## PENGARUH PEMBERIAN PUPUK SP 36 TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN PADA KULTUR MIKROALGA *Spirulina* sp.

#### **SKRIPSI**

## PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

Oleh:

**FAHMI ABD RAHMAN** 

NIM. 115080107111009



MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

## PENGARUH PEMBERIAN PUPUK SP 36 TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN PADA KULTUR MIKROALGA Spirulina sp.

# SKRIPSI PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya

Oleh:

**FAHMI ABD RAHMAN** 

NIM. 115080107111009



MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

## PENGARUH PEMBERIAN PUPUK SP 36 TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN PADA KULTUR MIKROALGA *Spirulina* sp.

Oleh:

**FAHMI ABD RAHMAN** 

NIM. 115080107111009

Telah dipertahankan di depan penguji Pada tanggal 26 Oktober 2015 Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Tanggal:

#### Menyetujui

Dosen Penguji Dosen Pembimbing 1

<u>Ir. Herawati Umi S. MS</u> NIP. 19520402 198003 2 001

Tanggal :

<u>Dr. Uun Yanuhar S.Pi M.Si</u> NIP. 19730404 200212 2 001

Tanggal:

**Dosen Pembimbing 2** 

<u>Dr. Ir. Muhammad Musa MS</u> NIP. 19570507 198602 1 002

Tanggal:

Mengetahui,

Ketua Jurusan

Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS NIP. 19620805 198603 2 001 Tanggal :

#### **PERNYATAAN ORISINALITAS**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa Skripsi ini adalah hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

> Malang, 26 Oktober 2015 Mahasiswa

Fahmi Abd Rahman



#### **RINGKASAN**

**FAHMI ABD RAHMAN**. Skripsi Tentang Pengaruh Pemberian Pupuk SP 36 Terhadap Kandungan Protein Pada Kultur Mikroalga *Spirulina* sp., (di bawah bimbingan **Dr. Uun Yanuhar, S.Pi., M.Si. dan Dr Ir Muhammad Musa MS.**)

Spirulina sp. merupakan mikroalga yang memiliki kandungan nutrisi seperti protein, asam lemak, vitamin dan antioksidan yang tinggi. Spirulina sp. mengandung protein mencapai 72%, lipid 8%, karbohidrat 16%,dan vitamin B1, B2, B6, B12, C niasin, b karoten dan kandungan asam amino yang cukup seimbang. Kadar protein yang tinggi inilah yang menjadi dasar pertimbangan Spirulina sp. menjadi sumber nutrisi yang baik bagi manusia sebagai supplement ataupun bagi pakan ikan. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), hal ini disebabkan karena Spirulina sp.: (1) bersel tunggal, (2) dapat dikembangkan, (3) memiliki daur hidup yang pendek, (4) memiliki nilai nutrisi yang tinggi. Upaya pengembangan teknik kultur perlu dilakukan agar produktifitas dan kualitas kultur Spirulina sp. dapat ditingkatkan.

Tujuan dari penelitian skripsi ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian dosis pupuk SP 36 yang berbeda terhadap kandungan protein kultur mikroalga laut *Spirulina* sp. Dan mengetahui dosis optimal pupuk SP 36 terhadap kandungan protein *Spirulina* sp

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen atau percobaan. Menurut Solso & MacLin (2002), penelitian eksperimen adalah suatu penelitian yang di dalamnya ditemukan minimal satu variabel yang dimanipulasi untuk mempelajari hubungan sebab-akibat. Oleh karena itu, penelitian eksperimen erat kaitanya dalam menguji suatu hipotesis dalam rangka mencari pengaruh,hubungan, maupun perbedaan perubahan terhadap kelompok yang dikenakan perlakuan.

Hasil penelitian pemberian pupuk SP 36 dengan dosis berbeda menunjukkan adanya pengaruh terhadap hasil kepadatan *Spirulina* sp., hal ini terlihat dari F  $_{\rm hitung}$  > F  $_{\rm tabel}$  yang artinya pengaruh dari perbedaan waktu pengamatan terhadap kepadatan sel *Spirulina* sp, nilai F hitung A 13.62 & F tabel 2.76. Hasil pengamatan pupuk SP 36 tidak berpengaruh pada kandungan protein, hal ini dilihat dari F $_{\rm hitung}$ (A)

Hasil dosis pupuk SP 36 yang optimal terhadap kandungan protein adalah pada dosis 120 ppm. Untuk parameter kualitas air didapatkan suhu pada semua perlakuan berkisar 24-31°C, pH berkisar 7,26 – 9 , untuk salinitas berkisar 34 – 35 ppt, untuk DO berkisar 6,3 – 9 ppm, untuk nitrat berkisar 0,43 – 0,91 ppm, kisaran CO<sub>2</sub> antara 9,2 – 26,6 dan fosfat berkisar 0,2 – 1,5. Saran pada penelitian ini adalah aka nada penelitian lebih lanjut untuk penggunaan pupuk SP 36 pada pertumbuhan *Spirulina* sp. Sehingga dapat diketahui dosis yang sesuai untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. dan kandungan proteinnya.

#### KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas berkah dan anugerah-Nya jualah sehingga Skripsi yang berjudul "Pengaruh Pemberian Pupuk SP 36 Terhadap Kandungan Protein Pada Kultur Mikroalga Spirulina sp." ini dapat terselesaikan. Tak lupa pula Shalawat dan Salam penulis haturkan kepada Suri Tauladan Nabi besar Muhammad SAW beserta keluarganya yang suci. Skripsi ini merupakan hasil penelitian yang penulis lakukan pada bulan Februari hingga Mei 2015, di Laboratorium Reproduksi ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Malang, November 2015

**Penulis** 



#### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah sudi membantu, sejak persiapan, pelaksanaan hingga pembuatan skripsi setelah penelitian selesai. Dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- 1. Dr Uun Yanuhar S.Pi M.Si sebagai pembimbing utama dan Bapak Dr Ir Muhammad Musa MS sebagai pembimbing kedua yang telah ikhlas meluangkan waktunya dan bersusah payah memberikan nasehat, petunjuk dan bimbingan kepada penulis sejak dari awal penelitian hingga selesainya skripsi ini. Terima kasih juga kepada ibu Ir. Herawati Umi S.MS sebagai penguji skripsi saya yang melengkapi ketidaksempurnaan dalam isi atau dalam penulisan.
- 2. Kedua orang tua tercinta, Ayahanda Abd Rahman S.pd M.M dan Alm Ibunda tercinta Siti Fatimah, yang tak henti-hentinya mendengar curahan hati dan keluh kesah penulis, kasih sayang, dorongan dan pengorbanan yang tak terhingga serta limpahan doa yang tak putus-putusnya telah meringankan langkah penulis untuk menghadapi segala kesulitan yang menghadang. Untuk itu, skripsi ini penulis persembahkan untuk kalian, kedua orang tuaku. Juga kepada Adik Maulidah LS dan keluarga dari bapak maupun ibu, yang banyak memberikan saran, nasehat serta doa.
- 3. Teman-teman Mahasiswa di Tim Alga seperti Ainul, Ima, Rifki, Nanuk, Arena, Luffi, Arif, Dita, Ocha. Juga teman satu pembimbing seperti Yovan, Amira, Lisa, Hendra yang setia membantu sejak penelitian berlangsung. Serta Mas khumaidi yang juga slalu membantu dan mengawasi kinerja dari tim alga.

- 4. Semua sahabat di KOMUNESS yang slalu memegang tangan ini dan memberi motivasi serta semangat yang luar biasa, yang sering membantu secara langsung ataupun tidak. Dan teman seperjuangan MSP 2011 terima kasih banyak.
- 5. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis tak luput dari kesalahan dan kekhilafan, hasil karya penulis tidak sempurna hasil ciptaan Sang Khalik, Allah SWT, demikian pula dengan skripsi ini, keterbatasan pengetahuan yang ada pada penulis membuat skripsi ini masih jauh dari sempurna. Penuh harapan semoga skripsi ini di ridhoi Allah SWT dan dapat memberi manfaat bagi kita semua. Amin.

Penulis,

Fahmi Abd Rahman

#### DAFTAR ISI

Halaman

	AN	i
		ii
UCAPAN '	TERIMAKASIH	iii
DAFTAR I	SI	V
DAFTAR (	GAMBAR	vii
DAFTAR 1	TABEL	viii
DAFTAR L	_AMPIRAN	ix
1. PEN	DAHULUAN	1
1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6	Latar Belakang	4
2. TINJ	AUAN PUSTAKA	5
2.1 2.2 2.3 2.4 2.5 2.6	Morfologi dan Klasifikasi <i>Spirulina</i> sp	6 11 12 13 14 14 14 15 15 16
3. MAT	ERI DAN METODE	17
3.1 3.2 3.3 3.4	Materi Penelitian  Metode Penelitian  Rancangan Percobaan  Alat dan Bahan Penelitian  3.4.1 Alat	17 19

		3.4.2 Bahan	19
	3.5	Analisis Kadar Protein	19
	3.6	Prosedur Penelitian	20
		3.6.1 Persiapan toples dan peralatan penunjang	20
		3.6.2 Persiapan media air laut	
		3.6.3 Persiapan Media Spirulina sp	
		3.6.4 Persiapan bibit Spirulina sp	
	3.7	Pelaksaan Penelitian	
	3.8	Prosedur pengukuran kualitas air	22
		3.8.1 DO	
		3.8.2 Suhu	
		3.8.3 pH	22
		3.8.4 Nitrat	23
		3.8.5 Fosfat	23
		3.8.6 CO <sub>2</sub>	24
		3.8.6 CO <sub>2</sub>	24
	3.9	Analisis data	24
4.	HAS	IL DAN PEMBAHASAN	27
	4.1	Pengaruh pemberian pupuk SP 36 terhadap kandunan protein	
		Spirulina sp	27
	4.2	Kepadatan dan pengaruh pemberian pupuk SP 36 terhadap	4
		kepadatan Spirulina sp	
	4.3	Analisis Pembentukan protein sel Spirulina sp	32
	4.4	Hubungan protein dan kepadatan Spirulina sp	
	4.5	Laju pertumbuhan Spirulina sp	35
	4.6	Transport Nutrien dalam sel mikroalga	
	4.7	Data kualitas air	39
		4.7.1 Suhu	39
		4.7.2 Salinitas	
		4.7.3 DO	41
		4.7.4 pH	
		4.7.5 Nitrat	44
		4.7.6 Fosfat	
		4.7.7 CO <sub>2</sub>	46
5.		IMPULAN DAN SARAN	
	5.1	Kesimpulan	
	5.2	Saran	47
DAF	TAR	PUSTAKA	48
11			
IAN	<b>IPIRA</b>	N	52

#### DAFTAR GAMBAR

#### Gambar

1.	Alir perumusan masalah	03
2.	Spirulina sp.	06
3.	Fase pertumbuhan	11
4.	Denah percobaan	18
5.	Grafik rata-rata protein	27
6.	Grafik rata-rata kepadatan	28
7.	Fase kontras sel	30
8.	Grafik konversi protein	32
9.	Grafik rata-rata laju pertumbuhan	35
10.	Proses perombakan fosfat menjadi protein	37



#### DAFTAR TABEL

I	abe	Hala	man
	1.	Dosis pupuk SP 36	18
	2.	Rata-rata perlakuan	25
	3.	ANOVA	25
	4.	Nilai protein	27
	5.	Hasil rata-rata kepadatan	28
	6.	Uji BNT	31
	7.	Hasil rata-rata konversi	31
	8.	Persamaan kandungan protein dan kepadatan	33
	9.	Rata-rata laju pertumbuhan	34
	10.	. Nilai rata-rata suhu	39
	11.	. Nilai rata-rata salinitas	40
	12.	. Nilai rata-rata DO	41
		. Nilai rata-rata pH	42
		. Nilai nitrat	44
	15.	. Nilai fosfat	45
	16.	Nilai CO <sub>2</sub>	46

#### DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	lalaman
1. Nilai laju pertumbuhan	52
2. ANOVA sidik ragam kepadatan	53
3. ANOVA sidik ragam protein	55
4. Perhitungan dosis pupuk	57
5. Pengamatan Suhu	58
6. Pengamatan pH	59
7. Pengamatan Salinitas	60
8. Pengamatan DO	61
9. Pengamatan Nitrat	62
10. Pengamatan Fosfat	63
11. Pengamatan Karbondioksida	64
12. Dokumentasi pribadi	65







#### **PENDAHULUAN**

#### 1.1 Latar Belakang

Mikroalga merupakan tumbuhan air yang berukuran mikroskopik, memiliki berbagai potensi yang dapat dikembangkan sebagai sumber pakan, pangan, dan telah dimanfaatkan untuk berbagai macam keperluan mulai dari bidang perikanan sebagai makanan larva ikan, organisme penyaring, industri farmasi, dan makanan suplemen dengan kandungan protein, karbohidrat, lipid, dan berbagai macam mineral (Cresswell *et al.*, 1989; Renaud *et al.*, 1991).

Mikroalga diklasifikasikan sebagai tumbuhan karena memiliki klorofil dan mempunyai suatu jaringan sel menyerupai tumbuhan tingkat tinggi. Melalui pendekatan suatu skema klasifikasi, spesies mikroalga dikarakterisasi berdasarkan kesamaan morfologi dan biokimia (Diharmi, 2007). Sel mikroalga dapat dibagi menjadi sepuluh divisi, dan setiap divisi mempunyai karakteristik yang ikut memberikan andil pada kelompoknya, tetapi spesies-spesiesnya cukup memberikan perbedaan-perbedaan dari lainnya. Ada empat karakteristik yang digunakan untuk membedakan divisi mikroalga yaitu; tipe jaringan sel, ada tidaknya flagella, tipe komponen fotosintesa, dan jenis pigmen sel. Selain itu morfologi sel dan bagaimana sifat sel yang menempel berbentuk koloni / filamen adalah merupakan informasi penting didalam membedakan masing-masing kelompok (Graham and Wilcox, 2000).

Alga merupakan organisme yang tersedia melimpah di alam dan dibedakan menjadi 1.800 marga dan 21.000 spesies. Alga mikro mempunyai tingkat pertumbuhan lebih cepat dibandingkan dengan tanaman terestrial. Menurut Inansetyo dan Kurniastuty (1995), terdapat beberapa alga mikro yang berpotensi untuk dibudidayakan baik sebagai pakan alami di bidang perikanan maupun sebagai sumber energi alternatif baru, diantaranya yaitu *Chlorella*,

Nannochloropsis, Skeletonema costatum, Tetraselmis, Dunaliella, Scenedesmus, dan Spirulina sp.

Spirulina sp. merupakan mikroalga yang memiliki kandungan nutrisi seperti protein, asam lemak, vitamin dan antioksidan yang tinggi. Spirulina sp. mengandung protein mencapai 72%, lipid 8%, karbohidrat 16%,dan vitamin B1, B2, B6, B12, C niasin, b karoten dan kandungan asam amino yang cukup seimbang. Kadar protein yang tinggi inilah yang menjadi dasar pertimbangan Spirulina sp. menjadi sumber nutrisi yang baik bagi manusia sebagai supplement ataupun bagi pakan ikan. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), hal ini disebabkan karena Spirulina sp.: (1) bersel tunggal, (2) dapat dikembangkan, (3) memiliki daur hidup yang pendek, (4) memiliki nilai nutrisi yang tinggi. Upaya pengembangan teknik kultur perlu dilakukan agar produktifitas dan kualitas kultur Spirulina sp. dapat ditingkatkan.

Menurut Noviani (2010), pupuk adalah bahan untuk diberikan kepada tanaman baik langsung maupun tidak langsung, guna mendorong pertumbuhan tanaman, meningkatkan produksi atau memperbaiki kualitasnya, sebagai akibat perbaikan nutrisi tanaman. Pupuk akan sampai pada sasarannya jika diaplikasikan secara benar. Dalam aplikasi pupuk, hal penting yang perlu diperhatikan adalah jenis tanaman yang akan dipupuk dan jenis pupuk yang digunakan. Dengan aplikasi yang tepat dan benar maka akan diperoleh efisiensi dan efektivitas pemupukan (Irwanto, 2012).

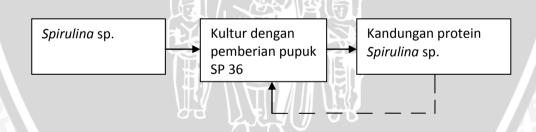
Fosfat alam merupakan sumber P yang dapat digunakan sebagai bahan baku industri seperti pupuk P yang mudah larut antara lain TSP, SP 18, SSP, DAP, MOP. Industri pupuk menggunakan sekitar 90% fosfat alam yang diproduksi di dunia. Fosfat alam dari deposit batuan sedimen sebagian besar telah mempunyai reaktivitas yang cukup memadai untuk tanaman pangan dan perkebunan. Sedangkan fosfat alam dari batuan beku mempunyai reaktivitas

yang rendah sehingga perlu diasamkan dulu untuk digunakan sebagai pupuk (Sutriadi, 2010).

Salah satu pupuk fosfat adalah SP 36, pupuk ini termasuk pupuk super Fosfat  $(Ca(H_2PO_4)_2)$ . Pupuk ini jika diaplikasikan ke dalam tanah dapat menyebabkan tanah menjadi masam. Asam fosfat secara sempurna akan membebaskan ion H+ ke dalam tanah bila pH mulai 3,0 hingga 7,0.

#### 1.2 Rumusan masalah

Spirulina sp. merupakan mikroalga yang mempunyai nutrisi seperti protein, asam lemak, vitamin dan antioksidan tinggi. Kandungan protein di dalam Spirulina sp. mencapai 72%, dengan kandungan protein yang tinggi seperti itu perlu diperhatikan salah satunya adalah dilakukan pemupukan untuk mempertahankan kualitasnya. Penggunaan pupuk dan jenis pupuk yang benar akan diperoleh efisiensi kultur yang baik, dan pupuk SP 36 termasuk pupuk yang mengandung fosfat yang baik untuk pertumbuhan Spirulina sp.



Gambar 1. Alir perumusan masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat dirumusan masalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana pengaruh pemberian pupuk SP 36 dengan dosis yang berbeda terhadap kandungan protein *Spirulina* sp. ?
- 2) Berapa dosis optimal pupuk SP 36 terhadap kandungan protein pada Spirulina sp. ?

#### 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut :

- 1) Untuk mengetahui pengaruh pemberian dosis pupuk SP 36 yang berbeda terhadap kandungan protein kultur mikroalga laut *Spirulina* sp.
- 2) Untuk mengetahui dosis optimal pupuk SP 36 terhadap kandungan protein pada *Spirulina* sp.

#### 1.4 Kegunaan penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai nilai kandungan protein yang terdapat pada mikroalga *Spirulina* sp. sebelum dan sesudah pemberian pupuk SP 36

#### 1.5 Hipotesa

Ho: Diduga pemberian pupuk SP 36 tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan protein pada kultur sel *Spirulina* sp.

H1: Diduga pemberian pupuk SP 36 memberikan pengaruh terhadap kandungan protein pada kultur sel *Spirulina* sp.

#### 1.6 Waktu dan Tempat

Kegiatan ini dilaksanakan pada bulan Februari - Mei 2015 dan bertempat di Laboratorium Ilmu-Ilmu Perairan dan Laboratorium Reproduksi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Dan Uji protein Spirulina sp. di lakukan di Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.

#### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1 Morfologi dan Klasifikasi Mikroalga Spirulina sp.

Spirulina sp. merupakan mikroalga yang menyebar secara luas, dapat ditemukan di berbagai tipe lingkungan, baik di perairan payau, laut dan tawar (Ciferri,1983). Ciri-ciri morfologinya yaitu filamen yang tersusun dari trikoma multiseluler berbentuk spiral yang bergabung menjadi satu, memiliki sel berkolom membentuk filamen terpilin menyerupai spiral, tidak bercabang, autotrof, dan berwarna biru kehijauan.

Bentuk tubuh *Spirulina* sp. yang menyerupai benang merupakan rangkaian sel yang berbentuk silindris dengan dinding sel yang tipis, berdiameter 1-12 µm. Filamen *Spirulina* sp. hidup berdiri sendiri dan dapat bergerak bebas (Tomaselli,1997). *Spirulina* sp. berwarna hijau tua di dalam koloni besar yang berasal dari klorofil dalam jumlah tinggi. *Spirulina* sp memiliki struktur trichoma spiral dengan filamen–filamen bersifat mortal dan tidak memiliki heterosit. Sel *Spirulina* sp. berukuran relatif besar yaitu 110 µm, sehingga dalam proses pemanenan dengan menggunakan kertas saring lebih mudah (Borowitzka M.A.,1988). Klasifikasi *Spirulina* sp. menurut Bold dan Wyne (1985) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Protista

Divisi : Cyanophyta

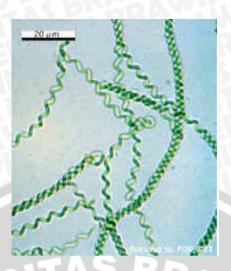
Kelas : Cyanophyceae

Ordo : Nostocales

Famili : Oscilatoriaceae

Genus : Spirulina

Spesies : Spirulina sp.



Gambar 2. Spirulina sp. (Hariyati, 2008)

Struktur sel *Spirulina* sp. hampir sama dengan tipe sel alga lainnya dari golongan cyanobacteria. Dinding sel merupakan dinding sel gram-negatif yang terdiri dari 4 lapisan, dengan lapisan utamanya tersusun dari peptidoglikan yang membentuk lapisan koheren. Peptidoglikan berfungsi sebagai pembentukan pergerakan pada *Spirulina* sp. yang membentuk spiral teratur dengan lebar belokan 26-28 µm, sedangkan sel-sel pada trichoma memiliki lebar 6-8 µm (Eykelenburg,1977). Bagian tengah dari nukleoplasma mengandung beberapa karboksisom, ribosom, badan silindris, dan lemak. Membran tilakoid berasosiasi dengan pikobilisom yang tersebar disekeliling sitoplasma. *Spirulina* sp. mempunyai kemampuan untuk berfotosintesis dan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia dalam bentuk karbohidrat (Mohanty *et al.*,1997).

#### 2.2 Pertumbuhan Spirulina sp. dan faktor-faktor yang mempengaruhinya

Pertumbuhan mikroalga dalam kultur dapat ditandai dengan bertambah besarnya ukuran sel atau bertambahnya jumlah sel. Pertumbuhan ini dapat dilihat dari semakin meningkatnya tingkat kepadatan sel pada kultur. Lingkungan tempat tumbuh harus dapat dikondisikan sehingga memenuhi semua kebutuhan

yang diperlukan oleh mikroalga agar dapat tumbuh optimal. Faktor - faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga antara lain adalah sebagai berikut.

#### 1. Media

Media kultur mikroalga dibedakan menjadi dua jenis yaitu media sintetik dan media alami. Media sintetik yang sering digunakan dalam kultur mikroalga antara lain media Conwy, Walne, dan NPFe. Media alami yang telah berhasil digunakan sebagai media kultur mikroalga yaitu ekstrak tauge, limbah cair tapioka, kelapa sawit, ampas tahu, dan air kelapa. Menurut Vonshak et al.,(2004), setiap jenis mikroalga memiliki perbedaan komposisi protein dan lemak dalam komposisi biokimia pada tubuhnya, dimana unsur yang penting berupa nitrogen (N) dan fosfor (P). Protein dalam Spirulina sp. sangat dibutuhkan untuk proses metabolisme sel dalam menunjang pertumbuhan, yaitu mempengaruhi proses sintesis dan akumulasi dari kandungan dalam sel seperti karbohidrat, asam amino, asam nukleat dan lemak (Tokusoglu & Uunal, 2006). Nutrien utama pada media kultur mikroalga adalah N, namun terkadang N pada media dalam bentuk anorganik seperti nitrit (NO2) dan nitrat (NO3), akan tetapi mikroalga umumnya dapat menggunakan NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, atau amonium (NH<sub>4</sub>) sebagai sumber N dengan tingkat pertumbuhan yang sama terlepas bentuknya organik maupun anorganik (Borowitzka, 1988).

Fosfor adalah nutrisi utama lain untuk kultur mikroalga. Bentuk utama dimana mikroalga menyerap fosfor adalah fosfat anorganik seperti H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> dan HPO<sub>4</sub><sup>2</sup>-. Mikroalga dapat memanfaatkan senyawa fosfat organik dan menghidrolisis dengan ekstrasel oleh aksi enzim phosphoesterase atau fosfatase dan kemudian mengambil P anorganik yang dihasilkan (Borowitzka,1988).

Pertumbuhan *Spirulina* sp. akan dipengaruhi oleh ketersediaan nutrien dalam media pertumbuhannya. Makronutrien dalam media yang dibutuhkan yaitu berupa C, H, O, N, P, K, S, Ca dan unsur mikronutrien yaitu Fe, Cu, Mg, Co, Mn,

B, Zn. Komponen vitamin yang tersedia dalam media juga dapat mempercepat pertumbuhan terutama kandungan vitamin B12 (Andersen, 2005).

#### 2. Faktor – Faktor Lingkungan

Spirulina sp. merupakan mikroalga yang memiliki daya adaptasi tinggi yang artinya dia mampu tumbuh dalam berbagai kondisi pertumbuhan. Misalnya dapat ditemukan di perairan dengan pH basa. Kondisi pH basa memberikan keuntungan dari sisi budidaya, karena relatif tidak mudah terkontaminasi oleh mikroalga yang lain, yang pada umumnya hidup pada pH yang lebih rendah atau lebih asam (Ogawa dan Terui, 1970). Faktor-faktor lingkungan yang mendukung pertumbuhan *Spirulina* sp. adalah suhu, cahaya, pH, dan agitasi (Vonshak, 1986).

Faktor pembatas yang sangat penting dalam kultur mikroalga baik skala laboratorium, semi massal, maupun massal adalah suhu. Penurunan suhu pada lingkungan kultur akan dapat menyebabkan penurunan laju fotosintesis dan meningkatnya derajat lipid tidak jenuh di dalam sistem membran, sedangkan peningkatan suhu akan merangsang aktivitas molekul sehingga laju difusi meningkat (Borowitzka dan Borowitzka, 1988). Menurut Taw (1990), kisaran suhu optimal untuk *Spirulina* sp. skala laboratorium adalah 25-35°C.

Nilai pH pada media tumbuh mikroalga akan menentukan kemampuan biologi mikroalga dalam memanfaatkan unsur hara, sehingga pH optimum sangat penting untuk menunjang pertumbuhan *Spirulina* sp. yang optimal. Nilai pH yang baik untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. berkisar antara 8,5-9,5 (Suryati, 2002).

Cahaya dalam kultur mikroalga skala laboratorium biasanya cukup dengan menggunakan lampu TL atau neon. Cahaya merupakan sumber energi bagi mikroalga untuk dapat melakukan fotosintesis. Apabila mikroalga kekurangan cahaya dalam lingkungan kulturnya maka fotosintesis akan berlangsung tidak normal. Pencahayaan pada kultur dapat dipengaruhi oleh

tingkat intensitas pencahayaan, lamanya pencahayaan dan bergantung dari kepadatan sel yang akan mempengaruhi pembentukan bayangan sel itu sendiri. Intensitas cahaya yang optimal untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. berkisar antara 1500-3000 lux dan tidak melebihi 4000 lux untuk menghindari fotoinhibisi (Richmond, 1968).

Agitasi atau proses pengadukan merupakan faktor yang penting dalam mengoptimalkan proses pertumbuhan *Spirulina* sp. Agitasi dilakukan untuk menjaga kelarutan CO<sub>2</sub>, meratakan penyebaran nutrien dan cahaya serta mencegah pengendapan sel-sel alga. Salah satu cara agitasi yang termudah dan efektif adalah dengan aerasi. Pemberian aerasi tersebut akan dapat memberikan udara ke dalam media tumbuh. Aerasi merupakan salah satu alat untuk membantu difusi oksigen dalam perairan. Dalam kultur *Spirulina* sp. aerasi diperlukan mencegah terjadinya pengendapan, meratakan nutrien, membuat gerakan untuk terjadinya pertukaran udara (penambahan CO<sub>2</sub>) dan dalam skala massal untuk mencegah terjadinya stratifikasi suhu (Novrina, 2003).

Pertumbuhan pada mikroalga ini dapat dibagi persen fase pertumbuhan, yaitu fase lag, fase logaritmik atau eksponensial, fase penurunan laju pertumbuhan, fase stasioner, dan fase kematian (Fogg 1975).

#### 1. Fase lag

Fase ini ditandai dengan peningkatan populasi yang tidak nyata. Fase ini disebut juga sebagai fase adaptasi karena sel mikroalga sedang beradaptasi terhadap media tumbuhnya. Lamanya fase lag tergantung pada umur inokulum yang dimasukkan. Sel-sel yang diinokulasikan pada awal fase log akan mengalami fase lag yang singkat. Inokulum yang berasal dari kultur yang sudah tua akan mengalami fase lag yang lama, karena membutuhkan waktu untuk menyusun enzim-enzim yang tidak aktif. Ukuran sel pada fase lag ini pada

umumnya meningkat. Organisme mengalami metabolisme, tetapi belum terjadi pembelahan sel sehingga kepadatan sel belum meningkat.

#### 2. Fase logaritmik atau eksponensial

Fase ini diawali oleh pembelahan sel dan ditandai dengan naiknya laju pertumbuhan hingga kepadatan populasi meningkat. Laju pertumbuhannya meningkat dengan pesat dan selnya aktif berkembang biak. Ciri metabolisme pada fase ini adalah tingginya aktivitas fotosintesis yang berguna untuk pembentukan protein dan komponen-komponen penyusun plasma sel yang dibutuhkan dalam pertumbuhan.

#### 3. Fase penurunan laju pertumbuhan

Fase ini ditandai dengan penurunan laju pertumbuhan.Selain itu terjadi penurunan pertambahan populasi per satuan waktu bila dibandingkan dengan fase eksponensial sehingga fase ini disebut juga fase decline.

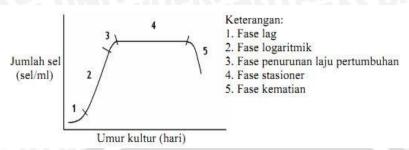
#### 4. Fase stasioner

Pada fase ini, pertumbuhan mengalami penurunan dibandingkan fase logaritmik. Laju reproduksi sama dengan laju kematian. Dengan demikian penambahan dan pengurangan jumlah mikroalga relatif sama atau seimbang sehingga kepadatannya tetap. Jumlah sel cenderung tetap diakibatkan sel telah mencapai titik jenuh.

#### 5. Fase kematian

Fase ini ditandai dengan kepadatan populasi selnya yang terus berkurang.

Grafik fase pertumbuhan pada mikroalga bisa dilihat diberikut ini :



Gambar 3. Fase Pertumbuhan pada mikrolaga (Fogg, 1975)

#### 2.3 Kandungan nutrisi dalam Spirulina sp.

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

#### Spirulina sp. Air Laut

Spirulina sp. 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<sub>3</sub> dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> melalui metode Trigger (Faucher, et al., 1975). Spirulina sp. air laut memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih rendah daripada Spirulina sp. air tawar. Spirulina sp. 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 sp.

#### Spirulina sp. Air Tawar

Spirulina sp. ini biasanya digunakan sebagai bahan makanan manusia dan farmasi. Dalam media air tawar, NaHCO<sub>3</sub>, fosfat, dan urea ditambahkan

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

#### 2.4 Ekologi dan Habitat Spirulina sp.

Lingkungan tempat tumbuh *Spirulina* sp. harus dapat memenuhi semua kebutuhan yang diperlukan untuk mendapatkan pertumbuhan *Spirulina* sp. yang baik. Faktor lingkungan utama yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga antara lain adalah nutrien, cahaya, suhu, pH dan agitasi (Richmond 1988). Fitoplankton tersebut mempunyai daya toleransi tinggi dan dapat hidup di dalam keadaan ekosistem seperti pada segmen I tersebut.

Spirulina sp. termasuk ke dalam mikroalga mesofilik, yang dapat tumbuh pada temperatur 20-40°C dengan suhu optimum pertumbuhannya 25-33°C. Suhu minimum untuk pertumbuhannya adalah antara 18-20°C. Umumnya kisaran temperatur untuk pertumbuhan mikroalga hijau-biru lebih besar dibandingkan jenis mikroalga lainnya (Borowitzka dan Borowitzka, 1988). Hasil pengukuran suhu selama penelitian berkisar antara 22,5-25°C, sehingga masih dalam kisaran suhu optimum untuk pertumbuhan *Spirulina* sp.

#### 2.5 Pupuk SP 36

Pupuk SP 36 merupakan pupuk P dalam bentuk super fosfat yang mengandung 36%  $P_2O_5$  yang di dalam tanah tidak segera tersedia dan sebagian terfiksasi (Jutono, 1987). Pupuk P dikelompokkan dalam tiga kelompok berdasarkan kelarutannya yaitu : (a) Pupuk P yang melarut kedalam asam keras (mengandung  $P_2O_5$ , merupakan pupuk P yang lambat tersedia bagi keperluan tanaman) (b) Pupuk P yang melarut dengan ammonium nitrat netral atau asam sitrun (mengandung  $P_2O_5$ , merupakan pupuk yang mudah tersedia bagi keperluan tanaman) (c) Pupuk P yang melarut dalam air (mengandung  $P_2O_5$ , juga merupakan pupuk P yang mudah tersedia bagi tanaman) (Sutedjo, 2002).

Pemupukan P merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan kandungan P dalam tanah. Sumber pupuk P yang umum dipakai di perkebunan adalah pupuk Fosfat Alam dan pupuk TSP. Efektifitas Pupuk Fosfat Alam ternyata lebih tinggi pada tanah-tanah masam dibandingkan dengan TSP. Setelah pupuk TSP tidak dipasarkan maka sebagai penggantinya digunakan SP 36 dengan takaran yang sama, meskipun kandungan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pupuk SP 36 12% lebih rendah dibanding TSP (Anonim, 2007).

Pupuk SP 36 merupakan pupuk pilihan terbaik untuk memenuhi kebutuhan tanaman akan unsur hara P karena keunggulan yang dimilikinya :

- Kandungan hara P dalam bentuk P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tinggi yaitu sebesar 36%
- Unsur hara P dalam pupuk SP 36 hampir seluruhnya larut dalam air
- Bersifat netral sehingga tidak mempengaruhi kemasaman tanah
- Tidak mudah menghisap air, sehingga dapat disimpan cukup lama dalam kondisi penyimpanan yang baik
- Dapat dicampur dengan Pupuk Urea atau pupuk ZA pada saat penggunaan (Anonim, 2002)

#### 2.6 Data kualitas Air

#### 2.6.1 Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses kimia, biologi dan fisika, peningkatan suhu dapat menurunkan suatu kelarutan bahan dan dapat menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi fitoplankton diperairan. Secara umum suhu optimal dalam kultur fitoplnkton berkisar antara 20-24°C. Suhu dalam kultur diatur sedemikian rupa bergantung pada medium yang digunakan. Suhu di bawah 16°C dapat menyebabkan kecepatan pertumbuhan turun, sedangkan suhu diatas 36°C dapat menyebabkan kematian. Beberapa fitoplankton tidak tahan terhadap suhu yang tinggi. Pengaturan suhu dalam kultur fitoplankton dapat dilakukan dengan mengalirkan air dingin ke botol kultur atau dengan menggunakan alat pengatur suhu udara (Taw, 1990).

#### 2.6.2 pH

Derajat keasaman atau pH digambarkan sebagai keberadaan ion hidrogen. Variasi pH pada dapat mempengaruhi metabiolisme dan pertumbuhan kultur mikroalga antara lain mengubah keseimbangan karbon anorganik, mengubah ketersediaan nutrien dan mempengaruhi fisiologi sel. Kisaran pH untuk kultur alga biasanya antara 7-9, kisaran optimum untuk alga laut berkisar antara 7,8-8,5. Secara umum kisaran pH yang optimum pada kultur *Spirulina sp.* antara 7 – 10 (Anonim, 2008).

#### 2.6.3 Salinitas

Kisaran salinitas yang berubah-ubah dapat mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton. Beberapa fitoplankton dapat tumbuh dalam kisaran salinitas yang tinggi tetapi ada juga yang dapat tumbuh dalam kisaran salinitas yang rendah.Namun, hampir semua jenis fitoplankton dapat tumbuh optimal pada

salinitas sedikit dibawah habitat asal. Pengaturan salinitas pada medium yang diperkaya dapat dilakukan dengan pengenceran dengan menggunakan air tawar. Kisaran salinitas yang dimiliki oleh *Spirulina sp.* antara 32–36 ppt, tetapi salinitas paling optimum untuk pertumbuhan *Spirulina sp* adalah 33-35 ppt (Anonim, 2008).

#### 2.6.4 DO

Oksigen terlarut merupakan suatu faktor yang sangat penting di dalam ekosistem air, terutama sekali dibutuhkan untuk proses repirasi bagi sebagian besar organisme air. Umumnya, kelarutan oksigen dalam air sangat terbatas. Dibandingkan dengan kadar oksigen di udara yang mempunyai konsentrasi sebanyak 21%. Air hanya mampu menyerap oksigen sebanyak 1% saja.

Nilai oksigen terlarut disuatu perairan mengalami fluktuasi harian. Fluktuasi ini selain dipengaruhi oleh perubahan suhu juga dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis dari tumbuhan yang menghasilkan oksigen. Nilai oksigen terlarut di perairan sebaiknya berkisar antara 6-8mg/l (Barus, 2004).

Pengukuran oksigen terlarut dilakukan dengan menggunakan DO meter, yaitu dengan cara memasukkan salah satu elemen DO meter ke dalam air sampel, kemudian ditunggu beberapa saat untuk memperoleh kisaran kandungan oksigen terlarut dalam air sampel (Anita, 2010).

#### 2.6.5 CO<sub>2</sub>

Karbondioksida diperlukan oleh fitoplankton untuk membantu proses fotosintesis. Karbondioksida dengan kadar 1-2 % biasanya sudah cukup digunakan dalam kultur fitoplankton dengan intensitas cahaya yang rendah. Kadar karbondioksida yang berlebih dapat menyebabkan pH kurang dari batas optimum sehingga akan berpengaruh terhadap pertumbuhan fitoplankton (Taw, 1990).

#### 2.6.6 Nitrat

Di perairan, unsur N terdapat dalam bentuk antara lain :  $N_2$  berupa gas, nitrit ( $NO_2$ ), nitrat ( $NO_3$ ), amonium ( $NH_4$ ), dan amoniak ( $NH_3$ ). Pada umumnya unsur tersebut diperairan kadarnya < 5 mg/l, sedangkan batas minimum bagi pertumbuhan plankton (alga) adalah 0,35 mg/l. Nitrogen di peraian diperoleh antara lain dari  $N_2$  bebas dari udara dengan cara berdifusi kadalam perairan dan fiksasi oleh biota perairan dan dekomposisi bahan organik. Sedangkan nitrogen akan hilang atau berkurang oleh adanya pemanfaatan oleh alga dan denitrifikasi (Andayani, 2006).

#### 2.6.7 Fosfat

Keberadaan fosfat di perairan alam biasanya relatif kecil, dengan kadar yang lebih sedikit daripada kadar nitrogen; karena sumber fosfat lebih sedikit dibandingkan dengan sumber nitrogen diperairan. Menurut Subarijanti (2000), fosfat mempunyai mobilitas yang sangat kecil. Didasar tanah fosfat mempunyai kedudukan yang stabil, sebab fosfat tidak mudah terbawa atau larut dalam air. Keberadaan fosfat juga dipengaruhi pH peraian. Dalam suasana basa jika pH lebih besar dari 7 maka fosfat akan berikatan dengan unsur kalsium (Ca) menjadi Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> dan akan mengendap. Sedangkan pada suasana asam dimana pH kurang dari 6 maka fosfat akan berikatan dengan Fe atau Al juga akan mengendap.

#### **MATERI DAN METODE**

#### 3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah bibit *Spirulina* sp. yang telah dikultur dari Balai Budidaya Air Payau Situbondo kemudian diperbanyak kembali kultur *Spirulina* sp. dengan diberi perlakuan dosis pupuk SP 36 yang berbeda dan diukur kualitas airnya.

TAS BRAL

#### 3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen atau percobaan. Menurut Solso & MacLin (2002), penelitian eksperimen adalah suatu penelitian yang di dalamnya ditemukan minimal satu variabel yang dimanipulasi untuk mempelajari hubungan sebab-akibat. Oleh karena itu, penelitian eksperimen erat kaitanya dalam menguji suatu hipotesis dalam rangka mencari pengaruh,hubungan, maupun perbedaan perubahan terhadap kelompok yang dikenakan perlakuan.

#### 3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) karena dalam penelitian ini media maupun lingkungannya dibuat sehomogen mungkin (Hanafiah, 2008). Rumus dari model RAL adalah sebagai berikut :  $Y_{ij} = \mu + di + ij$ 

#### Dimana:

Y<sub>Ij</sub> : pengamatan pada perlakuan ke-l dan ulangan ke -j

μ : nilai rata-rata harapan

di : pengaruh perlakuan ke -i

ij : Kesalahan atau galat percobaan pada perlakuan ke -i dan ulangan ke -j

Rancangan Acak Lengkap (RAL) menurut distribusi F disebut juga uji F Dimana perlakuan berpengaruh nyata jika H<sub>1</sub> di terima pada taraf uji 5% dan perlakuan berpengaruh tidak nyata jika H<sub>0</sub> diterima pada taraf uji 5%. Selanjutnya pengujian dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) (Hanafiah. 2008), untuk mengetahui perlakuan yang memberikan pengaruh terbesar.Adapun denah-denah percobaan yang akan dilakukan sebagai berikut.

В3	A2	C1	K1	A1	B2	C3	K2	A3	C2	B1	К3
								Λ			

Gambar 4. Denah Percobaan

Keterangan : A, B, C,adalah perlakuan

1, 2, 3 adalah ulangan

K adalah kontrol

Berdasarkan hasil penelitian Kusmiati *et al.*, (2010) konsentrasi dosis pupuk yang digunakan SP 36 1 g/l: ammonium sulfat 0,8 g/l, Kwangyng dan Choul Gyun (2001) menggunakan konsentrasi Nitrogen sebesar 140mg/l, 70mg/l dan 20mg/l pada penelitian.

Adapun dosis pupuk SP 36 yang digunakan seperti pada Tabel diberikut ini :

Tabel 1. Dosis Pupuk SP 36

Perlakua	an dan Ulai	ngan	Dosis SP 36
K3	K2	К3	0
A1	A2	A3	80 ppm
B1	B2	B3	100 ppm
C1	C2	C3	120 ppm

#### 3.4 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.4.1 Alat

Adapun alat-alat yang digunakan antara lain toples (volume 5 L) sebanyak 9 buah, aerator, batu aerasi, lampu TL 2000 watt 2 buah, mikroskop, haemocytometer, pH pen, DO meter, hot plate, gelas ukur, timbangan analitik, kertas saring, pipet tetes, pipet volume,tabung reaksi, beaker glass, thermometer Hg, objek glass, cover glass, spatula, spektrofotometer, selang, refraktometer,

#### 3.4.2 Bahan

Bahan-bahan yang diperlukan antara lain bibit *Spirulina* sp. sebanyak 500 ml, Aquades, Pupuk SP 36, larutan kaporit, Larutan Klorin, Natrium Thiosulfat, kertas label, alkohol 70%.

#### 3.5 Analisis Kadar Protein (AOAC, 2005)

1. Sebanyak 1 gram K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> , 40 ml Hgo dan 2 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat ditambahkan ke dalam 0,5-1 g sampel.

- 2. Sampel dididihkan selama kurang lebih 2 jam sampai cairan menjadi jernih kehijau-hijauan.
- Sampel dipindahkan ke dalam alat destilasi dan labu kjekdahl dibilas dengan 1-2ml air destilata selama bebrapa kali.
- 4. Sebanyak 8-10 ml larutan NaOH 60%-Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% ditambahkan ke dalam sampel.
- Erlenmeyer berisi 5 ml larutan H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> dan indikator BCG-MR (campuran bromcresol green dan methyl red) diletakkan di bawah diujung kondensor.
- 6. Sampel didestilasi hingga diperoleh 10-15ml destilat.
- 7. Destilat sampel diencerkan hingga 50 ml.

#### 3.6 Prosedur Penelitian

#### 3.6.1 Persiapan toples dan Peralatan Penunjang lainnya

- Menyiapkan toples dan peralatan lainnya kemudian dicuci dengan detergen dan dibilas
- 2. Mengeringkan selama 1 hari.

#### 3.6.2 Persiapan Media air Laut

- 1. Mendidihkan media air pada suhu 100°C dan dibiarkan hingga dingin
- Menyiapkan toples yang masing-masing bervolume 5 liter sebanyak 9 buah.
- Memasukkan media air laut sesuai konsentrasi dipupuk kemudian diaerasi

#### 3.6.3 Persiapan Media Spirulina sp.

- 1. Menyiapkan 9 buah toples yang telah steril
- 2. Memasukkan air laut sesuai konsentrasi dan diaerasi
- 3. Menambahkan pupuk SP 36 sesuai konsentrasi.

#### 3.6.4 Persiapan bibit Spirulina sp.

- Menyiapkan bibit *Spirulina* sp. yang diambil dari kultur murni budidaya pakan alami di BBAP Situbondo
- 2. Menyiapkan stok kultur murni Spirulina sp. sebanyak 500 ml
- Memasukkan stok kultur Spirulina sp. sesuai konsentrasi ke dalam masing-masing toples dengan perbandingan 1:5 (1 untuk bibit: 5 untuk media)
- 4. Menebar bibit Spirulina sp. pada masing-masing toples.
- 5. Bibit *Spirulina* sp. yang diambil dari stok dihitung kepadatan tebarnya dengan rumus menurut Kurniasih (2001) :

$$N1 \times V1 = N2 \times V2$$

Keterangan:

N1: Kepadatan awal

V1: Volume stok awal

N2: Kepadatan kultur yang dihendaki

V2 : Volume kultur yang dihendaki.

#### 3.7 Pelaksanaan Penelitian (Kultur Spirulina sp.)

- 1. Meletakkan secara acak masing-masing toples sesuai perlakuan
- Memasukkan air laut yang sudah steril, dipasang aerasi yang cukup besar untuk membantu menambah kandungan oksigen dalam air dan mencegah terjadinya pengendapan
- Menambahkan masing-masing kadar pupuk SP 36 dalam media budidaya dan ditunggu beberapa saat sampai medium tercampur dengan baik
- 4. Menebar bibit yang sudah siap kemudian dengan konsentrasi yang sama, Toples yang berisi kultur *Spirulina* sp. ditempatkan dekat lampu TL 2000 watt (2 buah) sebagai sumber energi untuk fotosintesis.

- 5. Melakukan pengamatan Spirulina sp. setiap hari yang dimulai hari pertama penebaran dengan menggunakan mikroskop haemocytometer.
- 6. Menghitung jumlah sel *Spirulina* sp. dalam sel/ml dengan menggunakan rumus menurut Amini (2008) :

$$\frac{n}{x}x\frac{10000}{1} = \text{sel/mL}$$

Keterangan:

n = total hasil perhtungan

x = faktor divisi berdasarkan presentase dari masing-masing kisi
perhitungan(=1)

BRA

7. Mengamati kandungan nitrat, fosfat dan DO.

#### 3.8 Prosedur pengukuran kualitas air

Parameter penunjang terdiri dari, pH, oksigen terlarut, dan nitrat dianalisis berdasarkan Bloom (1998) dan Hariyadi (1992) *dalam* Maf'ulah (2004).

#### 3.8.1 DO "Oksigen terlarut" Maf'ulah (2004)

- 1. Mengkalibrasi DO meter terlebih dahulu dengan aquades
- 2. Mencelupkan DO meter ke dalam air media beberapa saat
- 3. Membaca angka yang tertera pada alat tersebut.

#### 3.8.2 Suhu (SNI, 2004)

Langkah-langkah untuk mengukur suhu adalah sebagai berikut:

- Memasukkan Thermometer Hg ke dalam perairan dan ditunggu beberapa saat sampai air raksa di dalam Thermometer Hg menunjukkan skala tertentu.
- 2. Mencatat skala yang ditunjukkan oleh thermometer Hg dalam satuan<sup>o</sup>C.

 Membaca skala pada Thermometer Hg saat masih berada di dalam perairan dan jangan sampai tangan menyentuh bagian tubuh Thermometer.

## 3.8.3 pH diukur dengan menggunakan pH Pen (Bloom, 1998)

- 1. Mengaklibrasi pH pen terlebih dahulu dengan aquades
- 2. Mencelupkan pH pen kedalam air media beberapa saat
- 3. Membaca angka yang tertera pada alat tersebut.

### 3.8.4 Nitrat

Pengukuran kandungan nitrat menurut Bloom. (1998)

- 1. Menyaring sampel 100ml dan dituangkan kedalam erlemeyer
- 2. Menguapkan diatas pemanas hingga air kering
- 3. Mendinginkan dengan menambah 2 asam fenol disulfonik dan diaduk dengan pengaduk gelas
- 4. Mengencerkan dengan 10 ml aquades
- 5. Menambahkan NH<sub>4</sub>OH sampai terbentuk warna kekuningan
- 6. Mengencerkan dengan aquades sampal 100 ml kemudian dimasukan dalam tabung reaksi
- 7. Menghitung kandungan nitrogen dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 380 nm.

## 3.8.5 Fosfat

Pengukuran fosfat menurut Bloom, (1998):

- 1. Menuangkan sampel sebanyak 50 ml ke dalam erlemeyer
- 2. Menambah 2ml ammonium molybdate dan dikocok
- 3. Menambahkan 5 tetes S<sub>n</sub>Cl<sub>2</sub> lalu dikocok
- Menghitung kandungan fosfot dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 610 nm.

## 3.8.6 Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)

Pengukuran kadar karbondioksida (CO<sub>2</sub>) menurut Haryadi *et al.*, (1992) adalah sebagai berikut :

- Memasukkan 25 ml air sampel ke dalam Erlenmeyer, sebisa mungkin kurangi pengaruh aerasi.
- 2. Menambahkan 3-4 tetes indicator PP
- 3. Bila air berwarna merah berarti air tersebut tidak mengandung CO<sub>2</sub> bebas
- Bila air sampel tetep tidak berwarna, dititrasi dengan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,0454
   N sampai warna menjadi merah pertama kali
- 5. Menghitung kadar CO<sub>2</sub> dengan rumus :

CO<sub>2</sub> bebas (mg/L) =  $\frac{ml (titran)x N (titran)x 44:2 x 1000}{ml \ air \ sampel}$ 

#### 3.8.7 Salinitas

Kordi dan Tancung (2007) menyatakan pengukuran salinitas dengan menggunakan refraktometer yaitu:

- 1. Diambil air sampel dengan pipet tetes
- 2. Diteteskan pada optik refraktometer sebanyak 1 tetes
- Dilihat nilai salinitas pada refraktometer sebelah kanan dengan menghadap cahaya matahari.

#### 3.9 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 kali ulangan pada masing-masing perlakuan. Semua analisis data hasil penelitian dilakukan dengan cara statistik menggunakan analisa keragaman (ANOVA) . Jika dari analisa keragaman (sidik ragam) diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (signifikan) atau sangat berbeda nyata (highly

significant), maka untuk membandingkan nilai dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT), Untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda. Model statistik untuk perbedaan adalah sebagai berikut:

$$Y_{Ij} = \mu + di + ij$$

Dimana:

 $Y_{lj}$ : pengamatan pada perlakuan ke-l dan ulangan ke-j

μ: nilai rata-rata harapan

di: pengaruh perlakuan ke -i

ij: Kesalahan atau galat percobaan pada perlakuan ke –i dan ulangan ke –j

Data yang diperoleh dari penelitian diuji dengan analisis sidik ragam adalah sebagai berikut:

Tabel 2 . Rata-rata perlakuan

		Ulangan				
Perlakuan	1 2		3	Total	Rata-Rata	
К	K1	K2	K3	TK	TK/3	
A	A1	A2	A3	TA1	TA1/3	
В	B1	B2	В3	TB1	TB1/3	
C	C1	C2	C3	TBC	TBC/3	

Dari data diatas maka dihitung nilai dari :

Faktor koreksi (FK) =  $\frac{T2}{axr}$ 

JK Total = 
$$(K1)^2$$
+  $(K2)^2$ + $(K3)^2$ + $(A1)^2$ + $(A2)^2$ + $(A3)^2$ +  $(B1)^2$ + $(B2)^2$ + $(B3)^2$ +  $(C1)^2$ + $(C2)^2$ + $(C3)^2$ -FK

$$JK perlakuan = \frac{TK3 + TA1 + TB1 + TBC}{r}$$

JK Galat = JK Total- JK Perlakuan

Dari perhitungan diatas selanjutnya dapat dilakukan analisis keragaman untuk mengetahui pengaruh perlakuan

Tabel 3. ANOVA Sidik Ragam

TILL					F ta	bel
SK	DB	JK	KT	F hit		
	CR'	<b>51T</b>	AS E	RAI	5 %	1 %
Perlakuan	t-1	JKP	JKP/DBP	KTP/KTG	Tabel	Tabel
Galat	t (r-1)	JKG	JKG/DBG	3)×		Į P
Total	(rxt)-1	JKT			0.0	

- Jika f hit > f tabel maka perlakuan berbeda sangat nyata (\*\*)
- Jika F hit > f tabel 5% maka perlakuan berbeda nyata (\*)
- Jika F hit < tabel 5% maka tidak berbeda nyata (ns)</li>

Jika dalam sidik ragam diperoleh hasil berbeda nyata atau berbeda sangat nyata, maka dilakukan uji beda nyata terkecil (bnt) dari masing-masing perlakuan

$$\mathsf{SED} = \sqrt{\frac{2KTG}{r}}$$

BNT 5% = t tabel 5 % DBG x SED

BNT 1% = t tabel 1 % DBG x SED

Kesimpulan:

Jika selisih  $\leq$  BNT 5% maka non signifikan atau tidak berbeda nyata Jika BNT 5% < selisih < BNT 1% maka berbeda nyata Jika selisih  $\geq$  BNT 1% maka berbeda sangat nyata.



## HASIL DAN PEMBAHASAN

# 4.1 Pengaruh pemberian pupuk SP 36 terhadap kandungan protein *Spirulina* sp.

Berdasarkan hasil penelitian kandungan protein dari Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang diperoleh kandungan protein pada alga *Spirulina* sp. seperti pada tabel berikut:

Tabel 4. Tabel nilai protein Spirulina sp.(%)

Perlakuan	Protein (%)	Rata-rata (%)		
K1	2.77	$\sim$		
K2	1.42	2.32		
K3	2.77	\$   FS		
A1 -	1.28			
A2		0.69		
A3	0.79	SHALE!		
B1	1.28			
B2	1.46	0.91		
B3 (A)	No.	力酸島!		
C1	1.37			
C2	计算	0.85		
C3	1.19	AMEN		

Untuk menguji nilai perlakuan dosis pupuk terhadap kandungan protein kultur sel Spirulina sp. dilakukan uji sidik ragam (ANOVA) dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Hasil perhitungan sidik ragam bisa dilihat dilampiran 3. Hasil sidik ragam menunjukan bahwa perlakuan pupuk SP 36 tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%. Hal ini terlihat dari  $F_{hitung}(A) < F_{tabel}$ , dimana didapatkan  $F_{hitung}$  A 3.10 dan  $F_{tabel}$  4.06. Perlakuan pupuk SP 36 dengan dosis yang berbeda tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan protein pada Spirulina sp. karena pada pupuk SP 36 hanya unsur fosfat yang tersedia

sehingga perlu di tambah pupuk yang mengandung N agar kandungan protein pada *Spirulina* sp. meningkat.

# 4.2 Kepadatan dan pengaruh pemberian pupuk SP 36 terhadap kepadatan *Spirulina* sp.

Hasil pengamatan rata-rata kepadatan populasi alga *Spirulina* sp. dengan pemberian dosis pupuk SP 36 yang berbeda dapat dilihat pada tabel 5 berikut :

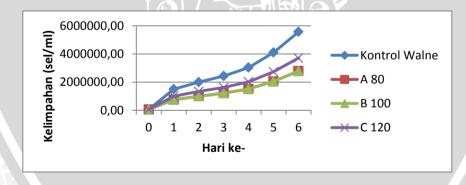
**Tabel 5**. Hasil rata-rata kepadatan *Spirulina* sp. (sel/ml)

				Hari ke-							
Perlakua	an	0	1	2	3	4	5	6			
Kontrol	Walne	60000	1500000	2000000	2430000	3033333	4100000	5566667			
Α	80	60000	750001	1000001	1215002	1516669	2050003	2783336			
В	100	60000	750001	1000001	1215002	1516669	2050003	2783336			
С	120	60000	1000000	1333334	1620001	2022224	2733335	3711113			

Keterangan: Kontrol = Walne

A, B, C = Pupuk SP 36

Untuk lebih jelas dalam membedakan rata-rata kepadatan ulangan kultur *Spirulina* sp. maka disajikan dalam bentuk grafik berikut :



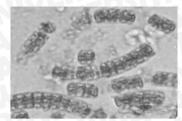
Gambar 6. Grafik rata-rata kepadatan Spirulina sp. (sel/ml).

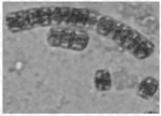
Hasil Pengamatan kepadatan populasi *Spirulina* sp. pada gambar menunjukan bahwa pada penelitian kepadatan mengalami kenaikan disetiap harinya, pada perlakuan 80 ppm selama 6 hari terjadi penigkatan dari 60000-2783336 sel/ml. Pada 100 ppm terjadi kenaikan dari 60000-2783336 sel/ml dan pada dosis 120 ppm terjadi kenaikan dari 60000-3711113 sel/ml. Hal ini

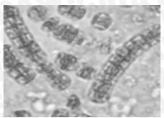
dikarenakan pupuk SP 36 mengandung fosfat dengan campuran asam fosfat dan asam sulfat yang komponen utamanya mengandung unsur hara fosfor berupa mono kalsium fosfat, hal ini sependapat dengan Resmawati *et al.*, (2012), bahwa sprirulina merupakan fitoplankton yang memanfaatkan nitrogen dan fosfor untuk pertumbuhannya. Unsur forfor diperlukan untuk pembentukan ATP dan berperan dalam penyerapan ion oleh alga. Nitrogen dan fosfor berpengaruh terhadap pertumbuhan fitoplankton.

Menurut Amanatin *et al.* (2013), bahwa komposisi nutrien yang lengkap dan konsentrasi nutrient yang tepat menentukan produksi biomassa mikroalga. Menurut Biantary (2012), pupuk SP 36 mengandung unsur N dan P, dalam budidaya fitoplankton media kultur digunakan sebagai tempat untuk bertumbuh dan berkembang biak. Media yang digunakan dalam budidaya fitoplankton berbentuk cair yang didalamnya terkandung beberapa senyawa kimia (pupuk) yang merupakan sumber nutrien untuk keperluan hidupnya.

Berdasarkan gambar berikut dapat dilihat pada perlakuan A sel *Spirulina* sp. Berbentuk spiral berikatan rapat dengan beberapa potongan spiral tidak berikatan berbentuk bulat berada disekitarnya. Pada perlakuan B sel *Spirulina* sp. tampak rapat menggumpal pada satu sisi, sel yang terlihat tampak utuh dan disisi lain tampak terpotong-potong. Pada perlakuan C *Spirulina* sp. tampak rapat menyebar merata ke seluruh bidang pandang, sel yang terlihat utuh berbentuk spiral, dan ukuran bervariasi ada yang besar namun terlihat pula yang kecil. Jika dibandingkan dengan kontrol perlakuan A, B, dan C memiliki perbedaan yang signifikan ditinjau dari bentuk sel, jumlah sel yang terlihat, dan ukuran sel.







Perlakuan A

Perlakuan B

Perlakuan C

**Gambar 7.** Fase Kontras Sel *Spirulina* sp. dengan mikroskop perbesaran 100x Keterangan :

- Perlakuan A menggunakan pupuk SP 36 dosis 80 ppm
- Perlakuan B menggunakan pupuk SP 36 dosis 100 ppm
- Perlakuan C menggunakan pupuk SP 36 dosis 120 ppm

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil dari perhitungan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (R.A.L) kepadatan kultur *Spirulina* sp. pada lampiran 2. Hasil sidik ragam menunjukan bahwa perlakuan pupuk SP 36 berbeda nyata pada taraf uji 5% dan berbeda sangat nyata pada taraf uji 1% . Hal ini terlihat dari F<sub>hitung</sub>(A)> F<sub>tabel</sub>, dimana didapatkan F<sub>hitung</sub> A 13,62 dan F<sub>tabel</sub> 2,76 dan F<sub>hitung</sub> B 11,51 sedangkan F <sub>tabel</sub> 1,71, perlakuan pupuk SP 36 dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan *Spirulina* sp. karena pada setiap dosis pupuk SP 36 mengandung fosfat yang berbeda dengan apa yang dibutuhan untuk pertumbuhan *Spirulina* sp.

Dari uji beda nyata terkecil antara dosis pupuk yang berbeda dapat diketahui bahwa perlakuan K tidak berbeda dengan perlakuan A , akan tetapi berbeda dengan perlakuan B dan C. Perlakuan A tidak berbeda dengan perlakuan K, akan tetapi berbeda dengan perlakuan B dan C. Perlakuan B berbeda dengan perlakuan K, A dan B. Perlakuan C berbeda dengan perlakuan K, A dan B.

Tabel 6. Uji BNT Perlakuan Dosis Pupuk Terhadap Kepadatan Spirulina sp.

Perlakuan	Kepadatan	2670000	1551428.57	1620476.19	1710952.38	notasi
K	2670000		TVE		TTAS!	а
Α	1551428.57	1118571.43	MINE	TUEX	4314	а
В	1620476.19	1049523.81	69,047.62		HITER	b
C	1710952.38	959047.62	159,523.81	90,476.19		С

BRAWA

## Keterangan:

A : Perlakuan dosis pupuk SP 36 80 ppm
B : Perlakuan dosis pupuk SP 36 100 ppm
C : Perlakuan dosis pupuk SP 36 120 ppm

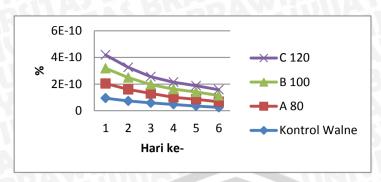
## 4.3 Analisis Pembentukan Protein Sel Spirulina sp.

Kandungan protein *Spirulina* sp. rata-rata untuk kontrol hari pertama sebesar 9,38x10<sup>-11</sup> %, hari kedua sebesar 7,27x10<sup>-11</sup> %,hari ketiga sebesar 5,86x10<sup>-11</sup> %, hari keempat 4,72x10<sup>-11</sup> %, hari kelima 3,50x10<sup>-11</sup> % dan hari keenam 2,49x10<sup>-11</sup> % dan penambahan dengan pupuk SP 36 menghasilkan kandungan protein tiap sel sebagaimana disajikan pada tabel 7 dibawah:

Tabel 7. Perhitungan Rata-rata Konversi Protein (%)

		Hari ke-								
Perlakuan		1	2	3	4	5	6			
Kontrol	Walne	9.38x10 <sup>-11</sup> %	7.27x10 <sup>-11</sup> %	5.86x10 <sup>-11</sup> %	4.72x10 <sup>-11</sup> %	3.50x10 <sup>-11</sup> %	2.49x10 <sup>-11</sup> %			
Α	80	1.09x10 <sup>-10</sup> %	8.69x10 <sup>-11</sup> %	7.05x10 <sup>-11</sup> %	5.33x10 <sup>-11</sup> %	5.03x10 <sup>-11</sup> %	4.24x10 <sup>-11</sup> %			
В	100	1.14x10 <sup>-10</sup> %	8.89x10 <sup>-11</sup> %	6.71x10 <sup>-11</sup> %	6.11x10 <sup>-11</sup> %	5.49x10 <sup>-11</sup> %	4.65x10 <sup>-11</sup> %			
С	120	1.00x10 <sup>-10</sup> %	7.67x10 <sup>-11</sup> %	5.84x10 <sup>-11</sup> %	5.24x10 <sup>-11</sup> %	4.66x10 <sup>-11</sup> %	4.39x10 <sup>-11</sup> %			

Hasil konversi protein (%) dengan perlakuan dosis pupuk (80 ppm, 100 ppm dan 120 ppm) dan kontrol serta ulangan 1, 2, 3 dapat dilihat dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 8. Grafik Konversi Protein (%)

Pada perlakuan A Dengan penambahan pupuk SP 36 dosis 80 ppm menghasilkan nilai protein untuk hari pertama sebesar 1,09x10<sup>-10</sup> % hari kedua sebesar 8,69x10<sup>-11</sup> %, hari ketiga 7,05x10<sup>-11</sup> %, hari keempat 5,33x10<sup>-11</sup> %, hari ke lima 5,03x10<sup>-11</sup> % dan hari keenam 4,24x10<sup>-11</sup> %, untuk perlakuan B dengan penambahan pupuk SP 36 dengan dosis 100 ppm menghasilkan nilai protein untuk hari pertama sebesar 1,14x10<sup>-10</sup> %, hari kedua sebesar 8,9x10<sup>-11</sup> %, hari ketiga 6,71x10<sup>-11</sup> %, hari keempat 6,11x10<sup>-11</sup> %, hari kelima 5,49x10<sup>-11</sup> % dan hari keenam 4,65x10<sup>-11</sup> %, dan untuk perlakuan C dengan dosis pupuk 120 ppm menghasilkan nilai protein untuk hari pertama sebesar 1,00x10<sup>-10</sup> %, hari kedua sebesar 7,67x10<sup>-11</sup> %, hari ketiga 5,84x10<sup>-11</sup> %, hari keempat 5,24x10<sup>-11</sup> %, hari kelima 4,66x10<sup>-11</sup> % dan hari keenam sebesar 4,39x10<sup>-11</sup> %.

Hasil penelitian diatas untuk kontrol dengan menggunakan pupuk walne yang berfungsi untuk menumbuhkan mikrolaga, kandungan protein yang dihasilkan tinggi. Hal ini sependapat dengan Pratiwi dan Hartayani (2012), bahwa *Spirulina* yang menggunakan media walne dapat mengandung karbohidrat 5,5%, protein 50% dan lemak 0,5%. Kisaran protein *Spirulina* yang ditemukan di berbagai wilayah dunia sekitar 50-75% dari berat keringnya. Menurut Christwardana., *et al* (2013), *Spirulina* merupakan mikroalga yang mengandung protein tinggi sekitar 55-70% dan sumber mikronutrien.

Tingginya kandungan protein dipengaruhi oleh pupuk SP 36 yang memilki kandungan nutrien yang optimum diperlukan bagi media dengan komposisi yang

tepat antara nutrien makro maupun mikro yang diperlukan oleh mikroalga. Menurut (Dwi, 2013) pupuk SP 36 terlarut akan terbentuk ion amonium (NH<sub>4+</sub>) yang akan diasimilasi oleh mikroalga dan diubah menjadi glutamat sebagai salah satu penyusun asam amino . Pengaruh pupuk SP 36 sebagai sumber nitrogen dalam kultur mikroalga telah diaplikasikan pada *Spirulina* sp. yang menunjukkan peningkatan pertumbuhan sel.

Perbedaan komposisi media mempengaruhi kandungan protein tersebut. Kaplan *et al.*, (1986) menyatakan bahwa FeCl<sub>3</sub>(besi) memiliki kemampuan untuk mereduksi nitrat menjadi nitrit kemudian mereduksi nitrit menjadi amonium. Amonium merupakan sumber nitrogen. Nitrogen merupakan nutrien yang dibutuhkan paling banyak untuk pertumbuhan fitoplankton (Wijaya, 2006), yaitu sebagai unsur penting dalam pembentukan protein (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

## 4.4 Hubungan Protein dan Kepadatan Spirulina sp.

Hubungan antara kepadatan *Spirulina* sp. terhadap kandungan total protein dapat dilihat pada gambar (8) dengan perlakuan dosis pupuk yang berbeda (80 ppm, 100 ppm, 120 ppm) dan kontrol sebagai berikut:

Tabel 8. Persamaan Kandungan Protein Total dan Kepadatan Spirulina sp

Perlakuan	Persamaan	r
Kontrol	$y = 3E+47x^4 - 8E+37x^3 + 9E+27x^2 - 5E+17x + 1E+07$	0.99
80 ppm	$y = -1E+47x^4 + 3E+37x^3 - 1E+27x^2 - 8E+16x + 6E+06$	0.98
100 ppm	$y = -2E + 48x^4 + 5E + 38x^3 - 5E + 28x^2 + 2E + 18x - 4E + 07$	0.99
120 ppm	$y = -2E + 48x^4 + 5E + 38x^3 - 5E + 28x^2 + 2E + 18x - 2E + 07$	0.99

Uji Regresi ini untuk melihat seberapa erat hubungan antara kepadatan dan kandungan protein total. Persamaan di atas menunjukkan pada perlakuan kontrol menunjukkan nilai r yaitu 0,99. Hasil ini menguatkan bahwa hubungan antara kepadatan dengan kandungan protein total sangat kuat, sehingga

hubungannya positif. Pada perlakuan pemberian dosis pupuk 80 ppm menunjukkan nilai r yaitu 0,98. Hasil ini menguatkan bahwa hubungan antara kepadatan dengan kandungan protein total sangat kuat, sehingga hubungannya positif. Pada perlakuan pemberian dosis pupuk 100 ppm menunjukkan nilai r yaitu 0,99. Hasil ini menunjukan bahwa hubungan antara kepadatan dengan kandungan protein total kuat, sehingga hubungannya positif. Pada perlakuan pemberian dosis pupuk 120 ppm menunjukkan nilai r 0,99. Hasil ini menguatkan bahwa hubungan antara kepadatan dengan kandungan protein total sangat kuat, sehingga hubungannya positif. Pupuk SP 36 mengandung unsur P yang dapat digunakan oleh mikroalga untuk tumbuh. Menurut Sehabudin (2011), keberadaan senyawa fosfat dalam air sangat berpengaruh terhadap keseimbangan perairan. Bila kadar fosfat rendah maka pertumbuhan ganggang akan terhalang. Fosfor juga disebut nutrient bagi tumbuh-tumbuhan dan salah satu unsur penting bagi pembentukan protein.

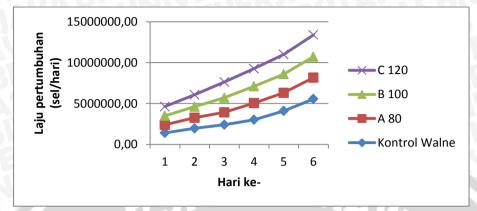
## 4.5 Laju pertumbuhan Spirulina sp.

Hasil Perhitungan hasil rata-rata laju pertumbuhan populasi *Spirulina* sp. Dengan menggunakan dosis pupuk SP 36 yang berbeda. Dapat dilihat pada tabel diberikut ini :

**Tabel 9.** Data rata-rata Laju pertumbuhan populasi *Spirulina* sp. (sel/hari)

	The contract of the contract o									
			Hari ke-							
		4	0			-				
Perla	kuan	1	2	3	4	5	6			
Kontrol	Walne	1406667	1970000	2410000	3018333	4088000	5556667			
Α	80	990000	1286667	1513333	2035000	2221333	2606667			
В	100	1106667	1353333	1780000	2051667	2288000	2556667			
С	120	1123333	1470000	1930000	2168333	2404667	2673333			

Untuk lebih memudahkan membedakan laju pertumbuhan populasi Spirulina sp. antar perlakuan dapat dilihat pada gambar 9 berikut :



Gambar 9. Grafik rata-rata Laju pertumbuhan Spirulina sp. (sel/Hari)

Dari rata-rata laju pertumbuhan populasi *Spirulina* sp. mulai dari hari ke 1 sampai hari ke 6, menunjukkan bahwa pada laju pertumbuhannya semakin tinggi. Hal tersebut dikarenakan kandungan nutrient yang diterima dari pupuk SP 36 dapat dimanfaatkan oleh *Spirulina* sp. Dan pertumbuhan ini juga didukung oleh kualitas air dan media yang baik.

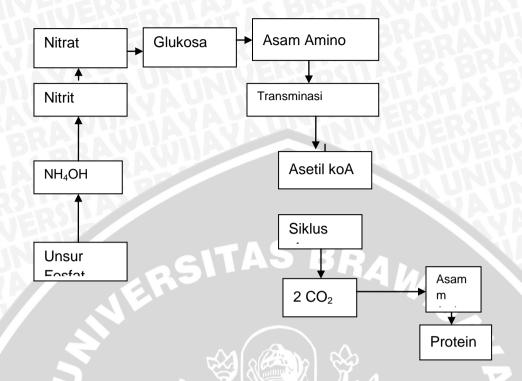
Pada tabel 9 dilihat dari masing-masing perlakuan dengan dosis (k=5 ml pupuk walne; a=80ppm; b=100ppm; c=120ppm) menghasilkan rata-rata laju pertumbuhan populasi yang berbeda. Untuk perlakuan kontrol hasil rata-rata laju pertumbuhannya hari pertama sebesar 1406667 sel/hari; hari ke dua 1970000; hari ke tiga 2410000 sel/hari; hari ke empat 3018333 sel/hari; hari ke lima 4088000 sel/hari; hari ke enam 5556667 sel/hari; perlakuan A (80ppm) menghasilkan rata-rata laju pertumbuhan hari pertama sebesar 990000 sel/hari; hari ke dua 1286667 sel/hari; hari ke tiga 1513333 sel/hari; hari ke empat 2035000 sel/hari; hari ke lima 2221333 sel/hari; hari ke enam 2606667 sel/hari; perlakuan B (100ppm) menghasilkan rata-rata laju pertumbuhan hari pertama sebesar 1106667 sel/hari; hari ke dua 1353333 sel/hari; hari ke tiga 1780000 sel/hari; hari ke empat 2051667 sel/hari; hari ke lima 2288000 sel/hari; hari ke

enam 2556667 sel/hari; perlakuan C (120ppm) menghasilkan rata-rata laju pertumbuhan hari pertama sebesar 1123333 sel/hari; hari ke dua 1470000 sel/hari; hari ke tiga 1930000 sel/hari; hari ke empat 2168333 sel/hari; hari ke lima 2404667 sel/hari; hari ke enam 2673333 sel/hari. Hal ini menunjukan bahwa dengan pemberian pupuk SP 36 dan dosis yang berbeda akan menghasilkan laju pertumbuhan populasi *Spirulina* sp. yang juga akan berbeda. Dimana pemberian dosis pupuk SP 36 yang berbeda akan mempengaruhi pertumbuhan *Spirulina* sp.

## 4.6 Transport Nutrien Dalam Sel Mikroalga

Protein merupakan suatu polipeptida yang mempunyai bobot molekul yang bervariasi sehingga akan menghasilkan asam amino (Poedjiadi, 1994). Mikroalga memiliki kandunga protein yang sangat tinggi, sehingga mikroalga juga dikenal sebagai *single cell protein* (SCP) (Handayani,2012). Nitrogen, fosfat dan kalium merupakan hara yang terbanyak diserap oleh tanaman, kebutuhan tanaman terhadap unsur P relativ seikit dibandingkan dengan nsur N dan K, namun fungsi unsur P sangat penting sebagai sumber energi pada setiap proses metabolisme tanaman (Raharjo,2010). Mekanisme pembentukan protein dalam sel yaitu dimulai dari masuknya pupuk ke dalam sel. Lalu diserap oleh air dan air akan membawa pupuk menembus membran sel dengan lebih cepat karena adanya pergerakan air menembus membran sel disebabkan oleh difusi.

Amonium sulfat dapat digunakan sebagai sumber nitrogen, fosfat juga dapat berfungsi untuk meningkatkan protein (fosforprotein), selain itu juga fosfat dapat digunakan untuk membentuk asam nukleat dan fosfolipid (Sidarta *et al.*, 2000).



Gambar 10. Proses dari perombakan Fosfat menjadi protein

Fitoplankton membutuhkan zat hara dalam bentuk senyawa anorganik, seperti nitrogen dan fosfat, selain unsur hara yang berlimpah dan ditunjang faktor lingkungan yang optimal maka fitoplankton dapat tumbuh dengan melimpah (Mulyasari *et al.*, 2003). Konsentrasi nutrien yang terkandung dalam air permukaan tropis yang menyebabkan pertumbuhan alga yang sangat pesat (*alga bloom*) adalah 200-1000 µgL-1 untuk fosfat (Zulfiyah, 2009).

Fosfor merupakan salah satu unsur penting bagi pembentukan protein dan metabolisme sel organisme. Fosfor sangat diperlukan dalam transport energi pada sel dan terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit. Dalam perairan unsur fosfor terdapat dalam senyawa fosfat yang berada dalam bentuk ortofosfat yang terlarut dalam air atau asam lemah yang dapat diserap organisme nabati (Sehabudin, 2011).

## 4.7 Data Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diamati selama penelitian berlangsung adalah Suhu, Salinitas, Oksigen terlarut, CO<sub>2</sub>, pH, Fosfat dan Nitrat.

#### 4.7.1 Suhu

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa suhu air pada perlakuan kontrol di hari ke satu didapatkan suhu 24,8° C, hari ke dua 28,2° C, hari ke tiga 27,1° C, hari ke empat sebesar 26,5° C, pada hari ke lima 31,5° C, dan pada hari ke enam menjadi 27,3° C. Untuk dosis 80 ppm pada hari pertama suhu sebesar 25,8° C, hari ke dua 29° C, hari ke tiga 26,7° C, hari ke empat 26,4° C, pada hari ke lima suhu 31,6° C, dan pada hari ke enam 27,3° C. Untuk dosis 100 ppm untuk hari pertama suhu didapat adalah 26,4° C, hari ke dua 28,3° C, hari ke tiga 27,4° C, hari ke empat 27° C, pada hari kelima 31,2° C, pada hari ke enam menjadi 28,5° C. Untuk dosis 120 ppm hari pertama 26,6° C, hari ke dua 28,5° C, hari ke tiga 28,6° C, hari ke empat 27,4° C, hari ke lima 30,2° C, dan di hari ke enam menjadi 28,8° C. Berdasarkan hasil yang di dapat bahwa terjadi variasi suhu pada setiap perlakuan, suhu yang mengalami kenaikan dapat disebabkan oleh adanya kelimpahan fitoplankton dan dapat dipengaruhi oleh cuaca sedangkan suhu yang mengalami penurunan disebabkan oleh keadaan cuaca yang mendung atau hujan.

Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu, misalnya alga dari divisi chlorophyta dan diatom akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu berturut-turut  $30^{\circ}-35^{\circ}$  C dan  $20^{\circ}-30^{\circ}$  C . Divisi cyanophyta lebih dapat bertoleransi terhadap kisaran suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan chlorophyta dan diatom (Effendi, 2013)

Pada data pengukuran suhu media kultur *Spirulina* sp. selama penelitian dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 10. Data rata-rata suhu kultur Spirulina sp.

Perlakuan		Hari ke	Hari ke-						
Terrakuari		1	2	3	4	5	6		
Kontrol	Walne	24.8	28.2	27.1	26.5	31.5	27.3		
Α	80	25.8	29	26.7	26.4	31.6	27.3		
В	100	26.4	28.3	27.4	27	31.2	28.5		
C	120	26.6	28.5	28.6	27.4	30.2	28.8		

Keterangan : A,B,C = Jenis pupuk SP 36

Pengukuran suhu pada saat penelitian berada pada kisaran 24-31°C, perubahan-perubahan suhu yang terjadi pada saat penelitian masih pada batas layak untuk pertumbuhan kultur *Spirulina* sp.

#### 4.7.2 Salinitas

Salinitas merupakan nilai yang menunjukkan jumlah garam-garam terlarut dalam suatu volum air yang biasanya dinyatakan dengan satuan promil (‰). Kandungan utama dari air laut dibentuk oleh ion Na+ dan Cl-, ditambah berbagai jenis unsur lain yang jumlahnya relatif sedikit.

Adanya peningkatan salinitas pada media disebabkan karena aktifitas metabolisme yang tinggi memberikan pengaruh peningkatan suhu media dan memicu terjadinya penguapan. Salinitas media kultur yang tinggi menunjukkan tekanan osmotik yang tinggi pula. Hal ini berkaitan dengan penyerapan nutrien untuk metabolismenya (Handayani, 2002).

Data hasil pengukuran salinitas media kultur *Spirulina* sp. selama penelitian dapat dilihat pada data rata-rata pengukuran salinitas pada tabel berikut:

Tabel 11. Data rata-rata salinitas (ppt) kultur Spirulina sp.

Perlakuan		Hari ke-						
		1	2	3	4	5	6	
Kontrol	Walne	34	34.66	34	34	34.66	34.33	
A	80	34.33	35	34.33	34	35	34.66	
В	100	34	34.66	34.33	34.66	34.66	34.66	
С	120	34.33	35	34	35	34.33	34.66	

Keterangan : A,B,C = Jenis pupuk SP 36

Pengukuran salinitas pada saat penelitian berkisaar antara 34-35 ppt.

Salinitas yang cenderung naik turun diakibatkan adanya proses penguapan serta pengembunan akibat perubahan iklim.

Menurut Menurut Gantheng 2014 dalam Richmond (1986) salinitas pada Spirulina sp. berkisar antara 30-60 ppt yang merupakan kisaran optimal untuk perumbuhan alga ini. Spirulina sp. mempunyai sifat kosmopolit dapat tumbuh dimana-mana, kecuali pada tempat yang ekstrim bagi kehidupan.

Salinitas yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada kadar salinitas yang digunakan pada BBAP Situbondo karena *Spirulina* sp. yang digunakan pada penelitian diambil dari BBAP Situbondo dengan salinitas awal 30 ppt. Menurut Dahuri (2001), secara umum salinitas permukaan perairan Indonesia rata-rata berkisar antara 32-34 per mil. Selanjutnya ditambahkan oleh Sutika (1989) bahwa salinitas air laut pada umumnya berkisar  $33^{\circ}/_{\circ\circ}$  sampai  $37^{\circ}/_{\circ\circ}$  dan berubah-ubah berdasarkan waktu dan ruang.

#### 4.7.3 DO

Data hasil pengukuran oksigen terlarut media kultur *Spirulina* sp. selama penelitian dapat dilihat pada tabel data rata-rata oksigen terlarut sebagai berikut :

Tabel 12.Data rata-rata oksigen terlarut (mg/lt) kultur Spirulina sp.

Perlak	Perlakuan		Hari ke-						
			2	3	4	5	6		
Kontrol	Walne	8.28	7.18	7.26	8.32	8.17	6.36		
A	80	8.82	7.52	7.64	8.35	8.35	6.71		
В	100	9.01	7.67	7.55	8.65	8.36	6.74		
С	120	8.84	7.57	7.66	8.64	8.51	6.62		

Keterangan : A,B,C = Jenis pupuk SP 36

Rata-rata pengukuran kandungan oksigen terlarut selama penelitian berlangsung berkisar antara 6,3 - 9 mg/lt. Terjadinya kenaikan DO diduga karena terjadi adanya hasil fotosintesis O<sub>2</sub> terlarut dari *Spirulina* sp. yang semakin melimpah. Oksigen terlarut merupakan suatu faktor yang sangat penting di dalam ekosistem air, terutama sekali dibutuhkan untuk proses repirasi bagi sebagian besar organisme air. Umumnya, kelarutan oksigen dalam air sangat terbatas. Dibandingkan dengan kadar oksigen di udara yang mempunyai konsentrasi sebanyak 21%. Air hanya mampu menyerap oksigen sebanyak 1% saja. Nilai oksigen terlarut disuatu perairan mengalami fluktuasi harian. Fluktuasi ini selain dipengaruhi oleh perubahan suhu juga dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis dari tumbuhan yang menghasilkan oksigen. Nilai oksigen terlarut di perairan sebaiknya berkisar antara 6-8 mg/l (Barus, 2004).

Oksigen terlarut dalam air diperoleh langsung dari udara yaitu dengan difusi langsung dari udara dan melalui pergerakan air yang teratur juga dihasilkan dari fotosintesis tanaman yang berklorofil (Sutika, 1989). Oksigen terlarut juga dipengaruhi oleh aerasi pada media kultur karena pada dasarnya aerasi tersebut yaitu mentransfer oksigen dari udara agar terlarut dalam perairan sehingga secara menyeluruh aerasi mampu menigkatkan oksigen dalam perairan dan mampu menguapkan senyawa maupun bahan organik.

## 4.7.4 pH

Sutika (1989) mengatakan bahwa derajat keasaman atau kadar ion H dalam air merupakan salah satu faktor kimia yang sangat berpengaruh terhadap kehidupan organisme yang hidup di suatu lingkungan perairan. Tinggi atau rendahnya nilai pH air tergantung dalam beberapa faktor yaitu : kondisi gas-gas dalam air seperti CO<sub>2</sub>, konsentrasi garam-garam karbonat dan bikarbonat, proses dekomposisi bahan organik di dasar perairan. Menurut Subarijanti (2000), pH yang optimum untuk pertumbuhan organisme air sekitar 6,5 – 8,5. Perubahan pH berkaitan dengan kandungan oksigen dan kandungan karbondioksida dalam air. Pada siang hari jika oksigen naik akibat hasil fotosintesis maka pH juga akan naik. Kestabilan pH perlu dipertahankan karena pH dapat mempengaruhi pertumbuhan organisme air, mempengaruhi ketersediaan unsur P dan mempengaruhi daya racun amoniak dan H<sub>2</sub>S dalam air.

Data hasil pengukuran pH media kultur *Spirulina* sp. selama penelitian dapat dilihat pada data rata-rata tabel berikut :

Tabel 13. Data rata-rata pH kultur Spirulina sp

	Taber 13.Data rata-rata pri kultur Spirulina sp.										
Perlakuan		Hari ke-									
		<u> </u>	2	3	4	5	6				
Kontrol	Walne	7.66	8,3	8.3	7.56	7.13	8.3				
Α	80	7.73	8.73	8.66	7.16	7.73	8.63				
В	100	7.26	8.73	8.4	7.5	7.66	9				
С	120	7.53	8.36	8.86	7.73	7.46	8.63				

Keterangan: A,B,C = Jenis pupuk SP 36

Kisaran optimum pH selama penelitian bekisar antara 7,26-9 dimana pH air masih cenderung stabil dan masih pada kisaran yang layak bagi pertumbuhan Spirulina sp. karena pH air laut cenderung lebih stabil. Kisaran pH yang didapat

pada saat penelitian masih dalam batas layak perumbuhan *Spirulina* sp. Menurut pendapat Soesono (1988) bahwa pengaruh bagi organisme sangat besar dan penting, kisaran pH yang kurang dari 6,5 akan menekan laju pertumbuhan bahkan tingkat keasamannya dapat mematikan dan tidak ada laju reproduksi sedangkan pH 6,5 – 9 merupakan kisaran optimal dalam suatu perairan.

#### 4.7.5 Nitrat

Nitrat (NO<sub>3</sub>) merupakan senyawa nitrogen utama yang diserap oleh berbagai mikroalga termasuk *Spirulina* sp. untuk pertumbuhannya. Effendi (2003), menjelaskan bahwa nitrat adalah bentuk nitrogen utama dalam perairan alami dan merupakan nutrien utama bagi pertumbuhan alga. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan stabil. Nitrat dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Selanjutnya dikemukakan oleh Sastrawijaya (1991) bahwa nitrat terbentuk karena tiga proses, yakni badai listrik, organisme pengikat nitrogen dan bakteri yang menggunakan amoniak. Nitrat merupakan nutrien yang dapat mempercepat pertumbuhan organisme juga dapat menurunkan konsentrasi oksigen terlarut di dalam perairan.

Di beberapa perairan laut, nitrat menggambarkan senyawa mikronutrien penghasil produktifitas primer di lapisan permukaan daerah eufotik. Kadar nitrat di daerah eufotik dipengaruhi oleh transportasi nitrat ke daerah tersebut, oksidasi amoniak oleh mikroorganisme dan pengambilan nitrat untuk produktivitas primer (Hutagalung, 1997).

Nitrogen dibutuhkan oleh tanaman untuk proses fotosintesis. Pertumbuhan alga yang baik membutuhkan kisaran nitrat sebesar 0,9 – 3,50 ppm (Andarias, 1992). Selanjutnya ditambahkan oleh Tambaru dan Samawi (1996) bahwa kebutuhan nitrat oleh setiap alga sangat beragam. Apabila kadar nitrat dibawah 0,1 atau diatas 45 mg/l, maka nitrat merupakan faktor pembatas berarti pada kadar demikian nitrat bersifat toksik.

Data hasil pengukuran nitrat media kultur *Spirulina* sp. selama penelitian dapat dilihat pada tabel data berikut :

**Tabel 14**. Data nilai Nitrat hari ke-1 dan ke-6

Perl	akuan	1111	6
Kontrol	Walne	0.91	0.71
A	80	0.55	0.49
В	100	0.43	0.44
C	120	0.67	0.55

Keterangan: A,B,C = Jenis pupuk SP 36

Hasil pengukuran kandungan nitrat kultur *Spirulina* sp. pada saat penelitian berkisar antara 0,43-0,91 ppm. Dimana kisaran ini masih dalam batas yang layak untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. Nitrogen dibutuhkan oleh tanaman untuk proses fotosintesis. Pertumbuhan alga yang baik membutuhkan kisaran nitrat sebesar 0,9 – 3,50 ppm (Andarias, 1992). Selanjutnya ditambahkan oleh Tambaru dan Samawi (1996) bahwa kebutuhan nitrat oleh setiap alga sangat beragam. Apabila kadar nitrat dibawah 0,1 atau diatas 45 mg/l, maka nitrat merupakan faktor pembatas berarti pada kadar demikian nitrat bersifat toksik.

#### **4.7.6 Fosfat**

Fosfat merupakan bahan organik yang mempunyai kandungan unsur P (fosfor) yang sangat dibutuhkan oleh alga (Sutika, 1989). Pada umumnya dalam perairan alami kandungan fosfat terlarutnya tidak lebih dari 0,1 ppm, kecuali pada perairan penerima limbah rumah tangga dan industri tertentu serta limpahan air dari daerah pertanian yang umumnya mengalami penumpukan fosfat. Data hasil pengukuran fosfat media kultur *Spirulina* sp. selama penelitian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 15. Data nilai fosfat hari ke-1 dan ke-6

HI	Perlakuan	1	6
K	walne	1.5	0.9
Α	80	0.7	0.2
В	100	0.9	0.8
C	120	1.0	0.7

Menurut Effendi (2003) fosfat merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan dan alga aquatik serta sangat mempengaruhi tingkat produktivitas perairan. Ditambahkan oleh Romimohtarto dan Juwana (1999) bahwa daur ulang fosfat, banyak interaksi yang terjadi antara tumbuh-tumbuhan dan hewan, antara senyawa organik dan anorganik,dan antara kolom air dan permukaan serta substrat. Misalnya, beberapa hewan membebaskan sejumlah besar fosfat terlarut dalam kotorannya. Fosfat ini kemudian terlarut dalam air sehingga tersedia bagi tumbuh-tumbuhan. Sebagian senyawa fosfat anorganik mengendap sebagai mineral ke dasar laut.

### 4.7.7 Karbondioksida

Karbondioksida merupakan unsur utama dalam proses fotosintesis yang dibutuhkan oleh fitoplankton dan tumbuhan air. Keberadaan karbondioksida diperairan sangat dibutukan oleh tumbuhan baik yang besar maupun yang kecil untuk proses fotosintesis (Kordi, 2004). CO<sub>2</sub> juga terbentuk dalam air karena proses dekomposisi (oksidasi) zat organik oleh mikroorganisme. Umumnya juga terdapat dalam air yang telah tercemar. Karbondioksida pula diperairan berasal dari difusi atmosfer, air hujan, air yang melewati tanah organik, dan respirasi tumbuhan dan hewan, serta bakteri aerob dan anaerob (Effendi, 2003). Data hasil pengukuran CO<sub>2</sub> media kultur *Spirulina* sp. selama penelitian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 16. Nilai CO<sub>2</sub>

	Perlakuan	<b>1</b>	6
K	Walne	26.6	23.9
Α	80	10.6	10.2
В	100	9.2	20.9
С	120	18.9	15.9

Karbondioksida memang diperlukan mikroalga untuk proses fotosintesis dan berkembang biak, namun kadar karbondioksida yang dibutuhkan oleh mikroalga hanya sekitar 1-2% (Hermanto, 2011). Kadar karbondioksida 50-100 ppm dapat mematikan orrganisme, sedangkan kadar 100-200 ppm bersifat akut (Kordi dan Tancung, 2007). Pemanfaatan kemampuan karbondioksida pada mikroalga tergolong tinggi dibandingkan dengan spesies lain. Penambahan karbondioksida secara tepat pada mikroalga dapat menaikkan laju pertumbuhan (Norbawa *et al.*, 2013).

Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) mempunyai peranan yang sangat besar bagi kehidupan organisme air. Senyawa tersebut dapat membantu dalam proses dekomposisi atau perombakan bahan organik oleh bakteri. Namun jika dalam keadaan yang berlebihan dapat mengganggu bahkan menjadi racun bagi beberapa jenis ikan (Barus, 2002).

#### **KESIMPULAN DAN SARAN**

## 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- Pupuk SP 36 menunjukkan bahwa adanya pengaruh nyata terhadap kepadatan Spirulina sp., hal ini terlihat dengan F hitung > F tabel yang artinya pengaruh dari perbedaan waktu pengamatan terhadap kepadatan sel Spirulina sp.
- 2. Pupuk SP 36 menunjukkan bahwa tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan protein *Spirulina* sp. Ini terlihat pada nilai F hitung < F tabel.
- Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis optimal pupuk SP 36 terhadap kandungan protein adalah 120 ppm.
- 4. Untuk parameter kualitas air didapatkan suhu pada semua perlakuan berkisar 24-31°C, pH berkisar 7,26 9, untuk salinitas berkisar 34 35 ppt, untuk DO berkisar 6,3 9 ppm, untuk nitrat berkisar 0,43 0,91 ppm, kisaran CO<sub>2</sub> antara 9,2 26,6 dan fosfat berkisar 0,2 1,5.

#### 5.2 Saran

Dari hasil penelitian skripsi tentang pengaruh pemberian pupuk SP 36 terhadap kandungan protein pada kultur *Spirulina* sp. diharapkan akan ada penelitian lebih lanjut untuk penggunaan pupuk SP 36 terhadap pertumbuhan Mikroalga *Spirulina* sp. sehingga dapat diketahui dosis yang sesuai untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. dan kandungan proteinnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amanatin, D. R., Erna, R,.dan Siti, D. N. R. 2013. Produksi Protein Sel Tunggal (PST) *Spirulina sp.* Sebagai *Super Food* Dalam Upaya Penanggulangan Gizi Buruk dan Kerawanan Pangan Di Indonesia.
- Amini, 2008. Pencemaran Air Permukaan oleh Alga. ITS. Surabaya.
- Andarias, I., 1992. Pengaruh Takaran Urea dan TSP Terhadap Produksi Bobot Kering Klekap. Buletin Ilmu Perikanan dan Peternakan.
- Andayani, 2006. *Pemupukan dan Kusuburan Perairan Budidaya*. Fakultas Perikanan Jurusan Budidaya Universitas Brawijaya.Malang.
- Andersen, R.A 2005. Algal Culturing Technique. Elsevier Academic Press. UK.
- Anita, 2010. Pemanfaatan Molase sebagai Nutrient Pengkayaan pada kultur *Nannochloropsis* sp.
- Anonim. 2008. Pembuatan Pupuk TSP.http://www.geocities.com
- Barus. 2002. Pengantar Limnologi. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sumatra Utara. Medan
- Biantary, M. P. 2012. Pengaruh Pupuk (Urea dan SP 36) dan *Plant Activator* Terhadap Pertumbuhan Anakan Rotan Pulut Merah (*Calamus flabelloides*).ISSN 2085-3548.
- Bloom, F.J. 1998. Taxonomy of Educational Objective.London.
- Bold, C and Michael, J Wyne, 1985. Introduction to the algae structure and reproduction, second Edition. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs. New Jersey.
- Borowitzka, A.M., dan Lesly B. J. 1988. *Microalgal Biotechnology*. Cambridge University Press, Australia.
- Chriswardana M, MA Nur & Hadiyanto (2013). *Spirulina platensis*: Potensinya sebagai bahan pangan fungsional. J Apl Teknol Pangan 2 (1), 1-4.
- Ciferri , O 1983. *Spirulina*, he edible microorganism. Microbiol Rev,1983;47:551-578.
- Cresswell RC, Rees TAV, and Shah N. 1989. *Alga and Cyanobacterial Biotechnology*.Mc Graw Hill, London
- Dahuri, R. 2001. Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Diharmi, A 2007. Pengaruh pencahayaan terhadap kandungan pigmen bioaktif mikroalga *Spirulina platensis* strain local (ink) Tesis Magister. IPB. Bogor.

- Dwi, A Ananty, 2013. Uji efektifitas pupuk organic hayati ( Bio-Organic Fertilizer)
- Effendi, H. 2003. Telaah kualitas air; Bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Kanisius: Yogyakarta
- Eykelenburg, V. C. 1977. On the morphology and ultrastructure of the cell wall of *Spirulina platensis*. Journal Microbiol. Serol. 43; 89-99.
- Fogg.G.E.,1975. Algae Culture and Phytoplankton Ecology. Madison.
- Graham, L.E. and L.W. Wilcox. 2000. Algae. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ
- Hanafiah. 2008. *Rancangan Percobaan*. Edisi Ke-2. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Handayani, I. P. 2002. Laporan penelitian pendayagunaan vegetasi invasi dalam proses agradasi tanah untuk percepatan restorasi lahan kritis. Lembaga Penelitian Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Hariyati, R. 2008. Pertumbuhan dan Biomassa *Spirulina* sp dalam Skala Laboratoris. Bioma Vol. 10. No. 1.
- Hermanto B. M. 2011. Perancangan Bioreaktor Untuk Pembudidayaan Mikroalga. *Jurnal Teknologi Pertanian. Vol 12 no 03 hal 153, 158*
- Hutagulung, H.,P., dan Rozak, A., 1997. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota Laut.* IPB. Bogor.
- Irwanto, Sartika, T, Dewi, S, Kadek, A, dan Teguh, P. 2012. Jurnal. Aplikasi Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.
- Isnansetyo, A dan Kurniastuti, 1995. Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton Pakan Alami Untuk Pembenihan Organisme Laut. Kanisius, Yogyakarta.
- Jutono. 1987. *Pedoman Praktikum Mikrobiologi Umum. Yogyakarta:* Gadjah Mada University Press.
- Juwana, 1999. *Biologi Laut . Ilmu pengetahuan tentang Biota laut*. Puslitbang Osenologi-Lipi.Jakarta.
- Kaplan, D., A. E. Richmond, Z. Dubinsky and S. Aaronson. 1986. Alga Nutrition. In: A. Richmond (Eds). CRC Handbook of Microalgal Mass Culture. CRC Press, Inc. Florida. p. 147-198.
- Kordi, K Ghufron dan Andi Baso Tancung. 2007. Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. Rineka Cipta: Jakarta
- Kurniasih, T.2001. Peranan pemupukan pada alga. Media Akuakultur.Bogor
- Kusmiati, Yuni F. 2010. Pemanfaatan pupuk SP 36 pada tanaman. Jakarta.
- Maf'ulah, H. 2004. Biokimia. Exact Ganesa. Bandung

- Mohanty JG, Jaffe JS, Schulman ES, Raible DG. 1997. A highly sensitive fluorescent micro-assay of H2O2 release from activated human leukocytes using a dihydroxyphenoxazine derivative. J Immunol Meth.
- Mulyasari, Rosmawaty Peranginangin, Th. Dwi Suryaningrum, dan Abdul Sari. 2003. *Penelitian Mengenai Keberadaan Biotoksin pada Biota dan Lingkungan Perairan Teluk Jakarta*. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia Vol. 9 No. 5 Tahun 2003: 39-64
- Norbawa P. E Yudiati, Widianingsih. 2013. Pengaruh Perbedaan Periode Aerasi Karbondioksida terhadap Laju Pertumbuhan dan Kadar Total Lipid pada Kultur *Nannochloropsis oculata*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Noviani, D. 2010. Pengaruh Pemberian Pupuk NPK dan Kompos terhadap Pertumbuhan Semai Jabon (Anthocephalus cadamba Roxb Miq.) pada Media Tanah Bekas Tambang Emas (Tailing). Skripsi. Bogor: IPB. 69 hlm.
- Novrina R. 2003. Teknik kultur *Nannochloropsis* sp. Di Balai Budidaya Lampung. Universitas Lampung.
- Odum, E. P. 1993. Fundamental of Ecology. Philadelphia London Toronto. W. B: Sounders Company
- Ogawa, T., and G. Terui. 1970. Studies on the growth of *Spirulina platensis*. On the pure culture of *Spirulina platensis*. J Ferment. Technol.
- Pratiwi AR, dan Hartayanie L.2012. Pengembangan produk pangan dari mikroalga laut *Spirulina* berdasarkan sifat fungsional dan molekuler proteinnya. Penelitian Hibah Universitas Katolik Soegijapranata Semarang. P. 6-8.
- Raharjo, M., dan Ekwasita, R. P. 2010. Pengaruh Pupuk Urea, SP36, dan KCI Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Temulawak (*Curcuma xanthorhiza* Roxb).Jurnal Litri 16 (3):98-105.
- Resmawati, M. B., Endang, D. M., Laksmi, S. 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Limbah Ikan Lemuru (*Sardinella sp.*) Terhadap Kepadatan Populasi *Spirulina platensis. Journal of Marine and Coastal Sience*.Vol 1(1):22-23.
- Richmond, A. dan J.U. Grobellar. 1986. Factors Affecting The Output Rate of *Spirulina sp. (Spirulina) platensis* With Reference to Mass Cultivation, Biomass., 10: 253-264.
- Sastrawijaya. 1991. Pencemaran Lingkungan perairan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Sehabudin, S. 2011. Penambatan Karbon Dioksida Dan Pengaruh Densitas Alga Air Tawar (*Chlorella sp.*) Terhadap Pengurangan Emisi Karbon Dioksida. Jakarta.
- Sidarta, S., Adiwilaga, 2000. Polusi Air dan Udara. Kanisius. Yogyakarta.
- Solso, R. L & Maclin. M. K. (2002). Experimental psychology: A case approach (7<sup>th</sup> ed.). Boston: Allyn & Bacon.

- Subarijanti, HU, 2000. Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Pertumbuhan Alga. IPB, Bogor.
- Suryati. 2002. Pemanfaatan limbah cair pabrik gula (LCPG) untuk pertumbuhan *Spirulina* sp.. Skripsi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. 74 hal.
- Sutedjo, M. M. 2002. Pupuk dan Cara Pemupukan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Sutika, N., 1989. Ilmu Air. Universitas Padjadjaran. BUNPAD Bandung. Bandung.
- Sutriadi,2010. Pemanfaatn Fosfat alam ditinjau dari aspek lingkungan. Badan Litbang Pertanian.
- Tambaru, R., dan F, Samawi. 1996. Beberapa Parameter Kimia Fisika Air di Muara Sungai Tallo Kota Makassar. TORANI Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Taw Nyan, DR. 1990. Petunjuk Pemeliharaan Kultur Murni dan Massal Mikroalga. Proyek Pengembangan Budidaya Udang: United Nations Development Programme Food and Agriculture Organization Of The United Nations. US.
- Tokusoglu, O & M.K. Uunal. 2006. Biomass Nutrient Profile of Three Microalgae; Spirulina platensis, Chlorela vulgaris and Isochrisis galbana. J Food Sc. Vol. 86 (4)
- Tomaselli, L.Morphology, untrastructure and taxonomy of Arthrospira ( *spirulina* ) maxima and Arthospira ( *spirulina* ) platentis. In : Vonshak, A.,Ed. *Spirulina platentis* ( *Arthospira* ) : Physiology, cell-biology and biotechnology. Taylor and Francis. London 1997; 1 16
- Vonshak, A. and L. Tomaselli, Spirulina sp. (Spirulina): Systematics and Ecophysiology, in Whitton, B. A and M. Potts, (Eds.), 2000, *The Ecology of Cyanobacteria: Their Diversity in Time and Space*, Kluwer Academic Publ., Boston, 505-522.
- Wijaya, H. K. 2006. Komunitas Perifiton dan Fitoplankton serta parameter fisikakimia. IPB.
- Wu, B., C. K. Tseng, and W. Xiang. 1993. LargePscale Cultivation of Spirulina in Seawater Based Culture Medium. Botanica Marina, 36:99P102."
- Zulfiyah, E. 2009. *Pencemaran Air Permukaan oleh Alga*. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS Surabaya.

Lampiran 1. Perhitungan Laju Pertumbuhan Spirulina sp. ( sel/hari )

Perlakuan	1	2	3	4	5	6
K1	1340000	1670000	2070000	2485000	3488000	4590000
k2	1040000	1270000	1680000	2185000	2788000	5090000
k3	1840000	2970000	3480000	4385000	5988000	6990000
rata-rata	1406667	1970000	2410000	3018333	4088000	5556667
total	4220000	5910000	7230000	9055000	12264000	16670000
A1	740000	1070000	1380000	1785000	1888000	2390000
A2	940000	1370000	1480000	1985000	2288000	2740000
A3	1290000	1420000	1680000	2335000	2488000	2690000
rata-rata	990000	1286667	1513333	2035000	2221333	2606667
total	2970000	3860000	4540000	6105000	6664000	7820000
B1	840000	1220000	1680000	1835000	1988000	2290000
B2	1140000	1370000	1780000	1985000	2288000	2790000
В3	1340000	1470000	1880000	2335000	2588000	2590000
rata-rata	1106667	1353333	1780000	2051667	2288000	2556667
Total	3320000	4060000	5340000	6155000	6864000	7670000
C1	940000	1270000	1780000	1985000	2188000	2340000
C2	1190000	1470000	1930000	2185000	2338000	2840000
C3	1240000	1670000	2080000	2335000	2688000	2840000
rata-rata	1123333	1470000	1930000	2168333	2404667	2673333
Total	3370000	4410000	5790000	6505000	7214000	8020000

Lampiran 2. Perhitungan Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Kepadatan Kultur sel Spirulina sp.

		AUPSAIV	EHERSL	11 1 D	F tabel	N. A.
SK	DB	JK	KT	FHIT	5%	F tabel 1%
Α	3	15117098809523.80	5039032936508	13.62	2.76	4.15
В	24	102230657142857	4259610714286	11.51	1.71	2.13
Galat	56	20706733333333	369763095238.10		MEAN	108114
Total	83	138054489285714				1

$$FK = \frac{(Y)^2}{\Sigma^n}$$

$$= 2.93852 \times 10^{14}$$

$$JKT = \sum (Yi)^2 - FK$$

$$= (180000^2 + 3000000^2 + 6000000^2 + ... + 8050000^2) - 2.93852 \times 10^{14}$$

$$= 13805448928714$$

$$JKP = \frac{(Yi)^2}{r} - FK$$

$$= (54570000^2 + 32580000^2 + 34030000^2 + 35930000^2) / 84 - 2.93852 \times 10^{14}$$

$$= 15117098809523.80$$

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 13805448928714 - 15117098809523.80$$

$$= 20706733333333333$$

$$= 5039032936508$$

$$KT Perlakuan = \frac{JK}{db} \frac{Ferlakuan}{db \text{ perlakuan}}$$

$$= \frac{15117098809523}{3}$$

$$= 5039032936508$$

$$KT Galat = \frac{JKG}{db \text{ Galat}}$$

$$= \frac{207067333333333}{56}$$

$$= 369763095238.10$$

$$F \text{ Hitung A} = \frac{KT \text{ Perlakuan}}{\sqrt{MTC \text{ Perlakuan}}}$$

F Hitung A

KT Galat

5039032936508 369763095238.10 = 13.62773354

F tabel 5% = 2.76943

F Hitung B =  $\frac{KT \text{ Perlakuan}}{KT \text{ Galat}}$ 

 $=\frac{4259610714286}{369763095238.10}$ 

= 11.51983735

F tabel B = 1.71329

# Lampiran 3. Perhitungan Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Protein *Spirulina* sp.

ERSITAS BRAWN

SK	DB	JK	KŤ	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
А	3	5.150158	1.716719	3.10	4.06	7.59
G	8	4.425133	0.553142			$\sim$
Т	11	9.575292	0.870481	YAAK!	7	7

$$FK = \frac{(Y)^2}{\sum n}$$

$$JKT = \sum (Yi)^2 - FK$$

$$= (2.77^2 + 1.42^2 + 2.77^2 + ... + 1.19^2) - 17.11241$$

= 9.575292

$$JKP = \frac{(\sum Ti)^2}{r} - FK$$

$$= (6.96^2 + 2.07^2 + 2.74^2 + 2.56^2)/3 - 17.1241$$

= 5.150158

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 9.575292 - 5.150158$$

= 4.425133

$$KT \ Perlakuan \ = \frac{JK \ Perlakuan}{db \ perlakuan}$$

$$= \frac{5.150158}{3}$$

= 1.716719

KT Galat 
$$=\frac{JKG}{db Galat}$$

$$=\frac{4.425133}{8}$$

= 0.553142

 $= \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Galat}}$ F Hitung

 $=\frac{1.716719}{0.553142}$ 

BRAWIUAL

= 3.10358

T tabel 5% = 4.066181



# Lampiran 4. Perhitungan dosis pupuk

# Perhitungan dosis pupuk SP-36

## 80 ppm

10e x 80 ppm

2,7 x 80 ppm = 222,2

222,2 = 0,22 gram/L 1000

5 x 0,27 = 1,1 gram

## 100 ppm

10B x 100 ppm

= 277,7

2,7 x 100 ppm 277.7 1000 = 0,27 gram/L

5 x 0,27 = 1,35 gram

# 120 ppm

100 x 120 ppm

2,7 x 120 ppm = 324

1000 = 0,324 gram/L

5 x 0,324 = 1,62 gram



Lampiran 5. Pengamatan Suhu ( °C ) Kultur Spirulina sp.

Hari ke -	Hari ke -							
Perlakuan	1	2	3	4	5	6	7	
A1	25.7	28.8	26.5	26	31.5	27	30.5	
A2	25.9	28.9	26.7	26.5	31.5	27.3	30.3	
A3	26	29.3	26.9	26.7	31.8	27.7	30.4	
rata-rata A	25.8	29	26.7	26.4	31.6	27.3	30.4	
B1	26.3	28.1	27.1	26.9	30.9	28.4	30.3	
B2	26.4	28.2	27.5	26.9	31.2	28.5	30.6	
В3	26.6	28.8	27.6	27.2	31.5	28.7	30.7	
rata-rata B	26.4	28.3	27.4	27	31.2	28.5	30.5	
C1	26.6	28.3	28.5	27.2	30.1	28.8	30.1	
C2	26.6	28.4	28.7	27.4	30.2	28.8	30.3	
C3	26.8	28.9	28.8	27.7	30.4	29	30.6	
rata-rata C	26.6	28.5	28.6	27.4	30.2	28.8	30.3	
K1	25.2	28.5	26.6	26	30.5	27.3	30.7	
K2	24.3	28	27.8	26.5	31.7	27.7	30.1	
K3	25.1	28.3	27	27.1	31.1	27.1	30.8	
rata-rata K	24.8	28.2	27.1	26.5	31.1	27.3	30.5	



Lampiran 6. Pengamatan pH air Kultur Spirulina sp.

Hari ke -	Hari ke -							
Perlakuan	1	2	3	4	5	6	7	
A1	7.6	8.6	8.6	7	7.6	8.3	8.7	
A2	7.8	8.7	8.6	7.1	7.7	8.7	8.8	
A3	7.8	8.9	8.8	7.4	7.9	8.9	9	
rata-rata A	7.7	8.7	8.6	7.1	7.7	8.6	8.8	
B1	7	8.6	8.3	7.2	7.5	8.8	8.5	
B2	7.3	8.7	8.4	7.5	7.6	8.9	8.6	
B3	7.5	8.9	8.5	7.8	7.9	9.3	8.9	
rata-rata B	7.2	8.7	8.4	7.5	7.6	9	8.6	
C1	7.4	8.2	8.7	7.6	7.2	8.5	8.6	
C2	7.5	8.3	8.9	7.7	7.5	8.6	8.8	
C3	7.7	8.6	9	7.9	7.7	8.8	9.1	
rata-rata C	7.5	8.3	8.8	7.7	7.4	8.6	8.8	
K1	7.6	8.3	8	7.5	7.2	8.4	8	
K2	7.7	8.5	8.7	7.8	7	8.1	8.3	
К3	7.7	8.1	8.2	7.4	7.2	8.4	8.3	
rata-rata K	7.6	8.3	8.3	7.5	7.1	8.3	8.2	



Lampiran 7. Pengamatan Salinitas Kultur Spirulina sp.

Hari ke -								
Perlakuan	1	2	3	4	5	6	7	
A1	34	35	34	34	35	35	34	
A2	34	35	34	34	35	35	35	
A3	35	35	35	34	35	34	35	
rata-rata A	34.3	35	34.3	34	35	34.6	34.6	
B1	34	35	34	35	34	34	35	
B2	34	34	34	34	35	35	34	
B3	34	35	35	35	35	35	35	
rata-rata B	34	34.6	34.3	34.6	34.6	34.6	34.6	
C1	34	35	34	35	34	34	34	
C2	34	35	34	35	34	35	35	
C3	35	35	34	35	35	35	34	
rata-rata C	34.3	35	34	35	34.3	34.6	34.3	
K1	34	35	34	34	34	34	34	
K2	34	35	34	34	35	34	35	
K3	34	34	34	34	35	35	35	
rata-rata K	34	34.6	34	34	34.6	34.3	34.6	

Lampiran 8. Pengamatan DO Kultur Spirulina sp.

Hari ke -	Hari ke -								
Perlakuan	1	2	3	4	5	6	7		
A1	8.57	7.23	7.37	8.27	8.21	6.58	6.44		
A2	8.85	7.63	7.74	8.28	8.3	6.64	6.49		
A3	9.03	7.71	7.82	8.49	8.55	6.91	6.62		
rata-rata A	8.81	7.52	7.64	8.34	8.353	6.71	6.51		
B1	8.88	7.36	7.4	8.43	8.13	6.63	6.51		
B2	9.04	7.8	7.52	8.61	8.46	6.75	6.68		
В3	9.12	7.87	7.74	8.92	8.51	6.84	6.91		
rata-rata B	9.01	7.67	7.55	8.65	8.36	6.74	6.7		
C1	8.8	7.39	7.48	8.5	8.37	6.48	6.35		
C2	8.83	7.54	7.67	8.64	8.43	6.62	6.46		
C3	8.91	7.8	7.83	8.78	8.75	6.76	6.7		
rata-rata C	8.84	7.57	7.66	8.64	8.51	6.62	6.50		
K1	8.3	7.27	7.28	8.4	8.09	6.31	6.55		
K2	8.24	7.1	7.21	8.32	8.14	6.27	6.35		
К3	8.32	7.18	7.3	8.25	8.29	6.52	6.46		
rata-rata K	8.28	7.18	7.26	8.32	8.17	6.36	6.45		

61

Lampiran 9. Pengamatan Nitrat Kultur Spirulina sp.

4413:	Hari ke-				
Perlakuan	1	6			
A1	0.357	0.635			
A2	0.584	0.349			
A3	0.711	0.49			
rata-rata A	0.550	0.491			
B1	0.471	0.38			
B2	0.497	0.543			
В3	0.337	0.426			
rata-rata B	0.435	0.449			
C1	0.695	0.308			
C2	0.478	0.571			
C3	0.862	0.799			
rata-rata C	0.678	0.559			
K1	0.888	0.832			
K2 >>	0.993	0.732			
K3 \\\	0.854	0.571			
rata-rata K	0.911	0.711			

Lampiran 10. Pengamatan Fosfat Kultur Spirulina sp.

Derlekuen	Hari Ke	HAD
Perlakuan	13.32	6
A1	0.6	0.1
A2	0.9	0.4
A3	0.7	0.3
rata-rata A	0.7	0.2
B1	0.7	0.4
B2	1.2	0.5
B3	0.9	1.4
rata-rata B	0.9	0.8
C1	0.8	0.5
C2	1.2	0.8
C3	0.9	0.7
rata-rata C	1.0	0.7
K1	1.3	0.3
K2	0.9	1.4
K3	2.3	0.9
rata-rata K	1.5	0.9



Lampiran 11. Pengamatan CO<sub>2</sub> Kultur *Spirulina* sp.

Perlakuan	Hari Ke	
	1	6
A1	11.9	11.9
A2	10.9	8.9
A3	8.9	9.9
rata-rata A	10.6	10.2
B1	7.9	15.9
B2	10.9	21.9
B3	8.9	24.9
rata-rata B	9.2	20.9
C1	15.9	19.9
C2	23.9	23,9
C3	16.9	11.9
rata-rata C	18.9	15.9
K1	15.9	11.9
K2	15.9	27.9
K3	47.9	31.9
rata-rata K	26.6	23.9

Lampiran 12. Dokumentasi pribadi penelitian Kultur Spirulina sp.



(Bibit Spirulina sp.)



(Sterilisasi air laut)



(Denah pengkulturan)



(Pemberian pupuk SP 36)



(Pengamatan kepadatan)



(Pengukuran nitrat)