

**PENDUGAAN KONDISI ALIRAN SUNGAI BRANTAS
KECAMATAN BUMIAJI KOTA BATU JAWA TIMUR BERDASARKAN
KOMUNITAS ALGA BENTIK (*epilithic*)**

**LAPORAN SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN**

**OLEH:
MUHAMMAD NOOR ROBBANA
NIM. 0810813014**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2015

**PENDUGAAN KONDISI ALIRAN SUNGAI BRANTAS
KECAMATAN BUMIAJI KOTA BATU JAWA TIMUR BERDASARKAN
KOMUNITAS ALGA BENTIK (*epilithic*)**

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

**Sebagai salah satu syarat untuk meraih Gelar Sarjana Perikanan di
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

**Oleh :
MUHAMMAD NOOR ROBBANA
NIM. 0810813014**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, Juli 2015

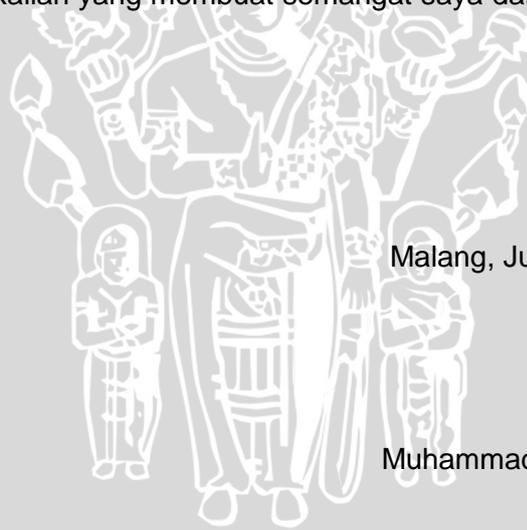
Mahasiswa,

Muhammad Noor Robbana

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan segala nikmat dan kemudahan serta kekuatan hati yang luar biasa kepada saya selama ini.
2. Ayah, Ibu serta Adik saya, terima kasih atas bantuan dan pengorbanan baik moral maupun materil serta doanya yang selalu mengiringi setiap langkah saya menuju kesuksesan, khususnya dalam penyelesaian dan penyusunan laporan ini.
3. Bapak Dr. Ir. Mulyanto, MSi dan Ibu Ir. Sri Sudaryanti, MS selaku pembimbing atas segala bantuan, masukan, kritik dan saran serta bimbingannya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan ini.
4. Teman-teman MSP angkatan 2008 yang telah banyak membantu dengan kekompakan dan semangat kalian.
5. Teman-teman MSP angkatan 2009 yang telah membantu segala kegiatan saya sehingga penelitian saya bisa terselesaikan dengan baik dan sukses.
6. Semua orang yang telah menyayangi dan melindungi saya dalam setiap keadaan, karena kalian yang membuat semangat saya dan mendorong saya untuk lebih maju.



Malang, Juli 2015

Muhammad Noor Robbana

RINGKASAN

MUHAMMAD NOOR ROBBANA. Skripsi tentang Pendugaan Kondisi Aliran Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji Kota Batu Jawa Timur Berdasarkan Komunitas Alga Bentik (*epilithic*) (dibawah bimbingan **Dr. Ir. Mulyanto, M.Si** dan **Ir. Sri Sudaryanti, MS**)

Sungai Brantas adalah sungai terpanjang di Jawa Timur dengan panjang kurang lebih 320 km. Mempunyai mata air di lereng Gunung Arjuno dan bermuara di Selat Madura. Fungsi utama Sungai Brantas adalah sebagai sumber air permukaan dan selama ini digunakan untuk keperluan pertanian, industri dan tempat pembuangan. Aktivitas penduduk di sekitar daerah Sungai Brantas yang dalam penelitian ini terletak di Kecamatan Bumiaji, Kota Batu diduga akan menyebabkan perubahan fisika dan kimia perairan Sungai Brantas yang akan mempengaruhi komunitas alga bentik (*epilithic*) yang berperan sebagai indikator perairan. Pengukuran tidak hanya dilakukan secara fisika dan kimia, tetapi juga secara biologis yaitu dengan alga bentik yang dalam penelitian ini menggunakan alga bentik yang menempel pada batuan (*epilithic*).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas air (fisika dan kimia), mengetahui komposisi dan kepadatan alga bentik (*epilithic*) yang ditemukan, dan mengetahui kondisi Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu berdasarkan indeks diversitas alga bentik (*epilithic*). Kegunaan penelitian ini adalah dapat dijadikan sebagai sumber informasi keilmuan perairan dan sebagai bahan tambahan materi perkuliahan khususnya tentang alga bentik (*epilithic*) bagi mahasiswa. Digunakan sebagai informasi dan rujukan dalam menentukan kebijakan terkait dengan kelestarian lingkungan serta perencanaan pengelolaan sumber daya perairan secara terpadu dalam hal program pengendalian aktivitas manusia di daerah Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Jawa Timur.

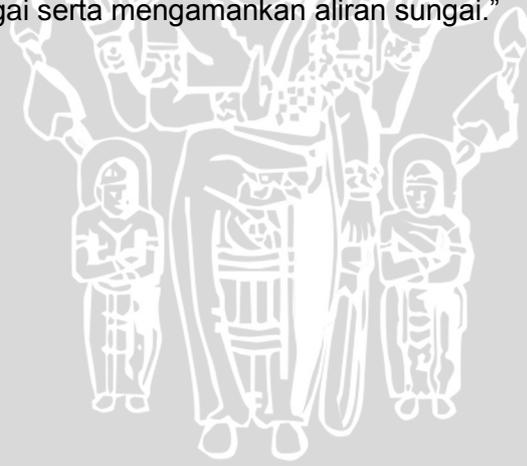
Metode yang digunakan adalah metode deskriptif yakni mengamati keadaan-keadaan yang ada di Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu dan sekitarnya, seperti keadaan sungai, vegetasi, kegiatan manusia di sekitar sungai dan tata guna lahan. Parameter yang diukur terdiri dari arus, suhu, kecerahan, pH, nitrat, dan ortofosfat. Sampel alga bentik diambil dua kali ulangan (duplo) pada substrat batu yang terdapat pada tiga titik di setiap area koordinat stasiunnya yaitu di tengah, kanan dan kiri aliran sungai. Sampel alga bentik (*epilithic*) tersebut kemudian diidentifikasi dan dianalisis kepadatan serta kepadatan relatifnya (KR). Analisis dilanjutkan dengan menggunakan indeks diversitas menurut *Shannon-Weaver*.

Data parameter kualitas air yang diperoleh yaitu parameter fisika didapatkan bahwa kecepatan arus berkisar 11–132 cm/detik, suhu berkisar 15–20 °C, kecerahan rata-rata 3,75–36,5 cm. Parameter kimia didapatkan pH berkisar 6–7, nitrat berkisar 0,574–20,512 mg/l dan ortofosfat berkisar 0,038–1,605 mg/l. Jenis alga bentik (*epilithic*) di Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu ditemukan sebanyak 3 divisi, yaitu Chlorophyta, Chrysophyta dan Chyanophyta yang terdiri atas 21 genus. Jenis yang banyak ditemukan berasal dari divisi Chrysophyta. Genus dari divisi Chlorophyta yang ditemukan adalah Ulothrix, Hyalotheca, Ankistrodesmus, Scenedesmus, Spirogyra, dan Rhizoclonium. Genus dari divisi Chrysophyta yang ditemukan adalah Gyrosigma, Nitzschia, Synedra, Navicula, Denticula, Caloneis, Cymbella, Gomphonema,

Achnanthes, Brebissonia, dan Cocconeis. Genus dari divisi Cyanophyta yang ditemukan adalah Merismopedia, Chroococcus, Oscillatoria, dan Eucapsis. Hasil perhitungan kepadatan alga bentik (*epilithic*) di Sungai Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, adalah 381798–762201 ind/mm².

Nilai indeks diversitas alga bentik (*epilithic*) di Sungai Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, adalah 1,026–3,053. Indeks diversitas alga bentik (*epilithic*) tergolong sedang dengan kriteria $1 < H' < 3$ meskipun nilai tertinggi adalah 3,053. Nilai indeks diversitas 3,053 hanya didapatkan satu kali dalam satu bulan, sedangkan nilai indeks diversitas yang paling banyak didapat selama satu bulan adalah 1–2. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai 3,053 tersebut tidak bisa dijadikan landasan kriteria bahwa perairan mempunyai indeks diversitas yang tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian ini hendaknya masyarakat tetap menjaga kebersihan dan kelestarian sungai dan sekitarnya dengan tidak membuang sampah di sungai, tidak menggunakan pupuk anorganik serta tidak melakukan penambangan pasir dan batu secara berlebihan yaitu penambangan yang dilakukan secara liar dan tanpa perhitungan apakah daerah tersebut layak untuk dilakukan penambangan. Pemerintah Kota Batu juga hendaknya menyeleksi daerah-daerah yang diijinkan untuk dilakukan penambangan pasir dan batu, dan kemudian melokalisir lokasi penambangan tersebut agar tidak merusak ekosistem sungai serta diharapkan lebih tegas menindak pelaku pengrusakan lingkungan sesuai Keputusan Presiden Republik Indonesia No. 32 tahun 1990 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung pasal 15 yang berbunyi “Perlindungan terhadap sempadan sungai dilakukan untuk melindungi sungai dari kegiatan manusia yang dapat mengganggu dan merusak kualitas air sungai, kondisi fisik pinggir dan dasar sungai serta mengamankan aliran sungai.”



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi yang berjudul "Pendugaan Kondisi Aliran Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji Kota Batu Jawa Timur Berdasarkan Komunitas Alga Bentik (*epilithic*)". Laporan Skripsi ini disusun sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan dari Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.

Laporan Skripsi ini penulis hadirkan dengan harapan agar dapat dijadikan pegangan belajar mengenai materi biomonitoring, sekaligus menambah khasanah keilmuaan bagi pembaca terutama untuk mempelajari tentang "Bioassesment" khususnya pada anak-anak sungai menggunakan komunitas alga bentik (*epilithic*). Sehingga diharapkan penelitian ini dapat dilanjutkan oleh peneliti yang lain.

Dalam penyusunan laporan ini penulis menyadari adanya kekurangan, oleh sebab itu segala kritik dan saran yang membangun penulis terima dengan senang hati. Semoga laporan ini dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi yang membacanya. Amin.

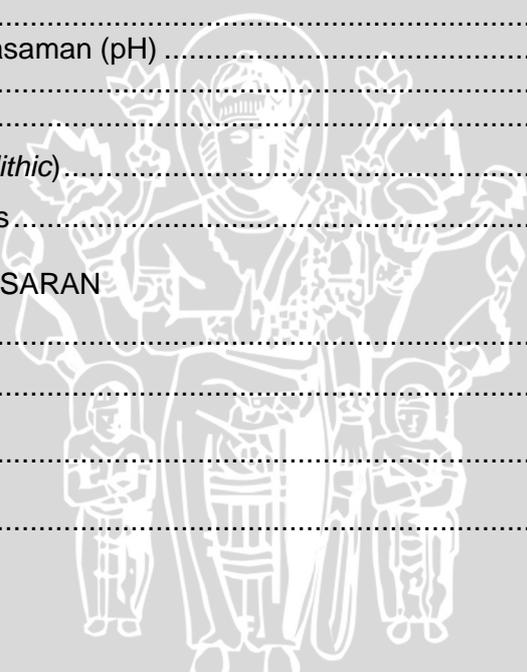
Malang, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	4
1.4 Kegunaan	4
1.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sungai	6
2.2 Alga Bentik	8
2.3 Faktor yang Mempengaruhi Alga Bentik (<i>epilithic</i>)	10
2.3.1 Kecepatan Arus	10
2.3.2 Suhu	12
2.3.3 Kecerahan	12
2.3.4 Derajat Keasaman (pH)	13
2.3.5 Nitrat	15
2.3.6 Ortofosfat	16
2.4 Alga Bentik Sebagai Indikator Perairan	18
2.5 Indeks Diversitas	19
3. MATERI DAN METODE	
3.1 Materi Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.3 Metode Penelitian	21
3.4 Sumber Data	21
3.5 Lokasi Pengamatan	22
3.6 Teknik Pengambilan Sampel	27

3.6.1 Teknik Pengambilan dan Analisis Sampel Alga Benthik (<i>epilithic</i>).....	27
3.6.2 Teknik Pengambilan dan Analisis Sampel Kualitas Air.....	29
a. Kecepatan Arus.....	29
b. Suhu	29
c. Kecerahan.....	29
d. Derajat Keasaman (pH).....	30
e. Nitrat	30
f. Ortofosfat	31
3.7 Analisis Data	32
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	34
4.2 Deskripsi Stasiun Pengambilan Sampel.....	35
4.3 Kondisi Fisika Kimia	47
4.3.1 Kecepatan Arus	47
4.3.2 Suhu	48
4.3.3 Kecerahan	50
4.3.4 Derajat Keasaman (pH)	51
4.3.5 Nitrat	52
4.3.6 Ortofosfat.....	54
4.4 Alga Benthik (<i>epilithic</i>).....	56
4.4 Indeks Diversitas.....	72
5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA.....	78
LAMPIRAN	81



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pengaruh pH terhadap Komunitas Perairan.....	14
2. Stasiun Pengambilan Sampel (Gianina, 2013).....	24
3. Larutan Standar Perbandingan Nitrat.....	31
4. Larutan Standar Perbandingan Ortofosfat.....	32
5. Hasil Pengukuran Kepadatan Alga Bentik (<i>epilithic</i>) Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji Kota Batu	71
6. Hasil Pengukuran Indeks Diversitas Alga Bentik (<i>epilithic</i>) Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji Kota Batu.....	72

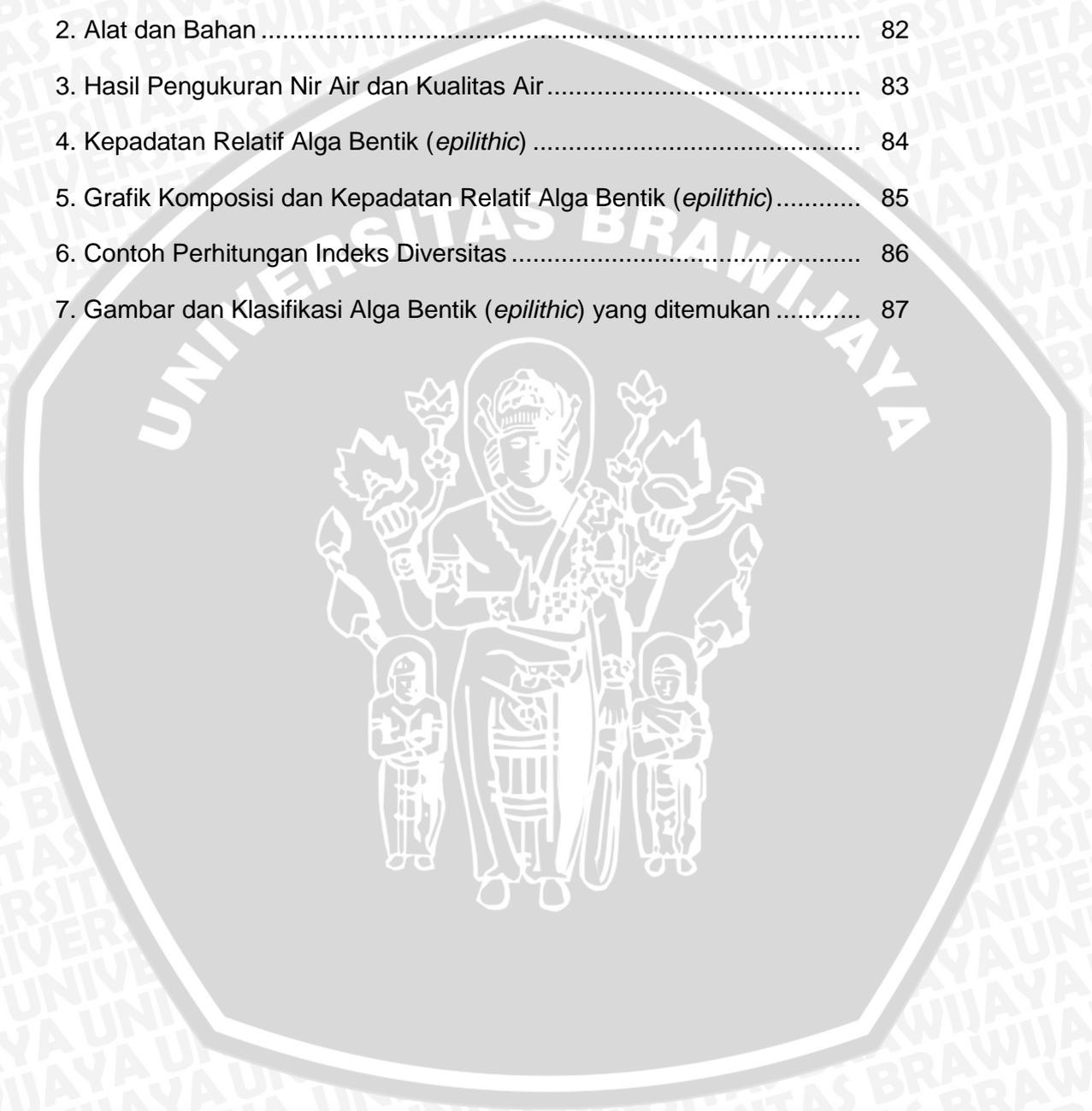


DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Alir Permasalahan	3
2. <i>River Continuum Concept</i>	7
3. Denah Lokasi Pengambilan Sampel	23
4. Titik Pengambilan Sampel	27
5. Lokasi Stasiun 1	36
6. Lokasi Stasiun 2	37
7. Lokasi Stasiun 3	38
8. Lokasi Stasiun 4	39
9. Lokasi Stasiun 5	40
10. Lokasi Stasiun 6	41
11. Lokasi Stasiun 7	42
12. Lokasi Stasiun 8	43
13. Lokasi Stasiun 9	44
14. Lokasi Stasiun 10	45
15. Lokasi Stasiun 11	46
16. Lokasi Stasiun 12	47
17. Diagram Kecepatan Arus.....	48
18. Diagram Suhu.....	49
19. Diagram Kecerahan.....	50
20. Diagram Derajat Keasaman (pH).....	52
21. Diagram Nitrat.....	53
22. Diagram Ortofosfat.....	55
23. Grafik Jumlah Genus Alga Bentik (<i>epilithic</i>) yang ditemukan di Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji Kota Batu	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Denah Lokasi Penelitian (Bappeda, 2014)	81
2. Alat dan Bahan	82
3. Hasil Pengukuran Nir Air dan Kualitas Air	83
4. Kepadatan Relatif Alga Bentik (<i>epilithic</i>)	84
5. Grafik Komposisi dan Kepadatan Relatif Alga Bentik (<i>epilithic</i>)	85
6. Contoh Perhitungan Indeks Diversitas	86
7. Gambar dan Klasifikasi Alga Bentik (<i>epilithic</i>) yang ditemukan	87



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Massa air di bumi 97,39 % berupa air laut, sedangkan sisanya berupa massa air daratan (air payau dan air tawar) (Barus, 2002). Habitat air tawar menempati daerah yang relatif kecil di permukaan bumi dibandingkan dengan laut dan daratan, tetapi bagi manusia kepentingannya jauh lebih berarti dibandingkan dengan luas daerahnya. Perairan tawar merupakan sumber air yang paling praktis dan murah untuk kepentingan domestik maupun industri. Air mungkin dapat diperoleh dalam jumlah yang lebih banyak dari perairan laut, tetapi dengan biaya yang banyak serta lebih banyak energi yang diperlukan. Selain itu, ekosistem air tawar menawarkan sistem pembuangan yang memadai dan paling murah (Odum, 1996).

Berdasarkan bentuknya perairan dibagi menjadi 2 yaitu bersifat tertutup dan bersifat terbuka. Perairan tertutup artinya pengaruh luar dapat diatur misalnya kolam yang mempunyai pintu aliran masuk yang dapat dikendalikan oleh manusia, sedangkan perairan terbuka adalah perairan yang mudah mendapat pengaruh luar misalnya danau, waduk, dan sungai (Sudaryanti, 1995). Sungai merupakan salah satu contoh perairan tawar yang mengalir. Sungai dicirikan oleh arus searah yang relatif kencang, dengan kecepatan berkisar antara 0,1–1,0 m/detik (Effendi, 2003).

Sungai Brantas adalah sungai terpanjang di Jawa Timur dengan panjang kurang lebih 320 km. Mempunyai mata air di lereng Gunung Arjuno dan bermuara di Selat Madura. Fungsi utama Sungai Brantas adalah sebagai sumber air permukaan dan selama ini digunakan untuk keperluan pertanian, industri dan tempat pembuangan (Sudaryanti, 1999).

Alga bentik adalah mikroorganisme yang hidup menempel atau melekat pada benda-benda yang ada di dasar perairan seperti batu, kayu, batang-batang, dan tumbuhan air. Alga bentik yang hidup dalam suatu perairan mengalir (*lotik*), lebih berperan sebagai produsen dibandingkan fitoplankton. Hal ini disebabkan karena fitoplankton akan selalu terbawa arus, sedangkan alga bentik relatif tetap pada tempat hidupnya (Graham dan Wilcox, 2000).

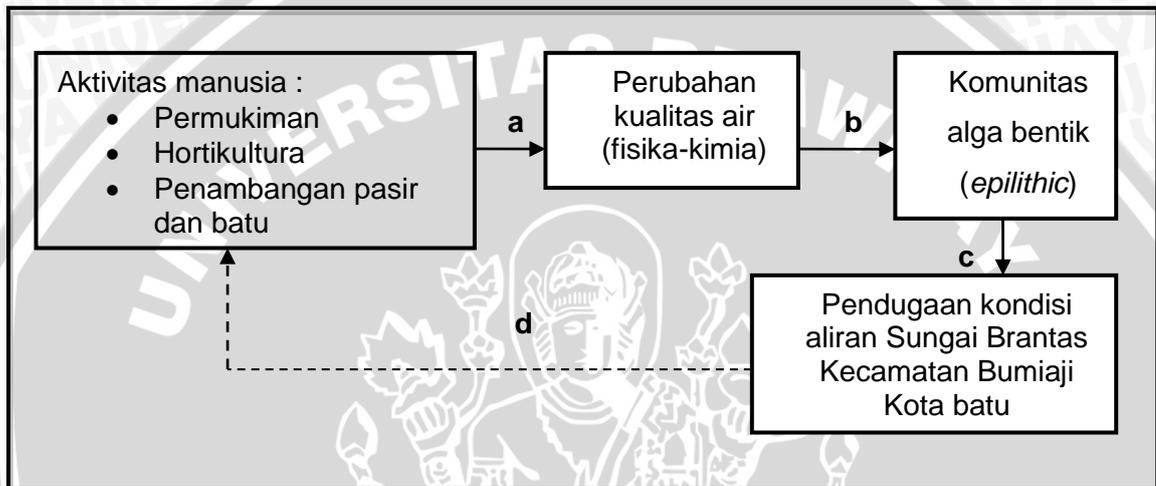
Aktivitas penduduk di daerah aliran Sungai Brantas yang dalam penelitian ini terletak di Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, diduga akan menyebabkan perubahan fisika dan kimia perairan Sungai Brantas. Oleh karena itu diperlukan adanya indikator pengukuran kualitas air yang dapat menunjukkan kondisi Sungai Brantas. Tidak hanya pengukuran dengan teknik fisika dan kimia, tetapi juga secara biologis yaitu dengan alga bentik yang dalam penelitian ini menggunakan alga bentik yang menempel pada batuan (*epilithic*).

Menurut Sudaryanti (1997) alga bentik dapat dijadikan indikator kondisi perairan karena fakta menunjukkan bahwa sebagian besar nutrisi yang dimanfaatkan oleh alga bentik berasal dari bahan kimia terlarut dalam air. Faktor fisika seperti kecepatan arus, cahaya, dan suhu juga mempengaruhi keberadaan spesies alga bentik di samping tekanan predasi dan faktor kimia lainnya. Tingkat kesuksesan alga bentik dalam komunitas alga adalah hasil interaksi dalam lingkungannya, baik lingkungan yang layak maupun yang tidak layak sehingga kondisi kualitas perairan sungai dapat diduga keadaannya.

1.2 Rumusan Masalah

Banyaknya aktivitas manusia seperti permukiman penduduk, holtikultura, dan penambangan pasir dan batu di sekitar Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, diduga dapat menyebabkan terjadinya perubahan kondisi ekosistem perairan sungai baik perubahan kualitas fisika maupun kimia perairan. Jenis-jenis

alga benthik yang ditemukan dapat menggambarkan kondisi Sungai Brantas yang sesungguhnya, sehingga perubahan kualitas fisika maupun kimia perairan tersebut dapat mempengaruhi komposisi alga benthik (*epilithic*). Pendugaan kondisi aliran Sungai Brantas yang didapatkan nantinya dapat dijadikan sebagai acuan untuk perencanaan pengelolaan sungai secara terpadu. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat di bagan alir permasalahan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Rumusan Masalah

Keterangan :

- a. Kegiatan permukiman di sekitar sungai yang semakin padat menyebabkan jumlah dan bentuk kegiatan manusia akan meningkat pula. Pengaruh yang tampak adalah menjadi meningkatnya pemanfaatan air sungai baik sebagai sarana dan prasarana kegiatan, maupun sebagai tempat akhir pembuangan dari kegiatan hortikultura dan kegiatan rumah tangga. Hortikultura sayuran di Dusun Jurangkuali, Desa Sumber Brantas dan hortikultura bunga di Dusun Prambatan, Desa Punten sebagai contoh, serta kegiatan pembuangan limbah padat berupa sampah di Dusun Sukorembug, Desa Sidomulyo dapat menyebabkan adanya perubahan kualitas air, baik fisika maupun kimia. Penambangan pasir yang tidak terkontrol seperti di daerah Coban Talun, Desa Tulungrejo dan Dusun Prambatan, Desa Punten juga dapat

menyebabkan rusaknya substrat dasar sungai yang menjadi habitat alga bentik yang menempel pada batuan (*epilithic*)

- b. Kondisi perairan sungai yang terkena dampak dari aktivitas manusia berpengaruh terhadap keberadaan dan kemampuan alga bentik (*epilithic*) di perairan untuk dapat bertahan hidup.
- c. Perubahan komunitas alga bentik (*epilithic*) yang relatif menetap bermanfaat untuk pendugaan kondisi kualitas air pada perairan lotik (mengalir), termasuk pada Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu.
- d. Pendugaan kondisi perairan berdasarkan komunitas alga bentik dapat dijadikan pedoman dalam pengelolaan sungai karena keberadaan komunitas alga bentik dapat menggambarkan kondisi sungai berdasarkan faktor yang mempengaruhinya sehingga dapat dilakukan pengendalian aktivitas manusia di sepanjang aliran Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kualitas air (fisika dan kimia) Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu.
2. Mengetahui komposisi dan kepadatan alga bentik (*epilithic*) yang ditemukan di Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu.
3. Mengetahui kondisi Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu berdasarkan indeks diversitas alga bentik (*epilithic*).

1.4 Kegunaan

Kegunaan dari penelitian ini adalah :

1. Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan
Dapat dijadikan sebagai sumber informasi keilmuan perairan dan sebagai bahan tambahan materi perkuliahan khususnya tentang alga bentik sungai

dan untuk mengetahui kondisi perairan khususnya Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Jawa Timur.

2. Pemerintah

Dapat dijadikan sebagai informasi dan rujukan dalam menentukan kebijakan terkait dengan kelestarian lingkungan serta perencanaan pengelolaan sumber daya perairan secara terpadu dalam hal program pengendalian aktivitas manusia di daerah Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Jawa Timur.

1.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Jawa Timur. Analisis data dilaksanakan di Laboratorium Hidrobiologi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur. Waktu pelaksanaan dimulai pada bulan Juni sampai bulan September 2013. Denah lokasi penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1.



2. TINJAUAN PUSTAKA

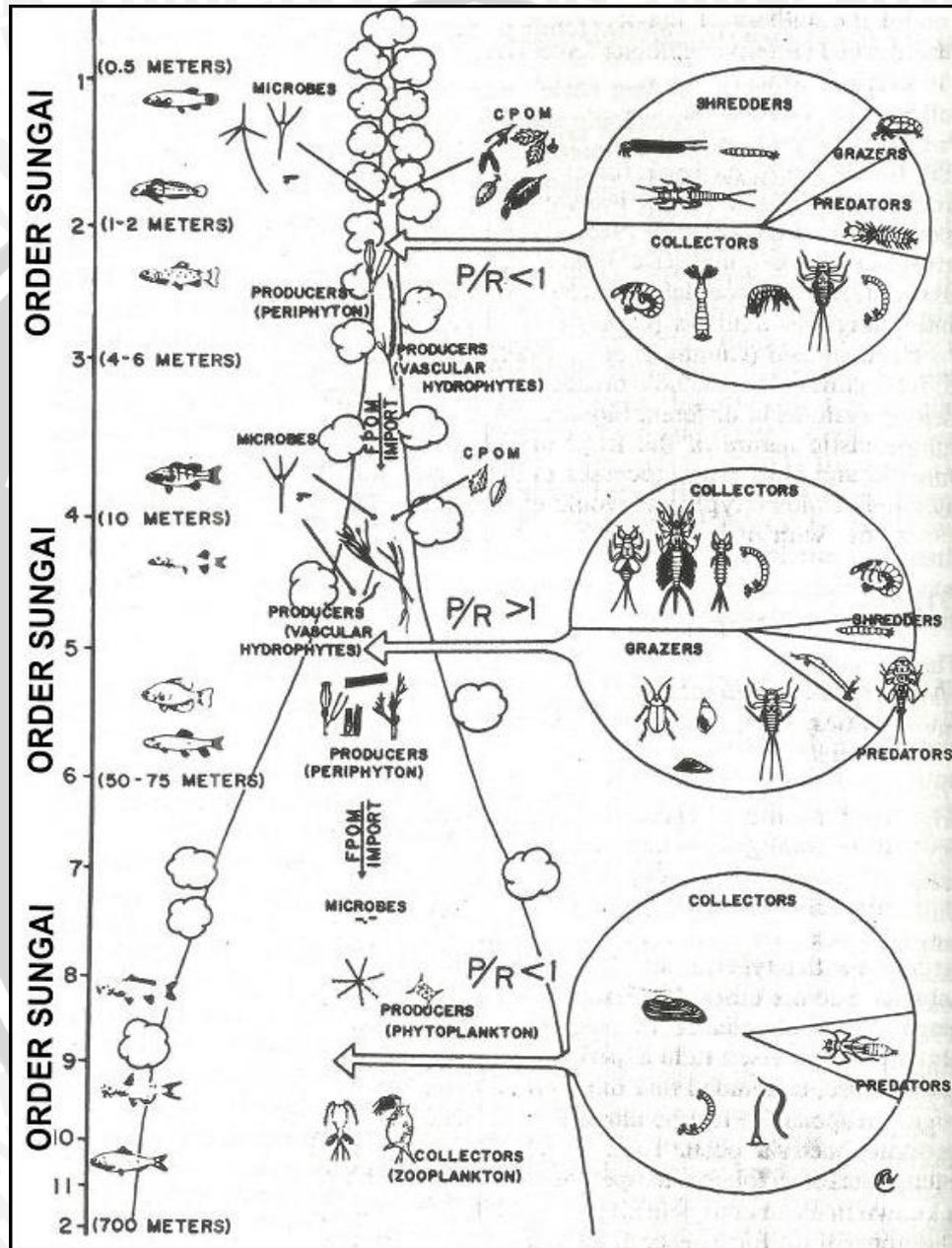
2.1 Sungai

Menurut Odum (1996), habitat air tawar dapat dibagi menjadi 2 seri yaitu air tergenang atau habitat lentik (berasal dari kata *lenis* yang berarti tenang), contohnya danau, kolam, rawa. Air mengalir atau habitat lotik (berasal dari kata *lotus* yang berarti tercuci), contohnya mata air, dan aliran air atau sungai.

Berdasarkan kemiringannya, Welcome (1985) dalam Sudaryanti *et al.*, (2003) membedakan dua zona:

- a. *Ritron* dengan ciri antara lain airnya curan dan cepat bergolak. Ada selang seling antara aliran dan genangan, berair terjun, riam dan jeram. Tempat yang dangkal mempunyai dasar besar, kecil dan berkerikil. Tempat yang dalam mempunyai dasar halus dari pasir atau lumpur. Suhu air rata-rata bulanan kurang dari 20°C dan konsentrasi oksigen terlarut selalu tinggi. Zona ini dibedakan menjadi *epiritron* yang didominasi oleh aliran arus deras, air terjun dan jeram, *hiporitron* mempunyai kelokan-kelokan genangan air, dasarnya berupa lumpur atau detritus dan secara ekologis diversitasnya lebih besar, serta *metaritron* yang mempunyai ciri-ciri antara *epiritron* dan *hiporitron*.
- b. *Potamon* yang mempunyai ciri-ciri antara lain aliran airnya pelan berbelok-belok, dasar perairan didominasi oleh lumpur dan pasir, suhu rata-rata bulanan lebih besar atau sama dengan 20°C serta konsentrasi oksigen terlarut kadang-kadang sangat rendah. Mempunyai dua komponen yaitu saluran dan aliran, dapat juga berupa anak-anak sungai kecil yang membawa endapan lumpur alluvial yang membentuk tepian sungai berkeluk-luk dan daerah genangan yang berasal dari kelokan-kelokan sungai.

Menurut Vannote *et al.*, (1980), sungai adalah habitat yang kompleks, karena bersifat dinamis dimulai dengan aliran kecil di hulu sungai, sampai akhirnya menjadi lebar di bagian bawah yang lebih rendah seperti yang tertuang dalam *River Continuum Concept* (Gambar 2).



Gambar 2. *River Continuum Concept* (Vannote *et al.*, 1980)

Berdasarkan *River Continuum Concept* (Gambar 2) menurut Graham dan Wilcox (2000), distribusi spasial alga bentik di sungai dapat terjadi pada arus

yang tenang, deras, maupun wilayah jeram dan meningkat ukurannya sesuai jarak dari hulu ke hilir. Daerah jeram di sungai yang pada gambar terdapat pada order sungai 1–3 ditandai oleh aliran yang deras dan dihuni oleh sedikit Diatom seperti *Cocconeis*. Berbeda dengan daerah pada order 4–11 dengan arus berkecepatan rendah dan daerah berarus tenang yang luas banyak terdapat alga berfilamen seperti *Spirogyra*, *Oedogonium*, dan *Cladophora*. *Rhizoclonium* dapat terlihat mencolok dengan bentuk helai panjang yang diperkaya nutrisi dari sungai.

Perairan sungai biasanya mengalami percampuran massa air secara menyeluruh dan tidak terbentuk stratifikasi vertikal kolom air seperti pada perairan lentik. Sungai dicirikan oleh arus searah yang relatif kencang, dengan kecepatan berkisar antara 0,1–1,0 m/detik. Kecepatan arus, erosi, dan sedimentasi merupakan fenomena yang umum terjadi di sungai sehingga kehidupan flora dan fauna pada sungai sangat dipengaruhi oleh ketiga variabel tersebut (Effendi 2003).

2.2 Alga Benthik

Alga benthik hidup secara tunggal, berkoloni, atau menempel pada substrat, yang hidup pada perairan mengalir maupun di zona litoral pada perairan danau. Alga benthik mempunyai manfaat yang sangat penting bagi lingkungan karena berperan sebagai sumber utama pengolah karbon di danau yang dangkal serta pada perairan mengalir dan karena alga benthik kaya akan spesies. Alga benthik menyediakan sumber yang diperlukan seperti makanan untuk bermacam organisme lain yang terdapat di danau maupun perairan mengalir (Graham dan Wilcox, 2000).

Alga benthik merupakan spesies mikroskopis yang terdapat pada perairan sungai yang tenang dan berbatu, dan juga menempel pada tanaman besar.

Genus yang ada meliputi beberapa dari Rhodophyta (Lemanea, Hildenbrandia, dan Batrachospermum), Chlorophyta berfilamen (Cladophora, Ulothrix, Oedogonium, Stigeoclonium, dan di tempat yang tenang, Zygnema dan Spirogyra), Chrysophyta (Vaucheria dan Hydrurus), dan Cyanophyta (Oscillatoria dan Phormidium). Genus lain seperti Diatom (Diatoma, Synedra, dan Gomphonema) juga ditemukan dengan kemungkinan berlimpah pada perairan (Hynes, 1972).

Alga benthik pada perairan tawar sebagian besar terdiri dari Cyanophyta, Chlorophyta, dan Diatom. Contoh umum dari Cyanophyta yaitu Schizothrix, Rivularia, dan Tolypothrix. contoh dari Chlorophyta yaitu Ulothrix, Cladophora, Rhizoclonium, Stigeoclonium, Drapalnadia, dan Coleochaete. Contoh dari Diatom yaitu Epithemia, Coconeis, Gomphonema, dan Cymbella (Graham dan Wilcox, 2000).

Alga benthik mengalami distribusi temporal dan spasial yang bervariasi. Menurut Biggs (1996) dalam Graham dan Wilcox (2000), terdapat tiga pola distribusi temporal yang utama pada alga benthik: (1) kelimpahan alga benthik yang rendah relatif konstan dibawah kondisi pencemaran yang sering, (2) siklus dari akumulasi berkurangnya alga benthik terkait dengan berkurangnya frekuensi pencemaran, dan (3) siklus musiman dipengaruhi oleh perbedaan dari siklus pencemaran, suhu, tingkah laku konsumen dan sinar matahari.

Variasi distribusi spasial alga benthik di sungai dapat terjadi pada arus yang tenang (bagian air yang dalam di mana kecepatan arus sudah berkurang, lumpur dan materi lepas cenderung mengendap di dasar, sehingga dasarnya lunak, dan tidak sesuai untuk bentos permukaan akan tetapi cocok untuk penggali nekton dan beberapa plankton), arus deras (daerah dangkal dengan kecepatan arus cukup tinggi untuk menyebabkan dasar sungai bersih dari endapan dan materi lain yang terlepas, sehingga dasarnya padat, dan zona ini

dihuni oleh bentos yang beradaptasi khusus atau organisme perifitik yang dapat melekat atau berpegang dengan kuat pada dasar yang padat dan juga ikan yang kuat berenang pada arus deras), maupun wilayah jeram dan meningkat ukurannya sesuai jarak dari hulu ke hilir. Daerah jeram di sungai ditandai oleh aliran yang deras dan dihuni oleh sedikit Diatom seperti Cocconeis. Berbeda dengan daerah dengan arus berkecepatan rendah dan daerah berarus tenang yang luas banyak terdapat alga berfilamen seperti Spirogyra, Oedogonium, dan Cladophora. Rhizoclonium dapat terlihat mencolok dengan bentuk helai panjang yang diperkaya nutrisi dari sungai (Graham dan Wilcox, 2000).

Perkembangan alga benthik dipandang sebagai akumulasi dari proses peningkatan biomassa dengan bertambahnya waktu. Akumulasi ini juga diakibatkan oleh adanya interaksi sifat fisika dan kimia lingkungan dengan berbagai proses biologi termasuk kolonisasi, pertumbuhan, reproduksi, dan kematian. Kemantapan perkembangan komunitas alga benthik sangat ditentukan oleh keberadaan substrat. Substrat dari benda hidup sering bersifat sementara karena adanya proses pertumbuhan dan kematian. Perubahan lingkungan setiap saat akan terjadi pada substrat yang hidup, sehingga mempengaruhi komunitas alga benthik. Substrat berupa benda mati akan lebih bersifat permanen, meskipun pembentukan komunitas berjalan lambat, namun lebih mantap dan tidak mengalami perubahan seperti rusak atau mati (Arman dan Supriyanti, 2007).

2.3 Faktor yang Mempengaruhi Alga Benthik (*epilithic*)

2.3.1 Kecepatan Arus

Arus mempunyai peranan yang sangat penting terutama pada perairan mengalir (*lotic*). Hal ini berhubungan dengan penyebaran organisme air, gas-gas terlarut dan mineral yang terdapat di dalam air. Kecepatan aliran air yang

mengalir akan bervariasi secara vertikal. Arus air akan semakin lambat bila semakin dekat ke bagian dasar sungai (Barus, 2002).

Menurut Odum (1996), arah arus amat penting sebagai faktor pembatasan terutama pada aliran air. Arus juga sangat menentukan distribusi gas yang vital, garam, dan organisme kecil. Aliran air mempunyai 2 zona utama, yaitu :

- a. Zona air deras yang merupakan daerah dangkal dengan kecepatan arus cukup tinggi untuk menyebabkan dasar sungai bersih dari endapan dan materi lain yang terlepas, sehingga dasarnya padat, dan zona ini dihuni oleh bentos yang beradaptasi khusus atau organisme perifitik yang dapat melekat atau berpegang dengan kuat pada dasar yang padat dan juga ikan yang kuat berenang pada arus deras.
- b. Zona air tenang merupakan bagian air yang dalam di mana kecepatan arus sudah berkurang, maka lumpur dan materi lepas cenderung mengendap di dasar, sehingga dasarnya lunak, dan tidak sesuai untuk bentos permukaan akan tetapi cocok untuk penggali nekton dan beberapa plankton.

Gerakan air adalah faktor lingkungan yang dominan, karena mengendalikan struktur fisik dari dasar sungai. Kecepatan arus yang berhubungan erat dengan kondisi geologi mempengaruhi ukuran dari partikel substrat mulai lumpur, liat sampai batuan. Hal ini selanjutnya akan mempengaruhi biomasa benthik, karena permukaan batuan memberikan habitat pada alga dan invertebrata. Volume / waktu dan kecepatan arus menentukan jumlah bahan tersuspensi yang diangkut oleh aliran air sungai (Sudaryanti, 1997).

Hynes (1972), menyatakan bahwa alga yang hidup pada air mengalir harus menempel dengan kuat pada substrat yang padat, seperti pada alga *epilithic* (menempel pada batuan) dan *epiphytic* (menempel pada tanaman). Alga benthik tersebut menempel dengan kuat menggunakan jeli (Cocconeis dan

Chamaesiphon), menggunakan tangkai seperti Diatom pada umumnya (Cymbella, Achnanthes dan Gomphonema), dan ada juga yang melekat dengan struktur seperti rhizoid di dasar filamen (Spyrogyra yang berfilamen).

2.3.2 Suhu

Menurut Effendi (2003), suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan laut (*altitude*), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air.

Pengukuran suhu dalam setiap penelitian pada ekosistem air merupakan hal yang mutlak dilakukan. Hal ini disebabkan karena kelarutan berbagai jenis gas di dalam air serta semua aktifitas biologis-fisiologis di dalam ekosistem air sangat dipengaruhi oleh temperatur (Barus, 2002).

Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air. Suhu juga sangat berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu yang baik bagi pertumbuhannya. Alga dari divisi Chlorophyta dan Diatom akan tumbuh baik pada kisaran suhu berturut-turut 30°C–35 °C dan 20°C–30 °C, dan divisi Cyanophyta dapat bertoleransi terhadap kisaran suhu yang lebih tinggi dibandingkan kisaran suhu pada divisi Chlorophyta dan Diatom (Haslam 1995, dalam Effendi 2003).

2.3.3 Kecerahan

Kecerahan adalah sebagian cahaya yang diteruskan ke dalam air dan dinyatakan dengan persen (%). Kemampuan cahaya matahari untuk menembus sampai ke dasar perairan dipengaruhi oleh kekeruhan air. Dengan mengetahui kecerahan suatu perairan, kita dapat mengetahui sampai di mana masih ada kemungkinan terjadi proses asimilasi dalam air, lapisan manakah yang tidak keruh, yang agak keruh, dan yang paling keruh (Kordi dan Tancung, 2007).

Menurut Barus (2002), cahaya matahari yang masuk ke dalam air akan mempengaruhi sifat-sifat optik air. Sebagian cahaya matahari tersebut akan diabsorpsi dan sebagian lagi akan dipantulkan ke luar permukaan air dengan bertambahnya kedalaman lapisan air, intensitas cahaya tersebut akan mengalami perubahan yang signifikan baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Vegetasi tumbuhan yang ada di sepanjang aliran perairan sungai dapat mempengaruhi intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam air, karena tumbuh-tumbuhan tersebut juga mempunyai kemampuan untuk mengabsorpsi cahaya matahari.

Kecerahan air tergantung pada warna dan kekeruhan. Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan, yang ditentukan secara visual dengan menggunakan secchi disk. Nilai ini sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, dan padatan tersuspensi serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran. Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain (Effendi, 2003).

2.3.4 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman adalah suatu ukuran dari konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan suasana air tersebut apakah bereaksi dengan asam atau basa. Nilai pH menyatakan nilai konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan. Kemampuan air untuk mengikat atau melepaskan sejumlah ion hidrogen akan menunjukkan apakah larutan tersebut bersifat asam atau basa (Barus, 2002).

Skala atau ukuran untuk mengukur keasaman atau kebasaan larutan dinamakan pH, nilainya bervariasi antara 0–14 dengan batas normal ada pada nilai 7. Banyaknya buangan yang berasal dari rumah tangga dan industri-industri kimia tertentu ke dalam suatu perairan dapat mempengaruhi nilai pH di dalamnya (Susana *et al.*, 2001).

Menurut Effendi (2003), batas toleransi organisme terhadap pH bervariasi tergantung pada suhu, oksigen terlarut dan kandungan garam-garam ionik suatu perairan. Kebanyakan perairan alami memiliki pH antara 6–9. Sebagian besar biota perairan sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7–8,5. Pengaruh pH terhadap komunitas perairan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh pH terhadap Komunitas Perairan (Effendi, 2003)

Nilai pH	Pengaruh Umum
6,0–6,5	<ol style="list-style-type: none"> 1. keanekaragaman plankton dan benthos sedikit menurun 2. kelimpahan total, biomassa, dan produktivitas tidak mengalami perubahan
5,5–6,0	<ol style="list-style-type: none"> 1. penurunan keanekaragaman plankton dan benthos semakin tampak 2. kelimpahan total, biomassa, dan produktivitas masih belum mengalami perubahan yang berarti 3. algae hijau berfilamen mulai tampak pada zona litoral
5,0–5,5	<ol style="list-style-type: none"> 1. penurunan keanekaragaman dan komposisi jenis plankton, perifiton dan benthos semakin besar 2. terjadi penurunan kelimpahan total dan biomassa zooplankton dan benthos 3. algae hijau berfilamen semakin banyak 4. proses nitrifikasi terhambat
4,5–5,0	<ol style="list-style-type: none"> 1. penurunan keanekaragaman dan komposisi jenis plankton, perifiton dan benthos semakin besar 2. penurunan kelimpahan total dan biomassa zooplankton dan benthos 3. algae hijau berfilamen semakin banyak 4. proses nitrifikasi terhambat

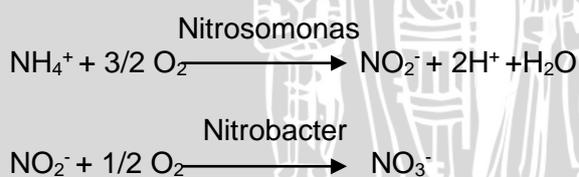
Nilai pH sangat menentukan dominansi alga bentik dan fitoplankton. Alga biru lebih menyukai pH netral sampai basa dan respon pertumbuhan negatif

terhadap asam ($\text{pH} < 6$), Chrysophyta umumnya pada kisaran pH 4,5–8,5, dan pada umumnya diatom pada kisaran pH yang netral akan mendukung keanekaragaman jenisnya (Weitzel, 1979 dalam Wijaya, 2009).

2.3.5 Nitrat

Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Nitrogen dan senyawanya tersebar secara luas dalam biosfer. Lapisan atmosfer bumi mengandung sekitar 78 % gas nitrogen. Batuan juga mengandung nitrogen. Nitrat-nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrifikasi merupakan proses oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat dalam siklus nitrogen yang berlangsung dalam kondisi aerob (Effendi, 2003).

Menurut Sudaryanti (1995), sumber utama unsur hara N berasal dari atmosfer berupa nitrogen molekuler. Mekanisme masuknya nitrogen molekuler ke dalam perairan melalui difusi. Kemudian oleh kegiatan bakteri aerob akan dibentuk persenyawaan nitrogen melalui proses nitrifikasi sebagai berikut :



Unsur nitrogen erat kaitannya dan sangat vital terhadap pertumbuhan fitoplankton maupun tanaman air. Senyawa nitrogen yang dapat dimanfaatkan oleh alga dan fitoplankton hanyalah senyawa garam-garam ammonium dan nitrat. Kadarnya di dalam perairan maksimal 11,4 mg/l dan umumnya lebih kecil dari 5 mg/l. Batas minimum untuk pertumbuhan fitoplankton atau alga adalah 0,35 mg/l (Hertika, 2006).

Nitrogen terlarut dimanfaatkan oleh jenis *blue green algae* dengan fiksasi nitrogen. Pemanfaatan nitrat oleh fitoplankton mencakup konversi nitrat menjadi amonia sebelum diasimilasi oleh material sel. Oleh karena itu pengambilan komponen amonium dalam pengukuran jauh lebih bermanfaat. Sementara dari percobaan kultur menunjukkan bahwa amonium-N lebih disukai dalam bentuk nitrat, dan unsur nitrat ternyata tersedia dalam jumlah yang cukup di perairan alami (Herawati dan Kusriani, 2005).

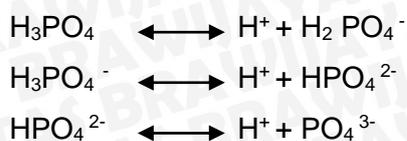
Menurut Effendi (2003), bahwa kadar nitrat nitrogen pada perairan alami hampir tidak pernah lebih dari 0,1 mg/l dan kadar nitrat nitrogen yang lebih dari 0,2 mg/l dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (pengayaan) perairan, yang selanjutnya memicu pertumbuhan alga dan tumbuhan air secara pesat.

2.3.6 Ortofosfat

Senyawa fosfat di sungai berasal dari proses kimia dan biologi sepanjang aliran air. Fosfat di perairan terdapat dalam keadaan terlarut (bercampur dalam air), tersuspensi (dapat mengendap dalam jangka waktu tertentu) atau terikat dalam sel. Secara kimia dapat berupa senyawa ortofosfat, polifosfat, dan fosfat organik (terikat dalam bahan organik dan tidak larut) (Waite, 1984 dalam Mulyanto, 1995).

Fosfor berasal terutama dari sedimen yang selanjutnya akan terinfiltrasi ke dalam air tanah dan akhirnya masuk ke dalam sistem perairan terbuka (sungai dan danau). Selain itu dapat berasal dari atmosfer dan bersama dengan curah hujan masuk ke dalam sistem perairan (Barus, 2002).

Menurut Effendi (2003), reaksi ionisasi asam ortofosfat ditunjukkan dalam persamaan:



Ortofosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik, sedangkan polifosfat harus mengalami hidrolisis membentuk ortofosfat dahulu sebelum dapat dimanfaatkan sebagai sumber fosfor.

Penambahan unsur fosfor di perairan umum berasal dari limbah dan sisa pupuk persawahan yang ada di sekitar lingkungan perairan. Penambahan unsur fosfor ke dalam perairan akan menentukan struktur komunitas dan perubahan tingkat kesuburan perairan. Perubahan tingkat kesuburan oligotrof yang kandungan fosfatnya lebih kecil dari 0,01 mg/l ke mesotrof yang kandungan fosfatnya 0,01–0,05 mg/l akan didominasi oleh alga tertentu. Misalnya jenis Diatom akan mendominasi perairan berkadar fosfat rendah (0,00–0,02 mg/l). Pada kadar 0,02–0,05 mg/l banyak tumbuh Chlorophyta dan pada kadar lebih dari 0,1 mg/l banyak tumbuh Cyanophyta (Wetzel, 1975 dalam Subarijanti, 1990).

Kebutuhan fosfat oleh alga hanya dalam jumlah tertentu tergantung dari jenisnya. *Blooming* (pertumbuhan berlebih alga) akan terjadi apabila jumlah fosfat berlebih, yang dapat mempengaruhi kesuburan perairan. Jenis diatom mendominasi perairan yang berkadar fosfat 0–0,02 mg/l. Fitoplankton dari divisi Chlorophyta banyak tumbuh pada kadar fosfat 0,02–0,05 mg/l. Peranan fosfat untuk fitoplankton adalah sebagai bahan penyusun inti sel lemak dan protein, sangat penting dalam proses pembelahan sel, membentuk nukleo protein dan menyimpan serta memindahkan energi (Hertika, 2006).

Secara umum fosfor dalam tanah digolongkan dalam dua bentuk yaitu bentuk anorganik dan organik. Kedua bentuk tersebut merupakan sumber fosfor yang penting bagi tanaman. Sebagian besar fosfat anorganik bersenyawa dengan unsur Kalsium (Ca), Besi (Fe) dan Aluminium (Al). Fosfor dalam suasana basa di mana pH >7 akan berikatan dengan unsur Ca menjadi $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dan

akan mengendap. Sedangkan pada suasana asam di mana pH lebih kecil dari 7 maka fosfor akan berikatan dengan Fe atau Al dan juga akan mengendap (Subarijanti, 1990).

Pada perairan alami kandungan fosfat relatif rendah dengan kisaran 0,005–0,02 mg/l, yang subur 0,5 mg/l, kecuali yang menerima air limbah rumah tangga, industri, atau pertanian (Boyd, 1982 dalam Mulyanto, 1995).

2.4 Alga Benthik Sebagai Indikator Perairan

Sifat atau mutu perairan dapat diketahui melalui pendugaan terhadap hasil pengukuran atau pengamatan parameter fisika, kimia dan biologi. Menurut Sudaryanti (1997), keunggulan indikator biologi dibanding dengan indikator fisika-kimia yaitu dapat menggambarkan keadaan lingkungan akumulatif jangka panjang, dan dapat menggambarkan fluktuasi kondisi lingkungan.

Menurut *American Public Health Association* (1985), alga benthik tidak seperti plankton yang pada umumnya tidak dapat merespon secara lengkap pengaruh pencemaran pada perairan sungai, alga benthik dapat menampilkan respon secara langsung dari pencemaran. Karena kelimpahan dan komposisi alga benthik pada lokasi tertentu dipengaruhi oleh kualitas air pada saat itu dan pengamatan alga benthik pada umumnya berguna untuk mengevaluasi kondisi badan air.

Meskipun relatif sulit untuk diamati secara langsung, komunitas alga benthik merupakan indikator kualitas air yang sangat bagus. Karena keadaan alaminya, alga benthik tidak dapat berpindah dari tekanan pencemaran, sehingga organisme ini menetap dan secara konstan menjadi indikator keadaan tempat hidupnya yang telah tercemar (Lind, 1997).

Menurut APHA (1982), jenis-jenis fitoplankton yang mencerminkan kondisi perairan bersih antara lain *Pinnularia*, *Suriella*, *Ankistrodesmus*,



Navicula, Ulothrix, Rhizoclonium, Cladophora, Cyclotella, Rhadomonas, Crisococcus, Clocochloris, Meridion, Calothrix, Micrasterias, Enthopysalis, Cromulina, Hidlebrandia, Phacotus, Microcoleus, Cocconeis dan Lemanea. Jenis-jenis fitoplankton yang mencerminkan kondisi perairan kotor antara lain Nitzschia, Chlorella, Phormidium, Agmenellum, Carteria, Pyrobotrys, Lepocinclis, Anabaena, Euglena, Spirogyra, Chlorococcum, Tetraedron, Oscillatoria, Phacus, Chlorogonium, Arthrospira, Gomphonema, Stigeoclonium, Anacystis, Chlamydomonas dan Lyngbya.

2.5 Indeks Diversitas

Indeks diversitas adalah pernyataan secara matematika yang menggunakan komponen struktur komunitas yaitu *richness* (jumlah spesies yang ditemukan), *evennes* (distribusi individu diantara spesies adalah seragam), dan kelimpahan (jumlah total organisme yang ditemukan) untuk menggambarkan respon komunitas terhadap kualitas lingkungannya. Lingkungan yang tidak tercemar dicirikan dengan diversitas atau richness yang tinggi, distribusi individu diantara spesies, dan jumlah individu tinggi. Indeks diversitas yang paling sering digunakan adalah *Shannon-Weaver Index*, karena stabil digunakan untuk berbagai distribusi spasial (Sudaryanti, 1997).

Menurut Hellawell (1986) dalam Mulyanto (1995), indeks diversitas *Shannon-Weaver* menggambarkan kekayaan spesies (genus) dari suatu komunitas, untuk mengukur tingkat tekanan yang dialami oleh suatu komunitas karena tekanan ekologis atau pencemaran.

Menurut Sudaryanti (1997), penggunaan indeks diversitas mempunyai beberapa keuntungan yaitu :

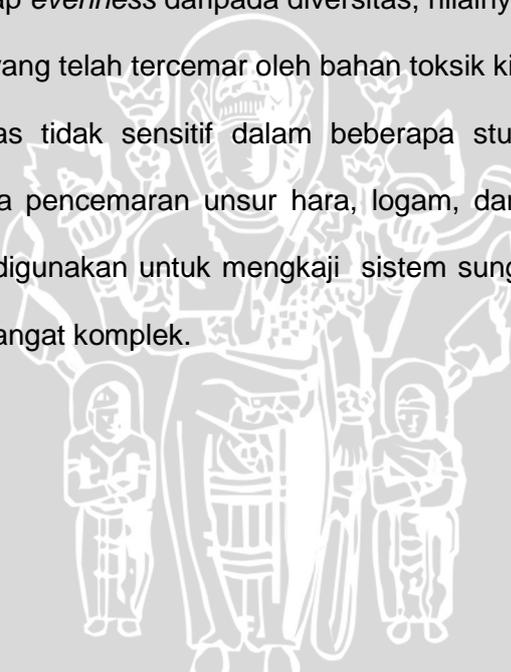
1. Secara kuantitatif jelas terukur
2. Ukuran contoh relatif bebas

3. Tidak ada asumsi untuk batas toleransi spesies karena sangat subyektif

Menurut Sudaryanti (1997), indeks diversitas juga memiliki kelemahan sebagai berikut :

1. Jumlah individu tiap spesies dan adaptasinya dengan lingkungan tidak tampak
2. Tidak semua komunitas yang ditemukan di daerah yang tidak tercemar mempunyai diversitas tinggi, karena itu tidak mungkin untuk mengkaitkan nilai tertentu dengan kerusakan ekologis
3. Di daerah yang cukup tercemar dapat terjadi peningkatan kelimpahan tanpa mengurangi jumlah spesies, sehingga nilai diversitas menjadi tinggi. Karena H' lebih sensitif terhadap *evenness* daripada diversitas, nilainya mungkin tinggi pada suatu tempat yang telah tercemar oleh bahan toksik kimia.

Indeks diversitas tidak sensitif dalam beberapa studi, terutama pada daerah yang menerima pencemaran unsur hara, logam, dan pestisida. Indeks diversitas tidak dapat digunakan untuk mengkaji sistem sungai yang menerima sumber pencemaran sangat kompleks.



3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah air sungai dan alga bentik yang menempel pada batuan (*epilithic*) di sepanjang aliran Sungai Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Parameter yang diukur terdiri dari nir air yaitu arus, parameter fisika yaitu suhu dan kecerahan, serta parameter kimia yaitu pH, nitrat, dan ortofosfat.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan untuk pengambilan data alga bentik (*epilithic*) dan parameter kualitas air serta bahan-bahan yang digunakan untuk uji parameter kimia pada penelitian ini dapat dilihat di Lampiran 2.

3.3 Metode Penelitian

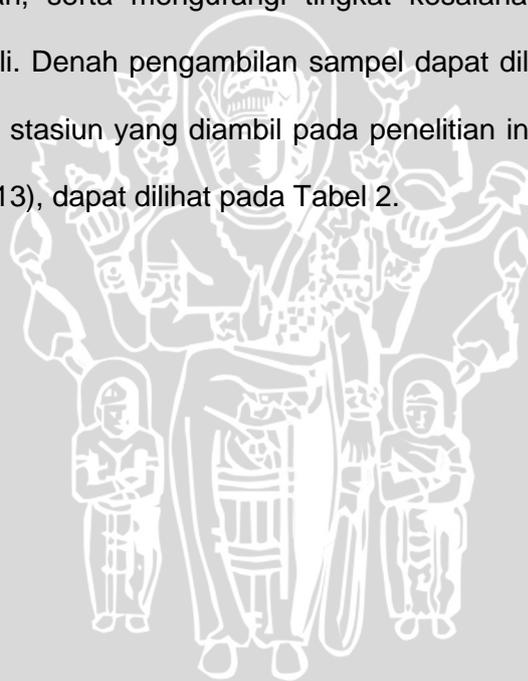
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei, yaitu dengan mengadakan kegiatan pengumpulan data, analisis data, dan interpretasi data yang bertujuan untuk membuat deskripsi mengenai keadaan yang terjadi pada saat penelitian dan teknik pengambilan data dilakukan dengan observasi secara langsung di lapangan (Suryabrata, 2005).

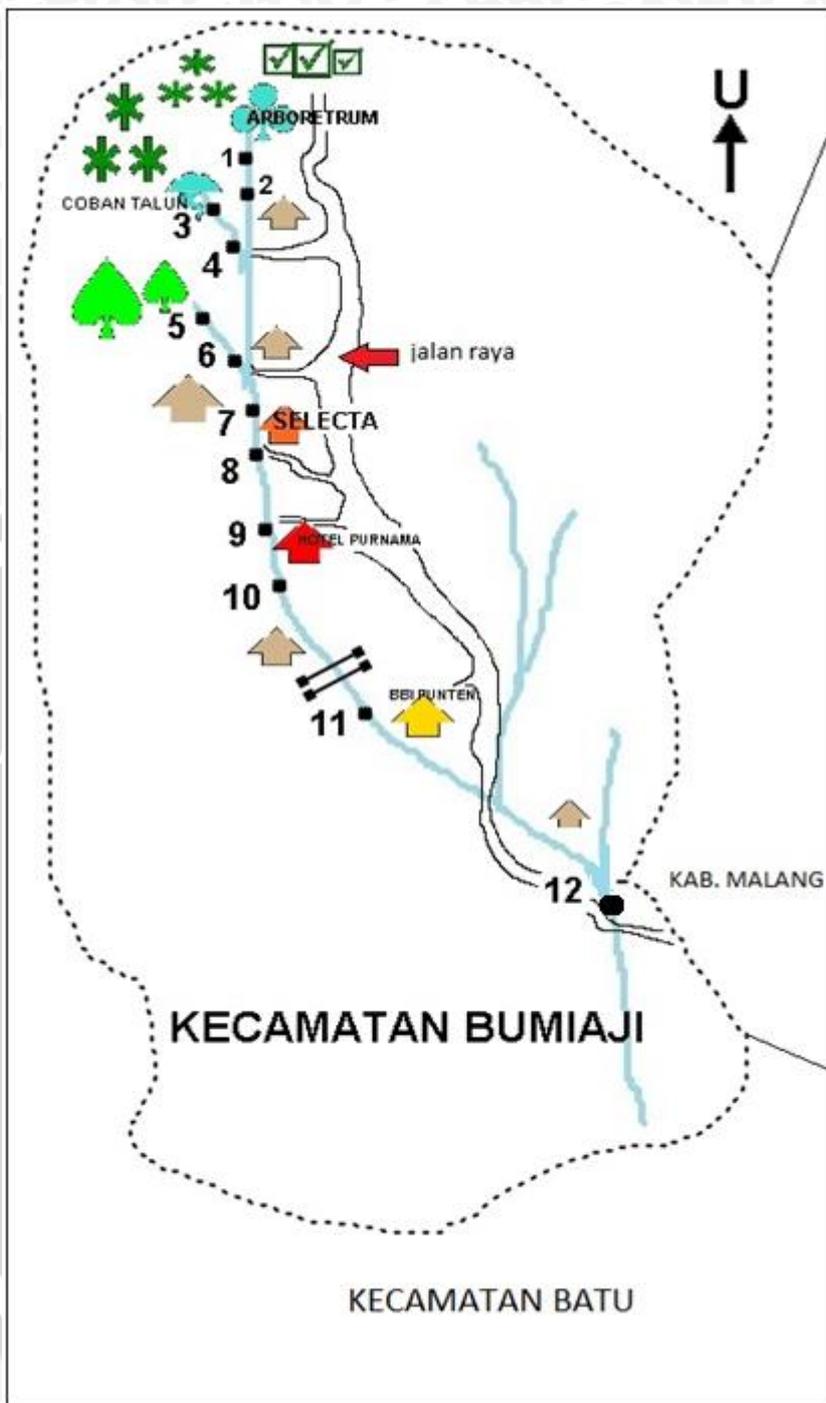
3.4 Sumber Data

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah data primer. Data primer adalah data yang secara langsung dikumpulkan oleh peneliti dari sumber pertamanya (Suryabrata, 2005). Data primer dalam penelitian ini berasal dari hasil observasi dan partisipasi aktif. Partisipasi aktif yang dilakukan meliputi kegiatan pengambilan sampel alga bentik (*epilithic*) serta pengukuran parameter kualitas air baik parameter fisika maupun parameter kimia.

3.5 Lokasi Pengamatan

Penentuan lokasi pengamatan dan pengukuran parameter utama yaitu alga benthik yang menempel pada substrat batuan (*epilithic*) serta parameter fisika dan kimia perairan yang didasarkan pada tata guna dan pemanfaatan lahan di sepanjang aliran Sungai Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, sehingga tidak terdapat jarak yang teratur antar stasiun. Pengambilan sampel dilakukan sekali dalam satu minggu selama satu bulan. Pengambilan sampel dilakukan satu minggu sekali karena alga benthik siklus hidupnya antara 1–2 minggu, dan dilakukan selama satu bulan untuk mendapatkan fluktuasi mingguan, dapat dijadikan perbandingan, serta mengurangi tingkat kesalahan apabila sampel hanya diambil satu kali. Denah pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3. Adapun pembagian stasiun yang diambil pada penelitian ini berdasarkan dari penelitian Gianina (2013), dapat dilihat pada Tabel 2.





KETERANGAN :	
	HUTAN
	MATA AIR SUMBER BRANTAS
	COBAN TALUN
	PERKEBUNAN APEL
	PERTANIAN
	SELECTA
	HOTEL PURNAMA
	BBI PUNTEN
	PEMUKIMAN

Gambar 3. Denah Lokasi Pengambilan Sampel

Tabel 2. Stasiun Pengambilan Sampel (Gianina, 2013)

Stasiun / Tanggal Pengambilan Sampel	Keterangan
1 (7, 14,21,28 Juni 2013)	Daerah dengan jarak sekitar 1 meter dari mata air dari Sungai Brantas. Aliran sungai ini termasuk daerah yang relatif masih alami (<i>reference site</i>). Terdapat tiga titik pengambilan sampel yaitu tengah, kiri dan kanan aliran sungai yang terletak pada koordinat 7° 48' 14,6" LS dan 112° 30' 59,7" BT dengan ketinggian 1663 mdpl.
2 (7, 14,21,28 Juni 2013)	Daerah yang sudah masuk plengsengan wilayah Arboretum. Merupakan aliran sungai setelah mata air Sumber Brantas (stasiun 1). Daerah ini terkadang terdapat sampah dari pengunjung. Terdapat tiga titik pengambilan sampel yaitu tengah, kiri dan kanan aliran sungai yang terletak pada koordinat 7° 45' 23,2" LS dan 112° 31' 39" BT dengan ketinggian 1661 mdpl.
3 (7, 14,21,28 Juni 2013)	Daerah yang terletak di kawasan Coban Talun Dusun Junggo Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu. Sering digunakan untuk kegiatan penambangan batu dan pasir. Terdapat tiga titik pengambilan sampel yaitu tengah, kiri dan kanan aliran sungai yang terletak pada koordinat 7° 48' 31,7" LS dan 112° 31' 22,4" BT dengan ketinggian 1318 mdpl.
4 (7, 14,21,28 Juni 2013)	Daerah Coban Talun setelah DAM. Terdapat DAM sebelum stasiun ini. Kondisi di sekitar sungai masih di kelilingi oleh hutan pinus dan semak-semak. Terdapat tiga titik pengambilan sampel yaitu tengah, kiri dan kanan aliran sungai yang terletak pada koordinat 7° 47' 59,5" LS dan 112° 30' 56,6" BT dengan ketinggian 1300 mdpl.

Tabel 2. Lanjutan

Stasiun / Tanggal Pengambilan Sampel	Keterangan
5 (7, 14,21,28 Juni 2013)	Daerah di sekitar perkebunan apel Dusun Gerdu Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu. Limbah pertanian langsung dibuang di daerah ini. Terdapat tiga titik pengambilan sampel yaitu tengah, kiri dan kanan aliran sungai yang terletak pada koordinat 7° 48' 36,6" LS dan 112° 31' 34,7" BT dengan ketinggian 1279 mdpl
6 (7, 14,21,28 Juni 2013)	Daerah di antara perkebunan apel dan pemukiman penduduk Dusun Gerdu, Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Merupakan daerah aliran dari stasiun 5 namun banyak dipengaruhi oleh limbah dari pemukiman penduduk. Terdapat tiga titik pengambilan sampel yaitu tengah, kiri dan kanan aliran sungai yang terletak pada koordinat 7° 48' 36,5" LS dan 112° 31' 34,6" BT dengan ketinggian 1258 mdpl
7 (7, 14,21,28 Juni 2013)	Daerah di belakang kawasan Selecta, tepatnya di Dusun Kekep Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu. Kondisi di sekitar sungai berupa semak-semak, 200 meter setelah itu terdapat kawasan pemukiman penduduk. Di sungai juga terdapat beberapa aktifitas penambangan batu. Terdapat tiga titik pengambilan sampel yaitu tengah, kiri dan kanan aliran sungai yang terletak pada koordinat 7° 49' 11,5" LS dan 112° 31' 26,1" BT dengan ketinggian 1065 mdpl.
8 (7, 14,21,28 Juni 2013)	Daerah di sebelah selatan Selecta dan masih termasuk kawasan Dusun Kekep Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu. Merupakan terusan aliran dari stasiun 7 yang terletak setelah jembatan. Terdapat tiga titik pengambilan sampel yaitu tengah, kiri dan kanan aliran sungai yang terletak pada

Tabel 2. Lanjutan

Stasiun / Tanggal Pengambilan Sampel	Keterangan
	koordinat 7° 49' 11,6" LS dan 112° 31' 26,1" BT dengan ketinggian 1075 mdpl.
9 (7, 14,21,28 Juni 2013)	Daerah di belakang Hotel Purnama Dusun Puntan Desa Sidomulyo Kecamatan Bumiaji Kota Batu. Daerah pembuangan limbah hortikultura bunga. Terdapat tiga titik pengambilan sampel yaitu tengah, kiri dan kanan aliran sungai yang terletak pada koordinat 7° 50' 14,7" LS dan 112° 31' 25,8" BT dengan ketinggian 981 mdpl.
10 (7, 14,21,28 Juni 2013)	Daerah di sebelah selatan Hotel Purnama. Aliran sungai dari stasiun 9. Kondisi di sekitar sungai banyak terdapat hortikultura bunga yang limbahnya langsung dibuang di daerah ini. Terdapat tiga titik pengambilan sampel yaitu tengah, kiri dan kanan aliran sungai yang terletak pada koordinat 7° 50' 21,1" LS dan 112° 31' 21,5" BT dengan ketinggian 975 mdpl.
11 (7, 14,21,28 Juni 2013)	Daerah di sebelah Jembatan Sidomulyo Dusun Sukorembug Desa Sidomulyo Kecamatan Bumiaji Kota Batu. Kondisi di sekitar sungai berupa wilayah hortikultura sayur dan bunga. Pembuangan limbah pemukiman juga dilakukan di daerah ini. Terdapat tiga titik pengambilan sampel yaitu tengah, kiri dan kanan aliran sungai yang terletak pada koordinat 7° 47' 58,2" LS dan 112° 32' 46,9" BT dengan ketinggian 919 mdpl.
12 (7, 14,21,28 Juni 2013)	Daerah Kali Lanang. Merupakan aliran Sungai Brantas yang akan menuju Kabupaten Malang. Terletak di bawah jembatan menuju Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. Tepatnya berada di Dusun Pandanrejo Desa Giripurno Kecamatan Bumiaji Kota Batu. Kondisi di sekitar sungai

Tabel 2. Lanjutan

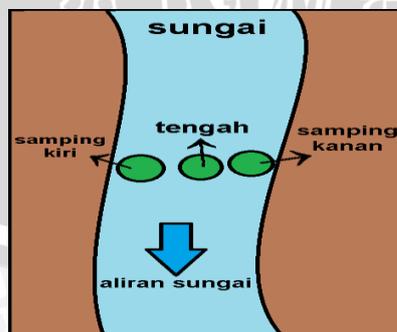
Stasiun / Tanggal Pengambilan Sampel	Keterangan
	terdapat semak-semak dan pepohonan. Terdapat tiga titik pengambilan sampel yaitu tengah, kiri dan kanan aliran sungai yang terletak pada koordinat $7^{\circ} 51' 48,8''$ LS dan $112^{\circ} 32' 52,1''$ BT dengan ketinggian 770 mdpl.

3.6 Teknik Pengambilan Sampel

Pengukuran parameter fisika (arus, suhu dan kecerahan) dan parameter kimia (derajat keasaman (pH), nitrat, dan ortofosfat) dilakukan secara langsung (*in situ*) dan analisis di laboratorium (*ex situ*). Pengambilan sampel air dilakukan terlebih dahulu dan kemudian dilakukan pengambilan sampel biologi yaitu sampel alga benthik. Pengambilan sampel air dan sampel biologi dilakukan pada hari yang sama.

3.6.1 Teknik Pengambilan dan Analisis Sampel Alga Benthik (*epilithic*)

Sampel alga benthik diambil dua kali ulangan (*duplo*) pada substrat batu yang terdapat pada tiga titik di setiap area koordinat stasiunnya yaitu di tengah, kanan dan kiri aliran sungai (Gambar 4).



Gambar 4. Titik Pengambilan Sampel

Dilakukan pengerikan dengan menggunakan sikat terhadap permukaan substrat tersebut dengan luasan 4 cm^2 . Penulis memilih luasan 4 cm^2 karena luasan

batuan di Sungai Brantas relatif kecil ($\pm 4-10 \text{ cm}^2$). Luasan 4 cm^2 didapat dengan menggunakan plastik mika yang sudah dilubangi seluas 4 cm^2 . Hasil kerikan tersebut ditaruh pada nampan dan kemudian dimasukkan kedalam botol sampel sesuai masing-masing stasiun pengambilan sampel. Kemudian ditambahkan larutan preservasi Lugol 1% kurang lebih 7 tetes ($0,33 \text{ ml}$) dengan perhitungan $1 \text{ tetes} = 0,045 \text{ ml}$ dan ukuran botol film 33 ml . Sampel alga bentik (*epilithic*) tersebut kemudian diidentifikasi menurut Davis (1995), dan Prescott (1970) di Laboratorium Hidrobiologi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya. Setelah diidentifikasi, kemudian dianalisis kepadatan serta kepadatan relatifnya.

Analisis perhitungan data yang sudah diperoleh menggunakan rumus kepadatan yang terdapat dalam APHA (1985), yaitu :

$$\text{Ind/mm}^2 = \frac{N \times A_t \times V_t}{A_c \times V_s \times A_s}$$

Dimana :

N = Jumlah organisme yang ditemukan

A_t = Luas *cover glass* (400 mm^2)

V_t = Volume sampel dalam botol sampel (33 ml)

A_c = Luas lapang pandang dikalikan jumlah lapang pandang yang diamati ($1,05 \text{ mm}^2$). Hasil diperoleh dari perhitungan : $\pi r^2 (3,14 \times (0,58)^2) = 1,05 \text{ mm}^2$

V_s = Volume air sampel di bawah *cover glass* ($0,045 \text{ ml}$)

A_s = Luas daerah yang diambil sampelnya (1200 mm^2); ($400 \text{ mm}^2 \times 3$)

Perhitungan data yang sudah diperoleh menggunakan rumus kepadatan relatif yang terdapat dalam Michael (1984) dalam Sinaga (2009), yaitu :

$$\text{KR} = \frac{\text{Kepadatan suatu jenis}}{\text{Jumlah kepadatan seluruh jenis}} \times 100\%$$

3.6.2 Teknik Pengambilan dan Analisis Sampel Kualitas Air

a. Kecepatan Arus

Menurut Barus (2002), kecepatan arus dapat diukur dengan menggunakan alat *Current Meter*, tetapi kecepatan arus juga dapat diukur dengan menggunakan peralatan yang lebih sederhana seperti memasukkan benda yang melayang seperti botol plastik ke dalam air pada jarak tertentu, kemudian mencatat waktu yang ditempuh dengan menggunakan stopwatch.

Kemudian dihitung dengan menggunakan rumus :

$$V \text{ (meter/detik)} = \frac{\text{Panjang tali (meter)}}{\text{Waktu (detik)}}$$

b. Suhu

Menurut Standar Nasional Indonesia (2006), pengukuran suhu dilakukan dengan cara :

- 1) Memasukkan termometer ke dalam perairan sekitar 10 cm dan ditunggu sekitar 2 menit sampai air raksa dalam skala termometer berhenti pada skala tertentu
- 2) Mencatat dalam skala °C
- 3) Membaca skala pada saat termometer masih berada di dalam air.

c. Kecerahan

Menurut SNI (2006), pengukuran kecerahan pada perairan adalah sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan secchi disk.
- 2) Memasukkan secara perlahan ke dalam perairan hingga batas tidak tampak pertama kali.
- 3) Mencatat sebagai d_1 diberi tanda dengan karet gelang batas yang tidak tampak pertama kali.

- 4) Memasukkan kembali dalam perairan sampai benar-benar tidak terlihat.
- 5) Menarik pelan-pelan sampai tampak pertama kali kemudian diberi tanda dengan karet gelang sebagai d_2 .
- 6) Menghitung dengan rumus
$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

d. Derajat Keasaman (pH)

Menurut SNI (2006), derajat keasaman (pH) perairan dapat diukur dengan menggunakan pH paper atau pH pen. Pengukuran pH dengan menggunakan pH paper meliputi :

- 1) Memasukkan pH paper ke dalam air sekitar 2 menit
- 2) Mengkibas-kibaskan pH paper sampai setengah kering
- 3) Mencocokkan perubahan warna pH paper dengan kotak standar

e. Nitrat

Menurut SNI (2006), cara untuk mengukur kadar nitrat yaitu sebagai berikut:

- 1) Menyaring 25 ml sampel dan menuangkan ke dalam cawan porselin
- 2) Menguapkan diatas pemanas sampai kering dan didinginkan
- 3) Menambahkan 1 ml asam fenol disulfonik, aduk dengan pengaduk gelas dan encerkan dengan 10 ml aquades.
- 4) Menambahkan NH_4OH (1:1) sampai terbentuk warna, encerkan dengan aquades sampai 25 ml. Kemudian masukkan dalam cuvet.
- 5) Membandingkan dengan larutan standar pembanding yang telah dibuat, baik secara visual atau dengan spektrofotometer (pada panjang gelombang 410 μm) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Larutan Standar Perbandingan Nitrat

Larutan standar $\text{NH}_4 / \text{NH}_3$ (ml)	Tambah aquadest sampai menjadi (ml)	Larutan Baku (ppm)
0,05	25	0,01
0,5	25	0,1
1,25	25	0,25
2,5	25	0,50
3,75	25	0,75
5	25	1,00

f. Ortofosfat

Menurut SNI (2006), cara untuk mengukur kadar ortofosfat yaitu sebagai berikut:

- 1) Menambahkan 1 ml ammonium molibdat-asam sulfat ke dalam masing-masing larutan standar yang telah dibuat dan menggoyangkannya sampai larutan bercampur.
- 2) Menambahkan 2 tetes larutan SnCl_2 dan kocok. Warna biru akan timbul (10-12 menit) sesuai dengan kadar fosfornya.
- 3) Menuangkan 25 ml air sampel ke dalam Erlenmeyer berukuran 50 ml.
- 4) Menambahkan 1 ml amonium molibdat.
- 5) Menambahkan 2 tetes SnCl_2 dan kocok.
- 6) Membandingkan warna biru air sampel dengan larutan standar, baik secara visual atau dengan menggunakan spektrofotometer (panjang gelombang 690 μm) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Larutan Standar Pembanding Ortofosfat

Larutan standar yang mengandung pospor 5 ppm (ml)	Tambah aquadest sampai menjadi (ml)	Kadar Fosfor Dalam Larutan ini
0,5	25	0,1
1,25	25	0,25
2,5	25	0,5
3,75	25	0,75
5	25	1

3.7 Analisis Data

Alga bentik (*epilithic*) diidentifikasi sampai tingkat genus, kemudian dihitung kepadatan dan kepadatan relatifnya dengan menggunakan rumus kepadatan yang terdapat dalam APHA (1985) dan rumus kepadatan relatif yang terdapat dalam Sinaga (2009) (lihat halaman 17). Analisis dilanjutkan dengan menggunakan indeks diversitas menurut *Shannon-Weaver dalam Sournia* (1978), dengan rumus sebagai berikut :

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i$$

Dimana :

H' = Nilai indeks diversitas

P_i = n_i/N

n_i = Jumlah total individu dari tiap genus

N = Jumlah individu dari tiap genus di dalam satu sampel

log₂ = lihat pada tabel *Shannon-Weaver*

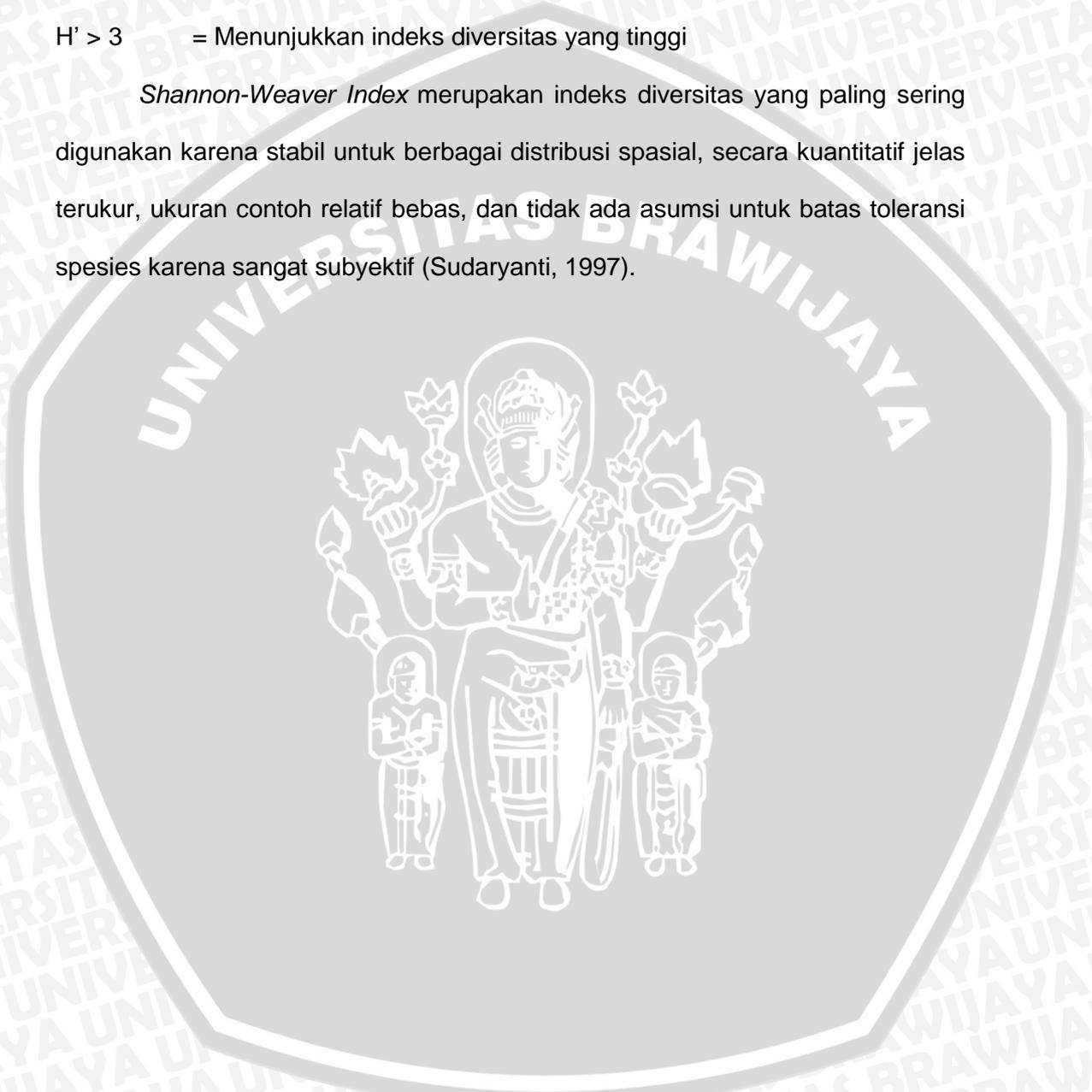
Menurut Odum (1971) dalam Nisa (2014), kriteria nilai indeks diversitas yaitu:

$H' < 1$ = Menunjukkan indeks diversitas yang rendah

$1 > H' > 3$ = Menunjukkan indeks diversitas yang sedang

$H' > 3$ = Menunjukkan indeks diversitas yang tinggi

Shannon-Weaver Index merupakan indeks diversitas yang paling sering digunakan karena stabil untuk berbagai distribusi spasial, secara kuantitatif jelas terukur, ukuran contoh relatif bebas, dan tidak ada asumsi untuk batas toleransi spesies karena sangat subyektif (Sudaryanti, 1997).



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Menurut Badan Pusat Statistik Kota Batu (2015), pembagian wilayah di Kota Batu terdiri 3 kecamatan yaitu Kecamatan Batu, Kecamatan Junrejo, dan Kecamatan Bumiaji. Penelitian tentang pendugaan kondisi aliran Sungai Brantas berdasarkan komunitas alga bentik (*epilithic*) ini dilaksanakan di Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Desa Sumber Brantas, Desa Tulungrejo, Desa Punten, Desa Sidomulyo, dan Desa Pandanrejo adalah beberapa desa yang terdapat di Kecamatan Bumiaji, Kota Batu yang dilalui aliran Sungai Brantas dengan sumber mata air yang bermula dari Desa Sumber Brantas.

Menurut Gianina (2013), Sungai Brantas dimanfaatkan masyarakat di sekitarnya untuk kehidupan sehari-hari seperti mandi, memasak sampai ke pengairan lahan pertanian maupun lahan perkebunan. Masyarakat di sekitar Sungai Brantas juga memanfaatkan sungai tersebut sebagai sumber tambang pasir, tambang batu, perairan untuk lahan hortikultura, peternakan, dan pemukiman.

Peraturan Daerah Kota Batu Nomor 7 Tahun 2011 dalam Pasal 70 ayat 4h menetapkan bahwa ketentuan umum peraturan zonasi di Sungai Brantas dan anak Sungai Brantas meliputi:

1. Sempadan Sungai Brantas 100 meter kanan-kiri badan sungai di luar kawasan permukiman, serta sempadan Sungai Brantas di dalam kawasan permukiman memiliki sempadan 15 meter di kanan-kiri badan sungai;
2. Sempadan sungai kecil di luar kawasan permukiman memiliki sempadan 50 meter di kanan-kiri badan sungai, dan sungai kecil di dalam kawasan permukiman memiliki sempadan 10 meter di kanan-kiri badan sungai,

sedangkan sepanjang tepian sungai bertanggul memiliki lebar sempadan paling sedikit 5 (lima) meter dari kaki tanggul sebelah luar;

3. Pemanfaatan aliran Sungai Brantas dan anak sungai Brantas untuk melayani irigasi pertanian, pengendali banjir, kegiatan pariwisata dan sumber pembangkit energi.
4. Perencanaan dan pengendalian penggunaan tanah kawasan terbangun, terutama untuk perumahan yang tidak berada di dalam kawasan konservasi sempadan sungai.

4.2 Deskripsi Stasiun Pengambilan Sampel

4.2.1 Stasiun 1

Pengambilan sampel pada stasiun 1 terletak di Arboretum, Dusun Jurang Kualo, Desa Sumber Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Terletak pada koordinat $7^{\circ} 48' 14,6''$ Lintang Selatan (LS) dan $112^{\circ} 30' 59,7''$ Bujur Timur (BT) dengan ketinggian 1663 meter di atas permukaan laut (mdpl). Tiga titik pengambilan sampel yaitu sisi kanan, tengah, dan kiri sungai terletak pada area koordinat tersebut. Karakteristik sungai pada pengamatan yaitu lebar sungai $\pm 1,5$ m dan kedalaman $\pm 10-15$ cm. Tipe aliran sungainya *riffle* dan *pool* dengan substrat yang mendominasi yaitu kerikil dan pasir. Keadaan air sungainya jernih dan pada sisi kiri menghadap aliran air dari hulu banyak terdapat naungan berupa vegetasi pohon dan semak-semak sedangkan di sisi kanan sungai terdapat area pariwisata untuk Arboretum. Kedua sisi sungai sudah diplengseng. Gambar stasiun 1 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Lokasi Stasiun 1

4.2.2 Stasiun 2

Pengambilan sampel pada stasiun 2 terletak di Arboretum, Dusun Jurang Quali, Desa Sumber Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Terletak pada koordinat $7^{\circ} 45' 23,2''$ LS dan $112^{\circ} 31' 39''$ BT dengan ketinggian 1661 mdpl. Tiga titik pengambilan sampel yaitu sisi kanan, tengah, dan kiri sungai terletak pada area koordinat tersebut. Karakteristik sungai pada pengamatan yaitu lebar sungai $\pm 1,5$ m dan kedalaman $\pm 10-15$ cm. Tipe aliran sungainya *riffle* dan *pool* dengan substrat yang mendominasi yaitu kerikil, pasir dan batuan yang tidak terlalu besar. Keadaan air sungainya jernih dan pada sisi kiri menghadap aliran air dari hulu banyak terdapat naungan berupa vegetasi pohon, semak-semak dan rumput sedangkan di sisi kanan sungai terdapat area pariwisata untuk Arboretum. Kedua sisi sungai sudah diplengseng. Gambar stasiun 2 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Lokasi Stasiun 2

4.2.3 Stasiun 3

Pengambilan sampel pada stasiun 2 terletak di Coban Talun, Dusun Junggo, Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Terletak pada koordinat $7^{\circ} 48' 31,7''$ LS dan $112^{\circ} 31' 22,4''$ BT dengan ketinggian 1318 mdpl. Tiga titik pengambilan sampel yaitu sisi kanan, tengah, dan kiri sungai terletak pada area koordinat tersebut. Karakteristik sungai pada pengamatan yaitu lebar sungai ± 3 m dan kedalaman ± 10 – 25 cm. Tipe aliran sungainya *riffle* dan *pool* dengan substrat yang mendominasi yaitu kerikil dan pasir. Keadaan air sungainya jernih dan banyak terdapat naungan berupa vegetasi pohon dan semak-semak pada sisi kiri menghadap aliran air dari hulu sedangkan pada sisi kanan terdapat banyak tumpukan pasir dan kerikil dari aktivitas penambangan pasir dan kerikil oleh masyarakat sekitar. Gambar stasiun 3 dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Lokasi Stasiun 3

4.2.4 Stasiun 4

Pengambilan sampel pada stasiun 4 terletak di Coban Talun, Dusun Junggo, Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Terletak pada koordinat $7^{\circ} 47' 59,5''$ LS dan $112^{\circ} 30' 56,6''$ BT dengan ketinggian 1300 mdpl. Tiga titik pengambilan sampel yaitu sisi kanan, tengah, dan kiri sungai terletak pada area koordinat tersebut. Karakteristik sungai pada pengamatan yaitu lebar sungai ± 3 m dan kedalaman $\pm 30-40$ cm. Tipe aliran sungainya *riffle* dan *pool* dengan substrat yang mendominasi yaitu kerikil dan batuan besar. Keadaan air sungainya sedikit keruh dan banyak terdapat naungan berupa vegetasi pohon dan semak-semak serta rumput pada sisi kiri dan kanan menghadap aliran air dari hulu. Gambar stasiun 4 dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Lokasi Stasiun 4

4.2.5 Stasiun 5

Pengambilan sampel pada stasiun 5 terletak di Sungai Paron, Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Terletak pada koordinat $7^{\circ} 48' 36,6''$ LS dan $112^{\circ} 31' 34,7''$ BT dengan ketinggian 1279 mdpl. Tiga titik pengambilan sampel yaitu sisi kanan, tengah, dan kiri sungai terletak pada area koordinat tersebut. Karakteristik sungai pada pengamatan yaitu lebar sungai ± 2 m dan kedalaman $\pm 20-35$ cm. Tipe aliran sungainya *riffle* dan *pool* dengan substrat yang mendominasi yaitu pasir dan lumpur serta kerikil dan batuan yang tidak terlalu besar. Keadaan air sungainya keruh kehijauan akibat dari pembuangan limbah dari kandang sapi dengan bau yang menyengat. Terdapat naungan berupa vegetasi semak-semak serta rumput pada sisi kiri menghadap aliran air dari hulu dan di sisi kanan terdapat vegetasi pohon dan hortikultura apel. Gambar stasiun 5 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Lokasi Stasiun 5

4.2.6 Stasiun 6

Pengambilan sampel pada stasiun 6 terletak di Sungai Paron, Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Terletak pada koordinat $7^{\circ} 48' 36,5''$ LS dan $112^{\circ} 31' 34,6''$ BT dengan ketinggian 1258 mdpl. Tiga titik pengambilan sampel yaitu sisi kanan, tengah, dan kiri sungai terletak pada area koordinat tersebut. Karakteristik sungai pada pengamatan yaitu lebar sungai ± 2 m dan kedalaman $\pm 20\text{--}25$ cm. Tipe aliran sungainya *riffle* dan *pool* dengan substrat yang mendominasi yaitu pasir dan lumpur serta kerikil. Keadaan air sungainya keruh. Terdapat akses jalan pada sisi kiri menghadap aliran air dari hulu dan pada sisi kanan terdapat naungan berupa vegetasi semak-semak. Sisi kiri sungai sudah diplengseng. Gambar stasiun 6 dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Lokasi Stasiun 6

4.2.7 Stasiun 7

Pengambilan sampel pada stasiun 6 terletak di Dusun Kekep, Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumijahi, Kota Batu. Terletak pada koordinat $7^{\circ} 49' 11,5''$ LS dan $112^{\circ} 31' 26,1''$ BT dengan ketinggian 1065 mdpl. Tiga titik pengambilan sampel yaitu sisi kanan, tengah, dan kiri sungai terletak pada area koordinat tersebut. Karakteristik sungai pada pengamatan yaitu lebar sungai ± 6 m dan kedalaman ± 50 cm. Tipe aliran sungainya *riffle* dan *pool* dengan substrat yang mendominasi yaitu pasir, kerikil dan beberapa batuan besar. Keadaan air sungainya jernih dan terdapat vegetasi pohon dan semak-semak pada sisi kiri menghadap aliran air dari hulu dan pada sisi kanan terdapat naungan berupa vegetasi semak-semak dan terdapat hortikultura sayur. Gambar stasiun 7 dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Lokasi Stasiun 7

4.2.8 Stasiun 8

Pengambilan sampel pada stasiun 8 terletak di Dusun Kekep, Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Terletak pada koordinat $7^{\circ} 49' 11,6''$ LS dan $112^{\circ} 31' 26,1''$ BT dengan ketinggian 1075 mdpl. Tiga titik pengambilan sampel yaitu sisi kanan, tengah, dan kiri sungai terletak pada area koordinat tersebut. Karakteristik sungai pada pengamatan yaitu lebar sungai ± 6 m dan kedalaman $\pm 35-50$ cm. Tipe aliran sungainya *riffle* dan *pool* dengan substrat yang mendominasi yaitu pasir, kerikil dan beberapa batuan besar. Keadaan air sungainya jernih dan terdapat vegetasi pohon dan semak-semak serta hortikultura sayur pada sisi kiri dan pada sisi kanan menghadap aliran air dari hulu terdapat vegetasi pohon dan semak-semak. Gambar stasiun 8 dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Lokasi Stasiun 8

4.2.9 Stasiun 9

Pengambilan sampel pada stasiun 9 terletak di Dusun Prambatan, Desa Punten, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Terletak pada koordinat $7^{\circ} 50' 14,7''$ LS dan $112^{\circ} 31' 25,8''$ BT dengan ketinggian 981 mdpl. Tiga titik pengambilan sampel yaitu sisi kanan, tengah, dan kiri sungai terletak pada area koordinat tersebut. Karakteristik sungai pada pengamatan yaitu lebar sungai ± 7 m dan kedalaman $\pm 25-40$ cm. Tipe aliran sungainya *riffle* dan *pool* dengan substrat yang mendominasi yaitu pasir dan kerikil. Keadaan air sungainya keruh dan terdapat vegetasi pohon dan semak-semak pada sisi kiri dan pada sisi kanan menghadap aliran air dari hulu terdapat vegetasi pohon, semak-semak dan terdapat banyak tumpukan pasir dan kerikil dari aktivitas penambangan pasir dan kerikil oleh masyarakat sekitar. Gambar stasiun 9 dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Lokasi Stasiun 9

4.2.10 Stasiun 10

Pengambilan sampel pada stasiun 10 terletak di Dusun Prambatan, Desa Punten, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Terletak pada koordinat $7^{\circ} 50' 21,1''$ LS dan $112^{\circ} 31' 21,5''$ BT dengan ketinggian 975 mdpl. Tiga titik pengambilan sampel yaitu sisi kanan, tengah, dan kiri sungai terletak pada area koordinat tersebut. Karakteristik sungai pada pengamatan yaitu lebar sungai ± 5 m dan kedalaman ± 50 cm. Tipe aliran sungainya *riffle* dan *pool* dengan substrat yang mendominasi yaitu pasir dan kerikil serta batuan yang tidak terlalu besar. Keadaan air sungainya keruh dan terdapat vegetasi pohon dan semak-semak pada sisi kiri menghadap aliran air dari hulu dan pada sisi kanan terdapat vegetasi pohon, semak-semak dan terdapat hortikultura bunga. Gambar stasiun 10 dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Lokasi Stasiun 10

4.2.11 Stasiun 11

Pengambilan sampel pada stasiun 11 terletak di Dusun Sukorembug, Desa Sidomulyo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Terletak pada koordinat $7^{\circ} 47' 58,2''$ LS dan $112^{\circ} 32' 46,9''$ BT dengan ketinggian 919 mdpl. Tiga titik pengambilan sampel yaitu sisi kanan, tengah, dan kiri sungai terletak pada area koordinat tersebut. Karakteristik sungai pada pengamatan yaitu lebar sungai ± 5 m dan kedalaman ± 30 cm. Tipe aliran sungainya *riffle* dan *pool* dengan substrat yang mendominasi yaitu pasir dan kerikil serta batuan yang tidak terlalu besar. Keadaan air sungainya keruh dan terdapat vegetasi pohon dan semak-semak pada sisi kiri menghadap aliran air dari hulu dan pada sisi kanan terdapat vegetasi pohon, semak-semak dan rumput. Sampah yang dibuang secara sembarangan oleh masyarakat sekitar banyak terlihat pada stasiun ini karena pada daerah ini dekat dengan permukiman warga. Gambar stasiun 11 dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Lokasi Stasiun 11

4.2.12 Stasiun 12

Pengambilan sampel pada stasiun 11 terletak di Kali Lanang, Desa Giripurno, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Terletak pada koordinat $7^{\circ} 51' 48,8''$ LS dan $112^{\circ} 32' 52,1''$ BT dengan ketinggian 770 mdpl. Tiga titik pengambilan sampel yaitu sisi kanan, tengah, dan kiri sungai terletak pada area koordinat tersebut. Karakteristik sungai pada pengamatan yaitu lebar sungai ± 5 m dan kedalaman ± 35 cm. Tipe aliran sungainya *riffle* dan *pool* dengan substrat yang mendominasi yaitu pasir dan kerikil serta terdapat beberapa batuan besar. Keadaan air sungainya keruh dan terdapat vegetasi pohon dan semak-semak pada sisi kiri menghadap aliran air dari hulu dan pada sisi kanan terdapat vegetasi pohon, semak-semak dan terdapat tempat untuk mandi warga sekitar. Sampah yang dibuang secara sembarangan oleh masyarakat sekitar juga banyak terlihat pada stasiun ini. Gambar stasiun 12 dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Lokasi Stasiun 12

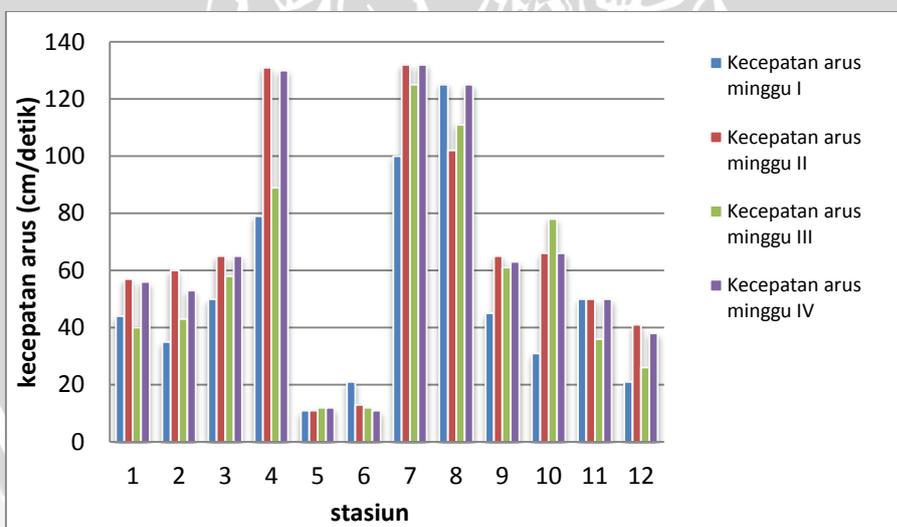
4.3 Kondisi Fisika Kimia

4.3.1 Kecepatan arus

Hasil pengukuran di lapang didapatkan kecepatan arus pada semua stasiun setiap minggunya berkisar antara 11–132 cm/detik (lihat Lampiran 3 dan Gambar 17). Kecepatan arus terlemah pada minggu pertama dan kedua didapatkan pada stasiun 5 yang terletak di Sungai Paron, Desa Tulungrejo yaitu sebesar 11 cm/detik (Lampiran 3). Kecepatan arus terlemah pada minggu ketiga dan keempat tetap didapatkan pada stasiun 5 yaitu 12 cm/detik (Lampiran 3). Hal ini dikarenakan pada stasiun pengamatan ini cenderung landai dan mendatar (lihat Gambar 9) sehingga arus air mengalir tidak terlalu cepat. Kecepatan arus tercepat pada minggu pertama didapatkan pada stasiun 8 yang terletak di Selecta, Desa Tulungrejo yaitu sebesar 125 cm/detik. Pengamatan minggu kedua didapatkan pada stasiun 7 yang terletak di Selecta, Desa Tulungrejo yaitu sebesar 132 cm/detik. Pengamatan minggu ketiga didapatkan pada stasiun 7 yang terletak di Selecta, Desa Tulungrejo yaitu sebesar 125 cm/detik.

Pengamatan minggu keempat didapatkan pada stasiun 7 yang terletak di Selecta, Desa Tulungrejo yaitu sebesar 132 cm/detik (Lampiran 3). Hal ini dikarenakan pada stasiun pengamatan ini (stasiun 7 dan 8) tempat pengambilan sampel dasar sungainya cenderung miring sehingga arus air sungai yang masuk lebih deras.

Menurut Effendi (2003), kecepatan arus dan pergerakan air sangat dipengaruhi oleh jenis bentang alam (*landscape*), jenis batuan dasar, dan curah hujan. Semakin rumit bentang alam, semakin besar ukuran batuan dasar, dan semakin banyak curah hujan, pergerakan air semakin kuat, dan kecepatan arus semakin cepat. Data tersebut diatas menunjukkan bahwa kecepatan arus pada Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji cenderung deras karena kecepatan arus di semua stasiun pengamatan lebih dari 10 cm/detik. Grafik kecepatan arus dapat dilihat pada Gambar 17.

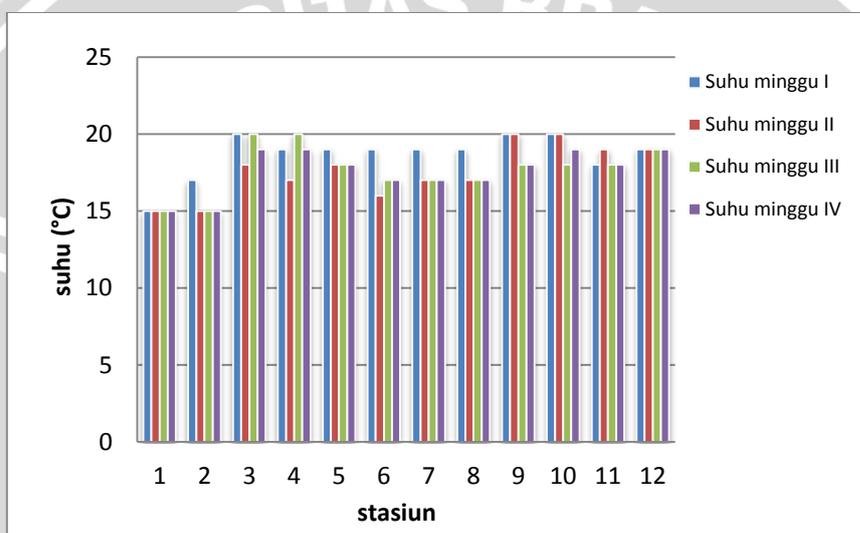


Gambar 17. Diagram Kecepatan Arus

4.3.2 Suhu

Hasil pengukuran di lapang didapatkan suhu pada semua stasiun berkisar antara 15–20 °C (lihat Lampiran 3 dan Gambar 18). Suhu terendah didapatkan pada stasiun 1 dan 2 pada tiap minggunya, yang terletak di Arboretum, Sumber

Brantas yaitu sebesar 15 °C (Lampiran 3). Hal ini dikarenakan lokasi pengambilan sampel ada pada dataran tinggi serta pada saat pengambilan sampel pada stasiun ini dilakukan saat pagi yaitu pukul 07.00 WIB sehingga cahaya matahari belum terik dan suhu masih dingin. Suhu tertinggi pada minggu pertama didapatkan pada stasiun 3 yang terletak di Coban Talun serta stasiun 9 dan 10 yang terletak di belakang Selecta yaitu sebesar 20 °C (Lampiran 3). Grafik suhu dapat dilihat di Gambar 18.



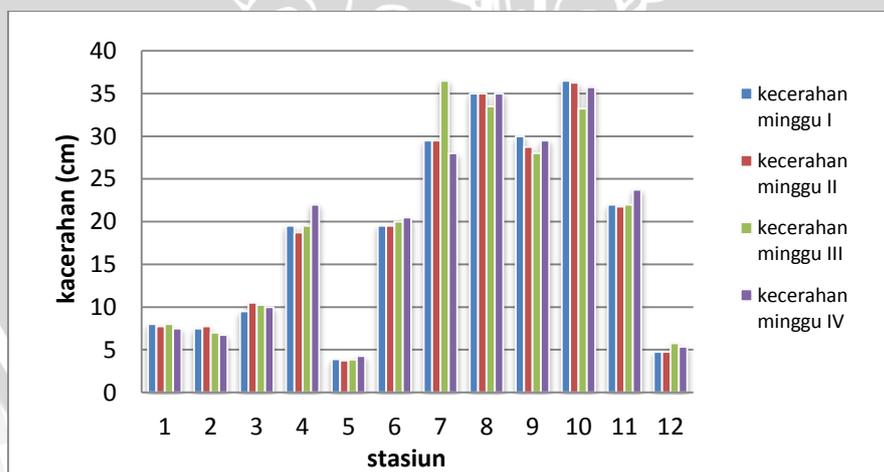
Gambar 18. Diagram Suhu

Menurut Effendi (2003), suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan laut (*altitude*), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air. Kisaran suhu optimum bagi organisme perairan adalah 20–30 °C .

Data tersebut diatas menunjukkan bahwa suhu pada Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji ini masih tergolong normal bagi alga bentik karena sebagian besar masih berkisar antara 15–20 °C.

4.3.3 Kecerahan

Hasil pengukuran di lapang didapatkan nilai kecerahan pada semua stasiun berkisar antara 3,75–36,5 cm (lihat Lampiran 3 dan Gambar 19). Nilai kecerahan terendah minggu pertama terdapat pada stasiun 5 sebesar 3,9 cm (Lampiran 3). Nilai kecerahan tertinggi didapat pada stasiun 10 sebesar 36,5 cm (Lampiran 3). Nilai kecerahan terendah minggu kedua terdapat pada stasiun 5 sebesar 3,75 cm. Nilai kecerahan tertinggi didapat pada stasiun 10 sebesar 36,25 cm (Lampiran 3). Nilai kecerahan terendah minggu ketiga terdapat pada stasiun 5 sebesar 3,85 cm. Nilai kecerahan tertinggi didapat pada stasiun 7 sebesar 36,5 cm (Lampiran 3). Nilai kecerahan terendah minggu keempat terdapat pada stasiun 5 sebesar 4,25 cm. Nilai kecerahan tertinggi didapat pada stasiun 10 sebesar 35,75 cm (Lampiran 3). Nilai terendah rata-rata setiap minggunya terdapat pada stasiun 5 karena karena di dekat stasiun 5 terdapat pembuangan limbah peternakan yang menyebabkan perairan menjadi keruh dan berwarna hijau pekat. Grafik kecerahan dapat dilihat di Gambar 19.



Gambar 19. Diagram Kecerahan

Menurut Effendi (2003), nilai kecerahan sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, serta padatan tersuspensi, serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran.

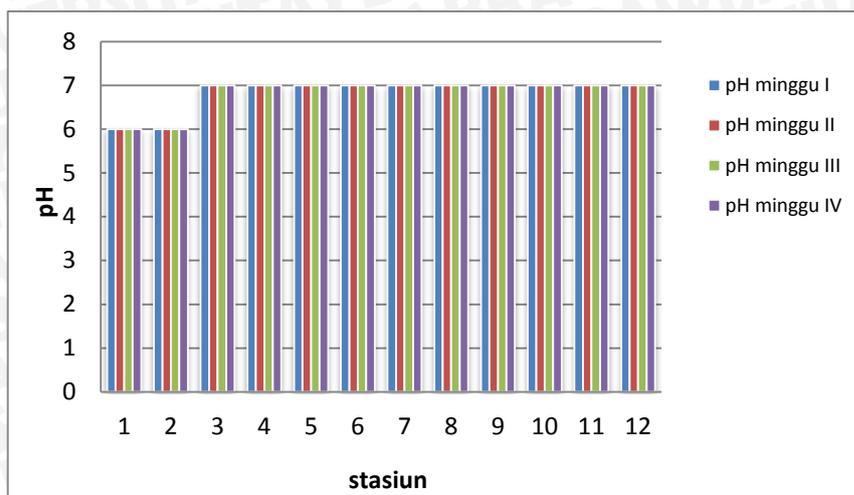


Data tersebut diatas menunjukkan bahwa kecerahan pada Sungai Brantas, Kecamatan Bumiaji ini masih tergolong baik bagi alga bentik karena sebagian besar masih berkisar antara 3,75–36,5 cm dimana penetrasi cahaya kedalam air masih bisa maksimal untuk kemudian dimanfaatkan oleh alga bentik dalam proses fotosintesis.

4.3.4 Derajat Keasaman (pH)

Hasil pengukuran di lapang didapatkan pH pada semua stasiun setiap minggunya berkisar antara 6–7 (lihat Lampiran 3 dan Gambar 20). pH terendah didapatkan pada stasiun 1 dan 2 yang terletak di Sumberbrantas Arboretum yaitu sebesar 6 (Lampiran 3). Tinggi rendah pH dapat dipengaruhi oleh aktivitas dekomposisi oleh bakteri. Menurut Effendi (2003), dekomposisi bahan organik pada kondisi aerob menghasilkan karbondioksida sebagai salah satu bentuk akhir. Semakin tinggi karbondioksida maka semakin rendah nilai pH. Nilai pH tertinggi didapatkan pada stasiun lainnya selain stasiun 1 dan 2 yaitu sebesar 7 (Lampiran 3). Kisaran pH pada Sungai Brantas ini masih termasuk kisaran yang normal untuk organisme di perairan. pH pada stasiun 1 dan 2 yang berbeda dengan stasiun lainnya diduga juga dikarenakan keterbatasan alat dalam pengambilan sampel yaitu pemakaian pH *paper*.

Menurut Barus (2002), kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi. Kenaikan pH diatas netral akan meningkatkan konsentrasi amonia yang juga bersifat sangat toksik bagi perairan. Grafik pH dapat dilihat di Gambar 20.



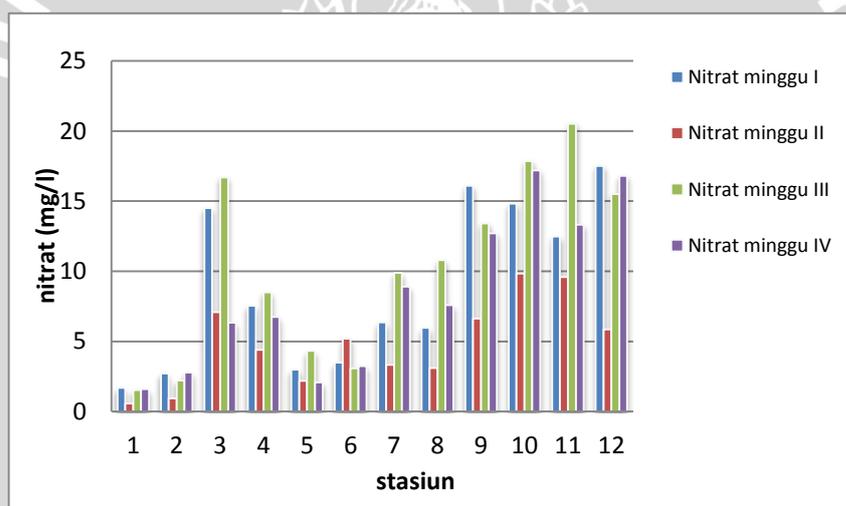
Gambar 20. Diagram Derajat Keasaman (pH)

Menurut Barus (2002) dan Effendi (2003), sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7–8,5. Data tersebut diatas menunjukkan bahwa pH Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji ini relatif normal walaupun di beberapa stasiun pengamatan yaitu stasiun 1 dan 2 yang mempunyai pH dibawah 7 yaitu 6.

4.3.5 Nitrat

Hasil pengukuran di lapang didapatkan nilai nitrat pada semua stasiun setiap minggunya berkisar antara 0,574–20,512 mg/l (lihat Lampiran 3 dan Gambar 22). Nilai nitrat terendah ada minggu pertama didapatkan pada stasiun 1 yang terletak di Arboretum yaitu sebesar 1,684 mg/l, dan nilai nitrat tertinggi terdapat pada stasiun 12 yang terletak di Kali Lanang yaitu sebesar 17,502 mg/l (Lampiran 3). Hal ini dikarenakan pada stasiun 12 banyak terdapat limbah domestik yang menyebabkan bertambahnya nitrat dalam perairan. Nilai nitrat terendah pada minggu kedua tetap didapatkan pada stasiun 1 yaitu sebesar 0,574 mg/l, dan nilai nitrat tertinggi terdapat pada stasiun 10 yang terletak di Desa Punten yaitu sebesar 9,837 mg/l (Lampiran 3). Hal ini dikarenakan pada stasiun 10 merupakan daerah hortikultura bunga dengan kegiatan pemupukan

yang dapat menambah ketersediaan nitrat dalam perairan. Nilai nitrat terendah pada minggu ketiga tetap didapatkan pada stasiun 1 yang terletak di Arboretum yaitu sebesar 1,521 mg/l, dan nilai nitrat tertinggi terdapat pada stasiun 11 yang terletak di Desa Sidomulyo yaitu sebesar 20,512 mg/l (Lampiran 3). Hal ini dikarenakan pada stasiun 11 merupakan daerah permukiman yang dapat menambah ketersediaan nitrat dalam perairan dari pembuangan limbah rumah tangga. Nilai nitrat terendah pada minggu keempat didapatkan pada stasiun 1 yaitu sebesar 1,606 mg/l, dan nilai nitrat tertinggi terdapat pada stasiun 10 yang terletak di Desa Punten yaitu sebesar 17,192 mg/l (Lampiran 3). Grafik nitrat dapat dilihat di Gambar 21.



Gambar 21. Diagram Nitrat

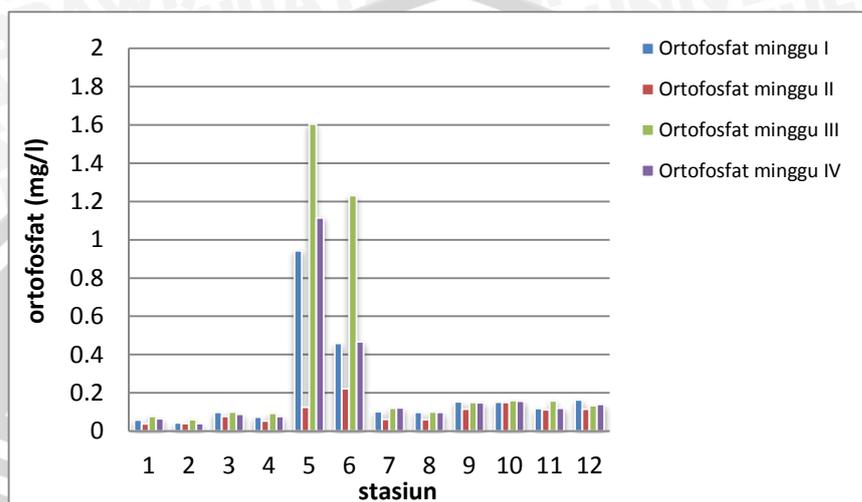
Nitrogen merupakan unsur utama bagi pertumbuhan alga, karena unsur N ini merupakan penyusun dari semua protein dan asam nukleid. Kandungan nitrat yang berlebihan ($>2,0$ mg/l) di perairan dapat menyebabkan eutrofikasi, yang selanjutnya memicu pertumbuhan tanaman air menjadi pesat (*blooming*) (Subarijanti, 1995). Nitrat merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil (Effendi, 2003).

Nilai nitrat pada semua stasiun setiap minggunya berkisar antara 0,574–20,512 mg/l. Tingginya kandungan nitrat di perairan Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu yaitu mencapai 20,512 mg/l pada stasiun 11 disebabkan karena pada stasiun ini merupakan daerah dengan aliran air yang membawa buangan dari limbah domestik permukiman sekitar maupun sisa-sisa pupuk pertanian di sepanjang daerah sungai. Selain itu pada daerah ini banyak terlihat sampah permukiman yang dibuang dengan sembarangan di sungai. Kandungan nitrat yang diperoleh pada Sungai Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu ini merupakan nilai yang tinggi karena banyaknya pemasukan limbah rumah tangga serta pertanian, hal ini sesuai dengan pernyataan Effendi (2003), kadar nitrat lebih dari 5 mg/l menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik yang berasal dari aktivitas manusia dan tinja hewan. Kadar amonia yang tinggi dapat merupakan indikasi adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, industri, dan limpasan (*run-off*) pupuk pertanian.

4.3.6 Ortofosfat

Hasil pengukuran di lapang didapatkan nilai ortofosfat pada semua stasiun setiap minggunya berkisar antara 0,038–1,605 mg/l (lihat Lampiran 3 dan Gambar 23). Nilai ortofosfat terendah pada minggu pertama didapatkan pada stasiun 1 yang terletak di Arboretum yaitu sebesar 0,058 mg/l, dan nilai ortofosfat tertinggi terdapat pada stasiun 5 yang terletak di Sungai Paron yaitu sebesar 0,942 mg/l (Lampiran 3). Nilai ortofosfat terendah pada minggu kedua tetap didapatkan pada stasiun 1 yaitu sebesar 0,038 mg/l, dan nilai ortofosfat tertinggi terdapat pada stasiun 6 yang terletak di Sungai Paron yang dekat dengan permukiman penduduk yaitu sebesar 0,223 mg/l (Lampiran 3). Nilai ortofosfat terendah pada minggu ketiga tetap didapatkan pada stasiun 1 yang terletak di Arboretum yaitu sebesar 0,077 mg/l, dan nilai ortofosfat tertinggi terdapat pada

stasiun 5 yang terletak di Sungai Paron yaitu sebesar 1,605 mg/l (Lampiran 3). Nilai ortofosfat terendah pada minggu keempat didapatkan pada stasiun 1 yaitu sebesar 0,066 mg/l, dan nilai ortofosfat tertinggi terdapat pada stasiun 5 yaitu sebesar 1,115 mg/l (Lampiran 3). Grafik ortofosfat dapat dilihat di Gambar 22.



Gambar 22. Diagram Ortofosfat

Menurut Subarijanti (1990), faktor-faktor penentu ketersediaan unsur fosfor pada perairan adalah konsentrasi fosfor alami itu sendiri dan fosfor yang masuk dari berbagai wilayah disekitarnya seperti dari pertanian, pemukiman, dan industri. Nilai ortofosfat pada semua stasiun setiap minggunya berkisar antara 0,038–1,605 mg/l dengan nilai tertinggi pada stasiun 5 yaitu 1,605 mg/l. Hal ini disebabkan karena pada stasiun ini merupakan daerah yang dekat dengan lahan pertanian dan permukiman serta terdapat kandang ternak berupa sapi.

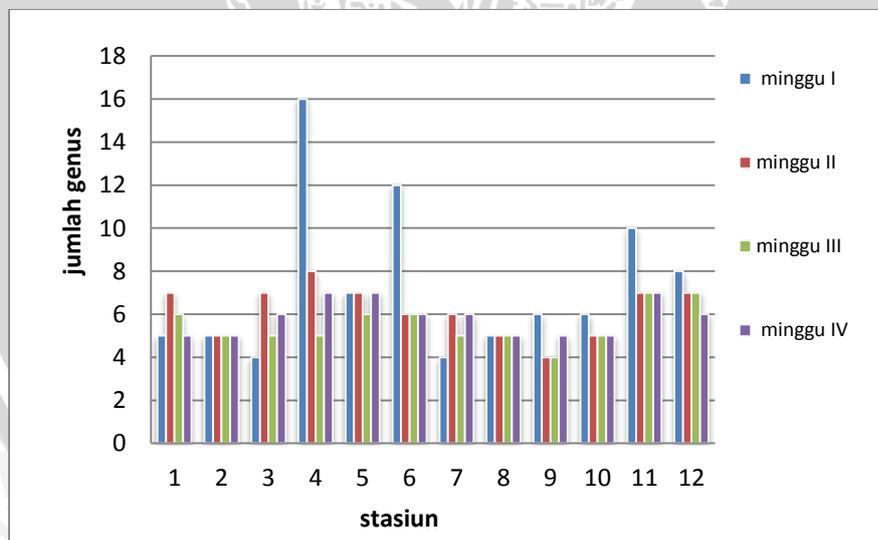
Menurut Effendi (2003), fosfor berasal dari dekomposisi bahan organik. Sumber antropogenik fosfor adalah limbah industri dan domestik, yakni fosfor yang berasal dari detergen. Limpasan dari daerah pertanian yang menggunakan pupuk juga memberikan kontribusi yang cukup besar bagi keberadaan fosfor.

Menurut Chiras (1988), dalam Mulyanto (1995), batasan tertinggi kandungan fosfat dalam perairan untuk mencegah pertumbuhan tanaman air

secara liar adalah 1 mg/l. Jadi, kadar ortofosfat di Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji tersebut masih mendukung untuk kehidupan alga bentik (*epilithic*) kecuali pada stasiun 5 yang nilai ortofosfatnya lebih dari 1 mg/l.

4.4 Alga Bentik (*epilithic*)

Alga bentik (*epilithic*) di Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji Kota Batu pada pengamatan ditemukan dan indentifikasi di laboratorium digolongkan menjadi 3 divisi yaitu Chlorophyta (Ulothrix, Hyalotheca, Ankistrodesmus, Scenedemus, Spirogyra, dan Rhizoclonium), Cyanophyta (Oscillatoria, Merismopedia, Chrococus, dan Eucapsis), dan Chrysophta (Nitzschia, Synedra, Gyrosigma, Denticula, Caloneis, Cymbella, Navicula, Gomphonema, Achnanthes, Brebissonia, dan Cocconeis). Grafik jumlah genus alga bentik (*epilithic*) pada Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji Kota Batu ini dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Grafik Jumlah Genus Alga Bentik (*epilithic*) yang ditemukan di Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji Kota Batu

4.4.1 Stasiun 1

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh total kepadatan terendah alga bentik (*epilithic*) di stasiun 1 terdapat pada minggu ketiga yaitu sebesar 37947

ind/mm² dan kepadatan tertinggi didapatkan pada minggu kedua yaitu sebesar 168.550 ind/mm² (Tabel 5).

Alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan di stasiun 1 pada minggu pertama adalah *Synedra* sebanyak 1 ind/mm² dengan kepadatan relatif 2,631 % dan yang paling banyak ditemukan adalah *Ulothrix* sebanyak 16 ind/mm² dengan kepadatan relatif 42,106 % (Lampiran 4). Minggu kedua alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Cocconeis* sebanyak 5 ind/mm² dengan kepadatan relatif 0,690 % dan yang paling banyak ditemukan adalah *Navicula* yaitu sebanyak 332 ind/mm² dengan kepadatan relatif 45,856 % (Lampiran 4). Minggu ketiga alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Synedra* sebanyak 2 ind/mm² dengan kepadatan relatif 1,227 % dan yang paling banyak ditemukan adalah *Brebissonia* yaitu sebanyak 76 ind/mm² dengan kepadatan relatif 46,625 % (Lampiran 4). Minggu keempat alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Cocconeis* sebanyak 10 ind/mm² dengan kepadatan relatif 2,365 % dan yang paling banyak ditemukan *Navicula* yaitu 489 ind/mm² dengan kepadatan relatif 28,370 % (Lampiran 4).

Dari data penelitian pada stasiun 1 selama satu bulan total alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Denticula* yaitu 6 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 0,207 % dan yang paling banyak ditemukan adalah *Navicula* yaitu 489 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 28,772 % (Lampiran 4). Hal ini diduga karena pada stasiun ini arus relatif lambat dan ditunjang dengan adaptasi morfologinya dengan bentuk tubuh yang seperti batang, adanya lendir untuk menempel dan dinding sel dari silikat. Pernyataan ini sesuai dengan Sachlan (1973), bahwa Chrysophyta seperti *Navicula*, *Nitzschia*, *Gomphonema* dan lain-lain dapat menempel dengan lendirnya pada tumbuh-

tumbuhan atau substrat lain. Grafik komposisi alga bentik (*epilithic*) di stasiun 1 dapat dilihat pada Lampiran 5a.

4.4.2 Stasiun 2

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh total kepadatan terendah alga bentik (*epilithic*) di stasiun 2 terdapat pada minggu pertama yaitu sebesar 16.994 ind/mm² dan kepadatan tertinggi didapatkan pada minggu keempat yaitu sebesar 61.460 ind/mm² (Tabel 5).

Alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan di stasiun 2 pada minggu pertama adalah *Synedra* sebanyak 3 ind/mm² dengan kepadatan relatif 4,110 % dan yang paling banyak ditemukan adalah *Nitzschia* sebanyak 39 ind/mm² dengan kepadatan relatif 53,425 % (Lampiran 4). Minggu kedua alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Achnanthes* sebanyak 4 ind/mm² dengan kepadatan relatif 3,175 % dan yang paling banyak ditemukan adalah *Navicula* yaitu sebanyak 77 ind/mm² dengan kepadatan relatif 61,112 % (Lampiran 4). Minggu ketiga alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Achnanthes* sebanyak 3 ind/mm² dengan kepadatan relatif 2,112 % dan yang paling banyak ditemukan adalah *Navicula* yaitu sebanyak 76 ind/mm² dengan kepadatan relatif 53,521 % (Lampiran 4). Minggu keempat alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Achnanthes* sebanyak 5 ind/mm² dengan kepadatan relatif 3,125 % dan yang paling banyak ditemukan *Navicula* yaitu sebanyak 80 ind/mm² dengan kepadatan relatif 50 % (Lampiran 4).

Dari data penelitian pada stasiun 2 selama satu bulan total alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Achnanthes* yaitu 12 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 2,103 % dan yang paling banyak ditemukan adalah *Navicula* yaitu 241 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 43,898 % (Lampiran 4). Nilai pH di stasiun 2 ini termasuk rendah yaitu 6. Menurut Weitzel

(1979), dalam Wijaya (2009), bahwa nilai pH sangat menentukan dominansi alga bentik dan fitoplankton. Alga biru lebih menyukai pH netral sampai basa dan respon pertumbuhan negatif terhadap asam (pH <6), Chrysophyta umumnya pada kisaran pH 4,5–8,5, dan pada umumnya diatom pada kisaran pH yang netral akan mendukung keanekaragaman jenisnya. Grafik komposisi alga bentik (*epilithic*) di stasiun 2 dapat dilihat pada Lampiran 5b.

4.4.3 Stasiun 3

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh total kepadatan terendah alga bentik (*epilithic*) di stasiun 3 terdapat pada minggu pertama yaitu sebesar 7.216 ind/mm² dan kepadatan tertinggi didapatkan pada minggu ketiga yaitu sebesar 37.248 ind/mm² (Tabel 5).

Alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan di stasiun 3 pada minggu pertama adalah Nitzschia dan Oscillatoria masing-masing sebanyak 1 ind/mm² dengan kepadatan relatif masing-masing 3,225 % dan yang paling banyak ditemukan adalah Navicula sebanyak 24 ind/mm² dengan kepadatan relatif 77,420 % (Lampiran 4). Minggu kedua alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Oscillatoria sebanyak 1 ind/mm² dengan kepadatan relatif 0,671 % dan yang paling banyak ditemukan Navicula yaitu sebanyak 80 ind/mm² dengan kepadatan relatif 53,670 % (Lampiran 4). Minggu ketiga alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Cocconeis sebanyak 1 ind/mm² dengan kepadatan relatif 0,625 % dan yang paling banyak ditemukan Brebissonia yaitu sebanyak 51 ind/mm² dengan kepadatan relatif 31,875 % (Lampiran 4). Minggu keempat alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Ulothrix sebanyak 7 ind/mm² dengan kepadatan relatif 4,635 % dan yang paling banyak ditemukan Navicula yaitu sebanyak ind/mm² dengan kepadatan relatif 51,655 % (Lampiran 4).

Dari data penelitian pada stasiun 3 selama satu bulan total alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Oscillatoria* yaitu 2 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 0,974 % dan yang paling banyak ditemukan adalah *Navicula* yaitu 245 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 55,53 % (Lampiran 4). Nilai pH pada stasiun 3 ini berkisar antara 7–8 pada setiap minggunya. Hal ini dapat berpengaruh terhadap kehidupan alga bentik (*epilithic*). Menurut Effendi (2003), sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH sekitar 7-8.5. Grafik komposisi alga bentik (*epilithic*) di stasiun 3 dapat dilihat pada Lampiran 5c.

4.4.4 Stasiun 4

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh total kepadatan terendah alga bentik (*epilithic*) di stasiun 4 terdapat pada minggu keempat yaitu sebesar 18.158 ind/mm² dan kepadatan tertinggi didapatkan pada minggu ketiga yaitu sebesar 128.042 ind/mm² (Tabel 5).

Alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan di stasiun 4 pada minggu pertama adalah *Merismopedia*, *Oscillatoria*, *Hyalotheca*, *Eucapsis*, *Scenedesmus*, *Brebissonia* dan *Cymbella* masing-masing sebanyak 1 ind/mm² dengan kepadatan relatif masing-masing 0,240 % dan yang paling banyak ditemukan adalah *Achnanthes* sebanyak 67 ind/mm² dengan kepadatan relatif 16,1 % (Lampiran 4). Minggu kedua alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Denticula* sebanyak 1 ind/mm² dengan kepadatan relatif 0,110 % dan yang paling banyak ditemukan *Cocconeis* yaitu sebanyak 287 ind/mm² dengan kepadatan relatif 56,385 % (Lampiran 4). Minggu ketiga alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Ulothrix* sebanyak 10 ind/mm² dengan kepadatan relatif 1,818 % dan yang paling banyak ditemukan *Navicula* yaitu sebanyak 275 ind/mm² dengan kepadatan relatif 50 % (Lampiran 4).

Minggu keempat alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Oscillatoria* sebanyak 3 ind/mm² dengan kepadatan relatif 0,506 % dan yang paling banyak ditemukan *Cocconeis* yaitu sebanyak 278 ind/mm² dengan kepadatan relatif 46,960 % (Lampiran 4).

Dari data penelitian pada stasiun 4 selama satu bulan total alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Hyalotheca*, *Scenedesmus*, *Cymbella*, *Merismopedia*, dan *Chroococcus* yaitu masing-masing 1 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 0,06 % dan yang paling banyak ditemukan adalah *Cocconeis* yaitu 896 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 43,53 % (Lampiran 4). Hal ini diduga karena pada stasiun ini suhu berada pada kisaran 17–20 °C. *Coconeis* yang merupakan anggota divisi Chrysophyta dapat tumbuh dengan baik pada kisaran suhu tersebut. Menurut Haslam (1995) dalam Effendi (2003), divisi Chrysophyta akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu berturut-turut 20 °C–30 °C. Grafik komposisi alga bentik (*epilithic*) di stasiun dapat dilihat pada Lampiran 5d.

4.4.5 Stasiun 5

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh total kepadatan terendah alga bentik (*epilithic*) di stasiun 5 terdapat pada minggu pertama yaitu sebesar 27.703 ind/mm² dan kepadatan tertinggi didapatkan pada minggu kedua yaitu sebesar 144.105 ind/mm² (Tabel 5).

Alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan di stasiun 5 pada minggu pertama adalah *Ulothrix* sebanyak 5 ind/mm² dengan kepadatan relatif 4,201 % dan yang paling banyak ditemukan adalah *Navicula* sebanyak 37 ind/mm² dengan kepadatan relatif 31,092 % (Lampiran 4). Minggu kedua alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Oscillatoria* sebanyak 14 ind/mm² dengan kepadatan relatif 2,261 % dan yang paling banyak ditemukan

Navicula yaitu sebanyak 337 ind/mm² dengan kepadatan relatif 54,442 % (Lampiran 4). Minggu ketiga alga benthik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Synedra sebanyak 14 ind/mm² dengan kepadatan relatif 2,464 % dan yang paling banyak ditemukan Navicula yaitu sebanyak 279 ind/mm² dengan kepadatan relatif 49,120 % (Lampiran 4). Minggu keempat alga benthik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Oscillatoria sebanyak 4 ind/mm² dengan kepadatan relatif 1,186 % dan yang paling banyak ditemukan Navicula yaitu sebanyak 140 ind/mm² dengan kepadatan relatif 41,543 % (Lampiran 4).

Dari data tersebut pada stasiun 5 selama satu bulan total alga benthik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Oscillatoria sebanyak 25 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 2,332 % dan yang paling banyak ditemukan adalah Navicula yaitu 793 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 44,049 % (Lampiran 4). Menurut Hynes (1972) benthik alga yang sering ditemukan pada perairan dalam jumlah besar antara lain Synedra, Nitzschia, Navicula, Diatoma, dan Surirella. Artinya, Navicula dari divisi Chrysophyta merupakan genus yang paling aktif dalam memanfaatkan nutrisi bila dibandingkan dengan jenis lain. Grafik komposisi alga benthik (*epilithic*) di stasiun 5 dapat dilihat pada Lampiran 5e.

4.4.6 Stasiun 6

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh total kepadatan terendah alga benthik (*epilithic*) di stasiun 6 terdapat pada minggu pertama yaitu sebesar 10.708 ind/mm² dan kepadatan tertinggi didapatkan pada minggu keempat yaitu sebesar 47.724 ind/mm² (Tabel 5).

Alga benthik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan di stasiun 6 pada minggu pertama adalah Coconeis, Merismopedia, Eucapsis, dan Hyalotheca masing-masing sebanyak 1 ind/mm² dengan kepadatan relatif 2,173 % dan yang

paling banyak ditemukan adalah Caloneis sebanyak 12 ind/mm² dengan kepadatan relatif 26,086 % (Lampiran 4). Minggu kedua alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Nitzschia sebanyak 1 ind/mm² dengan kepadatan relatif 1,234 % dan yang paling banyak ditemukan Ulothrix yaitu sebanyak 58 ind/mm² dengan kepadatan relatif 71,604 % (Lampiran 4). Minggu ketiga alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Coconeis sebanyak 4 ind/mm² dengan kepadatan relatif 4,310 % dan yang paling banyak ditemukan Ulothrix yaitu sebanyak 60 ind/mm² dengan kepadatan relatif 64,516 % (Lampiran 4). Minggu keempat alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Nitzschia sebanyak 2 ind/mm² dengan kepadatan relatif 1,960 % dan yang paling banyak ditemukan Ulothrix yaitu sebanyak 70 ind/mm² dengan kepadatan relatif 68,627 % (Lampiran 4).

Dari data tersebut pada stasiun 6 selama satu bulan total alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Hyalotheca, Merismopedia, dan Eucapsis masing-masing sebanyak 1 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 0,543 % dan yang paling banyak ditemukan adalah Ulothrix yaitu 188 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 51,186 % (Lampiran 4). Hal ini diduga karena di stasiun ini kedalaman perairan sekitar 20–25 cm dengan tingkat kecerahan 19,5–20,5 cm dan pertumbuhan Ulothrix dari divisi Chlorophyta ini juga dipengaruhi oleh tingkat kecerahan. Menurut Azwar *et al.*, (2008), Chlorophyta berperan sebagai produsen dalam ekosistem perairan. Fitoplankton ini berperan aktif dalam proses fotosintesis. Jenis Chlorophyta biasanya hidup di tempat yang cahayanya cukup seperti kolam, danau, genangan air. Grafik komposisi alga bentik (*epilithic*) di stasiun 6 dapat dilihat pada Lampiran 5f.

4.4.7 Stasiun 7

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh total kepadatan terendah alga bentik (*epilithic*) di stasiun 7 terdapat pada minggu pertama yaitu sebesar 15.597 ind/mm² dan kepadatan tertinggi didapatkan pada minggu ketiga yaitu sebesar 44.931 ind/mm² (Tabel 5).

Alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan di stasiun 7 pada minggu pertama adalah *Coconeis* sebanyak 2 ind/mm² dengan kepadatan relatif 2,985 % dan yang paling banyak ditemukan adalah *Nitzschia* sebanyak 42 ind/mm² dengan kepadatan relatif 62,686 % (Lampiran 4). Minggu kedua alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Synedra* dan *Chrococus* sebanyak 3 ind/mm² dengan kepadatan relatif 1,764 % dan yang paling banyak ditemukan *Cocconeis* yaitu sebanyak 63 ind/mm² dengan kepadatan relatif 37,058 % (Lampiran 4). Minggu ketiga alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Synedra* sebanyak 5 ind/mm² dengan kepadatan relatif 2,590 % dan yang paling banyak ditemukan *Navicula* yaitu sebanyak 68 ind/mm² dengan kepadatan relatif 35,233 % (Lampiran 4). Minggu keempat alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Synedra* dan *Ulothrix* masing-masing sebanyak 4 ind/mm² dengan kepadatan relatif 1,951 % dan yang paling banyak ditemukan *Cocconeis* yaitu sebanyak 75 ind/mm² dengan kepadatan relatif 36,585 % (Lampiran 4).

Dari data tersebut pada stasiun 7 selama satu bulan total alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Chrococus* sebanyak 3 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 0,441 % dan yang paling banyak ditemukan adalah *Cocconeis* yaitu 195 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 26,281 % (Lampiran 4). Keberadaan alga bentik (*epilithic*) dari *Cocconeis* dari divisi *Chrysophyta* ini diduga karena *Chrysophyta* mempunyai dinding sel yang diperkuat oleh silikat yang tidak dapat membusuk atau mudah larut dalam air

tetapi *epitheon* (tutup) dan *hipotheon* (wadah) mudah membuka sehingga enzim-enzim dapat melarutkan isi selnya (Sachlan, 1973). Grafik komposisi alga bentik (*epilithic*) di stasiun 7 dapat dilihat pada Lampiran 5g.

4.4.8 Stasiun 8

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh total kepadatan terendah alga bentik (*epilithic*) di stasiun 8 terdapat pada minggu pertama yaitu sebesar 11.873 ind/mm² dan kepadatan tertinggi didapatkan pada minggu keempat yaitu sebesar 78.455 ind/mm² (Tabel 5).

Alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan di stasiun 8 pada minggu pertama adalah *Synedra* sebanyak 2 ind/mm² dengan kepadatan relatif 3,921 % dan yang paling banyak ditemukan adalah *Navicula* sebanyak 25 ind/mm² dengan kepadatan relatif 49,020 % (Lampiran 4). Minggu kedua alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Ulothrix* sebanyak 6 ind/mm² dengan kepadatan relatif 3,428 % dan yang paling banyak ditemukan *Cocconeis* yaitu sebanyak 98 ind/mm² dengan kepadatan relatif 56 % (Lampiran 4). Minggu ketiga alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Ulothrix* sebanyak 7 ind/mm² dengan kepadatan relatif 7,291 % dan yang paling banyak ditemukan *Navicula* yaitu sebanyak 46 ind/mm² dengan kepadatan relatif 47,916 % (Lampiran 4). Minggu keempat alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Ulothrix* sebanyak 7 ind/mm² dengan kepadatan relatif 3,381 % dan yang paling banyak ditemukan *Cocconeis* yaitu sebanyak 112 ind/mm² dengan kepadatan relatif 54,106 % (Lampiran 4).

Dari data tersebut pada stasiun 8 selama satu bulan total alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Brebissonia* sebanyak 11 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 5,392 % dan yang paling banyak ditemukan adalah *Cocconeis* yaitu 228 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 32,903 %

(Lampiran 4). Hal ini diduga karena pH pada stasiun ini juga masih dalam kisaran 7. Hal ini sesuai dengan pernyataan Weitzel (1979), dalam Wijaya (2009), bahwa nilai pH sangat menentukan dominansi alga benthik dan fitoplankton. Alga biru lebih menyukai pH netral sampai basa dan respon pertumbuhan negatif terhadap asam ($\text{pH} < 6$), Chrysophyta umumnya pada kisaran pH 4,5–8,5, dan pada umumnya diatom pada kisaran pH yang netral akan mendukung keanekaragaman jenisnya. Grafik komposisi alga benthik (*epilithic*) di stasiun 8 dapat dilihat pada Lampiran 5h.

4.4.9 Stasiun 9

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh total kepadatan terendah alga benthik (*epilithic*) di stasiun 9 terdapat pada minggu kedua yaitu sebesar 18.624 ind/mm² dan kepadatan tertinggi didapatkan pada minggu keempat yaitu sebesar 137.820 ind/mm² (Tabel 5).

Alga benthik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan di stasiun 9 pada minggu pertama adalah Ulothrix sebanyak 1 ind/mm² dengan kepadatan relatif 1,052 % dan yang paling banyak ditemukan adalah Brebissonia sebanyak 30 ind/mm² dengan kepadatan relatif 31,578 % (Lampiran 4). Minggu kedua alga benthik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Nitzschia sebanyak 14 ind/mm² dengan kepadatan relatif 17,5% dan yang paling banyak ditemukan Navicula yaitu sebanyak 27 ind/mm² dengan kepadatan relatif 33,75 % (Lampiran 4). Minggu ketiga alga benthik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Cocconeis sebanyak 15 ind/mm² dengan kepadatan relatif 15,957 % dan yang paling banyak Navicula yaitu sebanyak 35 ind/mm² dengan kepadatan relatif 37,234 % (Lampiran 4). Minggu keempat alga benthik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Synedra sebanyak 7 ind/mm² dengan

kepadatan relatif 8,974 % dan yang paling banyak ditemukan *Cocconeis* yaitu sebanyak 20 ind/mm² dengan kepadatan relatif 25,641 % (Lampiran 4).

Dari data tersebut pada stasiun 9 selama satu bulan total alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Synedra* sebanyak 13 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 3,822 % dan yang paling banyak ditemukan adalah *Navicula* yaitu 97 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 20,488 % (Lampiran 4). Menurut Hynes (1972) bentik alga yang sering ditemukan pada perairan dalam jumlah besar antara lain *Synedra*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Diatoma*, dan *Surirella*. Artinya, *Navicula* dari divisi Chrysophyta merupakan genus yang paling aktif dalam memanfaatkan nutrisi bila dibandingkan dengan jenis lain. Grafik komposisi alga bentik (*epilithic*) di stasiun 9 dapat dilihat pada Lampiran 5i.

4.4.10 Stasiun 10

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh total kepadatan terendah alga bentik (*epilithic*) di stasiun 10 terdapat pada minggu pertama yaitu sebesar 6.052 ind/mm² dan kepadatan tertinggi didapatkan pada minggu keempat yaitu sebesar 35.153 ind/mm² (Tabel 5).

Alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan di stasiun 10 pada minggu pertama adalah *Nitzschia*, *Merismopedia*, dan *Scenedesmus* masing-masing sebanyak 1 ind/mm² dengan kepadatan relatif 3,846 % dan yang paling banyak ditemukan adalah *Ulothrix* sebanyak 14 ind/mm² dengan kepadatan relatif 53,846 % (Lampiran 4). Minggu kedua alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Ulothrix* sebanyak 3 ind/mm² dengan kepadatan relatif 5,660 % dan yang paling banyak ditemukan *Cocconeis* yaitu sebanyak 19 ind/mm² dengan kepadatan relatif 35,849 % (Lampiran 4). Minggu ketiga alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah *Ulothrix* sebanyak 8

ind/mm² dengan kepadatan relatif 10,126 % dan yang paling banyak Cocconeis yaitu sebanyak 26 ind/mm² dengan kepadatan relatif 32,911 % (Lampiran 4). Minggu keempat alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Ulothrix sebanyak 5 ind/mm² dengan kepadatan relatif 7,462 % dan yang paling banyak ditemukan Navicula yaitu sebanyak 20 ind/mm² dengan kepadatan relatif 29,850 % (Lampiran 4).

Dari data tersebut pada stasiun 10 selama satu bulan total alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Scenedesmus dan Merismopedia masing-masing sebanyak 1 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 0,961 % dan yang paling banyak ditemukan adalah Cocconeis yaitu 63 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 23,906 % (Lampiran 4). Hal ini diduga karena pada stasiun ini suhu berada pada kisaran 18–20 °C. Cocconeis yang merupakan anggota divisi Chrysophyta dapat tumbuh dengan baik pada kisaran suhu tersebut. Menurut Haslam (1995) dalam Effendi (2003), divisi Chrysophyta akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu berturut-turut 20 °C -30 °C. Grafik komposisi alga bentik (*epilithic*) di stasiun 10 dapat dilihat pada Lampiran 5j.

4.4.11 Stasiun 11

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh total kepadatan terendah alga bentik (*epilithic*) di stasiun 11 terdapat pada minggu keempat yaitu sebesar 37.248 ind/mm² dan kepadatan tertinggi didapatkan pada minggu pertama yaitu sebesar 71.470 ind/mm² (Tabel 5).

Alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan di stasiun 11 pada minggu pertama adalah Synedra dan Cymbella masing-masing sebanyak 1 ind/mm² dengan kepadatan relatif 0,325 % dan yang paling banyak ditemukan adalah Cocconeis sebanyak 88 ind/mm² dengan kepadatan relatif 28,664 % (Lampiran 4). Minggu kedua alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan

adalah Ulothrix sebanyak 5 ind/mm² dengan kepadatan relatif 1,824 % dan yang paling banyak ditemukan Oscillatoria yaitu sebanyak 80 ind/mm² dengan kepadatan relatif 29,197 % (Lampiran 4). Minggu ketiga alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Brebissonia dan Ulothrix masing-masing sebanyak 10 ind/mm² dengan kepadatan relatif 3,3 % dan yang paling banyak Caloneis yaitu sebanyak 78 ind/mm² dengan kepadatan relatif 25,742 % (Lampiran 4). Minggu keempat alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Ulothrix sebanyak 6 ind/mm² dengan kepadatan relatif 2,941 % dan yang paling banyak ditemukan Caloneis dan Navicula masing-masing sebanyak 70 ind/mm² dengan kepadatan relatif 34,313 % (Lampiran 4).

Dari data tersebut pada stasiun 11 selama satu bulan total alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Synedra dan Cymbella masing-masing sebanyak 1 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 0,081 % dan yang paling banyak ditemukan adalah Navicula dan Cocconeis masing-masing yaitu 293 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata Navicula 27,534 % dan Cocconeis 27,387 % (Lampiran 4). Hal ini diduga karena adaptasi morfologi Navicula dan Cocconeis dengan bentuk tubuh yang seperti batang, adanya lendir untuk menempel dan dinding sel dari silikat. Pernyataan ini sesuai dengan Sachlan (1973), bahwa Chrysophyta seperti Navicula, Nitzschia, Gomphonema dan lain-lain dapat menempel dengan lendirnya pada tumbuh-tumbuhan atau substrat lain. Grafik komposisi alga bentik (*epilithic*) di stasiun 11 dapat dilihat pada Lampiran 5k.

4.4.12 Stasiun 12

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh total kepadatan terendah alga bentik (*epilithic*) di stasiun 12 terdapat pada minggu ketiga yaitu sebesar 64.021

ind/mm² dan kepadatan tertinggi didapatkan pada minggu keempat yaitu sebesar 98.476 ind/mm² (Tabel 5).

Alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan di stasiun 12 pada minggu pertama adalah Ulothrix sebanyak 5 ind/mm² dengan kepadatan relatif 1,347 % dan yang paling banyak ditemukan adalah Navicula sebanyak 152 ind/mm² dengan kepadatan relatif 40,970 % (Lampiran 4). Minggu kedua alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Oscillatoria sebanyak 6 ind/mm² dengan kepadatan relatif 1,910 % dan yang paling banyak ditemukan Navicula yaitu sebanyak 125 ind/mm² dengan kepadatan relatif 39,808 % (Lampiran 4). Minggu ketiga alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan Gomphonema sebanyak 5 ind/mm² dengan kepadatan relatif 1,818 % dan yang paling banyak Navicula yaitu sebanyak 95 ind/mm² dengan kepadatan relatif 34,545 % (Lampiran 4). Minggu keempat alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Rhizoclonium sebanyak 7 ind/mm² dengan kepadatan relatif 2,140 % dan yang paling banyak ditemukan Navicula sebanyak 160 ind/mm² dengan kepadatan relatif 48,929 % (Lampiran 4).

Dari data tersebut pada stasiun 12 selama satu bulan total alga bentik (*epilithic*) yang paling sedikit ditemukan adalah Ulothrix dan Gomphonema masing-masing sebanyak 5 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata Ulothrix 0,336 % dan Gomphonema 0,454 %, yang paling banyak ditemukan adalah Navicula yaitu 532 ind/mm² dengan kepadatan relatif rata-rata 41,063 % (Lampiran 4). Menurut Hynes (1972) alga bentik yang sering ditemukan pada perairan dalam jumlah besar antara lain Synedra, Nitzschia, Navicula, Diatoma, dan Surirella. Artinya, Navicula dari divisi Chrysophyta merupakan genus yang paling aktif dalam memanfaatkan nutrisi bila dibandingkan dengan jenis lain.

Grafik komposisi alga bentik (*epilithic*) di stasiun 12 dapat dilihat pada Lampiran 5l.

Hasil pengukuran kepadatan alga bentik (*epilithic*) pada Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu dapat dilihat dalam Tabel 5 .

Tabel 5. Hasil Pengukuran Kepadatan Alga Bentik (*epilithic*) Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji Kota Batu

Total Kepadatan (ind/mm ²)				
Stasiun	Minggu			
	I	II	III	IV
1	8846	168550	37947	76126
2	16994	29333	33058	61460
3	7216	34687	37248	15597
4	96846	118497	128042	18158
5	27703	144105	132232	48190
6	10708	18857	21650	47724
7	15597	39576	44931	23746
8	11873	40740	22349	78455
9	22116	18624	21883	137820
10	6052	12338	18391	35153
11	71470	63788	70539	37248
12	86370	73100	64021	98476
Total	381798	762201	632296	678158

Hasil pengukuran kepadatan alga bentik (*epilithic*) di Sungai Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu ini didapatkan nilai terendah pada stasiun 10 minggu ke 1 yaitu 6052 ind/mm² dan nilai tertinggi terdapat pada stasiun 1 minggu ke 2 yaitu 168550 ind/mm² (lihat Tabel 5). Kepadatan tertinggi pada stasiun 1 karena pada stasiun ini perairannya relatif tenang sehingga alga bentik (*epilithic*) tidak terbawa arus. Kondisi fisika kimia perairan pada stasiun ini merupakan kondisi yang optimal bagi pertumbuhan alga bentik (*epilithic*) seperti intensitas cahayanya rata-rata 100 %, suhu 15°C, nitrat 0,574–1,684 mg/l, ortofosfat 0,038–0,077 mg/l. Nilai kepadatan alga bentik (*epilithic*) pada Sungai

Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu ini rata-rata tiap minggunya berkisar antara 381798–762.201 ind/mm² (Tabel 5).

4.5 Indeks Diversitas

Menurut Sudaryanti (1997), alga bentik dapat dijadikan indikator kondisi perairan karena fakta menunjukkan bahwa sebagian besar nutrisi yang dimanfaatkan oleh alga bentik berasal dari bahan kimia terlarut dalam air. Faktor fisika seperti kecepatan arus, cahaya, dan suhu juga mempengaruhi keberadaan spesies alga bentik di samping tekanan predasi dan faktor kimia lainnya. Tingkat kesuksesan alga bentik dalam komunitas alga adalah hasil interaksi dalam lingkungannya, baik lingkungan yang layak maupun yang tidak layak sehingga kondisi kualitas perairan sungai dapat diduga keadaannya. Hasil pengukuran indeks diversitas alga bentik (*epilithic*) pada Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji Kota Batu ini dapat dilihat dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Indeks Diversitas Alga Benthik (*epilithic*) Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji Kota Batu

Indeks Diversitas (H')				
Stasiun	Minggu			
	I	II	III	IV
1	1,876	1,951	1,975	2,092
2	1,751	1,648	1,769	1,877
3	1,026	1,999	1,753	1,982
4	2,468	1,68	1,756	1,819
5	2,52	1,942	1,987	2,065
6	3,053	1,426	1,712	1,519
7	1,382	2,091	2,04	2,128
8	1,86	1,694	1,955	1,749
9	2,233	1,954	1,905	2,244
10	1,809	2,135	2,207	2,194
11	2,364	2,314	2,466	2,579
12	2,394	2,325	2,37	2,049

Berdasarkan hasil pengukuran indeks diversitas di Sungai Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu ini nilai terendah terdapat pada stasiun 3 minggu ke 1 yaitu sebesar 1,026 dan nilai tertinggi terdapat pada stasiun 6 minggu ke 1 yaitu 3,053. Nilai indeks diversitas pada Sungai Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu ini tiap minggunya berkisar antara 1,026–3,053 (lihat Tabel 6). Menurut Odum (1971) dalam Nisa (2014), indeks diversitas rendah bila $H' < 1$, indeks diversitas sedang bila $1 < H' < 3$ dan indeks diversitas tinggi bila $H' > 3$. Berdasarkan kriteria tersebut dapat disimpulkan bahwa Sungai Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu ini mempunyai indeks diversitas alga bentik (*epilithic*) yang sedang meskipun nilai tertinggi adalah 3,053. Nilai indeks diversitas 3,053 hanya didapatkan satu kali dalam satu bulan, sedangkan nilai indeks diversitas yang paling banyak didapat selama satu bulan adalah 1–2. Hal ini menunjukkan bahwa nilai 3,053 tersebut tidak bisa dijadikan landasan kriteria bahwa perairan mempunyai nilai indeks diversitas yang tinggi. Jenis alga bentik yang mendominasi biasanya dipengaruhi oleh kandungan unsur hara terutama N dan P yang berada pada perairan sungai tersebut yang berasal dari pencemaran limbah pertanian yang masuk ke dalam perairan sungai, perbedaan kondisi faktor fisika-kimia tersebut mengakibatkan perbedaan jumlah dan jenis alga bentik (*epilithic*) yang ditemukan pada masing-masing stasiun. Menurut Barus (2002), suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman spesies yang tinggi apabila terdapat banyak spesies dengan jumlah individu masing-masing spesies yang relatif merata.

Tingginya nilai indeks diversitas menunjukkan suatu ekosistem yang seimbang dan memberikan peranan yang besar untuk menjaga keseimbangan terhadap kejadian yang merusak ekosistem. Nilai indeks diversitas yang sedang tersebut dapat menunjukkan bahwa perairan Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu tersebut dipengaruhi oleh faktor arus, ketersediaan nutrisi, dan

keterbukaan permukaan perairan terhadap cahaya matahari. Menurut Sudiana (2005), sungai memiliki perairan mengalir dengan arus cukup deras sehingga kolom air terus berubah dan hal tersebut terkait dengan ketersediaan nutrisi di perairan tersebut yang relatif rendah karena adanya proses pencucian akibat pergantian air yang terus menerus.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Data parameter kualitas air (fisika-kimia) yang diperoleh yaitu parameter fisika didapatkan bahwa arus berkisar antara 11–132 cm/detik, suhu berkisar antara 15–20°C, nilai kecerahan pada semua stasiun berkisar antara 3,75–36,5 cm. Parameter kimia didapatkan pH berkisar antara 6-7, nitrat berkisar antara 0,574–20,512 mg/l dan ortofosfat berkisar antara 0,038–1,605 mg/l. Parameter kimia perairan menunjukkan bahwa Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu ini tergolong kedalam perairan eutrofik karena nitrat $> 2,0$ mg/l dan ortofosfat $> 0,1$ mg/l.
2. Hasil pengamatan jenis alga benthik (*epilithic*) di Sungai Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, ditemukan sebanyak 3 divisi, yaitu Chlorophyta, Chrysophyta dan Cyanophyta yang terdiri atas 21 genus. Jenis yang banyak ditemukan berasal dari divisi Chrysophyta. Hasil perhitungan kepadatan alga benthik (*epilithic*) di Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji Kota Batu adalah 381798–762201 ind/mm².
3. Nilai indeks diversitas alga benthik (*epilithic*) di Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji Kota Batu adalah 1,026–3,053. Berdasarkan kriteria Odum (1971) dalam Nisa (2014), dapat disimpulkan bahwa Sungai Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu ini mempunyai indeks diversitas yang tergolong sedang yaitu $1 < H' < 3$.

5.2 Saran

Saran untuk masyarakat maupun pengunjung dan peneliti yang akan melakukan penelitian pada stasiun pengamatan 1 dan 2 di Sumber Brantas Arboretum, karena pada stasiun ini terdapat mata air Sungai Brantas dan merupakan daerah yang masih alami pengunjung dan peneliti disarankan agar tetap menjaga kebersihan dan kelestarian lingkungan dengan membuang sampah pada tempat yang telah disediakan dan tidak melakukan kegiatan yang dapat mencemari seperti membuang sisa bahan penelitian di tempat tersebut.

Saran untuk masyarakat pada stasiun 12 di Kali Lanang agar para pengunjung kedai yang berada di atas Kali Lanang maupun masyarakat yang melewati jembatan Kali Lanang tidak membuang sampah langsung ke sungai, akan tetapi hendaknya membuang pada tempat yang sudah disediakan.

Saran untuk masyarakat pada stasiun pengamatan 7 dan 8 di belakang kawasan Selecta Desa Tulungrejo agar tidak menggunakan pupuk anorganik berlebih. Stasiun pengamatan 11 pada Jembatan Sidomulyo Desa Punten disarankan untuk tidak membuang sampah ke sungai dengan cara membuat tempat penampungan sampah dan memaksimalkan penggunaan tempat sampah yang ada agar sampah dan limbah rumah tangga tidak dibuang ke sungai.

Saran untuk masyarakat pada stasiun pengamatan 5 dan 6 di Kali Paron dan stasiun pengamatan 10 Desa Punten agar tidak membuat lahan holtikultura di sempadan sungai atau menggunakan metode terasering pada lahan holtikultura di sekitar sungai dan tidak berlebihan dalam menggunakan pupuk anorganik seperti NPK, Phonska, Grantonik dan sejenisnya.

Saran kepada Pemerintah Kota Batu juga hendaknya menyeleksi daerah-daerah yang diijinkan untuk dilakukan penambangan pasir dan batu, dan kemudian

melokalisir lokasi penambangan tersebut agar tidak merusak ekosistem sungai, sebagai contoh bagi aktivitas penambangan batu pasir pada stasiun pengamatan 3 daerah Coban Talun, stasiun 9 yaitu pada Desa Punten belakang Hotel Purnama.

Pemerintah Kota Batu juga diharapkan lebih tegas menindak pelaku perusakan lingkungan aliran Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji Kota Batu sesuai Keputusan Presiden Republik Indonesia No. 32 tahun 1990 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung dalam pasal 15 yang berbunyi “Perlindungan terhadap sempadan sungai dilakukan untuk melindungi sungai dari kegiatan manusia yang dapat mengganggu dan merusak kualitas air sungai, kondisi fisik pinggir dan dasar sungai serta mengamankan aliran sungai.”



DAFTAR PUSTAKA

- APHA. 1985. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 16th Edition. American Public Health Association. Washington
- Arfiati, D. 2001. Limnologi Sub Bahasan Kimia Air. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Arman, E. dan Supriyanti, S. 2007. Struktur Komunitas Perifiton Pada Subtrat Kaca di Lokasi Pemeliharaan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Teluk Jakarta. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta
- Azwar, D. Windarti. Putra, R. M. 2008. Stomach Analysis of *Belontia hasselti* Captured in The Palm Plantation Canals at Terantang Village, Tambang Sub-Regency, Kampar Regency, Riau Province. Fishery and Marine Science Faculty, University of Riau. Batam
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah. 2014. Peta Kota Batu. <http://www.bappeda.jatimprov.go.id>. Diakses tanggal 3 April 2015
- Badan Pusat Statistik Kota Batu. 2015. Geografi Kota Batu. <http://batukota.bps.go.id>. Diakses tanggal 22 Juni 2015.
- Barus, T. A. 2002. Pengantar Limnologi. Jurusan Biologi. Fakultas MIPA. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Chrismadha, T. 2006. Respon Fitoplankton Terhadap Peningkatan Konsentrasi Karbondioksida Udara. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Pusat Penelitian Limnologi. [Http:// isjd.pdii.lipi.go.id/ index.php Search.html?act tampil&id=3685&idc=23](Http://isjd.pdii.lipi.go.id/index.php/Search.html?act=tampil&id=3685&idc=23). Diakses tanggal 13 Juni 2013.
- Davis, C. C. 1995. The Marine and Freshwater Plankton 1st Edition. Associated Professor of Biology Western Reserve University. Michigan State University Press. Michigan. USA
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Edisi V. Kanisius. Yogyakarta
- Gianina, P. 2013. Pengelompokan Sungai Berdasarkan Makrozoobenthos di Sungai Brantas Kecamatan Bumiaji Kota Batu Jawa Timur. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang
- Graham, L. E. dan Wilcox, L. W. 2000. Algae 2nd Edition. Prentice Hall Inc. United States of America. Upper Saddle River
- Herawati, E. Y. dan Kusriani. 2005. Buku Ajar Planktonologi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang
- Hertika, A. M. S. 2006. Planktonologi (Peranan Unsur Hara Bagi Fitoplankton). Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang
- Hynes, H. B. N. 1972. The Ecology of Running Waters 2nd Edition. Liverpool University Press. Liverpool. Great Britain

- Kordi, G.H.K dan Tancung, A. B. 2007. Pengelolaan Kualitas Air Budidaya Perairan. Cetakan Pertama. Rineka Cipta. Jakarta.
- Lind, O. T. 1997. Handbook of Common Methods in Limnology 2nd Edition. Mosby Company. London
- Mulyanto. 1995. Makrobentos Sebagai Indikator Biologi Perubahan Kualitas Air di Sungai Amprong, Malang. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang
- Nisa, A. C. 2014. Pendugaan Produktivitas Primer di Waduk Selorejo Kabupaten Malang Akibat Erupsi Gunung Kelud dengan Metode Klorofil-a. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang
- Odum, E. P. 1996. Fundamentals of Ecology Third Edition (1971). Terjemahan oleh Tjahjono Samingan. 1996. Dasar-Dasar Ekologi. Edisi Ketiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Peraturan Daerah Kota Batu. 2011. Nomor 7 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Batu Tahun 2010-2030
- Prescott, G. W. 1970. How to Know Freshwater Algae 2nd Edition. WM. C. Brown Company Publishers. Dubuque. Iowa
- Rachmanto. 2009. Metode Wawancara. <http://rachmanto.wordpress.com/>. Diakses pada tanggal 1 Mei 2013
- Sachlan. 1973. Planktonologi. Edisi 1. Direktorat Jendral Perikanan. Jakarta
- Salim, A. 2009. Deskripsi dan Interpretasi. <http://www.ktiguru.org>. Diakses tanggal 22 Juni 2015.
- Saputro, G. 2011. Metode Observasi. [http:// id.shvoong.com /social-sciences/2165626-metode-observasi/](http://id.shvoong.com/social-sciences/2165626-metode-observasi/). Diakses pada tanggal 1 Mei 2013
- Sinaga, T. 2009. Keanekaragaman Makrozoobenthos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Danau Toba Balige Kabupaten Toba Samosir. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara. Medan
- Sournia, A. 1978. Phytoplankton Manual. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Paris
- Standar Nasional Indonesia 06-6989.25-2006. 2006. Metode Analisis Kualitas Air. Jakarta
- Subarijanti, H. U. 1990. Kesuburan dan Pemupukan Perairan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang
- Sudaryanti, S. 1995. Eutrofikasi dan Metode Rehabilitasinya. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.

_____.1997. Prosiding Pelatihan Strategi Pemantauan Kualitas Air Sungai Secara Biologis. Departement of Water Quality Management and Aquatic Ecology Wageningen Agricultural University, The Netherlands dan Program Studi MSP Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang. hlm 1–6

_____.1998. Studi Pendahuluan Mengenai Penggunaan Teknik Analilis Multivariate untuk Menduga Kondisi Ekologis Sungai Brantas. Disampaikan pada Symposium on Enviromental Chemistry and Toxicology, Yogyakarta. hlm 1–2

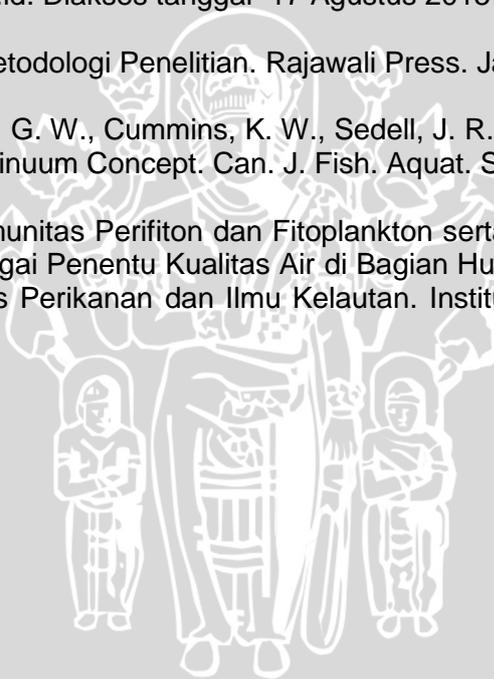
_____, Kusriani, Widjarni, Mahmudi, M., Herawati, E.Y. 2003. Profil Hasil Penelitian Mahasiswa Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.

Sudiana, N. 2005. Identifikasi Keragaman Jenis Dan Kelimpahan Phytoplankton di Muara Sungai Wonokromo, Sungai Porong Surabaya Jawa Timur. <http://ejurnal.bppt.go.id>. Diakses tanggal 17 Agustus 2015

Suryabrata, S. 2005. Metodologi Penelitian. Rajawali Press. Jakarta.

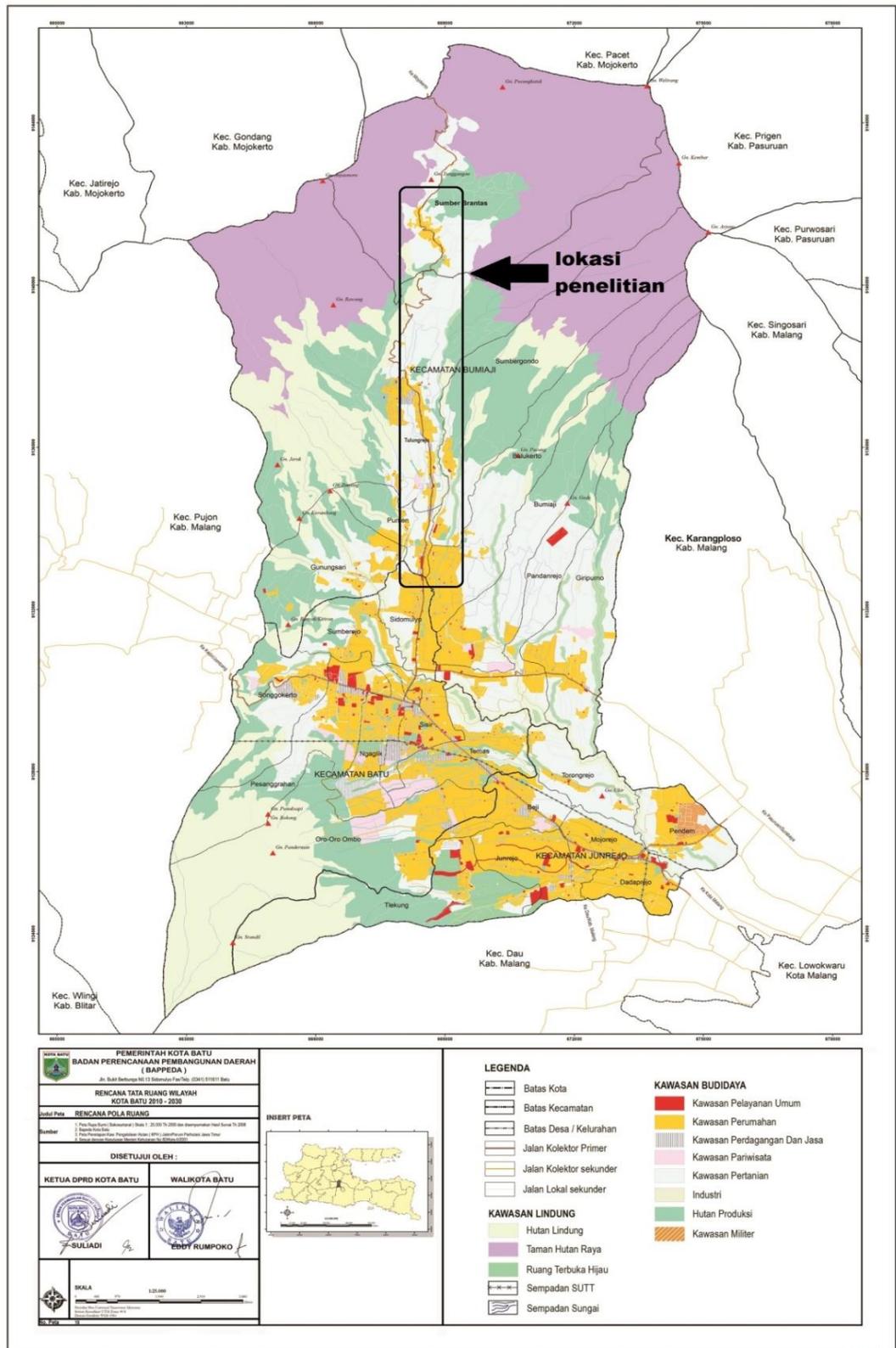
Vannote, R.L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R. and Cushing, E. C. 1980.The River Continuum Concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 130-137

Wijaya, H.K. 2009. Komunitas Perifiton dan Fitoplankton serta Parameter Fisika-Kimia Perairan Sebagai Penentu Kualitas Air di Bagian Hulu Sungai Cisadane Jawa Barat. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor



LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah Lokasi Penelitian (Bappeda, 2014)



Lampiran 2. Alat dan Bahan

Alat	Bahan
<ul style="list-style-type: none"> • Stopwatch • Tali raffia • Botol pelampung • Termometer • Spektrofotometer • pH paper • kotak standart • Erlenmeyer • Beaker glass • Gelas ukur • Pipet tete • Pipet volume • Buret • Nampan • Sikat • Botol film • Mikroskop • Hot plate • Spatula 	<ul style="list-style-type: none"> • Aquades • Na_2CO_3 • Indicator PP • Asam fenoldisulfonik • NH_4OH • SnCl_2 • Ammonium molybdate • H_2SO_4 pekat • Lugol

Lampiran 3. Hasil Pengukuran Nir Air dan Kualitas Air

Minggu	Stasiun	Arus (cm/detik)	Suhu (°C)	Kecerahan (cm)	pH	Nitrat (mg/l)	Ortofosfat (mg/l)
1	1	44	15	8	6	1.684	0.058
	2	35	17	7,5	6	2.723	0.043
	3	50	20	9,5	7	14.508	0.099
	4	79	19	19,5	7	7.549	0.073
	5	11	19	3,9	7	2.995	0.942
	6	21	19	19,5	7	3.476	0.459
	7	100	19	29,5	7	6.362	0.102
	8	125	19	35	7	5.958	0.098
	9	45	20	30	7	16.106	0.153
	10	31	20	36,5	7	14.818	0.152
	11	50	18	22	7	12.483	0.118
	12	21	19	4,75	7	17.502	0.163
2	1	57	15	7,75	6	0.574	0.038
	2	60	15	7,75	6	0.939	0.041
	3	65	18	10,5	7	7.083	0.077
	4	131	17	18,75	7	4.407	0.054
	5	11	18	3,75	7	2.196	0.126
	6	13	16	19,5	7	5.198	0.223
	7	132	17	29,5	7	3.321	0.062
	8	102	17	35	7	3.088	0.060
	9	65	20	28,75	7	6.618	0.116
	10	66	20	36,25	7	9.837	0.150
	11	50	19	21,75	7	9.581	0.112
	12	41	19	4,75	7	5.865	0.116
3	1	40	15	8	6	1.521	0.077
	2	43	15	7	6	2.204	0.060
	3	58	20	10,25	7	16.703	0.100
	4	89	20	19,5	7	8.503	0.093
	5	12	18	3,85	7	4.337	1.605
	6	12	17	20	7	3.072	1.231
	7	125	17	36,5	7	9.892	0.120
	8	111	17	33,5	7	10.784	0.100
	9	61	18	28	7	13.422	0.150
	10	78	18	33,25	7	17.851	0.160
	11	36	18	22	7	20.512	0.159
	12	26	19	5,75	7	15.508	0.134
4	1	56	15	7,5	6	1.606	0.066
	2	53	15	6,75	6	2.77	0.040
	3	65	19	10	7	6.331	0.088
	4	130	19	22	7	6.734	0.077
	5	12	18	4,25	7	2.079	1.115
	6	12	17	20,5	7	3.243	0.468
	7	132	17	28	7	8.899	0.122
	8	125	17	35	7	7.580	0.099
	9	63	18	29,5	7	12.700	0.149
	10	66	19	35,75	7	17.192	0.157
	11	50	18	23,75	7	13.328	0.120
	12	38	19	5,35	7	16.812	0.141

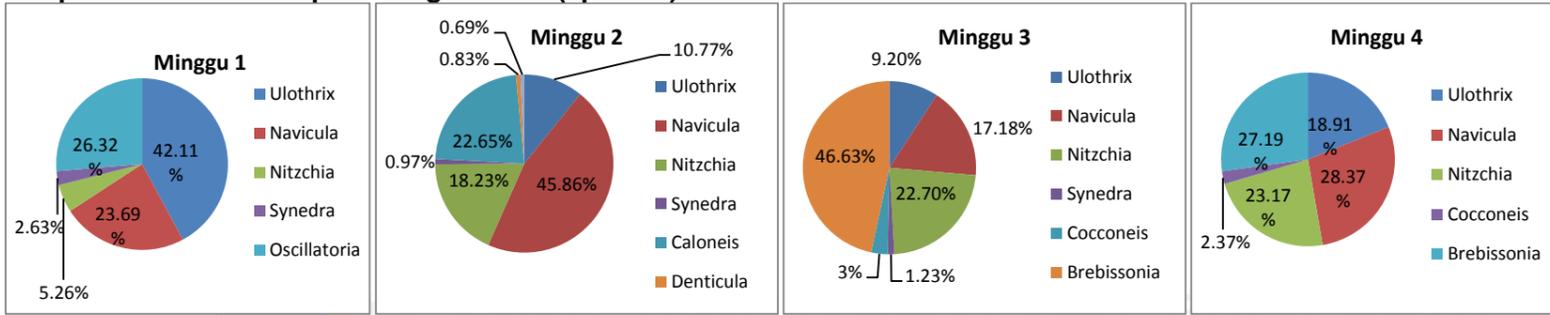
Merismopedia										
Chroococcus										
Eucapsis										
Total	0		0		0		0		0	
TOTAL	51	100	175	100	96	100	207	100	529	
Stasiun 9										
Alga Bentik	Minggu 1		Minggu 2		Minggu 3		Minggu 4		Total	
	Σ	KR (%)	Σ	KR (%)						
Chlorophyta										
Ulothrix	1	1,052	22	27,5					23	28,552
Hyalotheca										
Ankistrodesmus										
Scenedesmus										
Spirogyra										
Rhizoclonium							18	23,076	18	23,076
Total	1		22		0		18		41	
Chrysophyta										
Navicula	17	17,894	27	3,75	35	37,234	18	23,076	97	81,954
Nitzschia	18	18,947	14	17,5	16	17,021	15	19,230	63	72,698
Caloneis					28	29,787			28	29,787
Cocconeis			17	21,25	15	15,957	20	25,641	52	62,848
Synedra	6	6,315					7	8,974	13	15,289
Gyrosigma										
Denticula										
Cymbella										
Gomphonema										
Achnanthes	23	24,210							23	24,210
Brebissonia	30	31,578							30	31,578
Total	94		58		94		60		306	
Cyanophyta										
Oscillatoria										
Merismopedia										
Chroococcus										
Eucapsis										
Total	0		0		0		0		0	
TOTAL	95	100	80	100	94	100	78	100	347	
Stasiun 10										
Alga Bentik	Minggu 1		Minggu 2		Minggu 3		Minggu 4		Total	
	Σ	KR (%)	Σ	KR (%)						
Chlorophyta										
Ulothrix	14	53,846	3	5,660	8	10,126	5	7,462	30	77,094
Hyalotheca										
Ankistrodesmus										
Scenedesmus	1	3,846							1	3,846
Spirogyra										
Rhizoclonium	2	7,692					12	17,910	14	25,602
Total									45	
Chrysophyta										
Navicula	7	26,923	11	20,754	16	20,253	20	29,850	54	67,93
Nitzschia	1	3,846	9	16,981	11	13,924	12	17,910	33	52,661
Caloneis					18	22,784			18	22,784
Cocconeis			19	35,849	26	32,911	18	26,865	63	95,625
Synedra										
Gyrosigma										
Denticula										
Cymbella										
Gomphonema										
Achnanthes										
Brebissonia										
Total	8		39		71		50		168	
Cyanophyta										
Oscillatoria			11	20,754					11	20,754
Merismopedia	1	3,846							1	3,846
Chroococcus										
Eucapsis										
Total	1		11		0		0		12	
TOTAL	26	100	53	100	79	100	67	100	225	
Stasiun 11										
Alga Bentik	Minggu 1		Minggu 2		Minggu 3		Minggu 4		Total	
	Σ	KR (%)	Σ	KR (%)						
Chlorophyta										
Ulothrix	4	1,302	5	1,824	10	3,300	6	2,941	25	9,367
Hyalotheca										
Ankistrodesmus										
Scenedesmus	4	1,302							4	1,302
Spirogyra										
Rhizoclonium							7	3,431	7	3,431
Total	8		5		10		13		36	
Chrysophyta										
Navicula	75	24,430	73	26,642	75	24,752	70	34,313	293	110,137

Nitzchia	24	7,817	23	8,394	35	11,551	22	10,784	104	38,546
Caloneis	4	1,302	6	2,189	78	25,742	70	34,313	158	63,546
Cocconeis	88	28,664	67	24,452	70	23,102	68	33,333	293	109,551
Synedra	1	0,325							1	0,325
Gyrosigma										
Denticula										
Cymbella	1	0,325							1	0,325
Gomphonema										
Achnanthes	28	9,120	20	7,299	25	8,250	21	10,294	94	34,963
Brebissonia	78	25,407			10	3,300			88	28,707
Total	299		189		293		251		1032	
Cyanophyta										
Oscillatoria			80	29,197					80	29,197
Merismopedia										
Chroococcus										
Eucapsis										
Total	0		80		0		0		80	
TOTAL	307	100	274	100	303	100	204	100	1148	

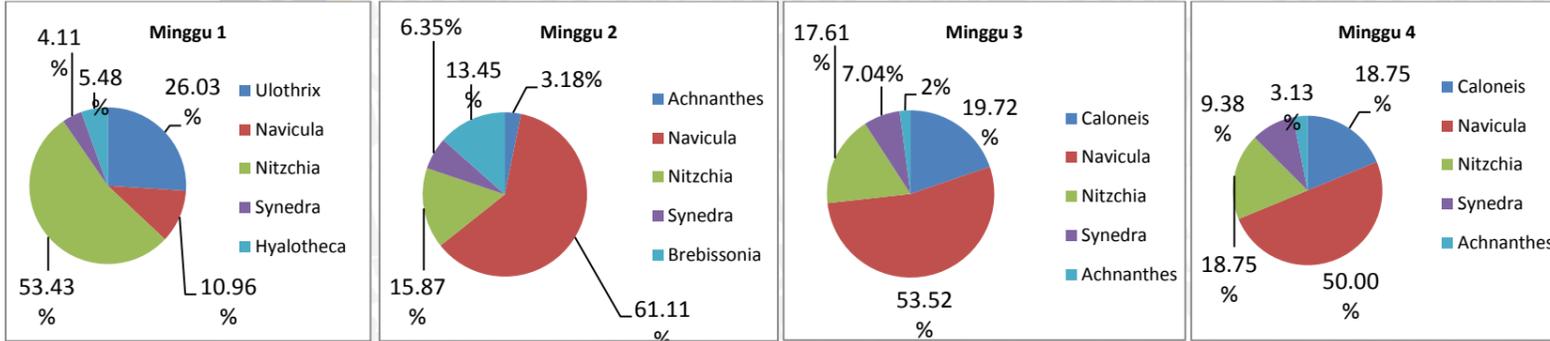
Stasiun 12

Alga Bentik	Minggu 1		Minggu 2		Minggu 3		Minggu 4		Total	
	Σ	KR (%)	Σ	KR (%)						
Chlorophyta										
Ulothrix	5	1,347							5	1,347
Hyalotheca										
Ankistrodesmus										
Scenedesmus										
Spirogyra										
Rhizoclonium							7	2,140	7	2,140
Total	5		0		0		7		12	
Chrysophyta										
Navicula	152	40,970	125	39,808	95	34,545	160	48,929	532	164,252
Nitzchia	41	11,051	38	12,101	40	14,454	30	9,174	149	46,78
Caloneis					70	25,454	65	19,877	135	45,331
Cocconeis	42	11,320	35	11,146	30	10,909	40	12,232	147	45,607
Synedra	27	7,277	23	7,324	25	9,090	25	7,645	100	31,336
Gyrosigma										
Denticula										
Cymbella	8	2,156							8	2,156
Gomphonema					5	1,818			5	1,818
Achnanthes	20	7,380	15	4,777	10	3,636			45	15,793
Brebissonia	76	20,485	72	22,929					148	43,414
Total	366		308		275		320		1269	
Cyanophyta										
Oscillatoria			6	1,910					6	1,910
Merismopedia										
Chroococcus										
Eucapsis										
Total	0		6		0		0		6	
TOTAL	371	100	314	100	275	100	327	100	1287	

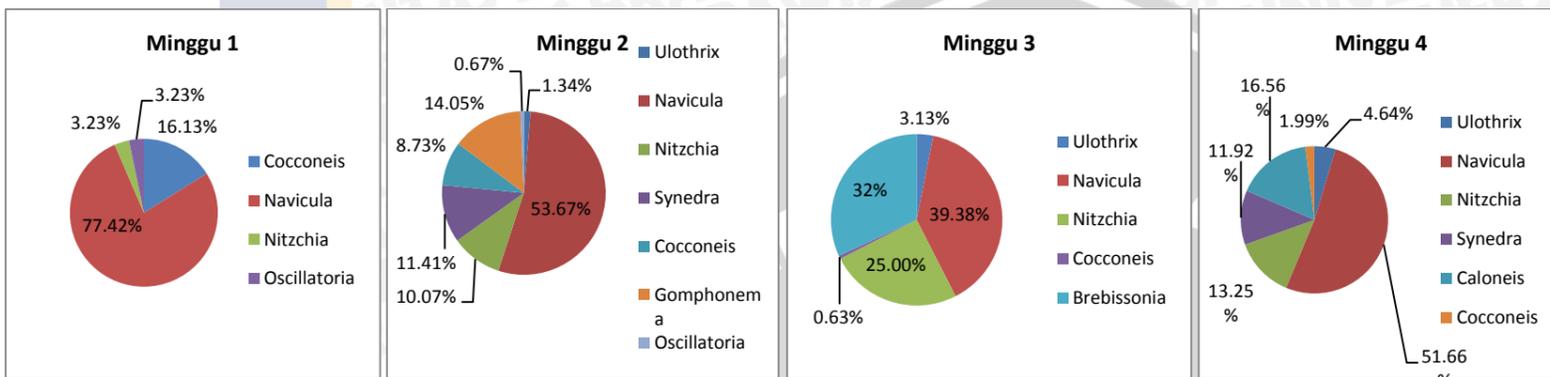
Lampiran 5. Grafik Komposisi Alga Bentik (epilithic)



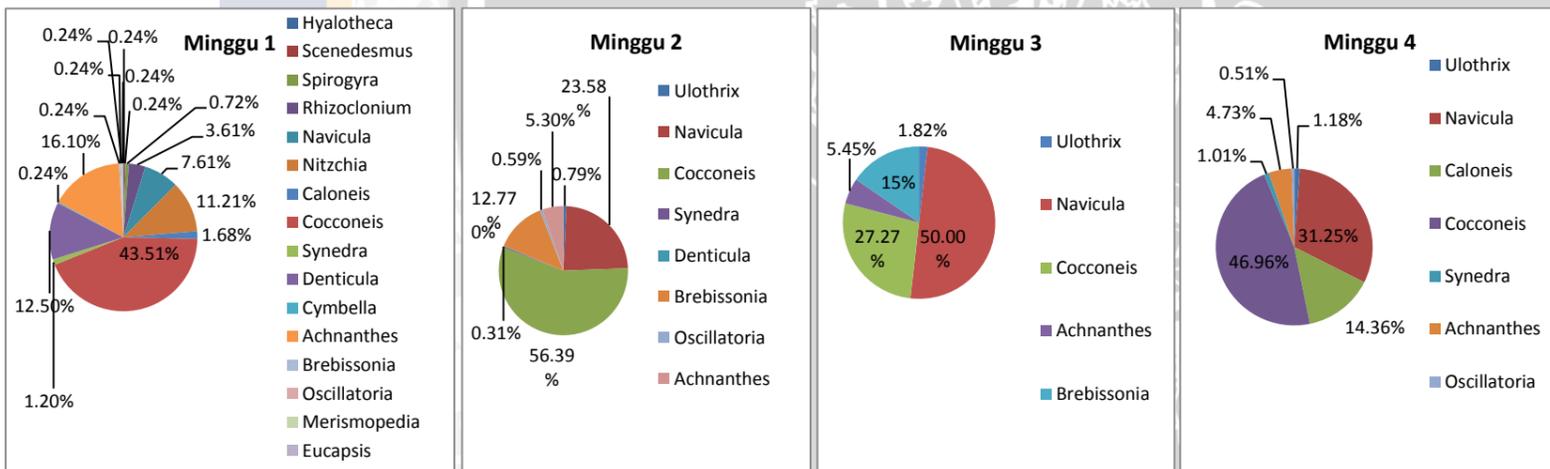
a. Grafik Komposisi dan Kepadatan Relatif Alga Bentik (epilithic) pada Stasiun 1



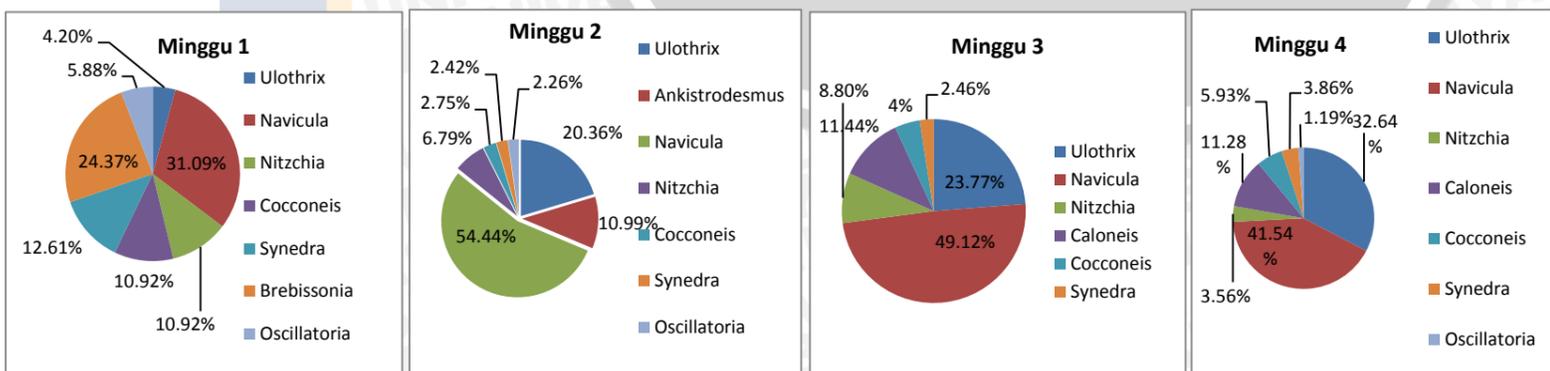
b. Grafik Komposisi dan Kepadatan Relatif Alga Bentik (epilithic) pada Stasiun 2



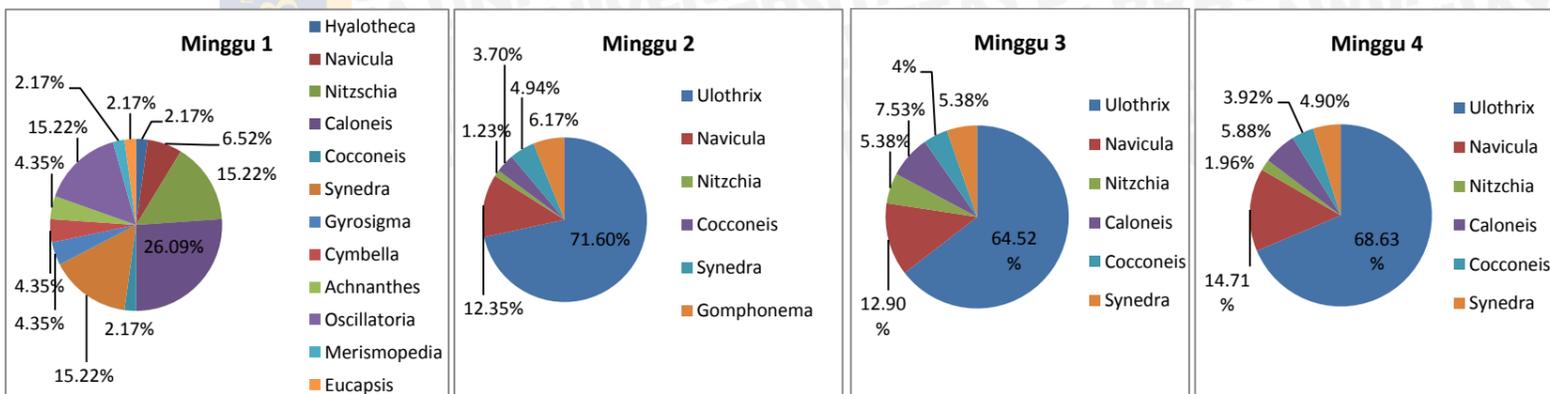
c. Grafik Komposisi dan Kepadatan Relatif Alga Bentik (epilithic) pada Stasiun 3



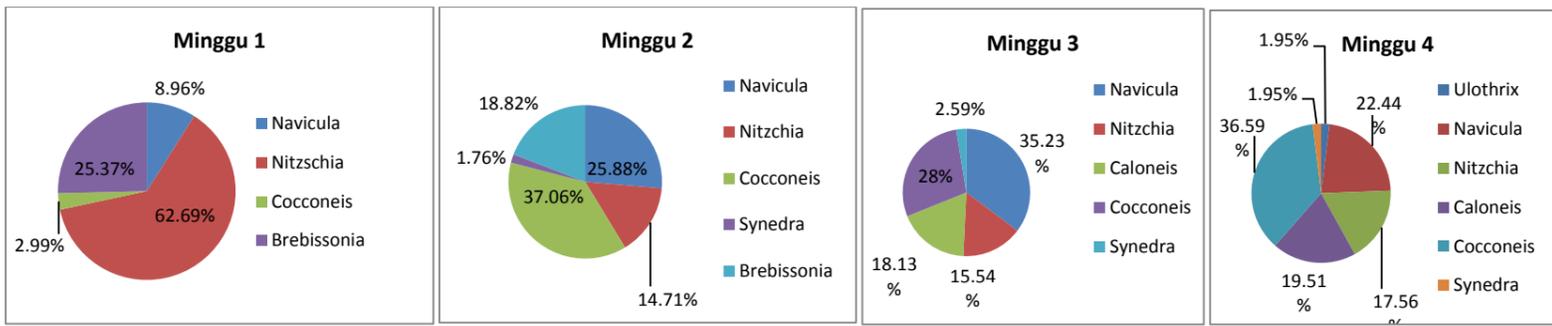
d. Grafik Komposisi dan Kepadatan Relatif Alga Bentik (epilithic) pada Stasiun 4



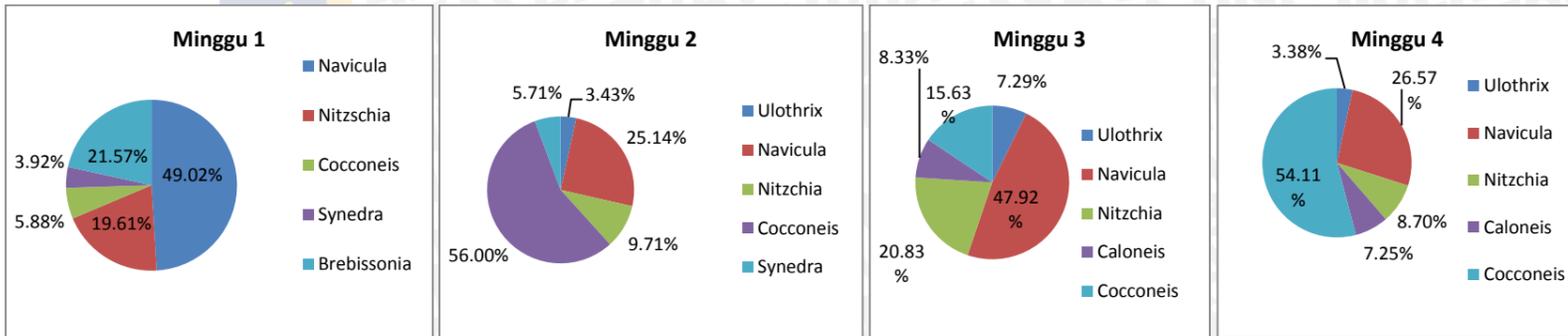
e. Grafik Komposisi dan Kepadatan Relatif Alga Bentik (epilithic) pada Stasiun 5



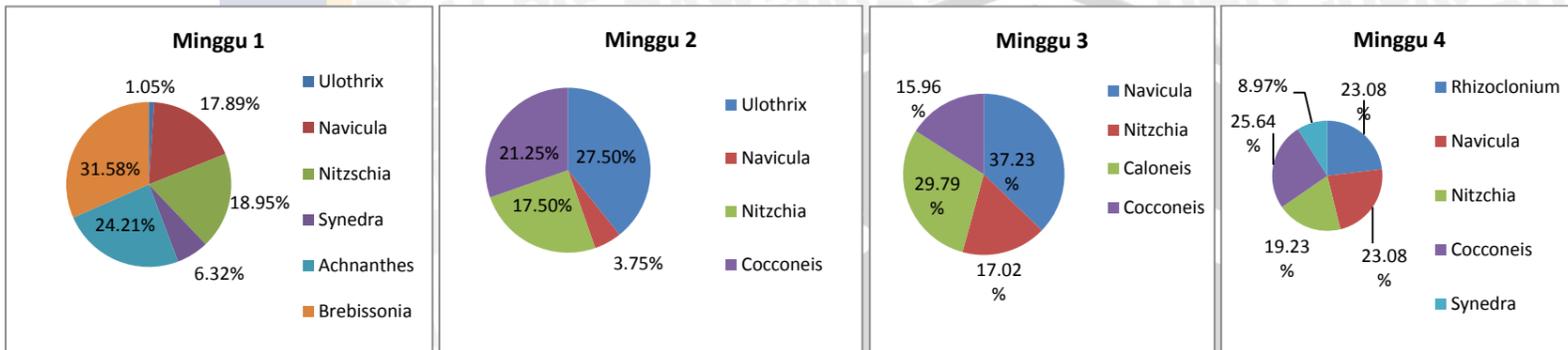
f. Grafik Komposisi dan Kepadatan Relatif Alga Bentik (epilithic) pada Stasiun 6



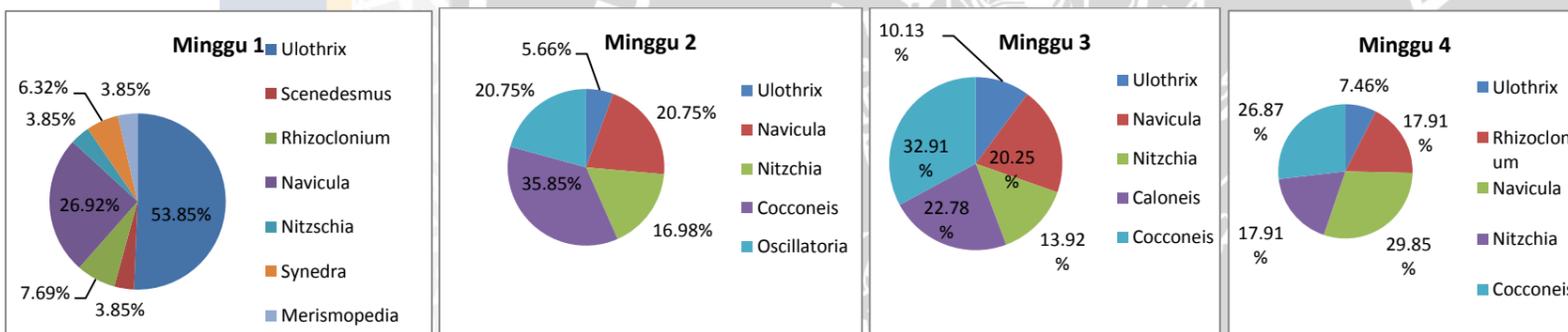
g. Grafik Komposisi dan Kepadatan Relatif Alga Bentik (*epilithic*) pada Stasiun 7



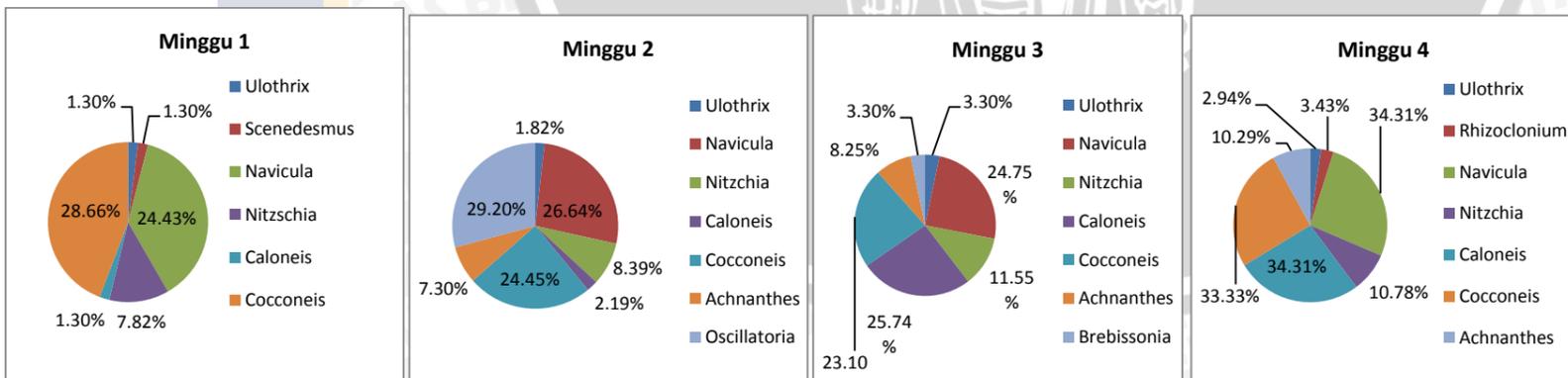
h. Grafik Komposisi dan Kepadatan Relatif Alga Bentik (*epilithic*) pada Stasiun 8



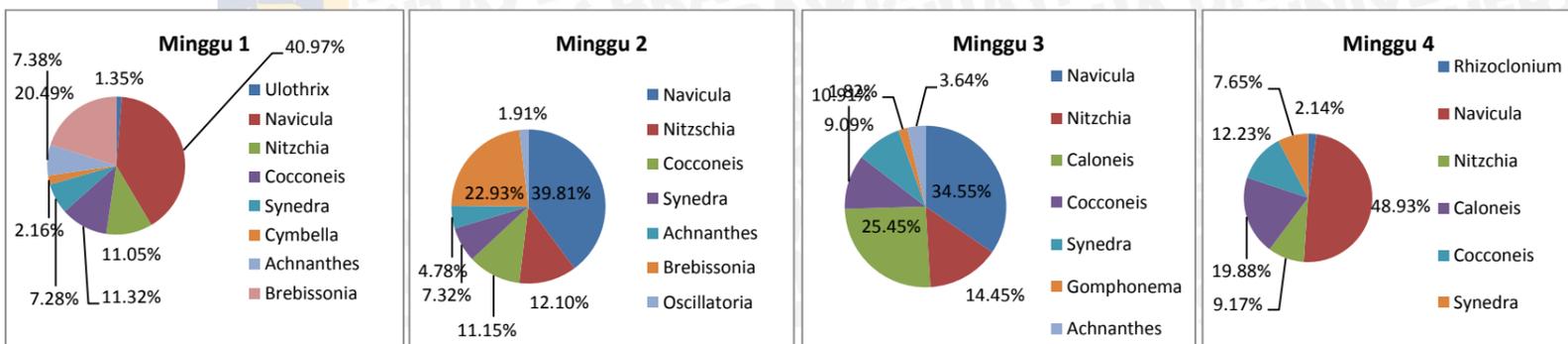
i. Grafik Komposisi dan Kepadatan Relatif Alga Bentik (*epilithic*) pada Stasiun 9



j. Grafik Komposisi dan Kepadatan Relatif Alga Bentik (*epilithic*) pada Stasiun 10



k. Grafik Komposisi dan Kepadatan Relatif Alga Bentik (*epilithic*) pada Stasiun 11



l. Grafik Komposisi dan Kepadatan Relatif Alga Bentik (*epilithic*) pada Stasiun 12

Lampiran 6. Contoh Perhitungan Indeks Diversitas

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i$$

Dimana :

H' = Nilai indeks

P_i = n_i/N

n_i = Jumlah total individu dari tiap genus

N = Jumlah individu dari tiap genus di dalam satu sampel

\log_2 = lihat pada tabel *Shannon-Weaver*

Misal diketahui genus ditemukan pada suatu stasiun:

Scenedesmus = 3

Chlorella = 10

Synedra = 20

Jumlah total = 33

Maka, $H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i$

= $3/33 \log_2 P_i$ (lihat pada tabel *Shannon-Weaver*)

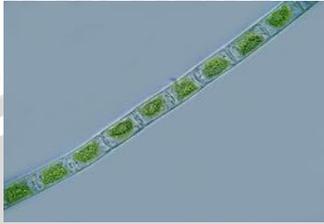
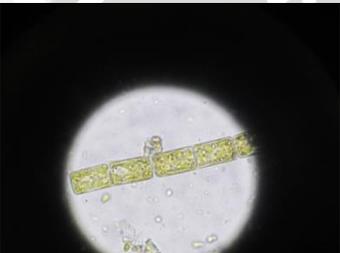
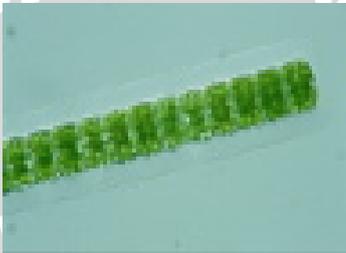
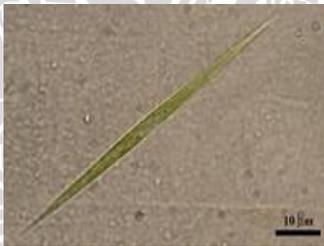
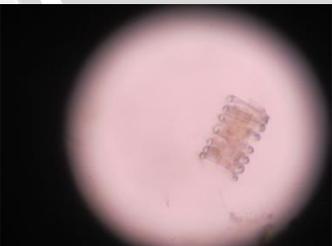
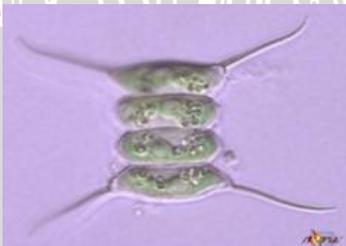
= 0,090

Hasil indeks diversitas serelah dilihat pada tabel *Shannon-Weaver*, \log_2 dari

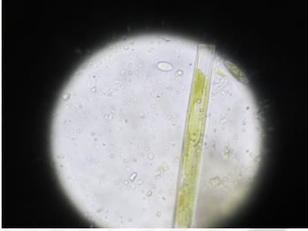
0,090 adalah 0,312.

Lampiran 7. Gambar Alga Bentik (*epilithic*) dan Klasifikasinya

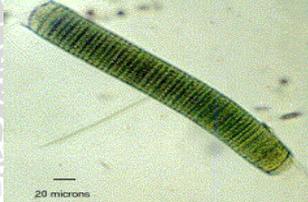
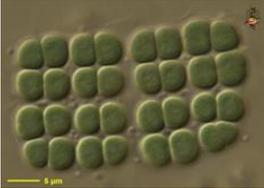
1. Divisi Chlorophyta

Gambar Asli	Gambar Literatur	Klasifikasi
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	<p>Divisi : Chlorophyta Sub divisi : Chlorophyceae Ordo : Ulothricales Family : Ulothricaceae Genus : Ulothrix</p> <p>(Presscot, 1970)</p>
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	<p>Divisi : Chlorophyta Ordo : Zygnematales Family : Desmidiaceae Genus : Hyalotheca</p> <p>(Presscot, 1970)</p>
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	<p>Divisi : Chlorophyta Sub divisi : Chlorophyceae Ordo : Clorococcales Family : Oocystaceae Genus : Ankistrodesmus</p> <p>(Presscot, 1970)</p>
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	<p>Divisi : Chlorophyta Ordo : Chlorococcales Family : Scenedesmaceae Genus : Scenedesmus</p> <p>(Presscot, 1970)</p>

Lampiran 7. Lanjutan

Gambar Asli	Gambar Literatur	Klasifikasi
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	Divisi : Chlorophyta Sub divisi : Chlorophyceae Ordo : Zygnematales Family : Zygnemataceae Genus : Spirogyra (Presscot, 1970)
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	Divisi : Chlorophyta Sub divisi : Chlorophyceae Ordo : Cladophorales Family : Cladophoraceae Genus : Rhizoclonium (Presscot, 1970)

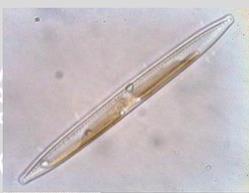
2. Divisi Cyanophyta

Gambar Asli	Gambar Literatur	Klasifikasi
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	Divisi : Cyanophyta Ordo : Oscillatoriales Family : Oscillatoriaceae Genus : Oscillatoria (Presscot, 1970)
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	Divisi : Cyanophyta Ordo : Croococcales Family : Croococcaceae Genus : Merismopedia (Presscot, 1970)
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	Divisi : Cyanophyta Ordo : Croococcales Family : Croococcaceae Genus : Chroococcus (Presscot, 1970)

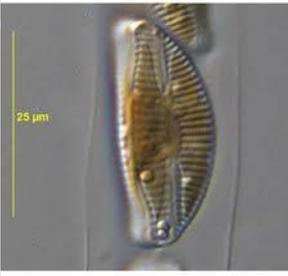
Lampiran 7. Lanjutan

Gambar Asli	Gambar Literatur	Klasifikasi
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	<p>Divisi : Cyanophyta Ordo : Chroococcales Family : Chroococcaceae Genus : Eucapsis</p> <p>(Presscot, 1970)</p>

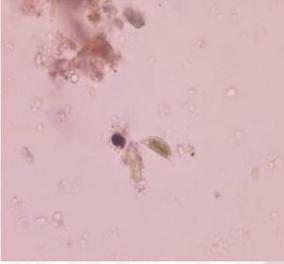
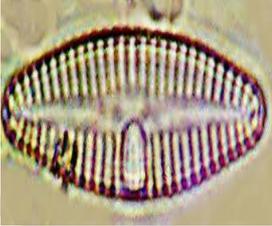
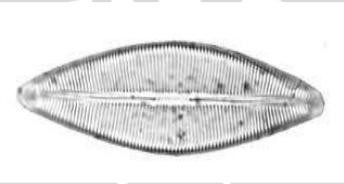
3. Divisi Chrysophyta

Gambar Asli	Gambar Literatur	Klasifikasi
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	<p>Divisi : Chrysophyta Ordo : Pennales Family : Nitzschiaceae Genus : Nitzschia</p> <p>(Presscot, 1970)</p>
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	<p>Divisi : Chrysophyta Sub divisi : Bacillariophyceae Ordo : Pennales Family : Fragilariaceae Genus : Synedra</p> <p>(Presscot, 1970)</p>
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	<p>Divisi : Chrysophyta Sub divisi : Bacillariophyceae Ordo : Pennales Famili : Naviculaceae Genus : Gyrosigma</p> <p>(Presscot, 1970)</p>
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	<p>Divisi : Chrysophyta Ordo : Pennales Family : Ephithemiaceae Genus : Denticula</p> <p>(Presscot, 1970)</p>

Lampiran 7. Lanjutan

Gambar Asli	Gambar Literatur	Klasifikasi
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	<p>Divisi : Chrysophyta Sub divisi : Bacillariophyceae Ordo : Naviculales Family : Naviculaceae Genus : Caloneis</p> <p>(Presscot, 1970)</p>
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	<p>Divisi : Chrysophyta Sub divisi : Bacillariophyceae Ordo : Pennales Family : Cymbellaceae Genus : Cymbella</p> <p>(Presscot, 1970)</p>
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	<p>Divisi : Chrysophyta Sub divisi : Bacillariophyceae Ordo : Pennales Family : Naviculaceae Genus : Navicula</p> <p>(Presscot, 1970)</p>
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	<p>Divisi : Chrysophyta Ordo : Pennales Famili : Gomphonemaceae Genus : Gomphonema</p> <p>(Presscot, 1970)</p>

Lampiran 7. Lanjutan

 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	<p>Divisi : Chrysophyta Sub divisi : Bacillariophyceae Ordo : Pennales Family : Achnantheaceae Genus : Achnanthes</p> <p>(Presscot, 1970)</p>
<p>Gambar Asli</p>	<p>Gambar Literatur</p>	<p>Klasifikasi</p>
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	<p>Divisi : Chrysophyta Sub divisi : Bacillariophyceae Ordo : Pennales Family : Naviculaceae Genus : Brebissonia</p> <p>(Presscot, 1970)</p>
 <p>(Perbesaran 400x)</p>	 <p>www.starcentral.mbl.edu</p>	<p>Divisi : Chrysophyta Sub divisi : Bacillariophyceae Ordo : Pennales Family : Achnantheaceae Genus : Cocconeis</p> <p>(Presscot, 1970)</p>