BAB IV

A. Hasil Penelitian Tahap 1

1. Deskripsi Data

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dalam kurun waktu 30 hari yang dilakukan di Sungai Ngrowo dan Laboratorium IAIN Tulungagung diperoleh genus yang hampir mirip di setiap stasiun penelitian. Penelitian mikroalga dilakukan selama 3 kali pengulangan yang terdiri dari 3 stasiun. Hasil pengamatan yang dilakukan di Sungai Ngrowo Tulungagung terdiri dari 10 genus, 7 ordo yang terdiri dari 5 filum yang dapat dilihat di tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jenis Mikroalga yang ditemukan di kawasan Sungai Ngrowo Tulungagung

No	Filum	Ordo	Genus
1	Cyanophyta	Oscillatoriales	Arthrospira
		Oscillatoriales	Oscillatoria
		Chroococcales	Microcytis
2	Chlorophyta	Chlamydomonadales	Chlorococcum
		Chlamudomonadales	Pandorina
3	Charophyta	Desmidiales	Closterium
4	Bacillariophyta	Naviculales	Navicula
		Bacillariales	Nitzschia
5	Euglenozoa	Euglenales	Euglena
		Euglenales	Phacus

Faktor fisika kimia yang diukur ketika melaukan penelitian mikroalga, di perairan Sungai Ngrowo yang meliputi: suhu, pH, dan oksigen terlarut (DO). Faktor-faktor fisika kimia ini dapat mempengaruhi kehidupan mikroalga di Sungai Ngrowo. Hasil pengukuran dapat dilihat di tabel 4.2

Tabel 4.2 Parameter Fisik Kimia Lingkungan yang terdapat di Kawasan Sungai Ngrowo Tulungagung

No	Lokasi Pengamatan	Parameter Fisik Kimia Lingkungan			
	Stasiun Pengamatan	Titik Pengamatan	pH	Suhu (^{0}C)	Oksigen Terlarut
1	Stasiun 1	Titik 1	6,6	27.8	4,16
		Titik 2	6,6	27,8	4,16

		Titik 3	6,6	27,8	4,16
2	Stasiun 2	Titik 1	6,7	28,7	3,38
		Titik 2	6,7	28,7	3,38
		Titik 3	6,7	28,7	3,38
3	Stasiun 3	Titik 1	6,6	28,6	2,22
		Titik 2	6,6	28,6	2,22
		Titik 3	6,6	28,6	2,22

Sumber : Hasil Penelitian lapangan, 2019

Keterangan : Stasiun 1 : Moyoketen Belakang IPLT Moyoketen
Stasiun 2 : Sembung
Stasiun 3 : Plandaan

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa waktu pengamatan fisika kimia Sungai Ngrowo Tulungagung memiliki pH 6,6-6,7, suhu 27,8-28,7^{0}C, dan tingkat oksigen terlarut 2,22-4,16 ppm. Proses pengamatan fisika kimia pH dan suhu menggunakan alat-alat laboratorium milik laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Tulungagung berupa pH meter, termometer yang langsung bergabung dengan pH meter. Sedangkan untuk mengetahui kadar oksigen terlarut yang terdapat di Sungai Ngrowo menggunakan metode Winkler karena lebih akurat.

Perhitungan kadar oksigen setiap stasiun dapat dilihat dibawah ini:

a. Stasiun I (Moyoketen belakang IPLT Moyoketen yang berbatasan dengan Kalituri)

Hasil titrasi pada stasiun I menghasilkan volume: 2,08.

$$\text{DO} = \frac{2{,}08 \text{ x } 0{,}025 \text{ x } 8000}{100} = 4{,}16 \text{ ppm}$$

b. Stasiun II (Sembung berdekatan dengan Pasar Wage)

Hasil titrasi pada stasiun II menghasilkan volume : 1,69

$$\text{DO} = \frac{1{,}69 \text{ x } 0{,}025 \text{ x } 8000}{100} = 3{,}38 \text{ ppm}$$

c. Stasiun III (Plandaan)

Hasil titrasi pada stasiun III menghasilkan volume: 1,11

$$\text{DO} = \frac{1{,}11 \text{ x } 0{,}025 \text{ x } 8000}{100} = 2{,}22 \text{ ppm}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kadar oksigen menggunakan metode Winkler dapat diketahui bahwa kondisi perairan Sungai Ngrowo sudah tercemar, karena kadar perairan yang baik dikatakan tidak tercemar jika oksigen terlarutnya berkisar lebih dari 5 ppm.

Mikroalga yang ditemukan di stasiun I yang terletak di Moyoketen belakang IPLT Moyoketen berbatasan langsung dengan Kalituri ditemukan beberapa mikroalga yaitu: Arthospira, Oscillatoria, Chlorococcum, Closterium, Navicula dan Euglena. Mikroalga ini berkembang dikawasan yang memiliki kandungan oksigen terlarut sebesar 4,16 ppm. Selain itu, stasiun ini memiliki kadar pH sebesar 6,6 dan suhu perairan sebesar $27{,}8^0$C.

Pengambilan sampel stasiun II yang terletak di Sembung dekat dengan pasar wage ditemukan delapan genus mikroalga yaitu: Arthospira, Oscillatoria, Navicula, Nitzchia, Chlorococcum, Pandorina, Phacus dan Euglena. Suhu perairan yang terdapat di stasiun II sebesar $28{,}7^0$C, pH yang tidak jauh berbeda dengan pH stasiun I yaitu sebesar 6,7 (masih dalam lingkungan asam), serta kadar oksigen lebih rendah daripada stasiun I sebesar 3,38 ppm. Rendahnya kadar oksigen terlarut karena lingkungan ini padat penduduk, banyak penduduk yang mencari cacing dikawasan sungai tersebut serta pembuangan limbah rumah tangga.

Pengambilan sampel stasiun III yang terletak di Plandaan ditemukan 5 genus spesies mikroalga diantaranya ialah Oscillatoria, Navicula, Nitzchia, Microcytist dan Chlorococcum. Suhu perairan yang didapatkan di stasiun III tidak jauh berbeda dari stasiun II yaitu $28{,}6^0$C dengan kadar pH sebesar 6,6 (masih katagori asam). Stasiun III ini memiliki kadar oksigen terlarut paling rendah

diantara semua stasiun yaitu 2,22 ppm. Rendahnya kadar oksigen dapat disebabkan lokasinya yang padat penduduk dan membuang limbah domestik di sekitar perairan sungai Ngrowo.

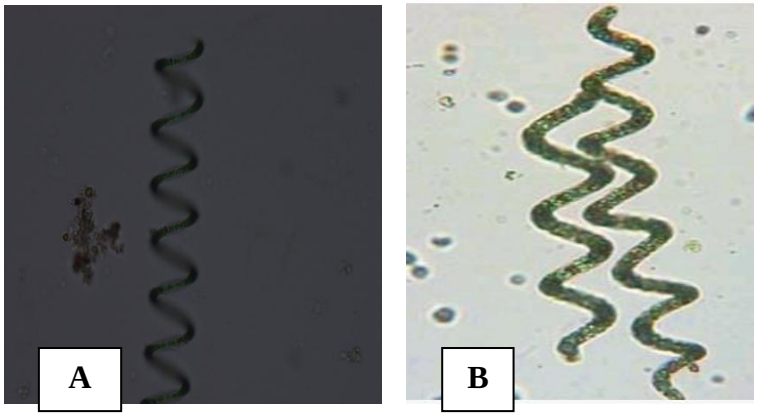
a) Deskripsi dan Taksonomi Inventarisasi Mikroalga yang Terdapat di Kawasan Sungai Ngrowo

Deskripsi genus mikroalga yang ditemukan di kawasan Sungai Ngrowo Tulungagung diantaranya sebagai berikut:

1) *Arthospira sp*

mikroorganisme ini berbentuk spiral seperti spirulina namun dengan jarak lengkungan lebih rekat daripada spirulina, tubuhnya jika diamati secara mendalam terdapat seperti garis-garis segmen layaknya tubuh Oscillatoria yang bewarna hijau tua, dan dia bergerak dengan cara gerakan memutar. Berdasarkan ciri-ciri yang telah nampak, mikroorganisme ini masuk ke dalam genus Arthospira.

Hal ini diperkuat dengan buku tentang mikroalga yang dikarang oleh Vuuren yang berjudul " Easy Identification of the most common freshwater algae" yakni mikroalga ini memiliki karakteristik berbentuk filamen (trikoma) yang tidak bercabang dan biasanya berbentuk gulungan besar yang teratur sehingga menghasilkan bentuk spiral. Setiap trikoma berbentuk silinder yang mungkin panjang atau pendek. Arthospira biasanya tidak bergerak, namun kadang-kadang meluncur dengan gerakan memutar. Genus ini memiliki ukuran berkisar antara 8-10 µm.



Gambar 4.1 Arthospira

Keterangan : A. foto Hasil Penelitian B. Foto Sumber Referensi[1]

Sistem Klaifikasi: [2]

Kingdom : Eubacteria

Subkingdom : Negibacteria

Phylum : Cyanobacteria

Class : Cyanophyceae

Subclass : Oscillatoriophycidae

Order : Oscillatoriales

Family : Microcoleaceae

Genus : Arthrospira

Spesies : *Arthospira sp*.

2) *Oscillatoria sp*

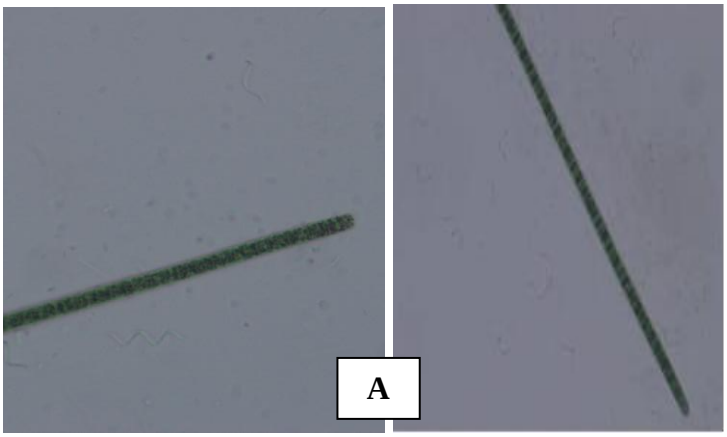
Hasil pengamatan mikroalga yang ditemukan di Sungai Ngrowo mikroorganisme ini memiliki bentuk filamen panjang lurus, ujungnya tidak runcing atau tumpul, terlihat seperti bersegmen-segmen, bewarna hijau tua, dan

[1] Sanet Janse Van Vuuren, dkk, *Easy Identification of the most common freshwater algae a guide for the identification of microscopic algae in South African freshwater*, Copyright North West University and Departement of Water of Affairs and Foresty, 2006, ISBN 0-621-35471-6 halaman 23

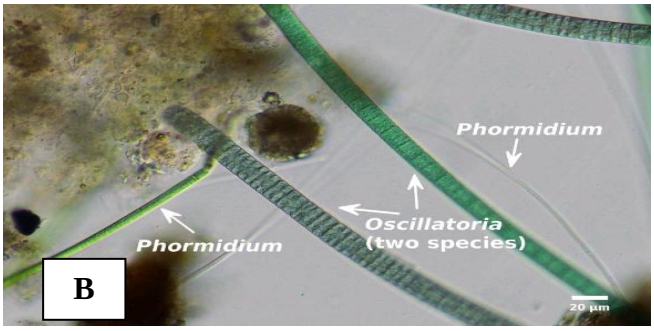
[2] http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=43525

dapat bergerak dengan cara berseluncur. Berdasarkan ciri-ciri yang tampak di mikroskop mikroorganisme ini masuk kedalam genus Oscillatoria.

Menurut literatur karangan Vureen dan *Algabase*, mikroorganisme ini termasuk genus Oscillatoria. Dalam karangannya dipaparkan bahwa genus ini memiliki karakteristik trikoma berbentuk silindris, tidak bercabang, dan lurus. Terkadang trikoma sedikit meruncing, namun kebanyakan sel apikalnya tumpul. Genus ini bergerak dengan meluncur, berputar, bergerak kesana kemari disekitar porosnya. Saat kondisi stress selubung lendir Oscillatoria dapat terbentuk, seperti kondisi kekeringan atau hiper sanilitas, atau dalam kondisi kultur. Trikoma pada Oscillatori memiliki ukuran yang bervariasi, berkisar 8-30 μm bahkan lebih. [3] Oscillatoria tersebar luas dan umum di berbagai habitat yaitu perairan tawar, perairan laut, dan sumber air panas. Selain itu, Oscillatoria dapat ditemukan di substrat sub-aerial yang lembab.



[3] Sanet Janse Van Vuuren, dkk, *Easy Identification of the most common freshwater algae a guide for the identification of microscopic algae in South African freshwater*, Copyright North West University and Departement of Water of Affairs and Foresty, 2006, ISBN 0-621-35471-6 hal 34



Gambar 4.2 Oscillatoria
Gambar A. Foto Hasil Penelitian, B. Foto Sumber Referensi[4]

Sistem Klasifikasi :[5]

Kingdom : Eubacteria

Subkingdom : Negibacteria

Phylum : Cyanobacteria

Class : Cyanophyceae

Subclass : Oscillatoriophycidae

Order : Oscillatoriales

Family : Oscillatoriaceae

Genus : Oscillatoria

Spesies : *Oscilltoria sp*

3) *Microcytis sp*

Organisme mikroskopik ini berbentuk bola, atau tidak teratur, hidupnya berkoloni yang mengambang bebas di air Sungai Ngrowo, memiliki warna hijau tua sedikit kehitam-hitaman. Menurut ciri-ciri yang tampak dari mikroskop mikroalga ini masuk kedalam genus Microcytis.

[4] Naturalist Oscillatoriales https://www.inaturalist.org/guide_taxa/751676 diakses 11 April 2019

[5] http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=43525

Berdasarkan sumber yang menjelaskan tentang alga, yakni *Algabase* organisme mikroskopik ini mirip dengan genus Microcytis. Hal ini dapat dikaitkan dengan ciri-ciri Microcytis yaitu :

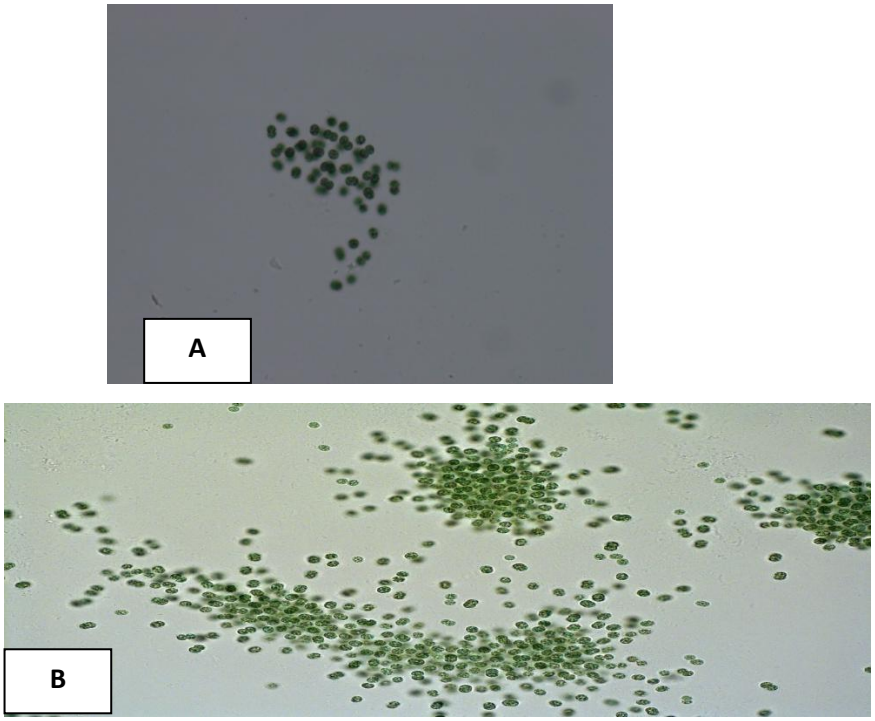
a. Merupakan organise koloni seluler yang mengambang bebas atau melekat pada substrat.
b. Berbentuk seperti bola, diskoid, atau tidak teratur.
c. Sel ini memiliki kandungan yang homogen diantaranya biru-hijau, keabu-abuan atau kekuning-kuningan.
d. Sel protoplas bewarna biru-hijau pucat bila dilihat di mikroskop cahaya, namun sering tampak bewarna hitam akibat vakuola gas yang berada di dalam sel. Vakuola gas ini yang memungkinkan koloni Microcytis melayang bebas dipermukaan air untuk mencari sinar matahari secara optimal.[6]
e. Habitat *Microcytis* mengambang bebas di air tawar, waduk air eutrofik, beberapa spesies hidup bentik di tegalan, epifit atau epilitik di berbagai jenis air yang menggenang, mengalir, dan di bebatuan basah.
f. Beberapa strain beracun dan memproduksi pcyclocitral.[7]

Terdapat beberapa spesies dari Microcytis dapat menghasilkan neurotoksin dan hepatotoksin. Akibat dari hepatotoksin yang dihasilkan Microcytis membuat perairan sungai tercemar sehingga berpengaruh terhadap jumlah oksigen yang terdapat di air sungai. Jika kadar oksigen diperairan rendah dapat mengakibatkan kematian ikan dan kehidupan air lainnya. Sehingga Microcytis ini mendapat julukan sebagai plankton yang keras.

---

[6] Sanet Janse Van Vuuren, dkk, *Easy Identification of the most common freshwater algae a guide for the identification of microscopic algae in South African freshwater*, Copyright North West University and Departement of Water of Affairs and Foresty, 2006, ISBN 0-621-35471-6 hal 30

[7] http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=43294



Gambar 4.3 Microcytis
Gambar A. Foto Hasil Penelitian, B. Foto Sumber Referensi[8]

Sistem Klasifikasi: [9]

Phylum : Cyanophyta

Class : Cyanophyceae

Subclass : Oscillatoriophycidae

Order : Chroococcales

Family : Microcystaceae

Genus : Microcytis

Spesies : *Microcytis sp*

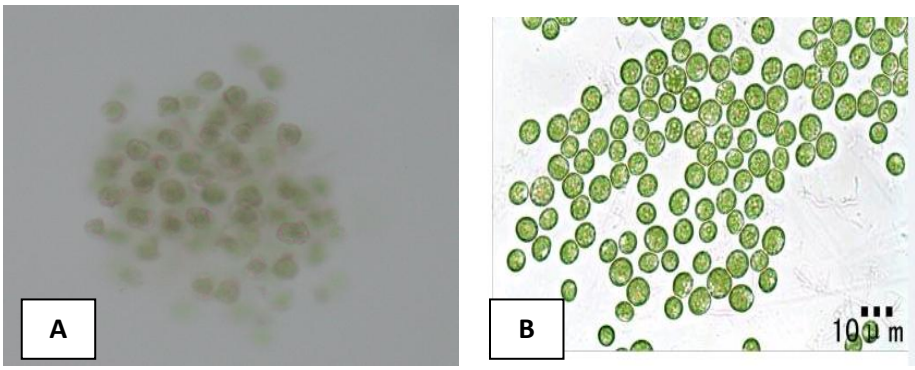
4) *Chlorococcum sp*

Mikroorganisme ini memiliki ciri-ciri berbentuk bulat, ada beberapa yang tidak teratur, hidupnya bergerombolan . Terdapat bulatan kecil di dalam selnya

[8] http://cyanobacteria.myspecies.info/gallery?page=1
[9] Ibid

seperti bawahannya mangkok. Bewarna hijau toska namun hampir pudar. Menurut peneliti, mikroalga ini masuk kedalam genus Chlorococcum.

Berdasarkan ciri-ciri diatas dan dikaitkan dengan literatur yang membahas tentang mikroalga, mikroorganisme tersebut masuk ke dalam genus Chlorococcum. Hal ini dikaitkan dengan ciri-ciri yang dipaparkan oleh *Algabase* dan penelitian yang dilakukan oleh Klochkova yakni organisme uniseluler yang berbentuk bulat agak lonjong dengan ukuran sel bervariasi. Sel-selnya mungkin soliter atau rumpun tidak teratur, kadang-kadang membentuk lapisan tipis pada permukaan yang lembap. Memiliki ukuran 7,8 – 15, 2 μm, mereka punya warna hijau seperti rumput,[10] *Chlorococcum* memiliki sifat polifiletik dan setiap selnya terdapat kloroplas dengan pirenoid tunggal. Sistem reproduksi mikroorganisme ini melalui zoospora, aplanospora, atau isogamet. Habitat genus ini sangat beragam, seperti mata air panas di Asia Tengah dan tanah dari Antartika.[11]



Gambar 4.4 Chlorococcum
Gambar A. Foto Hasil Penelitian, B. Foto Sumber Referensi[12]

Sistem Klasifikasi: [13]

[10] A. Tatyana Klochkova, dsb, *Biology of a terrestrial green alga, Chlorococcum sp. (Chlorococcales, Chlorophyta) Collected from the Mirukzasi stupa in Eropa*, Korea, 2006, Journal i: https://www.researchgate.net/publication/236737255

[11] Ibid

[12] Liu Jiexia, et al, *Freshwater microalgae harvested via flocculation induced by pH decrease*. Biotechnology for Biofuels, Licensee BioMed Central Ltd, 2013. http://www.biotechnologyforbiofuels.com/content/6/1/98

[13] http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=43525

Kingdom : Plantae

Phylum : Chlorophyta

Subphylum : Chlorophytina

Class : Chlorophyceae

Order : Chlamydomonadales

Family : Chlorococcaceae

Genus : Chlorococcum

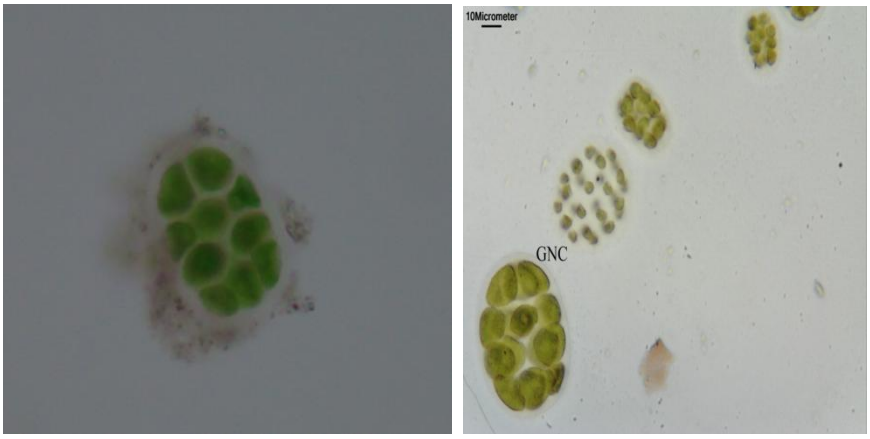
Spesies :*Chlorococcum sp*.

5) *Pandorina sp*

Organisme uniseluler yang memiliki 10 sel, dengan bentuk sel yang berbeda-beda seperti membentuk cangkang kura-kura. Bewarna gradasi hijau muda dengan hijau tua. Bagian luar sel seperti terdapat selubung yang menyelimuti semua sel tersebut. Berdasarkan ciri-ciri yang tampak pada mikroskop digital, mikroalga ini masuk ke dalam genus Pandorina.

Mikroorganisme ini masuk ke dalam genus Pandorina. Hal ini dikaitkan dengan hasil penelitian Kai Lerche dan Armin Hallman serta penjelasan yang dipaparkan *Algabase*. Berdasarkan literatur tersebut, Pandorina memiliki karakteristik organisme uniseluler yang pada memiliki 8-16 sel. Sel-selnya berbentuk bulat telur atau bulat, dan terdapat sel yang berbentuk seperti tombol yang tersusun. Memiliki kloroplas yang besar berbentuk cangkir denga satu pyrenoid basal namun hal itu tergantung spesies. Mereka bereproduksi secara vegetatif dengan cara pembentukan koloni muda dimana koloni muda ini keluar dari lapisan induknya.

Morfologi khusus yang dimiliki Pandorina diantara alga Volvocine yakni sel-selnya mengisi hampir seluruh volume koloni sehingga Pandorina merupakan alga Volvocine yang terkecil dan paling kompleks dalam garis keturunan alga Volvocine.[14] Familia Volvocacaceae sebagai autrotof berkontribusi terhadap produksi oksigen yan berfungsi sebagai makanan untuk sejumlah organisme akuatik, terutama invertebrata mikroskopis yang disebut rotifer. [15]



Gambar 4.5 Pandorina
Gambar A. Foto Hasil Penelitian, B. Foto Sumber Referensi[16]

Sistem Klasifikasi: [17]

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Viridiplantae
Infrakingdom	: Chlorophyta
Phylum	: Chlorophytina
Class	: Chlorophyceae
Order	: Chlamudomonadales
Family	: Volvocaceae

[14] Lerche Kai and Armin Hallmann, *Stable nuclear transformation of Pandorina morum*, Department of Cellular and Developmental Biology of Plants, University of Bielefeld, Universitätsstr. Germany. 2014. http://www.biomedcentral.com/1472-6750/14/65

[15] https://www.britannica.com/science/Volvox

[16] https://www.researchgate.net/post/Is_this_Pandorina_or_Eudorina

[17] http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=43525

Genus : Pandorina

Spesies : *Pandorina sp*.

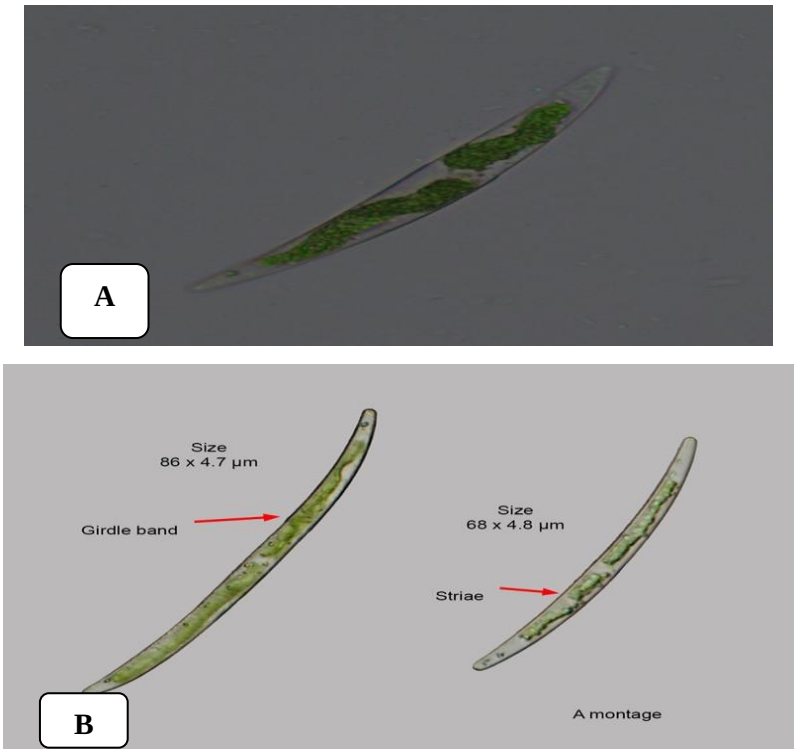
6) *Closterium sp*

Mikroalga jenis ini memiliki bentuk memanjang silindris sedikit melengkung, memiliki tidak terlalu runcing, memiliki dinding yang transparan dan didalam dinding selnya terdapat kloroplas yang terpisah. Bentuk kloroplas di dalamnya seperti zig-zag namun tidak terlalu bengkok. Berdasarkan karakteristik yang tampak pada lensa mikroskop digital, mikroalga ini masuk kedalam gennus Closterium.

Menurut ciri-ciri tersebut jika dikaitkan dengan literatur *Algabase* dan buku mikroalga karya Janse Vuren, mikroalga ini masuk kedalam genus Closterium. Hal ini sesuai dengan karakteristik yang dijelaskan literatur tersebut bahwa genus ini memiliki sel soliter yang berukuran 72-1700 μm atau ada yang 70-1200 μm. Biasanya selnya berbentuk memanjang silindris lurus atau lebih umumnya mereka sering ditemukan melengkung bagia ujungnya dan runcing. Dinding sel closterium terlihat halus, tidak bewarna, jika berwarna akan menunjukkan warna kekuningan atau cokelat (kadang nampak dibagian ujung selnya). Closterium memiliki dua kloroplas dengan tampilan memanjang terpotong bagian tengah oleh nukleus. Disetiap ujung sel Closterium terdapat vakuola yang belum diketahui fungsinya. Proses reproduksinya dilakukan secara aseksual yakni melalui pembelahan transversal atau secara seksual dengan cara konjugasi.[18]

[18] http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=43525

Habitat Closterium tersebar luas dan seringkali jumlahnya berlimpah. Mereka dapat ditemukan di perairan kolam, danau atau sungai yang arusnya lambat. Selain itu, mereka juga umum ditemukan di perairan asam dan jarang ditemukan di lingkungan alkali.[19]



Gambar 4.6 Closterium
Gambar A. Foto Hasil Penelitian, B. Foto Sumber Referensi[20]

Sistem Klasifikasi: [21]

Kingdom : Plantae

Filum : Charophyta

Class : Zygnematophyceae

Order : Desmidiales

[19] Sanet Janse Van Vuuren, dkk, *Easy Identification of the most common freshwater algae a guide for the identification of microscopic algae in South African freshwater*, Copyright North West University and Departement of Water of Affairs and Foresty, 2006, ISBN 0-621-35471-6 hal 138

[20] *Closterium juncidium* Ralfs, 1848. Algae Outer Hebrides. http://www.outerhebridesalgae.uk/desmids/desmid-species.php?id=352

[21] http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=43525

Famiy : Closteriaceae

Genus : Closterium

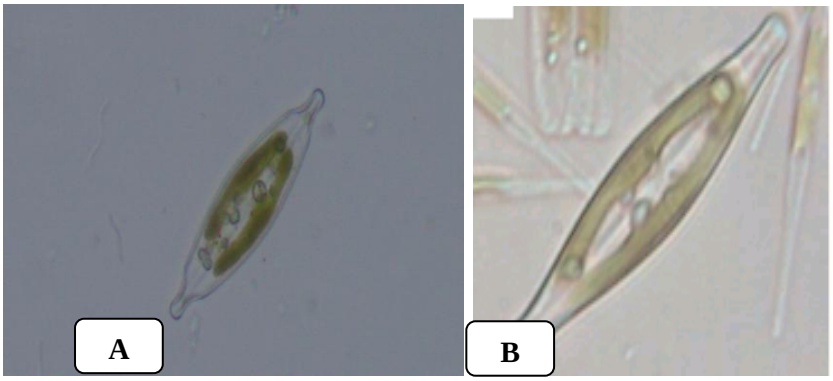
Spesies : *Closterium sp*.

7) *Navicula sp*

Organisme seluler ini secara sekilas berbentuk seperti kapsul obat yang terbuat dari gelatin yang bisa dipencet-pencet, kemudian terlihat juga seperti perahu dayung dengan ujungnya berbentuk seperti kepala. Lapisan dinding selnya tampak transparan sehingga bagian dalam selnya nampak seperti tulang lurus dan organel-organelnya berbentuk seperti gelembung. Selain itu, nampak juga kloroplas yang bewarna hijau kecoklat-coklatan. Karakteristik yang nampak pada lensa mikroskop digital, mikroalga ini masuk kedalam genus Navicula.

Menurut Janse Van Vuren mikroalga jenis ini masuk kedalam genus Navicula. Beliau memaparkan di dalam bukunya bahwa genus ini memiliki karateristik yang bervariasi, terutama pada bagian katup. Secara umum, bentuk sel-selnya seperti perahu atau berbentuk cerutu dengan ujung yang berbeda. Ujung navicula dapat berbentuk bundar, tajam atau berbentuk kapit (seperti bentuk kepala). Tampilan bagian dalam navicula terbungkus oleh kloroplas yang mana setiap spesies memiliki dua kloroplas pada setiap selnya. Navicula memiliki panjang berkisar 6-42 μm dan lebar 4-12 μm.

Navicula dapat ditemukan di semua jenis perairan baik laut maupun tawar bahkan perairan oligotrofik hingga eutrofik. Mikroalga ini seperti diatom lainnya yang mengeluarkan lendir dari raphe untuk meluncur disepanjang substratum.



Gambar 4.7 Navicula
Gambar A. Foto Hasil Penelitian, B. Foto Sumber Referensi[22]

Sistem Klasifikasi: [23]

Kingdom : Chromista

Phylum : Bacillariophyta

Subphylum : Bacillariophytina

Class : Bacillariophyceae

Subclass : Bacillariophycidae

Order : Naviculales

Suborder : Naviculineae

Family : Naviculaceae

Genus : Navicula

Spesies : *Navicula sp*.

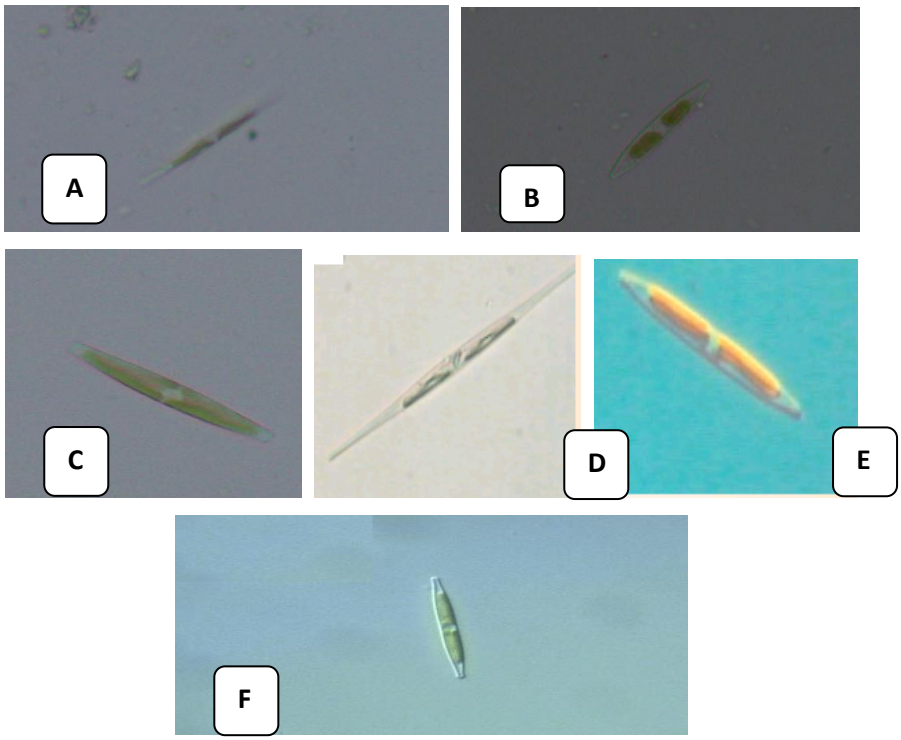
8) *Nitzchia sp*

Mikroorganisme uniseluler yang memiliki bentuk silinder memanjang, seperti bentuk perahu dayung, memiliki dinding sel yang warnanya transparan. Ujung selnya berbeda-beda, ada yang berbentuk tumpul, tumpul dengan sedikit melebar, dan tumpul melebar. Memiliki kloroplas yang terbagi menjadi dua di

[22] Ibid
[23] http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=43525

dalam satu mikroorganismenya, ada juga yang seperti terdapat sekat sehingga tengahnya seperti lobang. Kloroplasnya bewarna hijau kecoklatan, ada yang hijau kecoklatan semu ada merahnya sedikit. Berdasarkan ciri-ciri yang ditunjukkan oleh mikroalga ini masuk kedalam genus Nitzschia.

Menurut Janse Van Vuuren mikroalga ini termasuk ke dalam genus Nitzschia. Beliau memaparkan di dalam bukunya, Nitzchia merupakan mikroalga yang memiliki sel-sel bentuk elips, linier atau sigmoid dengan terdapat katup yang memiliki raphe setiap katup. Sel ini memiliki panjang 5-100 µm, bahkan ada yang memiliki panjang 600 µm dan lebar 2.5-12 µm.



Gambar 4.8 Nitzchia
Gambar A,B,C Foto Hasil Penelitian, D,E Sumber Referensi,[24] F. Foto Sumber Referensi[25]

[24] Sanet Janse Van Vuuren, dkk, *Easy Identification of the most common freshwater algae a guide for the identification of microscopic algae in South African freshwater*, Copyright North West University and Departement of Water of Affairs and Foresty, 2006, ISBN 0-621-35471-6 hal 111

[25] https://redsearch.org/images/p/nitzschia_palea#images-10

Sistem Klasifikasi: [26]

Kingdom : Chromista

Phylum : Bacillariophyta

Subphylum : Bacillariophyta

Class : Bacillariophyceae

Subclass : Bacillariophycidae

Order : Bacillariales

Family : Bacillariaceae

Genus : Nitzschia

Spesies : *Nitzchia sp*.

9) *Euglena sp*

Genus ini memiliki sel berbentuk oval memanjang, salah satu ujungnya terdapat mulut sel, ujung belakang selnya muncul flagella yang digunakan untuk bergerak di air, mempunyai bintik mata diatas mulutnya, tubuhnya dapat berubah menjadi bundar, dan memiliki warna hijau terang yang berasal dari koroplasnya. Berdasarkan ciri-ciri yang tampak melalui lensa mikroskop digital mikroalga ini masuk ke dalam gennus Euglena.

Menurut penelitian Vureen, Goul gopal satpati dan Ruma Pal, serta literatur khusus mikroalga yaitu *Algabase* mikroalga tersebut masuk ke dalam genus Euglena. Hal ini sesuai dengan karakteristik Euglena diantaranya:

a) Euglena merupakan organisme uniseluler berbentuk spinder, silinder, atau oval

[26] http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=43525

b) Sel-sel euglena memiliki warna hijau terang karena terdapat kloroplas yang mencolok

c) Dapat melakukan fotosintesi, sel-sel euglena memiliki alat menelan fagotropik

d) Terbagi menjadi zona diskoid sentral dan dua zona kerucut, satu anterior dan posterior.

e) Sel bagian ujung anterior biasanya nampak adanya eyepot yang menonjol yang berfungsi untuk merasakan cahaya.

f) Euglena bergerak menggunakan flagel tunggal yang tertanam di bagian dalam kerongkongan apikal.

g) beberapa spesies dapat mengubah bentuknya

h) berubah bentuk saat bergerak.[27]

i) reproduksi euglena terjadi secara aseksual dengan memisahkan secara longitudinal dari ujung anterior

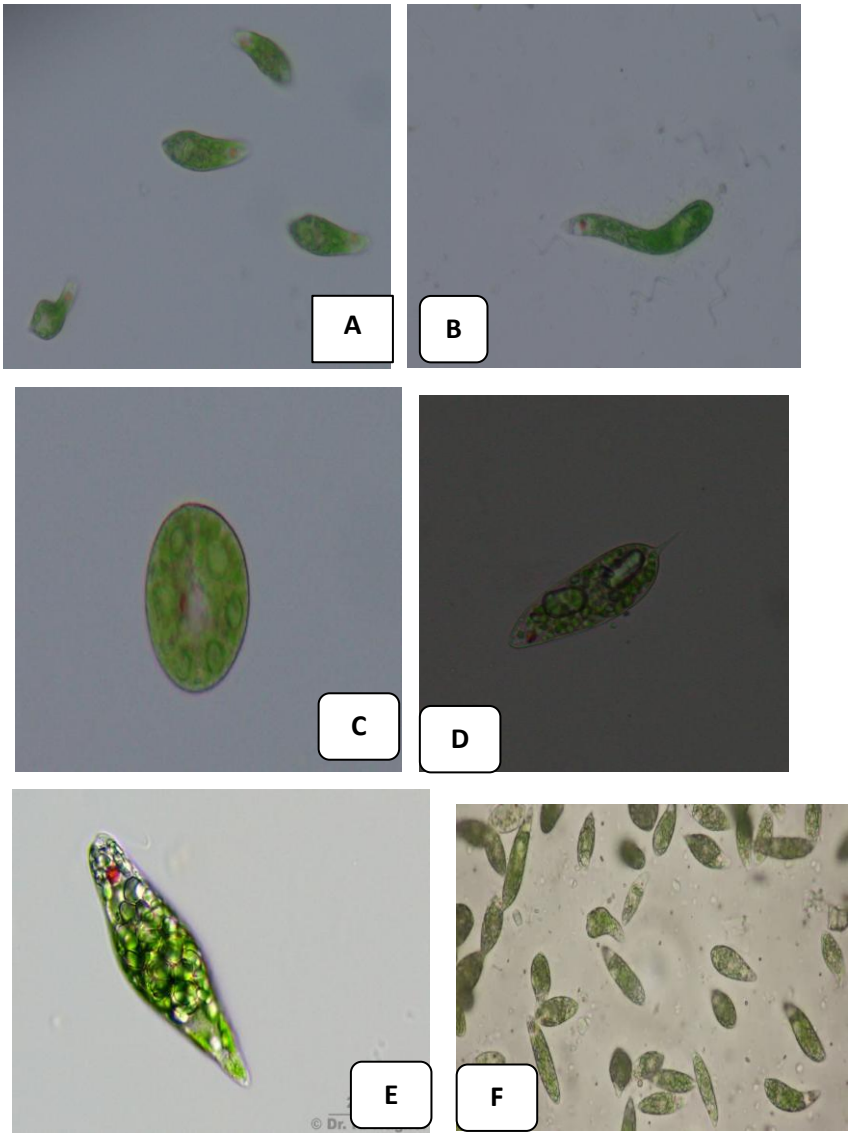
j) Sel ini memiliki panjang 20-540 μm dan lebar 5-50 μm.

k) Habitat euglena dapat ditemukan berenang bebas hampir di semua lokasi perairan air segar atau payau.[28]

---

[27] Gopal gour dan Ruma pal, *Taxonomic diversity and SEM study of Euglenoids from Brackish Water Ecosystem of Indian Sundarbans Biosphere Reserve*, Phycology laboratoy, Departement of Botany, University of Calcutta, India, Phykos 47(1) 2017.: 105-122. Euglenoids from Indian Sundarbans Biosphere Reserve Phycoloical Society.

[28] Sanet Janse Van Vuuren, dkk, *Easy Identification of the most common freshwater algae a guide for the identification of microscopic algae in South African freshwater*, Copyright North West University and Departement of Water of Affairs and Foresty, 2006, ISBN 0-621-35471-6 hal 112



Gambar 4.9 Euglena

Gambar A,B,C,D Foto Hasil Penelitian, E,F. Foto Sumber Referensi[29]

Sistem Klasifikasi: [30]

Kingdom : Protozoa

Phylum : Euglenozoa

Subphylum : Euglenoida

Class : Euglenophyceae

Subclass : Euglenophycidae

[29] https://ak9.picdn.net/shutterstock/videos/29894839/thumb/1.jpg
[30] http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=43525

Order : Euglenales

Family : Euglenaceae

Subfamily : Euglenoideae

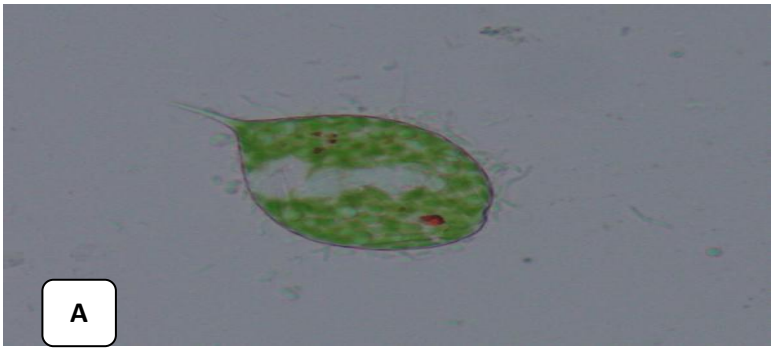
Genus : Euglena

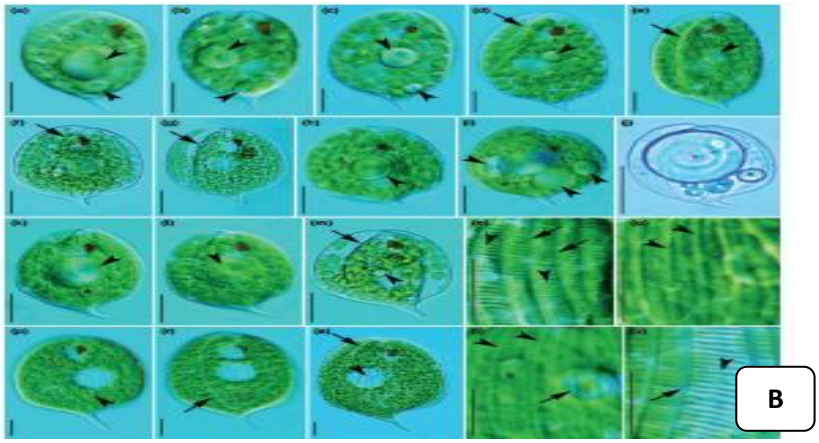
Spesies : *Euglena sp*.

10) *Phacus sp*

Mikroalga jenis ini memiliki karakteristik berbentuk oval, memiliki satu bintik merah dibagian depan dan empat bintik merah dibagian belakang, memiliki alat gerak berupa flagel, dan memiliki warna hijau terang. Berdasakan ciri-ciri tersebut mikroalga ini masuk kedalam genus Phacus.

Berdasarkan karakteristik diatas, mikroalga ini masuk kedalam genus Phacus. Menurut Vureen Phacus merupakan sel yang berbentuk elips, soliter, atau oval dengan panjang sel 10-140 μm dan lebar 5-50 μm. Mereka sebagian besar merupakan spesies yang memiliki kloroplas diskoid yang kecil tapi banyak, memiliki stigma bewarna merah. Sel Phacus memiliki flagel tunggal yang muncul dari invaginasi anterior. Habitat Phacus secara umum mirip dengan habitat Euglena tetapi tidak sepenuhnya mirip. Saat spesies ini mengalami alga bloom tidak ditemui permasalahan yang muncul.





Gambar 4.10 Phacus
Gambar A. Foto Hasil Penelitian, B. Foto Sumber Referensi

Sistem Klasifikasi: [31]

Kingdom : Protozoa

Phylum : Euglenozoa

Subphylum : Euglenoida

Class : Euglenophyceae

Subclass : Euglenophycidae

Order : Euglenales

Family : Phacaceae

Genus : Phacus

Spesies : *Phacus sp*.

2. Analisis Data

Berdasarkan hasil deskripsi data, stasiun I ditemukan genus mikroalga diantaranya ialah Arthospira, Oscillatoria, Chlorococcum, Closterium, Navicula dan Euglena. Mikroalga ini tumbuh dikawasan perairan yang sesuai dengan kelangsungan hidupnya yaitu pH 6,6 karena pH perairan habitat mikroalga berkisar 6-9. Suhu perairan di stasiun I sebesar 27,8^{0}C termasuk kedalam suhu

[31] http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=43525

normal dalam kehidupan mikroalga. Mikroalga dapat bertahan diperairan dengan suhu maksimal 30^0C. Rendahnya suhu pada stasiun I disebabkan pengukuran sampel dilakukan pukul 07.00 dimana intensitas cahaya masih belum terlalu panas dan malam hari sebelum penelitian baru saja selesai hujan.

Kadar oksigen terlarut yang terdapat di stasiun I terkatagori sedikit tercemar karena memiliki kadar oksigen 4,16 ppm. Batas minimal suatu lingkungan perairan dikatakan tidak tercemar bila memiliki kadar oksigen terlarut lebih dari 5 ppm. Kadar oksigen terlarut tinggi disuatu perairan dapat mengurangi proses penyerapan kadar karbondioksida oleh mikroalga guna proses fotosintesis. Kemungkinan besar, tingginya kadar oksigen terlarut di stasiun I disebabkan mikroalga sedang aktif-aktifnya melakukan fotosintesis sehingga menghasilkan oksigen terlarut di dalam air. Proses fotosintesis tumbuhan atau protista mirip tumbuhan sangat aktif ketika jam 7 pagi sampai 10 siang.

Penelitian berikutnya di stasiun II yang berlangsung pukul 09.15 WIB menemukan genus mikroalga diantaranya Arthospira, Oscillatoria, Navicula, Nitzchia, Chlorococcum, Pandorina, Phacus dan Euglena. Suhu perairan yang terdapat di stasiun II sebesar $28,7^0$C termasuk kedalam suhu normal dalam kehidupan mikroalga. Mikroalga dapat bertahan diperairan dengan suhu maksimal 30^0C. Suhu stasiun II yang berbeda dengan stasiun I dikarenakan intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan mulai tinggi. pH yang tidak jauh berbeda dengan pH stasiun I yaitu sebesar 6,7 (masih dalam lingkungan asam) sesuai dengan kadar pH habitat mikroalga yang berkisar 6-9. Kadar oksigen lebih rendah daripada stasiun I sebesar 3,38 ppm. Rendahnya kadar oksigen terlarut karena lingkungan ini padat penduduk, banyak penduduk yang mencari cacing dikawasan

sungai tersebut serta pembuangan limbah rumah tangga. Namun hal ini dapat menguntungkan mikroalga karena mikroalga dapat menyerap kadar karbondioksida yang ada diperairan untuk proses fotositesis.

Penelitian terakhir di stasiun III yang berlangsung pukul 10.30 WIB menemukan genus mikroalga diantaranya Oscillatoria, Navicula, Nitzchia, Microcytist dan Chlorococcum. Suhu perairan yang terdapat di stasiun III sebesar $28,6^0$C tidak jauh berbeda dengan suhu yang ada di stasiun II namun lebih rendah $0,1^0$C. Perbedaan suhu lebih rendah ini belum diketahui permasalahannya, hanya saja stasiun III ini letaknya padat penduduk. Namun, suhu yang diketahui saat penelitian termasuk kedalam suhu normal untuk kelangsungan kehidupan mikroalga. Mikroalga dapat bertahan diperairan dengan suhu maksimal 30^0C. Kadar oksigen di stasiun III sangat rendah sekali yaitu sebesar 2,22 ppm. Jika dibandingkan dengan kadar suatu periaran dikatakan bebas dari pencemaran yaitu lebih dari 5ppm, perairan ini termasuk sangat tercemar karena sangat rendah sekali kadar oksigen terlarutnya. Namun, hal ini menguntungkan bagi mikroalga karena dapat menyerap kadar karbondioksida yang ada diperairan sebesar-besarnya. Selain suhu dan kadar oksigen terlarut, pH stasiun III yang dihitung menggunakan pH meter menunjukkan kadar asam dengan pH 6,6. pH ini masih sesuai dengan kadar pH habitat mikroalga yaitu berkisar 6-9.

Melihat faktor fisika dan kimia yang ditunjukkan, dapat ditarik kesimpulan bahwa perairan Sungai Ngrowo Tulungagung masih terdapat mikroalga karena indikator-indikator untuk kelangsungan kehidupan mikroalga masih terpenuhi di Sungai Ngrowo tersebut. Meskipun diketahui bahwa kadar oksigen terlarutnya ada yang sangat rendah sehingga mengindikasikan bahwa lingkungan Sungai

Ngrowo sudah tercemar. Pencemaran tersebut dapat berasal dari limbah rumah tangga masyarakat sekitar perairan Sungai Ngrowo Tulungagung. Namun, hal ini tidak menjadi permasalahan berat bagi mikroalga karena untuk proses fotosintesis mikroalga membutuhkan karbondioksida, kloroplas serta bantuan sinar matahari untuk menghasilkan amilum dan oksigen.

B. Hasil Penelitian Tahap 2

1. Data Hasil Angket Analisis Kebutuhan dan Validasi Ahli

Sebelum pembuatan media, peneliti melakukan analisis kebutuhan untuk mengetahui apakah media yang dibuat diperlukan sebagai sumber pembelajaran siswa. kemudian, media yang telah dibuat setelah analisis kebutuhan akan dilakukan validasi untuk mendapatkan evaluasi kualitatif awal dari media pendidikan baru, apakah media tersebut layak digunakan atau tidak. Berikut merupakan data hasil analisis kebutuhan dan validasi media oleh para ahli:

a. Hasil Angket Analisis Kebutuhan

Angkat analisis kebutuhan yang akan di isi siswa terdapat tujuh pernyataan dari peneliti, yaitu: 1) pendapat siswa tentang pembelajaran Klasifikasi Makhluk Hidup, 2) sumber belajar yang digunakan dalam pembelajaran Klasifikasi Makhluk Hidup, 3) pendapat siswa terhadap daya tarik sumber belajar yang digunakan, 4) pendapat siswa tentang kedetailan penjelasan Klasifikasi Makhluk Hidup, 5) imajinasi siswa tentang bentuk Protista Mirip Tumbuhan, 6) pendapat siswa pembuatan sumber belajar baru tentang Protista Mirip Tumbuhan, 7) harapan siswa jika dikembangkan *booklet* Protista Mirip Tumbuhan. Kemudian dari pernyataan siswa dalam bentuk alasan akan ditarik kesimpulan berdasarkan

hasil terbanyak persetujuan pembuatan sumber belajar baru dan harapan pengembangan *booklet*. Berikut tabel hasil angket kebutuhan siswa:

Tabel 4.3 Hasil Angket Kebutuhan Siswa Kelas X

No	Nama	Skor
1	Dwi Agustina R	74
2	Laila Minatul M	78
3	Dita Natasya	86
4	Zahwa Angelica	82
5	Moh Afrizal S.A	47
6	Ahmad Kabalan	42
7	Twinta Putri Wilujeng	42
8	Muhammad Sirojut T	91
9	Afifa Nurma N	86
10	Chayyina M	74
11	Binti Millaturrosyidah	86
12	Nailil Muna Rahmatika	86
13	Ilma Hamala N F	84
14	Ulil Abror Ismudin	84
15	Anindya D.F	84
16	Zulfatun Azizah	84
17	Hanna Mahmudah B	78
18	Pradina Aisya	81
19	Hilyatun Nabilah	81
20	Ardelia Putri	76
21	Ananda Rizki P.P	86
22	Reihan Yoga Pamungkas	72
23	Erniken Siska Anggun	78
24	Oktantiya Naiza M.K	78
25	Nadila	71
26	Ana Ika A.N	81
27	Anisa Kholisatul M	81

Berdasarkan hasil angket kebutuhan yang disebarkan peneliti sebanyak 27 angket kepada 27 siswa, terdapat 3 siswa memiliki nilai dibawah kriteria tidak perlu dalam pembuatan *booklet* (dapat dilihat pada tabel 3.5) dikarenakan mereka tidak mengerti apa itu *booklet*, kemudian terdapat siswa yang jawabannya tidak sesuai dengan pertanyaan peneliti dalam angket. Siswa yang memiliki nilai kriteria diatas 51% (dapat dilihat pada tabel 3.5) keatas memerlukan untuk pembuatan *booklet* mikroalga dari hasil penelitian tahap I karena memiliki alasan ingin dapat mendalami protista mirip tumbuhan dengan sumber belajar yang

menarik. Sehingga produk *booklet* mikroalga perairan tawar Sungai Ngrowo Tulungagung dibutuhkan sebagai sumber belajar siswa.

b. Hasil Angket Validasi Ahli Media

Media yang telah dibuat akan dilakukan validasi oleh ahli media untuk mendapatan evaluasi layak tidak *booklet* digunakan sebagai sumber belajar. Jika ahli media memilih Ya mendapatkan poin 1 sedangkan Tidak mendapatkan poin 0. Berikut merupakan tabel data hasil validasi media oleh para ahli media:

1) Validasi Ahli Media 1

Tabel 4.4 Hasil Validasi Ahli Media 1

No	**Pernyataan**	**Skor**	
		Ya (1)	**Tidak (0)**
1	Penggunaan ukuran huruf pada *booklet* sudah sesuai sehingga mudah dibaca.	1	
2	Penggunaan bentuk huruf pada *booklet* sudah sesuai sehingga mudah dibaca.	1	
3	Penggunaan warna huruf pada *booklet* sudah sesuai sehingga mudah dibaca	1	
4	Gambar pada *booklet* sudah sesuai dengan materi sehingga memberi gambaran untuk siswa.	1	
5	Tata letak atau layout *booklet* tidak membingungkan		0
6	Materi dalam *booklet* disajikan secara sistematis	1	
7	Ruang spasi pada *booklet* ini ditempatkan secara proposional		0
8	Penggunaan kata, istilah dan kalimat dalam *booklet* ini sudah konsisten sehingga mudah dipahami siswa	1	
9	*Booklet* mikroalga ini mudah untuk digunakan secara kelompok dan individu	1	
10	*Booklet* mikroalga mudah dibawa dan disimpan	1	
11	*Booklet* Sesuai dengan tujuan pembelajaran	1	
12	*Booklet* sesuai dengan karakteristik siswa	1	
13	Penggunaan bentuk dan ukuran huruf dalam *booklet* mikroalga sudah konsisten sehingga mudah dipahami siswa.	1	
14	Gambar yang terdapat dalam *booklet* mikroalga sudah konsisten sehingga mudah dipahami oleh siswa	1	
15	*Booklet* mikroalga memperjelas penyampaian materi		0

16	*Booklet* mikroalga dapat digunakan sebagai sumber belajar	1	
17	*Booklet* mikroalga dapat meningkatan pengetahuan	1	
18	*Booklet* mikroalga dapat digunakan untuk dapat menggali informasi	1	
	Total Skor		15

Skor diatas kemudian dijumlahkan dan dikalikan 100% untuk mengetahui rentangan apakah *booklet* tersebut layak digunakan atau tidak.

$$P = \frac{15}{18}\ x\ 100\% = 83\%$$

Tabel 4.5 Analisis Skor Validasi Ahli Media

Jumlah Item	Total Jumlah Skor Jawaban Validasi	Total Jumlah Skor Ideal	%	Kategori	Keputusan Uji
18	15	18	83	Layak	Tidak Perlu Revisi

Berdasarkan hasil uji validitas terhadap *booklet* oleh ahli media, diperoleh presentasi nilai sebesar 83% dan berdasarkan Tabel 3.6 tentang pengambilan keputusan revisi *booklet,* maka nilai tersebut menunjukkan bahwa *booklet* yang dikembangkan layak tanpa revisi. Meskipun *booklet* ini sudah termasuk kategori layak tanpa revisi, namun perlu diperbaiki sesuai saran dari ahli media dan tidak perlu diberikan lagi lembar validasi. Berdasarkan Hasil uji validitas diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa *booklet* Mikroalga Perairan Tawar Sungai Ngrowo Tulungagung layak dikembangkan sebagai sumber belajar. Hasil revisi produk berdasarkan saran dari pakar ahli media tertera pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Hasil Revisi Produk Berdasarkan Saran dari Ahli Media

No	Saran	Revisi
1	Beri sub judul pada ciri-ciri umum	Bagian KD, KI, Indikator diberi sub judul Daftar Kompetensi.
2	Hindari ruang kosong pada halaman tertentu	Ruang kosong di isi dengan tambahan materi tetang mikroalga yang ditemukan.

3	Tambah penjelasan untuk pengantar kelompok mikroalga	Bagian filum diberi pengantar jenis genus yang ditemukan di Sungai Ngrowo.
4	Tambahkan gambar lengkap dan bagian-bagiannya.	Genus microcytis dan seterusnya diberi tambahan gambar struktur bagian genus tersebut.
5	Soal Quiz ditambah sesuai indikator	Penambahan 2 soal sesuai indikator

2) Validasi Ahli Media 2

Tabel 4.7 Hasil Validasi Ahli Media 2

No	**Pernyataan**	**Skor**	
		Ya (1)	**Tidak (0)**
1	Penggunaan ukuran huruf pada *booklet* sudah sesuai sehingga mudah dibaca.	1	
2	Penggunaan bentuk huruf pada *booklet* sudah sesuai sehingga mudah dibaca.	1	
3	Penggunaan warna huruf pada *booklet* sudah sesuai sehingga mudah dibaca	1	
4	Gambar pada *booklet* sudah sesuai dengan materi sehingga memberi gambaran untuk siswa.	1	
5	Tata letak atau layout *booklet* tidak membingungkan	1	
6	Materi dalam *booklet* disajikan secara sistematis	1	
7	Ruang spasi pada *booklet* ini ditempatkan secara proposional	1	
8	Penggunaan kata, istilah dan kalimat dalam *booklet* ini sudah konsisten sehingga mudah dipahami siswa	1	
9	*Booklet* mikroalga ini mudah untuk digunakan secara kelompok dan individu	1	
10	*Booklet* mikroalga mudah dibawa dan disimpan	1	
11	*Booklet* Sesuai dengan tujuan pembelajaran	1	
12	*Booklet* sesuai dengan karakteristik siswa	1	
13	Penggunaan bentuk dan ukuran huruf dalam *booklet* mikroalga sudah konsisten sehingga mudah dipahami siswa.	1	
14	Gambar yang terdapat dalam *booklet* mikroalga sudah konsisten sehingga mudah dipahami oleh siswa	1	
15	*Booklet* mikroalga memperjelas penyampaian materi	1	
16	*Booklet* mikroalga dapat digunakan sebagai sumber belajar	1	
17	*Booklet* mikroalga dapat meningkatan pengetahuan	1	
18	*Booklet* mikroalga dapat digunakan untuk dapat	1	

menggali informasi	
Total Skor	18

Skor diatas kemudian dijumlahkan dan dikalikan 100% untuk mengetahui rentangan apakah *booklet* tersebut layak digunakan atau tidak.

$$P = \frac{18}{18}\ x\ 100\% = 100\%$$

Tabel 4.8 Analisis Skor Validasi Ahli Media

Jumlah Item	Total Jumlah Skor Jawaban Validasi	Total Jumlah Skor Ideal	%	Kategori	Keputusan Uji
18	18	18	100	Layak	Tidak Perlu Revisi

Berdasarkan hasil uji validitas terhadap *booklet* oleh ahli media, diperoleh presentasi nilai sebesar 100% dan berdasarkan Tabel 3.6 tentang pengambilan keputusan revisi *booklet,* maka nilai tersebut menunjukkan bahwa *booklet* yang dikembangkan layak untuk digunakan tanpa revisi. Meskipun *booklet* ini sudah termasuk kategori layak tanpa revisi, namun perlu diperbaiki sesuai saran dari ahli media dan tidak perlu diberikan lagi lembar validasi. Berdasarkan Hasil uji validitas diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa *booklet* Mikroalga Perairan Tawar Sungai Ngrowo Tulungagung layak dikembangkan sebagai sumber belajar.

Hasil revisi produk berdasarkan saran dari pakar ahli media tertera pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Hasil Revisi Produk Berdasarkan Saran dari Ahli Media

No	Saran	Revisi
1	Perlu pembenahan sedikit kata dalam indikator dan quiz	Revisi kata dalam penjabaran mikroalga dan quiz diubah menjadi lebih baku

3) Validasi Ahli Materi Mikroalga

Media yang telah dibuat akan dilakukan validasi oleh ahli materi untuk mendapatan evaluasi layak tidak *booklet* digunakan sebagai sumber belajar. Jika ahli materi memilih Ya mendapatkan poin 1 sedangkan Tidak mendapatkan poin 0.

Tabel 4.10 Hasil Validasi Ahli Materi

No	Pernyataan	Alternatif Jawaban	
		Ya (1)	Tidak (0)
1	Keseuaian materi dengan kompetensi dasar	1	
2	Kesesuaian materi dengan indikator pembelajaran	1	
3	Isi materi yang terdapat dalam *booklet* disajikan dengan jelas		0
4	Materi yang terdapat dalam *booklet* benar	1	
5	Penulisan materi dalam *booklet* disajikan runtut	1	
6	Tata bahasa yang digunakan pada *booklet* ini sesuai dengan kaidah EYD dan mudah dipahami		0
7	Kedalaman materi dalam *booklet* materi membuat kaitan sesuai dengan tingkat pemahaman siswa		0
8	Penjelasan tentang pengenalan mikroalga yang tersaji dalam *booklet* mudah dipahami.		0
9	Penjelasan tentang Cyanophyta dalam *booklet* mudah untuk dipahami.	1	
10	Penjelasan tentang Arthospira dalam *booklet* mudah untuk dipahami.	1	
11	Penjelasan tentang Oscillatoria dalam *booklet* mudah untuk dipahami.		0
12	Penjelasan tentang Microcytist dalam *booklet* mudah untuk dipahami.	1	
13	Penjelasan tentang Chlorococcum dalam *booklet* mudah untuk dipahami.		0
14	Penjelasan tentang Pandorina dalam *booklet* mudah untuk dipahami.	1	
15	Penjelasan tentang Charophyta dalam *booklet* mudah untuk dipahami.		0
16	Penjelasan tentang Closterium dalam *booklet* mudah untuk dipahami.	1	
17	Penjelasan tentang Bacillariophyta dalam *booklet* mudah untuk dipahami.		0
18	Penjelasan tentang Navicula dalam *booklet* mudah	1	

	untuk dipahami.		
19	Penjelasan tentang Nitzchia dalam *booklet* mudah untuk dipahami.		0
20	Penjelasan tentang Euglenophyta dalam *booklet* mudah untuk dipahami.	1	
21	Penjelasan tentang Euglena dalam *booklet* mudah untuk dipahami.		0
22	Penjelasan tentang Phacus dalam *booklet* mudah untuk dipahami.	1	

Skor diatas kemudian dijumlahkan dan dikalikan 100% untuk mengetahui rentangan apakah *booklet* tersebut layak digunakan atau tidak.

$$P = \frac{12}{22}\ x\ 100\% = 54\%$$

Tabel 4.11 Analisis Skor Validasi Ahli Materi

Jumlah Item	Total Jumlah Skor Jawaban Validasi	Total Jumlah Skor Ideal	%	Kategori	Keputusan Uji
22	12	22	54	Layak	Revisi

Berdasarkan hasil uji validitas terhadap *booklet* oleh ahli media, diperoleh presentasi nilai sebesar 54% dan berdasarkan Tabel 3.6 tentang pengambilan keputusan revisi *booklet,* maka nilai tersebut menunjukkan bahwa *booklet* yang dikembangkan layak untuk digunakan dengan revisi. *Booklet* ini perlu diperbaiki sesuai saran dari ahli media dan tidak perlu diberikan lagi lembar validasi. Berdasarkan Hasil uji validitas diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa *booklet* Mikroalga Perairan Tawar Sungai Ngrowo Tulungagung layak dikembangkan sebagai sumber belajar.

Beberapa revisi yang telah dilakukan berdasarkan saran dari ahli materi Mikroalga disajikan pada tabel 4.12

Tabel 4.12 Hasil Revisi Produk Berdasarkan Saran dari Ahli Materi

No	Saran	Revisi
1	Tinjauan umum dikaitkan dengan hasil penelitian Sungai Ngrowo	Penambahan data fisika kimia yang sudah didapatkan di Sungai Ngrowo sebagai parameter lingkungan dan hasil mikroalga yang ditemukan
2	Mengubah deskripsi dalam *booklet* dengan kata-kata yang lebih sederhana atau diparafrasekan	Setiap bagian penjelasan genus telah dirubah menjadi bahasa yang mudah di pahami oleh siswa tidak kaku seperti terjemahan.
3	Setiap genus harus terdapat kata-kata yang dikaitkan dengan penelitian	Penambahan kata setiap genus " mikroalga yang ditemukan di Sungai Ngrowo ini memiliki ciri sebagai berikut"
4	Indikator pembelajaran diubah dikaitkan dengan hasil penelitian Sungai Ngrowo	Mengaitkan ciri-ciri mikroalga yang ditemukan di Sungai Ngrowo dan Peranan
5	Menambahkan soal quiz sesuai indikator	Penambahan soal tentang jenis mikroalga yang ditemukan di Sungai Ngrowo dan menyebutkan peranan Mikroalga yang ditemukan di Sungai Ngrowo.

2. Deskripsi Pengembangan Booklet Mikroalga Hasil Penelitian

Media yang dihasilkan dari penelitian ini berupa *booklet* yang mengacu pada materi Klasifikasi Makhluk Hidup. *Booklet* tersebut memuat tentang: a). cover *booklet*, b). kompetensi inti, kompetensi dasar, dan indikator pencapaian, c). daftar isi, d). tinjauan umum, e). alat dan bahan penelitian, f). pengenalan tentang mikroalga, g). pengertian cyanophyta, h). genus cyanophyta, i). pengertian charophyta, j). genus charophyta, k). pengertian bacillariophyta, l). genus bacillariophyta, m). pengertian euglenophyta, n). genus euglenophyta, o). Quiz, p) daftar pustaka, q) profil peneliti. Selain itu, di dalam *booklet* dilengkapi dengan desain menarik yang memadukan gambar-gambar perairan Sungai Ngrowo, perairan tawar dan gambar mikroalga yang dapat mendukung imajinasi siswa

sehingga mudah untuk mendalami materi yang dipaparkan peneliti dalam booklet. Berikut rincian *booklet* untuk lebih jelasnya:

a) Cover (Sampul depan)

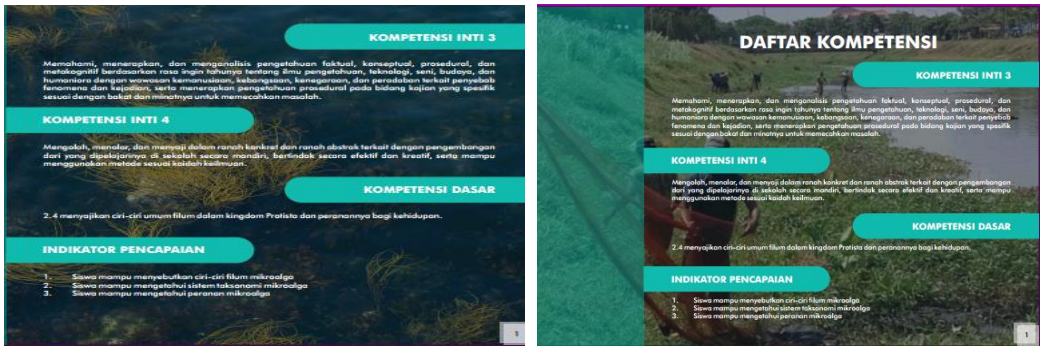
Gambar 4.11 Cover Sebelum Validasi

Gambar 4.12 Cover Sesudah Validasi

Cover dari *booklet* ini di desain menggunakan Coreldraw dengan ukuran *booklet* yang dibuat adalah A4 (210 x 297 mm). Cover sebelum validasi ini menggunakan baground perairan dengan dipenuhi lamun yang bewarna biru kehijauan. Warna biru diyakini dapat merangsang kemampuan berkomunikasi. Berdasarkan cara pandang ilmu psikologi warna biru tua dapat merangsang pemikiran yang jernih dan biru muda untuk membantu meningkatkan konsentrasi. Warna hijau dapat membantu menyeimbangkan emosi ketika belajar dan berkomunikasi. Menggunakan gambar ini dikarenakan topik yang dibahas di lingkungan perairan. Dari aspek tipografi cover pada *booklet* ini tersusun dari satu macam font yaitu Futura dengan ukuran 20 dan 25 Font Futura dengan ukuran 25

digunakan untuk judul "Mikroalga Perairan Tawar Sungai Ngrowo Tulungagung", sedangkan ukuran 20 digunakan untuk nama peneliti. Tidak lupa di cover *booklet* terdapat logo IAIN Tulungagung sebagai identitas kampus peneliti. Namun, cover ini mendapat sanggahan dari ahli materi untuk mengganti baground menjadi gambar Ngrowo agar lebih sesuai dengan topik yang dibahas.

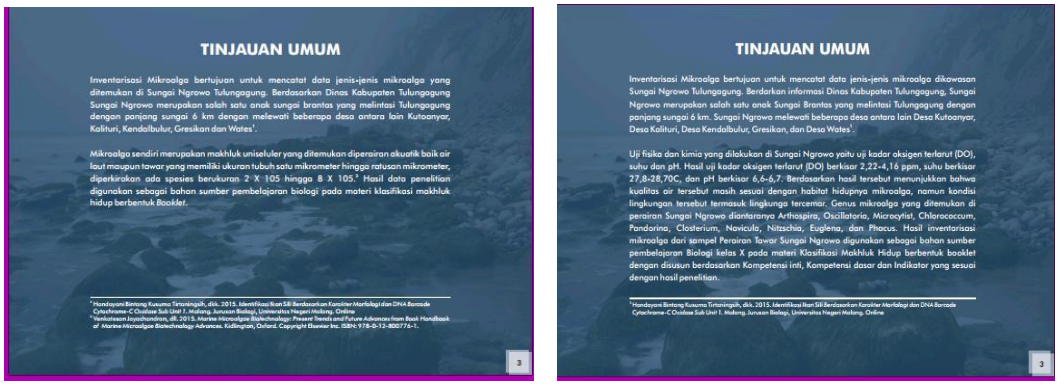
b) Bagian Kompetensi Inti, Dasar dan Indikator



Gambar 4.13 Daftar Kompetensi Sebelum danSesudah Validasi

Bagian kompetensi inti, kompetensi dasar, dan kompetensi pencapaian di desain menggunakan Coreldraw seperti cover *booklet*. Font yang digunakan pada bagian ini sama dengan font yang digunakan pada cover hanya saja ukuran yang digunakan berbeda yaitu 12. Ahli materi mengoreksi pada bagian indikator pencapaian, untuk kata filum dihilangkan kemudian indikator harus dikaitkan dengan Mikroalga yang terdapat di Sungai Ngrowo. Kemudian Ahli Media mengkoreksi bagian indikator pencapaian diganti indikator pembelajaran, kata siswa mampu dihilangkan, mengetahui peranan mikroalga diganti dengan menyebutkan peranan mikroalga, dan diberi topik pada bagian atas *booklet* dengan judul daftar kompetensi.

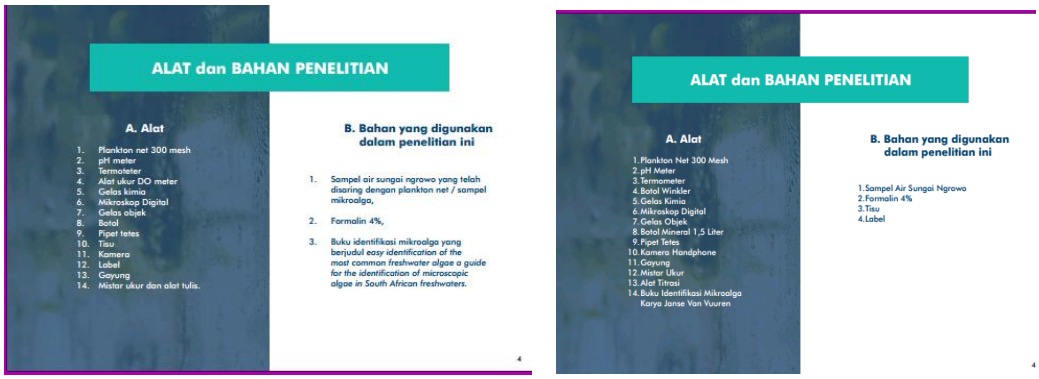
c) Tinjauan Umum



Gambar 4.14 Tinjauan Umum Sebelum dan Sesudah Validasi

Desain pada tinjauan umum menggunakan gambar perairan sungai yang diaplikasikan melalui Coreldraw. Font penulisan yang digunakan sama seperti bagian sebelumnya. Hasil validasi ahli materi dan ahli media lebih mengoreksi pada inti yang dipaparkan di tinjauan umum. Para ahli menegaskan untuk mengaitkan tinjauan umum ini terhadap hasil penelitian yang dilakukan di Sungai Ngrowo baik jenis-jenis filum yang ditemukan, kadar fisika dan kimia perairan Sungai Ngrowo.

d) Alat dan Bahan Serta Materi



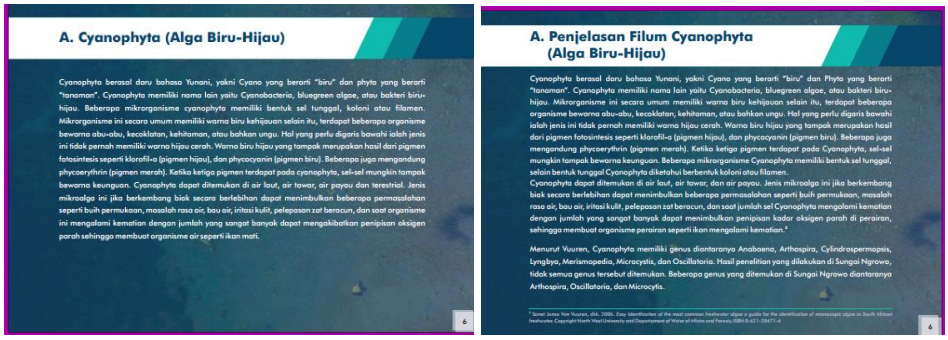
Gambar 4.15 Alat dan Bahan Sebelum dan Sesudah Validasi

Pemilihan warna biru dan putih untuk menyelaraskan dengan warna sebelumnya. Warna biru memiliki filosofi yang sama seperti dipaparkan diatas, sedangkan putih memberikan kesan kebebasan dan keterbukaan dalam proses

pembelajaran. Alat dan bahan dikoreksi oleh ahli media dan ahli materi untuk lebih teliti kembali mana alat dan mana bahan. Alat merupakan benda yang bertahan lama, sedangkan untuk bahan penelitian merupakan benda yang mudah habis saat dilakukan penelitian. Lalu, ahli materi juga menyuruh menghilangkan kata penelitian karena buku ini sudah jelas hasil dari penelitian.

Gambar 4.16 Pengenalan Tentang Mikroalga Sebelum dan Sesudah Validasi

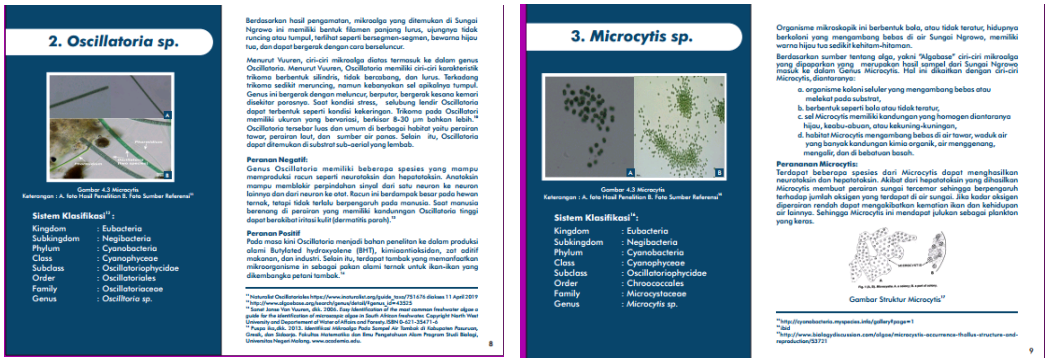
Desain pada pengenalan tentang mikroalga ini menggunakan gambar algablom yang diaplikasikan dengan Coreldraw. Font yang digunakan menggunakan Futura dengan ukuran 20 untuk judul “Pengenalan Tentang Mikroalga” dan 12 untuk penjabaran pengenalan tentang mikroalga. Isi dari pengenalan mikroalga ini tentang penjelasan mikroalga, manfaaat mikroalga, habitat mikroalga, dan keragaman mikroalga. Menurut ahli media dan materi isi dari tinjauan mikroalga dikaitkan dengan penelitian Sungai Ngrowo, jenis yang ditemukan di Sungai Ngrowo. Sehingga akan nyambung dengan halaman selanjutnya.



Gambar 4.17 Penjelasan Cyanophyta Sebelum dan Sesudah Validasi

Desain pada bagian ini sama dengan halaman sebelumnya di desain menggunakan Coreldraw dengan mengaplikasikan gambar algabloom. Font yang digunakan Futura ukuran 20 untuk judul "Cyanophya (Alga Biru-Hijau)" dan 12 untuk penjelasan Cyanophyta. Penjelasan tentang filum yang ditemukan di Sungai Ngrowo ini menggunakan desain yang sama dengan halaman sebelumnya. Isi dari bagian ini memaparkan tentang apa itu Cyanophyta, ciri-ciri, habitat, serta peranan. Kemudian ahli materi dan ahli media menyarankan untuk mengaitkan filum ini dengan genus berdasarkan literatur dan hasil penelitian yang dilakukan di Sungai Ngrowo supaya berkaitan dengan halaman setelahnya (sebagai pengantar).

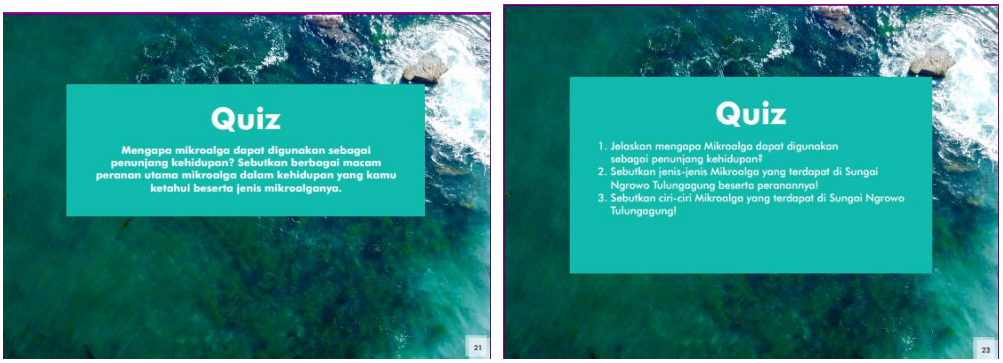
Gambar 4.18 Materi Sebelum Validasi



Gambar 4.19 Materi Sesudah Validasi

Bagian materi berisi ciri-ciri mikroalga yang ditemukan di Sungai Ngrowo Tulungagung kemudian dikaitkan dengan literatur. Tidak hanya itu, bagian materi ini juga terdapat manfaat dari genus tersebut. Desain bagian materi menggunakan Coreldraw dengan warna kombinasi biru putih. Font yang digunakan judul sama seperti font sebelumnya. Judul genus menggunakan ukuran 20, sedangkan materi menggunakan ukuran 12. Ahli materi menyarankan agar kalimat dari deskripsi materi dibuat dengan kata-kata yang lebih sederhana atau di parafrasekan. Ahli media menyarankan untuk menambahkan gambar bagian-bagian dari genus mikroalga yang ditemukan. Selain itu, ahli media juga menambahkan tidak boleh adanya ruang kosong dalam *booklet* dan jarak antara alinea tidak terlalu jauh.

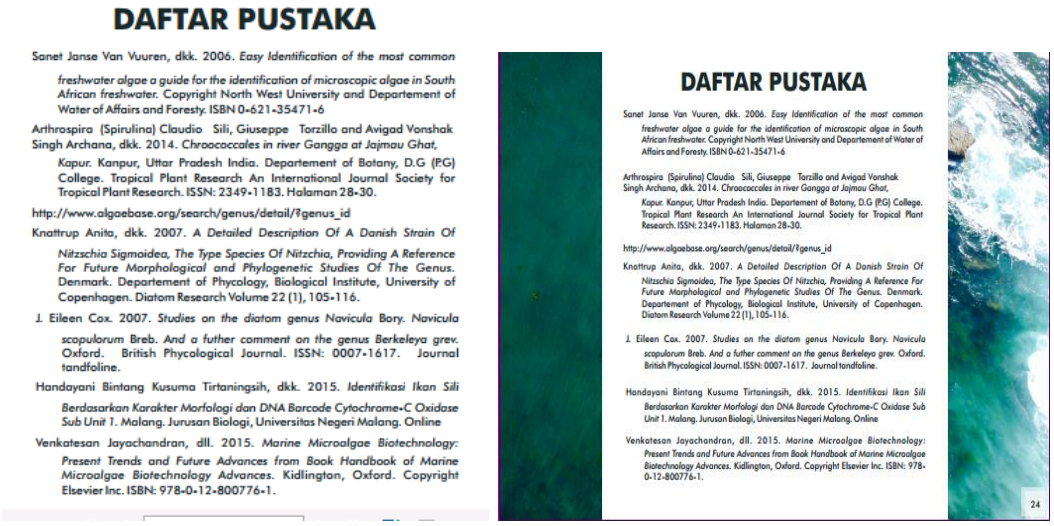
e) Quiz



Gambar 4.20 Quiz Sebelum dan Sesudah Validasi

Quiz ini menggunakan baground perairan laut yang bertujuan agar memberikan efek segar bagi mata, karena nanti otak akan menstimulus hawa segar perairan. Font tulisan quiz menggunakan Futura dengan ukuran 25 untuk tulisan Quiz dan 12 untuk soal. Quiz ini berisi pertanyaan tentang "mengapa mikroalga dapat digunakan sebagai penunjang kehidupan? Sebutkan berbagai macam peranan mikroalga dalam kehidupan yang kamu ketahui beserta jenis mikroalganya". Ahli media menyarankan untuk menyebutkan ciri-ciri mikroalga yang ditemukan di Sungai Ngrowo, mengganti kata-kata pertanyaan menjadi lebih baku, dan pertanyaan yang lebih merujuk kepada indikator.

f) Daftar Pustaka



Gambar 4.21 Daftar Pustaka Sebelum dan Sesudah Validasi

Bagian daftar pustaka berisi kutipan materi dan gambar yang terdapat di *booklet* sehingga mempermudah siswa untuk memahami materi dan mencari sumber asli literatur yang digunakan peneliti. *Booklet* yang sudah divalidasi oleh ahli materi dan ahli media kemudian akan direvisi, untuk hasil revisi dapat dilihat di lampiran.