

**HUBUNGAN ANTARA KUALITAS AIR DENGAN KEBIASAAN
MAKANAN IKAN BATAK (*Tor soro*) DI PERAIRAN
SUNGAI ASAHAN SUMATERA UTARA**

***WATER QUALITY RELATIONSHIP AND FOOD HABITS OF BATAK
FISH (*Tor soro*) IN ASAHAN RIVER
NORTH SUMATRA***

Budianto Siregar¹, Ternala Alexander Barus², Syafruddin Ilyas³
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara
e-mail: budiantosrg@yahoo.com

¹ **Mahasiswa Pascasarjana Biologi Universitas Sumatera Utara**
^{2 & 3} **Dosen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sumatera Utara**

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang hubungan antara kualitas air dengan kebiasaan makanan ikan batak (*Tor soro*) di perairan Sungai Asahan Sumatera Utara pada bulan November 2012-Januari 2013. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kebiasaan makanan ikan batak (*Tor soro*), kualitas air Sungai Asahan, serta hubungan antara kualitas air dengan kebiasaan makanan ikan batak (*Tor soro*). Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan *electrofishing* dan jala serta isi lambung dianalisis dengan menggunakan metode volumetrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan batak (*Tor soro*) memiliki pola pertumbuhan alometrik. Makanan utama ikan batak (*Tor soro*) berdasarkan *Index of Preponderance*: *Cladophora* (47,01%, 62,29%, 71,11%) pada stasiun 1, 4, dan 5. *Cymbella* (47,57%) pada stasiun 2, *Vaucheria* (51,46%) pada stasiun 3. Temperatur, Intensitas cahaya, kecerahan dan pH berkorelasi kuat terhadap *Cladophora*. Nitrat dan posfat berkorelasi kuat terhadap *Cymbella*. Nitrat berkorelasi kuat terhadap *Vaucheria*. Kondisi Sungai Asahan secara relatif dalam keadaan baik dan mendukung pertumbuhan ikan batak (*Tor soro*).

Kata kunci: Ikan Batak, Kebiasaan Makanan, Pola Pertumbuhan, *Index of Preponderance*, Sungai Asahan

ABSTRACT

*The study of water quality relationship and food habits of batak fish (*Tor soro*) in Asahan River, North Sumatra was conducted in November 2012-January 2013. Aims of this research was to know the food habits of batak fish, the water quality of Asahan River, and relationship between water quality and food habits of batak fish. Samples were taken from five observation stations by using electrofishing and castnet and stomach content was analysis using volumetric method. Result showed that batak fish has an allometric positive growth pattern in Ponot River. An allometric negative growth pattern found in station 2, 3, 4, and 5. The major food of batak fish based on index of preponderance are: *Cladophora* (47,01%, 62,29%, 71,11%) at station 1, 4, and 5. *Cymbella* (47,57%) at station 2. *Vaucheria* (51,46%) at station 3. The temperature, light penetration, light intensity, and pH high correlated with *Cladophora*. Nitrate, and posfate high correlated with *Cymbella*. Nitrate high correlated with *Vaucheria*. Indicating the condition of Asahan River is relatively in good condition and support batak fish growth as well.*

Keywords: *Batak Fish, Food Habits, Growth Pattern, Index of Preponderance, Asahan River*

PENDAHULUAN

Sungai Asahan secara geografis terletak pada 20⁰56'46,2" LU dan 99⁰51'51,4" BT. Sungai Asahan merupakan salah satu sungai terbesar di Sumatera Utara, (Loebis, 1999). Ikan batak (*Tor soro*) adalah salah satu jenis ikan air tawar lokal yang mempunyai nilai ekonomis penting. Ikan batak (*Tor soro*) telah lama dikenal masyarakat Suku Batak di Sumatera Utara sebagai ikan adat. Ikan tersebut digunakan sebagai syarat pada upacara adat seperti pernikahan dan kelahiran anak. Populasi ikan tersebut mulai menurun dan terancam punah akibat degradasi lingkungan seperti pencemaran (Tjahjo *et al.*, 1995).

Menurut Kottelat *et al.*, (1993), ikan batak (*Tor soro*) merupakan ikan yang hidup di aliran-aliran sungai di sekitar Sungai Asahan. Sungai Asahan beraliran deras dan berair jernih

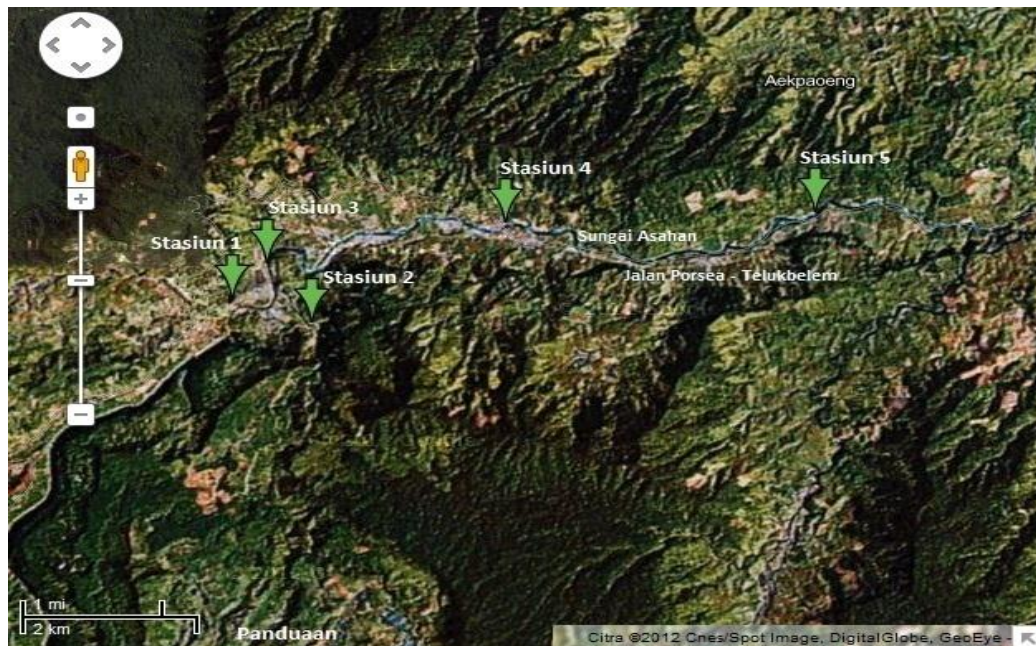
METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Pengambilan sampel ikan dilaksanakan di Perairan Sungai Asahan pada tanggal 12-15 November 2012 dengan metode "*Purposive*

merupakan habitat alami ikan batak untuk melakukan berbagai macam aktivitas seluruh siklus hidup (Barus, 2004). Sepanjang tepi sungai terdapat berbagai aktivitas manusia seperti pemukiman, dan pertanian. Mengingat banyaknya limbah yang masuk kedalam Sungai Asahan maka perlu dilakukan penelitian hubungan kondisi kualitas lingkungan Sungai Asahan dengan kebiasaan makanan dari ikan batak dimana hal ini mempunyai peran yang penting karena pengetahuan dan informasi yang berkaitan dengan kehidupan ikan batak di Sungai Asahan masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebiasaan makanan ikan batak, kualitas air Sungai Asahan, dan hubungan antara kualitas air dengan kebiasaan makanan ikan batak di perairan Sungai Asahan Sumatera Utara.

Random Sampling". Identifikasi dan analisis isi lambung dilaksanakan pada bulan Januari 2013 di Laboratorium Ilmu Dasar (LIDA), Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Skala 1:83000

Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk mengetahui komposisi jenis makanan ikan batak dalam analisis lambung adalah volumetrik. Volume makanan. Pengukuran volume dilakukan dengan menggunakan gelas ukur dengan cara mengisi gelas ukur dengan aquades sebanyak 2 ml (dihomogenkan), memasukkan jenis makanan yang telah dikelompokkan ke dalam gelas ukur

dan mencatat penambahan volume yang dihasilkan. Pengukuran volume ini dilakukan pada setiap kelompok jenis makanan, untuk kemudian mengakumulasi volume total semua kelompok jenis makanan dan menghitung persentase masing-masing kelompok jenis makanan. Untuk mengamati jenis makanan tersebut diamati dibawah mikroskop.

Analisis Hubungan Panjang dan Berat Ikan Batak (Tor soro)

$$W = a L^b \text{ atau: } \log W = \log a + b \log L$$

Faktor kondisi

Keterangan :
 K = Faktor kondisi
 W = Berat rata-rata ikan dalam satu stasiun (g)

(Effendie, 1992)

dimana :
 W = berat ikan dalam (g)
 L = panjang total ikan dalam (mm)
 a dan b = konstanta

$$K = \frac{W}{a L^b}$$

L = Panjang rata-rata ikan dalam satu stasiun (mm)
 a dan b = Konstanta

Index of Preponderance (IP)

$$IP = \frac{Vi \times Oi}{\sum(Vi \times Oi)} \times 100$$

dimana :

IP = *Index of Preponderance*
(Indeks Bagian Terbesar) (%)

Vi = Persentase volume satu macam makanan (%)

Oi = Persentase frekuensi kejadian satu macam makanan (%)

$\sum(Vi \times Oi)$ = Jumlah Vi x Oi dari semua macam makanan (%)

(Natarajan dan Jhingran *dalam* Effendie, 1979)

Hasil dan Pembahasan

Jumlah ikan batak (*Tor soro*) tertangkap sebanyak 65 ekor dari kelima stasiun penelitian dengan kisaran panjang 42-160 mm dan kisaran berat 1- 44,3 g.



Gambar 2. Ikan Batak (Tor soro)

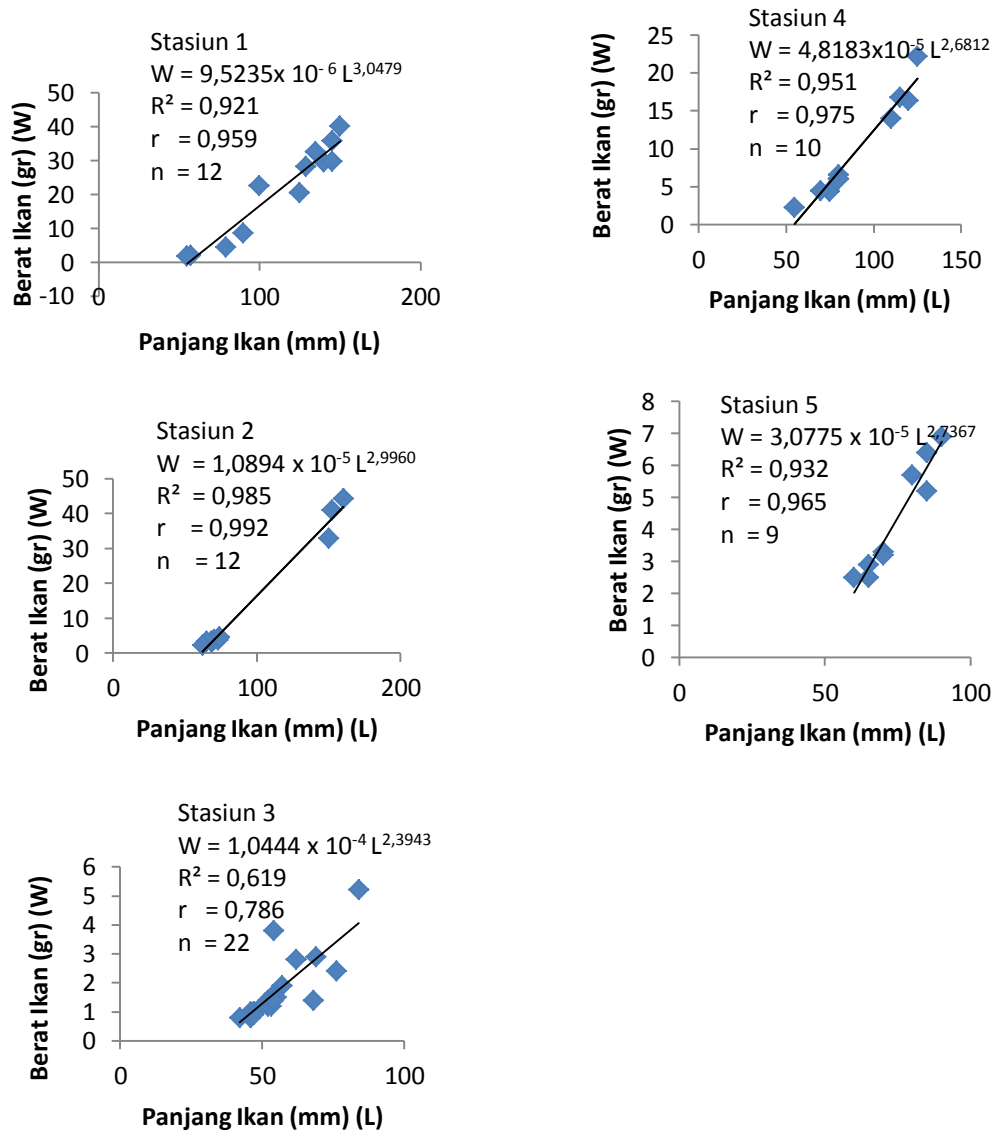
Tabel 1. Hubungan Panjang dan Berat Ikan Batak (*Tor soro*)

No	Stasiun	n (ekor)	a	b	Pola Pertumbuhan
1	Ponot	12	$9,5235 \times 10^{-6}$	3,0479	Alometrik Positif
2	Baturangin	12	$1,0894 \times 10^{-5}$	2,9960	Alometrik Negatif
3	Tangga	22	$1,0444 \times 10^{-4}$	2,3943	Alometrik Negatif
4	Parhitean	10	$4,8183 \times 10^{-5}$	2,6812	Alometrik Negatif
5	Hula-huli	9	$3,0775 \times 10^{-5}$	2,7367	Alometrik Negatif

Berdasarkan Tabel 1. Nilai b bersifat alometrik positif berarti pada stasiun Sungai Ponot $b > 3$ maka pertumbuhan berat lebih cepat

dibandingkan dengan pertumbuhan panjang. Keempat stasiun lainnya yaitu: Sungai Baturangin, Sungai Huluhuli, Sungai Parhitean dan Sungai Tangga dengan nilai $b < 3$ maka nilai b bersifat alometrik negatif, yang berarti pertumbuhan panjang lebih cepat

dibandingkan pertumbuhan berat. Grafik hubungan panjang dan berat ikan batak (*Tor soro*) pada kelima stasiun dapat dilihat pada Gambar 3. berikut:



Gambar 3. Grafik hubungan panjang dan berat ikan batak (*Tor soro*) pada kelima stasiun

Dari kelima grafik hubungan panjang dan berat ikan batak (*Tor soro*) di atas diperoleh nilai koefisien

determinasi (R^2) pada stasiun 1 (Sungai Ponot) sebesar 0,921, stasiun 2 (Sungai Baturangin) sebesar 0,985,

stasiun 3 (Sungai Tangga) sebesar 0,619, stasiun 4 (Sungai Parhitean) sebesar 0,951) dan stasiun 5 (Sungai Hula-huli) sebesar 0,932. Nilai koefisien determinasi (R^2) dari hubungan panjang dan berat ikan batak (*Tor soro*) relatif cukup besar, besarnya nilai tersebut yang mendekati nilai 1 menunjukkan bahwa hubungan antara panjang dan berat ikan batak

(*Tor soro*) sangat erat. Berdasarkan koefisien determinasi (R^2) di atas bahwa faktor yang mempengaruhi berat ikan batak (*Tor soro*) adalah panjang ikan sebagai faktor utama dan faktor pendukung lain seperti faktor fisika-kimia perairan, yaitu temperatur, kecerahan, arus air, intensitas cahaya, pH, DO, BOD₅, Nitrat dan Posfat.

Tabel 2. Nilai Faktor Kondisi Ikan Batak (*Tor soro*)

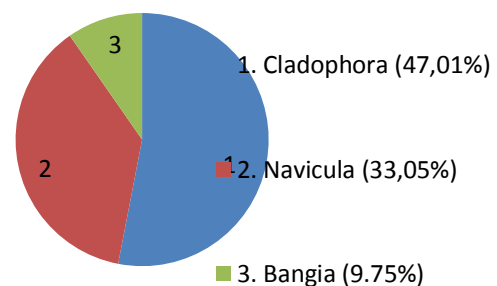
No	Stasiun	$K = W/aL^b$
1	Ponot	1,2587
2	Baturangin	1,5847
3	Tangga	1,1091
4	Parhitean	1,1519
5	Hula-huli	1,0510

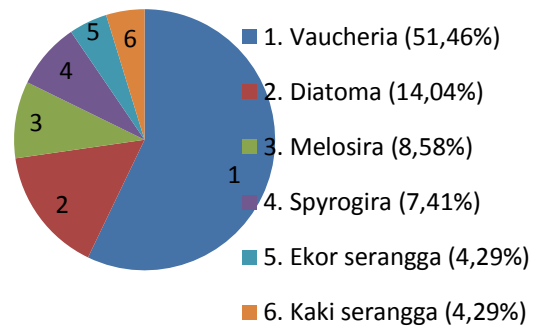
Faktor kondisi adalah perbandingan berat ikan dengan pangkat tiga panjangnya merupakan faktor yang menggambarkan kondisi kegemukan ikan. Berdasarkan Tabel 2. Nilai faktor kondisi (K) ikan batak pada kelima stasiun menyebar pada kisaran 1,0510-1,5847. Faktor kondisi ikan batak termasuk ikan yang badannya kurang pipih karena nilai K dari kelima stasiun berada di bawah nilai 2.

Kebiasaan makanan

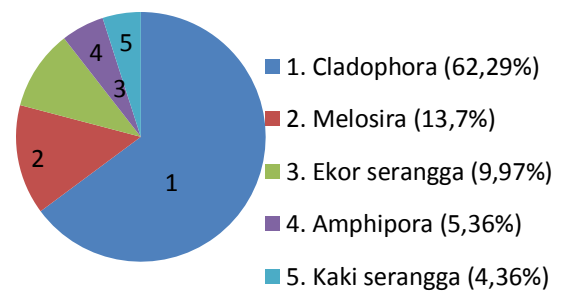
Hasil analisis isi lambung, diperoleh 46 jenis makanan. Dari analisis lambung ternyata jumlah jenis genus sebagai makanan ikan batak yang paling banyak berasal dari kelas Bacillariophyceae (25 genus) dan Chlorophyceae (11 genus). Bacillariophyceae umumnya sangat disukai oleh zooplankton dan ikan dalam suatu perairan (Sachlan 1982). Menurut Whitton (1975), keberadaan Bacillariophyceae, dan Chlorophyceae, pada suatu perairan karena alga tersebut dapat tumbuh pada kisaran arus yang cepat sampai lambat dan ketersediaan nutrien yang cukup. Diagram komposisi makanan Ikan Batak dapat dilihat dalam Gambar 4 sebagai berikut:

Gambar 4. Stasiun 1 (Sungai Ponot)

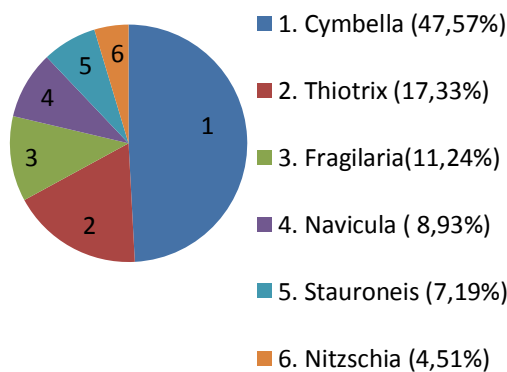




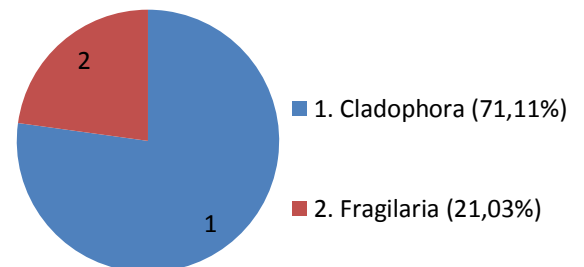
Stasiun 4 (Sungai Parhitean)



Stasiun 2 (Sungai Baturangin)



Stasiun 5 (Sungai Hulu-huli)



Stasiun 3(Sungai Tangga)

Tabel 3. Hasil Pengukuran Faktor Fisik-Kimia Perairan Sungai Asahan

No	Parameter	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4	Stasiun 5
1	Temperatur (⁰ C)	23	22	24	26	26
2	Kecerahan (cm)	80	65	70	76	75
3	Kecepatan arus (m/s)	0,5	0,8	0,6	0,5	0,9

4	Intensitas cahaya (Candela)	1490	1055	1114	1778	1157
5	pH	6,2	6,3	6,3	6,5	6,6
6	DO (mg/l)	8,2	8,0	7,6	7,1	7,6
7	BOD ₅ (mg/l)	4,6	4,1	3,2	3,1	3,9
8	Nitrat (mg/l)	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
9	Posfat (mg/l)	0,12	0,25	0,19	0,21	0,11

Keterangan : Stasiun 1 (Sungai Ponot), Stasiun 2 (Sungai Baturangin), Stasiun 3 (Sungai Tangga), Stasiun 4 (Sungai Parhitean), Stasiun 5 (Sungai Hula-huli)

Nilai temperatur dari kelima stasiun penelitian berkisar antara 22-26⁰C, Temperatur suatu perairan sangat mempengaruhi keberadaan ikan, temperatur air yang tidak cocok, misalnya terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan ikan tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Berubahnya temperatur suatu badan air, besar pengaruhnya terhadap komunitas akuatik (Suin, 2002). Pola temperatur ekosistem air dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dengan udara sekelilingnya, ketinggian geografis dan juga oleh faktor kanopi (penutupan oleh vegetasi) dari pepohonan yang tumbuh di tepi sungai (Barus, 2004). Nilai kecerahan yang diperoleh dari kelima stasiun penelitian berkisar antara 65-80 cm. Kemampuan penetrasi cahaya matahari kedalam perairan sangat ditentukan oleh warna perairan, kandungan bahan organik maupun anorganik tersuspensi di perairan dan kepadatan plankton (Wardoyo, 1981). Nilai kecepatan arus air dari kelima stasiun penelitian berkisar antara 0,5–0,9 m/s, Menurut Barus (2004), kecepatan arus air sangat berfluktuasi dari periode ke periode tergantung dari fluktuasi debit dan aliran air serta kondisi substrat yang ada. Nilai intensitas cahaya dari kelima stasiun penelitian berkisar antara 1055-1490

Candela. Intensitas cahaya matahari yang mencapai permukaan perairan sangat dipengaruhi oleh awan, ketinggian dari permukaan air, letak dan geografis (Tarumingkeng, 2001). Nilai pH dari kelima stasiun penelitian berkisar antara 6,2-6,6. Nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme air pada umumnya berkisar antara 7-8,5 (Kristanto, 2002).

Menurut Wahyuningsih dan Dedi (2003), Ikan air tawar masih dapat menolerir pH air sebesar 4,0-10,0. Nilai DO (*Dissolved Oxygen*) atau oksigen terlarut dari kelima stasiun penelitian berkisar antara 7,1-8,2 mg/l. Idealnya kandungan oksigen terlarut berada di atas 5 mg/l tetapi dengan terjadinya proses penguraian bahan-bahan organik secara aerob, maka kandungan oksigen terlarut di dalam air menjadi turun dan jika penurunan mencapai 2 mg/l merupakan ancaman bagi kehidupan organisme akuatik terutama ikan (Pescod, 1973). Nilai BOD₅ dari kelima stasiun penelitian berkisar antara 3,1-4,6 mg/l, Apabila konsumsi oksigen antara 10-20 mg/l O₂ menunjukkan bahwa telah terjadi pencemaran oleh senyawa organik yang tinggi sehingga membutuhkan banyak oksigen untuk menguraikannya (Brower *et al.*, 1990). Nilai nitrat dari kelima stasiun penelitian berkisar antara 0,1-0,2 mg/l,

Menurut Barus (2004), nitrat merupakan produk akhir dari proses penguraian protein dan nitrit. Nitrat merupakan zat nutrisi yang dibutuhkan oleh tumbuhan termasuk algae dan fitoplankton untuk dapat tumbuh dan berkembang. Nilai fosfat dari kelima stasiun penelitian berkisar antara 0,11-0,25 mg/l, Fosfat merupakan salah satu nutrisi penting bagi kehidupan plankton secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap ikan, dimana plankton merupakan bahan makanan untuk ikan. Menurut Alaert dan Sri (1987), untuk mencapai pertumbuhan plankton yang optimal, diperlukan

konsentrasi Fosfat pada kisaran 0,27 mg/l-5,51 mg/l dan akan menjadi faktor pembatas apabila kurang dari 0,02 mg/l. Secara keseluruhan hasil uji tentang keadaan sifat fisik-kimia Sungai Asahan dihubungkan dengan baku mutu kualitas air berdasarkan PP 82 Tahun 2001 menunjukkan bahwa Sungai Asahan tergolong ke dalam kelas III, artinya air tersebut belum tercemar dan masih memungkinkan organisme air untuk dapat melangsungkan hidupnya di sungai tersebut

Tabel 4. Hasil Analisis Korelasi Pearson (r) antara Faktor Fisik-Kimia Lingkungan Perairan Sungai Asahan dengan Jenis Makanan yang Dimakan Ikan Batak (*Tor soro*)

Jenis Makanan	Faktor Fisik Kimia								
	Temp eratur	Kecera han	Arus Air	Intensi tas cahaya	pH	DO	BOD ₅	Nitrat	Posfat
	Makanan Utama								
<i>Cladophora</i>	0,754	0,787	-0,017	0,601	0,655	-0,363	0,055	-0,967	-0,639
<i>Vaucheria</i>	-0,063	-0,308	-0,185	-0,372	-0,272	-0,132	-0,515	0,612	0,131
<i>Cymbella</i>	-0,687	-0,790	0,431	-0,480	-0,272	0,395	0,284	0,619	0,691
	Makanan Pelengkap								
<i>Navicula</i>	-0,579	0,456	-0,388	0,188	-0,708	0,791	0,830	-0,251	-0,347
<i>Fragilaria</i>	0,193	-0,246	0,960	-0,546	0,598	0,079	0,256	-0,080	-0,245
<i>Diatoma</i>	-0,063	-0,308	-0,185	-0,372	-0,612	0,659	0,728	-0,418	-0,523
<i>Melosira</i>	0,504	0,074	-0,585	0,579	0,229	-0,840	-0,891	-0,024	0,385
Ekor serangga	0,554	0,139	-0,581	0,685	0,296	-0,860	-0,837	-0,147	0,380
<i>Bangia</i>	-0,375	0,655	-0,492	0,311	-0,612	0,659	0,728	-0,428	-0,523
<i>Amphipora</i>	0,562	0,270	-0,492	0,835	0,408	-0,791	-0,603	-0,408	0,318
Kaki serangga	0,434	-0,007	-0,565	0,685	0,140	-0,779	-0,914	0,123	0,373
<i>Nitzschia</i>	-0,689	-0,792	0,431	-0,480	-0,272	0,395	0,284	0,615	0,523
<i>Spyrogira</i>	-0,063	-0,308	-0,185	-0,372	-0,612	0,659	0,728	0,612	0,131

Thiotrix	-0,677	-0,790	0,431	-0,480	-0,272	0,395	0,284	0,612	0,691
Stauroneis	-0,688	0,659	0,431	-0,480	-0,272	0,284	0,284	0,618	0,681

Ket: Nilai + = Arah korelasi searah

Nilai - = Arah korelasi berlawanan

Berdasarkan Tabel 4 di atas bahwa Temperatur, kecerahan, intensitas cahaya, pH, berkorelasi positif (searah) terhadap *Cladophora* serta berkorelasi negatif (berlawanan) terhadap *Vaucheria* dan *Cymbella*. Arus air, DO berkorelasi positif (searah) terhadap *Cymbella* serta berkorelasi negatif (berlawanan) terhadap *Cladophora* dan *Vaucheria*. BOD₅ berkorelasi positif (searah) terhadap *Cladophora* dan *Cymbella* serta berkorelasi negatif (berlawanan) terhadap *Vaucheria*. Nitrat dan posfat berkorelasi positif

(searah) terhadap *Vaucheria* dan *Cymbella* serta berkorelasi negatif (berlawanan) terhadap *Cladophora*.

Berdasarkan hasil analisis korelasi (Tabel 4.5) dapat diketahui bahwa korelasi antara faktor fisik-kimia dengan nilai IP (*Index of Preponderance*) Ikan Batak (*Tor soro*) di Sungai Asahan menunjukkan bahwa nitrat berpengaruh sangat nyata terhadap *Cladophora*, kecepatan arus berpengaruh nyata terhadap *Fragilaria*, BOD₅ berpengaruh nyata terhadap *Melosira*,

KESIMPULAN

Makanan Utama ikan batak (*Tor soro*) yang diperoleh pada stasiun 1 (Sungai Ponot), stasiun 4 (Sungai Parhitean), dan stasiun 5 (Sungai Hula-huli) berasal dari kelas Chlorophyceae, genus: *Cladophora* dengan nilai IP berturut-turut sebesar 47,01%, 62,29%, 71,11%. Pada stasiun 2 (Sungai Baturangin) berasal kelas Bacillariophyceae, genus: *Cymbella* (47,57%), stasiun 3 (Sungai Tangga) berasal kelas Xanthophyceae, genus: *Vaucheria* (51,46%). Dari jenis makanan ikan batak (*Tor soro*) dapat diperkirakan bahwa ikan batak (*Tor soro*) termasuk ikan omnivora cenderung herbivor yang pemakan generalis. Pola

pertumbuhan ikan batak (*Tor soro*) bersifat alometrik positif pada stasiun Sungai Ponot, alometrik negatif pada stasiun Sungai Baturangin, Sungai Parhitean, Sungai Hula-huli, dan Sungai Tangga. Nilai faktor kondisi dari kelima stasiun dibawah nilai 2 (dua) berarti kondisi ikan batak (*Tor soro*) dari kelima stasiun tergolong tidak pipih. Temperatur, Intensitas cahaya, kecerahan dan pH berkorelasi kuat terhadap *Cladophora*. Nitrat dan posfat berkorelasi kuat terhadap *Cymbella*. Nitrat berkorelasi kuat terhadap *Vaucheria*.

DAFTAR PUSTAKA

Alaert, G. dan Sri, S. 1987. *Metode Penelitian Air: Usaha Nasional*. Surabaya.

Barus, T. A. 2004. *Pengantar Limnologi Studi Tentang*

Ekosistem Air Daratan. Medan: USU Press.

Brower, J. E., H. Z. Jerrold. And Car I. N. Von Ende. 1990. *Field and Laboratory Methods for General*

- Ecology*. Third Edition. USA, New York: Wm. C. Brown Publisher.
- Effendie, M. I. 1979. *Metoda Biologi Perikanan*. Yayasan Agromedia, Bogor
- _____, 1992. *Biologi Perikanan*. Bogor, Yayasan Dewi Sri.
- _____, 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta, 163 Hal.
- Kottelat, M., Whitten, A., J. Kartikasari, S, N., and Sachlan, M. 1982. *Planktonologi*. Fakultas Peternakan dan Perikanan UNDIP, Semarang : pp. 1-101
- Suin, N. M. 2002. *Metode Ekologi*. Universitas Andalas, Padang
- Tarumingkeng, R. C. 2001. *Dinamika Populasi Kajian Ekologi Kuantitatif*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Wahyuningsih, H dan Dedi. S. 2003. Kepadatan populasi ikan Jurung (Tor Sp.) di Sungai Bahorok Kabupaten Langkat. *Jurnal Komunikasi Penelitian*.16: 22-24.
- Whitton, B. A. 1975. *River Ecology*. Blackwell Scientific Publ.Oxford.725 p.
- Wirjoatmodjo, S. 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Edition. Jakarta.293pp
- Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Loebis, J, 1999. *Hidrologi Danau Toba dan Sungai Asahan*. Jakarta: PT. Puri Fadjar Mandiri.
- Pescod, M.D. 1973. *Investigation of Rational Effluent and Stream Standard for Tropical Countries*, Bangkok.
- Tjahjo, D. W. H., E. Setiadi., Kartamihardja, A., Hardjamulia, N., Suhenda, D., Sadili., Mursidin., Subagio., dan M. F Sukadi. 1995. Studi khusus penangkaran ikan langka (ikan batak dan ikan suluk) di labuhan Batu dan Tapanuli Utara, Sumatera Utara. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Air Tawar 1993-1994*. Balai Penelitian Perikanan Air Tawar.
- Wardoyo, 1983. *Kriteria Kualitas Air untuk Keperluan Perikanan*. Training Analisis Dampak Lingkungan. Kerjasama PPLH, UNDIP-PSL dan IPB. Bogor. 41 hal.