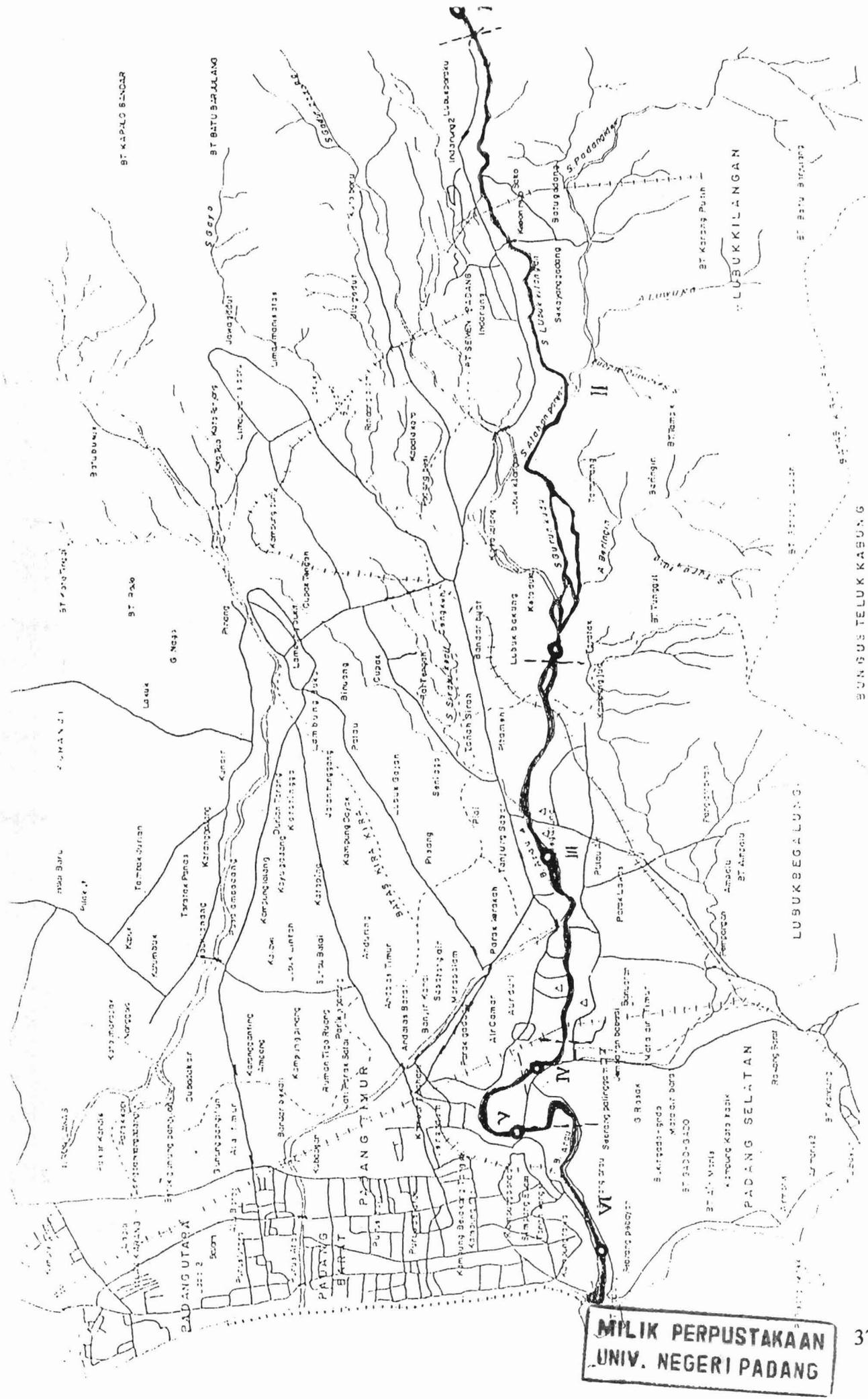
1. Perlu adanya upaya-upaya lebih intensif dari pihak terkait untuk meminimalisasi pencemaran perairan Batang Arau.
2. Perlu adanya pengkajian lebih jauh, jika beberapa bagian perairan Batang Arau dijadikan lokasi pengembangan usaha perikanan
3. Perlu dilakukan pengkajian yang lebih spesifik, seperti penelitian di laboratorium untuk menguji spesies-spesies indikator yang telah ditemukan di perairan ini.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Afrizal S. 1992. *Diatom Perifiton pada Substrat Buatan di Sungai Cimahi Jawa Barat*. Tesis S2 Program Pascasarjana Institut Teknologi Bandung (tidak dipublikasikan).
- Amir, M. 1985. *Studi Kualitas Air Sungai Batang Arau di daerah Kotamadya Padang*. Tesis S2 Ilmu Lingkungan-Ekologi Manusia. Universitas Indonesia. Jakarta. (Tidak dipublikasikan).
- APHA. 1992. *Standart Methods for the Examination of Water and Waste Water*. 18th edition. Washington.
- Ardi. 1999. *Struktur Komunitas Makrozoobentos sebagai Indikator Kualitas Perairan Batang Arau*. Tesis S2 Program Pasca Sarjana Universitas Andalas. Padang. (Tidak dipublikasikan).
- Arfiati. (1989). *Komunitas-Komunitas Algae Perifiton Di Sungai Cikaranggalang Cikampek Jawa Barat Sebagai Tempat Buangan Limbah Cair Pabrik Pupuk Urea*. Bandung : Tesis Pasca sarjana ITB (Tidak dipublikasikan).
- Azhar 1992. *Studi Ekologi Ikan Bilih (Mystacoelus padangensis Blkr)*. Tesis S2 Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. (Tidak dipublikasikan).
- Bereczky, M.C., N. Oertel dan J.N. Nosek. 1983. *Structural Investigations of Periphytic Protozoan Communities in Three Layers of the Danube River dalam Periphyton of Freshwater Ecosystems*. Ed. R.G. Wetzel. W Junk Publisher. Boston.Lancaster
- Bold, H. C, and Wynne. (1985). *Introduction to the Algae*. New Jersey : Englewood.
- Cole, G.A. 1975. *Textbook of Limnology*. The C.V. Mosby Company. Saint Louis.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1993. *Pemantauan Kualitas Air Sungai Batang Arau Kecamatan Lubuk Begalung Kotamadya Padang Propinsi Sumatera Barat (Prokasih) Laporan Bulan ke VIII (November 1993)*.
- Djajadiredja R., Sri Hatimah dan Z. Arifin. 1977. *Jenis-jenis Ikan Ekonomis Penting*. Ditjen Perikanan. Deptan. Jakarta
- Firman. (1987). *Studi Ekologi Labeobarbus douronensis (C.V) di Danau Tes Bengkulu*. Tesis S2 Program Pasca Sarjana Universitas Andalas. Padang. (Tidak dipublikasikan).
- Hawkes, H. A. 1979. *Invertebrates as Indicators of River Water Quality dalam A. James dan L. Evison (Ed.) Biological Indicator of Water Quality*. John Willey & Sons. Toronto.
- Hynes. 1978. *The Ecology Of Running Waters*. University Press. Liverpool.

- Hill, B.H., and J.R. Webster. 1982. *Periphyton Production in an Appalachian River*. *Hydrobiologia* 97:275-280.
- Kottelat, M., A.J. Whitten., Sri Nurani Kartikasari dan S. Wirdjoatmodjo. 1993. *Ikan Air Tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi*. Periplus Editions (HK) Ltd.
- Lagler, K.E. 1961. *Freshwater Fishery Biology. 2nd Edition*. W.M. Brown Company. Dubuque.
- Lee, C.D., S.B. Wang and C.L. Kuo. 1978. Benthic Macroinvertebrate and Fish as Biological Indicators of Water Quality, with Reference to Community Diversity Index. *dalam* E.A.R. Guano. B.N. Lokani and M.C. Thank (Ed.). *Water Pollution Control in Developing Countries*. Asian Inst. Tech. Bang-kok. P: 233-238.
- Ludwig, J. A. and Reynolds J. F. 1988. *Statistical Ecology A Primer on Methods and Computing*. John Willey and Sons. New York.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press. Princeton New Jersey.
- Michael, P. 1984. *Ecological Methods for Field and Laboratory Investigations*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited. New Delhi.
- Novia. (1998). *Komunitas Ikan di Batang Kuranji Kodya Padang*. Tesis S2 Program Pasca Sarjana Universitas Andalas. Padang. (Tidak dipublikasikan).
- Prescott. 1978. *How to Know Freshwater Algae. 3rd edition*. W.M.C. Brown Company Publisher. Iowa.
- Rondo, M. 1982. *Hewan Bentos sebagai Indikator Ekologi di Sungai Cikapundung Bandung*. Tesis S2 Biologi. Institut Teknologi Bandung (Tidak dipublikasikan).
- Ruttner. 1971. *Fundamentals of Limnology. 3rd edition*. University of Toronto Press. Toronto.
- Saanin. 1989. *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan I*. Penerbit Bina Cipta. Bandung.
- Rosenberg, D.M. dan Resh V.H. 1993. *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Chapman and Hall. New York. London.
- Salmah, S., M. Amir dan A. Syian. 1988. Telur Cacing Parasit pada Manusia yang terdapat di Aliran Air Masuk Sungai Batang Arau. *Majalah Parasitologi Indonesia*. 12(1&2): 33-39.
- Siegel, J. 1992. *Statistix version 4.0. Analytic Software*. St. Paul M.M. 55113 USA
- Suin N. M. (1992). *Analisis Faktor Lingkungan Biotik dan Pengukuran Faktor Lingkungan Abiotik*. Padang: FMIPA Unand Padang.

- Sumestri, S dan Alearts. (1984). *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional Indonesia.
- Wardoyo, S.T.H. 1981. *Kualitas Air untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan*. Training Analisis Dampak Lingkungan. PPLH-UNDP-PUSDI Pusat Studi Lingkungan.
- Warni, T. 1988. *Komposisi Hewan Bentos di Sungai Batang Arau Padang*. Skripsi Sarjana Biologi. FMIPA Universitas Andalas Padang (Tidak dipublikasikan).
- Watanabe, T. 1985. *Tolerant Diatom to Inorganic Acid and Alkaline Lake and Some Evolutionary Considerations*. Japan J. Diatomol. 4:21-48.
- Welch, C. 1980. *Limnology*. McGraw-Hill Book Company Inc. New York.
- Widyastuti, E. 1983. *Kualitas Air Kali Cakung ditinjau dari Keragaman Jenis Hewan Bentos*. Tesis S2. Institut Pertanian Bogor. (Tidak dipublikasikan).
- Yoshitake, S and H. Fukushima. 1985. Interaction between Epilithic or Drifting Algae and Algae Contained in The Digestive Tracts of Some Aquatic Insect dalam *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 22:2838-2844.



SURTA : Departemen Pekerjaan Umum
 Sumatera Barat (1993)

BUNGUS TELUK KASUNG

LUBUKBEGALUNG

Lampiran 1. Peta lokasi penelitian

I, II, III, IV, V, VI : Daerah Penelitian
 O : Stasiun Penelitian

MILIK PERPUSTAKAAN
 UNIV. NEGERI PADANG

Lampiran 2. Analisa Indeks Keaneekaragaman alga perifiton yang ditemukan selama tiga periode pengamatan pada enam stasiun penelitian di perairan Batang Arau

| No. | TAKSA | STASIUN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----------------------------------|------------------|-------------------|----------------|-----------------|-------------------|----------------|-----------------|-------------------|----------------|-----------------|-------------------|----------------|-------------------|--------|----------------|-----------------|-------------------|----------------|
| | | I | | | II | | | III | | | IV | | | V | | | VI | | |
| | | K | p_i | $p_i \ln p_i$ | K | p_i | $p_i \ln p_i$ | K | p_i | $p_i \ln p_i$ | K | p_i | $p_i \ln p_i$ | K | p_i | $p_i \ln p_i$ | K | p_i | $p_i \ln p_i$ |
| | Clorophyceae | 62.5750 | | | 12.1500 | | | 1.1500 | | | 43.8750 | | | 37.8000 | | | 1.9000 | | |
| 1 | <i>Cladophora</i> | 46.5250 | 0.0456 | -0.1408 | 3.8500 | 0.0116 | -0.0517 | 0.8500 | 0.0079 | -0.0381 | 39.4250 | 0.1472 | -0.2820 | 35.5250 | 0.2239 | -0.3351 | 0.5000 | 0.0038 | -0.0211 |
| 2 | <i>Oedogonium</i> | 12.2000 | 0.0120 | -0.0529 | 7.9000 | 0.0238 | -0.0890 | - | - | - | 3.6000 | 0.0134 | -0.0579 | 1.5500 | 0.0098 | -0.0452 | 1.1500 | 0.0087 | -0.0414 |
| 3 | <i>Cylendrocapsa</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.3250 | 0.0020 | -0.0127 | 0.2500 | 0.0019 | -0.0119 |
| 4 | <i>Cosmarium</i> | 2.7500 | 0.0027 | -0.0159 | 0.4000 | 0.0012 | -0.0081 | 0.0500 | 0.0005 | -0.0035 | 0.7000 | 0.0026 | -0.0155 | - | - | - | - | - | - |
| 5 | <i>Closterium</i> | 1.1000 | 0.0011 | -0.0074 | - | - | - | - | - | - | 0.1500 | 0.0006 | -0.0042 | 0.3500 | 0.0022 | -0.0135 | - | - | - |
| 6 | <i>Pandorina</i> | - | - | - | - | - | - | 0.2500 | 0.0023 | -0.0140 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 7 | <i>Pediastrum</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.0500 | 0.0003 | -0.0025 | - | - | - |
| | Cyanophyceae | 89.2500 | | | 65.1500 | | | 50.7500 | | | 18.5250 | | | 54.0000 | | | 64.6250 | | |
| 8 | <i>Mycrocystis</i> | 45.4500 | 0.0445 | -0.1386 | 2.6500 | 0.0080 | -0.0386 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.4000 | 0.0030 | -0.0176 |
| 9 | <i>Oscillatoria</i> | 43.8000 | 0.0429 | -0.1351 | 62.5000 | 0.1883 | -0.3144 | 50.7500 | 0.4688 | -0.3551 | 18.0000 | 0.0672 | -0.1815 | 52.6250 | 0.3317 | -0.3660 | 61.9000 | 0.4696 | -0.3550 |
| 10 | <i>Spirulina</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5250 | 0.0020 | -0.0122 | 0.1500 | 0.0009 | -0.0066 | - | - | - |
| 11 | <i>Scytonema</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.2250 | 0.0077 | -0.0376 | 2.3250 | 0.0176 | -0.0712 |
| | Bacillariophyceae | 868.6750 | | | 254.7000 | | | 56.3500 | | | 205.4000 | | | 66.8500 | | | 65.3000 | | |
| 12 | <i>Trepsinoe</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.2000 | 0.0007 | -0.0054 | - | - | - | - | - | - |
| 13 | <i>Melosira</i> | 4.9500 | 0.0049 | -0.0258 | 0.2000 | 0.0006 | -0.0045 | - | - | - | 3.9500 | 0.0147 | -0.0622 | 0.1000 | 0.0006 | -0.0046 | 2.6500 | 0.0201 | -0.0785 |
| 14 | <i>Cymbella</i> | 38.6500 | 0.0379 | -0.1240 | 35.8500 | 0.1080 | -0.2403 | 6.2500 | 0.0577 | -0.1647 | 8.1750 | 0.0305 | -0.1065 | 2.2000 | 0.0139 | -0.0593 | 2.6500 | 0.0201 | -0.0785 |
| 15 | <i>Gomphonema</i> | 19.2500 | 0.0189 | -0.0749 | 4.2750 | 0.0129 | -0.0560 | 1.9000 | 0.0176 | -0.0710 | 0.8750 | 0.0033 | -0.0187 | 0.9500 | 0.0060 | -0.0306 | - | - | - |
| 16 | <i>Navicula</i> | 633.1000 | 0.6204 | -0.2962 | 131.4000 | 0.3958 | -0.3668 | 28.3500 | 0.2619 | -0.3509 | 174.5500 | 0.6518 | -0.2790 | 43.8000 | 0.2761 | -0.3553 | 38.1000 | 0.2890 | -0.3587 |
| 17 | <i>Gyrosigma</i> | - | - | - | 3.4500 | 0.0104 | -0.0475 | 0.6500 | 0.0060 | -0.0307 | - | - | - | 1.1500 | 0.0072 | -0.0357 | 3.8500 | 0.0292 | -0.1032 |
| 18 | <i>Pinnularia</i> | 19.8500 | 0.0195 | -0.0766 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 19 | <i>Cocconeis</i> | 40.2500 | 0.0394 | -0.1275 | 61.5000 | 0.1852 | -0.3123 | 15.3750 | 0.1420 | -0.2772 | 2.4000 | 0.0090 | -0.0423 | 0.3000 | 0.0019 | -0.0119 | - | - | - |
| 20 | <i>Synedra</i> | 67.1000 | 0.0658 | -0.1790 | 15.8500 | 0.0477 | -0.1452 | 2.8000 | 0.0259 | -0.0945 | 14.9000 | 0.0556 | -0.1607 | 17.3500 | 0.1094 | -0.2420 | 0.9500 | 0.0072 | -0.0355 |
| 21 | <i>Sunirella</i> | 45.5250 | 0.0446 | -0.1387 | 1.1250 | 0.0034 | -0.0193 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 22 | <i>Nitzschia</i> | - | - | - | 1.0500 | 0.0032 | -0.0182 | 1.0250 | 0.0095 | -0.0441 | 0.3500 | 0.0013 | -0.0087 | 1.0000 | 0.0063 | -0.0319 | 17.1000 | 0.1297 | -0.2649 |
| | Jumlah individu | 1020.5000 | | -1.5335 | 332.0000 | | -1.7119 | 108.2500 | | -1.4439 | 267.8000 | | -1.2368 | 158.6500 | | -1.5907 | 131.8250 | | -1.4377 |
| | Jumlah genera | 14 | | | 14 | | | 11 | | | 14 | | | 16 | | | 12 | | |
| | Indek Keaneekaragaman (H') | | H' = 1.533 | | | H' = 1.712 | | | H' = 1.444 | | | H' = 1.237 | | H' = 1.591 | | | | H' = 1.438 | |

Lampiran 3. Analisis indeks keanekaragaman ikan yang ditemukan selama tiga periode pengamatan pada enam stasiun penelitian di perairan Batang Arau

| No. | TAKSA | Nama Lokal | STASIUN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------------------------------|---------------|------------|--------|---------------|------------|--------|---------------|------------|--------|---------------|------------|--------|---------------|------------|--------|---------------|------------|--------|---------------|
| | | | I | | | II | | | III | | | IV | | | V | | | VI | | |
| | | | K | p_i | $p_i \ln p_i$ |
| 1 | <i>Ambassis urotaenia</i> | Sarindiang | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | <i>Anabas testudineus</i> | Puyu | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | <i>Butis koilomatodon</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | <i>Cichlosoma nigrofasciatum</i> | Ikan Belang | | | | 0.0654 | 0.8064 | -0.1735 | 0.0018 | 0.0239 | -0.0893 | 0.0016 | 0.0894 | -0.2158 | | | | | | |
| 5 | <i>Tilapia nilotika</i> | Nila | | | | | | | 0.0014 | 0.0186 | -0.0742 | 0.0066 | 0.3687 | -0.3679 | | | | | | |
| 6 | <i>Caranx ignobilis</i> | Patai-patai | | | | | | | | | | | | | 0.0500 | 0.6878 | -0.2574 | 0.0120 | 0.1062 | -0.2381 |
| 7 | <i>Channa striata</i> | Bakok | | | | | | | 0.0010 | 0.0133 | -0.0574 | 0.0009 | 0.0503 | -0.1503 | | | | | | |
| 8 | <i>Nemachilus fasciatus (C.V)</i> | Tali-tali | | | | 0.0039 | 0.0481 | -0.1459 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | <i>Cyclocheilichthys de Zwani</i> | Turiak | | | | 0.0051 | 0.0629 | -0.1740 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | <i>Rasbora lateristriata</i> | Bada | | | | | | | | | | | | | | | | 0.0120 | 0.1062 | -0.2381 |
| 11 | <i>Parambassis punctulata</i> | Cati-cati | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | <i>Drombus triangularis</i> | Pinang-pinang | | | | 0.0029 | 0.0358 | -0.1191 | 0.0047 | 0.0625 | -0.1733 | 0.0010 | 0.0559 | -0.1612 | 0.002 | 0.0234 | -0.0878 | | | |
| 13 | <i>Fluta alba</i> | Belut | | | | | | | 0.0018 | 0.0239 | -0.0893 | | | | | | | | | |
| 14 | <i>Gerres filamentosus</i> | Kapua-kapua | | | | | | | | | | | | | | | | 0.0030 | 0.0265 | -0.0963 |
| 15 | <i>Pleurosicya bilobata</i> | | | | | | | | 0.0009 | 0.0120 | -0.0530 | | | | | | | | | |
| 16 | <i>Sicyopterus mzcrostetholepis</i> | - | | | | | | | | | | | | | | | | 0.0020 | 0.0177 | -0.0714 |
| 17 | <i>Hyposarcus pardalis</i> | Sapu-sapu | | | | | | | 0.0077 | 0.1024 | -0.2333 | | | | | | | | | |
| 18 | <i>Homaloptera gymnogaster</i> | - | 0.0560 | 0.6364 | -0.2876 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | <i>Poecilia reticulata</i> | Pantau | | | | | | | 0.0464 | 0.6170 | -0.2979 | | | | | | | | | |
| 20 | <i>Scatophagus argus</i> | Ketang | | | | | | | | | | | | | | | | 0.0050 | 0.0442 | -0.1380 |
| 21 | <i>Glyptothorax platypogonoides</i> | Lele gunung | 0.0160 | 0.1818 | -0.3100 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | <i>Sillago sihama</i> | Mudin | | | | | | | | | | | | | | | | 0.0020 | 0.0177 | -0.0714 |
| 23 | <i>Siganus vermiculatus</i> | Marang | | | | | | | | | | | | | | | | 0.0030 | 0.0265 | -0.0963 |
| 24 | <i>Megalops cyprinoides</i> | Ikan Bulan | | | | | | | 0.0009 | 0.0120 | -0.0530 | | | | | | | | | |
| 25 | <i>Mystacoleucus sp</i> | Bilih | 0.0160 | 0.1818 | -0.3100 | 0.0038 | 0.0469 | -0.1434 | | | | | | | | | | | | |
| 26 | <i>Valamugil buchainani</i> | Belanak | | | | | | | | | | 0.0010 | 0.0559 | -0.1612 | 0.0190 | 0.2613 | -0.3507 | 0.0420 | 0.3717 | -0.3679 |
| | Jumlah Individu | | 0.0880 | | -0.9075 | 0.0811 | | -0.7559 | 0.0752 | | -1.4237 | 0.0179 | | -1.8051 | 0.0727 | | -0.7948 | 0.1130 | | -1.6749 |
| | Jumlah spesies | | 3 | | | 5 | | | 11 | | | 8 | | 4 | | | | 9 | | |
| | Indek keanekaragaman (H') | | H' = 0.908 | | | H' = 0.756 | | | H' = 1.424 | | | H' = 1.805 | | | H' = 0.795 | | | H' = 1.675 | | |

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

Lampiran 4. Analisa hubungan faktor fisika kimia air dengan kerapatan relatif perifiton yang ditemukan selama tiga perioda pengamatan pada enam stasiun penelitian di perairan Batang Arau

| No. | TAKSA | FAKTOR FISIKA KIMIA AIR | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----------------------|-------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------|--------------------|-----|------|-----|-----|-------|-----|
| | | Alk. | Arus | BOD | Ca | COD | Cu | DO | Fe | NH ₃ -N | NO ₃ -N | pH | Suhu | TDS | TSS | Turb. | Zn |
| 1 | <i>Cladophora</i> | | | | | | | | | | (+) | | | (-) | | | |
| 2 | <i>Oedogonium</i> | (-) | | | | | (-) | | | (-) | | (+) | | | | | |
| 3 | <i>Cylendrocapsa</i> | | | | | | | | | | (+) | | | (+) | | | |
| 4 | <i>Cosmarium</i> | | | | | | | (+) | | | | (+) | | (-) | | | (+) |
| 5 | <i>Closterium</i> | | | | | | | (+) | | | (+) | | | (-) | | | |
| 6 | <i>Pandorina</i> | (+) | | | | | | (+) | | (+) | | | | (-) | | | |
| 7 | <i>Pediastrum</i> | | | | | | | | | | (+) | | | | | | |
| 8 | <i>Mycrocystis</i> | (-) | (+) | | | | | | | | | | (-) | | (-) | | |
| 9 | <i>Oscillatoria</i> | | | | | | | (-) | | | | | | | | | |
| 10 | <i>Spirulina</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | <i>Scytonema</i> | | | | | | | | | | | (+) | | (+) | | | |
| 12 | <i>Trepsinoe</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | <i>Melosira</i> | | | | | | | | | | | | | (+) | | | |
| 14 | <i>Cymbella</i> | | | | | | | | | | (-) | | | (-) | | (+) | (-) |
| 15 | <i>Gomphonema</i> | | (+) | (-) | | | | | (+) | | | | | | | (-) | |
| 16 | <i>Navicula</i> | | | | | | | | (-) | | | | | | | | |
| 17 | <i>Gyrosigma</i> | (+) | | (-) | | | | | (+) | | | | | (+) | | | |
| 18 | <i>Pinnularia</i> | | | | | | (+) | | | | | (+) | | (+) | | (+) | |
| 19 | <i>Cocconeis</i> | | (+) | | (+) | | | | | | | | | | (-) | (-) | |
| 20 | <i>Synedra</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | <i>Surirella</i> | | | | | | (+) | | (-) | | | | | (+) | | (+) | |
| 22 | <i>Nitzchia</i> | | | | (+) | | | | (+) | | | | (-) | (+) | | (+) | |

Keterangan :
 (+) : Berpengaruh positif
 (-) : Berpengaruh negatif
 Besarnya angka pengaruh bervariasi, baik (+) maupun (-)

Lampiran 5. Analisa hubungan faktor fisika kimia air dengan kepadatan relatif ikan yang ditemukan selama tiga periode pengamatan pada enam stasiun penelitian di perairan Batang Arau

| No. | TAKSA | FAKTOR FISIKA KIMIA AIR | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------------------------------|-------------------------|------|-----|----|-----|----|----|----|--------------------|--------------------|-----|------|-----|-----|-------|----|-----|
| | | Alk. | Arus | BOD | Ca | COD | Cu | DO | Fe | NH ₃ -N | NO ₃ -N | pH | Suhu | TDS | TSS | Turb. | Zn | |
| 1 | <i>Ambassis urotaenia</i> | (-) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | <i>Anabas testudineus</i> | | | (+) | | | | | | | | (-) | | (+) | | | | (+) |
| 3 | <i>Butis koilomatodon</i> | | | (-) | | | | | | | | (+) | | (+) | | | | (+) |
| 4 | <i>Cichlosoma nigrofasciatum</i> | | | (+) | | | | | | | | (-) | | (+) | | | | (+) |
| 5 | <i>Tilapia nilotika</i> | | | (-) | | | | | | | | (+) | | (+) | | | | (+) |
| 6 | <i>Caranx ignobilis</i> | | | (+) | | | | | | | | (-) | | (+) | | | | (+) |
| 7 | <i>Channa striata</i> | | | (-) | | | | | | | | (-) | | (+) | | | | (+) |
| 8 | <i>Nemachilus fasciatus (C.V)</i> | | | (-) | | | | | | | | (-) | | (+) | | | | (+) |
| 9 | <i>Cylocheilichthys de Zwani</i> | | | (-) | | | | | | | | (-) | | (+) | | | | (+) |
| 10 | <i>Rasbora lateristriata</i> | | | (-) | | | | | | | | (-) | | (+) | | | | (+) |
| 11 | <i>Parambassis punctulata</i> | | | (+) | | | | | | | | (-) | | (+) | | | | (+) |
| 12 | <i>Drombus triangularis</i> | | | (+) | | | | | | | | (-) | | (+) | | | | (+) |
| 13 | <i>Fluta alba</i> | (+) | | (-) | | | | | | | | (+) | | (+) | | | | (+) |
| 14 | <i>Gerres filamentosus</i> | (+) | | (-) | | | | | | | | (+) | | (+) | | | | (+) |
| 15 | <i>Pleuroscyca bilobata</i> | (+) | | (-) | | | | | | | | (+) | | (+) | | | | (+) |
| 16 | <i>Sicyopterus mzcrostetholepis</i> | (+) | | (-) | | | | | | | | (-) | | (+) | | | | (+) |
| 17 | <i>Hyposarcus pardalis</i> | (+) | | (-) | | | | | | | | (-) | | (+) | | | | (+) |
| 18 | <i>Homaloptera gymnogaster</i> | (+) | | (-) | | | | | | | | (+) | | (+) | | | | (+) |
| 19 | <i>Poecilia reticulata</i> | (+) | | (-) | | | | | | | | (+) | | (+) | | | | (+) |
| 20 | <i>Scatophagus argus</i> | (+) | | (-) | | | | | | | | (+) | | (+) | | | | (+) |
| 21 | <i>Glyptothorax platypogonoides</i> | (+) | | (-) | | | | | | | | (+) | | (+) | | | | (+) |
| 22 | <i>Sillago sihama</i> | (+) | | (-) | | | | | | | | (+) | | (+) | | | | (+) |
| 23 | <i>Siganus vermiculatus</i> | (+) | | (-) | | | | | | | | (+) | | (+) | | | | (+) |
| 24 | <i>Megalops cyprinoides</i> | (+) | | (-) | | | | | | | | (+) | | (+) | | | | (+) |
| 25 | <i>Mystacoleucus sp</i> | (+) | | (-) | | | | | | | | (+) | | (+) | | | | (+) |
| 26 | <i>Valamugil buchainani</i> | (+) | | (-) | | | | | | | | (+) | | (+) | | | | (+) |

Keterangan :
 (+) : Berpengaruh positif
 (-) : Berpengaruh negatif
 Besarnya angka pengaruh bervariasi, baik (+) maupun (-)