

SKRIPSI

**PENGARUH PEMBERIAN SINAR UV-C DENGAN DAYA YANG
BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN MIKROALGA *Chlorella*
*vulgaris***

**THE EFFECT OF UV-C RAYS WITH DIFFERENT POWER ON THE
GROWTH OF *Chlorella vulgaris* MICROALGAE**

PROGRAM STUDI S – 1 AKUAKULTUR



OLEH :

**NURUL ISTIQOMAH
SIDOARJO – JAWA TIMUR**

**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

Surat Pernyataan Keaslian Karya Tulis Skripsi

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nurul Istiqomah
NIM : 141811133157
Tempat, tanggal lahir : Surabaya, 13 Juli 2000
Alamat : Jl. Jend S Parman VA baru No.09 RT.02 RW.07 Waru
Sidoarjo
Telp/HP : 081939778767
Judul Skripsi : Pengaruh Pemberian Sinar UV-C Dengan Daya Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella vulgaris*
Pembimbing : 1. Luthfiana Aprilianita Sari, S.Pi.,M.Si.
2. Nina Nurmalia Dewi, S.Pi.,M.Si.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa hasil tulisan laporan Skripsi yang saya buat adalah murni hasil karya saya sendiri (bukan plagiat) yang berasal dari Dana Penelitian : Mandiri / ~~Proyek Dosen / Hibah / PKM~~ (coret yang tidak perlu).

Di dalam skripsi / karya tulis ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan atau gagasan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang saya aku seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri tanpa memberikan pengakuan pada penulis aslinya, serta kami bersedia:

1. Dipublikasikan dalam Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga;
2. Memberikan ijin untuk mengganti susunan penulis pada hasil tulisan skripsi / karya tulis saya ini sesuai dengan peranan pembimbing skripsi;
3. Diberikan sanksi akademik yang berlaku di Universitas Airlangga, termasuk pencabutan gelar kesarjanaan yang telah saya peroleh (sebagaimana diatur di dalam Pedoman Pendidikan Unair 2010/2011 Bab. XI pasal 38 – 42), apabila dikemudian hari terbukti bahwa saya ternyata melakukan tindakan menyalin atau meniru tulisan orang lain yang seolah-olah hasil pemikiran saya sendiri

Demikian surat pernyataan yang saya buat ini tanpa ada unsur paksaan dari siapapun dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Sidoarjo, 5 September 2022

Yang membuat pernyataan,



Nurul Istiqomah
NIM. 141811133157

SKRIPSI

**PENGARUH PEMBERIAN SINAR UV DENGAN DAYA YANG
BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN MIKROALGA *Chlorella*
*vulgaris***

**THE EFFECTS OF UV RAYS WITH DIFFERENT POWER ON THE
GROWTH OF *Chlorella vulgaris* MICROALGAE**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan pada
Program Studi Akuakultur Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas
Airlangga

Oleh :

**NURUL ISTIQOMAH
NIM. 141811133157**

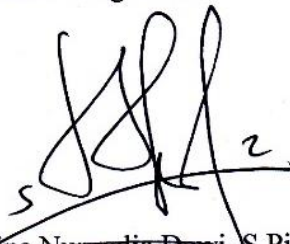
Menyetujui,
Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama



Luthfiana Aprilianita Sari, S.Pi., M.Si.
NIP. 198704142015042002

Pembimbing Serta



Nina Nurmalia Dewi, S.Pi., M.Si.
NIP. 199209232016113201

SKRIPSI

**PENGARUH PEMBERIAN SINAR UV DENGAN DAYA YANG
BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN MIKROALGA *Chlorella*
*vulgaris***

**THE EFFECTS OF UV RAYS WITH DIFFERENT POWER ON THE
GROWTH OF *Chlorella vulgaris* MICROALGAE**

Oleh :

**NURUL ISTIQOMAH
NIM. 141811133157**

Telah diujikan pada
Tanggal : 14 September 2022

KOMISI PENGUJI SKRIPSI

Ketua : Rahayu Kusdarwati, Ir., M.Kes.
Sekertaris : Boedi Setya Rahardja Ir. MP.
Anggota : Lailatul Lutfiyah S.Pi., M.Si.
Luthfiana Aprilianita Sari, S.Pi., M.Si.
Nina Nurmalia Dewi, S.Pi., M.Si.

Surabaya, 5 September 2022

Fakultas Perikanan dan Kelutan

Universitas Airlangga

Dekan



Prof. Ir. Mochammad Amin Alamsjah, M.Si., Ph.D.
NIP. 197001161995031002

RINGKASAN

NURUL ISTIQOMAH. Pengaruh Pemberian Sinar UV-C Dengan Daya Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella vulgaris*. Dosen Pembimbing Luthfiana Aprilianita Sari, S.Pi.,M.Si. dan Nina Nurmalia Dewi, S.Pi.,M.Si.

C. vulgaris merupakan mikroalga yang bersifat fotoautotrof yang membutuhkan cahaya sebagai sumber energi untuk mengatur produksi metabolit primer dan sekunder. Intensitas cahaya digunakan mikroalga untuk proses fotosintesis dan berpengaruh terhadap pertumbuhannya. Salah satu sumber cahaya yang dapat digunakan yaitu UV-C, karena dapat menyebabkan perubahan komposisi gen yang dapat menghasilkan lebih banyak aktivitas mikroalga dan meningkatkan laju pertumbuhan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tambahan UV-C dengan daya yang berbeda terhadap pertumbuhan mikroalga *C. vulgaris*. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Analisis data menggunakan Analysis of variance (ANOVA) kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa UV-C dengan daya yang berbeda memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan mikroalga *C. vulgaris*. Hasil tertinggi pada pertumbuhan *C. vulgaris* terdapat pada Perlakuan D (UV-C 30 watt) yaitu sebesar $4,7746 \times 10^6$ sel/ml. Pada perlakuan D mengalami stress lingkungan yang disebabkan oleh UV-C sebesar 30W, selain itu disebabkan karena cahaya yang dihasilkan lebih besar sehingga lebih optimal untuk proses fotosintesis. Sedangkan hasil terendah pada Perlakuan B (UV-C 8 watt) yaitu sebesar $3,1228 \times 10^6$ sel/ml. Sinar UV-C diyakini berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroalga karena memiliki radiasi yang lebih energik dan memiliki efek signifikan pada mikroalga. Sehingga membuat aktivitas metabolisme mikroalga lebih banyak dan dapat meningkatkan laju pertumbuhannya.

SUMMARY

NURUL ISTIQOMAH. The Effects Of UV Rays With Different Power On The Growth Of *Chlorella vulgaris* Microalgae. Academic Advisor Luthfiana Aprilianita Sari, S.Pi.,M.Si. dan Nina Nurmalia Dewi, S.Pi.,M.Si.

C. vulgaris is a photoautotrophic microalgae that requires light as an energy source to regulates the production of primary and secondary metabolites. Light intensity is used by microalgae for the photosynthesis process and affects its growth. On of the light sources that can be used is UV-C, because it can cause changes in gene composition that can produce more microalgae activity and increase growth rate.

The aims of the research is to determine the effect of UV-C rays with different power on the growth of microalgae *C. vulgaris*. The research method used in this study is an experimental method using a completely randomized design (CRD). Data analysis used Analysis of variance (ANOVA) then continued with Duncan's test.

The results of this research indicate that UV-C rays with different powers has a significant effect on the growth of microalgae *C. vulgaris*. The highest yield on the growth of *C.vulgaris* was found in treatment D (UV-C 30 watt) which was $4,7746 \times 10^6$ cell/ml. In treatment D, the environmental oxidative damage caused by UV-C was 30 watt, besides that because the light produced was greater, it was more optimal for the photosynthesis process. While the lowest result was in treatment B (UV-C 8watt) which was $3,1228 \times 10^6$ cell/ml. UV-C rays are believed to have more energetic radiation and have a significant effect on microalgae. So that creting more metabolism activity of microalgae and increasing the rate of growth.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “Pengaruh Pemberian Sinar UV-C Dengan Daya Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella vulgaris*” dengan tepat waktu.

Saya selaku penulis, memohon maaf apabila ada kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan laporan penelitian ini. Sehingga, penulis mengharapkan kritik serta saran agar memperbaiki dan menyempurnakan penelitian ini. Penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat dan mampu memberikan informasi yang berguna bagi semua pihak yang membutuhkan, khususnya bagi mahasiswa Program Studi Akuakultur Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga, Surabaya.

Surabaya, 5 September 2022

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyadari bahwa sepenuhnya begitu banyak pihak yang telah turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Pada kesempatan ini dengan penuh rasa hormat dan penghargaan, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Ir. Mochammad Amin Alamsjah, M.Si., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga yang memberikan kesempatan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian ini.
2. Ibu Syifania Hanifah Samara, S.Pi., M.Sc. selaku Dosen Wali yang selalu memberikan pengarahan akademik dan non akademik.
3. Ibu Luthfiana Aprilianita Sari, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Nina Nurmalia Dewi, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Serta yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis sejak penyusunan proposal ini hingga terselesaikannya penyusunan skripsi.
4. Ibu Rahayu Kusdarwati, Ir., M.Kes., Bapak Boedi Setya Rahardja Ir. MP., Ibu Lailatul Lutfiyah, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Penguji Skripsi yang telah memberikan saran dan arahan yang membangun kepada penulis.
5. Seluruh Civitas Akademika Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya yang telah memberikan ilmunya kepada penulis serta membantu penulis dalam administrasi demi kelancaran skripsi penulis.
6. Kedua orang tua tercinta Bapak Siswanto dan Ibu Arni serta kakak dan saudara Ainul yang senantiasa memberikan semangat, motivasi dan juga dukungan

berupa moril, materil dan doa terbaiknya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

7. Teman-teman satu kelompok seperjuangan : Eva Melva dan Sonia Aldilameta serta Tika Kasih atas bantuan, kerjasama dan doa selama penelitian serta penyusunan skripsi penulis.
8. Sahabat-sahabat terbaik saya Dalila Agustinaputri, Ayu Wanda, I Gusti Indra, Tiara Firgiati, Rahma Dhany, Mbutty dan teman-teman Shark'18 yang selalu memberikan dukungan serta semangat kepada penulis.
9. Semua pihak yang telah membantu dan *men-support* dalam penulisan dan penyelesaian skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER.....	i
SURAT PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 <i>Chlorella vulgaris</i>	4
2.1.1 Klasifikasi	4
2.1.2 Morfologi	4
2.1.3 Habitat dan Penyebaran.....	5
2.1.4 Reproduksi	5
2.2 Pertumbuhan <i>C. vulgaris</i>	6
2.2.1 Fase Adaptasi	6
2.2.2 Fase Eksponensial (fase logaritmik)	7
2.2.3 Fase Stasioner	7
2.2.4 Fase Kematian.....	7
2.3 Kandungan <i>C. vulgaris</i>	8

2.4	Sinar UV	8
2.5	Fotosintesis pada <i>C. vulgaris</i>	9
2.6	Mekanisme Pengaruh Sinar UV terhadap Pertumbuhan <i>C. vulgaris</i>	10
2.7	Faktor Lingkungan	10
2.7.1	Suhu	10
2.7.2	Intensitas Cahaya	11
2.7.3	Derajat Keasaman (pH).....	11
2.7.4	Salinitas	12
III KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS		13
3.1	Konseptual Penelitian.....	13
3.2	Kerangka Konseptual	15
3.3	Hipotesis	16
IV METODOLOGI.....		17
4.1	Waktu dan Tempat	17
4.2	Materi Penelitian	17
4.2.1	Alat Penelitian.....	17
4.2.2	Bahan Penelitian.....	17
4.3	Metode Penelitian.....	17
4.3.1	Rancangan Penelitian	17
4.3.2	Prosedur Kerja.....	18
A.	Sterilisasi Alat dan Bahan	18
B.	Persiapan Media Kultur.....	19
C.	Persiapan Stok <i>C. vulgaris</i> (+kepadatan).....	20
D.	Pengukuran Intesitas Cahaya	21
E.	Pengukuran Pertumbuhan <i>C. vulgaris</i>	21
F.	Proses Kultur <i>C. vulgaris</i>	22
4.3.3	Variabel Penelitian	22
4.4	Parameter Penelitian.....	23

4.4.1	Parameter Utama	23
4.4.1	Parameter Pendukung.....	23
4.5	Analisa Data	23
4.6	Alur Penelitian.....	24
V HASIL DAN PEMBAHASAN		25
5.1	Hasil.....	25
5.1.1	Kepadatan <i>C. vulgaris</i>	25
5.1.2	Pengaruh Sinar UV-C terhadap pertumbuhan <i>C. vulgaris</i>	27
5.1.3	Kualitas Air	28
5.2	Pembahasan	29
VI KESIMPULAN DAN SARAN		35
6.1	Kesimpulan	35
6.2	Saran	35
DAFTAR PUSTAKA		36
LAMPIRAN.....		41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Sel <i>C. vulgaris</i>	5
Gambar 2 Fase Pertumbuhan Mikroalga	6
Gambar 3. Kerangka Konsep Penelitian.....	14
Gambar 4. Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 5. Grafik Kepadatan <i>C. vulgaris</i>	26

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Data Kepadatan <i>C. vulgaris</i> (sel/ml) Selama Periode Kultur.....	25
Tabel 2. Data Rata-rata Kepadatan <i>C. vulgaris</i> Uji Statistik.....	27
Tabel 3. Data Pengukuran Kualitas Air.....	28

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketersediaan pakan alami menjadi salah satu faktor penting yang berperan budidaya terutama pada pembenihan. Pakan alami memiliki nilai nutrisi yang relatif tinggi sehingga digunakan sebagai sumber pakan untuk budidaya. Salah satu pakan alami untuk pakan budidaya adalah *C. vulgaris* yang umumnya ditemukan di perairan tawar dan perairan laut (Wigajatri dkk., 2003). Menurut Becker (2004) *C. vulgaris* termasuk dalam mikroalga fotosintetik, yaitu membutuhkan energi matahari untuk produksi senyawa organik. Saat fotosintesis berlangsung pertumbuhan dan reproduksi *C. vulgaris* terjadi secara optimal.

Pertumbuhan *C. vulgaris* dalam media kultur berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara dan beberapa faktor lingkungan kualitas air seperti salinitas, pH, suhu dan intensitas cahaya yang optimal. *C. vulgaris* merupakan mikroalga yang bersifat fotoautotrof yang membutuhkan cahaya sebagai sumber energi, cahaya mempengaruhi pertumbuhan sel dan mengatur produksi metabolit primer dan sekunder (Benavente-Valdés *et al.*, 2016).

Salah satu sumber cahaya yang digunakan untuk mempengaruhi pertumbuhan mikroalga yaitu sinar UV. Kelebihan sinar UV yaitu dapat menyebabkan perubahan komposisi gen, sehingga gen mutan yang dihasilkan pada mutasi klorofil dapat menghasilkan lebih banyak aktivitas daripada yang alami dan meningkatkan laju pertumbuhan pada suatu mikroorganisme (Zul dkk., 2003). Selain itu sinar UV juga mempunyai kekurangan yang dijelaskan Menurut Suryohudoyo (2000) bahwa radiasi sinar UV mampu mengaktifkan oksigen

menjadi radikal bebas, yang akan merusak molekul elektron sehingga dapat merusak sel tumbuhan dan mengganggu fungsi sel.

Menurut Carino (2021) Pemberian Sinar UV-C dengan waktu yang lama dapat mematikan bagi sel mikroalga, sel mikroalga yang tetap hidup setelah terpapar sinar UV-C biasanya memiliki kode genetik yang diubah untuk aktivitas metabolisme dan biosintetik yang diprogram ulang. Teknik mutagenesis UV-C dapat menyebabkan mutasi yang mempengaruhi pertumbuhan, fotosintesis, komposisi biokimia, penyerapan nutrisi, reproduksi dan fisiologi lainnya pada mikroalga. Sharma *et al* (2014) menjelaskan bahwa Sinar UV-C diyakini memiliki radiasi yang lebih energik dan memiliki efek signifikan pada mikroalga.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Carino (2021) menunjukkan bahwa mikroalga *C. vulgaris* mampu mengalami pertumbuhan tertinggi pada perlakuan dengan menggunakan sinar UV-C. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemberian sinar UV-C dengan daya yang berbeda, untuk mengetahui daya yang optimal terhadap pertumbuhan *C. vulgaris*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah penambahan Sinar UV-C dengan daya yang berbeda berpengaruh untuk pertumbuhan *C. vulgaris*?
2. Berapakah besar daya penambahan Sinar UV-C yang baik untuk pertumbuhan *C. vulgaris*?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh Sinar UV-C dengan daya yang berbeda terhadap pertumbuhan *C. vulgaris*.
2. Untuk mengetahui besar daya optimal penambahan Sinar UV-C yang baik terhadap pertumbuhan *C. vulgaris*.

1.4 Manfaat

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai pengaruh pemberian Sinar UV-C dan sebagai informasi mengenai besar watt optimal pemberian Sinar UV-C terhadap pertumbuhan *C. vulgaris*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat diterapkan dalam kegiatan budidaya mikroalga sehingga pembudidaya dapat meningkatkan produksi *C. vulgaris*.

II TINJAUAN PUSTAKA

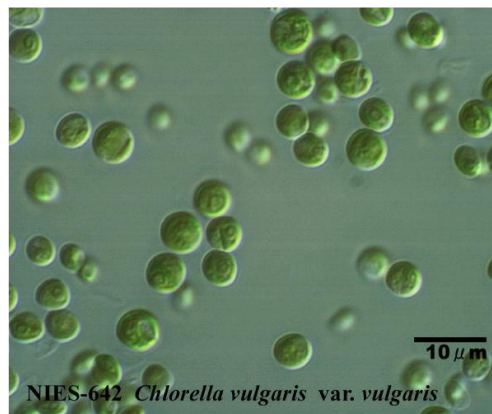
2.1 Mikroalga *C. vulgaris*

2.1.1 Klasifikasi

Menurut Vashita (1979) dalam Rostini (2007) *C. vulgaris* dalam sistem klasifikasi termasuk dalam :

Kingdom : Animalia
Filum : Chlorophyta
Kelas : Chlorophyceae
Ordo : Chlorococcales
Familia : Chlorellaceae
Genus : *Chlorella*
Spesies : *Chlorella vulgaris*

2.1.2 Morfologi



Gambar 1. Sel *C. vulgaris* (Hadiyanto, 2012)

C. vulgaris merupakan mikroalga yang termasuk dalam kelompok filum alga hijau (Chlorophyta). *C. vulgaris* memiliki bentuk sel bulat lonjong dengan memiliki garis tengah sel antara 2-8 μm. *C. vulgaris* juga bisa membentuk koloni sampai dengan 64 sel terkadang berlendir dan tidak (Gambar 1). Pada proses fotosintesis, *C. vulgaris* dapat membentuk makanannya sendiri karena bersifat fotoautotrof. *C. vulgaris* termasuk tumbuhan yang belum mempunyai

akar, batang, dan daun sebenarnya, tetapi memiliki klorofil sehingga bersifat autotrof. (Faris, 2011)

2.1.3 Habitat dan Penyebaran

Umumnya *C. vulgaris* bersifat planktonis yang melayang di dalam perairan. Menurut Bold and Wynne (1985) Habitat *Chlorella* dapat dibagi menjadi *Chlorella* air tawar dan *Chlorella* air laut. *Chlorella* air tawar dapat hidup pada kadar garam tinggi atau salinitas sekitar 5 ppt, sedangkan *Chlorella* air laut dapat bertahan pada kadar salinitas antara 33-40 ppt.

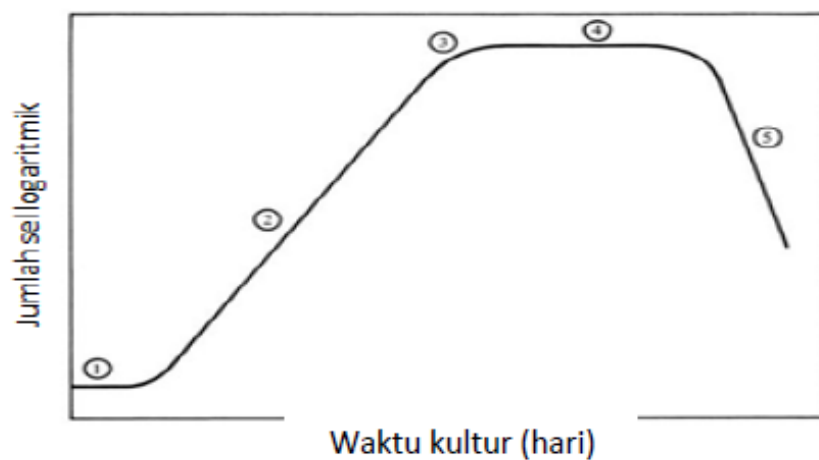
Menurut Shah *et al.* (2003) *C. vulgaris* dapat hidup dan tumbuh dalam kondisi kurang cahaya karena dapat mengambil bahan-bahan organik secara langsung dari media tumbuhnya. Spesies *C. vulgaris* dapat mampu tumbuh baik di air laut maupun tawar.

2.1.4 Reproduksi

Reproduksi *Chlorella* yaitu dengan autospora yang terjadi karena gangguan dinding sel induk. Awal perkembangbiakan sel ditandai dengan pertumbuhan sel yang membesar dengan peningkatan aktivitas sintesa sebagai persiapan pembentukan autospora yang merupakan tingkat pematangan akhir yang disusul dengan pelepasan autospora. Sel *Chlorella* berkembang biak secara vegetative dan setiap sel induk membelah untuk menghasilkan 4,8, atau 16 autospora yang dilepaskan dengan pecahnya dinding sel induk dan kemudian akan melepaskan diri dari induknya (Kawaroe dkk., 2010)

2.2 Pertumbuhan *C. vulgaris*

Selama pertumbuhan mikroalga mengalami berbagai tahap fase pertumbuhan (Gambar 2), yaitu fase adaptasi, fase eksponensial, fase penurunan laju pertumbuhan, fase stasioner, dan fase kematian (Fogg dan Thake, 1987)



Gambar 2. Fase Pertumbuhan Mikroalga (1) fase adaptasi, (2) fase eksponensial, (3) fase penurunan laju pertumbuhan, (4) fase stasioner, (5) fase kematian. (Fogg dan Thake, 1987)

2.2.1 Fase Adaptasi

Pada fase adaptasi merupakan penambahan jumlah densitas mikroalga sangat rendah, karena sel mikroalga masih dalam proses adaptasi terhadap media barunya. Masa adaptasi disebabkan oleh kepekatan antara media dengan cairan tubuh selnya. Sehingga terjadi proses difusi yaitu pemulihan enzim pada sel tubuh dengan tingkat konsentrasi substrat yang diperlukan untuk pertumbuhannya (Chilmawati dan Suminto, 2008).

2.2.2 Fase Eksponensial

Fase eksponensial terjadi karena penambahan kepadatan jumlah sel mikroalga (N) dalam waktu (t) dengan kecepatan tumbuh (μ) (Fachrullah, 2011). Pada fase ini pertumbuhan mikroalga terjadi sangat cepat. Menurut Suantika dan Hendrawandi (2009) pertumbuhan dan aktivitas sel mencapai tingkat maksimum karena terjadi pembelahan ganda dari penebaran pertama. Faktor yang mempengaruhi fase eksponensial yaitu kondisi lingkungan dan nutrisi.

2.2.3 Fase Stasioner

Fase Stasioner terjadi karena adanya faktor pembatas dan laju pertumbuhan yang seimbang. Karena keseimbangan katabolisme dan metabolisme, jumlah sel terus meningkat (Rosahdi dkk., 2015). Laju pertumbuhan relatif konstan dan konsentrasinya bergantung pada ukuran sel, suhu dan intensitas cahaya.

2.2.4 Fase Kematian

Pada fase ini sel tidak dapat membelah karena kualitas kultur fisik dan kimia yang berada pada titik rendah (Fachrullah, 2011). Sel *Chlorella* yang mati tampak pucat atau lisis. Penurunan biomassa ditandai adanya perubahan warna air yang menjadi keruh dan mengendap di dasar wadah kultur (Kawaroe dkk., 2010).

2.3 Kandungan *C. vulgaris*

Mikroalga memiliki kandungan yang dapat dimanfaatkan di berbagai bidang. Pada umumnya kandungan mikroalga yang sering digunakan meliputi zat aktif dan zat pewarna yang terkandung di dalamnya. Senyawa aktif dalam mikroalga antara lain fenol, terpenoid, sterol dan flavonoid. Bahan aktif tersebut dapat digunakan dalam bidang industri, pangan, kosmetik, farmasi dan neutraceutical (El-Baky dkk., 2008).

C. vulgaris mengandung gizi yang cukup tinggi, yaitu protein 42,2%, lemak kasar 15,3%, nitrogen dalam bentuk ekstrak, kadar air 5,7% dan serat 0,4%. Untuk setiap berat kering yang sama, *C. vulgaris* mengandung vitamin A, B, D, E dan K (Kawaroe dkk., 2010).

2.4 Sinar UV

Sinar matahari merupakan salah satu sumber energi terbesar bagi manusia, hewan dan tumbuhan. Salah satu pemanfaatan energi matahari oleh tumbuhan yaitu untuk proses fotosintesis, mengubah energi sinar matahari menjadi sinar kimia. Sinar Ultraviolet memiliki panjang gelombang antara 100-400 nm (Gibson, 2007). Menurut Dresbatch (2008) Panjang gelombang untuk UV-C berkisar antara 200-280 nm. Radiasi sinar UV sering digunakan untuk kondisi steril, karena memiliki efek letal terhadap sel mikroba. Salah satu karakteristik sinar ultra violet adalah memiliki daya pancar yang sangat rendah. Bahkan lapisan kaca yang tipis dapat menahan sebagian besar sinar UV. Oleh karena itu, sinar UV hanya dapat efektif untuk mengendalikan mikroorganisme

pada permukaan yang terpapar langsung dengan sinar UV, atau dekat permukaan media yang transparan. Karena penyerapan maksimum sinar UV dalam sel terjadi pada asam nukleat, maka diperkirakan mekanisme utama merusak sel oleh sinar UV pada ribosom II-8, yang menyebabkan mutasi dan kematian sel (Cecilia, 2017). Tumbuhan memiliki respon sendiri yang mengurangi kerusakan akibat sinar ultraviolet, salah satu reaksi tumbuhan adalah dengan meningkatkan akumulasi flavonoid terutama pada vakuola (Gao *et al.*, 2004).

2.5 Fotosintesis Pada *C. vulgaris*

Fotosintesis merupakan suatu proses biokimia yang membentuk zat makanan atau energi berupa glukosa yang dilakukan oleh alga dengan menggunakan zat hara, karbondioksida dan air yang membutuhkan bantuan cahaya matahari. Organisme yang menghasilkan energi melalui fotosintesis disebut sebagai fitoautotrof (Wijoseno, 2011).

Pada proses fotosintesis *C. vulgaris* menyerap cahaya menggunakan pigmen-pigmen fotosintetik (klorofil), klorofil terdapat dalam organel bernama kloroplas. Pigmen inilah yang memberi warna hijau pada tumbuhan. Cahaya akan diubah menjadi ATP dan NADPH pada reaksi terang. Kemudian ATP dan NADPH digunakan untuk mereduksi CO₂ pada reaksi gelap menjadi senyawa-senyawa organik (Wijoseno, 2011).

2.6 Mekanisme Pengaruh Sinar UV Terhadap Pertumbuhan *C. vulgaris*

Menurut Asrurianta, (2018) menyatakan bahwa pada saat kultur fitoplankton penyinaran cahaya harus tepat karena cahaya yang terlalu terang dapat mengganggu proses fotosintesis. Waktu penyinaran sangat penting dalam proses sintesa bahan organik pada fotosintesis karena hanya energi yang cukup proses tersebut dapat berjalan dengan lancar. Lama penyinaran dapat mempengaruhi komposisi biokimia kultur selain faktor media, suhu, pH, intensitas cahaya, dan waktu panen (Novianti, 2015).

Laju pertumbuhan mikroalga sangat bergantung pada ketersediaan cahaya, menurut Nyabakken (1988) dalam Edhy (2003) bahwa laju pertumbuhan spesifik fitoplankton akan menurun bila berada dalam kondisi ketersediaan cahaya yang rendah ataupun terlalu tinggi. Menurut Zul dkk. (2003) menjelaskan bahwa sinar UV menyebabkan perubahan komposisi gen, sehingga mikroorganisme yang terpapar sinar UV dalam jumlah yang tepat menghasilkan lebih banyak aktivitas daripada yang alami. Sehingga dengan aktivitas mikroorganisme yang banyak dapat meningkatkan laju pertumbuhannya.

2.7 Faktor Lingkungan

2.7.1 Suhu

Menurut Taw (1990) suhu untuk kultur *Chlorella* yang diperlukan antara 25-35°C. Pada penelitian lain menerangkan bahwa *C. vulgaris* dapat

tumbuh dengan baik pada suhu 31.33-33.77°C (Apriliyanti, 2016). Nurjayanti *et al.* (2013), menjelaskan bahwa keseimbangan respirasi dan fotosintesis dipengaruhi oleh suhu. Jika pada suhu tinggi respirasi akan meningkat, sehingga menyebabkan kemampuan fotosintesis akan menurun.

2.7.2 Intensitas Cahaya

Intesitas cahaya salah satu faktor penting dalam proses kultur *C.vulgaris*. Cahaya pada proses fotosintesis dibutuhkan untuk sumber energi (Utami *et al.*, 2012). Nilai optimal intensitas cahaya untuk pertumbuhan mikroalga berkisar antara 1.000 lux-5.000 lux (Daniyati *et al.*, 2012).

Pertumbuhan *C. vulgaris* tergantung pada intensitas cahaya yang mengenai sel selama fotosintesis. Intensitas cahaya dalam ruang kultur berkisar antara 500-5000 lux, sedangkan untuk kultur penyediaan bibit berkisar antara 500-1000 lux (Boroh, dkk., 2019). Laju pertumbuhan *Chlorella vulgaris* dapat menurun apabila intensitas cahaya melebihi batas maksimal (Tjahjo, *et al.*, 2002).

2.7.3 Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu aktivitas biologis, suhu, kadar oksigen terlarut dan adanya asam ion. Karena pH sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan organisme air, maka perlu untuk menjaga stabilitas nilai pH dalam air (Nur, 2006). pH optimal untuk pertumbuhan *C. vulgaris* berada pada kisaran 6,6-7,3 (Ohama dan Miyachi, 1992 dalam Dewi dan Gultom, 2009)

2.7.4 Salinitas

Salinitas dapat mempengaruhi kehidupan organisme pada perairan. Salinitas erat kaitannya dengan tekanan osmotik air. Semakin tinggi salinitas, maka semakin tinggi pula tekanan osmotiknya. Tekanan osmotik yang tinggi dapat mempengaruhi pertumbuhan *C. vulgaris* (Fachrulla, 2011). Salinitas yang optimal untuk pertumbuhan *C. vulgaris* berkisar antara 25-28 ppt (Isnanstyo dan Kurniastuty, 1995)

III KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS

3.1 Konseptual Penelitian

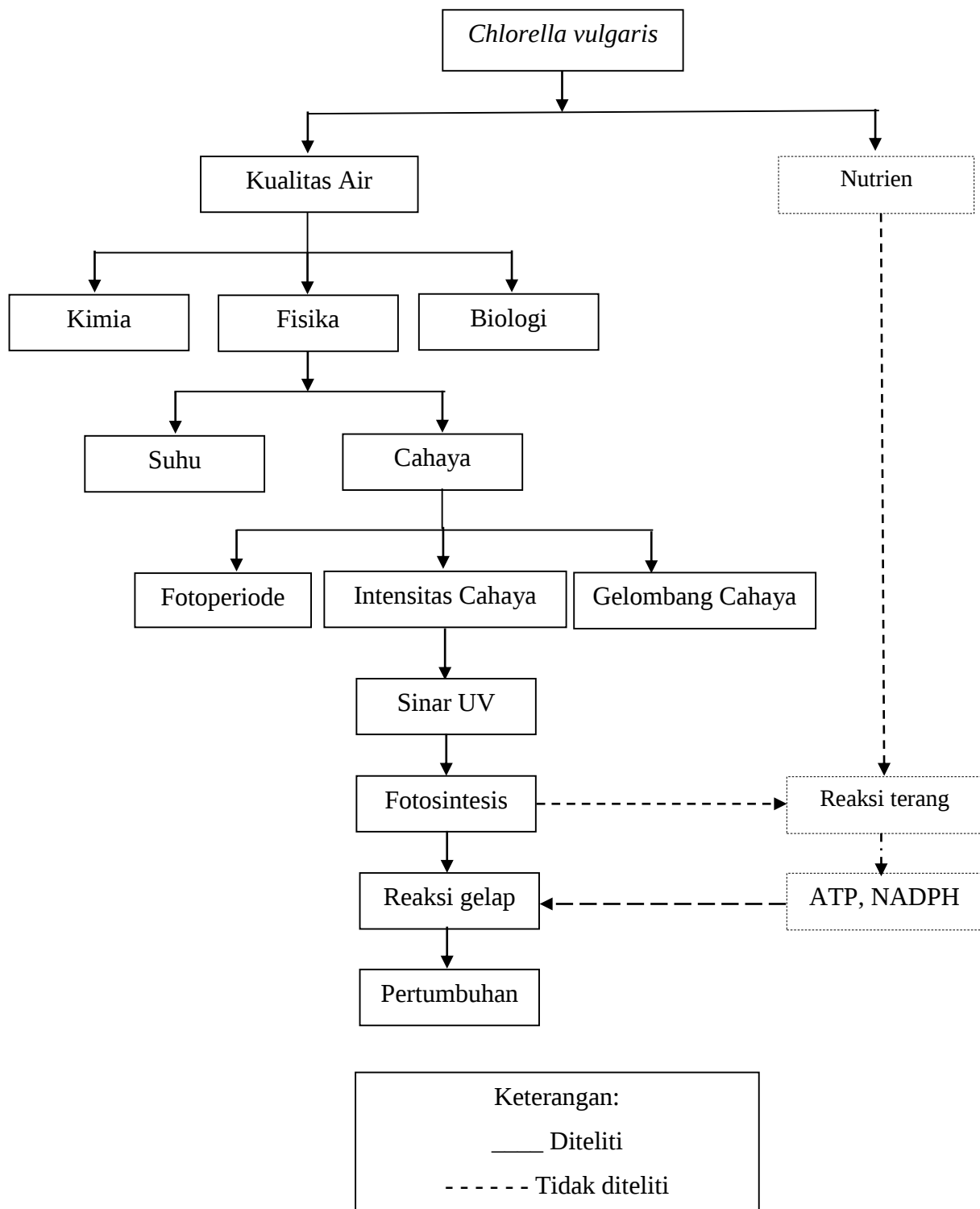
Faktor yang harus diperhatikan untuk Kultur *C. vulgaris* yaitu ketersediaan benih, air, cahaya, dan nutrisi untuk pertumbuhan. Parameter yang diamati dalam penelitian meliputi kimia, fisika dan biologi karena mempengaruhi pertumbuhan *C. vulgaris*. Salah satu parameter yang mempengaruhi proses pertumbuhan mikroalga yaitu cahaya. *C.vulgaris* merupakan mikroalga autotrofik yang menggunakan cahaya sebagai sumber energi dan merupakan kebutuhan utama dalam mempengaruhi pertumbuhan sel serta mengatur produksi metabolit primer dan sekunder (Benavente-Valdes *et al.*, 2016).

Menurut Wahyudi (1999), faktor cahaya yang mempengaruhi kehidupan alga antara lain periodisitas, kualitas dan intensitas cahaya. Facta *et al* (2006) mengatakan bahwa kualitas cahaya merupakan faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroalga, salah satunya adalah jenis sumber cahaya yang memiliki panjang gelombang antara 400-700 nm. Selain itu menurut Dresbatch (2008) Panjang gelombang untuk UV-C berkisar antara 200-280 nm. Intensitas cahaya sendiri menggambarkan banyaknya jumlah cahaya yang diterima alga. Satriaji *et al.* (2016) menyatakan bahwa intensitas cahaya yang optimal bagi pertumbuhan *C. vulgaris* antara 3000-5000 lux. Menurut Sarinaningsih (2018) Intensitas lampu UV 15 watt adalah 220 lux dan lampu UV 30 watt adalah 241 lux. Masing-masing cahaya yang berbeda mempengaruhi terhadap proses fotosintesis. Hal ini terkait pada sifat pigmen penangkap cahaya yang bekerja dalam fotosintesis. Pigmen yang berbeda menyerap cahaya pada la yang berbeda.

Laju pertumbuhan fitoplankton sangat tergantung pada ketersediaan cahaya yang diserap, menurut Nyabakken (1988) dalam Edhy (2003) apabila kondisi ketersediaan cahaya terlalu rendah ataupun tinggi menyebabkan penurunan pada laju pertumbuhannya. *C. vulgaris* menangkap cahaya dengan pigmen berwarna hijau yang disebut klorofil. Klorofil terkandung dalam organel yang disebut kloroplas dan digunakan untuk menyerap cahaya. Kloroplas terdapat pada lapisan sel yang disebut mesofil, kemudian cahaya bergerak melalui lapisan epidermis yang bening dan tidak berwarna, menuju mesofil tempat sebagian besar proses fotosintesis. Pada kloroplas terdapat beberapa pigmen, sebagai contoh klorofil a menyerap cahaya biru-violet dan merah sedangkan klorofil b menyerap cahaya biru dan orange. Klorofil a berperan langsung dalam reaksi terang sedangkan klorofil b tidak secara langsung berperan dalam reaksi terang (Wijoseno, 2011).

Reaksi terang adalah proses untuk menghasilkan ATP dan reduksi NADPH. Pada reaksi ini yang diperlukan yaitu molekul air dan sinar matahari. Awal prosesnya dengan penangkapan foton oleh pigmen sebagai antenna. Reaksi terang terjadi di grana sedangkan reaksi gelap dalam stroma. Pada reaksi terang, mengkonversi energi cahaya menjadi energi kimia dan menghasilkan oksigen (O_2). Sedangkan pada reaksi gelap membentuk gula dari CO_2 dan energi (ATP dan NADPH). Energi pada reaksi gelap yang digunakan didapat dari reaksi terang, karena pada proses reaksi gelap tidak membutuhkan cahaya (Wijoseno, 2011). Jika pada proses reaksi terang maupun gelap berjalan dengan maksimal, dapat meningkatkan pertumbuhan fitoplankton.

3.2 Kerangka Konseptual



Gambar 3. Kerangka konseptual Penelitian

3.2 Hipotesis

Diduga pemberian sinar UV dengan waktu yang berbeda akan terjadi perbedaan pada pertumbuhan *C. vulgaris*.

Berdasarkan rumusan masalah, maka hipotesis dari penelitian ini yaitu :

H0 : Tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara perbedaan daya sinar UV-C dengan pertumbuhan *C. vulgaris*.

H1 : Terdapat pengaruh yang signifikan antara perbedaan daya Sinar UV-C dengan pertumbuhan *C. vulgaris*.

Diperoleh besar daya optimal penambahan Sinar UV-C yang baik terhadap pertumbuhan *C. vulgaris*.

IV METODOLOGI

4.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2022 sampai dengan bulan Mei 2022 dengan menggunakan metode pengambilan data sekunder di Laboratorium Anatomi dan Budidaya, Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga, Surabaya.

4.2 Materi Penelitian

4.2.1 Peralatan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah 20 wadah untuk kultur mikroalga (akuarium/toples) dengan volume 3 liter, selang, batu aerasi (*aerator*) LP20, refraktometer ATC, ember, DO meter YSI 550A, thermometer, pH meter (ATC-SKU pH 2 Pro), Lampu TL LED T8, Lampu Philips 8W, Lampu Philips 15W, Lampu Philips 30W, lux meter, haemocytometer 0,1 mm, nampan, Mikroskop Monokuler XSP-12, pipet, kaca objek, cover glass, beaker glass.

4.2.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah inokulan *C. vulgaris*, HCL 5%, air laut, pupuk walne, alcohol 70%, aquadest, klorin 20-30 ppm, NaOH 0,0227, tissue, kertas label.

4.3 Metode Penelitian

4.3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Rancangan percobaan yang dilakukan adalah rancangan acak lengkap (RAL) yaitu rancangan percobaan yang digunakan ketika media dan bahan percobaan seragam atau dapat dianggap

seragam (Kusriningrum, 2012). Perlakuan yang dilakukan dengan menggunakan sinar UV-C dengan suhu sama didasari dari penelitian yang telah dilakukan oleh Pranagari dkk. (2014) dan lama pemaparan UV-C selama 30 menit berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Singh, *et al.* (2019). Rancangan penelitian yang akan digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 kali ulangan. Jumlah ulangan ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$t(n-1) \geq 15$$

Keterangan:

t = total perlakuan; n = jumlah ulangan

Perlakuan yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- A (Kontrol) : Lampu TL
- B : Sinar UVC 8W selama 30 menit + Lampu TL
- C : Sinar UVC 15W selama 30 menit + Lampu TL
- D : Sinar UVC 30W selama 30 menit + Lampu TL

4.3.2 Prosedur Kerja

A. Sterilisasi Alat dan Bahan

Sterilisasi adalah proses membunuh mikroorganisme yang tidak diinginkan pada alat, bahan atau media yang digunakan. Pada penelitian ini menggunakan sterilisasi panas basah dan sterilisasi kimia. Sterilisasi panas basah menggunakan autoklaf, dan sterilisasi kimia dengan bahan klorin 30 ppm selama 24 jam (Suminto, 2009).

Peralatan yang terbuat dari kaca disterilisasi dengan menggunakan autoklaf. Peralatan yang akan di sterilisasi dicuci dengan sabun lalu membilasnya dengan air

tawar dan ditunggu sampai kering. Kemudian bungkus dengan koran dan diikat dengan benang. Selanjutnya alat yang dibungkus masukkan ke dalam autoklaf dan ditutup rapat dengan mengencangkan baut secara silang. Tekanan uap jenuh autoklaf yang dapat terjadi 1 atm berulang kali sampai suhu 121°C selama 30 menit. Setelah menunggu beberapa saat sampai thermometer dan manometer menunjukkan angka 0 (nol), kemudian buka penutup autoklaf dengan cara zig zag. Lalu simpat alat yang sudah di sterilkan (Putri, 2011). Peralatan lainnya yang digunakan untuk kultur media disterilisasi dengan direndam air tawar dan larutan klorin 30 ppm diamkan selama 24 jam.

Air laut yang digunakan sebagai bahan penelitian disterilkan dengan menambahkan klorin 60 ppm kedalam 1 ml/liter selama 24 jam dan diberi aerasi. Air laut dapat dinetralkan dengan menambahkan 20 ppm Na-thiosulfat ke dalam air laut. Setelah itu air kembali diaerasi selama 2 jam sampai bau klorin hilang. Air laut yang telah disterilisasi disimpan dalam wadah untuk menghindari sinar matahari.

Pupuk Walne dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 50 ml dan di autoklaf. Erlenmeyer yang diisi dengan Pupuk Walne ditutup dengan kapas dan alumunium foil dan diikat dengan benang. Kemudian, Erlenmeyer yang berisi Pupuk Walne dimasukkan ke dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 30 menit dan tekanan 1 atm.

B. Persiapan Media Kultur

Persiapan media kultur yaitu dengan menggunakan air laut dan air tawar, yang diperoleh dari Pasar Ikan Hias Gunung Sari Surabaya dan dari Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga. Air laut yang digunakan dengan

salinitas antara 25-30 ppt, jika kadar salinitas air laut terlalu tinggi maka dilakukan pengenceran. Pupuk Walne digunakan sebagai penyuplai nutrisi pada *C. vulgaris* yang akan digunakan selama penelitian. Kandungan yang dimiliki pupuk walne antara lain NaH_2PO_4 , MnCl_2 , Na_2EDTA , H_2O , $6\text{H}_2\text{O}$, FeCl_3 , H_3BO_3 , NaNO_3 , vitamin dan *trace metal solution*. (Robi, 2014).

C. Persiapan Stok *C. vulgaris* (+kepadatan)

Inokulan *C. vulgaris* didapatkan dari Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Situbondo. Selanjutnya dikultur menggunakan akuarium/toples sebagai wadah kultur. Tahap pertama yang akan dilakukan yaitu memasukkan air laut yang sudah steril ke dalam wadah sebanyak 3 L, kemudian menambahkan Pupuk Walne ke dalam wadah kultur dan diaerasi agar tercampur rata. Kemudian memasukkan bibit *C. vulgaris* ke dalam Media kultur yang telah disiapkan dan dilakukan pemeliharaan hingga fase eksponensial untuk ditebar ke dalam wadah perlakuan.

Bibit *C. vulgaris* yang sudah ditebar akan dihitung kepadatannya agar bibit setiap perlakuan sama banyaknya. Kepadatan *C. vulgaris* dapat dihitung menggunakan haemocytometer dan mikroskop. Menurut Novoanti (2019), kepadatan awal inoculum 100×10^4 sel/mL lebih efektif karena sel diinokulasi berasal dari fase adaptasi/lag. Pada fase ini sel mempunyai kemampuan yang cukup baik untuk menyesuaikan diri pada kondisi stress akibat cahaya hingga fase stasioner.

D. Pengukuran Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya pada penelitian ini berbeda-beda perlakuan, dikarenakan daya pada Sinar UV berbeda. Intensitas cahaya dapat diukur menggunakan lux

meter (satuan = lux). Perlakuan intensitas cahaya yang digunakan dalam percobaan yaitu sebanyak 4 perlakuan yaitu kontrol, Sinar UVC 8W, Sinar UVC 15W, Sinar UVC 30W dengan masing-masing 30 menit. Intensitas lampu UV 15 watt adalah 220 lux dan lampu UV 30 watt adalah 241 lux (Sarinaningsih, 2018). Pengukuran sinar UV-C menggunakan lux meter dengan spectrum <280 nm. Intensitas sinar UV yang akan digunakan antara 200-250 lux dan lampu TL sebesar 3000 lux.

E. Pengukuran Pertumbuhan *C. vulgaris*

Perhitungan kepadatan *C. vulgaris* dilakukan setiap hari selama penelitian. Perhitungan kepadatan *C. vulgaris* dilakukan menggunakan metode penghitungan konsentrasi sel menggunakan 0,1 mm *deep Neubauer haemocytometer* dan alat bantu mikroskop dengan menggunakan rumus perhitungan menurut Cresswel (2010) yaitu :

$$\text{Jumlah (sel/ml)} = \frac{n}{\text{jumlah bidang pandang}} \times 10^4$$

Apabila kepadatannya tinggi maka menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah (sel/ml)} = \frac{n}{\text{jumlah bidang pandang}} \times 25 \times 10^4 \times \text{faktor pengencer}$$

F. Proses Kultur *C. vulgaris*

Kultur *C. vulgaris* dimuali dengan memindahkan air laut yang sudah diaerasi dan diukur salintas sebesar 35 ppt kedalam wadah kultur sebanyak 2 liter. Pemberian pupuk walne dan vitamin dilakukan sebelum penataan wadah kutur dengan dosis masing-masing yaitu 1 ml/L. Kemudian wadah diisi media kultur sebayak 2,5 liter dengan kepadatan awal $16,807 \times 10^6$ sel/ml dan diletakkan di atas rak kultur yang sudah dirancang sesuai percobaan. Intesitas cahaya dipasang selama 24 jam dengan lampu TL sebesar 2066 lux dengan masing-masing

perlakuan ditambah lampu UV-C selama 30 menit. Perlakuan B dengan UV-C 8 watt sebesar 298 lux, perlakuan C dengan UV-C 15 watt sebesar 680 lux dan perlakuan D dengan UV-C 30 watt sebesar 779 lux. Pengamatan pertumbuhan *C. vulgaris* dilakukan setiap hari selama masa kultur. Pengukuran parameter pendukung kualitas air yang meliputi suhu, pH, DO, salinitas dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan.

4.3.3 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah intensitas cahaya dari Sinar UVC
2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah laju pertumbuhan *C. vulgaris*.
3. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah asal bibit, kualitas air (suhu, salinitas, DO, pH), jumlah pupuk, asal media kultur, ukuran akuarium dan lama pemeliharaan.
- 4.

4.4 Parameter Penelitian

4.4.1 Parameter Utama

Parameter utama dalam penelitian ini adalah laju pertumbuhan *Chlorella vulgaris*. Laju pertumbuhan *C. vulgaris* pada intensitas cahaya Sinar UVC dengan watt yang berbeda. Analisis pertumbuhan dilakukan dengan mengukur kepadatan mikroalga di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga, Surabaya.

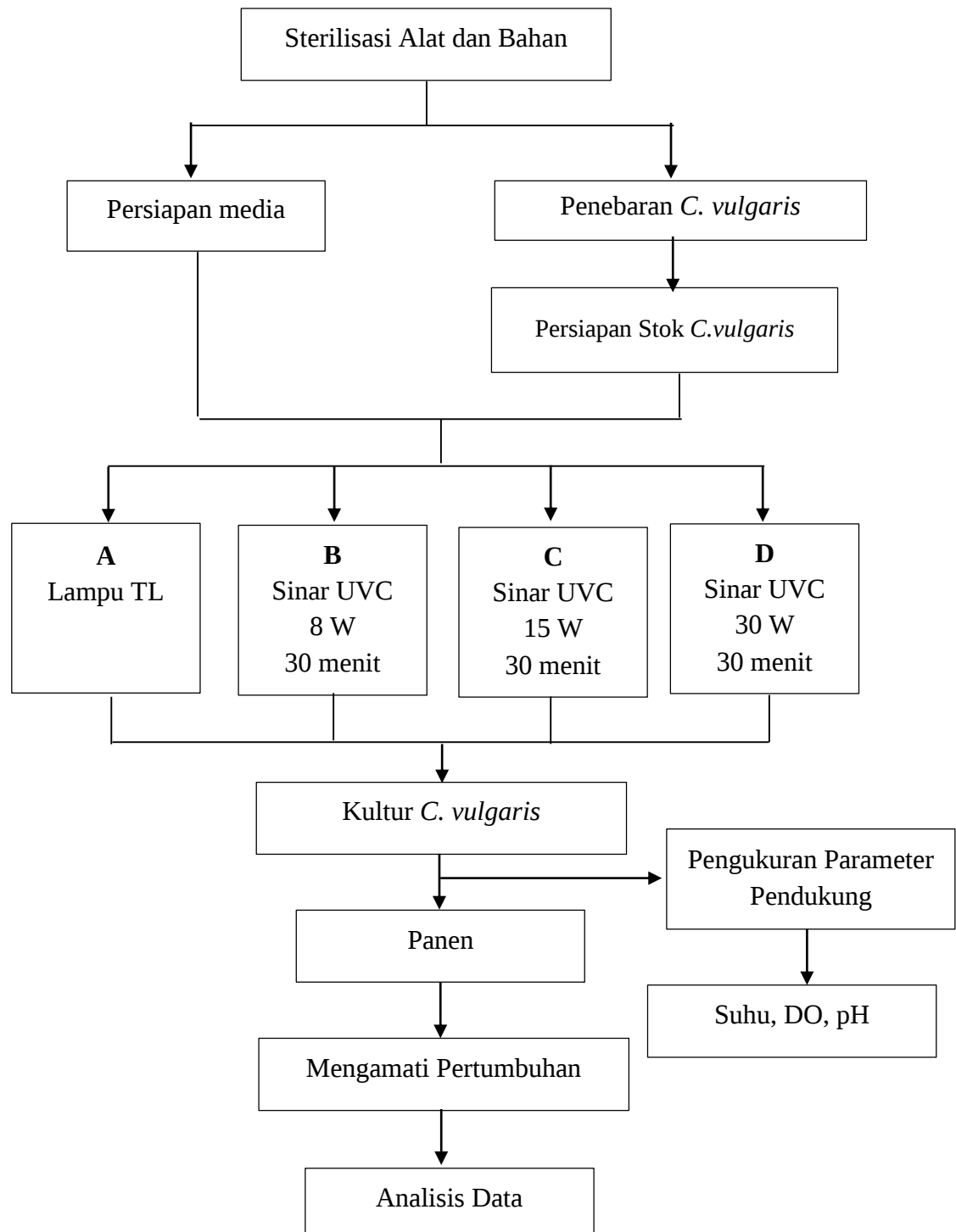
4.4.2 Parameter Pendukung

Parameter pendukung dalam penelitian ini adalah kualitas air yang terdiri dari, suhu, salinitas, oksigen terlarut, dan pH. Suhu diukur dengan menggunakan termometer, salinitas diukur dengan menggunakan refraktometer, DO diukur dengan menggunakan DO meter, pH diukur dengan menggunakan pH meter, dan intensitas cahaya diukur dengan menggunakan lux meter. Pengukuran parameter pendukung dilakukan setiap hari selama kultur.

4.5 Analisa Data

Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan. Perlakuan penambahan sinar UV-C yang menunjukkan hasil signifikan maka perhitungan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) (Kusriningrum, 2012).

4.6 Alur Penelitian



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil

Hasil penelitian berupa data kepadatan pada *C. vulgaris* sebagai parameter utama dan data kualitas air yang meliputi suhu, salinitas, DO, pH dan intensitas cahaya sebagai parameter pendukung. Berdasarkan hasil data yang didapatkan pada penelitian daya sinar UV-C yang optimal dapat meningkatkan kepadatan *C. vulgaris*.

5.1.1 Kepadatan *C. vulgaris*

Kepadatan *C. vulgaris* dengan menggunakan Sinar UV-C dengan daya yang berbeda dikultur selama 10 hari. Data kepadatan *C. vulgaris* pada setiap perlakuan ditunjukkan pada lampiran 1. Rata-rata kepadatan *C. vulgaris* selama penelitian dapat dilihat pada tabel 1.

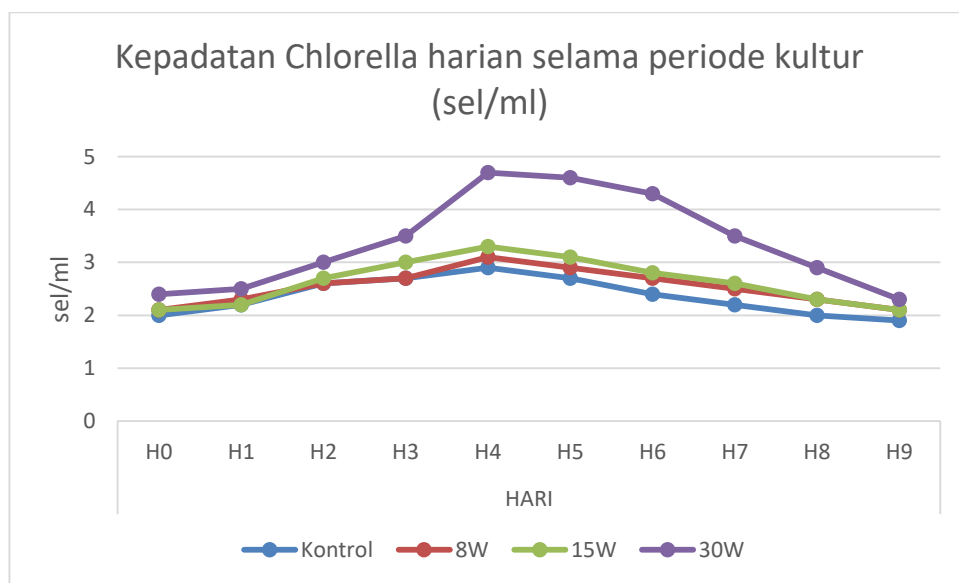
Tabel 1. Data Kepadatan *C. vulgaris* (sel/ml) selama periode kultur ($\times 10^6$ sel/ml)

Perlakuan		A	B	C	D
HARI	H0	2,0452	2,1208	2,1828	2,4402
	H1	2,2772	2,3836	2,2812	2,5892
	H2	2,6546	2,6928	2,7876	3,0692
	H3	2,7948	2,7472	3,0974	3,5428
	H4	2,9262	3,1228	3,3788	4,7746
	H5	2,7132	2,9252	3,1712	4,6236
	H6	2,4508	2,7542	2,8996	4,3836
	H7	2,2582	2,5486	2,6346	3,5396
	H8	2,0372	2,3622	2,3926	2,9256
	H9	1,9716	2,1608	2,2006	2,3926

Keterangan :

1. A : Tanpa UV-C
2. B : Sinar UV-C 8W 30 menit
3. C : Sinar UV-C 15W 30 menit
4. D : Sinar UV-C 30W 30 menit

Berdasarkan tabel 1, kepadatan rata-rata *C. vulgaris* tertinggi pada perlakuan D pada H4 sebanyak $4,7746 \times 10^6$ sel/ml. Perlakuan A menunjukkan kepadatan tertinggi pada H4 dengan sebanyak $2,9262 \times 10^6$ sel/ml. Perlakuan B menunjukkan kepadatan tertinggi pada H4 dengan sebanyak $3,1228 \times 10^6$ sel/ml. perlakuan C menunjukkan kepadatan tertinggi pada H4 dengan sebanyak $3,3788 \times 10^6$ sel/ml.



Gambar 5. Grafik kepadatan *C.vulgaris*

Selama pertumbuhan mikroalga mengalami berbagai tahap fase pertumbuhan, yaitu fase adaptasi, fase eksponensial, fase penurunan laju pertumbuhan, fase stasioner, dan fase kematian. Fase adaptasi pada perlakuan A,B,C dan D ditunjukkan pada H0 dan H1. Kedua merupakan fase eksponensial yang dimulai pada H2 pada semua perlakuan, pada fase ini pertumbuhan dan aktivitas sel mencapai tingkat maksimum karena terjadi pembelahan ganda dari penebaran pertama. Ketiga merupakan fase penurunan laju pertumbuhan, yang

ditandai dengan bertambahnya sel namun kepadatan menurun. Fase penurunan laju pertumbuhan ditunjukkan pada H5.

Fase keempat yaitu fase stasioner yang ditandai dengan penambahan jumlah sel yang lambat namun jumlah sel hidup tetap. Setiap perlakuan pada fase ini ditunjukkan pada hari yang sama yaitu H7. Fase terakhir yaitu fase kematian yang ditandai dengan jumlah kepadatan *C. vulgaris* yang menurun dan bertambahnya jumlah sel yang mati, fase ini terjadi setelah fase stasioner.

5.1.2 Pengaruh Sinar UV-C Terhadap Pertumbuhan *C. vulgaris*

Berdasarkan hasil pengamatan kepadatan *C. vulgaris* yang dilakukan selama 10 hari kultur, yang diuji menggunakan hasil analisis varian (ANAVA. Hasil analisis varian (ANAVA) menunjukkan bahwa Sinar UV-C dengan daya yang berbeda memiliki pengaruh perbedaan yang nyata pada kepadatan *C. vulgaris*. Uji statistik tersebut kemudian dilanjutkan dengan pengujian menggunakan uji berjarak Duncan.

Berdasarkan data perlakuan A tidak berbeda nyata dengan perlakuan B dan C dan berbeda nyata dengan perlakuan D. Hasil menunjukkan bahwa puncak kepadatan tertinggi pada perlakuan D yaitu sebesar $4,7746 \pm 0,8616$ sel/ml. kemudian diikuti dengan perlakuan C sebesar $3,3788 \pm 0,3628$ sel/ml, perlakuan B sebesar $3,1228 \pm 0,2323$ sel/ml. dan perlakuan A memiliki rata-rata terendah yaitu $2,9262 \pm 0,1904$.

Tabel 2. Data Rata-rata Kepadatan *C. vulgaris* statistik

Perlakuan		A	B	C	D
HARI	H0	2,0452 ^a ± 0.1928	2,1208 ^a ± 0.2080	2,1828 ^a ± 0.1274	2,4402 ^b ± 0.1906
	H1	2,2772 ^a ± 0.2139	2,3836 ^{ab} ± 0.1930	2,2812 ^a ± 0.1133	2,5892 ^b ± 0.1678
	H2	2,6546 ^a ± 0.1369	2,6928 ^a ± 0.1006	2,7876 ^a ± 0.2073	3,0692 ^b ± 0.2275
	H3	2,7948 ^a ± 0.1098	2,7472 ^a ± 0.1574	3,0974 ^a ± 0.1133	3,5428 ^b ± 0.4665
	H4	2,9262 ^a ± 0.1904	3,1228 ^a ± 0.2323	3,3788 ^a ± 0.3628	4,7746 ^b ± 0.8616
	H5	2,7132 ^a ± 0.2352	2,9252 ^a ± 0.2544	3,1712 ^a ± 0.2397	4,6236 ^b ± 0.9259
	H6	2,4508 ^a ± 0.2269	2,7542 ^a ± 0.2974	2,8996 ^a ± 0.1974	4,3836 ^b ± 0.5851
	H7	2,2582 ^a ± 0.3233	2,5486 ^a ± 0.3525	2,6346 ^a ± 0.4183	3,5396 ^b ± 0.4837
	H8	2,0372 ^a ± 0.1540	2,3622 ^a ± 0.3637	2,3926 ^a ± 0.3074	2,9256 ^b ± 0.3074
	H9	1,9716 ^a ± 0.2747	2,1608 ^{ab} ± 0.2274	2,2006 ^{ab} ± 0.1419	2,3926 ^b ± 0.4103

Keterangan : A (Tanpa UV-C), B (Sinar UV-C 8W selama 30 menit), C (Sinar UV-C 15W selama 30 menit), D (Sinar UV-C 30W selama 30 menit). Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ($P < 0,05$)

5.1.3 Kualitas Air

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *C. vulgaris* yaitu ketersediaan nutrisi yang cukup dan faktor lingkungan. Faktor lingkungan pada kultur *C. vulgaris* meliputi parameter kualitas air yang terdiri dari suhu, pH, dan salinitas.

Tabel 3. Data Pengukuran Kualitas Air

Perlakuan	Parameter Kualitas Air				
	pH	Suhu (°C)	Salinitas (ppt)	DO (mg/L)	Intensitas Cahaya (lux)
A	7,35–7,74	26,3–28,6	35–38	3,21–4,89	2066–1957
B	7,19–7,80	26,5–28,9	35–39	3,29–4,1	298-400
C	7,21–7,76	26,3–28,9	35–39	3,25–4,68	680-875
D	7,42–7,75	26,4–29,3	35–39	3,29–4,7	779-1000
Kisaran optimal	7-9 (Jusadi, 2003)	25-35 °C (Taw, 1990)	0-40 ppt (Djunaedi dkk, 2017)	3-7 mg/L (Dewi dan Gultom, 2009)	1000-4000 lux (Prihantini, 2005)

Pengukuran kualitas air dilakukan setiap hari pada saat sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian didapatkan suhu berkisar antara 26,3-29,3 °C, salinitas 35-39, dan pH 7,19-7,80. Kualitas air selama penelitian masih dalam kisaran normal untuk pertumbuhan *C. vulgaris*.

5.2 Pembahasan

Hasil uji statistik ANOVA ($P < 0,05$) menunjukkan bahwa sinar UV-C yang diberikan pada kultur *C. vulgaris* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kepadatan, yang ditunjukkan pada H4. Sinar UV-C memiliki radiasi yang energik sehingga menyebabkan aktivitas metabolisme *C. vulgaris* meningkat setiap harinya.

Pada H4 memberikan hasil yang berbeda nyata karena mikroalga mengalami pembelahan ganda dari penebaran pertama sehingga aktivitas sel mencapai tingkat maksimum (Suantika dan Hendrawandi, 2009). Menurut Zul (2003) mikroalga yang terpapar sinar UV dapat merubah komposisi gen, sehingga lebih banyak aktivitas metabolisme dan dapat meningkatkan laju pertumbuhannya. Peningkatan kepadatan *C. vulgaris* pada setiap perlakuan sangat dipengaruhi oleh besarnya sinar yang dipancarkan. *C. vulgaris* mengalami puncak pertumbuhan pada H4. Selain itu *C. vulgaris* dapat tumbuh hingga 10 hari, hal ini disebabkan karena besarnya cahaya sinar UV-C yang digunakan masih dapat ditolerir oleh *C. vulgaris* dan dimanfaatkan untuk proses fotosintesis.

Menurut Wijoseno (2011) Pada proses fotosintesis cahaya diserap pigmen hijau yang disebut klorofil dalam kloroplas, yang akan diubah menjadi ATP dan NADPH pada reaksi terang. Kemudian ATP dan NADPH digunakan untuk mereduksi CO₂ pada reaksi gelap menjadi senyawa organik. Menurut Campbell dkk

(2002) Pada prinsipnya fotosintesis merupakan proses pembentukan glukosa dan oksigen pada organisme yang memiliki klorofil dengan memanfaatkan energi cahaya. Glukosa digunakan sebagai substrat respirasi seluler. Pada proses glikolisis, glukosa akan dipecah menjadi piruvat kemudian didekarnoksilasi menghasilkan asetil Ko-enzim A yang akan melalui siklus Krebs untuk memproduksi ATP. ATP dapat digunakan oleh mikroalga salah satunya untuk pertumbuhan dan perkembangan sel. Menurut Peri *et al* (2009) Cahaya dapat meningkatkan ATP yang dihasilkan pada proses fotosintesis, naiknya ATP akan memicu pertumbuhan sel alga.

Perlakuan D (UV-C 30 watt) memberikan pengaruh tertinggi pada kepadatan *C. vulgaris* dibandingkan perlakuan lainnya pada H4 dan H5 yaitu $4,7746 \times 10^6$ sel/ml dan $4,6236 \times 10^6$ sel/ml, hal ini dapat terjadi karena pada perlakuan D mengalami stress lingkungan yang disebabkan oleh sinar UV-C sebesar 30W. Sinar UV-C gelombang cahaya yang pendek, sehingga semakin besar radiasi yang dipancarkan maka semakin besar pula radikal bebas yang menyebabkan stress lingkungan. Menurut Bouterfas *et al* (2006) pertumbuhan pada sebagian besar mikroalga meningkat pada kondisi cahaya yang tinggi. Carino (2021) menambahkan bahwa penambahan Sinar UV-C terhadap kultur *C. vulgaris* menghasilkan tingkat pertumbuhan yang tinggi karena memiliki radiasi yang lebih energik dan memiliki efek signifikan pada mikroalga.

Kepadatan terendah pada kultur *C. vulgaris* didapat pada perlakuan A (tanpa UV-C). Kepadatan puncak *C. vulgaris* pada perlakuan kontrol terjadi pada H4 yaitu dengan rata-rata sebesar $2,9262 \times 10^6$ sel/ml. Intesitas cahaya lampu TL

sebesar 2066 lux, energi yang dihasilkan lampu TL kurang memenuhi kebutuhan intensitas cahaya yang dibutuhkan *C. vulgaris*. Satriaji *et al.* (2016) menyatakan bahwa intensitas cahaya yang optimal bagi pertumbuhan *C. vulgaris* antara 3000-5000 lux. Menurut Suantika dan Hendrawandi (2009) Ketersediaan intensitas cahaya yang rendah menyebabkan pertumbuhan sel tidak optimal, sehingga sel tidak mampu untuk tumbuh dan berkembang.

Perlakuan B (UV-C 8 watt) dan Perlakuan C (UV-C 15 watt) tidak berbeda nyata tiap perlakuan. Perlakuan tersebut memiliki cahaya sinar UV-C yang rendah sehingga memiliki kepadatan yang lebih rendah dibandingkan perlakuan D. Menurut Sarinaningsih (2018) Besar intensitas cahaya pada lampu UV-C 15 watt adalah 220 lux. Masing-masing cahaya yang berbeda mempengaruhi terhadap proses fotosintesis. Menurut Khoeyl *et al* (2012) laju pertumbuhan spesifik *C. vulgaris* akan meningkat pada siklus pencahayaan yang lebih dengan intensitas cahaya yang berbeda. *C. vulgaris* mampu tumbuh dan bereproduksi secara cepat selama proses fotosintesis pada kondisi cahaya yang tinggi.

Hasil yang ditunjukkan dari penelitian mengenai pemberian sinar UV-C dengan daya yang berbeda terhadap pertumbuhan *C. vulgaris*, menunjukkan adanya pengaruh pada kepadatan mikroalga yang mengalami berbagai tahap fase pertumbuhan, yaitu fase adaptasi, fase eksponensial, fase penurunan laju pertumbuhan, fase stasioner, dan fase kematian (Fogg dan Thake, 1987). Pertumbuhan *C. vulgaris* ditandai dengan ukuran sel yang bertambah besar dan jumlah sel bertambah banyak yang secara langsung akan mempengaruhi kepadatan plankton (Isnansetyo dan Kurniasty, 1995).

Fase adaptasi pada masing-masing perlakuan terjadi setelah penambahan inokulum ke dalam media kultur, fase ini dapat dilihat pada grafik kepadatan *C. vulgaris* (Gambar 5). Fase adaptasi pada setiap kultur plankton memiliki lama waktu yang berbeda. Menurut Chilmawati dan Suminto (2008), perbedaan lamanya masa adaptasi diduga karena adanya perbedaan kepekaan antara media kultur dengan cairan tubuh sel alga. Pada masa adaptasi sel alga memulihkan enzim dan konsentrasi substrat ke tingkat yang diperlukan kepadatan.

Fase eksponensial yaitu fase pembelahan sel-sel pada *C. vulgaris* yang berlangsung dengan cepat, fase eksponensial ini dimulai dari H2 sampai H4. Fase eksponensial terjadi karena *C. vulgaris* mampu menyerap cahaya sinar UV-C secara optimal. Setelah fase eksponensial akan terjadi fase penurunan laju pertumbuhan yang ditandai dengan adanya penambahan sel namun laju kepadatan menurun. Terjadinya fase pertumbuhan pada media kultur juga sangat dipengaruhi faktor-faktor lingkungannya. Menurut Arifin (2012) kepadatan *C. vulgaris* dipengaruhi oleh temperature, aerasi, pH, dan intensitas cahaya. Cahaya memegang peranan penting bagi pertumbuhan *C. vulgaris* karena dibutuhkan untuk proses fotosintesis.

Faktor pendukung untuk pertumbuhan *C. vulgaris* selain nutrisi adalah faktor lingkungan berupa kualitas air. Pengukuran kualitas air dilakukan setiap hari setelah kultur diberi perlakuan dengan Sinar UV-C selama 30 menit. Kualitas air yang diamati selama penelitian yaitu suhu, pH, DO dan salinitas. Suhu yang didapat pada selama kultur berkisar antara 26,3-29,3°C. Hal ini sudah sesuai menurut Taw (1990) suhu untuk kultur *C. vulgaris* yang diperlukan antara 25-35°C. Suhu yang

meningkat menyebabkan respirasi juga meningkat yang mengakibatkan kemampuan berfotosintesis menurun. Kisaran pH dalam penelitian berkisar antara 7,19-7,80, perubahan pH yang terjadi pada media kultur disebabkan oleh aktifitas mikroalga seperti osmoregulasi yaitu proses mengatur konsentrasi cairan tubuh dengan lingkungan sekitarnya. Peningkatan nilai pH menunjukkan adanya peningkatan jumlah kepadatan dari mikroalga. Kisaran pH tersebut sesuai dengan pernyataan Jusadi (2003), bahwa fitoplankton dapat mentolerir pH air 7-9 dan dapat tumbuh optimal pada pH 8,2-8,7.

Salinitas kultur *C. vulgaris* selama penelitian berkisar antara 35-39 ppt. Kisaran salinitas tersebut masih dalam batas normal, menurut Djunaedi dkk, (2017) *C. vulgaris* dapat tumbuh pada salinitas 0-40 ppt. Salinitas yang tinggi pada kultur *C. vulgaris* disebabkan oleh kandungan nutrisi yang tinggi yang tidak termanfaatkan dan letak lampu yang terlalu dekat dengan wadah kultur. Menurut Purnamawati dkk (2013), media kultur yang mudah mengalami kenaikan salinitas disebabkan oleh faktor metabolisme sel alga yang mampu mengekresikan garam-garam dan juga faktor penguapan yang tinggi terhadap media kultur karena faktor cahaya lampu TL yang digunakan sebagai sumber cahaya. Selanjutnya yaitu konsentrasi oksigen terlarut (DO) selama kultur yaitu sebesar 3,21-4,89 mg/L. Hal ini sudah sesuai menurut Dewi dan Gulton (2009) DO yang optimal untuk pertumbuhan *C. vulgaris* yaitu 3-7 mg/L.

Cahaya merupakan salah satu faktor lingkungan mempengaruhi pertumbuhan sel alga. Intensitas cahaya selama penelitian menggunakan sinar UV-C yaitu pada perlakuan B sebesar 298 lux, perlakuan C sebesar 680 lux dan

perlakuan D sebesar 779 lux. Kisaran intensitas cahaya tersebut masih dalam kisaran normal menurut Agung dkk (2014), intensitas cahaya untuk kepadatan *C. vulgaris* berkisar antara 1470-6389 lux. Intensitas cahaya sangat diperlukan dalam proses fotosintesis karena hal ini berhubungan dengan jumlah energi yang diterima oleh mikroalga untuk melakukan fotosintesis (Arifin.2012).

VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pemberian sinar UV-C dengan daya yang berbeda terhadap pertumbuhan *C. vulgaris* dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemberian sinar UV-C dengan daya yang berbeda selama 30 menit menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan *C. vulgaris*.
2. Besar pemberian sinar UV-C yang optimal terhadap pertumbuhan *C. vulgaris* yaitu 30 watt, dengan kepadatan sebesar $4,7746 \times 10^6$ sel/ml.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, disarankan agar penelitian dilakukan dengan keadaan steril agar tidak ada kontaminasi terhadap kultur *C. vulgaris*. Selain itu perlu diadakan penelitian lebih lanjut lagi mengenai pemberian sinar UV-C dengan daya yang lebih besar untuk pertumbuhan *C. vulgaris* agar memperoleh hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Aal, M. S., Rabie, K. A., and Manaf, H. H. 2016. The effect of UV-on secondary metabolites production of *Echinacea purpurea* culture in vitro. *J Biol Chem Environ Sci*, 11, 465-483.
- Adrian. V. dan Raja, P. 2017. Pengaruh Siklus Pencahayaan Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Lipid Mikroalga *Botryococcus braunii* Termutasi UV-B dan Alami. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Agung, G. I., M. Luthfi dan W. A. Nugroho. 2014. Pengaruh Penambahan Cahaya di Malam Hari Terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp. Pada Intalasi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Tipe Recirculate Raceway Pond. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. Malang. 2(3): hal. 287-296
- Apriliyanti. S, Tri. R. S, dan Bambang Y. 2016. Hubungan Kelimpahan *Chlorella* sp Dengan Kualitas Lingkungan Perairan Pada Skala Semi Massal di BBBPBAP Jepara. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol 14 : 77-81.
- Arifin, F. 2012. Uji Kemampuan *Chlorella* sp. Sebagai Bioremediator Limbah Cair Tahu. Tesis. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islan Negeri Maulana Malik Ibrahim. 8 hal.
- Asrurianta, E.N. 2018. Pengaruh Fotoperiode Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan, Produksi Biomassa, Klorofil-A dan Kadar Protein *Thalassiosira* sp. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya
- Becker, W. 2004. Microalgae in Human and Animal Nutrition, Handbook of Microalgae Culture: Biotechnology and Applied Phycology. Blackwell Publishing. Oxford. 312-351
- Benavente-Valdés, J.B., C. Aguilar., J.C Contreras-Esquivel., A. Méndez-Zavala dan J. Montañez. 2016. Strategies to enhance the production of photosynthetic pigments and lipids in chlorophyceae species. *Biotechnology Reports*. 10: 117–125.
- Binh, N. T., Khue, D. N., Van Chung, T., Hoa, N. T., & Quang, D. S. 2019. Kinetic modeling of degradation for alizarin yellow R by the activated persulfate by Fe⁰ (ZVI) under UV light. *Vietnam Journal of Chemistry*, 57(1), 46-51.

- Bold, H. C and M.J Wynne. 1985. Indroduction to the Algae, Structur and Reproduction. New York: Englewood Cliffts. Pretince Hall Inc. 720 pp.
- Boroh, R.M., Litaay, M.R. Umar, dan Ambeng. 2019. Pertumbuhan *Chlorella sp.* Pada Beberapa Kombinasi Media Kultur. *Jurnal Biologi Makassar*. 4(2) : 129-137
- Bouterfas, R., Mouhssine B. and Alain D. 2006. The Effects of Irradiance and Photoperiod on The Growth Rate of Three Freshwater Green Algae Isolated From a Eutrophic Lake. *Limnetica*, 25 (3): 647-656.
- Campbell, N. A and Reece, J.B. 2002. Biology Sixth Edition, Pearson Education. Inc. San Francisco. 802-831
- Carino, Jessa, D.G and Pierangeli G. Vital. 2021. Characterization of Isolated UV-C Irradiated Mutants of Microalgae *Chlorella vulgaris* For Future Biofuel Application
- Chader, S., B. Mahmah., K. Chetehouna, and E. Mignolet. 2011. Biodiesel Production Using *Chlorella sorokiniana* a Green Mikroalga. *Revue des Energies Renouvelables*. 14 (1) : 21-26
- Chilmawati, D. Dan Suminto. 2008. Penggunaan Media Kultur Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Chlorella sp.* *Jurnal Saintek Perikanan*. 4(1): 42-49.
- Daniyati, R., G. Yudoyoni, dan A. Rubiyanto. 2012. Desain Closed Photobioreaktor *Chlorella vulgaris* Sebagai Mitigasi Emisi CO₂. *Jurnal Sains dan Seni*. ITS. 1: 1-5
- Dewi, Y.S, dan Gulton. 2009. Pemanfaatan Algae *Chlorella sp.* Dan Eceng Gondok Untuk Menurunkan Tembaga (Cu) Pada Industri Pelapisan Logam. *Jurnal Teknik Kimia*. Universitas Diponegoro
- Djunaedi, A.S., Sunaryo., Suryono. C.A dan Santosa, A., 2017. Kandungan Pigmen Fikubi Liprotein dan Biomassa Mikroalga *Chlorella vulgaris* Pada Media Dengan Salinitas Berbeda. *Jurnal Kelautan Tropis*. 20(2) :112-116
- Dresbatch, Sereana H. 2008. Wanda Brown. Ultravioler Radiation. Ohio State University.
- Edhy, W. A., Priyadi dan Kurniawan. 2003. Plankton di Lingkungan PT. Central Pertiwi Bahari Suatu Pendekatan Biologi dan Manajemen Plankton Dalam Budidaya Udang. Laboratorium Central Department Aquaculture Division PT. Central Pertiwi Bahari

- Facta, M., M. Zainuri., Sudjadi dan E. P. Sakti. 2006. Pengaruh Pengaturan Intensitas Cahaya yang Berbeda Terhadap Kelimpahan *Dunaliella* sp. dan Oksigen Terlarut dengan Simulator TRIAC dan Mikrokontroller AT89S52. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 11 (2), 67-71. ISSN 0853 – 7291.
- Faris, N.Z. 2011. Peningkatan Produksi Biomassa *Chlorella vulgaris* dengan Perlakuan Mikrofiltrasi Pada Sirkulasi Aliran Medium Kultur Sebagai Bahan Baku Biodiesel. Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Indonesia. Hal. 2-3
- Fogg, G. E dan B. Thake. 1987. *Algae Cultures and Phytoplankton Ecology*. The University of Wisconsin Press. 219 pp.
- Gao, W.Y, Zheng et al. 2004. Effect of Szrpplementary Ultraviolet-B Irradiation on h4aize Yield and Qzialities a Field Experiment. *Photochemistry and Photobiology* (80). Mc Graw-Hill. New York.
- Gibson, J. H. 2007. *UV-B Irradiation Definition and Characteristics*. Mc Graw-Hill. New York
- Isnansetyo A, Kurniastuty. 1995. *Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton. Pakan Alami Untuk Pembenihan Organisme Laut*. Yogyakarta. 116 hlm.
- Kawaroe, M., T. Prartono, A. Sunuddin, D. S. Wulan, dan D. Augustine. 2010. *Mikroalga : Potensi dan Pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar*. IPB Press. Bogor 149 hlm.
- Khoeyl, Z. A., J. Seyfabadi, and Z. Ramezanpour. 2012. Effect of Light Intesity and Photoperiode on the Growth Rate, Chlorophyl A and Carotone of Freshwater Green MicroAlga *Chlorella vulgaris*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A : Molecular and Integrative Physiology*. 153(2) : 209-2018
- Novianti, S.S. 2015. Pengaruh Fotoperiode Selama Kultur *Nitzschia* sp. Terhadap Kandungan Lemak Total dan Rasio N P. Universitas Lampung
- Nur, S. 2006. Karkteristik Komunitas Makrozoobenthos dan Kaitannya Dengan Lingkungan Perairan di Teluk Jakarta. Institut Pertanian Bogor
- Nurhayati, T., M. B. Hermanto dan M. Lutfi. 2013. Penggunaan Fotobioreaktor Sistem Batch Tersirkulasi Terhadap Tingkat Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella vulgaris*, *Chlorella* sp. Dan *Nannochloropsis oculata*. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 1(3) : 249-257
- Novianti, T., Zainuri, M., dan Widowati. 2017. Studi Tentang Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella vulgaris* yang Dikultivasi Berdasarkan Sumber Cahaya yang Berbeda. *MANGIFERA EDU: Jurnal Biologi and Pendidikan Biologi*, 1 (2): 1-8.

- Ohama, T., Miyachi S. 1992. *Chlorella* in M, A. Borowitzka and L. J. Borowitzka (eds). Mikroalga Biotechnology. Cambridge University. Cambridge.
- Peri, P.L., Pastur, G.M dan Lecinas M.V. 2009. Light Intensities and Water Status of Two Main Nothofagus Species of Southern Patagonian Forest, Argentina. *Journal of Forest Science*. 55(3):105-107
- Pranagari, R. A. Restia., N. N. Rupiasih, dan H. Suyanto. 2014. Pengaruh Lama Penyinaran UV-C Pada Biji Cabai Rawit (*Capsicum Frutescent* L.) Terhadap Laju Pertumbuhan Tanaman, Kadar Klorofil-A dan Kerapatan Stomata Daun Serta Kadar Kapsaisin Buah Cabai Rawit. *Buletin Fisika*, 15 (2): 40-46.
- Prihantini, N.B., Berta, P. dan Ratna, Y. 2005. Pertumbuhan *Chlorella sp.* dalam Medium Ekstra Tauge Dengan Variasi Ph Awal. *Makasa Sains*. 9(1) : 1-6
- Purnamawati, F. S., T.R Soeprbowati dan M. Izzati. 2013. Pertumbuhan *Chlorella vulgaris* Beijerinck Dalam Medium Yang Mengandung Logam Berat Cd dan Pb Skala Laboratorium. *Seminar Nasional Biologi*. Semarang. Hal. 110-116
- Putri. 2011. Studi Morfologi Sel Mikroalga Laut *Chlorella sp.* pada Kultur Murni In Vitro. *Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya*. Malang
- Rosahdi T. D., Y. Susanti dan D. Suhendar. 2015. Uji Aktivitas Daya Antioksi dan Biopigmen Pada Fraksi Aseton dari Mikroalga *Chlorella vulgaris*. 9(1) : 1-16
- Rostini, I. 2007. Kultur Fitoplankton (*Chlorella sp* dan *Tetraselmis sp*) Pada Skala Laboratorium. *Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Padjajaran*.
- Sarinaningsih, S. 2018. Pengaruh Intensitas, Lama Waktu Penyinaran, dan Posisi Sumber Sinar Ultraviolet terhadap Reduksi Jumlah Bakteri *E. coli* pada Air Sumur (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).
- Satriaji, D.E., M. Zainuri dan I. Widowati. 2016. Study of Growth and C, N, P Content of Microalgae *Chlorella vulgaris* Cultivated in Different Culture Media and Light Intensity. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, 78: 4–2.
- Shah, M. M. R., M.J Alam dan M. Y Mia. 2003. *Chlorella sp* : Isolation, Pureculture and Small Scale Culture in Brackish Water. *Bangladesh J.sci ind. Res khulna*. Bangladesh

- Sharma, K., Li, Y., and Schenk, P. 2014. UV-C Mediated Lipid Induction and Setting a Step Change Towards Economical Microalgae Biodiesel Production. *Green Chem*, 16 :3539-3548
- Singh, R., Upadhyay, D.V., Singh, J.S., Singh, and D. P. Singh. 2019. Photosynthetic Performance, Nutrient Status and Lipid Yield of Microalgae *Chlorella vulgaris* and *Chlorococcum humicola* Under UV-B Exposure. *Current Research in Biotechnology* 1. P 65-77.
- Suantika, G. Dan Hendrawandi, D. 2009. Efektivitas Teknik Kultur Menggunakan Sistem Kultur Statis, Semi-kontinyu dan Kontinyu Terhadap Produktivitas dan Kualitas Kultur Spirulina sp. *Jurnal Matematika dan Sains* 14(2) : 48-49
- Suminto. 2009. Penggunaan Jenis Media Kultur Teknis Terhadap Produksi Kandungan Nutrisi Sel Spirulina plantesis. *Jurnal Saintek Perikanan*. 4(2) : 53-61
- Suryohudoyo P. 2000. Kapita Selekta Ilmu Kedokteran Molekuler. Jakarta: CV Infomedika.
- Taw,N. D. R. 1990. Petunjuk Pemeliharaan Kultur Murni dan Massal Mikroalga. Proyek Pengembangan Budiaya Udang. United Nations Development Programe Food and Agriculture Organization of the United Nations. US. 34 hlm.
- Tjahjo, W., L. Erawati dan S. Hanung. 2002. Budidaya Fitoplankton dan Zooplankton. Direktorat Jendral Perikanan Budidaya Departemen Kelautan dan Perikanan: Proyek Pengembangan Perekayasaan Ekologi Balai Budidaya Laut Lampung.
- Utami, N. P., Yuniarti dan K. Haetami. 2012. Pertumbuhan Chlorella sp. Yang Dikultur Pada Perioditas Cahaya Yang Berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 3 (3) : 237-244
- Wahyudi, P. 1999. Mikroalga Sumber Protein Sel Tunggal. *Jurnal Sains dan Teknologi* 1(5) : 35-41
- Wigajatri, R., A. Handojo., H. Kurniawan dan N.B. Prihantini. 2003. Studi Karakteristik Fluoresensi *Chlorella spp.* Pengaruh pH Terhadap Pengkulturan. *MAKARA Teknologi* 7 (2): 83-88
- Wijoseno, T. 2011. Uji Pengaruh Variasi Media Kultur Terhadap Tingkat Pertumbuhan dan Kandungan Protein, Lipid, Klorofil dan Karotenoid pada Mikroalga *Chlorella vulgaris* Buitenzorg. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.

Zul, D., Chainulfifah A., dan Irma, F. 2003. Mutagenesis pada *Kluyveromyces marxianus* T-2 Penghasil Inulinase Ekstraselular dengan Sinar Ultra Violet. Jurnal Natur Indonesi, 26

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data kepadatan *Chlorella vulgaris* pada setiap perlakuan ($\times 10^6$ sel/ml)

Hari		Perlakuan			
	Ulangan	Kontrol	8W	15W	30W
H0	1	1,717	1,775	2,312	2,387
	2	2,115	2,105	2,115	2,615
	3	2,137	2,177	2,075	2,457
	4	2,045	2,232	2,147	2,145
	5	2,212	2,315	2,375	2,597
	rata-rata	2,0452	2,1208	2,2048	2,4402
H1	1	1,912	2,087	2,227	2,497
	2	2,387	2,345	2,215	2,865
	3	2,305	2,407	2,162	2,592
	4	2,317	2,612	2,377	2,667
	5	2,465	2,467	2,425	2,445
	rata-rata	2,2772	2,3836	2,2812	2,6132
H2	1	2,832	2,545	2,442	3,317
	2	2,512	2,677	2,955	3,267
	3	2,665	2,812	2,942	2,935
	4	2,527	2,755	2,787	3,055
	5	2,737	2,675	2,812	2,772
	rata-rata	2,6546	2,6928	2,7876	3,0692
H3	1	2,767	2,922	3,135	3,815
	2	2,655	2,857	3,095	3,732
	3	2,832	2,525	2,915	2,945
	4	2,765	2,767	3,167	3,167
	5	2,955	2,665	3,225	4,055
	rata-rata	2,7948	2,7472	3,1074	3,5428
H4	1	2,765	3,165	3,545	6,067
	2	3,167	3,422	2,912	4,432
	3	2,722	2,985	3,077	3,912
	4	3,065	3,227	3,745	5,197
	5	2,912	2,815	3,615	4,265
	rata-rata	2,9262	3,1228	3,3788	4,7746
H5	1	2,877	3,245	3,045	5,912
	2	2,367	2,597	3,212	5,157
	3	2,745	3,077	3,567	3,822
	4	2,612	2,765	2,955	4,515

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

	5	2,965	2,942	3,077	3,712
	rata-rata	2,7132	2,9252	3,1712	4,6236
H6	1	2,235	2,805	2,712	4,922
	2	2,835	3,192	3,077	5,022
	3	2,422	2,412	2,905	3,712
	4	2,407	2,807	3,175	3,915
	5	2,355	2,555	2,712	4,347
	rata-rata	2,4508	2,7542	2,9162	4,3836
H7	1	2,712	2,445	3,187	3,867
	2	2,045	2,422	2,307	4,205
	3	1,912	2,107	2,945	3,067
	4	2,455	2,727	2,522	3,162
	5	2,167	3,042	2,212	3,397
	rata-rata	2,2582	2,5486	2,6346	3,5396
H8	1	2,197	2,022	2,812	2,907
	2	2,067	2,912	2,145	3,242
	3	1,725	2,145	2,107	3,512
	4	2,545	2,187	2,612	2,755
	5	2,065	2,545	2,287	2,212
	rata-rata	2,1198	2,3622	2,3926	2,9256
H9	1	1,807	2,322	2,055	2,187
	2	2,132	2,165	2,142	2,402
	3	2,145	2,407	2,387	3,087
	4	1,567	2,087	2,312	2,255
	5	2,207	1,822	2,107	2,032
	rata-rata	1,9716	2,1606	2,2006	2,3926

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Lampiran 2. Rata-rata Kepadatan *Chlorella vulgaris* pada hari punck (hari ke-5)

Perlakuan	Ulangan	Kepadatan	Rata-rata
A	1	2,765	2,9262
	2	3,167	
	3	2,722	
	4	3,065	
	5	2,912	
B	1	3,165	3,1228
	2	3,422	
	3	2,985	
	4	3,227	
	5	2,815	
C	1	3,545	3,3788
	2	2,912	
	3	3,077	
	4	3,745	
	5	3,615	
D	1	6,067	4,7746
	2	4,432	
	3	3,912	
	4	5,197	
	5	4,265	

Lampiran 3. Test Normality terhadap kepadatan *Chlorella vulgaris*

Case Processing Summary							
	Perlakuan	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Pertumbuhan	A	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%
	B	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%
	C	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%
	D	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Descriptives			
	Perlakuan	Statistic	Std. Error
Pertumbuhan	Mean	2.92620	.085187
	95% Confidence Interval for Lower Bound	2.68968	
	Mean Upper Bound	3.16272	
	5% Trimmed Mean	2.92417	
	Median	2.91200	
	Variance	.036	
	A Std. Deviation	.190483	
	Minimum	2.722	
	Maximum	3.167	
	Range	.445	
	Interquartile Range	.372	
	Skewness	.237	.913
	Kurtosis	-2.163	2.000
	Mean	3.12280	.103896
	95% Confidence Interval for Lower Bound	2.83434	
	Mean Upper Bound	3.41126	
	5% Trimmed Mean	3.12328	
	Median	3.16500	
	Variance	.054	
	B Std. Deviation	.232319	
C	Minimum	2.815	
	Maximum	3.422	
	Range	.607	
	Interquartile Range	.425	
	Skewness	-.126	.913
	Kurtosis	-.503	2.000
	Mean	3.37880	.162250
	95% Confidence Interval for Lower Bound	2.92832	
	Mean Upper Bound	3.82928	
	5% Trimmed Mean	3.38439	
	Median	3.54500	
	Variance	.132	

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

	Std. Deviation	.362802	
	Minimum	2.912	
	Maximum	3.745	
	Range	.833	
	Interquartile Range	.686	
	Skewness	-.544	.913
	Kurtosis	-2.399	2.000
	Mean	4.77460	.385348
	95% Confidence Interval for Lower Bound	3.70470	
	Mean Upper Bound	5.84450	
	5% Trimmed Mean	4.75072	
	Median	4.43200	
	Variance	.742	
D	Std. Deviation	.861665	
	Minimum	3.912	
	Maximum	6.067	
	Range	2.155	
	Interquartile Range	1.543	
	Skewness	.925	.913
	Kurtosis	-.162	2.000

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pertumbuhan	A	.201	5	.200*	.934	5	.624
	B	.172	5	.200*	.988	5	.972
	C	.277	5	.200*	.887	5	.344
	D	.255	5	.200*	.925	5	.561

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Lampiran 4. Hasil perhitungan rata-rata kepadatan *Chlorella vulgaris*

Descriptives

H0

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for		Minimum	Maximum
					Mean			
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	2.045200	.1928969	.0862661	1.805687	2.284713	1.7170	2.2120
B	5	2.120800	.2080053	.0930228	1.862527	2.379073	1.7750	2.3150
C	5	2.182800	.1274253	.0569863	2.024581	2.341019	2.0250	2.3150
D	5	2.440200	.1906547	.0852634	2.203471	2.676929	2.1450	2.6150
Total	20	2.197250	.2263246	.0506077	2.091327	2.303173	1.7170	2.6150

ANOVA

H0

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.441	3	.147	4.419	.019
Within Groups	.532	16	.033		
Total	.973	19			

H0

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
A	5	2.045200	2.440200
B	5	2.120800	
C	5	2.182800	
D	5		
Sig.		.275	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Descriptives

H1

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for		Minimum	Maximu m
					Mean			
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	2.277200	.2139234	.0956694	2.011579	2.542821	1.9120	2.4650
B	5	2.383600	.1930875	.0863514	2.143850	2.623350	2.0870	2.6120
C	5	2.281200	.1133411	.0506877	2.140468	2.421932	2.1620	2.4250
D	5	2.589200	.1678904	.0750829	2.380736	2.797664	2.4450	2.8650
Total	20	2.382800	.2073257	.0463594	2.285769	2.479831	1.9120	2.8650

ANOVA

H1

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.320	3	.107	3.443	.042
Within Groups	.496	16	.031		
Total	.817	19			

H1

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
A	5	2.277200	2.383600 2.589200
C	5	2.281200	
B	5	2.383600	
D	5		
Sig.		.379	.084

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Descriptives

H2

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for		Minimum	Maximu m
					Mean			
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	2.654600	.1369171	.0612312	2.484595	2.824605	2.5120	2.8320
B	5	2.692800	.1006091	.0449938	2.567877	2.817723	2.5450	2.8120
C	5	2.787600	.2073024	.0927085	2.530200	3.045000	2.4420	2.9550
D	5	3.069200	.2275241	.1017519	2.786692	3.351708	2.7720	3.3170
Total	20	2.801050	.2317775	.0518270	2.692575	2.909525	2.4420	3.3170

ANOVA

H2

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.526	3	.175	5.677	.008
Within Groups	.494	16	.031		
Total	1.021	19			

H2

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
A	5	2.654600	3.069200
B	5	2.692800	
C	5	2.787600	
D	5		
Sig.		.274	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Descriptives

H3

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for		Minimum	Maximu m
					Mean			
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	2.794800	.1098326	.0491186	2.658425	2.931175	2.6550	2.9550
B	5	2.747200	.1574268	.0704034	2.551729	2.942671	2.5250	2.9220
C	5	3.097400	.1133084	.0506731	2.956709	3.238091	2.9150	3.2250
D	5	3.542800	.4665910	.2086659	2.963451	4.122149	2.9450	4.0550
Total	20	3.045550	.4025407	.0900108	2.857155	3.233945	2.5250	4.0550

ANOVA

H3

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.009	3	.670	10.019	.001
Within Groups	1.070	16	.067		
Total	3.079	19			

H3

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
B	5	2.747200	3.542800
A	5	2.794800	
C	5	3.097400	
D	5		
Sig.		.058	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Descriptives

H4

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	2.926200	.1904828	.0851865	2.689684	3.162716	2.7220	3.1670
B	5	3.122800	.2323192	.1038963	2.834338	3.411262	2.8150	3.4220
C	5	3.378800	.3628019	.1622499	2.928322	3.829278	2.9120	3.7450
D	5	4.774600	.8616648	.3853482	3.704702	5.844498	3.9120	6.0670
Total	20	3.550600	.8693702	.1943971	3.143722	3.957478	2.7220	6.0670

ANOVA

H4

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10.503	3	3.501	14.522	.000
Within Groups	3.857	16	.241		
Total	14.360	19			

H4

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
A	5	2.926200	4.774600
B	5	3.122800	
C	5	3.378800	
D	5		
Sig.		.186	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Descriptives

H5

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	2.713200	.2352344	.1052000	2.421118	3.005282	2.3670	2.9650
B	5	2.925200	.2544488	.1137930	2.609260	3.241140	2.5970	3.2450
C	5	3.171200	.2397211	.1072065	2.873547	3.468853	2.9550	3.5670
D	5	4.623600	.9259942	.4141172	3.473826	5.773374	3.7120	5.9120
Total	20	3.358300	.8984971	.2009101	2.937790	3.778810	2.3670	5.9120

ANOVA

H5

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11.199	3	3.733	14.426	.000
Within Groups	4.140	16	.259		
Total	15.339	19			

H5

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
A	5	2.713200	4.623600
B	5	2.925200	
C	5	3.171200	
D	5		
Sig.		.196	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Descriptives

H6

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	2.450800	.2269938	.1015147	2.168950	2.732650	2.2350	2.8350
B	5	2.754200	.2974133	.1330073	2.384913	3.123487	2.4120	3.1920
C	5	2.899600	.1974621	.0883078	2.654418	3.144782	2.7020	3.1150
D	5	4.383600	.5851071	.2616678	3.657094	5.110106	3.7120	5.0220
Total	20	3.122050	.8341306	.1865173	2.731665	3.512435	2.2350	5.0220

ANOVA

H6

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11.134	3	3.711	28.477	.000
Within Groups	2.085	16	.130		
Total	13.220	19			

H6

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
A	5	2.450800	4.383600
B	5	2.754200	
C	5	2.899600	
D	5		
Sig.		.080	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Descriptives

H7

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	2.258200	.3233770	.1446186	1.856674	2.659726	1.9120	2.7120
B	5	2.548600	.3525057	.1576454	2.110906	2.986294	2.1070	3.0420
C	5	2.634600	.4183555	.1870943	2.115143	3.154057	2.2120	3.1870
D	5	3.539600	.4837911	.2163579	2.938894	4.140306	3.0670	4.2050
Total	20	2.745250	.6133280	.1371443	2.458204	3.032296	1.9120	4.2050

ANOVA

H7

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.596	3	1.532	9.606	.001
Within Groups	2.552	16	.159		
Total	7.147	19			

H7

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
A	5	2.258200	3.539600
B	5	2.548600	
C	5	2.634600	
D	5		
Sig.		.176	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Descriptives

H8

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for		Minimum	Maximu m
					Mean			
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	2.037200	.1540721	.0689031	1.845894	2.228506	1.7820	2.1970
B	5	2.362200	.3637660	.1626811	1.910525	2.813875	2.0220	2.9120
C	5	2.392600	.3074318	.1374877	2.010873	2.774327	2.1070	2.8120
D	5	2.925600	.4956433	.2216584	2.310178	3.541022	2.2120	3.5120
Total	20	2.429400	.4596617	.1027835	2.214272	2.644528	1.7820	3.5120

ANOVA

H8

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.030	3	.677	5.453	.009
Within Groups	1.985	16	.124		
Total	4.014	19			

H8

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
A	5	2.037200	2.925600
B	5	2.362200	
C	5	2.392600	
D	5		
Sig.		.149	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Descriptives

H9

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	1.971600	.2747741	.1228827	1.630423	2.312777	1.5670	2.2070
B	5	2.160600	.2274034	.1016979	1.878241	2.442959	1.8220	2.4070
C	5	2.200600	.1419060	.0634623	2.024400	2.376800	2.0550	2.3870
D	5	2.392600	.4103405	.1835098	1.883095	2.902105	2.0320	3.0870
Total	20	2.181350	.3000029	.0670827	2.040944	2.321756	1.5670	3.0870

ANOVA

H9

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.447	3	.149	1.888	.172
Within Groups	1.263	16	.079		
Total	1.710	19			

H9

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
A	5	1.971600	
B	5	2.160600	2.160600
C	5	2.200600	2.200600
D	5		2.392600
Sig.		.239	.233

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Lampiran 5. Pengukuran kualitas air pH

Perlakuan	Ulangan	Hari ke-									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1	7,50	7,47	7,56	7,71	7,60	7,67	7,60	7,55	7,66	7,74
	2	7,35	7,57	7,50	7,64	7,64	7,71	7,64	7,53	7,59	7,73
	3	7,42	7,51	7,57	7,58	7,56	7,65	7,57	7,53	7,61	7,71
	4	7,37	7,48	7,61	7,67	7,55	7,58	7,55	7,48	7,57	7,68
	5	7,51	7,57	7,66	7,70	7,61	7,72	7,63	7,51	7,56	7,70
B	1	7,30	7,48	7,47	7,52	7,60	7,67	7,67	7,55	7,69	7,80
	2	7,20	7,56	7,53	7,60	7,40	7,68	7,63	7,62	7,53	7,80
	3	7,27	7,45	7,40	7,19	7,57	7,63	7,67	7,61	7,72	7,78
	4	7,30	7,54	7,61	7,52	7,61	7,62	7,58	7,57	7,67	7,70
	5	7,33	7,52	7,58	7,57	7,55	7,60	7,56	7,58	7,61	7,67
C	1	7,27	7,50	7,50	7,48	7,61	7,71	7,64	7,67	7,57	7,76
	2	7,26	7,45	7,52	7,76	7,71	7,66	7,68	7,67	7,59	7,60
	3	7,21	7,47	7,55	7,58	7,70	7,70	7,68	7,71	7,68	7,70
	4	7,41	7,57	7,53	7,59	7,68	7,69	7,63	7,68	7,62	7,76
	5	7,33	7,48	7,60	7,57	7,66	7,70	7,67	7,72	7,59	7,68
D	1	7,63	7,63	7,56	7,52	7,56	7,70	7,47	7,63	7,56	7,67
	2	7,68	7,68	7,59	7,58	7,64	7,70	7,59	7,59	7,61	7,71
	3	7,55	7,55	7,42	7,64	7,50	7,56	7,62	7,58	7,47	7,75
	4	7,55	7,55	7,64	7,51	7,54	7,59	7,58	7,52	7,59	7,70
	5	7,65	7,58	7,60	7,55	7,63	7,68	7,55	7,62	7,58	7,66

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Lampiran 6. Pengukuran kualitas air Suhu (°C)

Perlakuan	Ulangan	Hari ke-									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1	26,8	27,4	27,7	28,6	28,1	28,4	28,3	27,1	26,4	27,3
	2	26,3	27,8	28,1	28,7	28,3	28,4	28,1	27,2	26,8	27,4
	3	26,3	28	27,5	28,6	28,4	27,9	28,1	27,2	26,4	27,5
	4	27	28,1	28	27,9	28	28,2	28,4	27,1	26,3	28,1
	5	26,8	27,3	27,9	28,6	28	28,4	28,3	27	26,7	27,6
B	1	27	27,6	27,9	28,9	28,2	28,3	27,7	27,2	26,5	26,9
	2	26,8	27,5	27,7	28,7	28	28	27,6	27	26,6	26,8
	3	26,9	27,6	28	28,9	28,2	28,3	28	27,2	26,5	26,9
	4	26,9	27,6	27,8	28,9	28,1	28,2	27,8	27,2	26,5	27
	5	26,8	27,4	27,5	28,7	28,2	28,3	27,6	27	26,6	27,1
C	1	26,9	27,5	27,8	28,8	28	28	27,6	26,9	26,3	26,8
	2	27	27,9	28	28,9	28,3	28,2	28	27,2	26,7	27
	3	27	27,8	27,9	28,9	28,2	28,2	28	27,3	26,3	27,1
	4	26,8	27,4	27,7	28,8	28,2	28,3	27,9	27	26,7	27
	5	28,2	27,6	28,1	28,9	28,1	28,3	27,9	27,3	26,4	27,1
D	1	27,6	27,6	27,8	28,6	27,9	28	27,8	27,2	26,6	27,2
	2	28	28	28	28,7	28,2	28,3	27,9	27,3	26,7	27,2
	3	28	28	28,4	29	28,4	28,6	28,2	27,6	26,4	27,5
	4	27,8	27,8	28,2	29,3	28,7	28,7	28,4	27,2	26,7	27,4
	5	27,2	27,4	27,9	28,8	28,7	28,3	28,4	27,2	26,7	27,6

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Lampiran 7. Pengukuran kualitas air DO (mg/L)

Perlakuan	Ulangan	Hari ke-									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1	4,71	3,78	4,23	4,21	3,67	3,45	3,31	4,13	3,51	3,46
	2	4,69	3,43	4,45	4,33	3,71	3,48	3,37	4,21	3,54	3,32
	3	4,89	3,67	4,16	4,17	3,78	3,51	3,42	4,23	3,59	3,41
	4	4,76	3,55	4,55	4,24	3,83	3,55	3,46	4,29	3,62	3,53
	5	4,55	3,72	4,47	4,22	3,86	3,59	3,49	4,32	3,67	3,21
B	1	4,64	3,63	4,32	4,16	3,73	3,32	3,52	4,23	3,48	3,34
	2	4,68	3,62	4,55	4,23	3,79	3,41	3,55	4,28	3,49	3,45
	3	4,59	3,30	4,41	4,25	3,81	3,43	3,57	4,31	3,52	3,29
	4	4,56	3,72	4,23	4,28	3,87	3,48	3,61	4,35	3,57	3,36
	5	4,71	3,41	4,33	4,31	3,91	3,51	3,63	4,39	3,59	3,51
C	1	4,68	3,86	4,21	3,96	3,66	3,18	3,32	4,33	3,53	3,45
	2	4,52	3,56	4,16	4,13	3,69	3,25	3,37	4,38	3,59	3,57
	3	4,64	3,73	4,24	4,18	3,72	3,31	3,42	4,41	3,64	3,32
	4	4,68	3,88	4,05	4,21	3,78	3,37	3,44	4,47	3,67	3,46
	5	4,56	3,91	4,31	4,26	3,83	3,41	3,46	4,50	3,71	3,39
D	1	4,7	3,40	4,00	4,06	3,64	3,43	3,34	4,32	3,52	3,56
	2	4,53	3,60	4,21	4,11	3,71	3,45	3,38	4,38	3,48	3,47
	3	4,56	3,29	4,42	4,17	3,76	3,50	3,42	4,40	3,37	3,32
	4	4,56	3,92	4,34	4,21	3,79	3,52	3,47	4,43	3,53	3,51
	5	4,62	3,83	4,26	4,23	3,81	3,55	3,51	4,45	3,64	3,53

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Lampiran 8. Pengukuran kualitas air Salinitas (ppt)

Perlakuan	Ulangan	Hari ke-									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1	35	35	35	36	36	36	37	37	38	38
	2	35	36	36	36	37	37	37	37	38	38
	3	35	35	35	36	36	36	37	37	38	38
	4	35	35	35	36	36	36	37	37	37	38
	5	35	35	35	36	36	36	37	37	38	38
B	1	35	35	35	36	36	36	37	37	38	38
	2	35	35	35	36	36	36	37	37	37	37
	3	35	35	36	36	36	37	37	38	38	38
	4	35	35	36	36	37	38	38	38	39	39
	5	35	36	36	36	37	37	37	38	38	38
C	1	35	35	35	36	36	37	37	37	38	38
	2	35	35	36	36	36	36	37	37	37	37
	3	35	35	36	37	37	38	38	38	39	39
	4	35	35	35	36	36	37	37	38	38	38
	5	35	36	36	36	37	37	38	38	38	39
D	1	35	35	35	35	36	36	37	37	37	38
	2	35	35	36	36	37	37	38	38	38	38
	3	35	35	35	36	36	37	38	38	38	39
	4	35	35	36	37	37	37	38	38	39	39
	5	35	35	35	36	36	36	37	38	38	38

Lampiran 9. Dokumentasi Alat dan Bahan Penelitian

 Mikroskop	 Haemocytometer	 Rak kultur kabinet
 Aquades	 Lux meter	 Inokulan <i>Chlorella vulgaris</i>
 Lampu UVC	 Refraktometer	 Wadah kultur