



SKRIPSI – TK141581

**PENGARUH NITROGEN DAN SALINITAS TERHADAP
PERTUMBUHAN MIKROALGAE *SPIRULINA*
PLATENSIS DAN *BOTRYOCOCCUS BRAUNII* SEBAGAI
PAKAN ALAMI IKAN BANDENG (*CHANOS CHANOS*)**

Oleh:

Akita Fabiola Meirani

NRP. 2311 100 125

Nabilah Fevereira Rozandy

NRP. 2311 100 131

Dosen Pembimbing

Ir. Nuniek Hendrianie M.T.

NIP. 1957 11 11 1986 01 2001

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2015**



SKRIPSI – TK141581

**PENGARUH NITROGEN DAN SALINITAS TERHADAP
PERTUMBUHAN MIKROALGAE *SPIRULINA*
PLATENSIS DAN *BOTRYOCOCCUS BRAUNII* SEBAGAI
PAKAN ALAMI IKAN BANDENG (*CHANOS CHANOS*)**

Oleh:

Akita Fabiola Meirani

NRP. 2311 100 125

Nabilah Fevereira Rozandy

NRP. 2311 100 131

Dosen Pembimbing

Ir. Nuniek Hendrianie M.T.

NIP. 1957 11 11 1986 01 2001

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2015**



FINAL PROJECT – TK141581

**THE EFFECT OF NITROGEN AND SALINITY OF THE
MICROALGAE *SPIRULINA PLATENSIS* AND
BOTRYOCOCCUS BRAUNII AS NATURAL FOOD OF
MILKFISH (*CHANOS CHANOS*)**

By :

**Akita Fabiola Meirani
NRP. 2311 100 125**

**Nabilah Fevereira Rozandy
NRP. 2311 100 131**

Advisor :

**Ir. Nuniek Hendrianie M.T.
NIP. 1957 11 11 1986 01 2001**

**CHEMICAL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2015**

LEMBAR PENGESAHAN

" Pengaruh Nitrogen dan Salinitas terhadap Pertumbuhan Mikroalga *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii* sebagai Pakan Alami Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)"

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Oleh :

Akita Fabiola Meirani
Nabilah Fevereira Rozandy

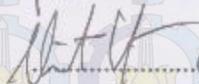
2311 100 125
2311 100 131

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir

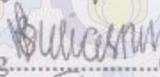
1. Ir. Nuniek Hendrianie, M.T.

 (Pembimbing)

2. Ir. Minta Yuwana, M.S.

 (Penguji I)

3. Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng.

 (Penguji II)

4. Setiyo Gunawan, ST., Ph.D.

 (Penguji III)

Surabaya,

Juli 2015



**PENGARUH NITROGEN DAN SALINITAS TERHADAP
PERTUMBUHAN MIKROALGA *SPIRULINA PLATENSIS*
DAN *BOTRYOCOCCUS BRAUNII* SEBAGAI PAKAN
ALAMI IKAN BANDENG (*Chanos – chanos*)**

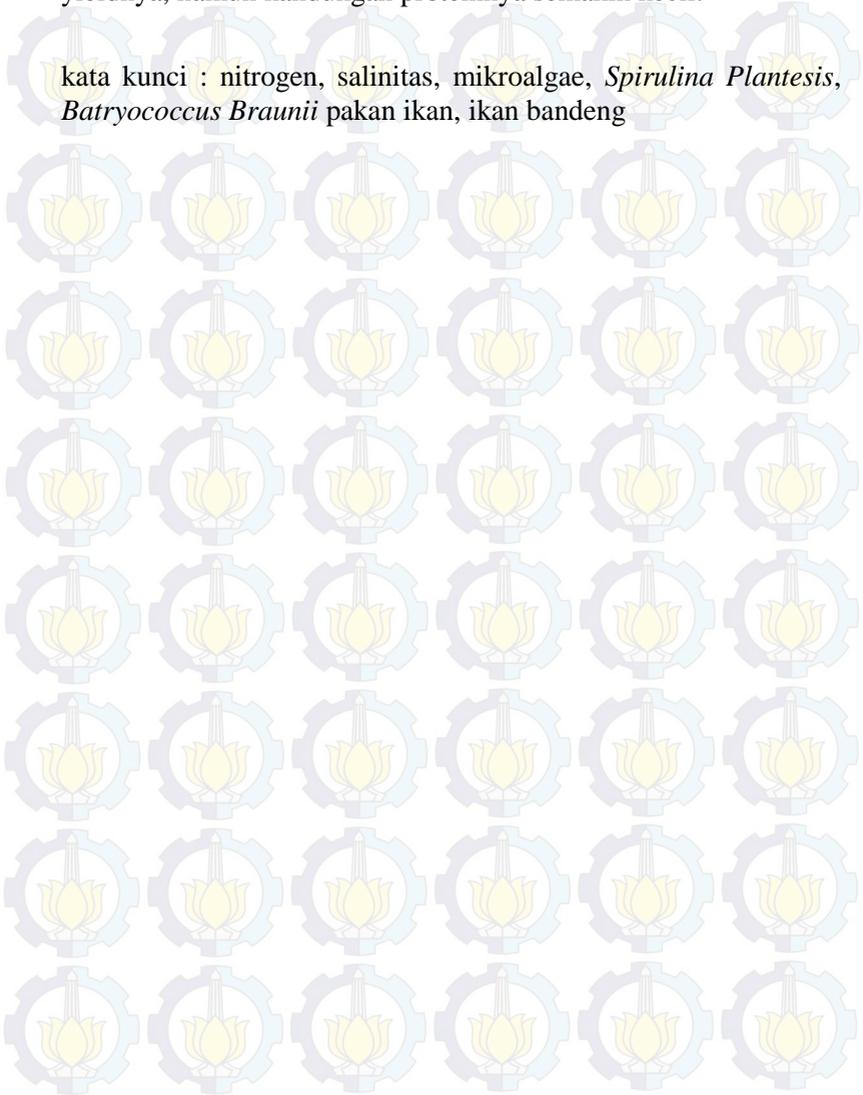
Nama / NRP : 1. Akita Fabiola .M. 2311100125
 2. Nabilah Fevereira R. 2311100131
Jurusan : Teknik Kimia FTI-ITS
Pembimbing : Ir. Nuniek Hendrianie, M.T

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Batryococcus Braunii* pada KNO_3 terlarut dan salinitas berbeda-beda serta untuk mengetahui pengaruh algae sebagai pakan ikan dalam pertumbuhannya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroalga *Spirulina Plantesis* dan *Batryococcus Braunii*, air laut dari PT. PLTU Grati, sumber nutrisi (KNO_3), dan gas CO_2 . Peralatan yang digunakan adalah beaker glass, aerator, dan lampu fluorescent 36 watt. Penelitian ini dilakukan dengan variabel: *Spirulina Plantesis* dan *Batryococcus Braunii*; kadar KNO_3 0,0001%, 0,0002%, 0,0003%, dan 0,6%; dan salinitas air laut terhadap air tawar yang digunakan untuk pertumbuhan mikroalga 1:5, 1:10, dan 1:15. Hasil penelitian ini diperoleh data berupa jumlah sel, yield, dan protein mikroalga. Pada penelitian ini didapatkan hasil terbaik untuk alga *Spirulina Platensis* dengan jumlah sel terbanyak pada KNO_3 0,6% dan salinitas 1:15, kadar protein terbesar pada KNO_3 0,6% dan salinitas 1:5, yield terbesar pada KNO_3 0,6% dan salinitas 1:15. Hasil terbaik untuk alga *Botryococcus Braunii* jumlah sel terbanyak pada KNO_3 0,0001% dan salinitas 1:15, kadar protein terbesar pada KNO_3 0,6% dan salinitas 1:5, yield terbesar pada KNO_3 0,6% dan salinitas 1:15. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar kadar KNO_3 yang ditambahkan pada alga akan semakin besar jumlah sel, yield dan kadar proteinnya. Dan

semakin tinggi salinitasnya maka semakin tinggi jumlah sel dan yieldnya, namun kandungan proteinnya semakin kecil.

kata kunci : nitrogen, salinitas, mikroalga, *Spirulina Plantesis*, *Batryococcus Braunii* pakan ikan, ikan bandeng



**EFFECT OF NITROGEN AND SALINITY FOR GROWTH
OF MICROALGAE *SPIRULINA PLATENSIS* AND
BOTRYOCOCCUS BRAUNII AS NATURAL FOOD OF
MILKFISH (*Chanos chanos*)**

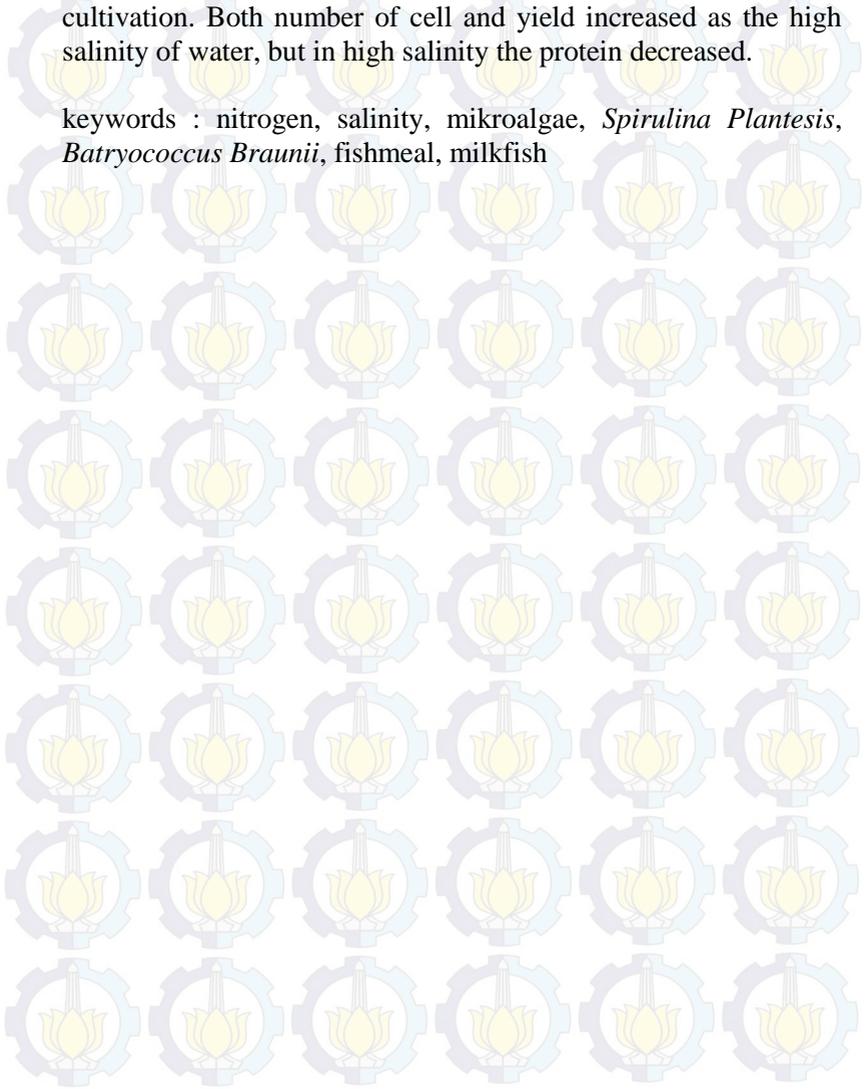
Name / NRP : 1. Akita Fabiola .M. 2311100125
2.Nabilah Fevereira .R. 2311100131
Departement : Chemical Engineering FTI-ITS
Advisor : Ir. Nuniek Hendrianie, M.T

ABSTRACT

The growth of *Spirulina Plantesis* and *Botryococcus Braunii* microlagae in dissolved KNO_3 and different salinity as milkfish feed. The purpose of this research is to identify the growth of *Spirulina Plantesis* and *Botryococcus Braunii* in dissolved KNO_3 and in different salinity and to comprehend the impact of algae as fish feed in milkfish growth. The materials in this research were *Spirulina Plantesis* and *Botryococcus Braunii* microlagae, seawater from PT. PLTU Granti, the source of nutrition (KNO_3), and CO_2 . The tools required in this research were *beaker glass*, aerators, and fluorescent lamps 36 watt. This research was done with a variable : *Spirulina Plantesis* and *Botryococcus Braunii* as cultivated microalgae; how much KNO_3 that dissolved 0,0001%, 0,0002%, 0,0003%, and 0,6%; salinity of seawater with water which was used as the medium growth of microalgae 1:5, 1:10, dan 1:15. From this research, the data of cell amount, yield and microalgae's protein was obtained. The highest number of cell *Spirulina Platensis* was in 0,6% KNO_3 dissolved and 1:15, the highest protein was in 0,6% KNO_3 dissolved and 1:5, the highest yield was in 0,6% KNO_3 dissolved and 1:15. And the highest number of cell *Botryococcus Braunii* was in 0,0001% KNO_3 dissolved and 1:15, the highest protein was in 0,6% KNO_3 dissolved and 1:5, the highest yield was in 0,6% KNO_3 dissolved

and 1:15 In conclusion, the number of cell, yield, and protein contains increased in high KNO_3 dissolved in microalgae cultivation. Both number of cell and yield increased as the high salinity of water, but in high salinity the protein decreased.

keywords : nitrogen, salinity, mikroalgae, *Spirulina Plantesis*, *Batryococcus Braunii*, fishmeal, milkfish



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan sehingga kami dapat melaksanakan skripsi yang berjudul **Pengaruh Nitrogen dan Salinitas terhadap pertumbuhan mikroalgae *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii* sebagai pakan alami ikan bandeng (*Chanos chanos*)** dan menyelesaikan tepat pada waktunya.

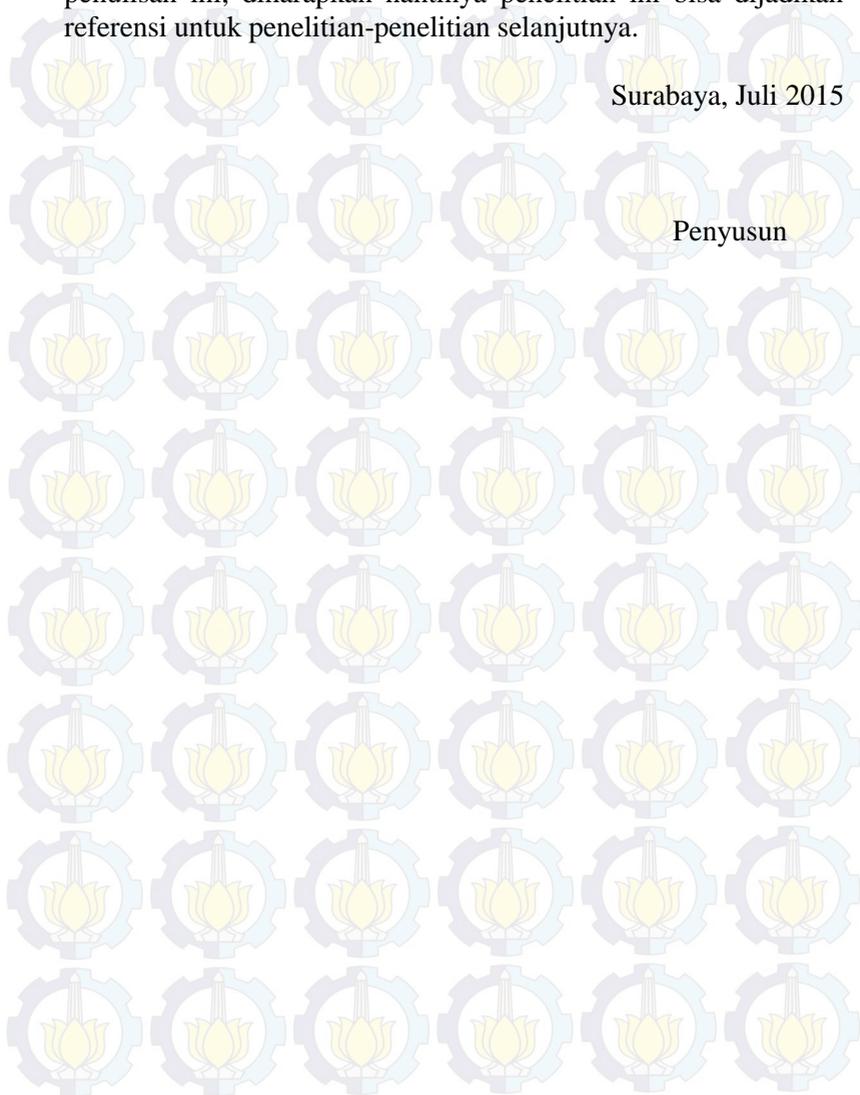
Selama penyusunan laporan ini, kami banyak sekali mendapat bimbingan, dorongan, serta bantuan dari banyak pihak. Untuk itu, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Ir. Nuniek Hendriane, M.T, selaku Dosen Pembimbing, atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
2. Ibu Dr. Ir. S.R. Juliastuti, M.Eng., selaku Kepala Laboratorium Pengolahan Limbah Industri.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.
4. Bapak Setiyo Gunawan, ST., Ph.D, selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.
5. Bapak dan Ibu Dosen pengajar serta seluruh karyawan Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
6. Orang tua serta saudara-saudara kami, atas do'a, bimbingan, perhatiannya.
7. Keluarga besar Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), khususnya teman-teman di Laboratorium Pengolahan Limbah Industri Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS atas semua dukungan, semangat, serta kerjasamanya.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam memberikan kesempatan, fasilitas, petunjuk, dan bimbingan selama penyusunan laporan ini.

Kami mohon maaf bila masih banyak kekurangan dalam penulisan ini, diharapkan nantinya penelitian ini bisa dijadikan referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Surabaya, Juli 2015

Penyusun



DAFTAR ISI

Abstrak (Indonesia)	i
Abstract (English)	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-2
I.3 Tujuan Penelitian	I-2
I.4 Manfaat Penelitian	I-2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 <i>Spirulina Platensis</i>	II-1
II.1.1 Kandungan Nutrisi.....	II-1
II.2 <i>Botryococcus Braunii</i>	II-3
II.3 Kondisi Tumbuh.....	II-5
II.4 Media Tumbuh.....	II-7
II.5 Jenis Kultur Mikroalga.....	II-8
II.6 Pakan Ikan Bandeng.....	II-9
II.7 Penelitian Terdahulu	II-10
BAB III METODE PENELITIAN	
III.1 Kondisi Operasi dan Variabel.....	III-1
III.2 Besaran yang Diukur.....	III-2
III.3 Peralatan yang Digunakan	III-2
III.4 Bahan yang Digunakan	III-3
III.5 Prosedur Penelitian	III-3
III.6 Diagram Alir Percobaan	III-4
III.7 Gambar Peralatan.....	III-5

III.8	Teknik Analisis.....	III-5
III.9	Pengolahan Data.....	III-8
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		
IV.1	Penelitian <i>Spirulina Platensis</i>	IV-1
IV.2	Penelitian <i>Botryococcus braunii</i>	IV-9
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
DAFTAR PUSTAKA.....		xii
APPENDIKS	A.....	xv
APPENDIKS	B.....	xxi
APPENDIKS	C.....	xxvi
LAMPIRAN		

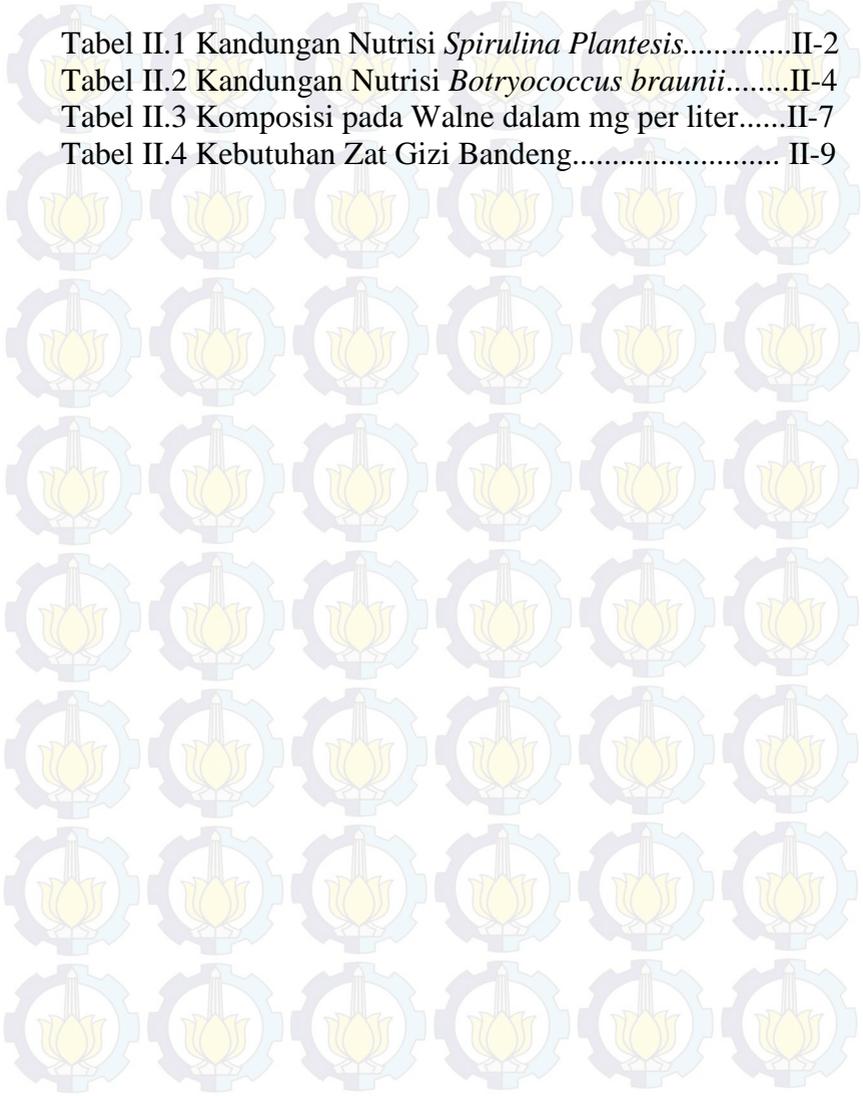
DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Morfologi <i>Spirulina Platensis</i>	II-1
Gambar II.2 Morfologi <i>Botryococcus braunii</i>	III-4
Gambar III.1 Rangkaian Alat Pengkulturan Mikroalga	III-5
Gambar III.2 Hemasitometer.....	III-6
Gambar IV.1.1 Pengaruh KNO ₃ terhadap Pertumbuhan Jumlah Sel (Salinitas 1:5) Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-2
Gambar IV.1.2 Pengaruh KNO ₃ terhadap Pertumbuhan Jumlah Sel (Salinitas 1:10) Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-2
Gambar IV.1.3 Pengaruh KNO ₃ terhadap Pertumbuhan Jumlah Sel (Salinitas 1:15) Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-2
Gambar IV.1.4 Grafik Persen Kenaikan Jumlah Sel <i>Spirulina Platensis</i>	IV-3
Gambar IV.1.5 Grafik Pengaruh KNO ₃ terhadap Kadar Protein Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-5
Gambar IV.1.6 Grafik Pengaruh KNO ₃ terhadap Yield <i>Spirulina Platensis</i>	IV-6
Gambar IV.1.7 Grafik Hubungan Protein dengan Jumlah Sel pada Salinitas 1:5 Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-7
Gambar IV.1.8 Grafik Hubungan Protein dengan Jumlah Sel pada Salinitas 1:10 Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-7
Gambar IV.1.9 Grafik Hubungan Protein dengan Jumlah Sel pada Salinitas 1:15 Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-8
Gambar IV.1.10 Grafik Hubungan Protein dengan Yield pada Salinitas 1:5 Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-9
Gambar IV.1.11 Grafik Hubungan Protein dengan Yield pada Salinitas 1:10 Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-9
Gambar IV.1.12 Grafik Hubungan Protein dengan Yield pada Salinitas 1:15 Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-10
Gambar IV.2.1 Pengaruh KNO ₃ terhadap Pertumbuhan Jumlah Sel (Salinitas 1:5) Alga <i>Botryococcus Braunii</i>	IV-11
Gambar IV.2.2 Pengaruh KNO ₃ terhadap Pertumbuhan Jumlah Sel (Salinitas 1:10) Alga <i>Botryococcus Braunii</i>	IV-11

Gambar IV.2.3 Pengaruh KNO_3 terhadap Pertumbuhan Jumlah Sel (Salinitas 1:15) Alga <i>Botryococcus Braunii</i>	IV-11
Gambar IV.2.4 Grafik Persen Kenaikan Jumlah Sel <i>Botryococcus Braunii</i>	IV-12
Gambar IV.2.5 Grafik Pengaruh KNO_3 terhadap Kadar Protein Alga <i>Botryococcus Braunii</i>	IV-13
Gambar IV.2.7 Grafik Pengaruh KNO_3 terhadap Yield <i>Botryococcus Braunii</i>	IV-14
Gambar IV.2.8 Grafik Hubungan Jumlah Sel dengan Protein Salinitas 1:5 Alga <i>Botryococcus Braunii</i>	IV-15
Gambar IV.2.9 Grafik Hubungan Jumlah Sel dengan Protein Salinitas 1:10 Alga <i>Botryococcus Braunii</i>	IV-15
Protein Salinitas 1:15 Alga <i>Botryococcus Braunii</i>	
Gambar IV.2.11 Grafik Hubungan Yield dengan.....	IV-16
Protein Salinitas 1:5 Alga <i>Botryococcus Braunii</i>	
Gambar IV.2.12 Grafik Hubungan Yield dengan.....	IV-17
Gambar IV.2.13 Grafik Hubungan Yield dengan Protein Salinitas 1:15 Alga <i>Botryococcus Braunii</i>	IV-18

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Kandungan Nutrisi <i>Spirulina Plantesis</i>	II-2
Tabel II.2 Kandungan Nutrisi <i>Botryococcus braunii</i>	II-4
Tabel II.3 Komposisi pada Walne dalam mg per liter.....	II-7
Tabel II.4 Kebutuhan Zat Gizi Bandeng.....	II-9



BIODATA PENULIS



Akita Fabiola Meirani

Penulis dilahirkan di Denpasar, 4 Mei 1993, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu SD Hang Tuah X Sidoarjo, SMPN 1 Sedati, SMAN 1 Surabaya, S1 Teknik Kimia FTI-ITS. Selama kuliah di Teknik Kimia, penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PT. Pertamina RU VI Balogan, Indramayu, Jawa Barat.

Email : Akitafabiola_meirani@yahoo.com

BIODATA PENULIS



Nabilah Fevereira Rozandy

Penulis dilahirkan di Dili, 8 Februari 1993, merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu SDN Grogol Selatan 01 Pagi, SMP Muhammadiyah 2 Yogyakarta, SMA Negeri 4 Malang, S1 Teknik Kimia FTI-ITS. Selama kuliah di Teknik Kimia, penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PT. Pertamina RU VI Balongan, Indramayu, Jawa Barat.

Email : firafeve@gmail.com

BAB I PENDAHULUAN

I.1 LATAR BELAKANG

Dengan berkembangnya teknologi di dunia pangan, budidaya pakan alami untuk ikan saat ini telah mengalami perkembangan yang sangat pesat. Berbagai macam pakan ikan untuk masing-masing jenis ikan tersedia, hal ini disesuaikan dengan kebutuhan pangan jenis ikan tersebut.

Ikan bandeng (*Chanos chanos*) merupakan salah satu komoditas perikanan yang mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi. Budidaya ikan bandeng telah lama dikenal oleh petani tambak dan saat ini telah berkembang di hampir seluruh wilayah perairan Indonesia. Hal ini dapat dilihat permintaan masyarakat terhadap ikan merupakan sumber protein hewani yang cukup tinggi. Untuk itu ikan bandeng membutuhkan pakan dengan kandungan protein yang cukup tinggi pula.

Dalam kegiatan budidaya ikan, pakan memiliki peranan penting dalam peningkatan produksi. Pada budidaya intensif, pertumbuhan ikan bergantung pada pakan yang disuplai oleh pembudidaya. Pakan yang diberikan harus berkualitas tinggi, bergizi, dan memenuhi syarat untuk dikonsumsi ikan yang dibudidayakan, serta tersedia secara terus menerus sehingga dapat memberikan pertumbuhan yang optimal. Pada budidaya intensif, lebih dari 60% biaya produksi tersedot untuk pengadaan pakan (Kordi, 2009).

Bahan baku utama dalam penyusunan pakan ikan adalah tepung ikan, karena tepung ikan merupakan bahan baku utama sumber protein dalam pakan ikan. Umumnya tepung ikan mengandung : protein : 60 - 70%, lemak : 6 - 14%, kadar air : 4-12%, kadar abu : 6 - 18%. (Mudjiman, 2004)

Terdapat beberapa alga mikro yang berpotensi untuk dibudidayakan baik sebagai pakan alami di bidang perikanan maupun sebagai sumber energi alternatif baru, diantaranya yaitu

Spirulina, *Botryococcus*, *Nannochloropsis*, *Skeletonema*, *Dunaliella*, *Scenedesmus*, dan *Chlorella*.

Penambahan alga dalam media budidaya ikan tidak hanya berfungsi sebagai pakan secara langsung, tetapi berfungsi sebagai penyangga kualitas air dan pakan zooplankton yang diberikan pada bak pemeliharaan. Dengan adanya alga tersebut maka kualitas nutrisi zooplankton dapat dipertahankan (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Maka dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh salinitas dan nutrisi alga (KNO_3) terhadap pertumbuhan ikan bandeng dimana alga tersebut sebagai pakan ikan bandeng secara langsung. Diharapkan nantinya penelitian ini dapat memberi manfaat bagi industri dan pembudidaya ikan.

I.2 RUMUSAN MASALAH

Permasalahan yang akan dibahas adalah :

1. Pemanfaatan gas CO_2 dari gas buang PT. PLTU Grati untuk menjaga pelestarian lingkungan.
2. Pengaruh kadar nitrogen (KNO_3) terlarut dan salinitas pada kandungan protein mikroalga *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii* sehingga dapat digunakan sebagai pendamping pakan ikan bandeng.
3. Pengaruh kadar nitrogen (KNO_3) terlarut dan salinitas pada pertumbuhan mikroalga *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii*.

I.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan utama dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui rate pertumbuhan mikroalga *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii* dengan variabel KNO_3 terlarut dan salinitas yang berbeda-beda.
2. Mengetahui kandungan protein yang dihasilkan *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii* sesuai variabel yang diberikan.

3. Mengetahui yield mikroalga *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii*.

I.4 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi suatu industri untuk mempertimbangkan kegunaan mikroalga sebagai alternatif pengolahan buangnya sehingga mampu menjaga ekosistem dan mengurangi resiko pencemaran lingkungan.

Penelitian ini nantinya dapat dijadikan sebagai bahan referensi dan informasi bagi penulis selanjutnya yang tertarik untuk mengkaji dan meneliti tentang pangan ikan dari mikroalga *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 *Spirulina Plantesis*

Spirulina merupakan mikroalga yang mengandung protein tinggi sekitar 55-70% dan sumber mikronutrien . Pada tahun 1976, *Spirulina platensis* sengaja dipilih sebagai sumber makanan masa depan oleh International Association of Applied Microbiology. Beberapa sumber bahan pangan seperti jamur dan bakteri mempunyai kadar protein yang sangat tinggi sehingga disebut sebagai protein sel tunggal (PST). *Spirulina* adalah jenis *cyanobacteria* atau bakteri yang mengandung klorofil dan dapat bertindak sebagai organisme yang bisa melakukan fotosintesis untuk membuat makanan sendiri. Bentuknya spiral (Gambar II.1), mengandung fikosianin tinggi sehingga warna cenderung hijau biru. *Spirulina* juga memiliki kemampuan untuk tumbuh secara optimum pada kisaran pH 8,5–11, dimana mikroorganisme lainnya tidak bisa tumbuh dengan baik dalam kondisi ini. Suhu terendah untuk *Spirulina platensis* untuk hidup adalah 15°C, dan pertumbuhan yang optimal adalah 35°-40°C.



Gambar II.1 Morfologi *Spirulina Platensis*

II.1.1 Kandungan Nutrisi

Spirulina memiliki beberapa karakteristik serta kandungan nutrisi yang cocok sebagai makanan fungsional. Protein, asam lemak esensial, vitamin, mineral, dan klorofil. Serta fikosianin adalah komponen yang terkandung di dalam *Spirulina*. Diyakini juga bahwa *Spirulina* bisa bertindak sebagai produk makanan penyembuh atau obat.

a. Mineral

Jumlah mineral esensial yang terkandung dalam *spirulina* hampir sekitar 3-6%. Mineral-mineral ini terakumulasi di dalam mikroalga dan berasal dari mineral yang terkandung dalam media pertumbuhan dan juga dipengaruhi oleh suhu, salinitas dan pH.

b. Protein

Spirulina mengandung jumlah yang sangat tinggi dari protein, antara 55-70% berat kering, tergantung sumber (Phang et al., 2000). Protein ini merupakan suatu senyawa kompleks yang kaya akan asam amino esensial yaitu metionin (1,3-2%), triptofan (1-1,6%), sistin (0,5-0,7%), dan lisin (5,9-6,5%). Kadar asam amino yang tinggi baik untuk kesehatan karena merupakan salah satu bahan pembuat protein.

c. Asam Amino Esensial

Poly Unsaturated fatty Acid (PUFA) dalam *Spirulina* sekitar 1,5-2% dari lemak total (5-6%). Jenis kandungan lemak tertinggi dari *Spirulina* adalah *Gamma Linoleic Acid* (GLA) sekitar 36% dari total lemak (Borowitzka, 1994; Li dan Qi, 1997). Senyawa-senyawa lain yang terdapat di dalam lemak adalah asam palmik (44,6-54,1%), asam oleat (1-15,5%) dan asam linoleat (10,8-30,7%). *Spirulina* mengandung kolesterol sekitar 32,5 mg/100 g.

Tabel II.1 Kandungan Nutrisi *Spirulina plantesis*

Komposisi	Kandungan
Protein	56-63%
Lemak	4,3-6%
Karbohidrat	17,8-25%
Asam linoleat	0.8%
Klorofil	1,2%
Fikosianin	6.7-11.7%
Karotein	0.43%
Zeaxanthin	0.1%
Air	3-6%

Kandungan mineral dalam *Spirulina* berbeda satu sama lain tergantung pada jenis media pertumbuhannya. Secara umum, kultivasi *Spirulina* bisa menggunakan air tawar, air laut, atau air payau.

a. *Spirulina* Air Laut

Spirulina yang dibudidayakan di air laut mengandung mineral lebih tinggi daripada media air tawar atau payau. Air laut mengandung garam yang tinggi seperti NaCl, KCl, MgCl. *Spirulina* ini juga mengandung fikosianin, polisakarida, inositol yang lebih tinggi. Meskipun mengandung garam tinggi, kandungan natrium yang terlalu tinggi dinilai tidak baik untuk kesehatan manusia. Untuk menurunkan mineral ini, dapat digunakan NaHCO_3 dan Na_2CO_3 melalui metode Trigger (Faucher, et al., 1975). *Spirulina* air laut memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih rendah daripada *spirulina* air tawar. *Spirulina* air laut memiliki bau amis seperti rumput laut atau cumi-cumi sehingga beberapa konsumen tidak nyaman dengan bau tersebut. Bau amis ini dihasilkan dari kandungan mineral di dalam *Spirulina*.

b. *Spirulina* Air Tawar

Spirulina ini biasanya digunakan sebagai bahan makanan manusia dan farmasi. Dalam media air tawar, NaHCO_3 , fosfat, dan urea ditambahkan untuk mempengaruhi laju pertumbuhan mikroalga.

Spirulina air tawar memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi di sekitar 0.16/hari dan menghasilkan 1,23-1,34 g/L biomassa kering. Sementara itu Spirulina air laut memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih rendah dan menghasilkan biomassa di sekitar 10.3g/m²/hari (Costa, et al, 2003; Wu, et al, 1993). Karena kandungan natrium dalam Spirulina air tawar lebih rendah dari air laut, maka aman untuk digunakan sebagai makanan manusia dan farmasi. Kandungan protein yang dihasilkan dari Spirulina media air tawar adalah sekitar 60-70%. Spirulina air tawar tidak memiliki bau amis karena memiliki kandungan mineral yang lebih rendah daripada Spirulina air laut.

II.2 *Botryococcus braunii*

Botryococcus braunii adalah mikroalga autotrof berwarna hijau yang hidup di perairan terutama di air payau. Mikroalga ini ditemukan hidup berkoloni pada tempat hidupnya (Kutzing, 1849). *Botryococcus braunii* termasuk dalam kingdom *Plantae*, divisi *Chlorophyta*, kelas *Trebouxiophyceae*, ordo *incertae sedis*, famili *Botryococcaceae*, genus *Botryococcus*, dan spesies *Botryococcus braunii*.



Kingdom: *Plantae*
Division: *Chlorophyta*
Class : *Trebouxiophyceae*
Order : *Incertae sedis*
Family : *Botryococcaceae*
Genus : *Botryococcus*
Species : *B. braunii*

Gambar II.2 Morfologi *Botryococcus braunii*

Botryococcaceae adalah tingkatan famili dari klasifikasi makhluk hidup. Genus dari famili ini adalah *Botryococcus*. Genus *Botryococcus* memiliki ciri – ciri yaitu sel-sel membentuk agregat yang tidak beraturan dan memiliki filamen tipis yang

menghubungkan sel – sel. Sel berbentuk bulat telur dengan ukuran panjang antara 6 -10 μm , dan lebar antara 3 sampai 6 μm .

Botryococcus braunii memiliki kemampuan untuk mensintesis dan mengumpulkan berbagai macam lipida dan hidrokarbon. Ganggang ini mampu menghasilkan lipid sampai dengan 60% berat keringnya. Jika dibandingkan dengan jenis mikroalga lainnya jumlah lipida *Botryococcus braunii* relatif lebih banyak.

Jenis lipida bervariasi tergantung pada jenis strainnya, mulai dari C_{12} hingga C_{37} . Dinding sel *Botryococcus braunii* relatif lebih tebal dari spesies mikroalga hijau lain karena akumulasi penumpukan dari pembelahan sel sebelumnya. Sebagian besar lipida dari spesies ini terletak di bagian permukaan selnya oleh karena itu ekstraksi lipida dari mikroalga jenis ini relatif lebih efisien dibandingkan harus melewati dinding sel pada jenis ganggang yang lain. *Botryococcus braunii* mulai mengalami fase log untuk pertumbuhannya pada saat 72 jam waktu kultur di kolam terbuka dan bisa mencapai 2 hari pada kondisi laboratorium. *Botryococcus brauni* tumbuh pada daerah subtropis dan tropis dengan suhu tumbuh 23–27°C. Diketahui kadar garam optimum untuk tumbuh sekitar 0,2 M. (Qin, 2005)

Tabel II.2 Kandungan Nutrisi *Botryococcus braunii*

Komposisi	Kandungan
Protein	17-20 %
Karbohidrat	20-40 %
Lipid	30-60 %

(Becker, 1994)

II.3 Kondisi Tumbuh Mikroalga

Pertumbuhan dan komposisi lipid mikroalga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti suhu, intensitas cahaya, CO_2 , nitrogen dan medium kultur.

1. Suhu

Suhu diketahui dapat mempengaruhi komposisi dan sifat metabolisme dari biomassa. Mikroalga pada umumnya

memiliki toleransi terhadap suhu tumbuh antara 16 dan 35°C. Untuk suhu tumbuh lebih rendah dari 16°C pertumbuhan mikroalga akan menjadi lambat, sedangkan untuk suhu lebih tinggi dari 35°C akan mematikan sel – sel dari mikroalga (Mayo dan Noike, 1996). Kondisi tumbuh optimum *Spirulina Plantesis* berkisar antara 35 – 40°C. (Kawaroe *et al* 2010). Sedangkan kondisi tumbuh optimum *Botryococcus braunii* berisar antara 25 – 27°C. (Yamaguchi, 1987)

2. Cahaya

Cahaya diperlukan oleh mikroalga untuk tumbuh, karena energi dari cahaya tersebut dibutuhkan untuk metabolisme dan fotosintesis. Peningkatan intensitas cahaya akan meningkatkan laju fotosintesis sampai nilai tertentu dan sampai pada nilai tersebut maka laju dari fotosintesis tidak akan meningkat lagi. Pada *Spirulina Plantesis* dan *Botryococcus braunii*, cahaya juga sangat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan mikroalga tersebut. Diketahui kondisi tumbuh optimum dari *Spirulina Plantesis* dan *Botryococcus braunii* adalah sekitar 10 klux (Kojima dan Zhang, 1999). Satuan intensitas cahaya yang digunakan dalam penelitian ini adalah lux. Lux adalah lumen/m².

3. pH

Pada media kultur, pH merupakan salah satu faktor penting dalam budidaya mikroalga. beberapa percobaan telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh pH terhadap ketersediaan CO₂ dan pertumbuhan alga. Nilai pH yang tinggi berpotensi menghambat beberapa jenis mikroalga. Namun, pengoperasian pada pH tinggi akan meningkatkan ketersediaan CO₂ (dalam bentuk bikarbonat) dalam air untuk dikonsumsi mikroalga.

Mikroalga menunjukkan ketergantungan yang berbeda terhadap pH dari media untuk tiap – tiap spesies. pH pada kultur mikroalga dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti komposisi media, jumlah CO₂ terlarut, suhu (yang

mengendalikan kelarutan CO₂) dan aktivitas metabolisme dari sel-sel mikroalga. Peningkatan pH biasanya terjadi karena berkurangnya anion (NO₃⁻) dan CO₂ yang terbentuk di media serta ekskresi ion OH⁻. (Dayananda et al. 2007)

4. Nitrogen

Diketahui bahwa sumber karbon dan nitrogen adalah unsur nutrisi yang penting bagi organisme. Mikroalga dapat memanfaatkan sumber nitrat, amonia atau nitrogen organik seperti urea. Pasokan nitrogen yang biasa digunakan adalah dalam bentuk amonia atau urea yang secara ekonomis lebih menguntungkan daripada nitrat atau nitrit. Seperti mikroalga pada umumnya *Spirulina sp.* juga membutuhkan nitrogen untuk tumbuh. Secara garis besar nitrogen mempengaruhi pertumbuhan dari sel *Spirulina Plantesis* dan *Botryococcus braunii* seperti kandungan lipida, protein, dan karbohidrat. Pada kondisi di mana kadar nitrogen kecil maka produksi lipida pada sel akan bertambah banyak, keadaan ini biasa disebut *Nitrogen Starvation* (Eugenia J. Olguín et al, 2000).

Baik natrium maupun kalium diperlukan oleh sel mikroalga untuk mempertahankan / meningkatkan tekanan osmotik dalam sel. Dalam hal ini kalium lebih efektif dalam menjalankan fungsi tersebut. Selain itu, ternyata kalium juga berfungsi sebagai kofaktor dari enzim-enzim yang terdapat dalam sel dan berperan dalam sintesis protein. Sedangkan natrium diperlukan sebagai penyeimbang ion pada regulasi energi. Berdasarkan fungsi-fungsi tersebut, diperkirakan sel lebih memilih untuk memanfaatkan kalium daripada natrium. Penambahan ion K⁺ dan Na⁺ ke dalam kultur dapat meningkatkan salinitas medium. Meskipun alga cukup tahan dalam lingkungan yang salinitasnya tinggi (5%), kemungkinan besar alga akan mati pada tingkat salinitas lebih tinggi dari 5%. pertumbuhan alga akan meningkat karena banyak ion K⁺ yang dimanfaatkan alga. Penambahan bahan yang memiliki kandungan kalium tidak mempengaruhi

salinitas medium karena K^+ dimanfaatkan oleh alga untuk pertumbuhannya sebagai kofaktor enzim seperti yang telah disampaikan sebelumnya. Hal yang sebaliknya, penambahan natrium akan meningkatkan salinitas medium karena banyaknya ion Na^+ di dalam medium yang kurang dimanfaatkan alga. Pada penelitian kali ini, jumlah Na^+ yang ditambahkan relatif sedikit sehingga tidak menyebabkan peningkatan salinitas medium yang berarti. (Panji, 2001)

5. CO_2

Mikroalga memerlukan sumber karbon untuk melakukan fotosintesis. Sekitar 50% berat dari biomassa mikroalga terdiri dari karbon, kecukupan pasokan karbon sangat penting untuk kultur yang baik. Konsentrasi CO_2 alami di udara (0,03%) tidak cukup baik untuk pertumbuhan optimum dari mikroalga. Biasanya dalam kultur mikroalga ditambahkan karbon tambahan terutama dalam bentuk udara yang diperkaya CO_2 . Pertumbuhan *Spirulina Plantesis* diketahui juga terpengaruh oleh konsentrasi CO_2 pada media tumbuhnya. Menurut penelitian diketahui bahwa umumnya konsentrasi optimum untuk pertumbuhan *Spirulina Plantesis* adalah pada konsentrasi 1%. (Pierre et al, 2011)

6. Salinitas

Pada habitat tumbuhnya, pertumbuhan mikroalga sangat dipengaruhi oleh salinitas tergantung dari tempat tumbuh alaminya yaitu di air laut, di air payau, atau di air tawar. *Spirulina Plantesis* pada habitat alaminya hidup di *fresh-water*, sedangkan *Botryococcus braunii* hidup di air payau (Kutzing, 1849). Kadar garam sangat berpengaruh pada pertumbuhan mikroalga khususnya pada tekanan osmotik sel. Jika kadar garam dari media tumbuh tidak sesuai dengan kondisi tumbuh yang mampu ditoleransi oleh mikroalga maka dimungkinkan terjadinya pelepasan substansi dalam sel karena konsentrasi garam yang terlalu rendah atau masuknya medium ke dalam sel karena terlalu tingginya konsentrasi

garam pada media tumbuh. Kadar garam juga berpengaruh terhadap komposisi dan kandungan lipida pada mikroalga khususnya *Spirulina Plantesis*. Diketahui kadar garam optimum untuk tumbuh sekitar 0-35 %, dan yang optimal pada 10 – 20 %. Sedangkan pada *Botryococcus braunii* kadar garam optimum untuk tumbuh sekitar 0,2 M (Qin, 2005).

II.4 Media Kultur

Pada penelitian kali ini menggunakan medium Walne sebagai tambahan pada media tumbuh dari *Botryococcus braunii* dan *Spirulina Plantesis*. Media Walne juga memiliki kandungan unsur-unsur yang serupa hanya terdapat perbedaan pada kandungan ion sulfat. *Botryococcus braunii* dan *Spirulina plantesis* dengan kemampuannya untuk tumbuh pada perairan dengan salinitas sedang bisa ditumbuhkan pada media Walne (BBPBAP Jepara, 2013). Berikut adalah konsentrasi dari masing-masing komposisi pada media Walne, yaitu:

Tabel II.3 Komposisi pada Walne dalam mg per liter

Komposisi	Konsentrasi (mg/liter)
NaNO ₃	100,00
Na ₂ EDTA	45,00
H ₃ BO ₃	33,60
NaH ₂ PO ₄ .2H ₂ O	20,00
FeCl ₃ .6H ₂ O	1,3
MnCl ₂ .4H ₂ O	0,36
Vitamin B1	0,1
Vitamin B12	0,005

(Isnansetyo & Kurniastuty, 1995)

Konsentrasi N dalam NaNO₃ yang tinggi pada media Walne membuat aktivitas metabolisme tetap berlangsung dalam jangka waktu yang optimum. Sehingga pembelahan sel masih terus berlangsung hingga masa puncak pertumbuhannya. Pada media yang kandungan N-nya tercukupi akan mendukung produksi protein, tetapi akan menurunkan sintesis karbohidrat dan

lemak. Nitrogen diperlukan pada proses sintesis asam amino sebagai penyusun protein didalam sel. (Suminto, 2009)

II.5 Jenis Kultur Mikroalga

Kultur mikroalga umumnya dibedakan menjadi tiga jenis yaitu *phototrophic*, *heterotrophic*, dan *mixotrophic*. Secara alamiah, mikroalga tumbuh dengan cara *phototropic*. Sesuai dengan namanya, kultur *phototroph* menggunakan cahaya matahari atau sumber cahaya lain dengan intensitas cahaya yang sebanding sebagai sumber energi dari mikroalga. Pada kultur *phototroph*, sumber karbon yang digunakan adalah sumber karbon anorganik yaitu CO₂.

Kultur *heterotrophic* adalah kultur yang menggunakan karbon organik untuk menghasilkan energi. Dalam kultur ini ketersediaan cahaya baik itu dari matahari ataupun sumber cahaya yang lain tidak begitu diperhatikan seperti pada kultur *phototropic* dan *mixotrophic*. Sedangkan kultur *mixotrophic* merupakan perpaduan antara kultur *heterotrophic* dan *phototropic*. Kultur *mixotrophic* menggunakan cahaya matahari atau sumber cahaya lain sebagai sumber energi dan sumber karbon organik (Zhang dkk., 2011).

Lima manfaat *Spirulina* untuk kesehatan ikan adalah sebagai berikut:

1. *Spirulina* mengandung vitamin dan mineral.
2. *Spirulina* kaya akan muco protein baik untuk kesehatan kulit.
3. Kandungan phycocyanin yang dapat mengurangi obesitas dan membuat ikan menjadi lebih sehat.
4. Kandungan asam lemak yang berguna untuk pertumbuhan organ.
5. *Spirulina* mengandung zat pewarna natural seperti carotenoids.

Spirulina merupakan ganggang biru-hijau yang memiliki kandungan gizi yang bermanfaat bagi kecemerlangan pada ikan. (Mahmud Affendi, 2012)

II.6 Pakan Ikan Bandeng

Pakan berfungsi sebagai sumber energi bagi kehidupan, pertumbuhan, dan reproduksi ikan. Melalui proses metabolisme, pakan akan dicerna menjadi energi bagi ikan untuk melakukan aktivitasnya. Pemberian pakan haruslah dapat dikonsumsi ikan secara utuh sehingga pakan tidak ada yang terbuang.

Bahan baku utama dalam penyusunan pakan ikan adalah tepung ikan, karena tepung ikan merupakan bahan baku utama sumber protein dalam pakan ikan. Namun, saat ini produksi tepung ikan lokal baru dapat memenuhi 60-70% dari kebutuhan dengan kualitas dan kuantitas yang berfluktuatif. Oleh karena itu diperlukan penelitian yang mendalam terhadap berbagai bahan baku alternatif pengganti tepung ikan. Suatu bahan yang dapat digunakan sebagai bahan baku pakan harus memenuhi persyaratan tertentu, yaitu mempunyai nilai gizi yang tinggi, tersedia dalam jumlah melimpah dan kontinyu. (Mudjiman, 2004)

Bandeng biasanya dipelihara di tambak dengan benih yang dikumpulkan dari alam di dekat-dekat pantai atau muara sungai. Pakan alami bandeng adalah plankton. Bandeng sering digolongkan ke dalam pemakan tanaman (herbivora) dan pemakan plankton. Ketika masih berukuran larva sampai berbentuk nener, bandeng tergantung pada fitoplankton dan zooplankton. Pada saat dipelihara di tambak, dalam stadia juvenil maupun dewasa, bandeng lebih banyak memakan alga hijau dan alga biru serta jenis-jenis tanaman air tingkat rendah lainnya.

Pada umumnya pakan buatan ikan bandeng memiliki komposisi nutrisi pakan sebagai berikut : protein 19 – 22 % ; kadar air (max) 10 % ; lemak (min) 5 % ; serat kasar (max) 8 % dan kadar abu (max) 15 %. Pemberian pakan buatan sangat tergantung pada kelimpahan pakan alami dan padat yang diberikan di tambak. Pakan buatan diberikan apabila pakan alami sudah tidak lagi menunjang pertumbuhan bandeng yang dipelihara. Apabila pemberian pakan buatan dianggap perlu maka dapat dilaksanakan 2 kali sehari yaitu pagi dan sore hari

dengan jumlah berkisar 50 – 100 % dari berat total ikan yang dipelihara. Pakan untuk stadia larva sebaiknya berupa tepung, untuk juvenil berupa remah, dan untuk dewasa berupa pelet.

II.7 Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu mengenai mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Braunii*. Penelitian-penelitian tersebut meliputi pengaruh variabel dan pemanfaatan mikroalga tersebut sebagai bahan alternatif. Penelitian – penelitian tersebut antara lain:

1. Dewi Sussana, Zakianis, Ema Hermawanti, dan Haryo Kuntoro Adi., 2007, *Pemanfaatan Spirulina Platensis sebagai Suplemen Protein Sel Tunggal (PST) Mencit (Mus musculus)*, 11 (2007) 44-49. Penelitian ini secara umum mempertlihatkan bahwa berat badan baik pada kelompok control maupun kelompok perlakuan dengan kadar *Spirulina Platensis* 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% mulai hari pertama sampai hari kedua belas. Pada hari ke-13 seluruh mencit mulai mengalami penurunan berat badan dan puncak penurunan berat badan pada hari ke-14 dan kenaikan berat badan lagi pada hari ke-15. Hal ini berarti bahwa pakan mencit, baik pelet maupun berbagai konsentrasi biomassa kering *Spirulina Platensis* mempunyai pengaruh pada kenaikan berat badan mencit yang sama, namun kenaikan pada berat badan mencit kontrol adalah paling kecil. Pemanfaatan *Spirulina Platensis* hanya efektif sampai hari ke-14.
2. Ricky Suranta Barus, Syammaun Usman, Nurmatias., 2011, *Pengaruh Konsentrasi Spirulina Platensis pada Pakan terhadap Peningkatan Warna Ikan Mas Koki (Carassius auratus)*, 198 (2011) 82-93. Pemberian *Spirulina Platensis* dapat merubah warna dan mempengaruhi pertumbuhan ikan mas koki. Penambahan *Spirulina Platensis* pada pakan dengan dosis 3% menghasilkan tingkat perubahan warna yang lebih optimal dan efektif bila dibandingkan dengan dosis lainnya.

3. Eduardo Bittencourt Sidney, Willerson Sturm, Julio Cesar de Carvalho, Vanete Thomaz-Soccol., 2010, *Potential Carbon Dioxide Fixation By Industrially Important Microalgae*, Bioresource Technology, 5892-5896. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan CO₂ tetap yang akan dikulturkan ke mikroalgae. Tujuannya untuk menganalisa parameter pertumbuhan, media mengkulturkan, komposisi biomassa, dan produktivitas serta keseimbangan nutrisi yang dihasilkan. Mikroalgae yang digunakan adalah *Dunaliella tertiolecta*, *Chlorella Vulgaris*, *Spirulina Platensis*, dan *Botryococcus Braunii*. Kecepatan alir CO₂ ditentukan oleh sistem yang dikembangkan di lab. penelitian. *Botryococcus Braunii* diberikan CO₂ tetap dengan kecepatan tertinggi kemudian *Spirulina Platensis*, *Dunaliella tertiolecta*, dan *Chlorella Vulgaris*. CO₂ tetap digunakan untuk pertumbuhan biomassa mikroalgae. Consumption rate N, P, K, dan Mg dari mikroalgae dianalisa. Komposisi biomassa menunjukkan tingginya protein dan lipid, terutama pada *Dunaliella tertiolecta* dan *Botryococcus Braunii*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Limbah Industri Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS dengan menggunakan mikroalga dari laboratorium BBPBAP Jepara dan air laut dari PT. PLTU Grati.

III.1 Kondisi Operasi dan Variabel

- Kondisi Operasi

1. Kondisi tumbuh *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii* dalam penelitian
Suhu operas = 27°C
Intensitas cahaya = ± 10.000 lux dengan fluorescent lamp @ 36 watt (2600 lux)
pH = ± 7
2. Konsentrasi CO₂ yang dialirkan yaitu 15%.
3. Walne diberikan pada awal pengkulturan mikroalga sebanyak 1 ml/L larutan alga.
4. Air laut yang digunakan didapat dari PT. PLTU Grati, Pasuruan, Jawa Timur.

- Variabel

1. Larutan mikroalga dengan salinitas yang berbeda, masing-masing perbandingan volume air laut dengan air tawar = 1:5, 1:10, dan 1:15.
2. Konsentrasi nitrogen (KNO₃) yang dilarutkan = 0,0001%, 0,0002%, 0,0003%, dan 0,6%.
3. Jenis mikroalga yang digunakan dalam percobaan = *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii*.

- Variabel Respon

1. Peningkatan jumlah sel pada *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii*.
2. Peningkatan berat kering pada *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii*.

3. Peningkatan kandungan protein pada *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii*.

III.2 Besaran yang Diukur

Selama proses penelitian pengaruh pertumbuhan ikan bandeng pada *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii* dengan media air laut dari PT. PLTU Grati dan dilakukan pengukuran beberapa besaran sebagai berikut :

1. Pertumbuhan alga (jumlah sel) yang digunakan dalam penelitian diukur setiap hari selama 7 hari
2. Berat kering mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii* setelah dikulturkan selama 7 hari
3. Kandungan protein masing-masing mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii*

III.3 Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Beaker glass
2. Aerator
3. Selang
4. Lampu fluorescent 36 watt
5. Cawan porselin
6. Tabung sentrifuge
7. Alat sentrifuge
8. Hotplate
9. Neraca analitik
10. Pipet ukur
11. Tabung CO₂
12. Regulator
13. Pressure Gauge
14. Rotameter

III.4 Bahan yang Digunakan

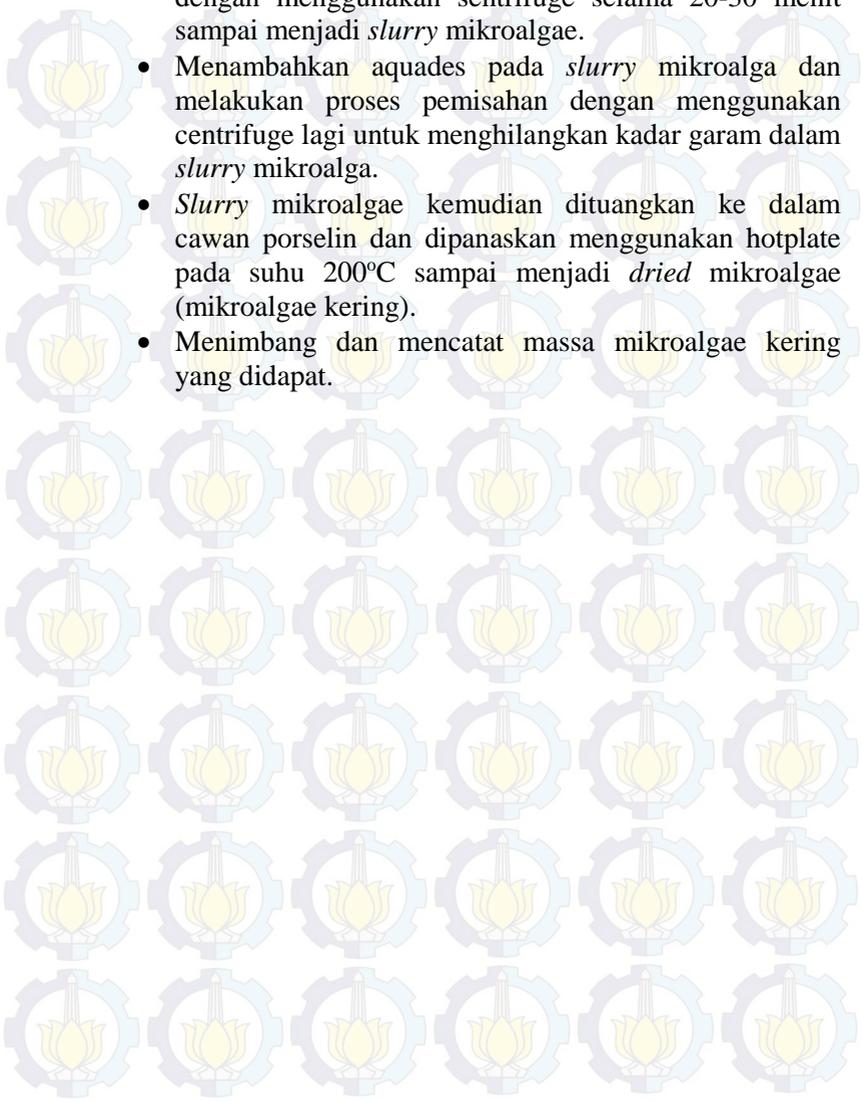
Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii*

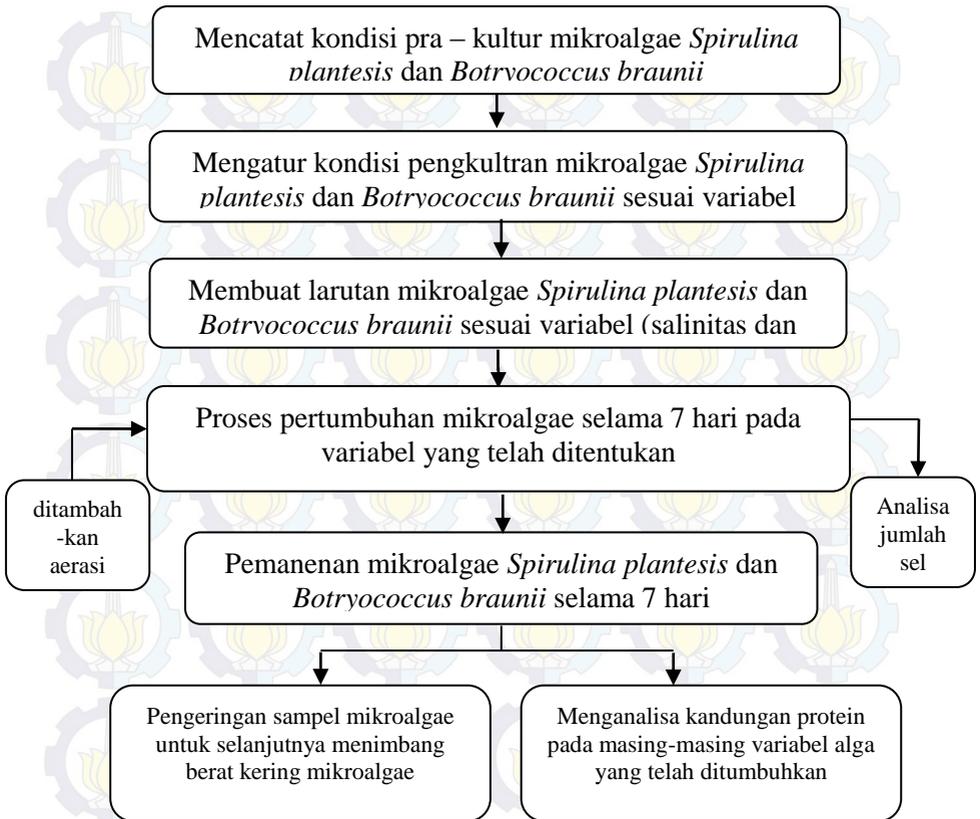
2. Air laut dari PT. PLTU Grati
3. Sumber nutrisi (KNO_3)
4. Walne
5. Gas CO_2

III.5 Prosedur Penelitian

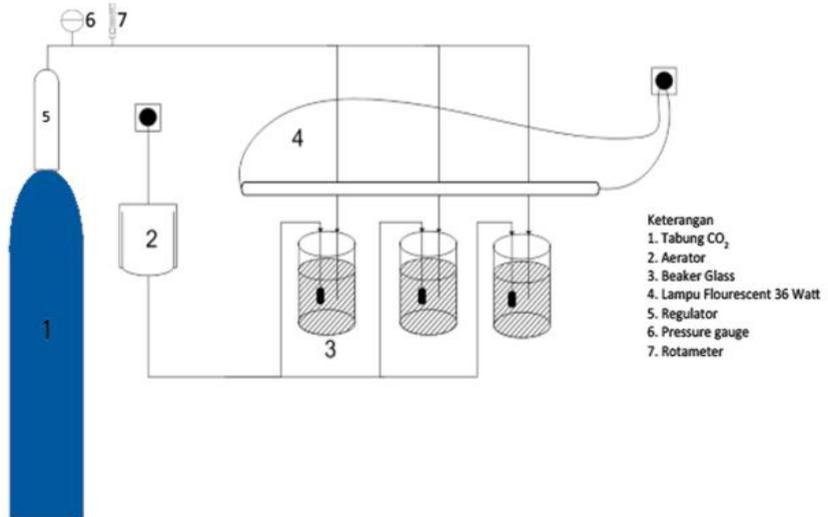
1. Prosedur pra - kultur meliputi :
 - Mencatat detail kondisi awal pengulturan mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii* yang akan dibiakan.
2. Prosedur kultur mikroalga meliputi :
 - Memasukkan 250 ml mikroalga pada 750 ml air yang disalinitas sesuai variabel ke dalam masing-masing kolam pengulturan.
 - Mengatur salinitas media yang akan digunakan sebagai media kultur sesuai dengan variabel yang telah diberikan.
 - Mengatur sistem pencahayaan dengan lampu fluorescent 36 watt yang diletakkan di atas kolam pengulturan.
 - Mengatur kadar nutrisi (KNO_3), sesuai dengan variabel yang telah diberikan.
 - Menambahkan walne sebanyak 1 ml per liter media kultur ke masing – masing kolam yang telah diberi mikroalga.
 - Mengatur sistem aerasi dan CO_2 yang ditambahkan ke masing – masing kolam pengulturan.
 - Media kultur dibiarkan, diamati pertumbuhannya, dan dihitung jumlah selnya kemudian dilakukan penimbangan berat kering alga sesuai dengan *range* waktu yang telah ditentukan.
3. Prosedur penimbangan mikroalga meliputi :
 - Mengambil sampel mikroalga sebanyak 15 ml.

- 
- Melakukan proses pemisahan mikroalga dalam kultur dengan menggunakan sentrifuge selama 20-30 menit sampai menjadi *slurry* mikroalga.
 - Menambahkan aquades pada *slurry* mikroalga dan melakukan proses pemisahan dengan menggunakan centrifuge lagi untuk menghilangkan kadar garam dalam *slurry* mikroalga.
 - *Slurry* mikroalga kemudian dituangkan ke dalam cawan porselin dan dipanaskan menggunakan hotplate pada suhu 200°C sampai menjadi *dried* mikroalga (mikroalga kering).
 - Menimbang dan mencatat massa mikroalga kering yang didapat.

III.6 Diagram Alir Percobaan



III.7 Skema Peralatan

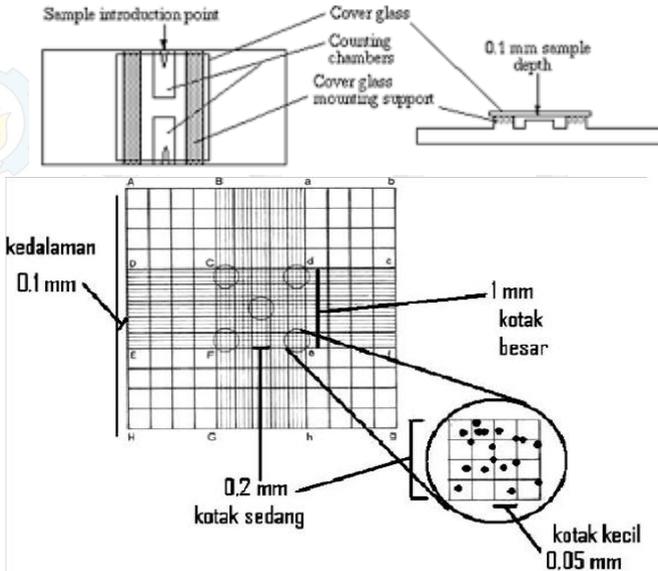


Gambar III.1 Rangkaian Alat Pengukuran Mikroalgae

III.8 Teknik Analisis

A. Analisa Jumlah Sel Mikroalgae

Pada metode perhitungan jumlah sel dengan metode *counting chamber* ini alat yang digunakan adalah hemasitometer. Hemasitometer merupakan alat untuk menghitung sel secara cepat pada larutan dengan konsentrasi yang rendah. Hemasitometer ini terdiri dari dua *chamber*, dimana masing-masing terbagi atas 9 area (1,0 mm x 1,0 mm) satuan luas dan terpisahkan oleh tiga garis. Luas area masing - masing 1 mm². Deck glass digunakan untuk menutup bagian atas dengan ketebalan 0,1 mm. Hemasitometer diletakkan diatas tempat objek pada dan digunakan untuk menghitung jumlah suspensi sel. Berikut ini adalah gambar hemasitometer:



Gambar III.2 Hemasitometer

Alat yang digunakan :

1. Mikroskop
2. Hemasitometer
3. Deck glass
4. Pipet mata
5. Tabung reaksi

Bahan yang digunakan :

1. Larutan sampel
2. Aquades

Prosedur yang dilakukan :

1. Mengambil 1 ml mikroalgae dan menambahkan 9 ml aquades, disebut pengenceran 10x.
2. Mengocok larutan dengan memutar tabung reaksi perlahan diantara kedua telapak tangan agar merata.
3. Meneteskan larutan tersebut dengan menggunakan pipet mata pada hemasitometer dan menutup dengan deck glass

4. Menghitung jumlah sel dengan mikroskop dan mencatatnya.

B. Analisa Berat Mikroalga

Analisis yang digunakan adalah untuk mengetahui pengaruh salinitas dan nitrogen pada pertumbuhan mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii* dengan metode penimbangan berat mikroalga dalam sampel dari beberapa variabel.

Alat yang digunakan :

1. Pipet ukur
2. Cawan porselin
3. Tabung sentrifuge
4. Alat sentrifuge
5. Hotplate
6. Neraca analitik

Bahan yang digunakan :

1. Larutan sampel
2. Aquades

Prosedur yang dilakukan :

1. Mengambil sampel (larutan algae) sebanyak 15 ml dengan pipet ukur dan memindahkan ke dalam tabung sentrifuge.
2. Mensentrifuge tabung berisi sampel selama 20-30 menit sehingga menghasilkan *slurry* mikroalga.
3. Menambahkan aquades pada *slurry* mikroalga dan melakukan proses pemisahan dengan melakukan sentrifuge lagi untuk menghilangkan kadar garam dalam *slurry* mikroalga.
4. *Slurry* mikroalga kemudian dituangkan ke dalam cawan porselin dan dipanaskan menggunakan hot plate pada suhu 200°C menjadi *dried* mikroalga (mikroalga kering).
5. Menimbang dan mencatat massa mikroalga kering yang didapat.

C. Analisa Protein Mikroalga

Analisa yang digunakan adalah untuk mengetahui pengaruh salinitas dan nitrogen pada protein mikroalga *Spirulina*

platensis dan *Botryococcus braunii* dengan metode Kjeldahl. Mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii* yang telah dikulturkan selama 7 hari dan mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii* sebelum dikulturkan diambil sampelnya sebanyak 100 ml untuk selanjutnya dianalisa kadar proteinnya di Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya.

III.9 Pengolahan Data

Setelah didapat data-data dari hasil pengulturan berupa berat kering hari ke-0, berat kering hari ke-7, dan jumlah sel selama 7 hari maka dilakukan perhitungan dengan langkah-langkah pengolahan data sebagai berikut :

a. Menghitung Yield Mikroalga

Setelah dikulturkan selama 7 hari, mikroalga tersebut diambil sampelnya untuk kemudian ditimbang berat keringnya. Setelah didapat berat kering mikroalga tersebut maka dapat dihitung yield mikroalga dengan menggunakan persamaan :

$$Yield = \frac{\text{berat kering pada 7 hari}}{\text{berat kering pada 0 hari}}$$

dimana berat kering pada 7 hari yaitu produk mikroalga yang dihasilkan selama pengulturan, didapat dari berat kering sampel mikroalga pada hari ke-7 dikurangi berat kering pada hari ke-0.

b. Menghitung Jumlah Sel dengan Counting Chamber

Perhitungan *counting chamber* dengan menggunakan mikroskop dilakukan sebanyak 3 kali run dengan masing-masing run menghitung banyak mikroalga pada 5 kotak sedang (a,b,c,d, dan e) yang tersebar secara merata pada kotak besar sehingga didapatkan jumlah sel total untuk setiap kotak sedang. Dari jumlah sel total ini didapatkan jumlah sel rata-rata.

$$Jumlah\ sel\ rata - rata = \frac{Jumlah\ sel\ total}{Jumlah\ run}$$

Jumlah sel rata-rata kemudian dikalikan dengan luas 1 kotak besar, yang berisi 25 kotak sedang, dengan luas 1 mm² yang dikalikan dengan kedalaman 0,1 mm sehingga didapat volume kotak besar.

$$\text{Jumlah sel mikroalgae} = \text{Jumlah sel rata rata} \times \frac{25 \text{ kotak}}{1 \text{ mm}^2 \times 0,1 \text{ mm}}$$

Kemudian mengkovर्सinya hingga didapat jumlah sel per ml sampel. Karena pada penghitungan jumlah sel dilakukan pengenceran 10 kali maka perlu dikalikan dengan faktor pengenceran hingga didapat jumlah sel per ml sampel yang sebenarnya.

$$\text{Jumlah sel pada sampel} = \text{Jumlah sel mikroalgae} \times \frac{1 \text{ mm}^3}{10^{-3} \text{ ml}} \times \text{faktor pengenceran}$$

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rate pertumbuhan mikromikroalgae *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii* dengan variabel KNO_3 terlarut, salinitas yang berbeda-beda dan kadar CO_2 15% , mengetahui kandungan protein yang dihasilkan mikroalgae *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Brauni* sesuai variabel, serta mengetahui yield mikroalgae *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii*.

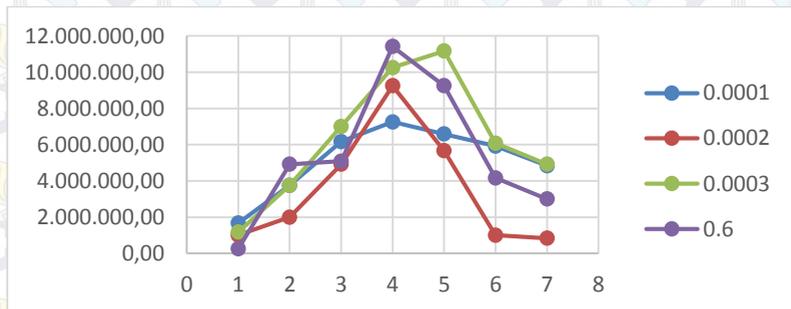
Proses penelitian ini dilakukan dalam 3 tahap, yaitu tahap pra-kultur, kultur, dan pemrosesan. Pada tahap pra-kultur, mencatat kondisi detail kondisi dan proses pembibitan mikroalgae *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Braunii* di laboratorium BBPBAP Jepara. Setelah tahap ini, kemudian dilakukan tahap kultur. Pada tahap ini *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Braunii* dikembangbiakan dengan menggunakan perbandingan air tawar dan air laut yang sama, selama pengkulturan mikroalgae diberi nutrisi berupa walne sebanyak 1 ml walne per 1 liter mikroalgae yang akan dikultur. Tahap selanjutnya adalah tahap pemrosesan dimana mikroalgae *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Braunii* dikembangbiakan dengan salinitas air laut dan air tawar dengan variabel salinitas 1:5, 1:10 dan 1:15 dimana 1 adalah air laut. Tujuan menggunakan varibel salinitas untuk mengetahui di lingkungan air tawar atau asin kondisi yang paling baik untuk mikroalgae *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Braunii* berkembang biak. Selama pengkulturan, mikroalgae diberi nitrogen (KNO_3) sebanyak 0,0001%, 0,0002% ,0,0003% dan 0,6%, serta penambahan CO_2 sebesar 15 % dari limbah PT PLTU Grati.

Setelah itu dilakukan pengamatan jumlah sel saat hari pertama sampai hari ke-7 dan panen hari ke-7, menghitung yield dari berat kering mikroalgae hari ke – 7 dan berat kering awal. Serta analisis kadar protein pada hari ke-7.

IV.1 Penelitian *Spirulina Platensis*

IV.1.1 Pengaruh Variabel terhadap Jumlah Sel

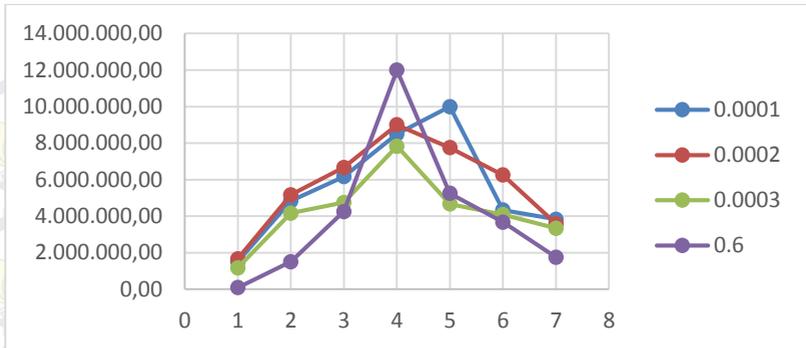
Pengamatan jumlah sel dengan metode *counting chamber* untuk mikromikroalga spesies *Spirulina Platensis*, jika ditinjau dari 2 variabel, yaitu KNO_3 dan Salinitas, didapat hasil sebagai berikut :



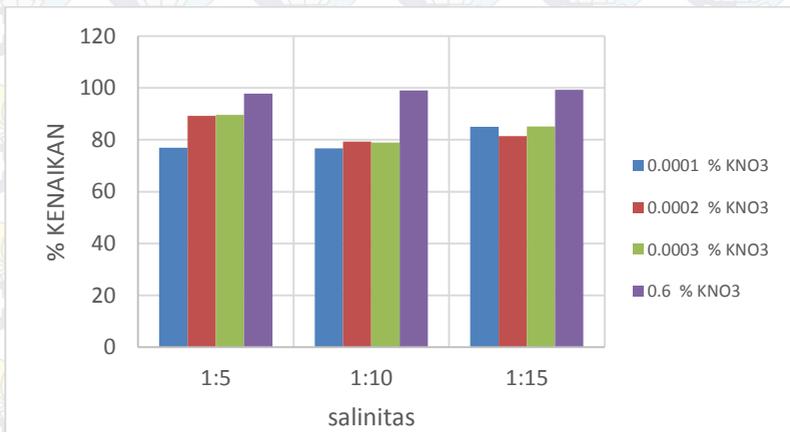
Gambar IV.1.1 Pengaruh KNO_3 terhadap pertumbuhan jumlah sel (salinitas 1:5)



Gambar IV.1.2 Pengaruh KNO_3 terhadap pertumbuhan jumlah sel (salinitas 1:10)



Gambar IV.1.3 Pengaruh KNO₃ terhadap pertumbuhan jumlah sel (salinitas 1:15)



Gambar IV.1.4 Grafik Persen Kenaikan Jumlah Sel *Spirulina Platensis*

Dari grafik – grafik diatas, menunjukkan bahwa KNO₃ dapat memberikan pengaruh terhadap jumlah sel. Hubungan antara penambahan KNO₃ dengan peningkatan jumlah sel adalah berbanding lurus. Semakin besar KNO₃ yang ditambahkan, semakin banyak jumlah selnya.

Dari grafik IV.1.1, IV.1.2 dan IV.1.3 diatas, menunjukkan bahwa salinitas mempengaruhi rata-rata jumlah sel dari mikroalga

dimana salinitas 1:5 memiliki jumlah sel pada puncak pertumbuhan terbanyak dibandingkan dua variabel salinitas yang lain. Maka pada kondisi salinitas tinggi mikroalgae *Spirulina Platensis* memiliki jumlah sel terbesar. Pada salinitas 1:5 yang menunjukkan jumlah sel terbesar adalah pada saat penambahan KNO_3 0,6% sebanyak 11.416.667 sel/ml, pada salinitas 1:10 yang memiliki jumlah sel terbanyak pada saat penambahan KNO_3 0,0002% yaitu sebanyak 11.666.666,67 sel/ml, sedangkan pada salinitas 1:15 yang memiliki jumlah sel terbanyak pada saat penambahan KNO_3 0,6% yaitu sebanyak 12.000.000 sel/ml. ketiga grafik di atas menunjukkan bahwa semakin besar penambahan KNO_3 maka semakin besar jumlah sel dari mikroalgae tersebut seperti terlihat pada grafik IV.1.1 dan IV.1.3 dimana pada penambahan KNO_3 0,6 % yang memiliki jumlah sel yang besar, hasil dari kedua grafik tersebut sesuai dengan literatur dimana semakin besar penambahan nitrogen maka jumlah sel dan kepadatan dari mikroalgae meningkat. Hal ini dikarenakan nitrogen merupakan salah satu sumber zat hara yang dibutuhkan untuk meningkatkan kepadatan mikroalgae. (Nindri,2014).

Sedangkan hasil pada grafik IV.1.2 berbeda dengan literatur dimana yang memiliki jumlah sel terbesar adalah pada saat penambahan KNO_3 0,0002 %, hal ini dikarenakan error saat penghitungan counting chamber ada sel yang tidak terhitung.

Jika dilihat dari variabel salinitas, maka yang menghasilkan jumlah sel terbesar dari ketiga grafik tersebut adalah pada salinitas tinggi yaitu salinitas 1:15, maka semakin tinggi salinitasnya jumlah sel semakin kecil jumlah sel nya, hal ini sesuai literatur dimana semakin tinggi kadar garam pada saat pengkulturan mikroalgae semakin kecil pertumbuhan jumlah sel dari mikroalgae. (Pierre, 2011)

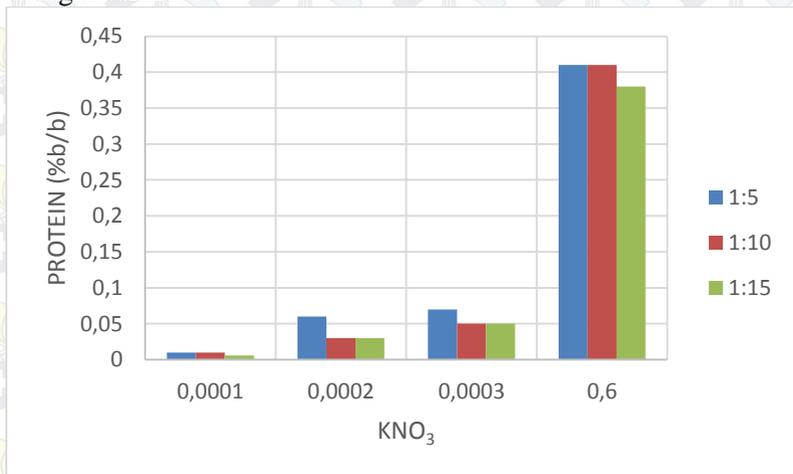
Dari tiga grafik diatas menunjukkan bahwa rata-rata jumlah sel yang paling banyak adalah saat kondisi nitrogen 0,6% KNO_3 . Sedangkan kondisi jumlah sel yang paling optimum terjadi saat dilakukan penambahan CO_2 sebanyak 15%, dan salinitas 1:15 yaitu sebesar 12.000.000 sel/ml.

Pada grafik persen kenaikan menunjukkan semakin besar KNO_3 yang ditambahkan semakin besar persen kenaikan jumlah selnya, pada penambahan KNO_3 0,6 % kenaikan jumlah selnya cukup besar dibandingkan tiga variabel lainnya. Hal ini dikarenakan nitrogen membantu pertumbuhan dari mikroalgae.

Berdasar literatur, kondisi optimum tumbuh *Spirulina Platensis* adalah pada 0,5-1 M salinitas (Qin, 2005), kadar KNO_3 0,03% (Pioreck et al, 2011) dan kadar CO_2 15% (Yaming et al, 2011).

IV.1.2 Pengaruh Variabel terhadap Kadar Protein

Pengamatan kadar protein disini digunakan metode khjedal. Untuk mikromikroalgae spesies *Spirulina Platensis*, jika ditinjau dari 2 variabel, yaitu KNO_3 dan salinitas, didapat hasil sebagai berikut :



Gambar IV.1.5 grafik pengaruh KNO_3 terhadap kadar protein mikroalgae *Spirulina Platensis*

Dari grafik diatas, menunjukkan bahwa KNO_3 dapat memberikan pengaruh terhadap kadar protein. Hubungan antara penambahan KNO_3 dengan peningkatan kadar protein adalah berbanding lurus. Semakin besar KNO_3 yang ditambahkan,

semakin banyak kadar proteinnya. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata kadar protein yang paling banyak adalah saat penambahan KNO_3 sebanyak 0,6% dimana kadar protein mikroalga sebesar 0,41% saat salinitas 1:5 dan 1:10 dan CO_2 15 %. Maka mikroalga *Spirulina Platensis* memiliki kadar protein yang tinggi saat salinitas paling tinggi dan kadar KNO_3 besar. Hal ini sesuai dengan literatur dimana semakin besar nitrogen yang ditambahkan pada mikroalga maka semakin tinggi kadar proteinnya karena nitrogen merupakan unsur penting dalam pembentukan protein. (Nindri,2014).

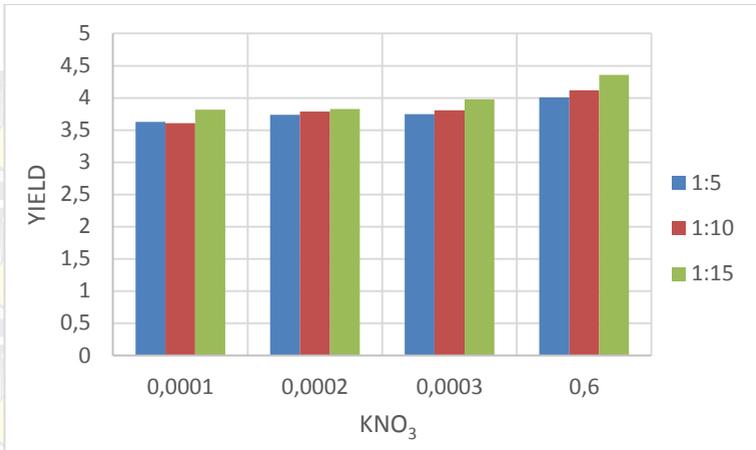
Protein pada grafik merupakan hasil protein alga yang dikurangi dengan protein pada air blanko, dimana air blanko merupakan salinitas air tawar dan air laut, KNO_3 dan nutrisi walne. Pengurangan protein alga dengan air blanko ini bertujuan agar didapatkan hasil protein murni dari alga tanpa air salinitas dan nutrisi.

Sedangkan perbedaan salinitas dapat memberikan pengaruh terhadap kadar protein. Hubungan antara penambahan salinitas dengan peningkatan kadar protein adalah berbanding lurus. Semakin tinggi salinitas pada air yang digunakan untuk pengkulturan mikroalga, semakin besar kadar proteinnya. Hal ini sesuai dengan literatur dimana peningkatan salinitas dengan nitrogen normal menghasilkan kandungan protein total meningkat. (Nindri,2014)

Dari grafik diatas dapat menunjukkan bahwa kadar protein yang paling banyak adalah saat salinitas 1:5. Sedangkan kondisi kadar protein yang paling optimum terjadi saat dilakukan penambahan KNO_3 0,6%, kondisi CO_2 15%, dan salinitas 1:5 yaitu sebesar 0.41%.

IV.1.3 Pengaruh Variabel terhadap Yield

Penghitungan yield dengan menghitung berat kering awal dan berat kering akhir dari mikroalga untuk mikromikroalga spesies *Spirulina Platensis*, jika ditinjau dari 2 variabel, yaitu KNO_3 dan salinitas, didapat hasil sebagai berikut :

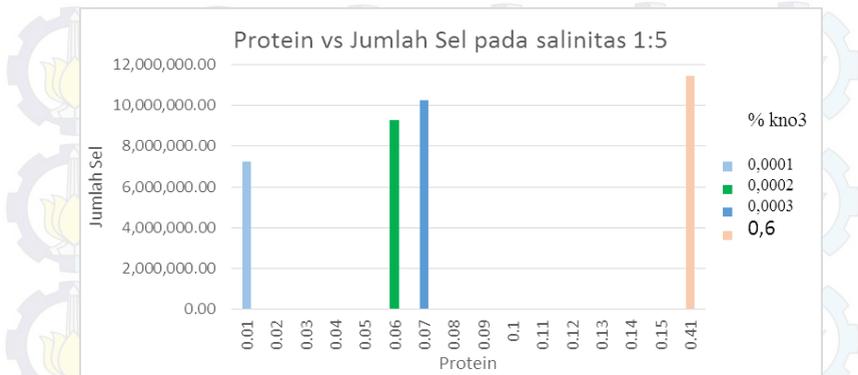


Gambar IV.1.6 Grafik Pengaruh KNO₃ terhadap Yield *Spirulina Platensis*.

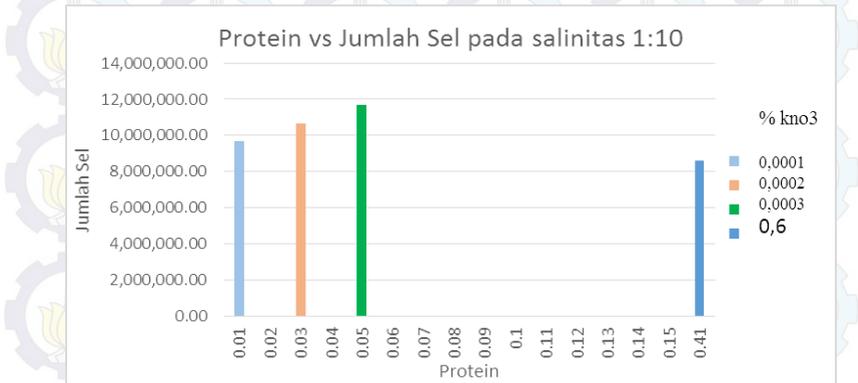
Dari grafik diatas, menunjukkan bahwa KNO₃ dapat memberikan pengaruh terhadap besarnya yield. Hubungan antara penambahan KNO₃ dengan besarnya yield adalah berbanding lurus. Semakin besar KNO₃ yang ditambahkan, semakin banyak yield yang dihasilkan. Dari dua grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata nilai yield yang paling banyak adalah saat penambahan KNO₃ sebanyak 0,6% dimana nilai yield mikroalgae sebesar 4.36 saat salinitas 1:15 dan CO₂ 15 %. Hal ini sesuai dengan literatur dimana semakin besar nitrogen yang ditambahkan maka semakin padat mikroalgae yang dihasilkan. (Nindri,2014).

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa salinitas dapat memberikan pengaruh terhadap besarnya yield. Hubungan antara salinitas dengan besarnya yield adalah berbanding terbalik. Semakin tinggi salinitas air yang digunakan untuk pengkulturan, semakin kecil yield yang dihasilkan. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata nilai yield yang paling banyak adalah saat salinitas 1:15 dimana nilai yield mikroalgae sebesar 4.36 dan CO₂ 15 %. Maka mikroalgae *Spirulina platensis* menghasilkan yield yang besar saat kondisi salinitas paling rendah.

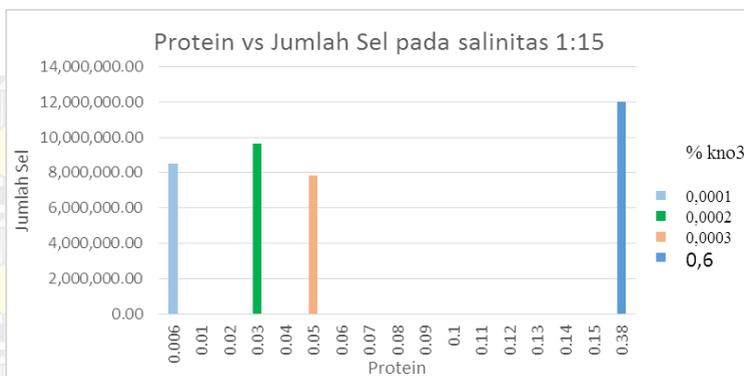
IV.1.4 Hubungan Jumlah sel dan Protein



Gambar IV.1.7 Grafik Hubungan Protein dengan Jumlah Sel pada Salinitas 1:5



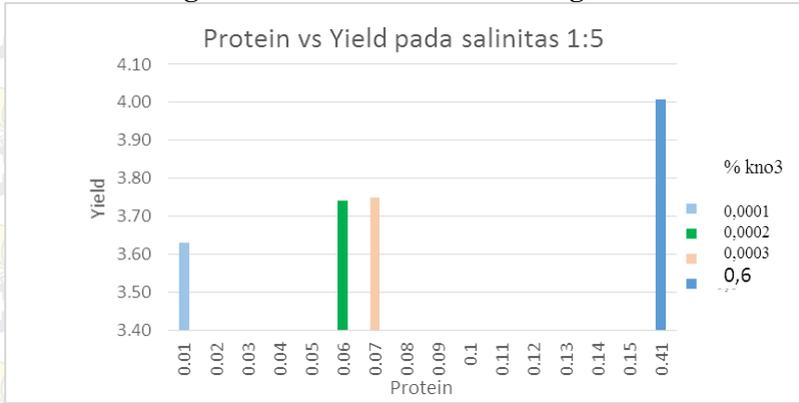
Gambar IV.1.8 Grafik Hubungan Protein dengan Jumlah Sel pada Salinitas 1:10



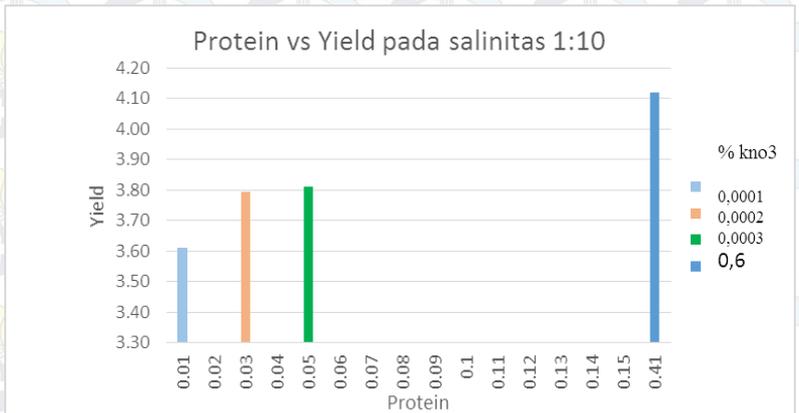
Gambar IV.1.9 Grafik Hubungan Protein dengan Jumlah Sel pada Salinitas 1:15

Pada ketiga grafik diatas menunjukkan hubungam antara jumlah sel dan protein, menurut literatur semakin besar penambahan nitrogen maka akan meningkatkan pertumbuhan *Spirulina Platensis* dan semakin besar pula kadar proteinnya karena nitrogen merupakan unsur hara pembentuk protein. Maka seharusnya semakin besar jumlah sel semakin besar pula kadar protein yang terkandung. Pada grafik 4.1.7 menunjukkan hasil yang sesuai dengan literatur, sedangkan untuk grafik IV.1.8 pada KNO_3 0,6 % memiliki kadar protein yang paling tinggi namun jumlah selnya relative rendah disbanding tiga variabel KNO_3 lainnya. Pada grafik IV.1.9 jumlah sel cenderung turun di KNO_3 0,0003 % dan naik kembali di KNO_3 0,6%, untuk kadar proteinnya relative naik. Perbedaan dua grafik tersebut dengan literatur dikarenakan beberapa hal salah satunya kesalahan saat menghitung menggunakan counting chamber ada sel yang tidak terhitung selain itu dapat juga disebabkan oleh tingginya kadar logam dalam air yang digunakan untuk pengkulturan mikroalgae, dimana logam berat dalam air dapat mengurangi klorofil pada mikroalgae sehingga mengganggu proses pertumbuhan mikroalgae.

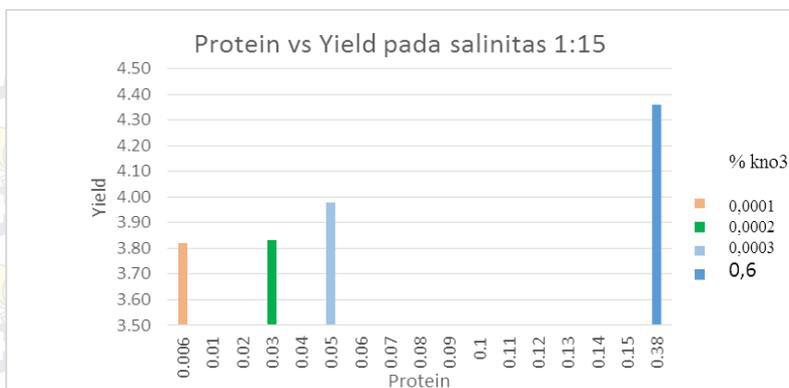
IV.1.5 Hubungan Yield dan Protein Mikroalgae



Gambar IV.1.10 Grafik Hubungan Protein dengan Yield pada Salinitas 1:5



Gambar IV.1.11 Grafik Hubungan Protein dengan Yield pada Salinitas 1:10



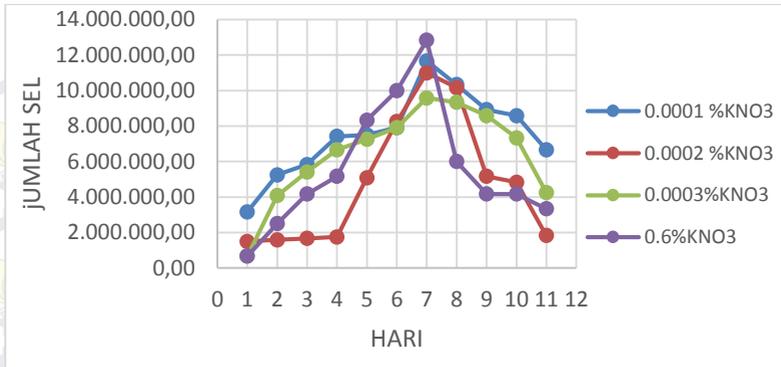
Gambar IV.1.12 Grafik Hubungan Protein dengan Yield pada Salinitas 1:15

Pada ketiga grafik diatas menunjukkan hubungan antara protein dengan yield, dari ketiga grafik tersebut terlihat bahwa semakin besar nilai yield semakin besar pula kadar protein yang terkandung. Hal ini sesuai dengan literatur dimana semakin besar KNO_3 yang ditambahkan semakin besar pula nilai yield dan protein. Maka semakin besar yield kadar proteinnya pun tinggi.

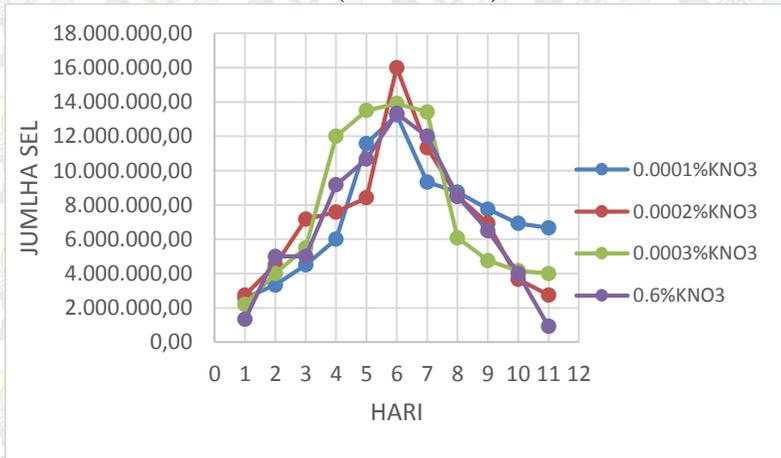
IV.2 Penelitian *Botryococcus braunii*

IV.2.1 Pengaruh Variabel terhadap Jumlah Sel

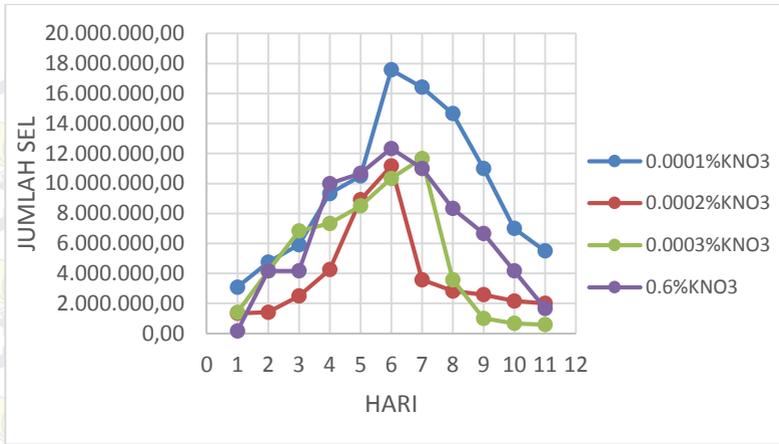
Pengamatan jumlah sel dengan metode *counting chamber* untuk mikromikroalgae spesies *Botryococcus braunii*, jika ditinjau dari 3 variabel, yaitu KNO_3 dan Salinitas, didapat hasil sebagai berikut :



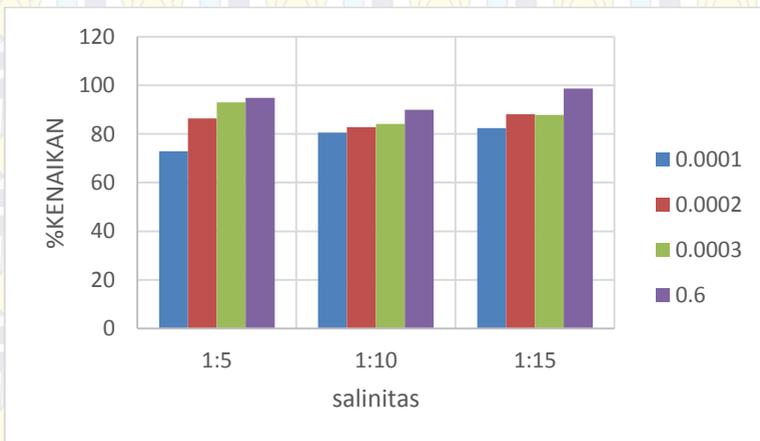
Gambar IV.2.1 Pengaruh KNO₃ Terhadap Pertumbuhan Jumlah Sel (Salinitas 1:5)



Gambar IV.2.2 Pengaruh KNO₃ Terhadap Pertumbuhan Jumlah Sel (Salinitas 1:10)



Gambar IV.2.3 Pengaruh KNO₃ Terhadap Pertumbuhan Jumlah Sel (Salinitas 1:15)



Gambar IV.2.4 Grafik Persen Kenaikan Jumlah Sel *Botryococcus Braunii*

Dari grafik – grafik diatas, menunjukkan bahwa KNO₃ dapat memberikan pengaruh terhadap jumlah sel. Hubungan antara penambahan KNO₃ dengan peningkatan jumlah sel adalah berbanding lurus. Semakin besar KNO₃ yang ditambahkan,

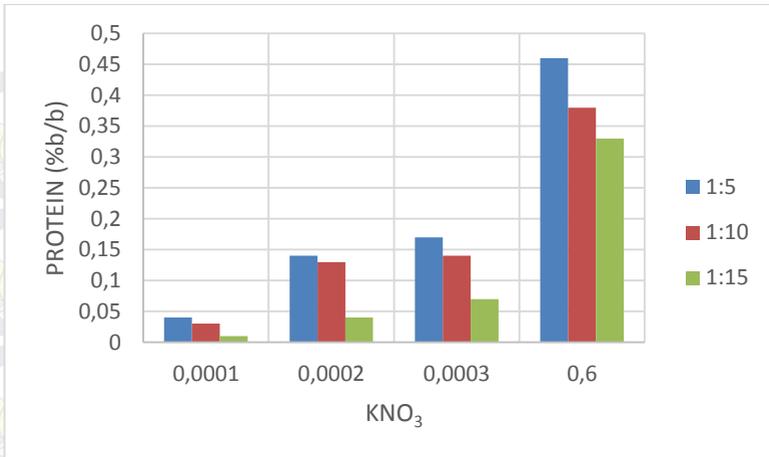
semakin banyak jumlahnya. Seperti pada grafik IV.2.1 dimana yang memiliki jumlah sel paling besar pada saat penambahan KNO_3 0,6%, hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa nitrogen merupakan sumber unsur hara yang membantu pertumbuhan mikroalga. Untuk grafik IV.2.2 dan grafik IV.2.3 memiliki hasil yang berbeda dengan literatur dimana pada grafik IV.2.2 jumlah sel yang terbesar pada saat penambahan KNO_3 0,0002%, dan grafik IV.2.3 pada saat penambahan KNO_3 0,0001%. Perbedaan dengan literatur ini disebabkan error saat penghitungan counting chamber ada sel yang tidak terhitung.

Dari tiga grafik diatas dapat menunjukkan bahwa rata-rata jumlah sel yang paling banyak adalah saat kondisi nitrogen 0,0001% KNO_3 . Sedangkan kondisi jumlah sel yang paling optimum terjadi saat dilakukan penambahan CO_2 sebanyak 15%, dan 0,0001% KNO_3 , yaitu sebesar 17.583.333 sel/ml. Seharusnya yang jumlah sel nya terbanyak pada saat penambahan KNO_3 0,6%, karena berdasarkan literatur semakin besar nitrogen yang ditambahkan semakin besar jumlahnya.

Pada grafik persen kenaikan menunjukkan semakin besar KNO_3 yang ditambahkan semakin besar persen kenaikan jumlah selnya, pada penambahan KNO_3 0,6 % kenaikan jumlah selnya cukup besar dibandingkan tiga variabel lainnya. Hal ini dikarenakan nitrogen membantu pertumbuhan dari mikroalga.

IV.2.2 Pengaruh Variabel terhadap Kadar Protein

Pengamatan kadar protein disini digunakan metode Kjeldahl. Untuk mikromikroalga spesies *Botryococcus Braunii*, jika ditinjau dari 2 variabel, yaitu KNO_3 dan salinitas, didapat hasil sebagai berikut :



Gambar IV.2.5 Grafik Pengaruh KNO₃ terhadap Kadar Protein Mikroalga *Botryococcus Braunii*

Berdasarkan grafik diatas, menunjukkan bahwa perbedaan salinitas dapat memberikan pengaruh terhadap kadar protein. Semakin besar KNO₃ yang ditambahkan semakin besar kadar proteinnya. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata kadar protein yang paling banyak adalah saat penambahan KNO₃ sebanyak 0,6% dimana kadar protein mikroalga sebesar 0,46 saat salinitas 1:5 CO₂ 15 %. Maka mikroalga *Botryococcus Braunii* memiliki kadar protein yang tinggi saat salinitas yang tinggi dan kadar KNO₃ besar. Hal ini sesuai dengan literatur dimana semakin besar nitrogen yang ditambahkan pada mikroalga maka semakin tinggi kadar proteinnya karena nitrogen merupakan unsur penting dalam pembentukan protein. (Nindri,2014).

Protein pada grafik merupakan hasil protein alga yang dikurangi dengan protein pada air blanko, dimana air blanko merupakan salinitas air tawar dan air laut, KNO₃ dan nutrisi walne. Pengurangan protein alga dengan air blanko ini bertujuan agar didapatkan hasil protein murni dari alga tanpa air salinitas dan nutrisi.

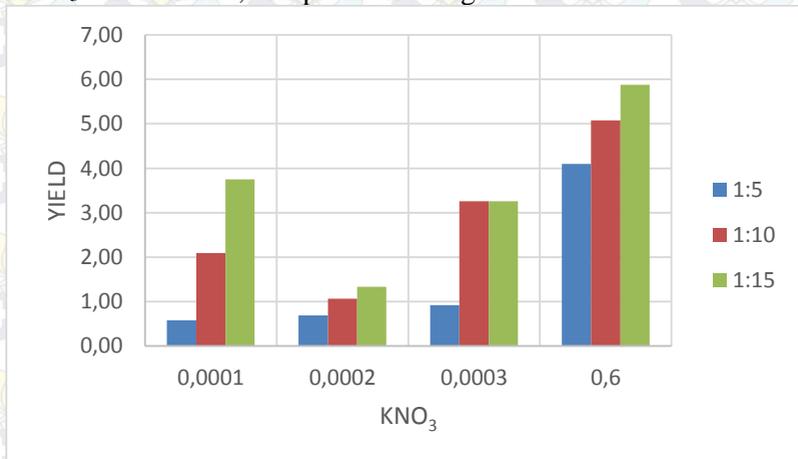
Sedangkan perbedaan salinitas dapat memberikan pengaruh terhadap kadar protein. Hubungan antara penambahan

salinitas dengan peningkatan kadar protein adalah berbanding lurus. Semakin tinggi salinitas pada air yang digunakan untuk pengkulturan mikroalga, semakin besar kadar proteinnya. Hal ini sesuai dengan literatur dimana peningkatan salinitas dengan nitrogen normal menghasilkan kandungan protein total meningkat. (Nindri,2014)

Dari grafik diatas dapat menunjukkan bahwa kadar protein yang paling banyak adalah saat salinitas 1:5. Sedangkan kondisi kadar protein yang paling optimum terjadi saat dilakukan penambahan KNO_3 0,6%, kondisi CO_2 15%, dan salinitas 1:5 yaitu sebesar 0.46%.

IV.2.3 Pengaruh Variabel terhadap Yield

Penghitungan yield dengan menghitung berat kering awal dan berat kering akhir dari mikroalga untuk mikromikroalga spesies *Botryococcus Braunii*, jika ditinjau dari 2 variabel, yaitu KNO_3 dan Salinitas, didapat hasil sebagai berikut :



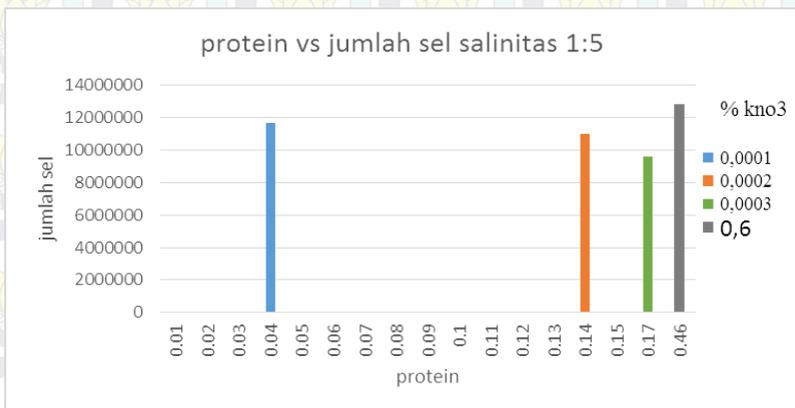
Gambar IV.2.7 Grafik Pengaruh KNO_3 terhadap Yield *Botryococcus Braunii*.

Dari grafik diatas, menunjukkan bahwa KNO_3 dapat memberikan pengaruh terhadap besarnya yield. Hubungan antara penambahan KNO_3 dengan besarnya yield adalah berbanding

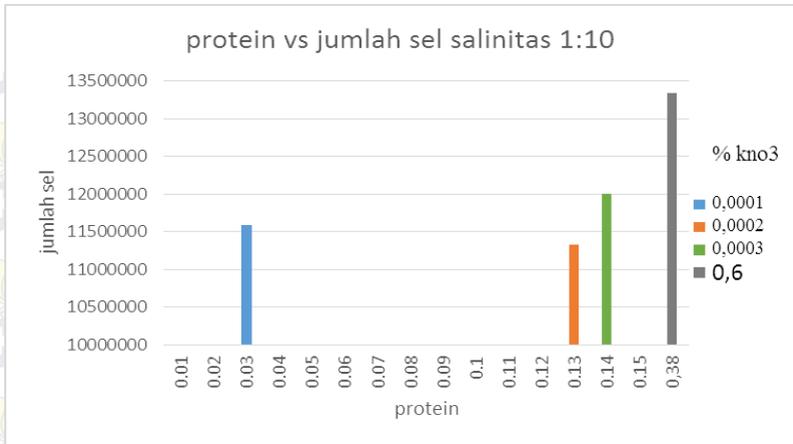
lurus. Semakin besar KNO_3 yang ditambahkan, semakin banyak yield yang dihasilkan. Dari dua grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata nilai yield yang paling banyak adalah saat penambahan KNO_3 sebanyak 0,6% dimana nilai yield mikroalga sebesar 5,88 saat salinitas 1:15 dan CO_2 15 %. Hal ini sesuai dengan literatur dimana semakin besar nitrogen yang ditambahkan maka semakin padat mikroalga yang dihasilkan. (Nindri,2014).

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa salinitas dapat memberikan pengaruh terhadap besarnya yield. Hubungan antara salinitas dengan besarnya yield adalah berbanding terbalik. Semakin tinggi salinitas air yang digunakan untuk pengkulturan, semakin kecil yield yang dihasilkan. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata nilai yield yang paling banyak adalah saat salinitas 1:15 dimana nilai yield mikroalga sebesar 5,88 dan CO_2 15 %. Maka mikroalga *Botryococcus Braunii* menghasilkan yield yang besar saat kondisi salinitas paling rendah.

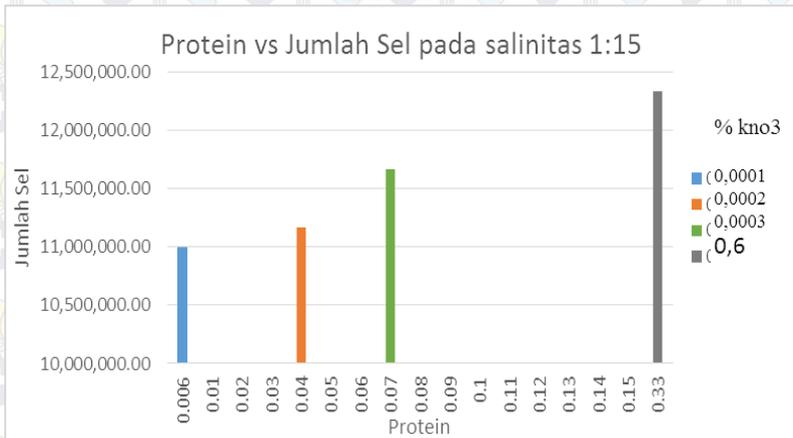
IV.2.4 Hubungan Jumlah sel dan Protein



Gambar IV.2.8 Grafik Hubungan Jumlah Sel dengan Protein Salinitas 1:5



Gambar IV.2.9 Grafik Hubungan Jumlah Sel dengan Protein Salinitas 1:10

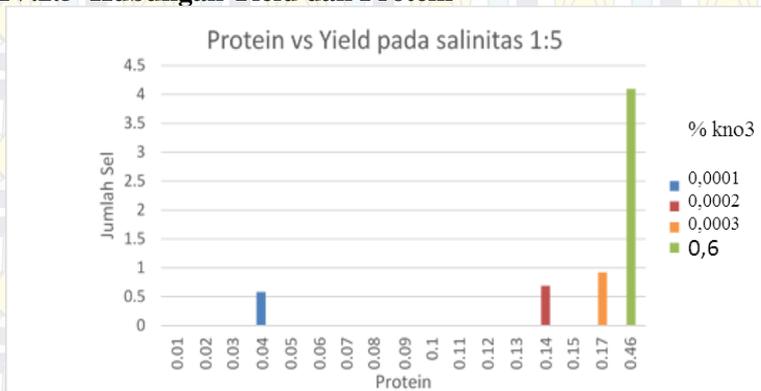


Gambar IV.2.10 Grafik Hubungan Jumlah Sel dengan Protein Salinitas 1:15

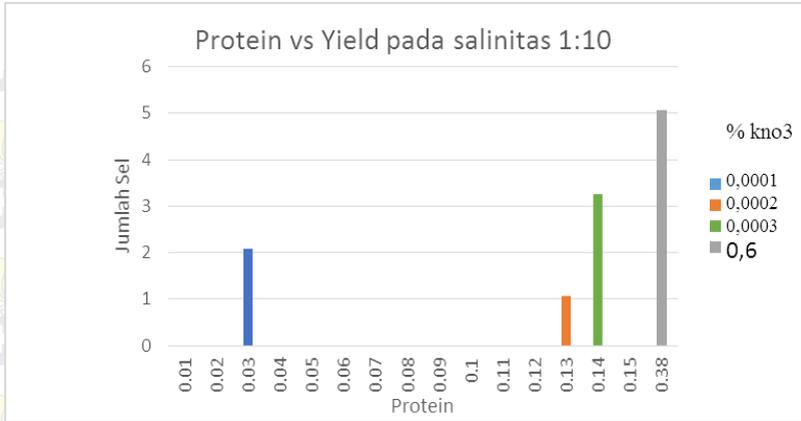
Pada ketiga grafik diatas menunjukkan hubungam antara jumlah sel dan protein, menurut literatur semakin besar penambahan nitrogen maka akan meningkatkan pertumbuhan *Botryococcus Braunii* dan semakin besar pula kadar proteinnya karena nitrogen merupakan unsur hara pembentuk protein. Maka

seharusnya semakin besar jumlah sel semakin besar pula kadar protein yang terkandung. Pada grafik IV.2.8 menunjukkan hasil yang sesuai dengan literatur, sedangkan untuk grafik IV.2.7 pada KNO_3 0,0002 % memiliki jumlah sel yang relatif rendah dibanding tiga variabel KNO_3 lainnya. Pada grafik IV.2.6 jumlah sel cenderung turun di KNO_3 0,0003 % dan naik kembali di KNO_3 0,6%, untuk kadar proteinnya relative naik. Perbedaan dua grafik tersebut dengan literatur dikarenakan beberapa hal salah satunya kesalahan saat menghitung menggunakan counting chamber ada sel yang tidak terhitung selain itu dapat juga disebabkan oleh tingginya kadar logam dalam air yang digunakan untuk pengkulturan mikroalga, dimana logam berat dalam air dapat mengurangi klorofil pada mikroalga sehingga mengganggu proses pertumbuhan mikroalga.

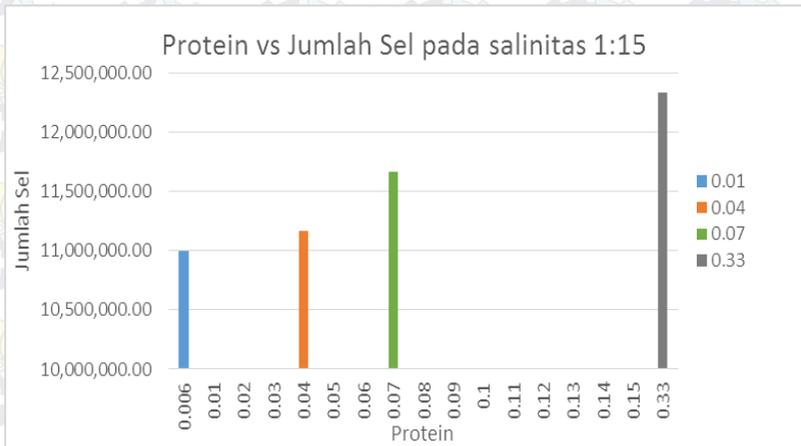
IV.2.5 Hubungan Yield dan Protein



Gambar IV.2.11 Grafik hubungan yield dengan protein salinitas 1:5



Gambar IV.2.12 Grafik hubungan yield dengan protein salinitas 1:10

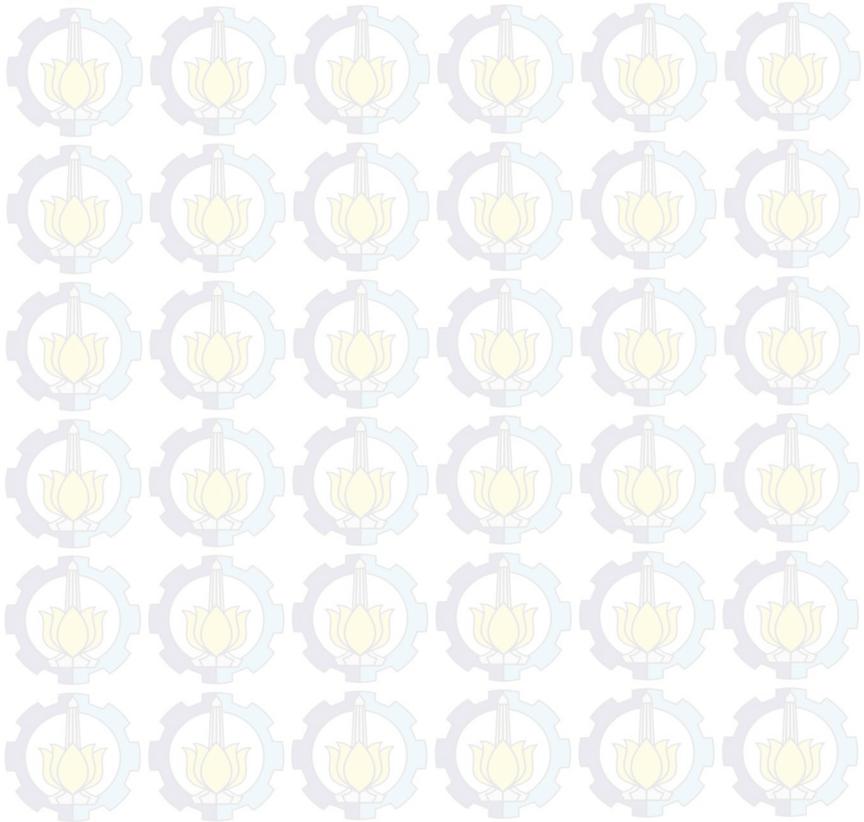


Gambar IV.2.13 Grafik hubungan yield dengan protein salinitas 1:15

Ketiga grafik diatas menunjukkan hubungan antara nilai yield mikroalgae *Botryococcus Braunii* dan kadar proteinnya. Menurut literatur seharusnya semakin besar nilai yield semakin besar kadar protein, pada grafik IV.2.9 dan IV.2.11 menunjukkan hasil yang sesuai dengan literatur. Sedangkan untuk grafik IV.2.10 berbeda dimana nilai yield bukan mengalami kenaikan namun

turun pada penambahan KNO_3 0,0002% dan naik kembali pada KNO_3 0,0003% dan KNO_3 0,6%.

Dari hasil analisa protein, alga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Braunii* dapat dijadikan pendamping pakan ikan bandeng, menurut literature alga *Spirulina Platensis* dapat mempengaruhi warna dari ikan. Pemberian pakan buatan sangat tergantung pada kelimpahan pakan alami dan padat yang diberikan di tambak. Pakan buatan diberikan apabila pakan alami sudah tidak lagi menunjang pertumbuhan bandeng yang dipelihara.



DAFTAR PUSTAKA

Affendi, Mahmud. 2012. “*Pakan Alami Spirulina.*”. Temanggung: Penyuluhan Perikanan Parakan.

Ahmad, T dan M. J. R. Yakob. 1998. *Budidaya Bandeng Intensif di Tambak. Prosiding Seminar Teknologi Perikanan Pantai.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Loka Penelitian Perikanan Pantai. Bali.

Panji, Armand, Fauzi. 2001. Pengaruh Penambahan Senyawa Bikarbonat dan Senyawa Nitrogen terhadap Kandungan Biomassa dan Lipid Alga Mikro *Chlorella Sp.* Laboratorium Metodologi Perancangan dan Pengendalian Proses ITB. Bandung

Barus, Ricky Suranta, Syammaun Usman, Nurmatias. 2011. *Pengaruh Konsentrasi Tepung Spirulina Platensis pada Pakan terhadap Peningkatan Warna Ikan Mas Koki (Carassius auratus).* Jurnal Universitas Sumatera Utara Vol 5: 82-93. Medan.

Borowitzka, M.A. 1994. “*Products from Algae*”. Kuala Lumpur: 1st Asia-Pacific Conference on Algae Biotechnology.

Costa, J.A.V., Colla, L.M., and P.D.Filho. 2003. “*Spirulina Plantesis growth in open raceway ponds using fresh water supplemented with carbon, Nitrogen, and Metal ions.*” Z Naturforsch C., 58(1):76-80.

Faucher, O., B.Coupal, and A. Leduy. 1979. “*Utilization of seawater-urea as a culture medium for Spirulina Maxima*”. J. Microbiol. 25: 752-759

- Isnansetyo Alim dan Kurniastuty. 1995. “*Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton.*” Yogyakarta: Kanisius.
- Kabede, E and Ahlgren, G. 1996. “*Optimum growth conditions and light utilization efficiency of Spirulina plantesis (Arthrospira fusiformis) from Lake Chitu, Ethiopia.*” *Hydrobiol.*, 332 : 99-109.
- Kordi, K.M.G.H. 2009. “*Sukses Memproduksi Bandeng Super untuk Umpan, Ekspor, dan Indukan.*” Yogyakarta: Lily Publisher.
- Malik, Abdul. 2008. *Pengaruh Pemberian Suplemen dan Probiotik Terhadap Hasil Panen Bandeng (Chanos Chanos).* Journal Unisla.
- Matsudo, Marsudi.C. 2009. “*Repeated fed-batch cultivation of Arthrospira (Spirulina) platensis using urea as nitrogen source.*” *Biochemical Engineering Journal* 43 52–57 (2009)
- Mudjiman, A. 2004. “*Makanan ikan.*” Jakarta: Penebar Swadaya.
- Uslu, Leyla, Oya Isik, Kemal Koç dan Tolga Göksan. 2011. *The Effects of Nitrogen Deficiencies on The Lipid and Protein Contents of Spirulina platensis.* *African Journal of Biotechnology* Vol. 10(3), pp. 386-389. Turkey
- Utomo, N.Pb. 2006. *Pengaruh Penambahan Spirulina Platensis Dengan Kadar Berbeda Pada Pakan Terhadap Tingkat Intensitas Warna Merah Pada Ikan Koi Kohaku (Cyprinus Carpio).* Journal IPB.
- Ravelonandro, Pierre H. 2011. “*Improvement of the growth of Arthrospira (Spirulina) platensis from Toliara (Madagascar): Effect of agitation, salinity and CO2 addition.*” *journal*: 209-216.

Sahwan M. F., 1999. *Pakan Ikan Dan Udang (Formulasi, Pembuatan, Analisis Ekonomi)*. Penebar Swadaya, Jakarta.

Sidney, Eduardo Bittencourt, Willerson Sturm, Julio Cesar de Carvalho, Vanete Thomaz-Soccol. 2010. *Potential Carbon Dioxide Fixation By Industrially Important Microalgae*. Bioresource Technology, 5892-5896.

Suminto. 2009. *Penggunaan Jenis Media Kultur Teknis terhadap Produksi dan Kandungan Nutrisi Sel Spirulina platensis*. Jurnal Sainstek Perikanan Vol. 4, No. 2 Universitas Diponegoro. Semarang.

Susanna, D., Zakianis, Hermawati, E., dan Adi, H.K. 2007. *Pemanfaatan Spirulina platensis sebagai Suplemen Protein Sel Tunggal (PST) Mencit (Mus musculus)*. Makara Kesehatan, 11(1) 44- 49. Jakarta

Yarti, Nindri, Moh. Muhaemin and Siti Hudaidah. 2014. *Pengaruh Salinitas dan Nitrogen terhadap Kandungan Protein Total Nannochloropsis sp.* e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan Volume II No 2.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan Penelitian

Kesimpulan dari penelitian ini antara lain :

1. Semakin besar kadar KNO_3 yang ditambahkan pada mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Braunii* semakin besar jumlah sel. Semakin tinggi salinitas maka semakin besar pula jumlah sel mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Braunii*.
2. Semakin besar kadar KNO_3 dan salinitas maka kandungan protein mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Braunii* semakin besar
3. Semakin besar kadar KNO_3 maka semakin besar pula yield mikroalga. Namun semakin besar salinitasnya maka semakin kecil yieldnya.

V.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya antara lain :

1. Menggunakan cara lain untuk meningkatkan kadar protein dari mikroalga seperti menambahkan kandungan nitrogen lebih tinggi.
2. Menjadikan mikroalga *Spirulina Platensis* sebagai pakan tambahan ikan hias bukan pakan utama ikan.
3. Menjadikan mikroalga *Spirulina Platensis* sebagai suplemen kesehatan.

APPENDIKS A PERHITUNGAN

A. Perhitungan KNO₃

$$m_{\text{pikno}} = 16,011 \text{ gram}$$

$$m_{\text{pikno+air}} = 25,711 \text{ gram}$$

$$\text{maka } m_{\text{air}} = m_{\text{pikno+air}} - m_{\text{pikno}} = 25,711 - 16,011 = 9,7 \text{ gram}$$

$$\rho_{\text{air}} = m_{\text{air}} / v_{\text{air}} = 9,7 \text{ gram} / 10 \text{ ml} = 0,97 \text{ gram}$$

$$\text{massa air} = \rho_{\text{air}} \times v_{\text{air}} = 0,97 \text{ gram/ml} \times 750 \text{ ml} = 727,5 \text{ gram}$$

$$\text{maka untuk } 0,0001\% = 0,0001\% \times 727,5 \text{ gram} = 0,0007 \text{ gram}$$

$$0,0002\% = 0,0002\% \times 727,5 \text{ gram} = 0,0014 \text{ gram}$$

$$0,0003\% = 0,0003\% \times 727,5 \text{ gram} = 0,0021 \text{ gram}$$

$$0,6\% = 0,6\% \times 727,5 \text{ gram} = 5 \text{ gram}$$

B. Menghitung Yield Mikroalgae

Pada salinitas 1:5 dengan KNO₃ 0,0001% mikroalgae *Spirulina platensis* :

$$\text{Berat cawan} = 34,2254 \text{ gram}$$

$$\text{Berat mikroalgae hari ke-0 + cawan} = 34,5798 \text{ gram}$$

$$\text{Berat mikroalgae hari ke-7 + cawan} = 35,8677 \text{ gram}$$

$$\text{Berat mikroalgae hari ke-0} = 34,5798 - 34,2254 = 0,3544 \text{ gram}$$

$$\text{Berat mikroalgae hari ke-7} = 35,8677 - 34,2254 = 1,6423 \text{ gram}$$

$$\text{Yield} = \frac{\text{berat kering pada 7 hari} - \text{berat kering pada 0 hari}}{\text{gram mula-mula}} = \frac{1,6423 \text{ gram} - 0,3544 \text{ gram}}{0,3544 \text{ gram}} = 3,6340 \text{ gram}$$

Tabel A.1 Hasil Yield Mikroalgae *Spirulina Platensis*

	1:5	1:10	1:15
0,0001	3,63	3,61	3,82
0,0002	3,74	3,79	3,83
0,0003	3,75	3,81	3,98
0,6	4,0075	4,12	4,36

Tabel A.2 Hasil Yield Mikroalga *Botryococcus Braunii*

	1:5	1:10	1:15
0,0001	0,58	2,09	3,75
0,0002	0,68921	1,06	1,33
0,0003	0,9200	3,26	3,2553
0,6	4,099	5,07359	5,88

C. Menghitung Jumlah Sel dengan Counting Chamber

RUN	KOTAK					TOTAL	JUMLAH SEL KOTAK
	A	B	C	D	E		
1	2	3	1	5	3	14	2,8
2	2	1	3	7	2	15	3
3	2	5	1	3	2	13	2,6
							$\Sigma = 8,4$

$$\text{Jumlah sel rata-rata} = \frac{\text{jumlah sel total}}{\text{jumlah run}} = \frac{8,4}{3} = 2,8 \text{ sel / kotak}$$

$$\text{Jumlah sel mikroalga} = \text{jumlah sel rata rata} \times \frac{25 \text{ kotak}}{1 \text{ mm}^2 \times 0,1 \text{ mm}}$$

$$= \frac{2,8 \text{ sel}}{\text{kotak}} \times \frac{25 \text{ kotak}}{\text{mm}^2 \times 0,1 \text{ mm}} = 1.166,67 \text{ sel / mm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sel mikroalga} &= \text{jumlah sel mikroalga} \times 1 \text{ mm}^3 / 10^{-3} \text{ ml} \\ &= 1.166,67 \text{ sel/mm}^3 \times 1 \text{ mm}^3 / 10^{-3} \text{ ml} \\ &= 1.166.666,667 \text{ sel/ml sampel} \end{aligned}$$

Tabel A.3 Jumlah Sel *Spirulina Platensis* pada Salinitas 1:5

Salinitas	% KNO3	% KNO3	% KNO3	%KNO3
1:5	0,0001	0,0002	0,0003	0,6
hari ke	sel/ml	sel/ml	sel/ml	sel/ml
1	1.666.666,67	1.000.000,00	1.166.666,67	250.000,00
2	3.750.000,00	2.000.000,00	3.750.000,00	4.916.666,67
3	6.166.666,67	4.916.666,67	7.000.000,00	5.083.333,33
4	7.250.000,00	9.250.000,00	10.250.000,00	11.416.667,00
5	6.583.333,33	5.666.666,67	11.166.666,00	9.250.000,00
6	5.916.666,67	1.000.000,00	6.083.333,33	4.166.666,67
7	4.833.333,33	833.333,33	4.916.666,67	3.000.000,00

Tabel A.4 Jumlah Sel *Spirulina Platensis* pada Salinitas 1:10

Salinitas	% KNO3	% KNO3	% KNO3	%KNO3
1:10	0,0001	0,0002	0,0003	0,6
hari ke	sel/ml	sel/ml	sel/ml	sel/ml
1	2.250.000,00	2.416.666,67	2.250.000,00	83.333,33
2	3.166.666,67	4.916.666,67	5.583.333,33	3.583.333,33
3	5.500.000,00	5.500.000,00	6.000.000,00	5.000.000,00
4	9.666.666,67	6.666.666,67	6.500.000,00	8.583.333,33
5	7.166.666,67	11.666.666,67	10.666.666,67	7.750.000,00
6	4.666.666,67	6.250.000,00	4.500.000,00	3.416.666,67
7	4.000.000,00	5.750.000,00	1.416.666,67	3.333.333,33

Tabel A.5 Jumlah Sel *Spirulina Platensis* pada Salinitas 1:15

Salinitas	% KNO3	% KNO3	% KNO3	%KNO3
1:15	0,0001	0,0002	0,0003	0,6
hari ke	sel/ml	sel/ml	sel/ml	sel/ml
1	1.500.000,00	1.666.666,67	1.166.666,67	83.333,33
2	4.833.333,33	5.166.666,67	4.166.666,67	1.500.000,00
3	6.166.666,67	6.666.666,67	4.750.000,00	4.250.000,00
4	8.500.000,00	9.000.000,00	7.833.333,33	12.000.000,00
5	10.000.000,00	7.750.000,00	4.666.666,67	5.250.000,00
6	4.333.333,33	6.250.000,00	4.083.333,33	3.666.666,67
7	3.833.333,33	3.583.333,33	3.333.333,33	1.750.000,00

Tabel A.6 Jumlah Sel *Botryococcus Braunii* pada Salinitas 1:5

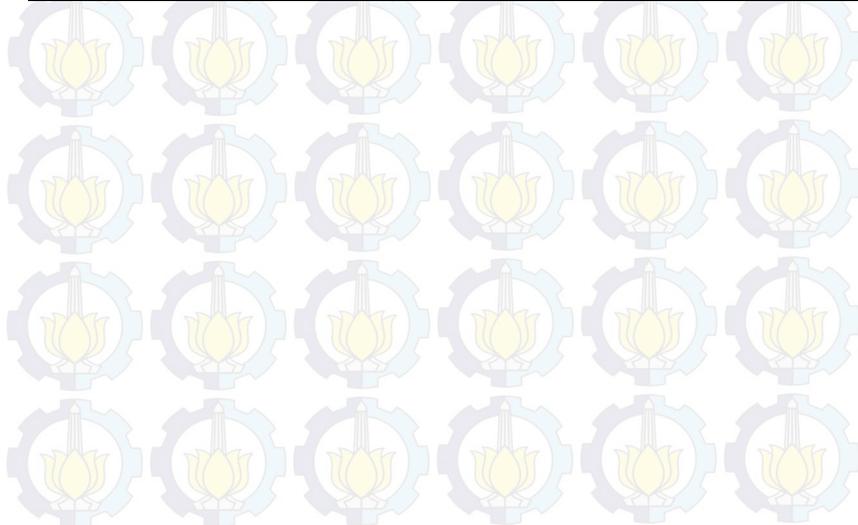
Salinitas	% KNO3	% KNO3	% KNO3	%KNO3
1:5	0,0001	0,0002	0,0003	0,6
hari ke	sel/ml	sel/ml	sel/ml	sel/ml
1	3.166.666,67	1.500.000,00	666.666,67	666.666,67
2	5.250.000,00	1.583.000,00	4.083.333,33	2.500.000,00
3	5.833.333,33	1.666.666,00	5.416.666,67	4.166.666,67
4	7.416.666,67	1.750.000,00	6.666.666,67	5.167.666,00
5	7.500.000,00	5.083.333,33	7.250.000,00	8.333.333,00
6	7.916.666,67	8.250.000,00	7.916.666,67	10.000.000,00
7	11.666.666,00	11.000.000,00	9.583.333,33	12.833.333,00
8	10.333.333,33	10.166.666,67	9.333.333,33	6.000.000,00
9	8.916.666,67	5.166.666,67	8.583.333,33	4.166.666,67
10	8.583.333,33	4.833.333,33	7.333.333,33	4.166.666,67
11	6.666.666,67	1.833.333,33	4.250.000,00	3.333.333,33

Tabel A.7 Jumlah Sel *Botryococcus Braunii* pada Salinitas 1:10

Salinitas	% KNO3	% KNO3	% KNO3	%KNO3
1:10	0,0001	0,0002	0,0003	0,6
hari ke	sel/ml	sel/ml	sel/ml	sel/ml
1	2.583.333,00	2.750.000,00	2.200.000,00	1.333.333,33
2	3.333.333,33	4.500.000,00	4.000.000,00	5.000.000,00
3	4.500.000,00	7.166.666,67	5.500.000,00	5.000.000,00
4	6.000.000,00	7.583.333,33	12.000.000,00	9.166.666,67
5	11.583.333,33	8.416.666,67	13.500.000,00	10.666.666,00
6	13.250.000,00	16.000.000,00	13.916.666,67	13.333.333,33
7	9.333.333,33	11.333.333,33	13.416.666,67	12.000.000,00
8	8.750.000,00	8.500.000,00	6.083.333,33	8.500.000,00
9	7.750.000,00	6.916.666,67	4.750.000,00	6.500.000,00
10	6.916.666,67	3.666.666,67	4.166.666,67	4.000.000,00
11	6.666.666,67	2.750.000,00	4.000.000,00	916.666,67

Tabel A.8 Jumlah Sel *Botryococcus Braunii* pada Salinitas 1:15

Salinitas	% KNO3	% KNO3	% KNO3	%KNO3
hari ke	sel/ml	sel/ml	sel/ml	sel/ml
1	3.083.333,00	1.333.333,00	1.416.667,00	166.666,67
2	4.750.000,00	1.416.667,00	4.166.666,67	4.166.666,67
3	5.916.666,67	2.500.000,00	6.833.333,33	4.166.666,67
4	9.333.333,33	4.250.000,00	7.333.333,33	10.000.000,00
5	10.500.000,00	8.916.666,67	8.500.000,00	10.666.666,00
6	17.583.333,33	11.166.666,67	10.333.333,33	12.333.333,00
7	16.416.666,67	3.583.333,33	11.666.666,67	11.000.000,00
8	14.666.666,67	2.833.333,33	3.583.333,33	8.333.333,33
9	11.000.000,00	2.583.333,33	1.000.000,00	6.666.666,67
10	7.000.000,00	2.166.666,67	666.666,67	4.166.666,67
11	5.500.000,00	2.000.000,00	583.333,33	1.666.666,00



APPENDIKS B HASIL ANALISA

Tabel B.1 Hasil Analisa Protein Spirulina platensis KNO₃
0,0001%

No	No Analisa	Kode	Satuan	Hasil Analisa
1	P 0813	Botryococcus 1 : 5	%	0,14
2	P 0814	Botryococcus 1 : 10	%	0,03
3	P 0815	Botryococcus 1 : 15	%	0,07
4	P 0816	Spirulina 1:5	%	0,01
5	P 0817	Spirulina 1:10	%	0,01
6	P 0818	Spirulina 1:15	%	0,05

Sumber : Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya

Tabel B.2 Hasil Analisa Protein Spirulina platensis KNO₃
0,0002%

No	No Analisa	Kode	Satuan	Hasil Analisa
1	P 927	Botryococcus 1 : 5	%	0,04
2	P 928	Botryococcus 1 : 10	%	0,14
3	P 929	Botryococcus 1 : 15	%	0,04
4	P 930	Spirulina 1:5	%	0,06
5	P 931	Spirulina 1:10	%	0,05
6	P 932	Spirulina 1:15	%	0,03

Sumber : Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya

Tabel B.3 Hasil Analisa Protein Spirulina platensis KNO₃ 0,0003%

No	No Analisa	Kode	Satuan	Hasil Analisa
1	P 933	Botryococcus 1 : 5	%	0,17
2	P 934	Botryococcus 1 : 10	%	0,13
3	P 935	Botryococcus 1 : 15	%	0,2
4	P 936	Spirulina 1:5	%	0,07
5	P 937	Spirulina 1:10	%	0,03
6	P 938	Spirulina 1:15	%	0,006

Sumber : Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya

Tabel B.4 Hasil Analisa Protein Spirulina platensis KNO₃ 0,6%

No	No Analisa	Kode	Satuan	Hasil Analisa
1	P 1603	Botryococcus 1 : 5	%	0,41
2	P 1604	Botryococcus 1 : 10	%	0,41
3	P 1605	Botryococcus 1 : 15	%	0,38
4	P 1606	Spirulina 1:5	%	0,46
5	P 1607	Spirulina 1:10	%	0,38
6	P 1608	Spirulina 1:15	%	0,33

Sumber : Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya

Tabel B.5 Hasil Analisa Air Tawar

No	Parameter	Unit	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	PH	-	7,42	PH metri
2	P.alkalinity (CaCO ₃)	mg/l	0,00	Titrimetri
3	M. Alkalinity	mg/l	28	Titrimetri
4	(CaCO ₃)	mg/l	205	Titrimetri
5	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	56	Titrimetri
6	Calcium (Ca)	mg/l	19	Titrimetri
7	Magnesium (Mg)	mg/l	6	Gravimetri
8	Suspenden solid	mg/l	330	Gravimetri
9	(TTS)	mg/l	336	Gravimetri
10	Dissolved Solid	mg/l	14	Flamephotometri

11	(TDS)	mg/l	0,21	Spektrofotometri
12	Total Solid (TS)	mg/l	<0,04	AAS
13	Natrium (Na)	mg/l	<0,03	AAS
14	Silikat (SiO ₂)	mg/l	<0,001	AAS
15	Besi (Fe)	mg/l	<0,001	AAS
16	Tembaga (Cu)	mg/l	<0,02	AAS
17	Cadmium (Cd)	mg/l	<0,01	AAS
18	Crum (Cr)	mg/l	<0,001	AAS
19	Mangan (Mn)	mg/l	<0,002	AAS
20	Nikel (Ni)	mg/l	24	Argentometri
21	Timah hitam (Pb)	mg/l	38	Spektrofotometri
22	Seng (Zn)	mg/l	0,28	Spektrofotometri
23	Khlorida (Cl)	mg/l	<0,02	Spektrofotometri
24	Sulfate (SO ₄)	mg/l	0,12	Spektrofotometri
25	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,00	Spektrofotometri
26	Nitrit (NO ₂ -N)	mg/l	0,00	Spektrofotometri
27	Ammonia (NH ₃ -N)	mg/l	6	Reflax
28	Phospat (PO ₄)	µmho	550	Konduktimetri
	Phenol	s/cm		
	COD			
	Konduktivitas			

Sumber : Laboratorium Teknologi Air Industri Teknik Kimia ITS Surabaya

Tabel B.6 Hasil Analisa Air Laut

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	Khloride	Ppm	52500	Argentometri
2	COD	Ppm	58	Reflux
3	Fe	Ppm	0,48	AAS
4	Cu	Ppm	0,09	AAS
5	Cr	Ppm	<0,004	AAS
6	Cd	Ppm	0,08	AAS
7	Pb	Ppm	0,12	AAS
8	Ni	Ppm	<0,02	AAS
9	Zn	ppm	<0,01	AAS

Sumber : Laboratorium Teknologi Air Industri Teknik Kimia ITS Surabaya

Tabel B.7 Hasil Perhitungan Protein *Spirulina Platensis*

variabel	Protein alga + air blanko	Protein Blanko	Protein alga
1:5 (0,0001% KNO ₃)	0.01	0.0003	0.0097
1:5 (0,0002% KNO ₃)	0.06	0.0004	0.0596
1:5 (0,0003% KNO ₃)	0.07	0.0006	0.0694
1:5 (0,6% KNO ₃)	0.41	0.0014	0.4086
1:10 (0,0001% KNO ₃)	0.01	0.00013	0.00987
1:10 (0,0002% KNO ₃)	0.03	0.0002	0.0298
1:10 (0,0003% KNO ₃)	0.05	0.0005	0.0495
1:10 (0,6% KNO ₃)	0.41	0.0017	0.4083
1:15 (0,0001% KNO ₃)	0.006	0.00001	0.00599
1:15 (0,0002% KNO ₃)	0.03	0.00012	0.02988
1:15 (0,0003% KNO ₃)	0.05	0.00014	0.04986
1:15 (0,6% KNO ₃)	0.38	0.002	0.378

Sumber : Laboratorium Fakultas Bioteknologi Universitas Surabaya

Tabel B.8 Hasil Perhitungan Protein *Botryococcus Braunii*

variabel	Protein alga + air blanko	Protein Blanko	Protein alga
1:5 (0,0001% KNO ₃)	0.04	0.00014	0.03986
1:5 (0,0002% KNO ₃)	0.14	0.0002	0.1398
1:5 (0,0003% KNO ₃)	0.17	0.0004	0.1685
1:5 (0,6% KNO ₃)	0.46	0.0015	0.4585
1:10 (0,0001% KNO ₃)	0.03	0.00012	0.02988
1:10 (0,0002% KNO ₃)	0.13	0.00015	0.12985
1:10 (0,0003% KNO ₃)	0.14	0.0003	0.1397
1:10 (0,6% KNO ₃)	0.38	0.001	0.379
1:15 (0,0001% KNO ₃)	0.01	0.00001	0.00999
1:15 (0,0002% KNO ₃)	0.04	0.00011	0.03989
1:15 (0,0003% KNO ₃)	0.07	0.00012	0.06988
1:15 (0,6% KNO ₃)	0.33	0.0004	0.3296

Sumber : Laboratorium Fakultas Bioteknologi Universitas Surabaya

APPENDIKS C GAMBAR ALAT



Gambar C.1 Gambar Rangkaian Alat Penelitian



FINAL PROJECT – TK141581

**THE EFFECT OF NITROGEN AND SALINITY OF THE
MICROALGAE *SPIRULINA PLATENSIS* AND
BOTRYOCOCCUS BRAUNII AS NATURAL FOOD OF
MILKFISH (*CHANOS CHANOS*)**

By :

**Akita Fabiola Meirani
NRP. 2311 100 125**

**Nabilah Fevereira Rozandy
NRP. 2311 100 131**

Advisor :

**Ir. Nuniek Hendrianie M.T.
NIP. 1957 11 11 1986 01 2001**

**CHEMICAL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2015**

LEMBAR PENGESAHAN

" Pengaruh Nitrogen dan Salinitas terhadap Pertumbuhan Mikroalga *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii* sebagai Pakan Alami Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)"

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Oleh :

Akita Fabiola Meirani
Nabilah Fevereira Rozandy

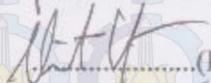
2311 100 125
2311 100 131

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir

1. Ir. Nuniek Hendrianie, M.T.

 (Pembimbing)

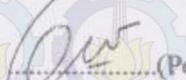
2. Ir. Minta Yuwana, M.S.

 (Penguji I)

3. Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng.

 (Penguji II)

4. Setiyo Gunawan, ST., Ph.D.

 (Penguji III)

Surabaya,

Juli 2015



**PENGARUH NITROGEN DAN SALINITAS TERHADAP
PERTUMBUHAN MIKROALGA *SPIRULINA PLATENSIS*
DAN *BOTRYOCOCCUS BRAUNII* SEBAGAI PAKAN
ALAMI IKAN BANDENG (*Chanos – chanos*)**

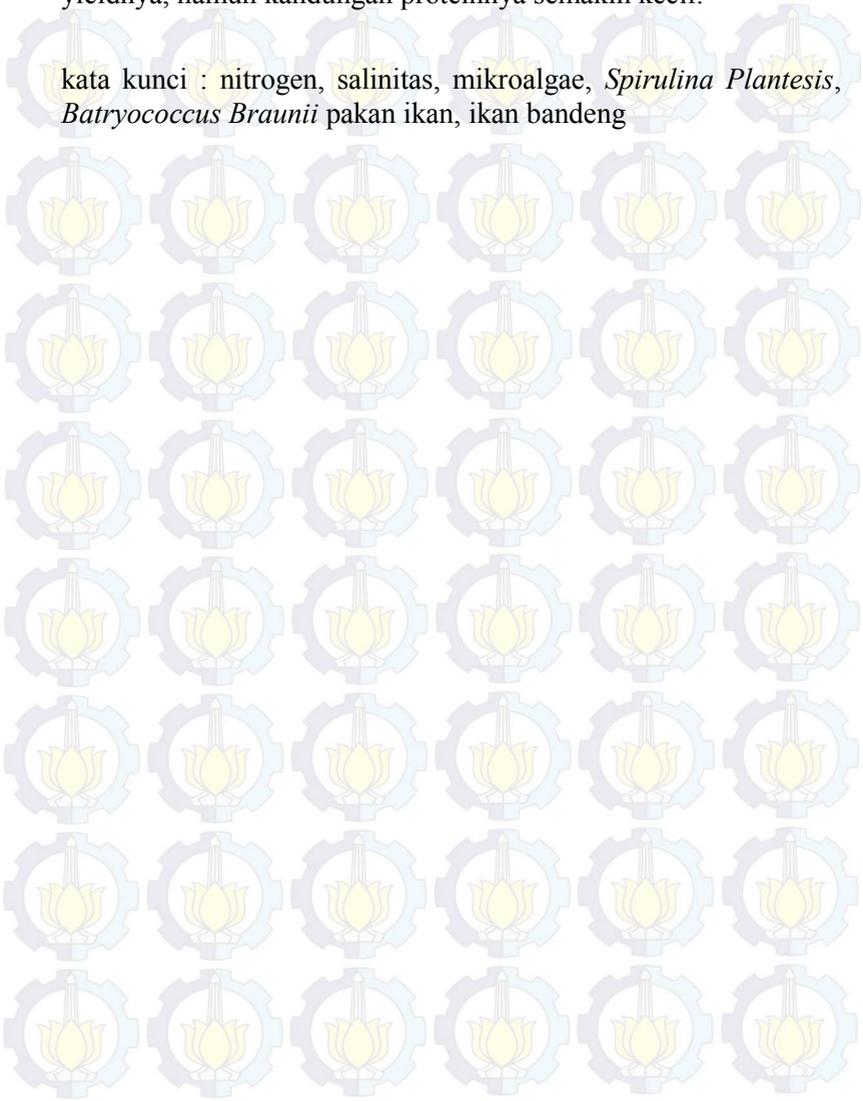
Nama / NRP : 1. Akita Fabiola .M. 2311100125
2. Nabilah Fevereira R. 2311100131
Jurusan : Teknik Kimia FTI-ITS
Pembimbing : Ir. Nuniek Hendrianie, M.T

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Batryococcus Braunii* pada KNO_3 terlarut dan salinitas berbeda-beda serta untuk mengetahui pengaruh algae sebagai pakan ikan dalam pertumbuhannya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroalga *Spirulina Plantesis* dan *Batryococcus Braunii*, air laut dari PT. PLTU Grati, sumber nutrisi (KNO_3), dan gas CO_2 . Peralatan yang digunakan adalah beaker glass, aerator, dan lampu fluorescent 36 watt. Penelitian ini dilakukan dengan variabel: *Spirulina Plantesis* dan *Batryococcus Braunii*; kadar KNO_3 0,0001%, 0,0002%, 0,0003%, dan 0,6%; dan salinitas air laut terhadap air tawar yang digunakan untuk pertumbuhan mikroalga 1:5, 1:10, dan 1:15. Hasil penelitian ini diperoleh data berupa jumlah sel, yield, dan protein mikroalga. Pada penelitian ini didapatkan hasil terbaik untuk alga *Spirulina Platensis* dengan jumlah sel terbanyak pada KNO_3 0,6% dan salinitas 1:15, kadar protein terbesar pada KNO_3 0,6% dan salinitas 1:5, yield terbesar pada KNO_3 0,6% dan salinitas 1:15. Hasil terbaik untuk alga *Botryococcus Braunii* jumlah sel terbanyak pada KNO_3 0,0001% dan salinitas 1:15, kadar protein terbesar pada KNO_3 0,6% dan salinitas 1:5, yield terbesar pada KNO_3 0,6% dan salinitas 1:15. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar kadar KNO_3 yang ditambahkan pada alga akan semakin besar jumlah sel, yield dan kadar proteinnya. Dan

semakin tinggi salinitasnya maka semakin tinggi jumlah sel dan yieldnya, namun kandungan proteinnya semakin kecil.

kata kunci : nitrogen, salinitas, mikroalgae, *Spirulina Plantesis*, *Batryococcus Braunii* pakan ikan, ikan bandeng



**EFFECT OF NITROGEN AND SALINITY FOR GROWTH
OF MICROALGAE *SPIRULINA PLATENSIS* AND
BOTRYOCOCCUS BRAUNII AS NATURAL FOOD OF
MILKFISH (*Chanos chanos*)**

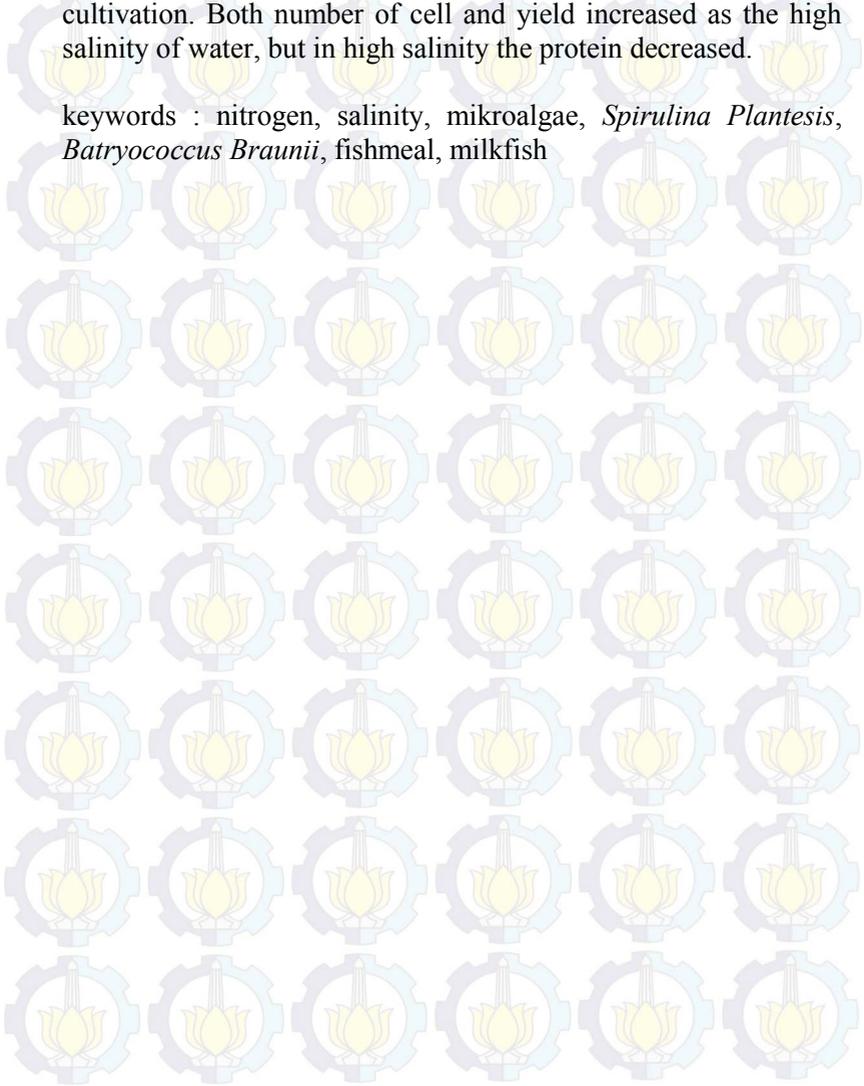
Name / NRP : 1. Akita Fabiola .M. 2311100125
2.Nabilah Fevereira .R. 2311100131
Departement : Chemical Engineering FTI-ITS
Advisor : Ir. Nuniek Hendrianie, M.T

ABSTRACT

The growth of *Spirulina Plantesis* and *Botryococcus Braunii* microlagae in dissolved KNO_3 and different salinity as milkfish feed. The purpose of this research is to identify the growth of *Spirulina Plantesis* and *Botryococcus Braunii* in dissolved KNO_3 and in different salinity and to comprehend the impact of algae as fish feed in milkfish growth. The materials in this research were *Spirulina Plantesis* and *Botryococcus Braunii* microlagae, seawater from PT. PLTU Granti, the source of nutrition (KNO_3), and CO_2 . The tools required in this research were *beaker glass*, aerators, and fluorescent lamps 36 watt. This research was done with a variable : *Spirulina Plantesis* and *Botryococcus Braunii* as cultivated microalgae; how much KNO_3 that dissolved 0,0001%, 0,0002%, 0,0003%, and 0,6%; salinity of seawater with water which was used as the medium growth of microalgae 1:5, 1:10, dan 1:15. From this research, the data of cell amount, yield and microalgae's protein was obtained. The highest number of cell *Spirulina Platensis* was in 0,6% KNO_3 dissolved and 1:15, the highest protein was in 0,6% KNO_3 dissolved and 1:5, the highest yield was in 0,6% KNO_3 dissolved and 1:15. And the highest number of cell *Botryococcus Braunii* was in 0,0001% KNO_3 dissolved and 1:15, the highest protein was in 0,6% KNO_3 dissolved and 1:5, the highest yield was in 0,6% KNO_3 dissolved

and 1:15 In conclusion, the number of cell, yield, and protein contains increased in high KNO_3 dissolved in microalgae cultivation. Both number of cell and yield increased as the high salinity of water, but in high salinity the protein decreased.

keywords : nitrogen, salinity, mikroalgae, *Spirulina Plantesis*, *Batryococcus Braunii*, fishmeal, milkfish



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan sehingga kami dapat melaksanakan skripsi yang berjudul **Pengaruh Nitrogen dan Salinitas terhadap pertumbuhan mikroalgae *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii* sebagai pakan alami ikan bandeng (*Chanos chanos*)** dan menyelesaikan tepat pada waktunya.

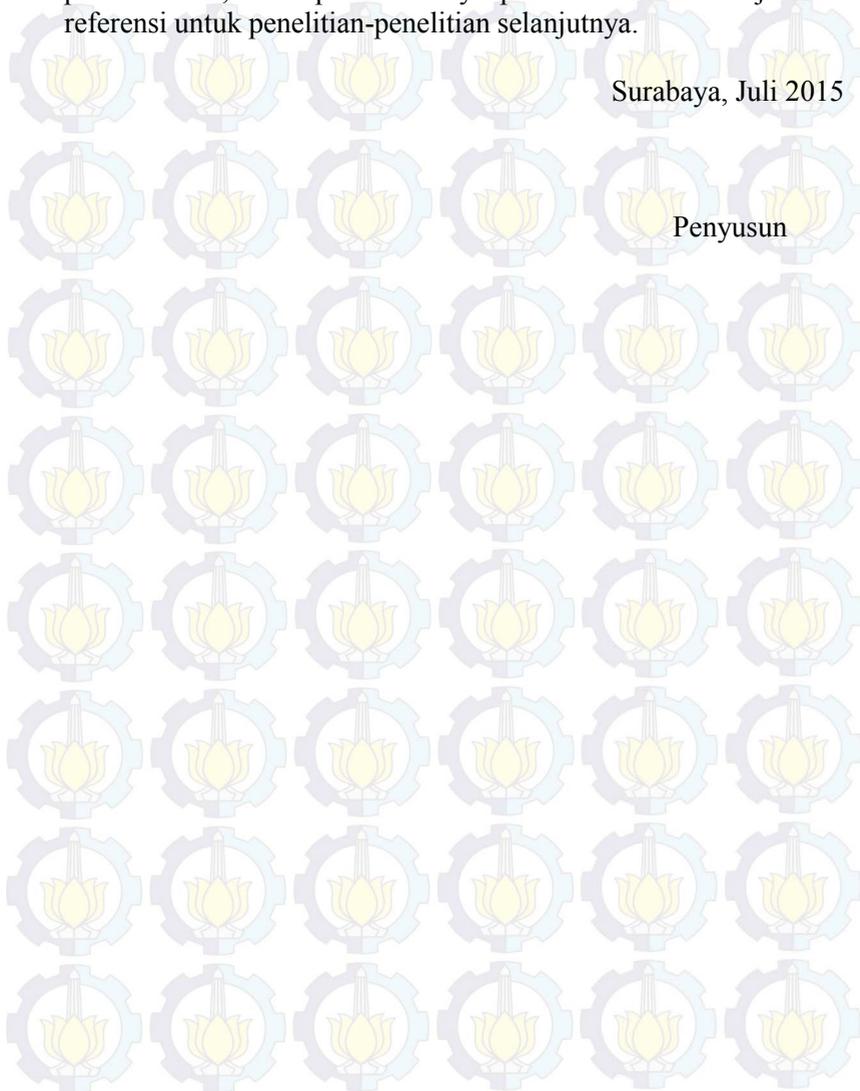
Selama penyusunan laporan ini, kami banyak sekali mendapat bimbingan, dorongan, serta bantuan dari banyak pihak. Untuk itu, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Ir. Nuniek Hendriane, M.T, selaku Dosen Pembimbing, atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
2. Ibu Dr. Ir. S.R. Juliastuti, M.Eng., selaku Kepala Laboratorium Pengolahan Limbah Industri.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.
4. Bapak Setiyo Gunawan, ST., Ph.D, selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.
5. Bapak dan Ibu Dosen pengajar serta seluruh karyawan Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
6. Orang tua serta saudara-saudara kami, atas do'a, bimbingan, perhatiannya.
7. Keluarga besar Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), khususnya teman-teman di Laboratorium Pengolahan Limbah Industri Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS atas semua dukungan, semangat, serta kerjasamanya.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam memberikan kesempatan, fasilitas, petunjuk, dan bimbingan selama penyusunan laporan ini.

Kami mohon maaf bila masih banyak kekurangan dalam penulisan ini, diharapkan nantinya penelitian ini bisa dijadikan referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Surabaya, Juli 2015

Penyusun



DAFTAR ISI

Abstrak (Indonesia)	i
Abstract (English)	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-2
I.3 Tujuan Penelitian	I-2
I.4 Manfaat Penelitian	I-2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 <i>Spirulina Platensis</i>	II-1
II.1.1 Kandungan Nutrisi.....	II-1
II.2 <i>Botryococcus Braunii</i>	II-3
II.3 Kondisi Tumbuh.....	II-5
II.4 Media Tumbuh.....	II-7
II.5 Jenis Kultur Mikroalga.....	II-8
II.6 Pakan Ikan Bandeng.....	II-9
II.7 Penelitian Terdahulu	II-10
BAB III METODE PENELITIAN	
III.1 Kondisi Operasi dan Variabel.....	III-1
III.2 Besaran yang Diukur.....	III-2
III.3 Peralatan yang Digunakan	III-2
III.4 Bahan yang Digunakan	III-3
III.5 Prosedur Penelitian	III-3
III.6 Diagram Alir Percobaan	III-4
III.7 Gambar Peralatan.....	III-5

III.8	Teknik Analisis.....	III-5
III.9	Pengolahan Data.....	III-8
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		
IV.1	Penelitian <i>Spirulina Platensis</i>	IV-1
IV.2	Penelitian <i>Botryococcus braunii</i>	IV-9
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
DAFTAR PUSTAKA		xii
APPENDIKS	A	xv
APPENDIKS	B	xxi
APPENDIKS	C	xxvi
LAMPIRAN		

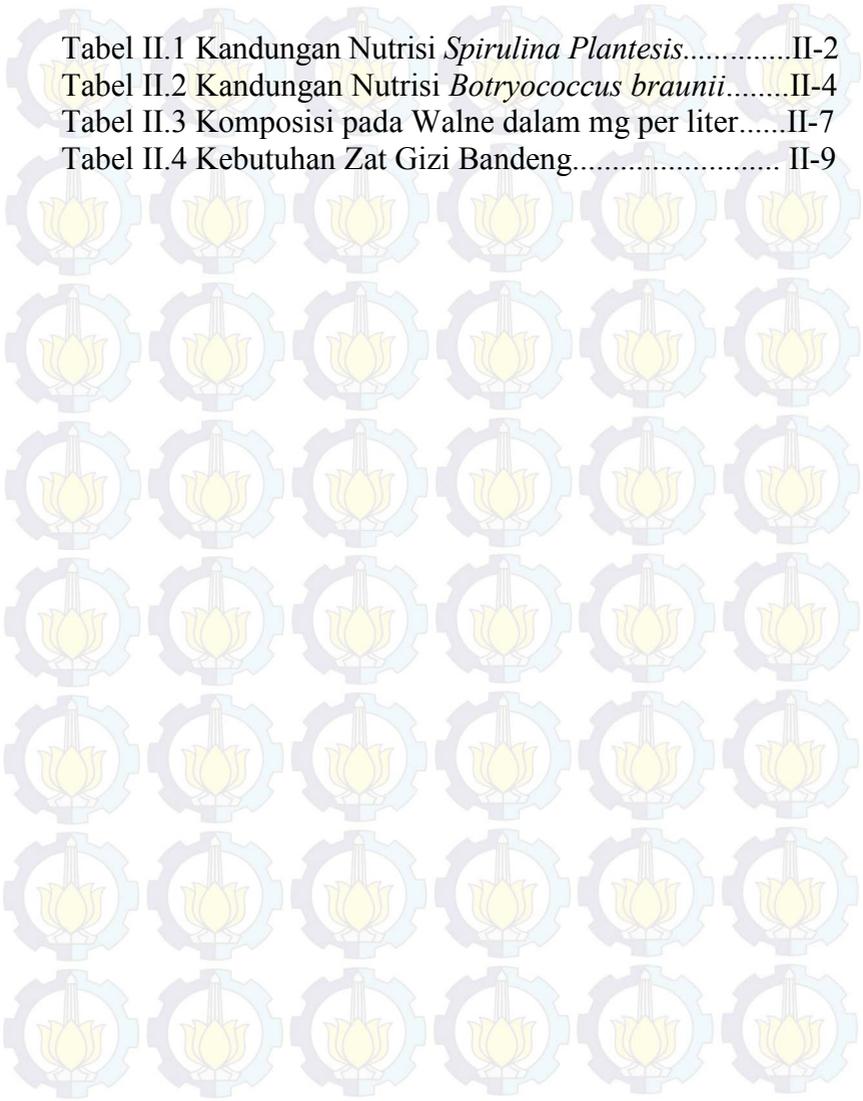
DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Morfologi <i>Spirulina Platensis</i>	II-1
Gambar II.2 Morfologi <i>Botryococcus braunii</i>	III-4
Gambar III.1 Rangkaian Alat Pengkulturan Mikroalga	III-5
Gambar III.2 Hemasitometer	III-6
Gambar IV.1.1 Pengaruh KNO ₃ terhadap Pertumbuhan Jumlah Sel (Salinitas 1:5) Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-2
Gambar IV.1.2 Pengaruh KNO ₃ terhadap Pertumbuhan Jumlah Sel (Salinitas 1:10) Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-2
Gambar IV.1.3 Pengaruh KNO ₃ terhadap Pertumbuhan Jumlah Sel (Salinitas 1:15) Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-2
Gambar IV.1.4 Grafik Persen Kenaikan Jumlah Sel <i>Spirulina Platensis</i>	IV-3
Gambar IV.1.5 Grafik Pengaruh KNO ₃ terhadap Kadar Protein Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-5
Gambar IV.1.6 Grafik Pengaruh KNO ₃ terhadap Yield <i>Spirulina Platensis</i>	IV-6
Gambar IV.1.7 Grafik Hubungan Protein dengan Jumlah Sel pada Salinitas 1:5 Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-7
Gambar IV.1.8 Grafik Hubungan Protein dengan Jumlah Sel pada Salinitas 1:10 Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-7
Gambar IV.1.9 Grafik Hubungan Protein dengan Jumlah Sel pada Salinitas 1:15 Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-8
Gambar IV.1.10 Grafik Hubungan Protein dengan Yield pada Salinitas 1:5 Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-9
Gambar IV.1.11 Grafik Hubungan Protein dengan Yield pada Salinitas 1:10 Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-9
Gambar IV.1.12 Grafik Hubungan Protein dengan Yield pada Salinitas 1:15 Alga <i>Spirulina Platensis</i>	IV-10
Gambar IV.2.1 Pengaruh KNO ₃ terhadap Pertumbuhan Jumlah Sel (Salinitas 1:5) Alga <i>Botryococcus Braunii</i>	IV-11
Gambar IV.2.2 Pengaruh KNO ₃ terhadap Pertumbuhan Jumlah Sel (Salinitas 1:10) Alga <i>Botryococcus Braunii</i>	IV-11

Gambar IV.2.3 Pengaruh KNO_3 terhadap Pertumbuhan Jumlah Sel (Salinitas 1:15) Alga <i>Botryococcus Braunii</i>	IV-11
Gambar IV.2.4 Grafik Persen Kenaikan Jumlah Sel <i>Botryococcus Braunii</i>	IV-12
Gambar IV.2.5 Grafik Pengaruh KNO_3 terhadap Kadar Protein Alga <i>Botryococcus Braunii</i>	IV-13
Gambar IV.2.7 Grafik Pengaruh KNO_3 terhadap Yield <i>Botryococcus Braunii</i>	IV-14
Gambar IV.2.8 Grafik Hubungan Jumlah Sel dengan Protein Salinitas 1:5 Alga <i>Botryococcus Braunii</i>	IV-15
Gambar IV.2.9 Grafik Hubungan Jumlah Sel dengan Protein Salinitas 1:10 Alga <i>Botryococcus Braunii</i>	IV-15
Protein Salinitas 1:15 Alga <i>Botryococcus Braunii</i>	
Gambar IV.2.11 Grafik Hubungan Yield dengan.....	IV-16
Protein Salinitas 1:5 Alga <i>Botryococcus Braunii</i>	
Gambar IV.2.12 Grafik Hubungan Yield dengan.....	IV-17
Gambar IV.2.13 Grafik Hubungan Yield dengan Protein Salinitas 1:15 Alga <i>Botryococcus Braunii</i>	IV-18

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Kandungan Nutrisi <i>Spirulina Plantesis</i>	II-2
Tabel II.2 Kandungan Nutrisi <i>Botryococcus braunii</i>	II-4
Tabel II.3 Komposisi pada Walne dalam mg per liter.....	II-7
Tabel II.4 Kebutuhan Zat Gizi Bandeng.....	II-9



BIODATA PENULIS



Akita Fabiola Meirani

Penulis dilahirkan di Denpasar, 4 Mei 1993, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu SD Hang Tuah X Sidoarjo, SMPN 1 Sedati, SMAN 1 Surabaya, S1 Teknik Kimia FTI-ITS. Selama kuliah di Teknik Kimia, penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PT. Pertamina RU VI Balongan, Indramayu, Jawa Barat.

Email : Akitafabiola_meirani@yahoo.com

BIODATA PENULIS



Nabilah Fevereira Rozandy

Penulis dilahirkan di Dili, 8 Februari 1993, merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu SDN Grogol Selatan 01 Pagi, SMP Muhammadiyah 2 Yogyakarta, SMA Negeri 4 Malang, S1 Teknik Kimia FTI-ITS. Selama kuliah di Teknik Kimia, penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PT. Pertamina RU VI Balongan, Indramayu, Jawa Barat.

Email : firafeve@gmail.com

BAB I PENDAHULUAN

I.1 LATAR BELAKANG

Dengan berkembangnya teknologi di dunia pangan, budidaya pakan alami untuk ikan saat ini telah mengalami perkembangan yang sangat pesat. Berbagai macam pakan ikan untuk masing-masing jenis ikan tersedia, hal ini disesuaikan dengan kebutuhan pangan jenis ikan tersebut.

Ikan bandeng (*Chanos chanos*) merupakan salah satu komoditas perikanan yang mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi. Budidaya ikan bandeng telah lama dikenal oleh petani tambak dan saat ini telah berkembang di hampir seluruh wilayah perairan Indonesia. Hal ini dapat dilihat permintaan masyarakat terhadap ikan merupakan sumber protein hewani yang cukup tinggi. Untuk itu ikan bandeng membutuhkan pakan dengan kandungan protein yang cukup tinggi pula.

Dalam kegiatan budidaya ikan, pakan memiliki peranan penting dalam peningkatan produksi. Pada budidaya intensif, pertumbuhan ikan bergantung pada pakan yang disuplai oleh pembudidaya. Pakan yang diberikan harus berkualitas tinggi, bergizi, dan memenuhi syarat untuk dikonsumsi ikan yang dibudidayakan, serta tersedia secara terus menerus sehingga dapat memberikan pertumbuhan yang optimal. Pada budidaya intensif, lebih dari 60% biaya produksi tersedot untuk pengadaan pakan (Kordi, 2009).

Bahan baku utama dalam penyusunan pakan ikan adalah tepung ikan, karena tepung ikan merupakan bahan baku utama sumber protein dalam pakan ikan. Umumnya tepung ikan mengandung : protein : 60 - 70%, lemak : 6 - 14%, kadar air : 4-12%, kadar abu : 6 - 18%. (Mudjiman, 2004)

Terdapat beberapa alga mikro yang berpotensi untuk dibudidayakan baik sebagai pakan alami di bidang perikanan maupun sebagai sumber energi alternatif baru, diantaranya yaitu

Spirulina, *Botryococcus*, *Nannochloropsis*, *Skeletonema*, *Dunaliella*, *Scenedesmus*, dan *Chlorella*.

Penambahan alga dalam media budidaya ikan tidak hanya berfungsi sebagai pakan secara langsung, tetapi berfungsi sebagai penyangga kualitas air dan pakan zooplankton yang diberikan pada bak pemeliharaan. Dengan adanya alga tersebut maka kualitas nutrisi zooplankton dapat dipertahankan (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Maka dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh salinitas dan nutrisi alga (KNO_3) terhadap pertumbuhan ikan bandeng dimana alga tersebut sebagai pakan ikan bandeng secara langsung. Diharapkan nantinya penelitian ini dapat memberi manfaat bagi industri dan pembudidaya ikan.

I.2 RUMUSAN MASALAH

Permasalahan yang akan dibahas adalah :

1. Pemanfaatan gas CO_2 dari gas buang PT. PLTU Grati untuk menjaga pelestarian lingkungan.
2. Pengaruh kadar nitrogen (KNO_3) terlarut dan salinitas pada kandungan protein mikroalga *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii* sehingga dapat digunakan sebagai pendamping pakan ikan bandeng.
3. Pengaruh kadar nitrogen (KNO_3) terlarut dan salinitas pada pertumbuhan mikroalga *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii*.

I.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan utama dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui rate pertumbuhan mikroalga *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii* dengan variabel KNO_3 terlarut dan salinitas yang berbeda-beda.
2. Mengetahui kandungan protein yang dihasilkan *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii* sesuai variabel yang diberikan.

3. Mengetahui yield mikroalga *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii*.

I.4 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi suatu industri untuk mempertimbangkan kegunaan mikroalga sebagai alternatif pengolahan buangnya sehingga mampu menjaga ekosistem dan mengurangi resiko pencemaran lingkungan.

Penelitian ini nantinya dapat dijadikan sebagai bahan referensi dan informasi bagi penulis selanjutnya yang tertarik untuk mengkaji dan meneliti tentang pangan ikan dari mikroalga *Spirulina platensis* dan *Botryococcus braunii*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 *Spirulina Plantesis*

Spirulina merupakan mikroalga yang mengandung protein tinggi sekitar 55-70% dan sumber mikronutrien . Pada tahun 1976, *Spirulina platensis* sengaja dipilih sebagai sumber makanan masa depan oleh International Association of Applied Microbiology. Beberapa sumber bahan pangan seperti jamur dan bakteri mempunyai kadar protein yang sangat tinggi sehingga disebut sebagai protein sel tunggal (PST). *Spirulina* adalah jenis *cyanobacteria* atau bakteri yang mengandung klorofil dan dapat bertindak sebagai organisme yang bisa melakukan fotosintesis untuk membuat makanan sendiri. Bentuknya spiral (Gambar II.1), mengandung fikosianin tinggi sehingga warna cenderung hijau biru. *Spirulina* juga memiliki kemampuan untuk tumbuh secara optimum pada kisaran pH 8,5–11, dimana mikroorganisme lainnya tidak bisa tumbuh dengan baik dalam kondisi ini. Suhu terendah untuk *Spirulina platensis* untuk hidup adalah 15°C, dan pertumbuhan yang optimal adalah 35°-40°C.



Gambar II.1 Morfologi *Spirulina Platensis*

II.1.1 Kandungan Nutrisi

Spirulina memiliki beberapa karakteristik serta kandungan nutrisi yang cocok sebagai makanan fungsional. Protein, asam lemak esensial, vitamin, mineral, dan klorofil. Serta fikosianin adalah komponen yang terkandung di dalam *Spirulina*. Diyakini juga bahwa *Spirulina* bisa bertindak sebagai produk makanan penyembuh atau obat.

a. Mineral

Jumlah mineral esensial yang terkandung dalam *spirulina* hampir sekitar 3-6%. Mineral-mineral ini terakumulasi di dalam mikroalga dan berasal dari mineral yang terkandung dalam media pertumbuhan dan juga dipengaruhi oleh suhu, salinitas dan pH.

b. Protein

Spirulina mengandung jumlah yang sangat tinggi dari protein, antara 55-70% berat kering, tergantung sumber (Phang et al., 2000). Protein ini merupakan suatu senyawa kompleks yang kaya akan asam amino esensial yaitu metionin (1,3-2%), triptofan (1-1,6%), sistin (0,5-0,7%), dan lisin (5,9-6,5%). Kadar asam amino yang tinggi baik untuk kesehatan karena merupakan salah satu bahan pembuat protein.

c. Asam Amino Esensial

Poly Unsaturated fatty Acid (PUFA) dalam *Spirulina* sekitar 1,5-2% dari lemak total (5-6%). Jenis kandungan lemak tertinggi dari *Spirulina* adalah *Gamma Linoleic Acid* (GLA) sekitar 36% dari total lemak (Borowitzka, 1994; Li dan Qi, 1997). Senyawa-senyawa lain yang terdapat di dalam lemak adalah asam palmik (44,6-54,1%), asam oleat (1-15,5%) dan asam linoleat (10,8-30,7%). *Spirulina* mengandung kolesterol sekitar 32,5 mg/100 g.

Tabel II.1 Kandungan Nutrisi *Spirulina plantesis*

Komposisi	Kandungan
Protein	56-63%
Lemak	4,3-6%
Karbohidrat	17,8-25%
Asam linoleat	0.8%
Klorofil	1,2%
Fikosianin	6.7-11.7%
Karotein	0.43%
Zeaxanthin	0.1%
Air	3-6%

Kandungan mineral dalam *Spirulina* berbeda satu sama lain tergantung pada jenis media pertumbuhannya. Secara umum, kultivasi *Spirulina* bisa menggunakan air tawar, air laut, atau air payau.

a. *Spirulina* Air Laut

Spirulina yang dibudidayakan di air laut mengandung mineral lebih tinggi daripada media air tawar atau payau. Air laut mengandung garam yang tinggi seperti NaCl, KCl, MgCl. *Spirulina* ini juga mengandung fikosianin, polisakarida, inositol yang lebih tinggi. Meskipun mengandung garam tinggi, kandungan natrium yang terlalu tinggi dinilai tidak baik untuk kesehatan manusia. Untuk menurunkan mineral ini, dapat digunakan NaHCO_3 dan Na_2CO_3 melalui metode Trigger (Faucher, et al., 1975). *Spirulina* air laut memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih rendah daripada *spirulina* air tawar. *Spirulina* air laut memiliki bau amis seperti rumput laut atau cumi-cumi sehingga beberapa konsumen tidak nyaman dengan bau tersebut. Bau amis ini dihasilkan dari kandungan mineral di dalam *Spirulina*.

b. *Spirulina* Air Tawar

Spirulina ini biasanya digunakan sebagai bahan makanan manusia dan farmasi. Dalam media air tawar, NaHCO_3 , fosfat, dan urea ditambahkan untuk mempengaruhi laju pertumbuhan mikroalga.

Spirulina air tawar memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi di sekitar 0.16/hari dan menghasilkan 1,23-1,34 g/L biomassa kering. Sementara itu Spirulina air laut memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih rendah dan menghasilkan biomassa di sekitar 10.3g/m²/hari (Costa, et al, 2003; Wu, et al, 1993). Karena kandungan natrium dalam Spirulina air tawar lebih rendah dari air laut, maka aman untuk digunakan sebagai makanan manusia dan farmasi. Kandungan protein yang dihasilkan dari Spirulina media air tawar adalah sekitar 60-70%. Spirulina air tawar tidak memiliki bau amis karena memiliki kandungan mineral yang lebih rendah daripada Spirulina air laut.

II.2 *Botryococcus braunii*

Botryococcus braunii adalah mikroalga autotrof berwarna hijau yang hidup di perairan terutama di air payau. Mikroalga ini ditemukan hidup berkoloni pada tempat hidupnya (Kutzing, 1849). *Botryococcus braunii* termasuk dalam kingdom *Plantae*, divisi *Chlorophyta*, kelas *Trebouxiophyceae*, ordo *incertae sedis*, famili *Botryococcaceae*, genus *Botryococcus*, dan spesies *Botryococcus braunii*.



Kingdom: *Plantae*
Division: *Chlorophyta*
Class : *Trebouxiophyceae*
Order : *Incertae sedis*
Family : *Botryococcaceae*
Genus : *Botryococcus*
Species : *B. braunii*

Gambar II.2 Morfologi *Botryococcus braunii*

Botryococcaceae adalah tingkatan famili dari klasifikasi makhluk hidup. Genus dari famili ini adalah *Botryococcus*. Genus *Botryococcus* memiliki ciri – ciri yaitu sel-sel membentuk agregat yang tidak beraturan dan memiliki filamen tipis yang

menghubungkan sel – sel. Sel berbentuk bulat telur dengan ukuran panjang antara 6 -10 μm , dan lebar antara 3 sampai 6 μm .

Botryococcus braunii memiliki kemampuan untuk mensintesis dan mengumpulkan berbagai macam lipida dan hidrokarbon. Ganggang ini mampu menghasilkan lipid sampai dengan 60% berat keringnya. Jika dibandingkan dengan jenis mikroalga lainnya jumlah lipida *Botryococcus braunii* relatif lebih banyak.

Jenis lipida bervariasi tergantung pada jenis strainnya, mulai dari C_{12} hingga C_{37} . Dinding sel *Botryococcus braunii* relatif lebih tebal dari spesies mikroalga hijau lain karena akumulasi penumpukan dari pembelahan sel sebelumnya. Sebagian besar lipida dari spesies ini terletak di bagian permukaan selnya oleh karena itu ekstraksi lipida dari mikroalga jenis ini relatif lebih efisien dibandingkan harus melewati dinding sel pada jenis ganggang yang lain. *Botryococcus braunii* mulai mengalami fase log untuk pertumbuhannya pada saat 72 jam waktu kultur di kolam terbuka dan bisa mencapai 2 hari pada kondisi laboratorium. *Botryococcus brauni* tumbuh pada daerah subtropis dan tropis dengan suhu tumbuh 23–27°C. Diketahui kadar garam optimum untuk tumbuh sekitar 0,2 M. (Qin, 2005)

Tabel II.2 Kandungan Nutrisi *Botryococcus braunii*

Komposisi	Kandungan
Protein	17-20 %
Karbohidrat	20-40 %
Lipid	30-60 %

(Becker, 1994)

II.3 Kondisi Tumbuh Mikroalga

Pertumbuhan dan komposisi lipid mikroalga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti suhu, intensitas cahaya, CO_2 , nitrogen dan medium kultur.

1. Suhu

Suhu diketahui dapat mempengaruhi komposisi dan sifat metabolisme dari biomassa. Mikroalga pada umumnya

memiliki toleransi terhadap suhu tumbuh antara 16 dan 35°C. Untuk suhu tumbuh lebih rendah dari 16°C pertumbuhan mikroalga akan menjadi lambat, sedangkan untuk suhu lebih tinggi dari 35°C akan mematikan sel – sel dari mikroalga (Mayo dan Noike, 1996). Kondisi tumbuh optimum *Spirulina Plantesis* berkisar antara 35 – 40°C. (Kawaroe *et al* 2010). Sedangkan kondisi tumbuh optimum *Botryococcus braunii* berisar antara 25 – 27°C. (Yamaguchi, 1987)

2. Cahaya

Cahaya diperlukan oleh mikroalga untuk tumbuh, karena energi dari cahaya tersebut dibutuhkan untuk metabolisme dan fotosintesis. Peningkatan intensitas cahaya akan meningkatkan laju fotosintesis sampai nilai tertentu dan sampai pada nilai tersebut maka laju dari fotosintesis tidak akan meningkat lagi. Pada *Spirulina Plantesis* dan *Botryococcus braunii*, cahaya juga sangat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan mikroalga tersebut. Diketahui kondisi tumbuh optimum dari *Spirulina Plantesis* dan *Botryococcus braunii* adalah sekitar 10 klux (Kojima dan Zhang, 1999). Satuan intensitas cahaya yang digunakan dalam penelitian ini adalah lux. Lux adalah lumen/m².

3. pH

Pada media kultur, pH merupakan salah satu faktor penting dalam budidaya mikroalga. beberapa percobaan telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh pH terhadap ketersediaan CO₂ dan pertumbuhan alga. Nilai pH yang tinggi berpotensi menghambat beberapa jenis mikroalga. Namun, pengoperasian pada pH tinggi akan meningkatkan ketersediaan CO₂ (dalam bentuk bikarbonat) dalam air untuk dikonsumsi mikroalga.

Mikroalga menunjukkan ketergantungan yang berbeda terhadap pH dari media untuk tiap – tiap spesies. pH pada kultur mikroalga dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti komposisi media, jumlah CO₂ terlarut, suhu (yang

mengendalikan kelarutan CO₂) dan aktivitas metabolisme dari sel-sel mikroalga. Peningkatan pH biasanya terjadi karena berkurangnya anion (NO₃⁻) dan CO₂ yang terbentuk di media serta ekskresi ion OH⁻. (Dayananda et al. 2007)

4. Nitrogen

Diketahui bahwa sumber karbon dan nitrogen adalah unsur nutrisi yang penting bagi organisme. Mikroalga dapat memanfaatkan sumber nitrat, amonia atau nitrogen organik seperti urea. Pasokan nitrogen yang biasa digunakan adalah dalam bentuk amonia atau urea yang secara ekonomis lebih menguntungkan daripada nitrat atau nitrit. Seperti mikroalga pada umumnya *Spirulina sp.* juga membutuhkan nitrogen untuk tumbuh. Secara garis besar nitrogen mempengaruhi pertumbuhan dari sel *Spirulina Plantesis* dan *Botryococcus braunii* seperti kandungan lipida, protein, dan karbohidrat. Pada kondisi di mana kadar nitrogen kecil maka produksi lipida pada sel akan bertambah banyak, keadaan ini biasa disebut *Nitrogen Starvation* (Eugenia J. Olguín et al, 2000).

Baik natrium maupun kalium diperlukan oleh sel mikroalga untuk mempertahankan / meningkatkan tekanan osmotik dalam sel. Dalam hal ini kalium lebih efektif dalam menjalankan fungsi tersebut. Selain itu, ternyata kalium juga berfungsi sebagai kofaktor dari enzim-enzim yang terdapat dalam sel dan berperan dalam sintesis protein. Sedangkan natrium diperlukan sebagai penyeimbang ion pada regulasi energi. Berdasarkan fungsi-fungsi tersebut, diperkirakan sel lebih memilih untuk memanfaatkan kalium daripada natrium. Penambahan ion K⁺ dan Na⁺ ke dalam kultur dapat meningkatkan salinitas medium. Meskipun alga cukup tahan dalam lingkungan yang salinitasnya tinggi (5%), kemungkinan besar alga akan mati pada tingkat salinitas lebih tinggi dari 5%. pertumbuhan alga akan meningkat karena banyak ion K⁺ yang dimanfaatkan alga. Penambahan bahan yang memiliki kandungan kalium tidak mempengaruhi

salinitas medium karena K^+ dimanfaatkan oleh alga untuk pertumbuhannya sebagai kofaktor enzim seperti yang telah disampaikan sebelumnya. Hal yang sebaliknya, penambahan natrium akan meningkatkan salinitas medium karena banyaknya ion Na^+ di dalam medium yang kurang dimanfaatkan alga. Pada penelitian kali ini, jumlah Na^+ yang ditambahkan relatif sedikit sehingga tidak menyebabkan peningkatan salinitas medium yang berarti. (Panji, 2001)

5. CO_2

Mikroalga memerlukan sumber karbon untuk melakukan fotosintesis. Sekitar 50% berat dari biomassa mikroalga terdiri dari karbon, kecukupan pasokan karbon sangat penting untuk kultur yang baik. Konsentrasi CO_2 alami di udara (0,03%) tidak cukup baik untuk pertumbuhan optimum dari mikroalga. Biasanya dalam kultur mikroalga ditambahkan karbon tambahan terutama dalam bentuk udara yang diperkaya CO_2 . Pertumbuhan *Spirulina Plantesis* diketahui juga terpengaruh oleh konsentrasi CO_2 pada media tumbuhnya. Menurut penelitian diketahui bahwa umumnya konsentrasi optimum untuk pertumbuhan *Spirulina Plantesis* adalah pada konsentrasi 1%. (Pierre et al, 2011)

6. Salinitas

Pada habitat tumbuhnya, pertumbuhan mikroalga sangat dipengaruhi oleh salinitas tergantung dari tempat tumbuh alaminya yaitu di air laut, di air payau, atau di air tawar. *Spirulina Plantesis* pada habitat alaminya hidup di *fresh-water*, sedangkan *Botryococcus braunii* hidup di air payau (Kutzing, 1849). Kadar garam sangat berpengaruh pada pertumbuhan mikroalga khususnya pada tekanan osmotik sel. Jika kadar garam dari media tumbuh tidak sesuai dengan kondisi tumbuh yang mampu ditoleransi oleh mikroalga maka dimungkinkan terjadinya pelepasan substansi dalam sel karena konsentrasi garam yang terlalu rendah atau masuknya medium ke dalam sel karena terlalu tingginya konsentrasi

garam pada media tumbuh. Kadar garam juga berpengaruh terhadap komposisi dan kandungan lipida pada mikroalga khususnya *Spirulina Plantesis*. Diketahui kadar garam optimum untuk tumbuh sekitar 0-35 ‰, dan yang optimal pada 10 – 20 ‰. Sedangkan pada *Botryococcus braunii* kadar garam optimum untuk tumbuh sekitar 0,2 M (Qin, 2005).

II.4 Media Kultur

Pada penelitian kali ini menggunakan medium Walne sebagai tambahan pada media tumbuh dari *Botryococcus braunii* dan *Spirulina Plantesis*. Media Walne juga memiliki kandungan unsur-unsur yang serupa hanya terdapat perbedaan pada kandungan ion sulfat. *Botryococcus braunii* dan *Spirulina plantesis* dengan kemampuannya untuk tumbuh pada perairan dengan salinitas sedang bisa ditumbuhkan pada media Walne (BBPBAP Jepara, 2013). Berikut adalah konsentrasi dari masing-masing komposisi pada media Walne, yaitu:

Tabel II.3 Komposisi pada Walne dalam mg per liter

Komposisi	Konsentrasi (mg/liter)
NaNO ₃	100,00
Na ₂ EDTA	45,00
H ₃ BO ₃	33,60
NaH ₂ PO ₄ .2H ₂ O	20,00
FeCl ₃ .6H ₂ O	1,3
MnCl ₂ .4H ₂ O	0,36
Vitamin B1	0,1
Vitamin B12	0,005

(Isnansetyo & Kurniastuty, 1995)

Konsentrasi N dalam NaNO₃ yang tinggi pada media Walne membuat aktivitas metabolisme tetap berlangsung dalam jangka waktu yang optimum. Sehingga pembelahan sel masih terus berlangsung hingga masa puncak pertumbuhannya. Pada media yang kandungan N-nya tercukupi akan mendukung produksi protein, tetapi akan menurunkan sintesis karbohidrat dan

lemak. Nitrogen diperlukan pada proses sintesis asam amino sebagai penyusun protein didalam sel. (Suminto, 2009)

II.5 Jenis Kultur Mikroalga

Kultur mikroalga umumnya dibedakan menjadi tiga jenis yaitu *phototrophic*, *heterotrophic*, dan *mixotrophic*. Secara alamiah, mikroalga tumbuh dengan cara *phototropic*. Sesuai dengan namanya, kultur *phototroph* menggunakan cahaya matahari atau sumber cahaya lain dengan intensitas cahaya yang sebanding sebagai sumber energi dari mikroalga. Pada kultur *phototroph*, sumber karbon yang digunakan adalah sumber karbon anorganik yaitu CO₂.

Kultur *heterotrophic* adalah kultur yang menggunakan karbon organik untuk menghasilkan energi. Dalam kultur ini ketersediaan cahaya baik itu dari matahari ataupun sumber cahaya yang lain tidak begitu diperhatikan seperti pada kultur *phototropic* dan *mixotrophic*. Sedangkan kultur *mixotrophic* merupakan perpaduan antara kultur *heterotrophic* dan *phototropic*. Kultur *mixotrophic* menggunakan cahaya matahari atau sumber cahaya lain sebagai sumber energi dan sumber karbon organik (Zhang dkk., 2011).

Lima manfaat *Spirulina* untuk kesehatan ikan adalah sebagai berikut:

1. Spirulina mengandung vitamin dan mineral.
2. Spirulina kaya akan muco protein baik untuk kesehatan kulit.
3. Kandungan phycocyanin yang dapat mengurangi obesitas dan membuat ikan menjadi lebih sehat.
4. Kandungan asam lemak yang berguna untuk pertumbuhan organ.
5. Spirulina mengandung zat pewarna natural seperti carotenoids.

Spirulina merupakan ganggang biru-hijau yang memiliki kandungan gizi yang bermanfaat bagi kecemerlangan pada ikan. (Mahmud Affendi, 2012)

II.6 Pakan Ikan Bandeng

Pakan berfungsi sebagai sumber energi bagi kehidupan, pertumbuhan, dan reproduksi ikan. Melalui proses metabolisme, pakan akan dicerna menjadi energi bagi ikan untuk melakukan aktivitasnya. Pemberian pakan haruslah dapat dikonsumsi ikan secara utuh sehingga pakan tidak ada yang terbuang.

Bahan baku utama dalam penyusunan pakan ikan adalah tepung ikan, karena tepung ikan merupakan bahan baku utama sumber protein dalam pakan ikan. Namun, saat ini produksi tepung ikan lokal baru dapat memenuhi 60-70% dari kebutuhan dengan kualitas dan kuantitas yang berfluktuatif. Oleh karena itu diperlukan penelitian yang mendalam terhadap berbagai bahan baku alternatif pengganti tepung ikan. Suatu bahan yang dapat digunakan sebagai bahan baku pakan harus memenuhi persyaratan tertentu, yaitu mempunyai nilai gizi yang tinggi, tersedia dalam jumlah melimpah dan kontinyu. (Mudjiman, 2004)

Bandeng biasanya dipelihara di tambak dengan benih yang dikumpulkan dari alam di dekat-dekat pantai atau muara sungai. Pakan alami bandeng adalah plankton. Bandeng sering digolongkan ke dalam pemakan tanaman (herbivora) dan pemakan plankton. Ketika masih berukuran larva sampai berbentuk nener, bandeng tergantung pada fitoplankton dan zooplankton. Pada saat dipelihara di tambak, dalam stadia juvenil maupun dewasa, bandeng lebih banyak memakan alga hijau dan alga biru serta jenis-jenis tanaman air tingkat rendah lainnya.

Pada umumnya pakan buatan ikan bandeng memiliki komposisi nutrisi pakan sebagai berikut : protein 19 – 22 % ; kadar air (max) 10 % ; lemak (min) 5 % ; serat kasar (max) 8 % dan kadar abu (max) 15 %. Pemberian pakan buatan sangat tergantung pada kelimpahan pakan alami dan padat yang diberikan di tambak. Pakan buatan diberikan apabila pakan alami sudah tidak lagi menunjang pertumbuhan bandeng yang dipelihara. Apabila pemberian pakan buatan dianggap perlu maka dapat dilaksanakan 2 kali sehari yaitu pagi dan sore hari

dengan jumlah berkisar 50 – 100 % dari berat total ikan yang dipelihara. Pakan untuk stadia larva sebaiknya berupa tepung, untuk juvenil berupa remah, dan untuk dewasa berupa pelet.

II.7 Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu mengenai mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Braunii*. Penelitian-penelitian tersebut meliputi pengaruh variabel dan pemanfaatan mikroalga tersebut sebagai bahan alternatif. Penelitian – penelitian tersebut antara lain:

1. Dewi Sussana, Zakianis, Ema Hermawanti, dan Haryo Kuntoro Adi., 2007, *Pemanfaatan Spirulina Platensis sebagai Suplemen Protein Sel Tunggal (PST) Mencit (Mus musculus)*, 11 (2007) 44-49. Penelitian ini secara umum mempertlihatkan bahwa berat badan baik pada kelompok control maupun kelompok perlakuan dengan kadar *Spirulina Platensis* 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% mulai hari pertama sampai hari kedua belas. Pada hari ke-13 seluruh mencit mulai mengalami penurunan berat badan dan puncak penurunan berat badan pada hari ke-14 dan kenaikan berat badan lagi pada hari ke-15. Hal ini berarti bahwa pakan mencit, baik pelet maupun berbagai konsentrasi biomassa kering *Spirulina Platensis* mempunyai pengaruh pada kenaikan berat badan mencit yang sama, namun kenaikan pada berat badan mencit kontrol adalah paling kecil. Pemanfaatan *Spirulina Platensis* hanya efektif sampai hari ke-14.
2. Ricky Suranta Barus, Syammaun Usman, Nurmatias., 2011, *Pengaruh Konsentrasi Spirulina Platensis pada Pakan terhadap Peningkatan Warna Ikan Mas Koki (Carassius auratus)*, 198 (2011) 82-93. Pemberian *Spirulina Platensis* dapat merubah warna dan mempengaruhi pertumbuhan ikan mas koki. Penambahan *Spirulina Platensis* pada pakan dengan dosis 3% menghasilkan tingkat perubahan warna yang lebih optimal dan efektif bila dibandingkan dengan dosis lainnya.

3. Eduardo Bittencourt Sidney, Willerson Sturm, Julio Cesar de Carvalho, Vanete Thomaz-Soccol., 2010, *Potential Carbon Dioxide Fixation By Industrially Important Microalgae*, Bioresource Technology, 5892-5896. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan CO₂ tetap yang akan dikulturkan ke mikroalgae. Tujuannya untuk menganalisa parameter pertumbuhan, media mengkulturkan, komposisi biomassa, dan produktivitas serta keseimbangan nutrisi yang dihasilkan. Mikroalgae yang digunakan adalah *Dunaliella tertiolecta*, *Chlorella Vulgaris*, *Spirulina Platensis*, dan *Botryococcus Braunii*. Kecepatan alir CO₂ ditentukan oleh sistem yang dikembangkan di lab. penelitian. *Botryococcus Braunii* diberikan CO₂ tetap dengan kecepatan tertinggi kemudian *Spirulina Platensis*, *Dunaliella tertiolecta*, dan *Chlorella Vulgaris*. CO₂ tetap digunakan untuk pertumbuhan biomassa mikroalgae. Consumption rate N, P, K, dan Mg dari mikroalgae dianalisa. Komposisi biomassa menunjukkan tingginya protein dan lipid, terutama pada *Dunaliella tertiolecta* dan *Botryococcus Braunii*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Limbah Industri Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS dengan menggunakan mikroalga dari laboratorium BBPBAP Jepara dan air laut dari PT. PLTU Grati.

III.1 Kondisi Operasi dan Variabel

- Kondisi Operasi

1. Kondisi tumbuh *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii* dalam penelitian
Suhu operasi = 27°C
Intensitas cahaya = ± 10.000 lux dengan fluorescent lamp @ 36 watt (2600 lux)
pH = ± 7
2. Konsentrasi CO₂ yang dialirkan yaitu 15%.
3. Walne diberikan pada awal pengkulturan mikroalga sebanyak 1 ml/L larutan alga.
4. Air laut yang digunakan didapat dari PT. PLTU Grati, Pasuruan, Jawa Timur.

- Variabel

1. Larutan mikroalga dengan salinitas yang berbeda, masing-masing perbandingan volume air laut dengan air tawar = 1:5, 1:10, dan 1:15.
2. Konsentrasi nitrogen (KNO₃) yang dilarutkan = 0,0001%, 0,0002%, 0,0003%, dan 0,6%.
3. Jenis mikroalga yang digunakan dalam percobaan = *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii*.

- Variabel Respon

1. Peningkatan jumlah sel pada *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii*.
2. Peningkatan berat kering pada *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii*.

3. Peningkatan kandungan protein pada *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii*.

III.2 Besaran yang Diukur

Selama proses penelitian pengaruh pertumbuhan ikan bandeng pada *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii* dengan media air laut dari PT. PLTU Grati dan dilakukan pengukuran beberapa besaran sebagai berikut :

1. Pertumbuhan alga (jumlah sel) yang digunakan dalam penelitian diukur setiap hari selama 7 hari
2. Berat kering mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii* setelah dikulturkan selama 7 hari
3. Kandungan protein masing-masing mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii*

III.3 Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Beaker glass
2. Aerator
3. Selang
4. Lampu fluorescent 36 watt
5. Cawan porselin
6. Tabung sentrifuge
7. Alat sentrifuge
8. Hotplate
9. Neraca analitik
10. Pipet ukur
11. Tabung CO₂
12. Regulator
13. Pressure Gauge
14. Rotameter

III.4 Bahan yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii*

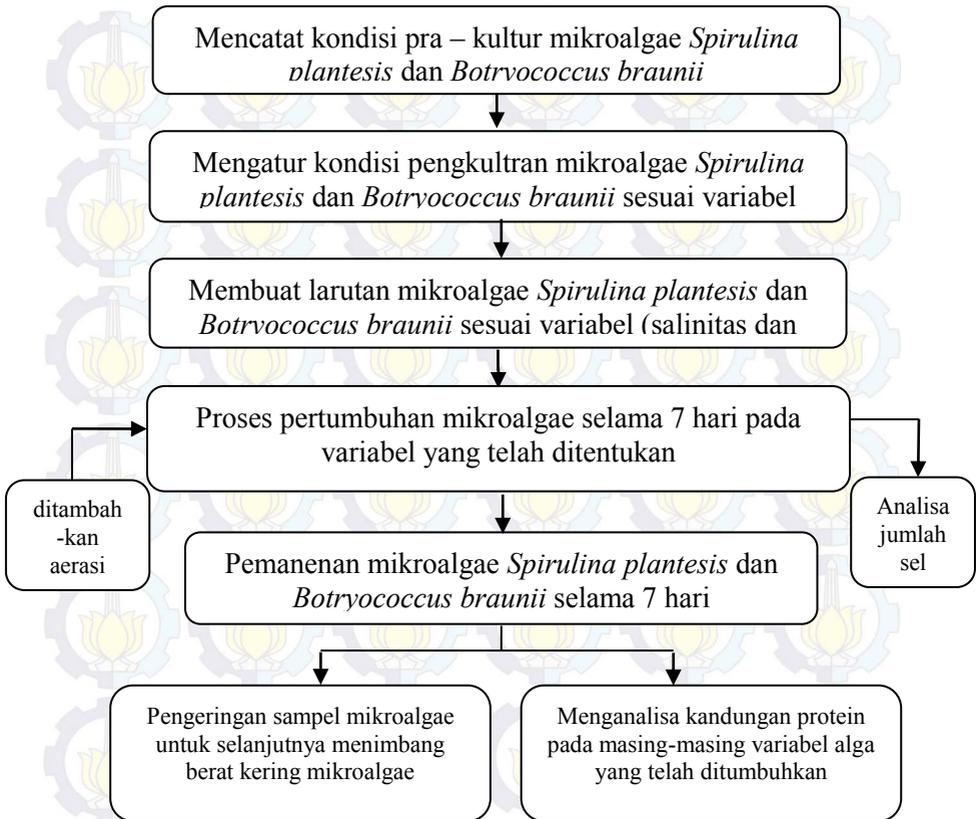
2. Air laut dari PT. PLTU Grati
3. Sumber nutrisi (KNO_3)
4. Walne
5. Gas CO_2

III.5 Prosedur Penelitian

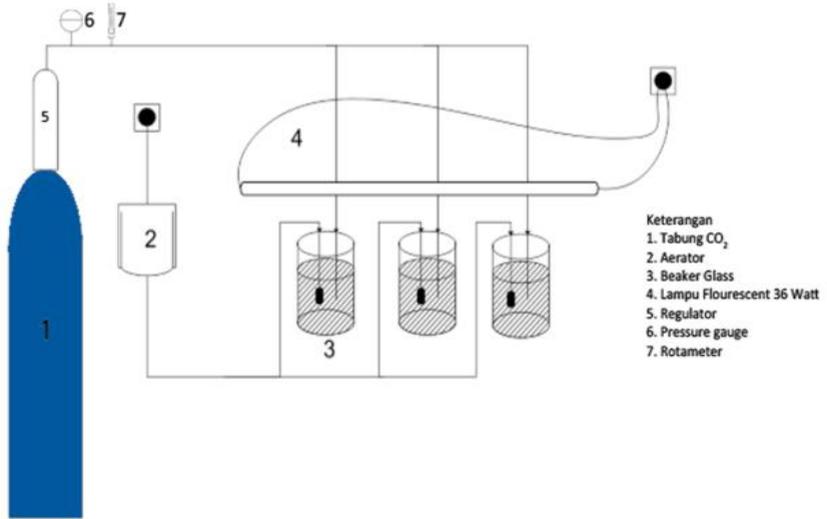
1. Prosedur pra - kultur meliputi :
 - Mencatat detail kondisi awal pengulturan mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii* yang akan dibiakan.
2. Prosedur kultur mikroalga meliputi :
 - Memasukkan 250 ml mikroalga pada 750 ml air yang disalinitas sesuai variabel ke dalam masing-masing kolam pengulturan.
 - Mengatur salinitas media yang akan digunakan sebagai media kultur sesuai dengan variabel yang telah diberikan.
 - Mengatur sistem pencahayaan dengan lampu fluorescent 36 watt yang diletakkan di atas kolam pengulturan.
 - Mengatur kadar nutrisi (KNO_3), sesuai dengan variabel yang telah diberikan.
 - Menambahkan walne sebanyak 1 ml per liter media kultur ke masing – masing kolam yang telah diberi mikroalga.
 - Mengatur sistem aerasi dan CO_2 yang ditambahkan ke masing – masing kolam pengulturan.
 - Media kultur dibiarkan, diamati pertumbuhannya, dan dihitung jumlah selnya kemudian dilakukan penimbangan berat kering alga sesuai dengan *range* waktu yang telah ditentukan.
3. Prosedur penimbangan mikroalga meliputi :
 - Mengambil sampel mikroalga sebanyak 15 ml.

- Melakukan proses pemisahan mikroalga dalam kultur dengan menggunakan sentrifuge selama 20-30 menit sampai menjadi *slurry* mikroalga.
- Menambahkan aquades pada *slurry* mikroalga dan melakukan proses pemisahan dengan menggunakan centrifuge lagi untuk menghilangkan kadar garam dalam *slurry* mikroalga.
- *Slurry* mikroalga kemudian dituangkan ke dalam cawan porselin dan dipanaskan menggunakan hotplate pada suhu 200°C sampai menjadi *dried* mikroalga (mikroalga kering).
- Menimbang dan mencatat massa mikroalga kering yang didapat.

III.6 Diagram Alir Percobaan



III.7 Skema Peralatan

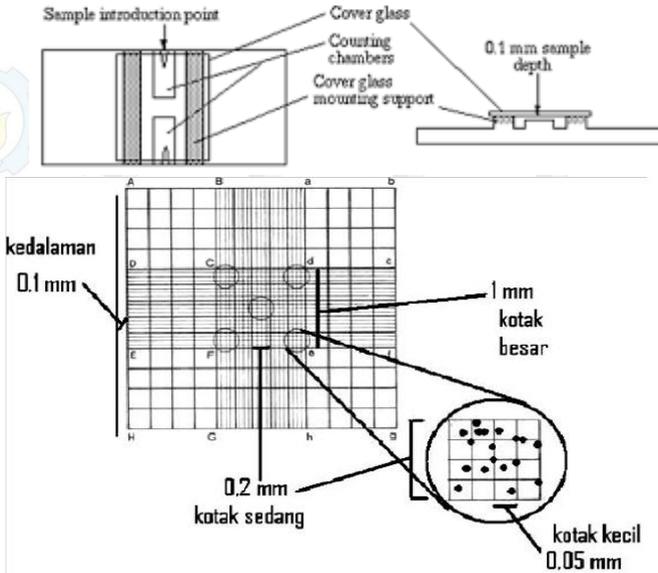


Gambar III.1 Rangkaian Alat Pengukuran Mikroalgae

III.8 Teknik Analisis

A. Analisa Jumlah Sel Mikroalgae

Pada metode perhitungan jumlah sel dengan metode *counting chamber* ini alat yang digunakan adalah hemasitometer. Hemasitometer merupakan alat untuk menghitung sel secara cepat pada larutan dengan konsentrasi yang rendah. Hemasitometer ini terdiri dari dua *chamber*, dimana masing-masing terbagi atas 9 area (1,0 mm x 1,0 mm) satuan luas dan terpisahkan oleh tiga garis. Luas area masing - masing 1 mm². Deck glass digunakan untuk menutup bagian atas dengan ketebalan 0,1 mm. Hemasitometer diletakkan diatas tempat objek pada dan digunakan untuk menghitung jumlah suspensi sel. Berikut ini adalah gambar hemasitometer:



Gambar III.2 Hemasitometer

Alat yang digunakan :

1. Mikroskop
2. Hemasitometer
3. Deck glass
4. Pipet mata
5. Tabung reaksi

Bahan yang digunakan :

1. Larutan sampel
2. Aquades

Prosedur yang dilakukan :

1. Mengambil 1 ml mikroalgae dan menambahkan 9 ml aquades, disebut pengenceran 10x.
2. Mengocok larutan dengan memutar tabung reaksi perlahan diantara kedua telapak tangan agar merata.
3. Meneteskan larutan tersebut dengan menggunakan pipet mata pada hemasitometer dan menutup dengan deck glass

4. Menghitung jumlah sel dengan mikroskop dan mencatatnya.

B. Analisa Berat Mikroalga

Analisis yang digunakan adalah untuk mengetahui pengaruh salinitas dan nitrogen pada pertumbuhan mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii* dengan metode penimbangan berat mikroalga dalam sampel dari beberapa variabel.

Alat yang digunakan :

1. Pipet ukur
2. Cawan porselin
3. Tabung sentrifuge
4. Alat sentrifuge
5. Hotplate
6. Neraca analitik

Bahan yang digunakan :

1. Larutan sampel
2. Aquades

Prosedur yang dilakukan :

1. Mengambil sampel (larutan algae) sebanyak 15 ml dengan pipet ukur dan memindahkan ke dalam tabung sentrifuge.
2. Mensentrifuge tabung berisi sampel selama 20-30 menit sehingga menghasilkan *slurry* mikroalga.
3. Menambahkan aquades pada *slurry* mikroalga dan melakukan proses pemisahan dengan melakukan sentrifuge lagi untuk menghilangkan kadar garam dalam *slurry* mikroalga.
4. *Slurry* mikroalga kemudian dituangkan ke dalam cawan porselin dan dipanaskan menggunakan hot plate pada suhu 200°C menjadi *dried* mikroalga (mikroalga kering).
5. Menimbang dan mencatat massa mikroalga kering yang didapat.

C. Analisa Protein Mikroalga

Analisa yang digunakan adalah untuk mengetahui pengaruh salinitas dan nitrogen pada protein mikroalga *Spirulina*

platensis dan *Botryococcus braunii* dengan metode Kjeldahl. Mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii* yang telah dikulturkan selama 7 hari dan mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii* sebelum dikulturkan diambil sampelnya sebanyak 100 ml untuk selanjutnya dianalisa kadar proteinnya di Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya.

III.9 Pengolahan Data

Setelah didapat data-data dari hasil pengkulturan berupa berat kering hari ke-0, berat kering hari ke-7, dan jumlah sel selama 7 hari maka dilakukan perhitungan dengan langkah-langkah pengolahan data sebagai berikut :

a. Menghitung Yield Mikroalga

Setelah dikulturkan selama 7 hari, mikroalga tersebut diambil sampelnya untuk kemudian ditimbang berat keringnya. Setelah didapat berat kering mikroalga tersebut maka dapat dihitung yield mikroalga dengan menggunakan persamaan :

$$Yield = \frac{\text{berat kering pada 7 hari}}{\text{berat kering pada 0 hari}}$$

dimana berat kering pada 7 hari yaitu produk mikroalga yang dihasilkan selama pengkulturan, didapat dari berat kering sampel mikroalga pada hari ke-7 dikurangi berat kering pada hari ke-0.

b. Menghitung Jumlah Sel dengan Counting Chamber

Perhitungan *counting chamber* dengan menggunakan mikroskop dilakukan sebanyak 3 kali run dengan masing-masing run menghitung banyak mikroalga pada 5 kotak sedang (a,b,c,d, dan e) yang tersebar secara merata pada kotak besar sehingga didapatkan jumlah sel total untuk setiap kotak sedang. Dari jumlah sel total ini didapatkan jumlah sel rata-rata.

$$\text{Jumlah sel rata - rata} = \frac{\text{Jumlah sel total}}{\text{Jumlah run}}$$

Jumlah sel rata-rata kemudian dikalikan dengan luas 1 kotak besar, yang berisi 25 kotak sedang, dengan luas 1 mm² yang dikalikan dengan kedalaman 0,1 mm sehingga didapat volume kotak besar.

$$\text{Jumlah sel mikroalgae} = \text{Jumlah sel rata rata} \times \frac{25 \text{ kotak}}{1 \text{ mm}^2 \times 0,1 \text{ mm}}$$

Kemudian mengkovर्सinya hingga didapat jumlah sel per ml sampel. Karena pada penghitungan jumlah sel dilakukan pengenceran 10 kali maka perlu dikalikan dengan faktor pengenceran hingga didapat jumlah sel per ml sampel yang sebenarnya.

$$\text{Jumlah sel pada sampel} = \text{Jumlah sel mikroalgae} \times \frac{1 \text{ mm}^3}{10^{-8} \text{ ml}} \times \text{faktor pengenceran}$$

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rate pertumbuhan mikromikroalgae *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii* dengan variabel KNO_3 terlarut, salinitas yang berbeda-beda dan kadar CO_2 15% , mengetahui kandungan protein yang dihasilkan mikroalgae *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Brauni* sesuai variabel, serta mengetahui yield mikroalgae *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus braunii*.

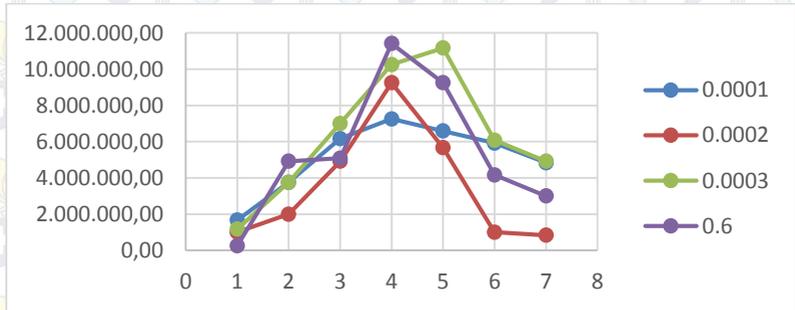
Proses penelitian ini dilakukan dalam 3 tahap, yaitu tahap pra-kultur, kultur, dan pemrosesan. Pada tahap pra-kultur, mencatat kondisi detail kondisi dan proses pembibitan mikroalgae *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Braunii* di laboratorium BBPBAP Jepara. Setelah tahap ini, kemudian dilakukan tahap kultur. Pada tahap ini *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Braunii* dikembangbiakan dengan menggunakan perbandingan air tawar dan air laut yang sama, selama pengkulturan mikroalgae diberi nutrisi berupa walne sebanyak 1 ml walne per 1 liter mikroalgae yang akan dikultur. Tahap selanjutnya adalah tahap pemrosesan dimana mikroalgae *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Braunii* dikembangbiakan dengan salinitas air laut dan air tawar dengan variabel salinitas 1:5, 1:10 dan 1:15 dimana 1 adalah air laut. Tujuan menggunakan varibel salinitas untuk mengetahui di lingkungan air tawar atau asin kondisi yang paling baik untuk mikroalgae *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Braunii* berkembang biak. Selama pengkulturan, mikroalgae diberi nitrogen (KNO_3) sebanyak 0,0001%, 0,0002% ,0,0003% dan 0,6%, serta penambahan CO_2 sebesar 15 % dari limbah PT PLTU Grati.

Setelah itu dilakukan pengamatan jumlah sel saat hari pertama sampai hari ke-7 dan panen hari ke-7, menghitung yield dari berat kering mikroalgae hari ke – 7 dan berat kering awal. Serta analisis kadar protein pada hari ke-7.

IV.1 Penelitian *Spirulina Platensis*

IV.1.1 Pengaruh Variabel terhadap Jumlah Sel

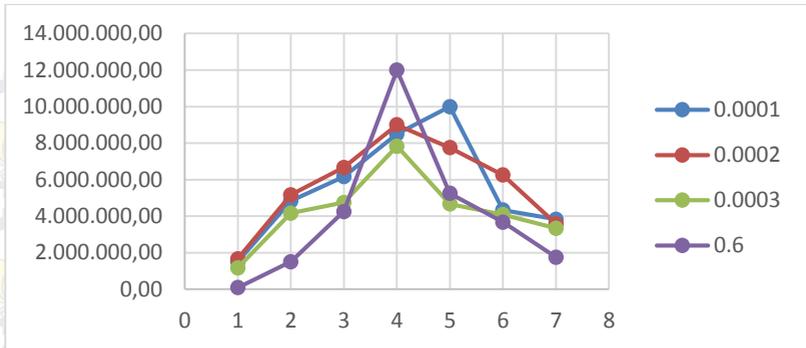
Pengamatan jumlah sel dengan metode *counting chamber* untuk mikromikroalgae spesies *Spirulina Platensis*, jika ditinjau dari 2 variabel, yaitu KNO_3 dan Salinitas, didapat hasil sebagai berikut :



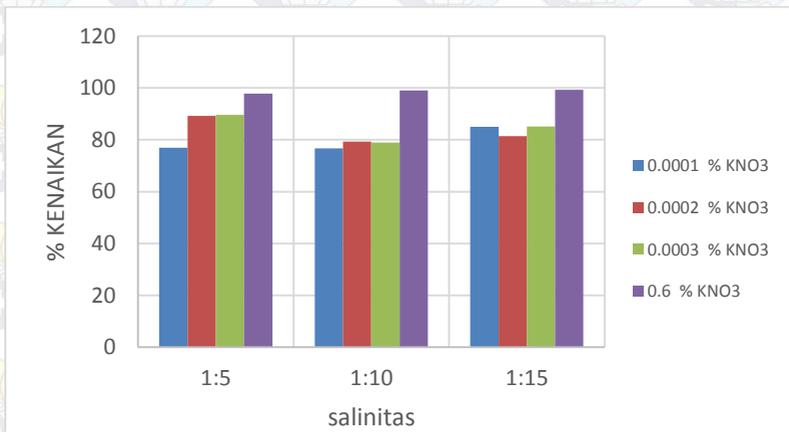
Gambar IV.1.1 Pengaruh KNO_3 terhadap pertumbuhan jumlah sel (salinitas 1:5)



Gambar IV.1.2 Pengaruh KNO_3 terhadap pertumbuhan jumlah sel (salinitas 1:10)



Gambar IV.1.3 Pengaruh KNO₃ terhadap pertumbuhan jumlah sel (salinitas 1:15)



Gambar IV.1.4 Grafik Persen Kenaikan Jumlah Sel *Spirulina Platensis*

Dari grafik – grafik diatas, menunjukkan bahwa KNO₃ dapat memberikan pengaruh terhadap jumlah sel. Hubungan antara penambahan KNO₃ dengan peningkatan jumlah sel adalah berbanding lurus. Semakin besar KNO₃ yang ditambahkan, semakin banyak jumlah selnya.

Dari grafik IV.1.1, IV.1.2 dan IV.1.3 diatas, menunjukkan bahwa salinitas mempengaruhi rata-rata jumlah sel dari mikroalga

dimana salinitas 1:5 memiliki jumlah sel pada puncak pertumbuhan terbanyak dibandingkan dua variabel salinitas yang lain. Maka pada kondisi salinitas tinggi mikroalgae *Spirulina Platensis* memiliki jumlah sel terbesar. Pada salinitas 1:5 yang menunjukkan jumlah sel terbesar adalah pada saat penambahan KNO_3 0,6% sebanyak 11.416.667 sel/ml, pada salinitas 1:10 yang memiliki jumlah sel terbanyak pada saat penambahan KNO_3 0,0002% yaitu sebanyak 11.666.666,67 sel/ml, sedangkan pada salinitas 1:15 yang memiliki jumlah sel terbanyak pada saat penambahan KNO_3 0,6% yaitu sebanyak 12.000.000 sel/ml. ketiga grafik di atas menunjukkan bahwa semakin besar penambahan KNO_3 maka semakin besar jumlah sel dari mikroalgae tersebut seperti terlihat pada grafik IV.1.1 dan IV.1.3 dimana pada penambahan KNO_3 0,6 % yang memiliki jumlah sel yang besar, hasil dari kedua grafik tersebut sesuai dengan literatur dimana semakin besar penambahan nitrogen maka jumlah sel dan kepadatan dari mikroalgae meningkat. Hal ini dikarenakan nitrogen merupakan salah satu sumber zat hara yang dibutuhkan untuk meningkatkan kepadatan mikroalgae. (Nindri,2014).

Sedangkan hasil pada grafik IV.1.2 berbeda dengan literatur dimana yang memiliki jumlah sel terbesar adalah pada saat penambahan KNO_3 0,0002 %, hal ini dikarenakan error saat penghitungan counting chamber ada sel yang tidak terhitung.

Jika dilihat dari variabel salinitas, maka yang menghasilkan jumlah sel terbesar dari ketiga grafik tersebut adalah pada salinitas tinggi yaitu salinitas 1:15, maka semakin tinggi salinitasnya jumlah sel semakin kecil jumlah sel nya, hal ini sesuai literatur dimana semakin tinggi kadar garam pada saat pengkulturan mikroalgae semakin kecil pertumbuhan jumlah sel dari mikroalgae. (Pierre, 2011)

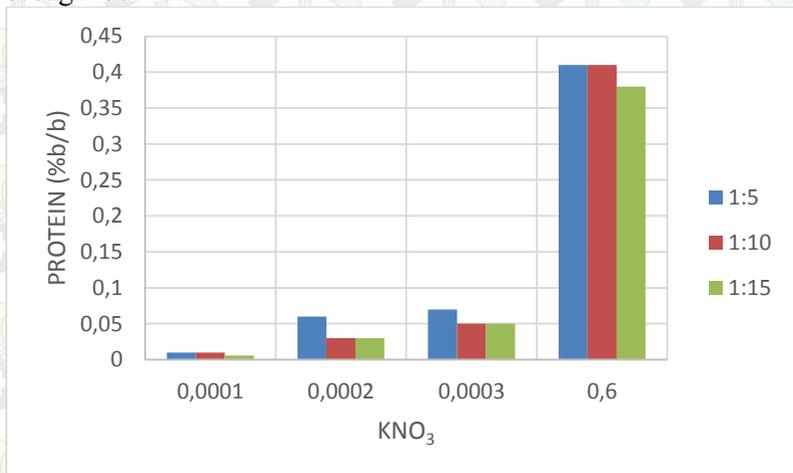
Dari tiga grafik diatas menunjukkan bahwa rata-rata jumlah sel yang paling banyak adalah saat kondisi nitrogen 0,6% KNO_3 . Sedangkan kondisi jumlah sel yang paling optimum terjadi saat dilakukan penambahan CO_2 sebanyak 15%, dan salinitas 1:15 yaitu sebesar 12.000.000 sel/ml.

Pada grafik persen kenaikan menunjukkan semakin besar KNO_3 yang ditambahkan semakin besar persen kenaikan jumlah selnya, pada penambahan KNO_3 0,6 % kenaikan jumlah selnya cukup besar dibandingkan tiga variabel lainnya. Hal ini dikarenakan nitrogen membantu pertumbuhan dari mikroalgae.

Berdasar literatur, kondisi optimum tumbuh *Spirulina Platensis* adalah pada 0,5-1 M salinitas (Qin, 2005), kadar KNO_3 0,03% (Pioreck et al, 2011) dan kadar CO_2 15% (Yaming et al, 2011).

IV.1.2 Pengaruh Variabel terhadap Kadar Protein

Pengamatan kadar protein disini digunakan metode khjedal. Untuk mikromikroalgae spesies *Spirulina Platensis*, jika ditinjau dari 2 variabel, yaitu KNO_3 dan salinitas, didapat hasil sebagai berikut :



Gambar IV.1.5 grafik pengaruh KNO_3 terhadap kadar protein mikroalgae *Spirulina Platensis*

Dari grafik diatas, menunjukkan bahwa KNO_3 dapat memberikan pengaruh terhadap kadar protein. Hubungan antara penambahan KNO_3 dengan peningkatan kadar protein adalah berbanding lurus. Semakin besar KNO_3 yang ditambahkan,

semakin banyak kadar proteinnya. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata kadar protein yang paling banyak adalah saat penambahan KNO_3 sebanyak 0,6% dimana kadar protein mikroalga sebesar 0,41% saat salinitas 1:5 dan 1:10 dan CO_2 15 %. Maka mikroalga *Spirulina Platensis* memiliki kadar protein yang tinggi saat salinitas paling tinggi dan kadar KNO_3 besar. Hal ini sesuai dengan literatur dimana semakin besar nitrogen yang ditambahkan pada mikroalga maka semakin tinggi kadar proteinnya karena nitrogen merupakan unsur penting dalam pembentukan protein. (Nindri,2014).

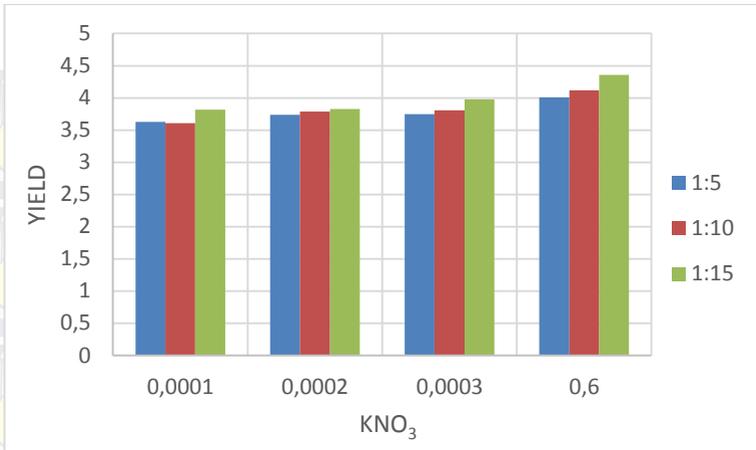
Protein pada grafik merupakan hasil protein alga yang dikurangi dengan protein pada air blanko, dimana air blanko merupakan salinitas air tawar dan air laut, KNO_3 dan nutrisi walne. Pengurangan protein alga dengan air blanko ini bertujuan agar didapatkan hasil protein murni dari alga tanpa air salinitas dan nutrisi.

Sedangkan perbedaan salinitas dapat memberikan pengaruh terhadap kadar protein. Hubungan antara penambahan salinitas dengan peningkatan kadar protein adalah berbanding lurus. Semakin tinggi salinitas pada air yang digunakan untuk pengkulturan mikroalga, semakin besar kadar proteinnya. Hal ini sesuai dengan literatur dimana peningkatan salinitas dengan nitrogen normal menghasilkan kandungan protein total meningkat. (Nindri,2014)

Dari grafik diatas dapat menunjukkan bahwa kadar protein yang paling banyak adalah saat salinitas 1:5. Sedangkan kondisi kadar protein yang paling optimum terjadi saat dilakukan penambahan KNO_3 0,6%, kondisi CO_2 15%, dan salinitas 1:5 yaitu sebesar 0.41%.

IV.1.3 Pengaruh Variabel terhadap Yield

Penghitungan yield dengan menghitung berat kering awal dan berat kering akhir dari mikroalga untuk mikromikroalga spesies *Spirulina Platensis*, jika ditinjau dari 2 variabel, yaitu KNO_3 dan salinitas, didapat hasil sebagai berikut :

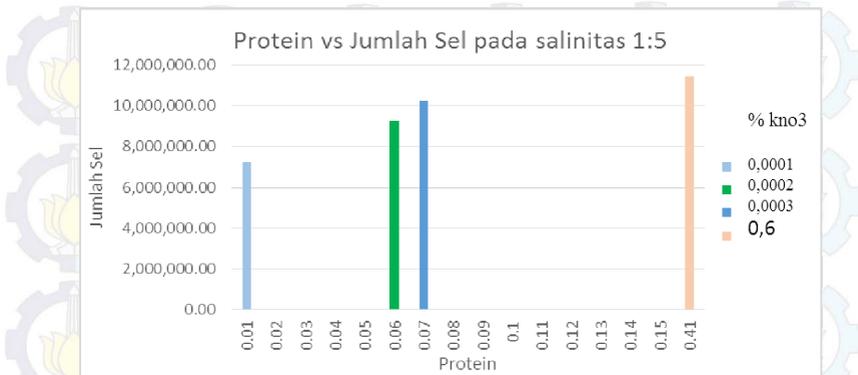


Gambar IV.1.6 Grafik Pengaruh KNO₃ terhadap Yield *Spirulina Platensis*.

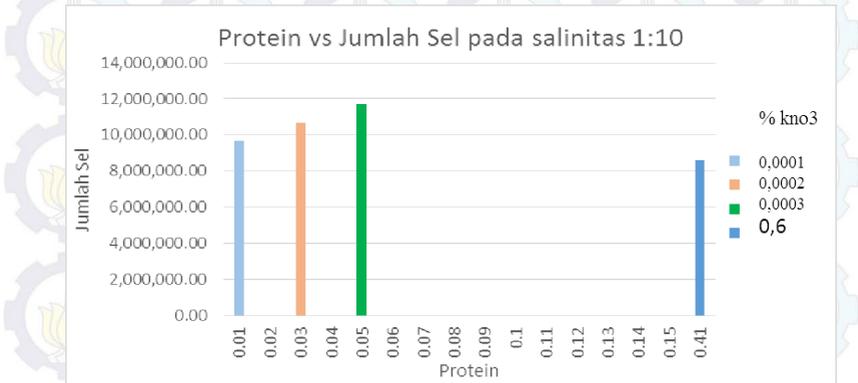
Dari grafik diatas, menunjukkan bahwa KNO₃ dapat memberikan pengaruh terhadap besarnya yield. Hubungan antara penambahan KNO₃ dengan besarnya yield adalah berbanding lurus. Semakin besar KNO₃ yang ditambahkan, semakin banyak yield yang dihasilkan. Dari dua grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata nilai yield yang paling banyak adalah saat penambahan KNO₃ sebanyak 0,6% dimana nilai yield mikroalgae sebesar 4.36 saat salinitas 1:15 dan CO₂ 15 %. Hal ini sesuai dengan literatur dimana semakin besar nitrogen yang ditambahkan maka semakin padat mikroalgae yang dihasilkan. (Nindri,2014).

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa salinitas dapat memberikan pengaruh terhadap besarnya yield. Hubungan antara salinitas dengan besarnya yield adalah berbanding terbalik. Semakin tinggi salinitas air yang digunakan untuk pengkulturan, semakin kecil yield yang dihasilkan. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata nilai yield yang paling banyak adalah saat salinitas 1:15 dimana nilai yield mikroalgae sebesar 4.36 dan CO₂ 15 %. Maka mikroalgae *Spirulina platensis* menghasilkan yield yang besar saat kondisi salinitas paling rendah.

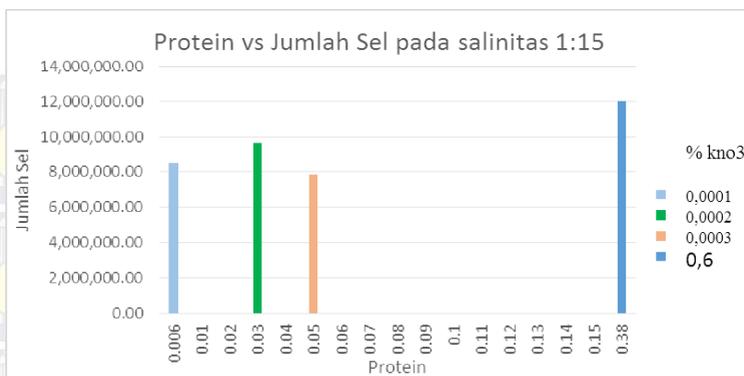
IV.1.4 Hubungan Jumlah sel dan Protein



Gambar IV.1.7 Grafik Hubungan Protein dengan Jumlah Sel pada Salinitas 1:5



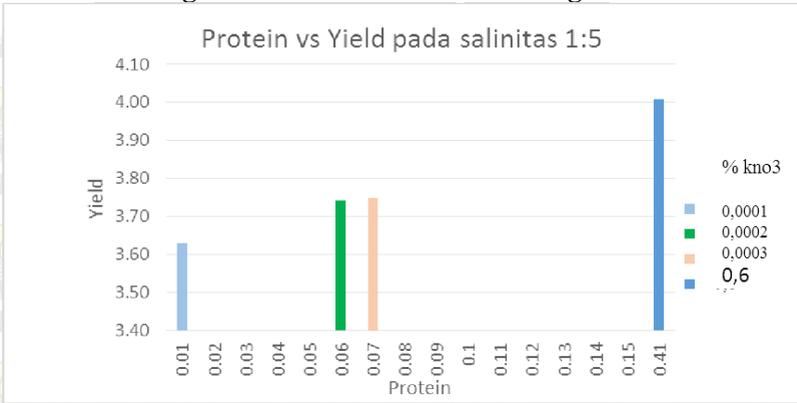
Gambar IV.1.8 Grafik Hubungan Protein dengan Jumlah Sel pada Salinitas 1:10



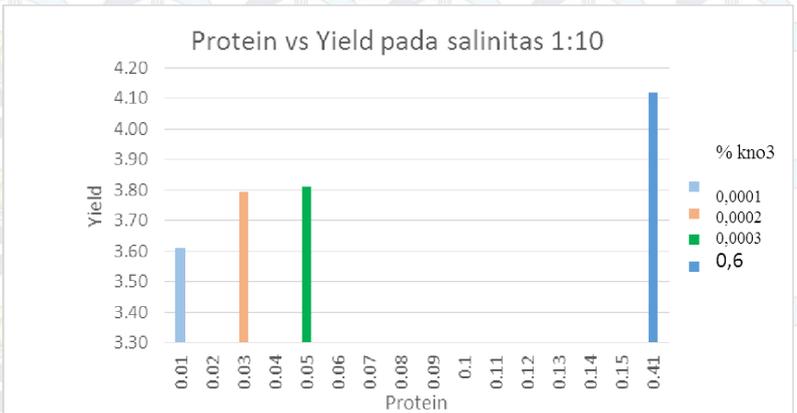
Gambar IV.1.9 Grafik Hubungan Protein dengan Jumlah Sel pada Salinitas 1:15

Pada ketiga grafik diatas menunjukkan hubungam antara jumlah sel dan protein, menurut literatur semakin besar penambahan nitrogen maka akan meningkatkan pertumbuhan *Spirulina Platensis* dan semakin besar pula kadar proteinnya karena nitrogen merupakan unsur hara pembentuk protein. Maka seharusnya semakin besar jumlah sel semakin besar pula kadar protein yang terkandung. Pada grafik 4.1.7 menunjukkan hasil yang sesuai dengan literatur, sedangkan untuk grafik IV.1.8 pada KNO_3 0,6 % memiliki kadar protein yang paling tinggi namun jumlah selnya relative rendah disbanding tiga variabel KNO_3 lainnya. Pada grafik IV.1.9 jumlah sel cenderung turun di KNO_3 0,0003 % dan naik kembali di KNO_3 0,6%, untuk kadar proteinnya relative naik. Perbedaan dua grafik tersebut dengan literatur dikarenakan beberapa hal salah satunya kesalahan saat menghitung menggunakan counting chamber ada sel yang tidak terhitung selain itu dapat juga disebabkan oleh tingginya kadar logam dalam air yang digunakan untuk pengkulturan mikroalgae, dimana logam berat dalam air dapat mengurangi klorofil pada mikroalgae sehingga mengganggu proses pertumbuhan mikroalgae.

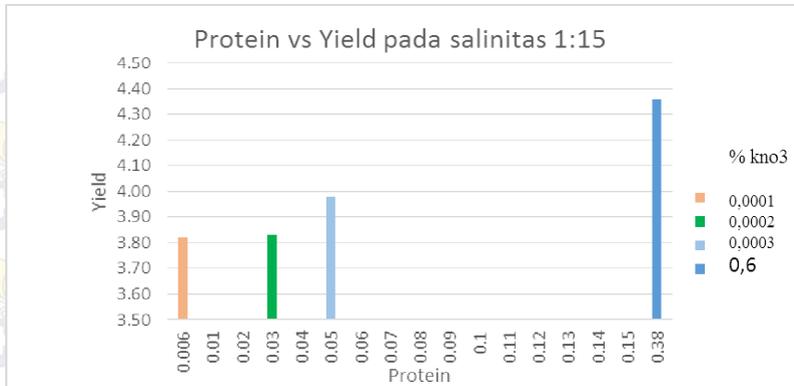
IV.1.5 Hubungan Yield dan Protein Mikroalgae



Gambar IV.1.10 Grafik Hubungan Protein dengan Yield pada Salinitas 1:5



Gambar IV.1.11 Grafik Hubungan Protein dengan Yield pada Salinitas 1:10



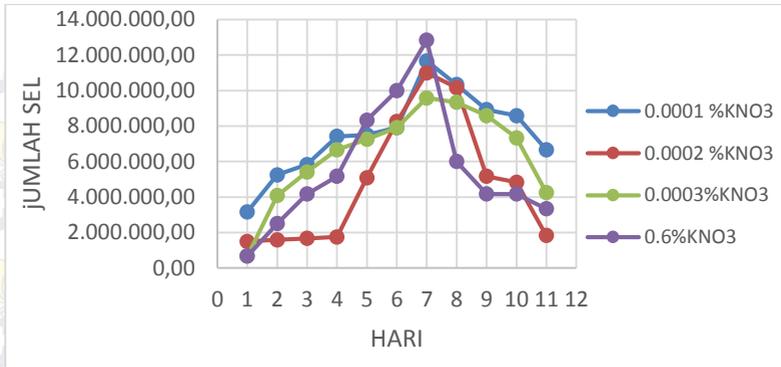
Gambar IV.1.12 Grafik Hubungan Protein dengan Yield pada Salinitas 1:15

Pada ketiga grafik diatas menunjukkan hubungan antara protein dengan yield, dari ketiga grafik tersebut terlihat bahwa semakin besar nilai yield semakin besar pula kadar protein yang terkandung. Hal ini sesuai dengan literatur dimana semakin besar KNO_3 yang ditambahkan semakin besar pula nilai yield dan protein. Maka semakin besar yield kadar proteinnya pun tinggi.

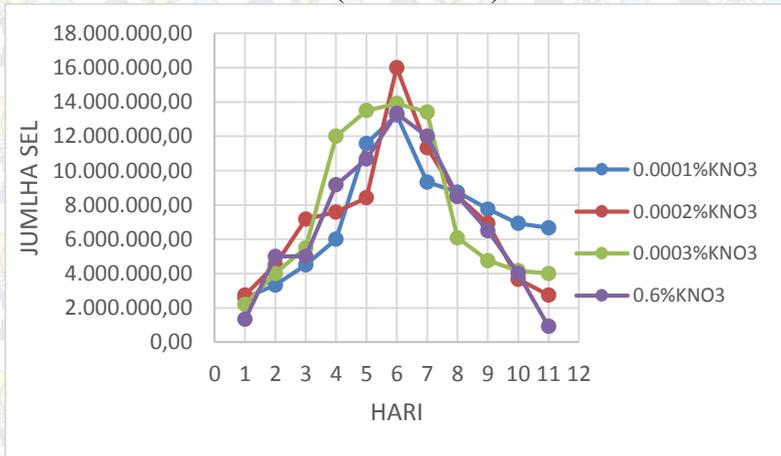
IV.2 Penelitian *Botryococcus braunii*

IV.2.1 Pengaruh Variabel terhadap Jumlah Sel

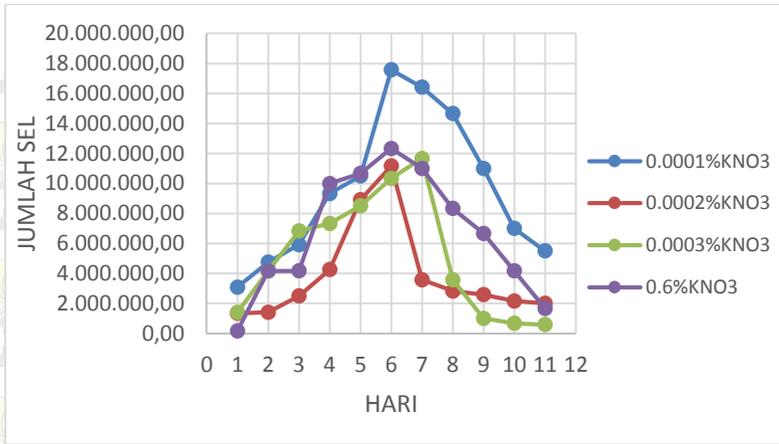
Pengamatan jumlah sel dengan metode *counting chamber* untuk mikromikroalgae spesies *Botryococcus braunii*, jika ditinjau dari 3 variabel, yaitu KNO_3 dan Salinitas, didapat hasil sebagai berikut :



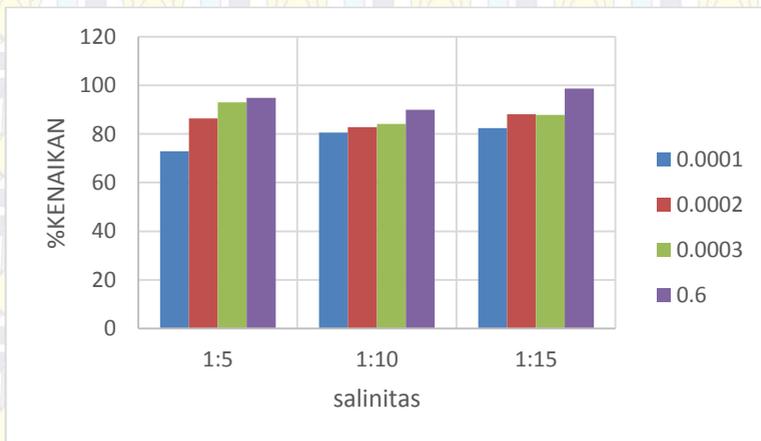
Gambar IV.2.1 Pengaruh KNO₃ Terhadap Pertumbuhan Jumlah Sel (Salinitas 1:5)



Gambar IV.2.2 Pengaruh KNO₃ Terhadap Pertumbuhan Jumlah Sel (Salinitas 1:10)



Gambar IV.2.3 Pengaruh KNO₃ Terhadap Pertumbuhan Jumlah Sel (Salinitas 1:15)



Gambar IV.2.4 Grafik Persen Kenaikan Jumlah Sel *Botryococcus Braunii*

Dari grafik – grafik diatas, menunjukkan bahwa KNO₃ dapat memberikan pengaruh terhadap jumlah sel. Hubungan antara penambahan KNO₃ dengan peningkatan jumlah sel adalah berbanding lurus. Semakin besar KNO₃ yang ditambahkan,

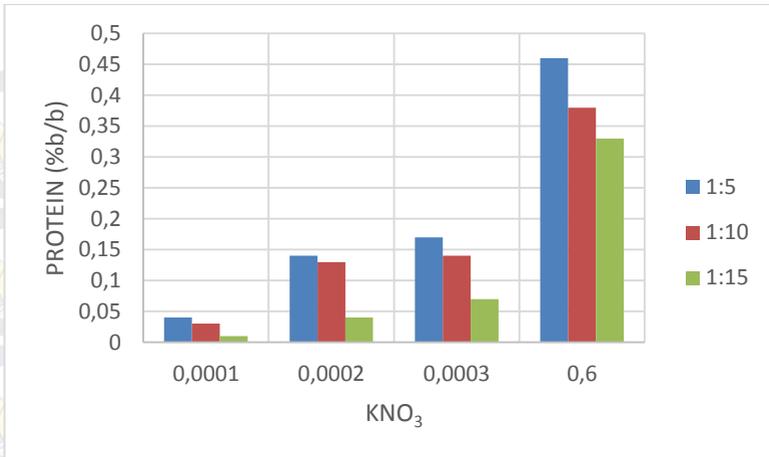
semakin banyak jumlahnya. Seperti pada grafik IV.2.1 dimana yang memiliki jumlah sel paling besar pada saat penambahan KNO_3 0,6%, hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa nitrogen merupakan sumber unsur hara yang membantu pertumbuhan mikroalga. Untuk grafik IV.2.2 dan grafik IV.2.3 memiliki hasil yang berbeda dengan literatur dimana pada grafik IV.2.2 jumlah sel yang terbesar pada saat penambahan KNO_3 0,0002%, dan grafik IV.2.3 pada saat penambahan KNO_3 0,0001%. Perbedaan dengan literatur ini disebabkan error saat penghitungan counting chamber ada sel yang tidak terhitung.

Dari tiga grafik diatas dapat menunjukkan bahwa rata-rata jumlah sel yang paling banyak adalah saat kondisi nitrogen 0,0001% KNO_3 . Sedangkan kondisi jumlah sel yang paling optimum terjadi saat dilakukan penambahan CO_2 sebanyak 15%, dan 0,0001% KNO_3 , yaitu sebesar 17.583.333 sel/ml. Seharusnya yang jumlah sel nya terbanyak pada saat penambahan KNO_3 0,6%, karena berdasarkan literatur semakin besar nitrogen yang ditambahkan semakin besar jumlahnya.

Pada grafik persen kenaikan menunjukkan semakin besar KNO_3 yang ditambahkan semakin besar persen kenaikan jumlah selnya, pada penambahan KNO_3 0,6 % kenaikan jumlah selnya cukup besar dibandingkan tiga variabel lainnya. Hal ini dikarenakan nitrogen membantu pertumbuhan dari mikroalga.

IV.2.2 Pengaruh Variabel terhadap Kadar Protein

Pengamatan kadar protein disini digunakan metode Kjeldahl. Untuk mikromikroalga spesies *Botryococcus Braunii*, jika ditinjau dari 2 variabel, yaitu KNO_3 dan salinitas, didapat hasil sebagai berikut :



Gambar IV.2.5 Grafik Pengaruh KNO_3 terhadap Kadar Protein Mikroalga *Botryococcus Braunii*

Berdasarkan grafik diatas, menunjukkan bahwa perbedaan salinitas dapat memberikan pengaruh terhadap kadar protein. Semakin besar KNO_3 yang ditambahkan semakin besar kadar proteinnya. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata kadar protein yang paling banyak adalah saat penambahan KNO_3 sebanyak 0,6% dimana kadar protein mikroalga sebesar 0,46 saat salinitas 1:5 CO_2 15 %. Maka mikroalga *Botryococcus Braunii* memiliki kadar protein yang tinggi saat salinitas yang tinggi dan kadar KNO_3 besar. Hal ini sesuai dengan literatur dimana semakin besar nitrogen yang ditambahkan pada mikroalga maka semakin tinggi kadar proteinnya karena nitrogen merupakan unsur penting dalam pembentukan protein. (Nindri,2014).

Protein pada grafik merupakan hasil protein alga yang dikurangi dengan protein pada air blanko, dimana air blanko merupakan salinitas air tawar dan air laut, KNO_3 dan nutrisi walne. Pengurangan protein alga dengan air blanko ini bertujuan agar didapatkan hasil protein murni dari alga tanpa air salinitas dan nutrisi.

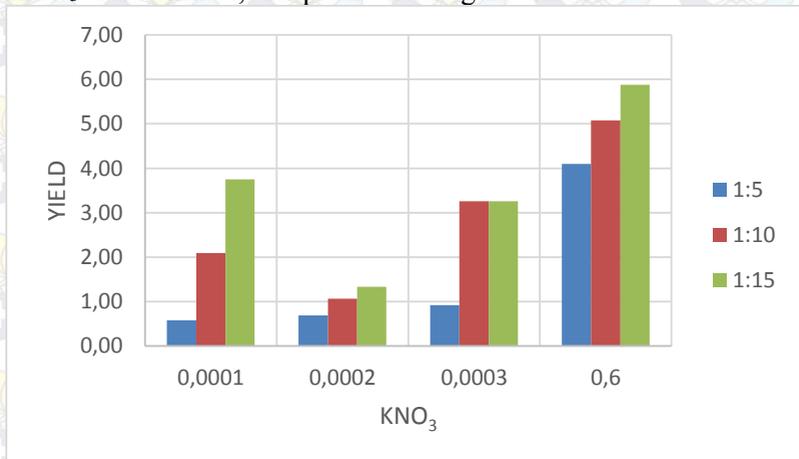
Sedangkan perbedaan salinitas dapat memberikan pengaruh terhadap kadar protein. Hubungan antara penambahan

salinitas dengan peningkatan kadar protein adalah berbanding lurus. Semakin tinggi salinitas pada air yang digunakan untuk pengkulturan mikroalgae, semakin besar kadar proteinnya. Hal ini sesuai dengan literatur dimana peningkatan salinitas dengan nitrogen normal menghasilkan kandungan protein total meningkat. (Nindri,2014)

Dari grafik diatas dapat menunjukkan bahwa kadar protein yang paling banyak adalah saat salinitas 1:5. Sedangkan kondisi kadar protein yang paling optimum terjadi saat dilakukan penambahan KNO_3 0,6%, kondisi CO_2 15%, dan salinitas 1:5 yaitu sebesar 0.46%.

IV.2.3 Pengaruh Variabel terhadap Yield

Penghitungan yield dengan menghitung berat kering awal dan berat kering akhir dari mikroalgae untuk mikromikroalgae spesies *Botryococcus Braunii*, jika ditinjau dari 2 variabel, yaitu KNO_3 dan Salinitas, didapat hasil sebagai berikut :



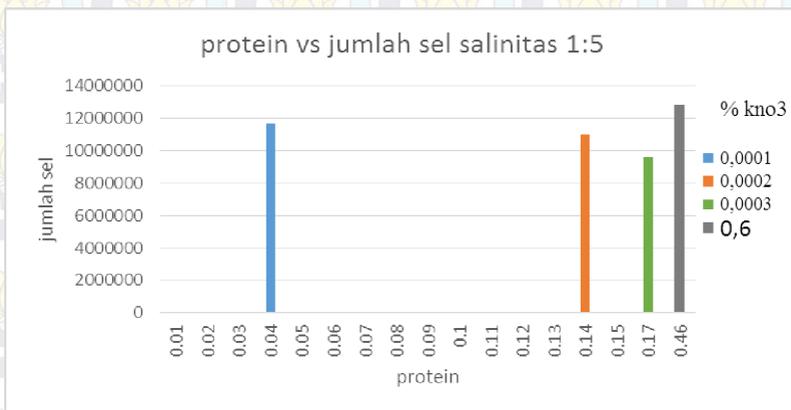
Gambar IV.2.7 Grafik Pengaruh KNO_3 terhadap Yield *Botryococcus Braunii*.

Dari grafik diatas, menunjukkan bahwa KNO_3 dapat memberikan pengaruh terhadap besarnya yield. Hubungan antara penambahan KNO_3 dengan besarnya yield adalah berbanding

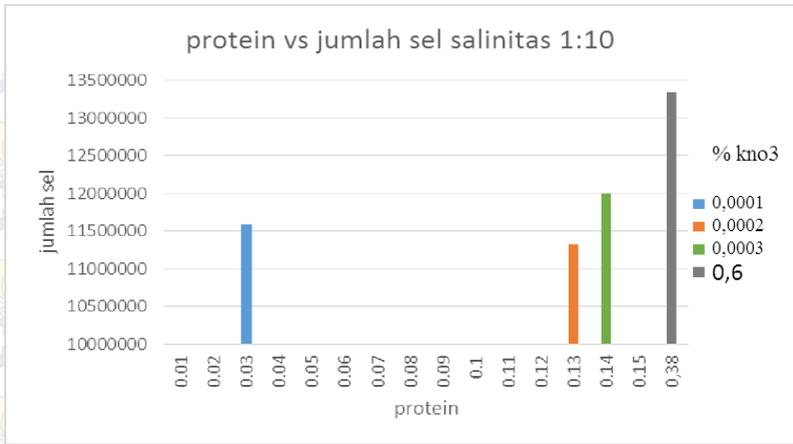
lurus. Semakin besar KNO_3 yang ditambahkan, semakin banyak yield yang dihasilkan. Dari dua grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata nilai yield yang paling banyak adalah saat penambahan KNO_3 sebanyak 0,6% dimana nilai yield mikroalgae sebesar 5,88 saat salinitas 1:15 dan CO_2 15 %. Hal ini sesuai dengan literatur dimana semakin besar nitrogen yang ditambahkan maka semakin padat mikroalgae yang dihasilkan. (Nindri,2014).

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa salinitas dapat memberikan pengaruh terhadap besarnya yield. Hubungan antara salinitas dengan besarnya yield adalah berbanding terbalik. Semakin tinggi salinitas air yang digunakan untuk pengkulturan, semakin kecil yield yang dihasilkan. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata nilai yield yang paling banyak adalah saat salinitas 1:15 dimana nilai yield mikroalgae sebesar 5,88 dan CO_2 15 %. Maka mikroalgae *Botryococcus Braunii* menghasilkan yield yang besar saat kondisi salinitas paling rendah.

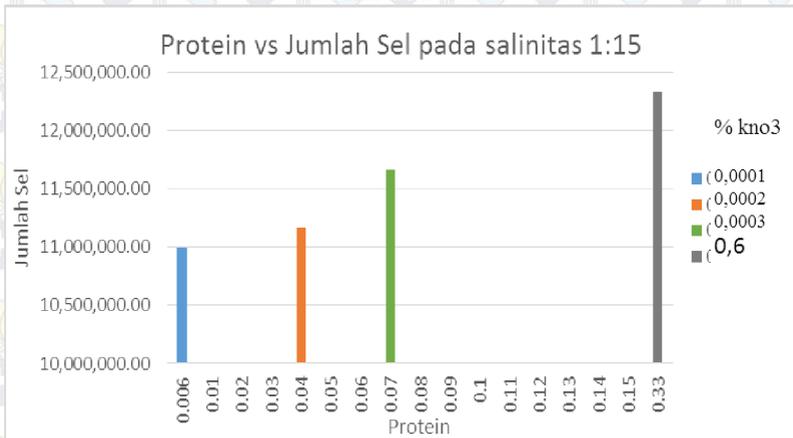
IV.2.4 Hubungan Jumlah sel dan Protein



Gambar IV.2.8 Grafik Hubungan Jumlah Sel dengan Protein Salinitas 1:5



Gambar IV.2.9 Grafik Hubungan Jumlah Sel dengan Protein Salinitas 1:10

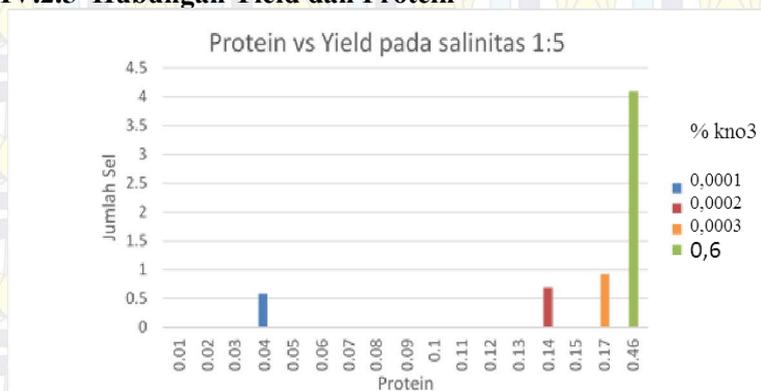


Gambar IV.2.10 Grafik Hubungan Jumlah Sel dengan Protein Salinitas 1:15

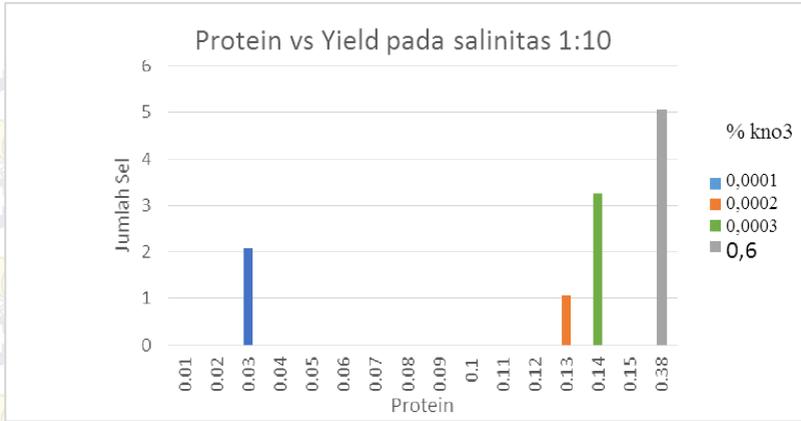
Pada ketiga grafik diatas menunjukkan hubungam antara jumlah sel dan protein, menurut literatur semakin besar penambahan nitrogen maka akan meningkatkan pertumbuhan *Botryococcus Braunii* dan semakin besar pula kadar proteinnya karena nitrogen merupakan unsur hara pembentuk protein. Maka

seharusnya semakin besar jumlah sel semakin besar pula kadar protein yang terkandung. Pada grafik IV.2.8 menunjukkan hasil yang sesuai dengan literatur, sedangkan untuk grafik IV.2.7 pada KNO_3 0,0002 % memiliki jumlah sel yang relatif rendah dibanding tiga variabel KNO_3 lainnya. Pada grafik IV.2.6 jumlah sel cenderung turun di KNO_3 0,0003 % dan naik kembali di KNO_3 0,6%, untuk kadar proteinnya relative naik. Perbedaan dua grafik tersebut dengan literatur dikarenakan beberapa hal salah satunya kesalahan saat menghitung menggunakan counting chamber ada sel yang tidak terhitung selain itu dapat juga disebabkan oleh tingginya kadar logam dalam air yang digunakan untuk pengkulturan mikroalga, dimana logam berat dalam air dapat mengurangi klorofil pada mikroalga sehingga mengganggu proses pertumbuhan mikroalga.

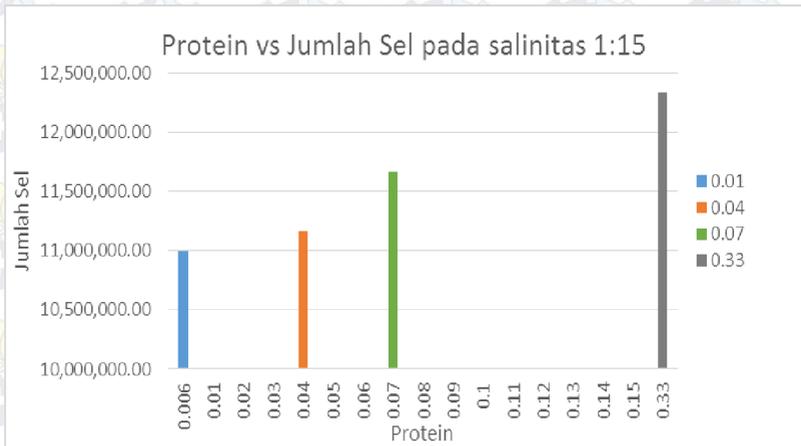
IV.2.5 Hubungan Yield dan Protein



Gambar IV.2.11 Grafik hubungan yield dengan protein salinitas 1:5



Gambar IV.2.12 Grafik hubungan yield dengan protein salinitas 1:10

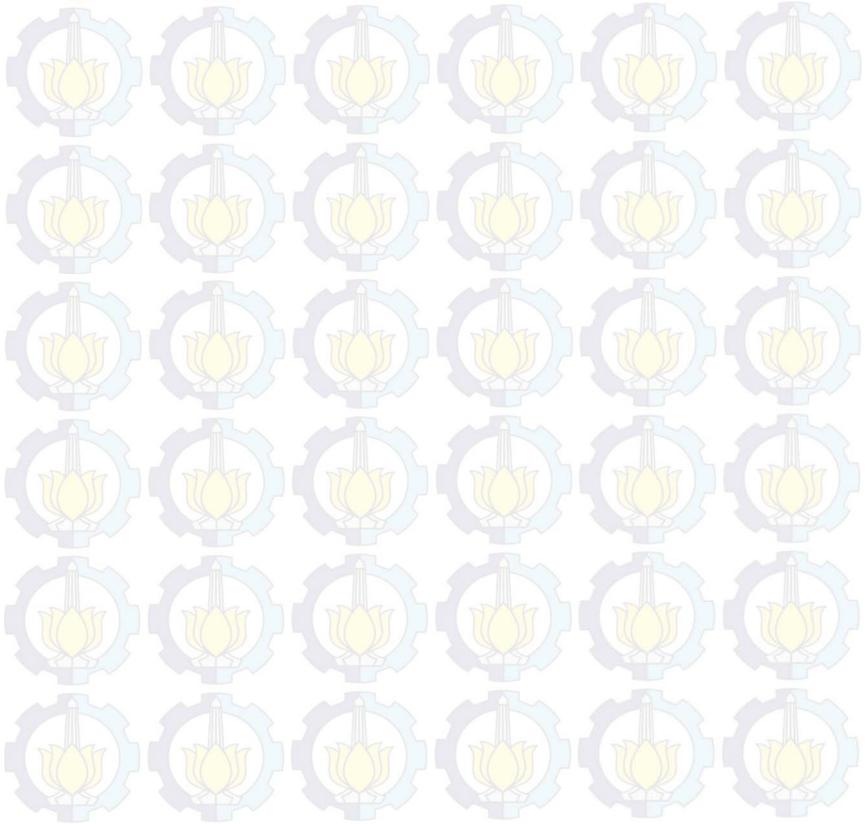


Gambar IV.2.13 Grafik hubungan yield dengan protein salinitas 1:15

Ketiga grafik diatas menunjukkan hubungan antara nilai yield mikroalgae *Botryococcus Braunii* dan kadar proteinnya. Menurut literatur seharusnya semakin besar nilai yield semakin besar kadar protein, pada grafik IV.2.9 dan IV.2.11 menunjukan hasil yang sesuai dengan literatur. Sedangkan untuk grafik IV.2.10 berbeda dimana nilai yield bukan mengalami kenaikan namun

turun pada penambahan KNO_3 0,0002% dan naik kembali pada KNO_3 0,0003% dan KNO_3 0,6%.

Dari hasil analisa protein, alga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Braunii* dapat dijadikan pendamping pakan ikan bandeng, menurut literature alga *Spirulina Platensis* dapat mempengaruhi warna dari ikan. Pemberian pakan buatan sangat tergantung pada kelimpahan pakan alami dan padat yang diberikan di tambak. Pakan buatan diberikan apabila pakan alami sudah tidak lagi menunjang pertumbuhan bandeng yang dipelihara.



DAFTAR PUSTAKA

Affendi, Mahmud. 2012. “*Pakan Alami Spirulina.*”. Temanggung: Penyuluhan Perikanan Parakan.

Ahmad, T dan M. J. R. Yakob. 1998. *Budidaya Bandeng Intensif di Tambak. Prosiding Seminar Teknologi Perikanan Pantai.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Loka Penelitian Perikanan Pantai. Bali.

Panji, Armand, Fauzi. 2001. Pengaruh Penambahan Senyawa Bikarbonat dan Senyawa Nitrogen terhadap Kandungan Biomassa dan Lipid Alga Mikro *Chlorella Sp.* Laboratorium Metodologi Perancangan dan Pengendalian Proses ITB. Bandung

Barus, Ricky Suranta, Syammaun Usman, Nurmatias. 2011. *Pengaruh Konsentrasi Tepung Spirulina Platensis pada Pakan terhadap Peningkatan Warna Ikan Mas Koki (Carassius auratus).* Jurnal Universitas Sumatera Utara Vol 5: 82-93. Medan.

Borowitzka, M.A. 1994. “*Products from Algae*”. Kuala Lumpur: 1st Asia-Pacific Conference on Algae Biotechnology.

Costa, J.A.V., Colla, L.M., and P.D.Filho. 2003. “*Spirulina Plantesis growth in open raceway ponds using fresh water supplemented with carbon, Nitrogen, and Metal ions.*” Z Naturforsch C., 58(1):76-80.

Faucher, O., B.Coupal, and A. Leduy. 1979. “*Utilization of seawater-urea as a culture medium for Spirulina Maxima*”. J. Microbiol. 25: 752-759

Isnansetyo Alim dan Kurniastuty. 1995. “*Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton.*” Yogyakarta: Kanisius.

Kabede, E and Ahlgren, G. 1996. “*Optimum growth conditions and light utilization efficiency of Spirulina plantesis (Arthrospira fusiformis) from Lake Chitu, Ethiopia.*” *Hydrobiol.*, 332 : 99-109.

Kordi, K.M.G.H. 2009. “*Sukses Memproduksi Bandeng Super untuk Umpan, Ekspor, dan Indukan.*” Yogyakarta: Lily Publisher.

Malik, Abdul. 2008. *Pengaruh Pemberian Suplemen dan Probiotik Terhadap Hasil Panen Bandeng (Chanos Chanos).* Journal Unisla.

Matsudo, Marsudi.C. 2009. “*Repeated fed-batch cultivation of Arthrospira (Spirulina) platensis using urea as nitrogen source.*” *Biochemical Engineering Journal* 43 52–57 (2009)

Mudjiman, A. 2004. “*Makanan ikan.*” Jakarta: Penebar Swadaya.

Uslu, Leyla, Oya Isik, Kemal Koç dan Tolga Göksan. 2011. *The Effects of Nitrogen Deficiencies on The Lipid and Protein Contents of Spirulina platensis.* *African Journal of Biotechnology* Vol. 10(3), pp. 386-389. Turkey

Utomo, N.Pb. 2006. *Pengaruh Penambahan Spirulina Platensis Dengan Kadar Berbeda Pada Pakan Terhadap Tingkat Intensitas Warna Merah Pada Ikan Koi Kohaku (Cyprinus Carpio).* Journal IPB.

Ravelonandro, Pierre H. 2011. “*Improvement of the growth of Arthrospira (Spirulina) platensis from Toliara (Madagascar): Effect of agitation, salinity and CO2 addition.*” *journal*: 209-216.

Sahwan M. F., 1999. *Pakan Ikan Dan Udang (Formulasi, Pembuatan, Analisis Ekonomi)*. Penebar Swadaya, Jakarta.

Sidney, Eduardo Bittencourt, Willerson Sturm, Julio Cesar de Carvalho, Vanete Thomaz-Soccol. 2010. *Potential Carbon Dioxide Fixation By Industrially Important Microalgae*. Bioresource Technology, 5892-5896.

Suminto. 2009. *Penggunaan Jenis Media Kultur Teknis terhadap Produksi dan Kandungan Nutrisi Sel Spirulina platensis*. Jurnal Sainstek Perikanan Vol. 4, No. 2 Universitas Diponegoro. Semarang.

Susanna, D., Zakianis, Hermawati, E., dan Adi, H.K. 2007. *Pemanfaatan Spirulina platensis sebagai Suplemen Protein Sel Tunggal (PST) Mencit (Mus musculus)*. Makara Kesehatan, 11(1) 44- 49. Jakarta

Yarti, Nindri, Moh. Muhaemin and Siti Hudaidah. 2014. *Pengaruh Salinitas dan Nitrogen terhadap Kandungan Protein Total Nannochloropsis sp.* e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan Volume II No 2.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan Penelitian

Kesimpulan dari penelitian ini antara lain :

1. Semakin besar kadar KNO_3 yang ditambahkan pada mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Braunii* semakin besar jumlah sel. Semakin tinggi salinitas maka semakin besar pula jumlah sel mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Braunii*.
2. Semakin besar kadar KNO_3 dan salinitas maka kandungan protein mikroalga *Spirulina Platensis* dan *Botryococcus Braunii* semakin besar
3. Semakin besar kadar KNO_3 maka semakin besar pula yield mikroalga. Namun semakin besar salinitasnya maka semakin kecil yieldnya.

V.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya antara lain :

1. Menggunakan cara lain untuk meningkatkan kadar protein dari mikroalga seperti menambahkan kandungan nitrogen lebih tinggi.
2. Menjadikan mikroalga *Spirulina Platensis* sebagai pakan tambahan ikan hias bukan pakan utama ikan.
3. Menjadikan mikroalga *Spirulina Platensis* sebagai suplemen kesehatan.

APPENDIKS A PERHITUNGAN

A. Perhitungan KNO_3

$$m_{\text{pikno}} = 16,011 \text{ gram}$$

$$m_{\text{pikno+air}} = 25,711 \text{ gram}$$

$$\text{maka } m_{\text{air}} = m_{\text{pikno+air}} - m_{\text{pikno}} = 25,711 - 16,011 = 9,7 \text{ gram}$$

$$\rho_{\text{air}} = m_{\text{air}} / v_{\text{air}} = 9,7 \text{ gram} / 10 \text{ ml} = 0,97 \text{ gram}$$

$$\text{massa air} = \rho_{\text{air}} \times v_{\text{air}} = 0,97 \text{ gram/ml} \times 750 \text{ ml} = 727,5 \text{ gram}$$

$$\text{maka untuk } 0,0001\% = 0,0001\% \times 727,5 \text{ gram} = 0,0007 \text{ gram}$$

$$0,0002\% = 0,0002\% \times 727,5 \text{ gram} = 0,0014 \text{ gram}$$

$$0,0003\% = 0,0003\% \times 727,5 \text{ gram} = 0,0021 \text{ gram}$$

$$0,6\% = 0,6\% \times 727,5 \text{ gram} = 5 \text{ gram}$$

B. Menghitung Yield Mikroalgae

Pada salinitas 1:5 dengan KNO_3 0,0001% mikroalgae *Spirulina platensis* :

$$\text{Berat cawan} = 34,2254 \text{ gram}$$

$$\text{Berat mikroalgae hari ke-0 + cawan} = 34,5798 \text{ gram}$$

$$\text{Berat mikroalgae hari ke-7 + cawan} = 35,8677 \text{ gram}$$

$$\text{Berat mikroalgae hari ke-0} = 34,5798 - 34,2254 = 0,3544 \text{ gram}$$

$$\text{Berat mikroalgae hari ke-7} = 35,8677 - 34,2254 = 1,6423 \text{ gram}$$

$$\text{Yield} = \frac{\text{berat kering pada 7 hari} - \text{berat kering pada 0 hari}}{\text{gram mula-mula}} = \frac{1,6423 \text{ gram} - 0,3544 \text{ gram}}{0,3544 \text{ gram}} = 3,6340 \text{ gram}$$

Table A.1 Hasil Yield Mikroalgae *Spirulina Platensis*

	1:5	1:10	1:15
0,0001	3,63	3,61	3,82
0,0002	3,74	3,79	3,83
0,0003	3,75	3,81	3,98
0,6	4,0075	4,12	4,36

Tabel A.2 Hasil Yield Mikroalga *Botryococcus Braunii*

	1:5	1:10	1:15
0,0001	0,58	2,09	3,75
0,0002	0,68921	1,06	1,33
0,0003	0,9200	3,26	3,2553
0,6	4,099	5,07359	5,88

C. Menghitung Jumlah Sel dengan Counting Chamber

RUN	KOTAK					TOTAL	JUMLAH SEL KOTAK
	A	B	C	D	E		
1	2	3	1	5	3	14	2,8
2	2	1	3	7	2	15	3
3	2	5	1	3	2	13	2,6
							$\Sigma = 8,4$

$$\text{Jumlah sel rata-rata} = \frac{\text{jumlah sel total}}{\text{jumlah run}} = \frac{8,4}{3} = 2,8 \text{ sel / kotak}$$

$$\text{Jumlah sel mikroalga} = \text{jumlah sel rata rata} \times \frac{25 \text{ kotak}}{1 \text{ mm}^2 \times 0,1 \text{ mm}}$$

$$= \frac{2,8 \text{ sel}}{\text{kotak}} \times \frac{25 \text{ kotak}}{\text{mm}^2 \times 0,1 \text{ mm}} = 1.166,67 \text{ sel / mm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sel mikroalga} &= \text{jumlah sel mikroalga} \times 1 \text{ mm}^3 / 10^{-3} \text{ ml} \\ &= 1.166,67 \text{ sel/mm}^3 \times 1 \text{ mm}^3 / 10^{-3} \text{ ml} \\ &= 1.166.666,667 \text{ sel/ml sampel} \end{aligned}$$

Tabel A.3 Jumlah Sel *Spirulina Platensis* pada Salinitas 1:5

Salinitas	% KNO3	% KNO3	% KNO3	%KNO3
1:5	0,0001	0,0002	0,0003	0,6
hari ke	sel/ml	sel/ml	sel/ml	sel/ml
1	1.666.666,67	1.000.000,00	1.166.666,67	250.000,00
2	3.750.000,00	2.000.000,00	3.750.000,00	4.916.666,67
3	6.166.666,67	4.916.666,67	7.000.000,00	5.083.333,33
4	7.250.000,00	9.250.000,00	10.250.000,00	11.416.667,00
5	6.583.333,33	5.666.666,67	11.166.666,00	9.250.000,00
6	5.916.666,67	1.000.000,00	6.083.333,33	4.166.666,67
7	4.833.333,33	833.333,33	4.916.666,67	3.000.000,00

Tabel A.4 Jumlah Sel *Spirulina Platensis* pada Salinitas 1:10

Salinitas	% KNO3	% KNO3	% KNO3	%KNO3
1:10	0,0001	0,0002	0,0003	0,6
hari ke	sel/ml	sel/ml	sel/ml	sel/ml
1	2.250.000,00	2.416.666,67	2.250.000,00	83.333,33
2	3.166.666,67	4.916.666,67	5.583.333,33	3.583.333,33
3	5.500.000,00	5.500.000,00	6.000.000,00	5.000.000,00
4	9.666.666,67	6.666.666,67	6.500.000,00	8.583.333,33
5	7.166.666,67	11.666.666,67	10.666.666,67	7.750.000,00
6	4.666.666,67	6.250.000,00	4.500.000,00	3.416.666,67
7	4.000.000,00	5.750.000,00	1.416.666,67	3.333.333,33

Tabel A.5 Jumlah Sel *Spirulina Platensis* pada Salinitas 1:15

Salinitas	% KNO3	% KNO3	% KNO3	%KNO3
1:15	0,0001	0,0002	0,0003	0,6
hari ke	sel/ml	sel/ml	sel/ml	sel/ml
1	1.500.000,00	1.666.666,67	1.166.666,67	83.333,33
2	4.833.333,33	5.166.666,67	4.166.666,67	1.500.000,00
3	6.166.666,67	6.666.666,67	4.750.000,00	4.250.000,00
4	8.500.000,00	9.000.000,00	7.833.333,33	12.000.000,00
5	10.000.000,00	7.750.000,00	4.666.666,67	5.250.000,00
6	4.333.333,33	6.250.000,00	4.083.333,33	3.666.666,67
7	3.833.333,33	3.583.333,33	3.333.333,33	1.750.000,00

Tabel A.6 Jumlah Sel *Botryococcus Braunii* pada Salinitas 1:5

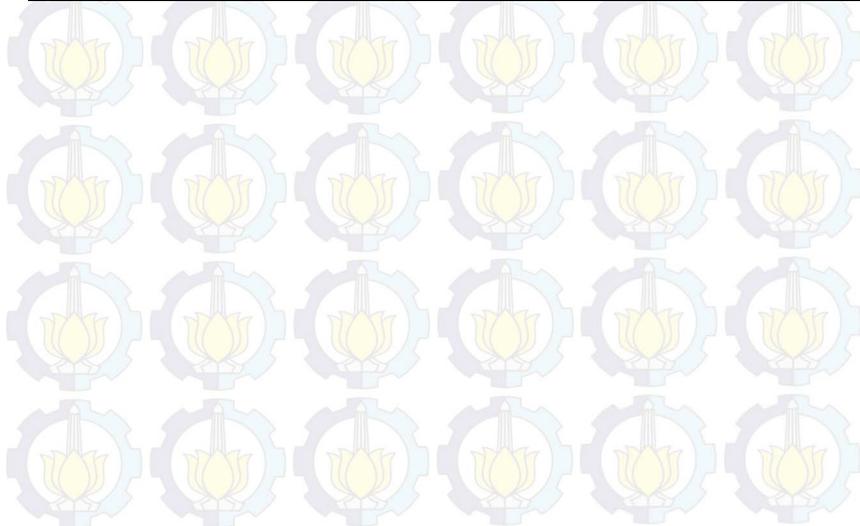
Salinitas	% KNO3	% KNO3	% KNO3	%KNO3
1:5	0,0001	0,0002	0,0003	0,6
hari ke	sel/ml	sel/ml	sel/ml	sel/ml
1	3.166.666,67	1.500.000,00	666.666,67	666.666,67
2	5.250.000,00	1.583.000,00	4.083.333,33	2.500.000,00
3	5.833.333,33	1.666.666,00	5.416.666,67	4.166.666,67
4	7.416.666,67	1.750.000,00	6.666.666,67	5.167.666,00
5	7.500.000,00	5.083.333,33	7.250.000,00	8.333.333,00
6	7.916.666,67	8.250.000,00	7.916.666,67	10.000.000,00
7	11.666.666,00	11.000.000,00	9.583.333,33	12.833.333,00
8	10.333.333,33	10.166.666,67	9.333.333,33	6.000.000,00
9	8.916.666,67	5.166.666,67	8.583.333,33	4.166.666,67
10	8.583.333,33	4.833.333,33	7.333.333,33	4.166.666,67
11	6.666.666,67	1.833.333,33	4.250.000,00	3.333.333,33

Tabel A.7 Jumlah Sel *Botryococcus Braunii* pada Salinitas 1:10

Salinitas	% KNO3	% KNO3	% KNO3	%KNO3
1:10	0,0001	0,0002	0,0003	0,6
hari ke	sel/ml	sel/ml	sel/ml	sel/ml
1	2.583.333,00	2.750.000,00	2.200.000,00	1.333.333,33
2	3.333.333,33	4.500.000,00	4.000.000,00	5.000.000,00
3	4.500.000,00	7.166.666,67	5.500.000,00	5.000.000,00
4	6.000.000,00	7.583.333,33	12.000.000,00	9.166.666,67
5	11.583.333,33	8.416.666,67	13.500.000,00	10.666.666,00
6	13.250.000,00	16.000.000,00	13.916.666,67	13.333.333,33
7	9.333.333,33	11.333.333,33	13.416.666,67	12.000.000,00
8	8.750.000,00	8.500.000,00	6.083.333,33	8.500.000,00
9	7.750.000,00	6.916.666,67	4.750.000,00	6.500.000,00
10	6.916.666,67	3.666.666,67	4.166.666,67	4.000.000,00
11	6.666.666,67	2.750.000,00	4.000.000,00	916.666,67

Tabel A.8 Jumlah Sel *Botryococcus Braunii* pada Salinitas 1:15

Salinitas	% KNO3	% KNO3	% KNO3	%KNO3
hari ke	sel/ml	sel/ml	sel/ml	sel/ml
1	3.083.333,00	1.333.333,00	1.416.667,00	166.666,67
2	4.750.000,00	1.416.667,00	4.166.666,67	4.166.666,67
3	5.916.666,67	2.500.000,00	6.833.333,33	4.166.666,67
4	9.333.333,33	4.250.000,00	7.333.333,33	10.000.000,00
5	10.500.000,00	8.916.666,67	8.500.000,00	10.666.666,00
6	17.583.333,33	11.166.666,67	10.333.333,33	12.333.333,00
7	16.416.666,67	3.583.333,33	11.666.666,67	11.000.000,00
8	14.666.666,67	2.833.333,33	3.583.333,33	8.333.333,33
9	11.000.000,00	2.583.333,33	1.000.000,00	6.666.666,67
10	7.000.000,00	2.166.666,67	666.666,67	4.166.666,67
11	5.500.000,00	2.000.000,00	583.333,33	1.666.666,00



APPENDIKS B HASIL ANALISA

Tabel B.1 Hasil Analisa Protein Spirulina platensis KNO₃
0,0001%

No	No Analisa	Kode	Satuan	Hasil Analisa
1	P 0813	Botryococcus 1 : 5	%	0,14
2	P 0814	Botryococcus 1 : 10	%	0,03
3	P 0815	Botryococcus 1 : 15	%	0,07
4	P 0816	Spirulina 1:5	%	0,01
5	P 0817	Spirulina 1:10	%	0,01
6	P 0818	Spirulina 1:15	%	0,05

Sumber : Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya

Tabel B.2 Hasil Analisa Protein Spirulina platensis KNO₃
0,0002%

No	No Analisa	Kode	Satuan	Hasil Analisa
1	P 927	Botryococcus 1 : 5	%	0,04
2	P 928	Botryococcus 1 : 10	%	0,14
3	P 929	Botryococcus 1 : 15	%	0,04
4	P 930	Spirulina 1:5	%	0,06
5	P 931	Spirulina 1:10	%	0,05
6	P 932	Spirulina 1:15	%	0,03

Sumber : Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya

Tabel B.3 Hasil Analisa Protein Spirulina platensis KNO₃ 0,0003%

No	No Analisa	Kode	Satuan	Hasil Analisa
1	P 933	Botryococcus 1 : 5	%	0,17
2	P 934	Botryococcus 1 : 10	%	0,13
3	P 935	Botryococcus 1 : 15	%	0,2
4	P 936	Spirulina 1:5	%	0,07
5	P 937	Spirulina 1:10	%	0,03
6	P 938	Spirulina 1:15	%	0,006

Sumber : Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya

Tabel B.4 Hasil Analisa Protein Spirulina platensis KNO₃ 0,6%

No	No Analisa	Kode	Satuan	Hasil Analisa
1	P 1603	Botryococcus 1 : 5	%	0,41
2	P 1604	Botryococcus 1 : 10	%	0,41
3	P 1605	Botryococcus 1 : 15	%	0,38
4	P 1606	Spirulina 1:5	%	0,46
5	P 1607	Spirulina 1:10	%	0,38
6	P 1608	Spirulina 1:15	%	0,33

Sumber : Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya

Tabel B.5 Hasil Analisa Air Tawar

No	Parameter	Unit	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	PH	-	7,42	PH metri
2	P.alkalinity (CaCO ₃)	mg/l	0,00	Titrimetri
3	M. Alkalinity	mg/l	28	Titrimetri
4	(CaCO ₃)	mg/l	205	Titrimetri
5	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	56	Titrimetri
6	Calcium (Ca)	mg/l	19	Titrimetri
7	Magnesium (Mg)	mg/l	6	Gravimetri
8	Suspenden solid	mg/l	330	Gravimetri
9	(TTS)	mg/l	336	Gravimetri
10	Dissolved Solid	mg/l	14	Flamephotometri

11	(TDS)	mg/l	0,21	Spektrofotometri
12	Total Solid (TS)	mg/l	<0,04	AAS
13	Natrium (Na)	mg/l	<0,03	AAS
14	Silikat (SiO ₂)	mg/l	<0,001	AAS
15	Besi (Fe)	mg/l	<0,001	AAS
16	Tembaga (Cu)	mg/l	<0,02	AAS
17	Cadmium (Cd)	mg/l	<0,01	AAS
18	Crum (Cr)	mg/l	<0,001	AAS
19	Mangan (Mn)	mg/l	<0,002	AAS
20	Nikel (Ni)	mg/l	24	Argentometri
21	Timah hitam (Pb)	mg/l	38	Spektrofotometri
22	Seng (Zn)	mg/l	0,28	Spektrofotometri
23	Khloroida (Cl)	mg/l	<0,02	Spektrofotometri
24	Sulfate (SO ₄)	mg/l	0,12	Spektrofotometri
25	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,00	Spektrofotometri
26	Nitrit (NO ₂ -N)	mg/l	0,00	Spektrofotometri
27	Ammonia (NH ₃ -N)	mg/l	6	Reflax
28	Phospat (PO ₄)	µmho	550	Konduktimetri
	Phenol	s/cm		
	COD			
	Konduktivty			

Sumber : Laboratorium Teknologi Air Industri Teknik Kimia ITS Surabaya

Tabel B.6 Hasil Analisa Air Laut

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	Khloride	Ppm	52500	Argentometri
2	COD	Ppm	58	Reflux
3	Fe	Ppm	0,48	AAS
4	Cu	Ppm	0,09	AAS
5	Cr	Ppm	<0,004	AAS
6	Cd	Ppm	0,08	AAS
7	Pb	Ppm	0,12	AAS
8	Ni	Ppm	<0,02	AAS
9	Zn	ppm	<0,01	AAS

Sumber : Laboratorium Teknologi Air Industri Teknik Kimia ITS Surabaya

Tabel B.7 Hasil Perhitungan Protein *Spirulina Platensis*

variabel	Protein alga + air blanko	Protein Blanko	Protein alga
1:5 (0,0001% KNO ₃)	0.01	0.0003	0.0097
1:5 (0,0002% KNO ₃)	0.06	0.0004	0.0596
1:5 (0,0003% KNO ₃)	0.07	0.0006	0.0694
1:5 (0,6% KNO ₃)	0.41	0.0014	0.4086
1:10 (0,0001% KNO ₃)	0.01	0.00013	0.00987
1:10 (0,0002% KNO ₃)	0.03	0.0002	0.0298
1:10 (0,0003% KNO ₃)	0.05	0.0005	0.0495
1:10 (0,6% KNO ₃)	0.41	0.0017	0.4083
1:15 (0,0001% KNO ₃)	0.006	0.00001	0.00599
1:15 (0,0002% KNO ₃)	0.03	0.00012	0.02988
1:15 (0,0003% KNO ₃)	0.05	0.00014	0.04986
1:15 (0,6% KNO ₃)	0.38	0.002	0.378

Sumber : Laboratorium Fakultas Bioteknologi Universitas Surabaya

Tabel B.8 Hasil Perhitungan Protein *Botryococcus Braunii*

variabel	Protein alga + air blanko	Protein Blanko	Protein alga
1:5 (0,0001% KNO ₃)	0.04	0.00014	0.03986
1:5 (0,0002% KNO ₃)	0.14	0.0002	0.1398
1:5 (0,0003% KNO ₃)	0.17	0.0004	0.1685
1:5 (0,6% KNO ₃)	0.46	0.0015	0.4585
1:10 (0,0001% KNO ₃)	0.03	0.00012	0.02988
1:10 (0,0002% KNO ₃)	0.13	0.00015	0.12985
1:10 (0,0003% KNO ₃)	0.14	0.0003	0.1397
1:10 (0,6% KNO ₃)	0.38	0.001	0.379
1:15 (0,0001% KNO ₃)	0.01	0.00001	0.00999
1:15 (0,0002% KNO ₃)	0.04	0.00011	0.03989
1:15 (0,0003% KNO ₃)	0.07	0.00012	0.06988
1:15 (0,6% KNO ₃)	0.33	0.0004	0.3296

Sumber : Laboratorium Fakultas Bioteknologi Universitas Surabaya

APPENDIKS C GAMBAR ALAT



Gambar C.1 Gambar Rangkaian Alat Penelitian