

**HUBUNGAN KELIMPAHAN SEL TERHADAP TINGKAT
KEKERUHAN PADA KULTUR ALGA *Chlorella* sp. DALAM
MEDIA KULTUR SKALA LABORATORIUM**

SKRIPSI

WIDYAANI



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

**HUBUNGAN KELIMPAHAN SEL TERHADAP TINGKAT
KEKERUHAN PADA KULTUR ALGA *Chlorella* sp. DALAM
MEDIA KULTUR SKALA LABORATORIUM**

WIDYAANI

L111 16 508

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2020

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Hubungan Kelimpahan Sel Terhadap Tingkat
Kekeruhan Pada Kultur Alga *Chlorella* Sp. Dalam
Media Kultur Skala Laboratorium

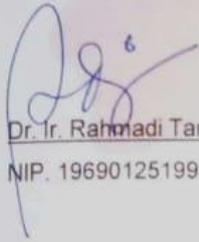
Nama Mahasiswa : Widyaani

Nomor Pokok : L111 16 508

Program Studi : Ilmu Kelautan

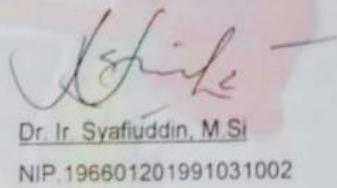
Skripsi telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Rahmatadi Tambaru, M.Si
NIP. 196901251993031002

Pembimbing Anggota,



Dr. Ir. Syafiuddin, M.Si
NIP. 196601201991031002

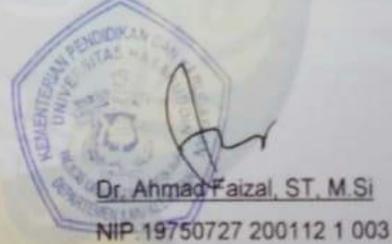
Mengetahui,

Dekan
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan,



Dr. Ir. St. Aisrah Farhum, M.Si
NIP. 19690605 199303 2 002

Ketua Program Studi
Ilmu Kelautan,



Dr. Ahmad Faizal, ST, M.Si
NIP. 19750727 200112 1 003

Tanggal Lulus: 25 November 2020

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Widyayani
NIM : L111 16 508
Program Studi : Ilmu Kelautan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul: "Hubungan Kelimpahan Sel Terhadap Tingkat Kekeruhan Pada Kultur Alga *Chlorella* Sp. Dalam Media Kultur Skala Laboratorium" ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No. 17, Tahun 2007).

Makassar, 25 November 2020


Widyayani,
L111 16 508

PERNYATAAN AUTHORSHIP

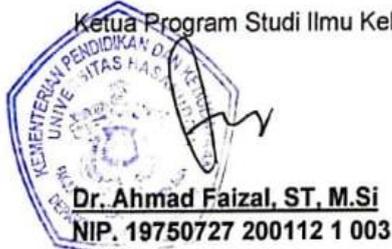
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Widyani
NIM : L111 16 508
Program Studi : Ilmu Kelautan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi/Tesis/Disertasi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 25 November 2020

Mengetahui,
Ketua Program Studi Ilmu Kelautan



Penulis



Widyani
L111 16 508

ABSTRAK

Widyaani. L11116508. “Hubungan Kelimpahan Sel Terhadap Tingkat Kekeruhan Pada Kultur Alga *Chlorella* Sp. Dalam Media Kultur Skala Laboratorium” dibimbing oleh **Rahmadi Tambaru** sebagai Pembimbing utama dan **Syafiuddin** sebagai Pembimbing Anggota

Salah satu jenis mikroalga yang sering dijumpai dan memiliki beragam manfaat adalah dari jenis *Chlorella* sp.. Kegunaan *Chlorella* sp. yang beragam menjadikan mikroalga ini berpotensi untuk dikembangkan. Kegiatan kultur alga merupakan salah satu upaya pengembangan dan pemenuhan kebutuhan dari *Chlorella* sp.. Pada kegiatan kultur mikroalga, untuk mengetahui kelimpahan dari organisme yang dikultur dapat menggunakan berbagai metode. Perhitungan kelimpahan yang umum biasanya dilakukan dengan haemositemeter. Pada perkembangannya dibutuhkan suatu metode untuk menduga kelimpahan sel secara cepat agar lebih efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara kelimpahan jumlah sel *Chlorella* sp. dan hasil absorpsi tingkat kekeruhan berdasarkan nilai yang diperoleh melalui pengukuran dengan alat turbidity meter. Penelitian ini dilakukan pada bulan juni-juli 2020. Analisis perhitungan kelimpahan dilakukan secara langsung menggunakan haemositometer dan imageJ dan tidak langsung dengan pengukuran kekeruhan oleh turbidity meter. Penggunaan ImageJ dalam analisis gambar dan pengukuran tingkat kekeruhan dengan alat turbidity meter dilakukan untuk mengestimasi kelimpahan sel *Chlorella* sp. Hasilnya menunjukkan bahwa kelimpahan jumlah sel memiliki hubungan yang kuat dan signifikan secara statistik dengan nilai kekeruhan yang terbaca oleh alat turbidity meter pada kultur *Chlorella* sp. Hubungan kelimpahan sel *Chlorella* sp. dan kekeruhan dengan perhitungan haemositometer ($R = 0.782$) menunjukkan nilai R^2 yang lebih besar daripada nilai perhitungan dengan ImageJ ($R = 0.78$). Hasil uji t menunjukkan bahwa perhitungan kelimpahan sel menggunakan haemositometer maupun dengan aplikasi ImageJ tidak menunjukkan adanya perbedaan secara signifikan antara keduanya ($\text{sig.} > 0.05$).

Kata kunci : *Chlorella* sp., kultur, kekeruhan, haemositometer, imageJ, turbidity meter

ABSTRACT

Widyaani. L11116508. "The Corellation Between Cell Abundance and Turbidity Level in Algae Culture *Chlorella* Sp. in Laboratory Scale Culture Media" mentored by **Rahmadi Tambaru** as primary supervisor and **Syafiuddin** as fellow supervisor.

There is one type of microalgae which is often encountered and has various benefits, namely *Chlorella* sp. Number of benefits of *Chlorella* sp. make this microalgae potential to be developed. Algae culture activities are one of the efforts to develop and fulfill the needs of *Chlorella* sp. In microalgae culture activities, to determine the abundance of the cultured organisms, various methods can be used. Typical abundance calculations are usually carried out by haemocytometer. In its development, we need a method to estimate cell abundance quickly to be more efficient. This study aims to analyze the relationship between the abundance of *Chlorella* sp. and the results of the absorption of the turbidity level are based on the values obtained through measurements with a turbidity meter. This research was conducted from June 2020 to July 2020. The analysis of abundance calculations was carried out directly using a haemocytometer and imageJ and indirectly by measuring the turbidity by a turbidity meter. ImageJ was used in image analysis and turbidity level measurement using a turbidity meter in order to estimate the abundance of *Chlorella* sp. The results showed that cell abundance had a strong and statistically significant correlations with the turbidity value read by the turbidity meter in the culture of *Chlorella* sp. Correlations of cell abundance of *Chlorella* sp. and turbidity using haemocytometer calculation ($R = 0.782$) showed that the Rsquare value was greater than the value calculated by ImageJ ($R = 0.78$). The t test results showed that the calculation of cell abundance using a haemocytometer or the ImageJ application did not show a significant difference ($\text{sig.} > 0.05$).

Keywords : *Chlorella* sp., Culture, turbidity, haemocytometer, imageJ, turbidity meter

KATA PENGANTAR

Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT, karena atas berkah, rahmat, hidayah, dan karunia yang diberikan sehingga skripsi yang berjudul “Hubungan Kelimpahan Sel Terhadap Tingkat Kekerusuhan Pada Kultur Alga *Chlorella* Sp. Dalam Media Kultur Skala Laboratorium” ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam juga penulis panjatkan kepada baginda Nabi besar Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan bagi seluruh manusia.

Skripsi ini merupakan uraian tertulis tentang hubungan kelimpahan terhadap kekerusuhan pada kultur mikroalga *Chlorella* Sp. dalam media kultur skala laboratorium sejak February – Juli 2020. Dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini, penulis mendapat banyak bantuan dan dukungan moril maupun materil dari berbagai pihak, oleh karenanya izinkan penulis menyampaikan ungkapan terimakasih kepada:

1. Allah SWT karena telah memberikan kesehatan dan kesempatan dalam pengerjaan skripsi ini.
2. Ayahanda dan Ibunda tercinta, Mohamad Rappe dan Nancy, yang selalu mendoakan, mendidik, mendukung dan mengarahkan penulis untuk menjadi pribadi yang bertakwa dan melakukan yang terbaik dalam hidup. Terimakasih juga penulis ungkapkan kepada adik-adik tersayang, Roslina, Nurul, dan Misnah yang telah banyak mendoakan dan menjadi pelipur lara serta memberikan semangat kepada penulis setiap saatnya.
3. Bapak Dr. Ir. Rahmadi Tambaru, M.Si selaku pembimbing pertama sekaligus penasehat akademik, yang telah memberikan nasehat, arahan, dukungan selama perkuliahan dan juga terimakasih kepada Bapak Dr. Ir. Syafiuddin, M.Si selaku pembimbing kedua skripsi, pembimbing kompetisi yang selalu sabar dalam mengingatkan dan mengarahkan penulis hingga terselesainya penulisan skripsi.
4. Bapak Dr. Ir. Khusnul Yaqin, M.Sc dan Bapak Dr. Mahatma Lanuru, ST., M.Sc selaku tim penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu dosen Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, terkhusus kepada Bapak dan Ibu dosen dari Departemen Ilmu Kelautan yang telah berbagi ilmu yang sangat berharga kepada penulis selama menempuh pendidikan.
6. Seluruh staf Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan yang telah membantu dalam kelengkapan dokumen administrasi selama kuliah maupun penyelesaian skripsi.

7. Keluarga mahasiswa Ilmu Kelautan (KEMA JIK FIKP UH), Keluarga Besar Merpati Putih Cabang Makassar, Keluarga Besar Merpati Putih Kolat Universitas Hasanuddin, Keluarga Besar Unit Kegiatan Pencak Silat Universitas Hasanuddin yang telah memberikan wadah dalam pengembangan diri dan pengalamannya selama penulis berada di masa perkuliahan.
8. Teman-teman ATHENA 2016, Teman-teman KKN Borongloe, dan teman-teman dari berbagai organisasi, komunitas dan grup yang luput disebut namanya. Terimakasih atas doa dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis bisa selalu termotivasi dan menjadi mahasiswa yang mampu menggali potensi diri.
9. Teman-teman yang telah membantu secara khusus selama penyusunan skripsi ini, terimakasih kepada: Dwi Nining Lestari, Priska Bungaran, dan Mukarramah
10. Teman-teman Empat Sejoli Jakarta-Bekasi yang saling menyemangati dan memberi kekuatan selama penulis menempuh pendidikan , terimakasih kepada : Andi Aulia E.,Bella Astari Patta, dan Rizka
11. Teman-teman yang senantiasa memberikan kekuatan serta dukungan dari jauh. Terimakasih kepada : Adilah Ufairah, Ellgi Safirda, Annisa Roro S, Nanda Rizky F, Ridha Nurandiny, Aldila Ema Rizki, Febriani Ubaydillah, Iryadin, Ary Anggara, Ferdy, Abdul Rahman, Alfien Bachran.
12. Sahabat terbaik yang telah banyak meluangkan tenaga dan waktu untuk membantu penulis dalam berbagai situasi dan kondisi. Terimakasih kepada Haeril Anwar
13. Semua pihak yang namanya luput disebutkan satu persatu, terimakasih atas segala bentuk doa dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis perlukan demi perbaikan untuk penulisan-penulisan kedepannya. Selain itu, penulis berharap dapat memberikan manfaat kepada pihak-pihak yang membutuhkannya.

Makassar, 2020

Penulis,

Widyaani

BIODATA PENULIS



Widyaani, anak sulung dari empat bersaudara lahir di Timora Estates, Malaysia pada tanggal 3 Maret 1999 dari pasangan Mohamad Rappe dan Nancy. Penulis telah menyelesaikan pendidikan di SD Negeri Kenari 04 Jakarta pada tahun 2004-2010, SMP Negeri 18 Jakarta pada tahun 2010-2013, SMA Negeri 4 Jakarta 2013-2016. Pada tahun 2016 penulis diterima sebagai mahasiswa Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin melalui Seleksi Mandiri .

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam beberapa kegiatan organisasi sebagai upaya pengembangan diri. Penulis pernah menjabat sebagai Bendahara Umum Kolat Merpati Putih Universitas Hasanuddin 2017-2018, Bendahara Umum UKM Pencak Silat Unhas 2018-2019, Dewan Pengawas Organisasi 2019-2020, Dewan Pengawas Organisasi 2020-2021.

Penulis pernah menjadi asisten di mata kuliah yaitu Planktonologi Laut. Selain itu, penulis mengembangkan diri melalui ajang kejuaraan Pencak Silat dan pernah memperoleh 1 keping medali emas dan 3 keping medali perunggu pada ajang kejuaraan Kejuaraan Nasional Universitas Negeri Makassar Cup 2018, Kejuaraan Nasional Pengurus Daerah DKI Jakarta tahun 2018, Kejuaraan Nasional Rektor Universitas Hasanuddin CUP X tahun 2019, dan Kejuaraan Nasional Universitas Brawijaya tahun 2019.

Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Tematik Kelurahan Borongloe, Kecamatan Bontomarannu, Kabupaten Gowa dan penulis telah melakukan penelitian serta penulisan skripsi dengan judul “Hubungan Kelimpahan Sel Terhadap Tingkat Kekeruhan Pada Kultur Alga *Chlorella* Sp. Dalam Media Kultur Skala Laboratorium” pada tahun 2020.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iii
PERNYATAAN AUTHORSHIP	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vii
BIODATA PENULIS.....	ix
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan	2
C. Rumusan Masalah	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Fitoplankton dan Peranannya di Perairan.....	4
B. Klasifikasi dan Morfologi <i>Chlorella</i>	5
C. Reproduksi dan Fase Pertumbuhan <i>Chlorella</i> sp.	6
D. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan <i>Chlorella</i>	8
E. Perhitungan Kelimpahan	12
III. METODOLOGI PENELITIAN	14
A. Tempat dan Waktu Penelitian	14
B. Alat dan Bahan	14
C. Prosedur Kerja.....	14
D. Analisis Data	20
IV. HASIL	21
A. Pertumbuhan <i>Chlorella</i> sp.....	21
B. Pengukuran Kekeruhan.....	23

C. Hubungan antara kelimpahan jumlah sel <i>Chlorella</i> sp. dan nilai tingkat Kekeruhan	23
D. Hubungan Perhitungan Kelimpahan Secara Langsung dan Tidak Langsung Pada Setiap Fase Pertumbuhan.....	25
E. Perbandingan Perhitungan Dengan Haemositometer Dan ImageJ Pada Setiap Fase Pertumbuhan	28
F. Parameter Kualitas Air	29
V. PEMBAHASAN	30
A. Pertumbuhan <i>Chlorella</i>	30
B. Pengukuran Kekeruhan.....	32
C. Hubungan antara kelimpahan jumlah sel <i>Chlorella</i> sp. dan nilai tingkat Kekeruhan	32
D. Hubungan Perhitungan Kelimpahan Secara Langsung dan Tidak Langsung Pada Setiap Fase Pertumbuhan.....	34
E. Perbandingan Perhitungan Dengan Haemositometer Dan ImageJ Pada Setiap Fase Pertumbuhan.....	35
F. Parameter Kualitas Air	36
VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
A. Kesimpulan	38
B. Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Analisis korelasi antara kelimpahan sel <i>Chlorella</i> sp. menggunakan ImageJ dengan nilai kekeruhan	23
Tabel 2. . Analisis korelasi antara kelimpahan sel <i>Chlorella</i> sp. menggunakan Haemositometer dengan nilai kekeruhan	24
Tabel 3. Nilai gradient, intersep, koefisien deterministik, dan korelasi secara keseluruhan fase pertumbuhan.....	24
Tabel 4. Analisis statistik perbedaan perhitungan secara langsung dan tidak langsung pada fase pertumbuhan	26
Tabel 5. Uji post hoc metode perhitungan kelimpahan pada fase adaptasi	27
Tabel 6. Uji post hoc metode perhitungan pada fase eksponensial	27
Tabel 7. Analisis statistik perbedaan perhitungan dengan haemositometer dan imageJ pada fase pertumbuhan	29
Tabel 8. Pengukuran parameter kualitas air	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bentuk umum <i>Chlorella</i> sp.	6
Gambar 2. Kurva perkembangbiakan <i>Chlorella</i> sp. (Isnansetyo & Kurniastuty 1995)	8
Gambar 3. Haemocytometer	12
Gambar 4. ImageJ dan tampilan ImageJ	13
Gambar 5. Kelimpahan sel <i>Chlorella</i> sp. dengan menggunakan haemositometer	21
Gambar 6. Kelimpahan sel <i>Chlorella</i> sp. dengan menggunakan ImageJ	21
Gambar 7. Perhitungan dengan menggunakan ImageJ (A) dan Haemositometer (B)	22
Gambar 8. Perubahan warna kultur <i>Chlorella</i> sp. pada hari yang berbeda	22
Gambar 9. Rata-rata nilai kekeruhan pada pertumbuhan sel <i>Chlorella</i> sp.	23
Gambar 10. Korelasi antara kelimpahan melalui perhitungan ImageJ dengan nilai kekeruhan	25
Gambar 11. Korelasi antara kelimpahan melalui perhitungan Haemositometer dengan nilai kekeruhan	25
Gambar 12. Perbandingan perhitungan kelimpahan secara langsung (haemositometer dan imageJ) dan tidak langsung (Kekeruhan) pada setiap fase. (a) Fase Adaptasi (b) Fase Eksponensial (c) Fase Penurunan Pertumbuhan (d) Fase Kematian	26
Gambar 13. Perbandingan perhitungan kelimpahan menggunakan haemositometer dan imageJ secara statistik	28
Gambar 14. Perbandingan perhitungan kelimpahan menggunakan haemositometer dan imageJ	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Kelimpahan <i>Chlorella</i> sp. dengan haemositometer.....	45
Lampiran 2. Perhitungan Kelimpahan <i>Chlorella</i> sp. dengan ImageJ.....	46
Lampiran 3. Pengukuran Kekeruhan	47
Lampiran 4. Data kelimpahan masing-masing fase pertumbuhan antara perhitungan secara langsung (haemositometer dan imageJ) dan tidak langsung (NTU Haemositometer dan NT-ImageJ).....	48
Lampiran 5. Pengukuran Parameter Air	49
Lampiran 6. Hubungan Kelimpahan (Perhitungan dengan ImageJ) dan Kekeruhan ...	50
Lampiran 7. Hubungan Kelimpahan (Perhitungan dengan haemositometer) dan Kekeruhan.....	50
Lampiran 8. Uji Normalitas, Homogenitas, dan Kruskal Wallis perhitungan secara langsung dan tidak langsung pada fase pertumbuhan	51
Lampiran 9. Uji Normalitas, Homogenitas, dan uji t perhitungan dengan haemositometer dan imageJ pada fase pertumbuhan	55
Lampiran 10. Dokumentasi penelitian.....	59

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Fitoplankton merupakan kelompok organisme yang memegang peranan penting di suatu ekosistem perairan (Sari et al., 2019 ; Nontji, 2008). Fitoplankton memiliki kemampuan renang yang sangat lemah sehingga pergerakannya selalu dipengaruhi oleh pergerakan masa air. Fitoplankton bersifat autotrofik yang membuatnya mampu menghasilkan makanan sendiri (Nontji, 2006). Kemampuan fitoplankton yang dapat berfotosintesis dan menghasilkan senyawa organik dimanfaatkan oleh organisme di perairan sehingga membuat fitoplankton disebut sebagai produsen primer (Prabandani, 2002; Barus 2002). Fitoplankton sebagian besar terdiri dari mikroalga (ganggang) bersel tunggal yang berukuran renik, namun beberapa jenis diantaranya ada juga yang berbentuk koloni. Mikroalga merupakan komponen penting dalam budidaya marikultur, karena mikroalga sebagai produsen primer berfungsi sebagai awal aliran energi dalam rantai makanan di perairan (Cahyaningsih & Subyakto, 2009).

Salah satu jenis mikroalga yang sering dijumpai dan memiliki beragam manfaat adalah dari jenis *Chlorella* sp. Mikroorganisme ini merupakan salah satu jenis alga hijau bersel satu. *Chlorella* sp. tidak beracun dan memiliki nilai gizi yang cukup tinggi. *Chlorella* sp. merupakan salah satu mikroalga yang sering dibudidayakan untuk berbagai keperluan seperti obat-obatan, kosmetik, atau untuk alternatif biodiesel. Tidak hanya itu, *Chlorella* sp. juga berperan sebagai agen bioremediasi yang baik, selain dapat hidup pada lingkungan yang tercemar juga dapat memakai logam berat sebagai logam esensial untuk metabolisme (Aprilliyanti et al., 2016).

Kegunaan *Chlorella* sp. yang beragam menjadikan mikroalga ini berpotensi untuk dikembangkan. Kegiatan kultur alga merupakan salah satu upaya pengembangan dan pemenuhan kebutuhan dari *Chlorella* sp. sehingga pasokan *Chlorella* sp. tidak hanya bergantung pada alam. Salah satu tujuan kultur alga adalah untuk mendapatkan kelimpahan sel yang tertinggi dengan kandungan nutrisi optimal (Herawati & Hutabarat, 2014). Pada kegiatan kultur mikroalga, untuk mengetahui kelimpahan dari organisme yang dikultur dapat menggunakan berbagai metode. Selama ini pendugaan kelimpahan jumlah fitoplankton termasuk dalam kegiatan kultur alga dilakukan dengan menggunakan alat bantu seperti haemositometer (LeGresley & McDermott, 2010).

Steinberg (2011) menyatakan bahwa setidaknya terdapat empat metode yang biasa digunakan untuk menghitung kelimpahan fitoplankton, diantaranya adalah *Sedgewick Rafter and membrane filter direct counts, flow cytometry, dan flow-based imaging cytometry* (FlowCAM). Pada perkembangannya, dibutuhkan suatu metode untuk

menduga kelimpahan fitoplankton secara cepat agar perhitungan kelimpahan menjadi lebih efisien. Ferrando et al., (2015) mengatakan bahwa, untuk memperkirakan kelimpahan alga pada media yang dikultur dapat dilakukan dengan mengukur kekeruhannya. Hal yang sama juga diungkapkan oleh Held et al., (2011) yang mengatakan bahwa pertumbuhan organisme yang dikultur dapat dimonitor dengan mengukur kekeruhan karena parameter ini mempunyai hubungan dengan jumlah sel yang meningkat. Hal ini menjadikan individu pada wadah yang dikultur tersebut menjadi lebih padat, sehingga organisme tersebut menimbulkan kekeruhan pada media kultur.

Untuk melakukan perhitungan kelimpahan fitoplankton Yaqin et al., (2018) telah melakukan penelitian yang menunjukkan bahwa turbidity meter yang diintegrasikan dengan pendugaan jumlah tepung Spirulina secara langsung dapat digunakan untuk mengestimasi jumlah Spirulina secara tidak langsung. Turbidity meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur kekeruhan air yang disebabkan oleh adanya partikel tersuspensi pada media sehingga mempengaruhi intensitas cahaya untuk menembus media air tersebut (Hussain et al., 2016). Teknologi yang sedang berkembang saat ini salah satunya adalah perangkat lunak pengolah Gambar. Untuk mengetahui berapa banyak jumlah sel merupakan kebutuhan umum yang dibutuhkan dalam pengamatan. Salah satu cara yang dapat dilakukan, adalah dengan menggunakan ImageJ (Ferreira & Rasband 2010).

Berdasarkan uraian diatas, maka telah dilakukan penelitian untuk menganalisis hubungan antara kelimpahan jumlah sel *Chlorella* sp. dan hasil absrobsi tingkat kekeruhan berdasarkan nilai yang diperoleh melalui pengukuran dengan alat turbidity meter . Penelitian ini dalam skala laboratorium agar kondisi lingkungan tidak menjadi faktor pembatas utama. Pemilihan *Chlorella* sp. sebagai objek penelitian adalah berdasarkan pertimbangan *Chlorella* sp. mudah dikultur dalam waktu singkat dan telah banyak digunakan dalam bebrapa penelitian terkait dengan *Chlorella* sp. sehingga penelitian ini dapat dijadikan pembanding.

B. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara kelimpahan jumlah sel *Chlorella* sp. yang diamati melalui haemositometer dan ImageJ dengan hasil absrobsi tingkat kekeruhan berdasarkan nilai yang diperoleh oleh alat turbidity meter serta membandingkan hasil perhitungan kelimpahan melalui haemositometer dan ImageJ

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai hubungan antara kelimpahan dengan tingkat kekeruhan dalam pertumbuhan *Chlorella* sp. serta memberi

informasi perbandingan hasil perhitungan kelimpahan dengan haemositometer dan ImageJ sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya.

C. Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat hubungan antara kelimpahan sel *Chlorella* sp. dengan tingkat kekeruhan ?
2. Apakah terdapat perbedaan perhitungan kelimpahan sel secara manual menggunakan haemositometer dengan perhitungan menggunakan aplikasi ImageJ ?

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Fitoplankton dan Peranannya di Perairan

Fitoplankton didefinisikan sebagai organisme mikroskopik yang hidup melayang dan mengapung di dalam air, tidak memiliki kemampuan untuk bergerak karena keberadaannya sangat dipengaruhi oleh gerakan air dan memiliki kemampuan berfotosintesis (Davis, 1995; Nyabaken, 1992). Fitoplankton bersifat autotrof yaitu mampu menghasilkan makanannya sendiri. Fitoplankton memiliki kemampuan untuk mengubah nutrisi anorganik menjadi bahan organik sehingga menghasilkan oksigen yang diperlukan makhluk hidup yang tingkatannya lebih tinggi. Fitoplankton berperan sebagai produsen tingkat pertama dalam rantai makanan (Isnansetyo & Kurniastuty, 1995). Fitoplankton merupakan produsen primer yang dapat memanfaatkan unsur-unsur hara yang terkandung dalam perairan, hal ini terjadi karena fitoplankton memanfaatkan unsur-unsur hara tersebut untuk melakukan fotosintesis. Hasil dari fotosintesis tersebut adalah oksigen dan menjadi makanan bagi organisme perairan (Nontji, 2006).

Menurut Kawaroe et al. (2010), secara umum fitoplankton dapat dibagi ke dalam empat kelompok utama:

1) *Chlorophyceae* (Alga hijau)

Chlorophyceae adalah alga hijau yang berasal dari filum Chlorophyta dan selnya mengandung klorofil A dan B. *Chlorophyceae* terdiri atas sel-sel kecil yang merupakan koloni berbentuk benang yang bercabang-cabang atau tidak, ada pula yang membentuk koloni tingkat tinggi. Produk yang dihasilkan dari fitoplankton ini adalah amilosa dan amilopektin, beberapa dapat menghasilkan produk berupa minyak. Contohnya yaitu *Tetraselmis* sp., *Nannochloropsis* sp., *Spyrogyra* sp., dan *Chlorella* sp.

2) *Bacillariophyceae* (Diatom)

Bacillariophyceae adalah alga yang berasal dari filum Chrysophyta dan mendominasi jumlah fitoplankton di laut dan sering ditemukan dalam perairan tawar dan payau, hidupnya ada uniseluler dan koloni. *Bacillariophyceae* memiliki berbagai pigmen klorofil, karotenoida serta pigmen khusus yang disebut diatomin. Menurut Basmi (1999) secara ekologis diatom merupakan salah satu kelompok fitoplankton terpenting yang diperkirakan menghasilkan 40-45% produksi primer di laut. Contohnya yaitu *Nitzschia* sp., *Phaeodactylum tricornutum*, *Cyclotella* sp., dan *Navicula* sp..

3) *Cyanophyceae* (Alga Biru-Hijau)

Cyanophyceae termasuk dalam filum Cyanophyta yang memiliki kombinasi klorofil berwarna hijau dan fikosianin berwarna biru. *Cyanophyceae* adalah organisme

prokariotik yang tidak memiliki nukleus dan organel (kloroplas, mitokondria), contohnya yaitu *Spirulina* sp., *Nostoc comune*, *Chroococcus* sp.

4) *Chrysophyceae* (Alga pirang)

Chrysophyceae alga ini memiliki pigmen karotenoid keemasan (karotenoid disebut fukosantin) yang memberi warna kuning keemasan pada alga. Plankton ini ada yang bersel satu dan bentuk koloni yang hidup berenang atau mengambang di danau dan laut sebagai fitoplankton, contohnya yaitu *Ochromonas* sp..

B. Klasifikasi dan Morfologi *Chlorella*

Chlorella sp. adalah salah satu jenis mikroalga yang mengandung klorofil serta pigmen lainnya untuk melakukan fotosintesis. Kata *Chlorella* sp. berasal dari bahasa latin yaitu *Chloros* yang berarti hijau dan *ella* yang berarti kecil. *Chlorella* sp. merupakan pakan dasar biota yang ada di perairan termasuk ikan. *Chlorella* sp. merupakan produsen dalam rantai makanan makhluk hidup yang kaya gizi. Menurut habitat hidupnya, ada dua macam *Chlorella* yaitu *Chlorella* yang hidup di air tawar dan *Chlorella* yang hidup di air laut. Bentuk sel *Chlorella* sp. bulat atau bulat telur, merupakan alga bersel tunggal (uniseluler), dan kadang-kadang bergerombol (Merizwati, 2008).

Bold dan Wynne (1985) mengategorikan *Chlorella* sp. ke dalam kelompok alga hijau yang memiliki jumlah genera sekitar 450 dan jumlah spesies lebih dari 7500. Nama alga hijau diberikan karena kandungan zat hijau atau biasa disebut klorofil yang dimilikinya sangat tinggi, bahkan melebihi jumlah yang dimiliki oleh beberapa tumbuhan tingkat tinggi. Klasifikasi *Chlorella* sp. menurut Bold dan Wynne (1985) adalah sebagai berikut:

Filum : Chlorophyta

Kelas : Chlorophyceae

Ordo : Chlorococcales

Famili : Oocystaceae

Genus : *Chlorella*

Spesies : *Chlorella* sp.

Chlorella sp. adalah salah satu jenis alga hijau bersel satu. Selnya berdiri sendiri dengan berbentuk bulat atau bulat telur dengan diameter 3 – 8 mikron, memiliki kloroplas berbentuk seperti cawan dan dindingnya keras. Warnanya hijau cerah, hidup dipermukaan air tawar, namun ada juga yang hidup di air asin (Afandi, 2003). *Chlorella* sp. tidak memiliki flagella sehingga tidak dapat bergerak aktif, dinding selnya terdiri dari selulosa dan pectin, setiap selnya terdapat sebuah inti sel dan satu kloroplas (Isnansetyo & Kurniastuty, 1995)

Berdasarkan habitat hidupnya *Chlorella* sp. dapat dibedakan menjadi *Chlorella* air tawar dan *Chlorella* air laut. *Chlorella* air tawar dapat hidup dengan kadar salinitas hingga 5 ppt. Contoh *Chlorella* yang hidup di air laut adalah *Chlorella vulgaris*, *Chlorella pyrenoidosa*, *Chlorella virginica* dan lain-lain (Isnansetyo & Kurniastuty 1995). Bentuk umum *Chlorella* sp. dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk umum *Chlorella* sp.

C. Reproduksi dan Fase Pertumbuhan *Chlorella* sp.

Reproduksi *Chlorella* sp. adalah aseksual dengan pembentukan autospora yang merupakan bentuk miniatur dari sel induk. Sel *Chlorella* sp. memiliki tingkat reproduksi yang tinggi, setiap sel mampu berkembang menjadi 10.000 sel dalam waktu 24 jam. Tiap satu sel induk akan membelah menjadi 4,8,16 autospora yang kelak akan menjadi sel-sel anak dan melepaskan diri dari induknya (Kawaroe,2010). Pada pertumbuhan mikroalga dalam kultur ditandai dengan bertambah besarnya ukuran sel atau bertambah banyaknya jumlah sel. Sampai saat ini kelimpahan sel digunakan secara luas untuk mengetahui pertumbuhan mikroalga (Isnansetyo & Kurniastuty 1995). Menurut Kawore (2010) pertumbuhan *chlorella* sp. terbagi menjadi lima tahapan yaitu, fase adaptasi (*lag phase*), fase eksponensial (*log phase*), fase penurunan pertumbuhan (*declining growth*), fase stasioner, fase kematian (*death phase*).

1. Fase Adaptasi (*Lag Phase*)

Lag phase merupakan suatu tahap setelah pemberian inokulum ke dalam media kultur dimana terjadi penundaan pertumbuhan yang dikarenakan memerlukan pembelahan. Dalam hal ini tidak terjadi penambahan sel. Fase ini adalah fase penyesuaian yaitu suatu masa ketika sel-sel kekurangan metabolisme dan enzim akibat dari keadaan tidak menguntungkan dalam pembiakan terdahulu, menyesuaikan diri dengan lingkungan yang baru. Enzim-enzim terbentuk dan terkumpul sampai konsentrasi yang cukup untuk kelanjutan pertumbuhan. Lamanya fase adaptasi tergantung pada umur inokulum yang dimasukkan. Sel-sel yang diinokulasikan pada awal fase akan mengalami fase lag yang singkat. Inokulum yang berasal dari kultur yang sudah tua akan mengalami fase lag yang lama, karena membutuhkan waktu untuk menyusun enzim-enzim yang tidak aktif.

2. Fase logaritmik eksponensial (*Log Phase*)

Pada fase ini sel-sel membelah dengan cepat dan terjadi penambahan dalam jumlah sel. Selama fase ini, sel-sel berada dalam keadaan yang stabil. Bahan sel baru terbentuk dengan konstan tetapi bahan-bahan ini bersifat katalitik dan massa bertambah secara eksponensial. Hal ini bergantung pada satu atau dua hal yang terjadi, yaitu apabila tidak atau lebih zat makan dalam pembenihan maka hasil metabolisme yang beracun akan tertimbun dan menghambat pertumbuhan. Kultur ini bertambah dengan kecepatan yang konstan. Dalam penggunaan mikroorganisme pada dunia perindustrian dibutuhkan bibit atau starter untuk proses fermentasi suatu bahan makanan, biasanya digunakan mikroorganisme yang sedang berada dalam fase eksponensial.

3. Fase penurunan laju pertumbuhan (*Declining growth*)

Fase ini berupa titik puncak dari fase eksponensial sebelum mengalami fase stasioner. Pada fase ini terjadi penambahan sel namun namun laju pertumbuhannya menurun. Hal ini dikarenakan terjadinya kompetisi yang sangat tinggi di dalam media hidup karena zat makan yang tersedia tidak sebanding dengan populasi akibat dari pertumbuhan yang sangat cepat pada fase eksponensial sehingga sebagian dari populasi yang mendapatkan makan yang cukup dan dapat tumbuh seta membelah

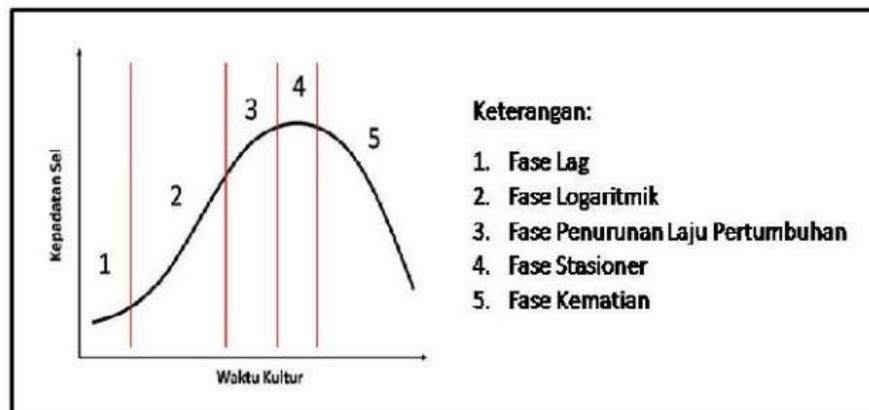
4. Fase stasioner

Pada fase ini laju pertumbuhan berbanding lurus dengan laju kematian sehingga penambahan maupun pengurangan mikroalga relatif sama, oleh karena itu kelimpahan kultur menjadi tetap. Pada fase ini mengalami pengurangan sumber nutrient. Sumber

nutrient yang ada untuk mikroba mengalami kehabisan atau tidak ada yang menambahi sehingga mikroba tidak bisa melakukan pertumbuhan namun juga tidak secara langsung mengalami kematian. Maka dari itu, kurva grafik mendatar, artinya tidak naik karena tidak adanya pertumbuhan dan tidak turun karena tidak secara langsung mengalami kematian.

5. Fase kematian

Pada fase ini grafik menunjukkan penurunan secara tajam karena merupakan akhir dari suatu jumlah individu yang kembali ke titik awal. Laju kematian lebih cepat dibandingkan dengan laju pertumbuhan sehingga terjadi penurunan jumlah sel pada bak kulturisasi. Penurunan kelimpahan mikroalga ditandai dengan perubahan kondisi optimum yang dipengaruhi oleh suhu, intensitas cahaya, jumlah hara yang ada dan beberapa kondisi lingkungan yang lain.



Gambar 2. Kurva perkembangbiakan *Chlorella* sp. (Isnansetyo & Kurniastuty 1995)

D. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan Chlorella

Pertumbuhan *Chlorella* sp. yang dikultur sangat ditentukan oleh ketersediaan nutrisi (unsur hara) dan kondisi lingkungan. Faktor pembatas dalam budidaya *Chlorella* sp. adalah nitrat dan fosfat (Apriliyanti, et al., 2016). Berikut ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *Chlorella*.

1. Kekeruhan

Nurfadillah et al. (2010) mengatakan bahwa penurunan pertumbuhan fitoplankton disebabkan adanya beberapa faktor yaitu proses fotosintesis, ketersediaan unsur hara yang cukup dan kekeruhan. Kekeruhan dapat menghalangi penetrasi cahaya dan mengganggu proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton (Jannah & Muchlisin, 2006). Kekeruhan yang tinggi dapat mengakibatkan terganggunya sistem osmoregulasi misalnya pernafasan dan daya lihat organisme akuatik termasuk

fitoplankton, sehingga dapat mempengaruhi perkembangbiakan plankton larva dan dapat mengakibatkan kematian. (Perdana, 2016).

Aerasi terus menerus menyebabkan endapat terus teraduk sehingga kultur terlihat lebih keruh. Penambahan konsentrasi pupuk yang tinggi juga dapat menyebabkan kekeruhan yang tinggi pada media kultivasi. Hal ini dapat berpengaruh terhadap masuknya cahaya kedalam air sehingga dapat mengganggu proses fotosintesis. Berkurangnya cahaya disebabkan karena banyaknya faktor antara lain seperti adanya bahan yang tidak larut seperti organisme yang berkembang sehingga mengakibatkan air menjadi keruh dan sulit ditembus oleh cahaya (Syaichurrozi & Jayanuddin, 2016).

2. Salinitas

Salinitas merupakan konsentrasi garam yang terlarut dalam air, yang memiliki peran penting dalam pertumbuhan mikroalga. Salinitas secara langsung berpengaruh pada tekanan osmosis dan aktivitas sel mikroalga. Kisaran salinitas *Chlorella* sp. untuk dapat hidup dan tumbuh adalah pada kisaran salinitas yang jauh, yaitu 0-35 ppt (dari air tawar sampai air laut). Pada *Chlorella* sp. air laut mampu tumbuh dengan baik pada kisaran salinitas 15-35 ppt (Rostini, 2007). *Chlorella* sp. air laut, kisaran salinitas yang paling optimum untuk pertumbuhan adalah 25-28 ppt sedangkan bagi *Chlorella* sp. air tawar adalah 10-20 ppt (Isnansetyo & Kurniastuty, 1995).

3. pH

Nilai derajat keasaman atau pH dalam media kultur dapat mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan kultur mikroalga antara lain mengubah keseimbangan karbon anorganik, mengubah ketersediaan nutrisi dan dapat mempengaruhi fisiologi sel. pH secara langsung berhubungan dengan kelarutan CO₂ dan mineral. Secara umum kisaran pH yang optimum untuk kultur mikroalga adalah antara 7–9 (Isnansetyo & Kurniastuty, 1995). Semakin tinggi kerapatan sel pada medium kultur menyebabkan kondisi medium kultur meningkat tingkat kebasaannya (pH semakin tinggi) dan hal itu menyebabkan peningkatan CO₂ terlarut dalam medium kultur (Wijanarko et al., 2007).

Chlorella sp. masih mampu untuk tumbuh dengan baik sampai dengan nilai pH 10,5 (Gong et al., 2014). Selain itu menurut Prihantini et al (2005) berpendapat bahwa nilai pH yang baik serta sesuai bagi pertumbuhan *Chlorella* sp. berkisar antara 4,5–9,3.

4. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses kimia, biologi dan fisika, peningkatan suhu dapat menurunkan kelarutan bahan dan dapat menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi mikroalga di perairan. Suhu secara langsung mempengaruhi efisiensi fotosintesis dan faktor yang menentukan pertumbuhan. Nilai maksimum kecepatan proses fotosintesis terjadi pada kisaran suhu 25-40°C.

Chlorella sp. memiliki kisaran suhu yang optimum bagi pertumbuhan adalah pada kisaran suhu 25 - 30°C (Grimi et al., 2014). Menurut Taw (1990) pada kultur *Chlorella* sp. diperlukan suhu optimum yang berkisaran 25-35°C. Suhu dapat berpengaruh terhadap terjadinya proses-proses kimia, biologi, fisika yang ada di dalam sel mikroalga (Wibowo, 2018).

5. Nutrient

Kebutuhan akan nutrient pada kultur mikroalga tetap harus terpenuhi dengan proses penambahan pupuk pada media kultur. Proses pemupukan berguna untuk menunjang pertumbuhan mikroalga dalam media kultur (Isnanty & Kumiastuty, 1995). Mikroalga jenis *Chlorella* sp. membutuhkan unsur-unsur hara bagi proses pertumbuhan, yakni yang berupa nutrien. Nutrien secara umum dapat mempengaruhi proses penurunan kandungan lemak, kandungan produk karbohidrat, pigmen fotosintesis serta protein (Kawaroe et al., 2010)

Unsur hara yang dibutuhkan mikroalga antara lain terdiri atas unsur hara makro (N, P, K, S, Fe, Mg, Si dan Ca) dan unsur mikro (Mn, Zn, Co, Bo, Mo, B, Cu, dan lain-lain). Setiap unsur hara mempunyai fungsi-fungsi khusus yang ditunjukkan pada pertumbuhan dan kelimpahan yang dicapai Unsur N, P, dan S penting untuk pembentukan protein. Nitrogen yang dibutuhkan untuk media kultur dapat diperoleh dari KNO₃, NaNO₃, NH₄Cl, dan lain-lain. (Tjahjo et al., 2002).

6. Cahaya

Pemanfaatan cahaya dalam proses fotosintesis melibatkan reaksi fisik dan kimia. Proses tersebut dimulai dengan absorpsi dan transfer energi di dalam klorofil sampai proses konversinya menjadi energi kimia yang terlibat dalam proses pembentukan karbohidrat (Krisanti, 2003). Cahaya merupakan sumber energi untuk melakukan fotosintesis. Cahaya matahari yang diperlukan oleh mikroalga dapat digantikan dengan lampu TL biasa maupun TL LED. Intensitas cahaya yang baik bagi

pertumbuhan dan kelimpahan *Chlorella* sp. adalah berkisar antara 4000-5000 lux . Dikarenakan pada kondisi intensitas cahaya tinggi, sel yang tumbuh mampu menghasilkan kelimpahan yang tinggi pula (Choochote et al., 2012).

7. Aerasi

Mixing dibutuhkan untuk mencegah sedimentasi mikroalga, menjamin seluruh sel mikroalga terpapar cahaya dan nutrien, mencegah stratifikasi termal (khususnya untuk kultur outdoor), serta untuk meningkatkan intensitas pertukaran gas antara media kultur dengan udara bebas. Pertukaran gas ini penting untuk menjamin ketersediaan sumber karbon dalam bentuk CO₂. Untuk kultur yang sangat padat, CO₂ dari udara membentuk busa dalam kultur akan menjadi faktor pembatas pertumbuhan mikroalga, sehingga CO₂ dapat ditambahkan ke supply udara. Penambahan CO₂ ke dalam air akan menghasilkan efek buffer terhadap perubahan pH akibat adanya keseimbangan CO₂/ HCO₃⁻. Berdasarkan skala sistem kultur yang diterapkan, mixing dapat dilakukan dengan pengadukan manual (pada kultur dalam tabung uji atau erlenmeyer), aerasi (pada kultur dalam wadah atau tangki), ataupun kincir air dan pompa air (pada kultur dalam kolam). Namun, perlu dicatat bahwa tidak semua mikroalga toleran terhadap pengadukan/ mixing cepat (Krisanti, 2003).

8. Kelimpahan Inokulum

Kelimpahan inokulum merupakan salah satu faktor yang menentukan tingkat pertumbuhan kultur *Chlorella* sp. (Tetelepta, 2011). Pertumbuhan pada fitoplankton ditandai dengan bertambah kelimpahan sel fitoplankton (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor lingkungan antara lain, salinitas, pH, suhu dan kelimpahan inokulum. Inokulum adalah bibit kultur yang diperoleh dari stok bibit atau sering disebut stok starter. Inokulum merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam kultur fitoplankton termasuk *Chlorella* sp. (Sapta et al., 2002).

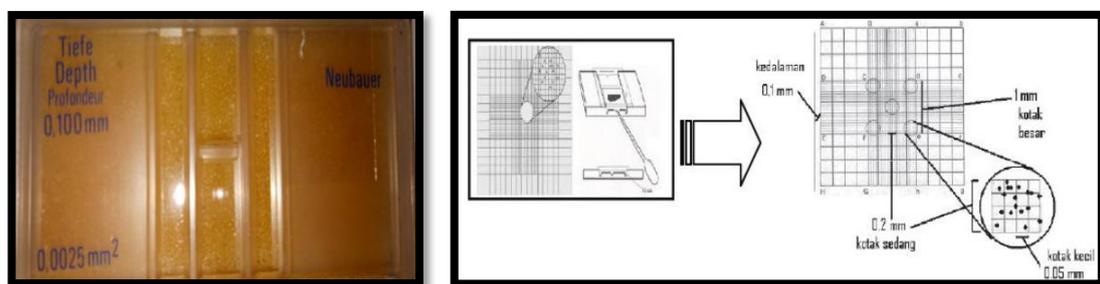
Penurunan kelimpahan sel fitoplankton dapat disebabkan oleh beberapa faktor yakni pengurangan nutrient sehingga tidak lagi mampu tumbuh, dan terbatasnya sumber cahaya yang menyebabkan keredupan karena padatnya pertumbuhan. Sedangkan kenaikan populasi disebabkan karena kandungan unsur hara (nutrient) yang tersedia masih banyak dalam media kultur sehingga memungkinkan *Chlorella* sp. melakukan pembelahan sel secara berulang (Utami et al., 2012).

E. Perhitungan Kelimpahan

Untuk mengetahui berapa banyak jumlah sel merupakan kebutuhan umum yang dibutuhkan dalam pengamatan. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan, yang paling umum digunakan dengan haemositometer untuk perhitungan secara manual. Selain itu, juga terdapat metode lain dengan menggunakan imageJ untuk melakukan perhitungan secara otomatis melalui foto sel.

1. Haemositometer

Menghitung dengan haemositometer merupakan metode yang cepat dan murah tetapi mempunyai beberapa kelemahan antara lain: sel-sel yang mati tidak dapat dibedakan dari sel hidup, sel-sel yang berukuran sangat kecil sulit dilihat sehingga kadang-kadang tidak terhitung. Penggunaan haemositometer lebih sering digunakan dibandingkan *sedgwich rafter* untuk menghitung kelimpahan sel mikroalga karena faktor kemudahannya. Hal yang perlu disiapkan untuk menghitung jumlah sel dengan haemositometer yaitu sampel larutan mikroalga yang diambil harian yang akan dihitung. Pada haemocytometer ruang hitung terdiri dari 9 kotak besar dengan luas 1 mm^2 . Satu kotak besar di tengah, dibagi menjadi 25 kotak sedang dengan panjang $0,2 \text{ mm}$. Satu kotak sedang dibagi lagi menjadi 16 kotak kecil. Dengan demikian satu kotak besar tersebut berisi 400 kotak kecil. Tebal dari ruang hitung ini adalah $0,1 \text{ mm}$. Ketika menghitung jumlah sel yang terdapat pada area harus dipastikan apabila posisi sel tersebut berada diantara garis didalam area penghitungan jangan sampai terjadi penghitungan ganda dengan sel yang sama (Ma'rufatin, 2016). Bentuk dari haemositometer dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.

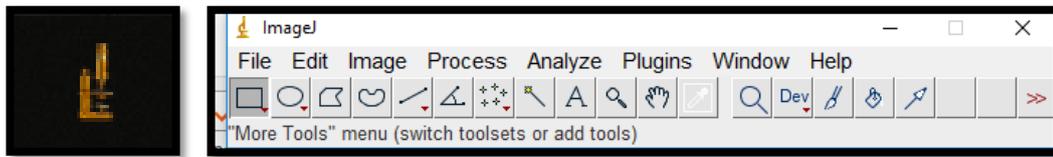


Gambar 3. Haemacytometer
(Sumber : <http://etheses.uin-malang.ac.id>)

2. ImageJ

ImageJ merupakan software gratis (free-Software) untuk pengolahan Gambar digital berbasis Java yang dibuat oleh Wayne Rasband dari Research Services Branch, National Institute of MentalHealth, Bethesda, Maryland, USA. Penggunaan imageJ

dalam analisis Gambar digital telah digunakan secara luas dalam bidang kesehatan dan biologi (Ferreira & Rasband 2010).



Gambar 4. ImageJ dan tampilan ImageJ

Gambar 4. adalah tampilan dari aplikasi imageJ yang dapat menampilkan, mengedit, menganalisa, memproses, menyimpan, dan mencetak 8-bit, 16-bit, dan 32-bit Gambar. Program ini dapat membaca Gambar dalam berbagai format, seperti TIFF, GIF, JPEG, BMP, DICOM, FITS, dan Gambar mentah (Ferreira & Rasband 2010). ImageJ membantu stacks (dan hyperstacks), serangkaian Gambar yang ditampilkan dengan satu jendela (single window) dan multiurutan (multithreaded), sehingga memakan waktu operasi, seperti pembacaan berkas Gambar yang dapat ditunjukkan secara paralel dengan operasi lainnya. Selain itu, program ini dapat menghitung nilai area dan piksel dari suatu Gambar yang diinginkan, dapat mengukur jarak dan sudut, dapat membuat profil dari densitogram dan garis kurva. Program ini didukung dengan berbagai pengatur Gambar, seperti pengatur ketajaman, kehalusan, kecerahan, warna, sudut, dan filter dari Gambar yang akan diolah. Selain itu, dapat membantu dalam melakukan transformasi geometris, seperti scaling, rotasi, dan membalik. Penggunaan imageJ untuk analisis partikel membutuhkan definisi bagian gambar yang didefinisikan sebagai benda / partikel dan bagian gambar yang didefinisikan sebagai latar belakang (background) yang disebut sebagai segmentasi gambar (Ferreira & Rasband 2010).