



**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK LIMBAH KUBIS DENGAN
KONSENTRASI BERBEDA TERHADAP KELIMPAHAN MIKROALGA
Spirulina sp.**

SKRIPSI

Oleh:

**VIANA NUR MUBINI HENDARSYAH
NIM. 135080100111079**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG
2017**



**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK LIMBAH KUBIS DENGAN
KONSENTRASI BERBEDA TERHADAP KELIMPAHAN MIKROALGA
Spirulina sp.**

SKRIPSI

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

Oleh:

**VIANA NUR MUBINI HENDARSYAH
NIM. 135080100111079**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG**

September, 2017



SKRIPSI

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK LIMBAH KUBIS DENGAN
KONSENTRASI BERBEDA TERHADAP KELIMPAHAN MIKROLAGA
Spirulina sp.**

Oleh:

**VIANA NUR MUBINI HENDARSYAH
NIM. 135080100111079**

telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 28 September 2017
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

(Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, Ph.D)
NIP. 19610523 198703 2 003
Tanggal: 16 NOV 2017

(Nanik Retno Buwono, S.Pi.,MP)
NIP. 19840420 201404 2 002
Tanggal: 16 NOV 2017



**Mengetahui,
Ketua Jurusan**
(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)
NIP. 19520805 198603 2 001
Tanggal: 16 NOV 2017



IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK LIMBAH KUBIS
DENGAN KONSENTRASI BERBEDA TERHADAP KELIMPAHAN
MIKROALGA *Spirulina* sp.**

Nama Mahasiswa : VIANA NUR MUBINI HENDARSYAH

NIM : 135080100111079

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, Ph.D

Pembimbing 2 : Nanik Retno Buwono, S.Pi.,MP

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Prof. Dr. Ir. Endang Yuli H., MS

Dosen Penguji 2 : Ir. Kusriani, MP

Tanggal Ujian : 28 September 2017



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Viana Nur Mubini Hendarsyah

NIM : 135080100111079

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya 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 kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, September 2017

Penulis,

Viana Nur Mubini H.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Tak lupa pula penulis mengirimkan salam dan shalawat kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membawa umat Islam ke jalan yang diridhoi Allah SWT.

Skripsi yang berjudul **“Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Limbah Kubis dengan Konsentrasi Berbeda terhadap Kelimpahan Mikroalga *Spirulina* sp.”** merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana perikanan. Terwujudnya skripsi ini tidak lepas dari partisipasi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Ibu Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, Ph.D . dan Ibu Nanik Retno Buwono, S.Pi., MP. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan serta motivasi kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Endang Yuli H, MS. dan Ibu Ir. Kusriani, MP. selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk menguji hasil penelitian ini agar menjadi lebih baik dan benar.
3. Keluarga yang dicintai, Bapak Endang Suhendar, Ibu Ai Supartini, Teteh Yulia Nur Izati, Aa Dendi Hendarsyah, Aa Reky Rezky Hendarsyah dan juga seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa, dukungan dan motivasi demi kesuksesan penelitian ini.
4. Andre Firza Setyananda yang telah memberikan motivasi kepada penulis
5. Tim seperjuangan “sholat kuy” (Nita, Hanif, Mida, Ikrima dan Putri) yang selalu menemani selama penelitian berlangsung dari pagi hingga malam di laboratorium.



6. Member Aliansi K. (Ratih, Yunda, Desy, Aley, Dewi, Riza dan Beny) yang selalu menyempatkan waktunya saat susah maupun senang dan bersama selama di Malang.
7. Tim Sukro, Desy Margi “Aku”, Rizqy Irfansyah “Kiki” dan Gus Aryadi “Ayi” yang menjadi teman semenjak maba, teman magang dan sampai saat ini, memberi motivasi hingga membantu lancarnya penelitian hingga ujian.
8. Teman – teman keluarga besar MSP13 yang telah mengisi hari-hari selama 4 tahun, suka duka serta bantuannya selama mengerjakan tugas dan laporan.
9. Serta seluruh pihak yang ikut membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Malang, September 2017

Penulis,

Viana Nur Mubini H.

RINGKASAN

Viana Nur Mubini Hendarsyah. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Limbah Kubis dengan Konsentrasi Berbeda terhadap Kelimpahan Mikroalga *Spirulina* sp. (dibawah bimbingan **Prof .Ir. Yenny Risjani, DEA, Ph.D** dan **Nanik Retno Buwono, S.Pi., MP.**)

Pertumbuhan penduduk menyebabkan pertumbuhan jumlah sampah. Sumber sampah yang terbanyak dari pemukiman dan pasar tradisional. Sampah pasar seperti sayur mayur, buah-buahan, ikan dan lain-lain, sebagian besar berupa sampah organik sehingga lebih mudah untuk ditangani dan bisa diurai oleh mikroba. Salah satu limbah pertanian yang belum dimanfaatkan maksimal sebagai pakan adalah limbah sayuran. Secara fisik limbah sayuran mudah busuk karena berkadar air tinggi, namun secara kimiawi mengandung protein, serta vitamin dan mineral relatif tinggi. Hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa limbah sayur pasar tradisional memiliki kandungan protein kasar dan serat kasar. Pupuk organik limbah kubis ini biasanya digunakan sebagai pupuk bagi tanaman, sedangkan pada penelitian ini diuji cobakan sebagai pupuk alternatif untuk pertumbuhan *Spirulina* sp.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, pada bulan Mei-Juni 2017. Tujuan penelitian ini adalah menganalisa pengaruh pemberian pupuk organik limbah kubis dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kelimpahan *Spirulina* sp.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen atau percobaan, yaitu suatu tindakan coba-coba yang dirancang untuk menguji kebenaran dari hipotesis yang dirancang. Rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) Tersarang dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Pemberian dosis pupuk organik limbah kubis untuk kebutuhan *Spirulina* sp. yaitu: Kontrol (0 mg/l), A (1 mg/l), B (2 mg/l) dan C (3 mg/l). Pengamatan terhadap kelimpahan *Spirulina* sp. dilakukan dengan cara menghitung pertumbuhan *Spirulina* sp. selama 14 hari pengamatan. Analisa data menggunakan analisa of varian (ANOVA) dan dilanjut dengan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian perlakuan pupuk organik limbah kubis dengan dosis yang berbeda pada pertumbuhan *Tetraselmis chuii* memiliki pengaruh yang berbeda sangat nyata yaitu dengan adanya hasil analisis ragam F Tabel 5% (2,68) < F Hitung (11,28) > F Tabel 1% (3,91). Rata-rata kelimpahan *Spirulina* sp. tertinggi pada pemberian dosis 3 mg/L sebanyak $206,67 \times 10^4$ sel/mL, sedangkan rata-rata terendah berada pada pemberian pupuk organik limbah kubis dengan dosis 0 mg/L sebanyak $5,00 \times 10^4$ sel/mL. Data hasil kualitas air selama penelitian yaitu suhu berkisar 25,20-26,80°C; DO berkisar 5-7 mg/L; pH berkisar 7,53-8,90; salinitas berkisar 34-39 ppt; nitrat berkisar 0,8-1,83 mg/L; orthofosfat berkisar 0,05-0,31 mg/L; dan alkalinitas berkisar 96-280 mg/L.

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu limbah kubis dapat digunakan sebagai pupuk organik dengan dosis 3 mg/L untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. Dan perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk melihat kemungkinan pertumbuhan *Spirulina* sp. yang lebih baik lagi pada dosis pupuk organik limbah kubis diatas 3 mg/L.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya, dan tidak lupa sholawat serta salam tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad saw sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Limbah Kubis dengan Konsentrasi Berbeda Terhadap Kelimpahan Mikroalga *Spirulina* sp.”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian skripsi. Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini masih banyaknya kekurangan dikarenakan keterbatasan dari penulis, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan proposal skripsi ini. Amin.

Malang, September 2017

Viana Nur Mubini Hendarsyah

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Hipotesis.....	5
1.5 Kegunaan.....	5
1.6 Tempat dan Waktu.....	6
2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Mikroalga <i>Spirulina</i> sp.....	7
2.2 Siklus Hidup.....	8
2.3 Sifat dan Ekologi <i>Spirulina</i> sp.....	9
2.4 Kegunaan Mikroalga <i>Spirulina</i> sp.....	10
2.5 Parameter Kualitas Air.....	10
3 MATERI DAN METODE	25
3.1 Materi Penelitian.....	25
3.2 Metode Penelitian.....	25
3.3 Alat dan Bahan.....	26
3.4 Rancangan Penelitian.....	26
3.5 Prosedur Penelitian.....	27
3.5.1 Penelitian Pendahuluan.....	27
3.5.2 Persiapan Penelitian.....	30
3.5.3 Pelaksanaan Penelitian.....	32
3.6 Pengukuran dan Analisa Kualitas Air.....	34
3.6.1 Suhu.....	34
3.6.2 Salinitas.....	34
3.6.3 Derajat Keasaman (pH).....	35
3.6.4 Oksigen terlarut.....	35
3.6.5 Alkalinitas.....	36
3.6.6 Nitrat.....	36
3.6.7 Orthofosfat.....	37



3.7	Analisis Data.....	37
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1	Kelimpahan Mikroalga <i>Spirulina</i> sp.....	39
4.2	Parameter Kualitas Air.....	45
4.2.1	Suhu.....	45
4.2.2	Derajat Keasaman (pH).....	47
4.2.3	Salinitas.....	48
4.2.4	Oksigen Terlarut (DO).....	50
4.2.5	Nitrat.....	51
4.2.6	Orthofosfat.....	54
4.2.7	Alkalinitas.....	55
5.	PENUTUP.....	58
5.1	Kesimpulan.....	58
5.2	Saran.....	58
	DAFTAR PUSTAKA.....	59
	LAMPIRAN.....	63



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Spirulina</i> sp.	7
2. (Effective Microorganism 4).....	19
3. Cairan Molase	20
4. Kelimpahan <i>Spirulina</i> sp. dengan kepadatan $n \times 10^4$	39
5. Kelimpahan populasi <i>Spirulina</i> sp.....	42
6. Regresi Pengaruh Dosis Pupuk terhadap Kelimpahan <i>Spirulina</i> sp.	42
7. Grafik rata-rata suhu selama penelitian	46
8. Grafik rata-rata pH selama penelitian.....	47
9. Grafik rata-rata salinitas selama penelitian.....	49
10. Grafik rata-rata oksigen terlarut (DO) selama penelitian.....	51
11. Grafik rata-rata pengukuran nitrat selama penelitian.....	52
12. Grafik rata-rata pengukuran orthofosfat pada media kultur.....	54
13. Grafik rata-rata pengukuran alkalinitas pada media kultur	56



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Road Map Penelitian	22
2. Denah Penelitian.....	27
3. Analisa Ragam	38
4. Analisa Varian (ANOVA).....	40
5. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).....	41
6. Hasil rata-rata suhu dalam penelitian	46
7. Nilai rata-rata pengukuran pH selama penelitian.....	47
8. Nilai Rata-rata Salinitas Selama Penelitian	49
9. Nilai Rata-rata Pengukuran Oksigen Terlarut (DO) Selama Penelitian	50
10. Nilai rata-rata pengukuran nitrat selama penelitian.....	52
11. Nilai rata-rata pengukuran Orthofosfat selama penelitian.....	54
12. Nilai rata-rata pengukuran Alkalinitas selama penelitian.....	55



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan	63
2. Hasil Kandungan Limbah Kubis	64
3. Perhitungan Konsentrasi Pupuk Organik Limbah Kubis	65
4. Data Kelimpahan <i>Spirulina</i> sp.....	68
5. Perhitungan ANOVA (Analysis of Variance) Kelimpahan <i>Spirulina</i> sp.....	69
7. Dokumentasi.....	78



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk menyebabkan pertumbuhan jumlah sampah. Semakin banyak jumlah penduduk dalam suatu kota, maka semakin kompleks pula kegiatan dan usahanya, sehingga akan semakin besar pula pemasukan sampah yang harus ditanggulangi (Iriani, 1994). Sumber sampah yang terbanyak dari pemukiman dan pasar tradisional. Sampah pasar seperti sayur mayur, buah-buahan, ikan dan lain-lain, sebagian besar berupa sampah organik sehingga lebih mudah untuk ditangani dan bisa diurai oleh mikroba. Sedangkan sampah yang berasal dari pemukiman umumnya sangat beragam, tetapi secara umum minimal 75% terdiri dari sampah organik dan sisanya anorganik (Sudrajat, 2006).

Salah satu limbah pertanian yang belum dimanfaatkan maksimal sebagai pakan adalah limbah sayuran. Secara fisik limbah sayuran mudah busuk karena berkadar air tinggi, namun secara kimiawi mengandung protein, serta vitamin dan mineral relatif tinggi. Hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa limbah sayur pasar tradisional memiliki kandungan protein kasar dan serat kasar (Muktiani *et al.*, 2013). Jenis sampah organik yang bisa diolah menjadi pupuk organik adalah sampah sayur baru, sisa sayuran basi, sisa nasi, sisa ikan, ayam, kulit telur, sampah buah seperti anggur, kulit jeruk, apel dan lain-lain (Hadisuwito, 2007).

Dalam pengembangan budidaya perikanan sangat tergantung pada pasokan benih yang baik yang berasal dari alam maupun hasil pembenihan manusia. Kemudian agar benih tersebut dapat tumbuh dengan baik dari segi kuantitas, kualitas, dan komunitas sangat ditentukan oleh ketersediaan pakan alami. Ukuran makanan mempunyai pengaruh besar terhadap kelangsungan



benih ikan, jika makanan lebih besar maka ikan tidak mau memangsanya, maka dari itu pada fase benih ikan bersifat *plankton feeder*.

Berdasarkan pernyataan dari Darmanto *et al.* (2000), pakan alami merupakan makanan hidup bagi ikan dan udang. Pakan alami mempunyai kandungan gizi yang lengkap dan mudah dicerna dalam usus benih ikan, ukuran tubuhnya yang relatif kecil sangat sesuai dengan lebar bukaan mulut larva/benih ikan. Sifatnya selalu bergerak aktif akan merangsang benih untuk memangsanya. Organisme yang dibutuhkan untuk pakan alami seperti fitoplankton dapat didapatkan dengan cara mengumpulkan dari alam, namun untuk dapat memenuhi kebutuhan dalam usaha budidaya ikan saat ini dilakukan dengan cara membudidayakan fitoplankton yang digunakan sebagai pakan alami sehingga pakan alami dapat tersedia secara berkelanjutan.

Salah satu jenis pakan alami yang dapat diberikan pada larva ikan adalah *Spirulina* sp. Ketersediaan pakan alami menjadi peranan penting dalam pemenuhan gizi larva ikan untuk meningkatkan kelangsungan hidup dan pertumbuhan. *Spirulina* sp. merupakan alga berwarna biru-hijau yang digolongkan ke dalam cyanobacteria, bersel satu dan berbentuk spiral. Berdasarkan habitatnya, spirulina dapat berkembang dengan baik pada perairan tropis dan subtropis, baik pada perairan tawar maupun perairan laut. Dalam bidang akuakultur *Spirulina* sp. banyak di gunakan sebagai suplemen yang ditambahkan di dalam pakan. Menurut Vonshak (1997), ikan yang diberi pakan dengan tambahan 0,5-1% *Spirulina* sp. Menunjukkan peningkatan laju pertumbuhan sebesar 17-25% dan penurunan tingkat kematian sebesar 30-50% selain itu *Spirulina* sp. juga berperan sebagai imunostimulan bagi ikan.

Spirulina sp. dapat ditumbuhkan dalam media yang berbeda bahkan dalam media limbah. *Spirulina* sp. tumbuh dengan memanfaatkan gula sebagai sumber karbon, dan hidrolisat protein sebagai sumber nitrogen. Bahan-bahan



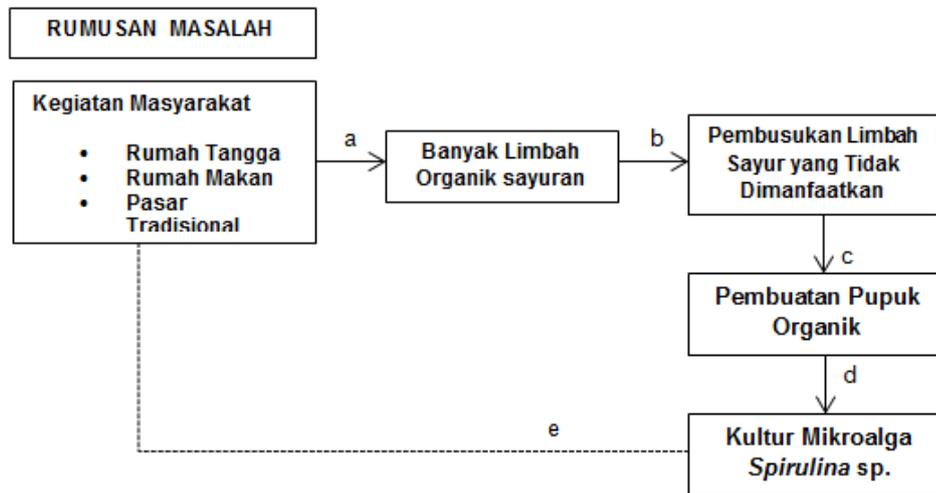
organik yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroalga ini terdapat melimpah dalam limbah–limbah yang berasal dari tanaman seperti limbah tapioka, limbah lateks, dan kelapa sawit. Menurut Anderson (2005), *Spirulina* sp. Membutuhkan makronutrien (N, P, S, K, Si, dan Ca) maupun mikronutrien seperti Fe, Mo, Cu, Ca, Mn, Zn dan Co. Kultur *Spirulina* sp. pada umumnya menggunakan pupuk teknis yaitu Amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄); Urea ((NH₄)₂CO); Kalsium Superpospat (CaH₄O₈P₂H₂O) (Brown et al., 1997) dan pupuk Walne. Kandungan Nitrogen dan Fosfor pupuk Walne adalah 0,016 g/l dan 0,004 g/l. menurut Andersen (2005), kebutuhan nitrat yang optimum untuk kultur *Spirulina* sp. adalah 0,9 g/l – 3,5 g/l untuk menunjang kehidupan dan pertumbuhan *Spirulina* sp.

Nitrogen dan fosfor merupakan nutrient yang dibutuhkan fitoplankton dalam jumlah besar untuk kehidupan dan pertumbuhannya. Nitrogen merupakan komenen untuk meningkatkan aktivitas metabolisme sehingga terjadi pembelahan sel (Rafiqul, 2005). Menurut Rafiqul (2005), menyatakan bahwa unsur N merupakan unsur yang paling penting bagi pertumbuhan sel *Spirulina* sp. Menurut Adhikari (2004), *Spirulina* sp. membutuhkan pupuk sebagai faktor penunjang pertumbuhan sel yang didalamnya diperlukan 16 unsur dan harus ada 3 unsur mutlak yang ada di dalamnya yaitu nitrogen, fosfor dan kalium. Sehingga dalam hal ini perlu adanya penelitian yang membahas kultur fitoplankton dengan memperhatikan ketersediaan unsur hara dari pemanfaatan limbah pasar berupa sayur-sayuran seperti kubis.



1.2 Rumusan Masalah

Adapun pendekatan permasalahan penelitian adalah sebagai berikut:



Keterangan:

□ Sistem : Menspesifikasikan objek dan menampilkannya secara terbatas

→ Asosiasi berarah : Menghubungkan suatu objek dengan objek lainnya

-----> Kebergantungan : Menghubungkan suatu perubahan dimana suatu objek bergantung pada objek lainnya

a. Kegiatan masyarakat yang setiap harinya menghasilkan limbah organik yang cepat mengalami pembusukan, kegiatan tersebut seperti rumah tangga, rumah makan dan pasar.

b. Limbah organik yang mengalami pembusukan dengan cepat seperti halnya limbah buah dan sayur.

c. Pembusukan yang terjadi dari banyaknya limbah sayur yang tidak dimanfaatkan sangat mengganggu estetika dari lingkungan.



d. Pupuk organik cair menjadi cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi limbah sayur tidak termanfaatkan. Dalam pupuk ini digunakan untuk membantu pertumbuhan mikroalga *Spirulina* sp. karena kandungan pupuk yang masih dapat digunakan.

e. Pemanfaatan pupuk organik dalam pertumbuhan *Spirulina* sp. dapat membantu mengurangi dampak pencemaran dalam proses pengelolaan limbah sayur khususnya kubis sebelum dibuang dan tidak termanfaatkan sama sekali.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah menganalisa pemanfaatan limbah organik kubis dengan konsentrasi berbeda sebagai alternatif pupuk dalam upaya meningkatkan kelimpahan mikroalga *Spirulina* sp.

1.4 Hipotesis

H0: Diduga pemberian pupuk limbah organik sayur dengan konsentrasi berbeda tidak menunjukkan perbedaan terhadap kelimpahan *Spirulina* sp.

H1: Diduga pemberian pupuk limbah organik sayur dengan konsentrasi berbeda tidak menunjukkan perbedaan terhadap kelimpahan *Spirulina* sp.

1.5 Kegunaan

Penelitian yang memanfaatkan limbah sayur sebagai pupuk organik dalam meningkatkan kelimpahan mikroalga, diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut: dapat memberikan informasi, menambah pengetahuan dan wawasan. Sumber informasi keilmuan terhadap pupuk organik dari limbah sayur dan sebagai dasar penelitian selanjutnya yang dapat menggali potensi dari limbah untuk meningkatkan kelimpahan *Spirulina* sp. Sebagai informasi tentang pemanfaatan limbah sayur sebagai pupuk organik.



1.6 Tempat dan Waktu

Pelaksanaan penelitan dilakukan di Laboratorium Hidrobiologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang, Perusahaan Jasa Tirta I Malang, Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, dan Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya. Penelitian dilaksanakan pada 8 Mei 2017 – 12 Juni 2017.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikroalga *Spirulina* sp.

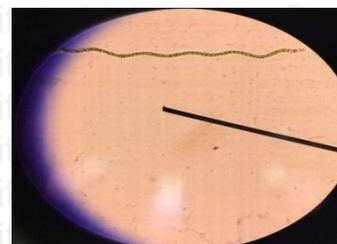
Spirulina sp. merupakan makhluk hidup autotrof berwarna kehijauan, kebiruan, dengan sel berkolom membentuk filamen terpilin menyerupai spiral (helix), sehingga disebut juga alga biru hijau berfilamen (Cyanobacterium).

Bentuk tubuh *Spirulina* sp. yang menyerupai benang merupakan rangkaian sel yang berbentuk silindris dengan dinding sel tipis, berdiameter 1-12 mikrometer, filamen *Spirulina* hidup berdiri sendiri dan dapat bergerak bebas (Haryati, 2008).

Spirulina sp. berasal dari golongan Cyanophyta atau alga hijau biru. *Spirulina* sp. mempunyai kandungan protein 60-71% (dari berat kering), lemak 8%, karbohidrat 16%, vitamin 1,6%, *chlorophyl-a* 18%, *C-phycoyanin* 17% dan 2030% *y-linoleaic*, mikroalga *Spirulina* sp. memiliki kandungan nutrisi yang baik seperti kandungan vitamin dan mineral sehingga digunakan sebagai bahan makanan kesehatan. Beberapa fungsi dari *Spirulina* diantaranya dapat meningkatkan aktivitas antivirus, mengurangi kadar kolestrol dalam tubuh manusia atau sebagai antioksidan dan lain sebagainya (Kurniawati *et al.* 2011).

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 1. *Spirulina* sp.



2.2. Siklus Hidup

Pertumbuhan fitoplankton dalam kultur dapat ditandai dengan bertambah besarnya ukuran sel atau bertambah banyaknya jumlah sel yang secara langsung akan berpengaruh terhadap kepadatan fitoplankton. Isnan setyo dan Kurniastuty (1995), menyatakan hingga saat ini kerapatan sel digunakan secara luas untuk mengetahui pertumbuhan yaitu fase lag, logaritmik, stasioner dan kematian.

1. Fase Lag (Adaptasi)

Selama fase ini pertumbuhan tidak secara nyata terlihat, karena itu fase ini juga dinamakan fase adaptasi (Sesaat setelah penambahan inokulum ke dalam media kultur, populasi tidak mengalami perubahan). Ukuran sel pada saat ini pada umumnya meningkat. Secara fisiologis fitoplankton sangat aktif dan terjadi proses sintesis protein baru. Organisme mengalami metabolisme, tetapi belum terjadi pembelahan sel hingga kepadatan sel belum meningkat.

2. Fase Logaritmik (eksponensial)

Fase ini diawali dengan pembelahan sel dengan laju pertumbuhan tetap. Pada kondisi kultur yang optimum. Laju pertumbuhan pada fase ini mencapai maksimal karena pada fase ini sel melakukan konsumsi nutrisi dan proses fisiologis lainnya.

3. Fase Stasioner

Pada fase ini pertumbuhan mulai mengalami penurunan dibandingkan dengan fase logaritmik. Pada fase ini laju reproduksi sama dengan laju kematian. Dengan demikian penambahan dan pengurangan jumlah fitoplankton relatif sama atau seimbang sehingga kepadatan fitoplankton tetap.

4. Fase Kematian

Pada fase ini laju kematian lebih cepat daripada laju reproduksi. Jumlah sel menurun secara geometrik. Penurunan kepadatan mikroalga ditandai dengan



perubahan kondisi optimum yang dipengaruhi oleh suhu, cahaya, pH air, jumlah hara yang ada, dan beberapa kondisi lingkungan yang lain.

2.3 Sifat dan Ekologi *Spirulina* sp.

Mikroalga merupakan organisme tumbuhan yang paling primitif yang berukuran renik, dan hidup di seluruh wilayah perairan, baik air tawar maupun air laut. Mikroalga memang sudah lama dipergunakan untuk industri farmasi, kesehatan dan sebagainya. 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 (Hermanto *et al.*, 2011).

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.

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).

2.4 Kegunaan Mikroalga *Spirulina* sp.

Spirulina sp. banyak digunakan sebagai makanan fungsional dan penghasil berbagai bahan aktif penting bagi kesehatan, antara lain asam lemak tak jenuh majemuk (*Polyunsaturated Fatty Acids*) yaitu asam linoleat (LA) dan a-linolenat (GLA) (Cohen *et al.*, 1987). LA dan GLA berguna untuk pengobatan hiperkolesterolemia, sindroma prahaid, eksema atopik dan antitrombotik.

Pemanfaatan mikroalga *Spirulina* sp. sebagai makanan kesehatan sudah banyak dilakukan. Selain mudah dicerna, mikroalga ini mengandung senyawa-senyawa yang diperlukan oleh tubuh, seperti protein, lipid, karbohidrat, asam lemak tidak jenuh, vitamin-vitamin, mineral, asam amino, dan beberapa jenis pigmen yang sangat bermanfaat. Pada beberapa negara tertentu seperti Spanyol, Switzerland, Australia, Jepang, dan Amerika, mikroalga telah dimanfaatkan sebagai obat-obatan dan bubuk keringnya dijadikan sebagai makanan kesehatan yang dipasarkan (Henricson, 2009).

2.5 Parameter Kualitas Air

2.5.1 Suhu

Suhu mempengaruhi aktifitas metabolisme organisme, selain itu suhu sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu, dapat menyebabkan kematian bila peningkatan suhu sampai ekstrim (Hermanto *et.al.*, 2011). *Spirulina* sp. adalah alga mesofilik. Berdasarkan observasi yang dilakukan oleh Richmond (1998), kultur di dalam laboratorium (*indoor*) melaporkan bahwa suhu optimum pertumbuhan *Spirulina* sp. Antara 35 dan 37°C dan akan berbahaya jika mencapai suhu 40°C. Sedangkan kultur di luar



laboratorium (*out door*), kenaikan suhu hingga mencapai 39°C selama beberapa jam tidak menimbulkan efek yang berbahaya.

2.5.2 pH

Derajat keasaman (pH) berperan dalam menentukan kepadatan populasi, konsentrasi karbondioksida dan keseimbangan antara karbonat dan bikarbonat dalam suatu media kultur. *Spirulina* sp. tumbuh baik pada kondisi pH agak basa dan mempunyai toleransi yang tinggi terhadap pH basa daripada asam (Fay, 1983). Menurut Soong (1980), pH optimum dalam kultur *Spirulina* sp. adalah 8,5 – 9,5, jika pH 10 atau kurang dari 8 akan menghambat pertumbuhan dan ketidaksesuaian pH ini akan menyebabkan lisis atau kerusakan sel. Haryati (2008), menyatakan bahwa pH untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. adalah 7 – 9.

2.5.3 Oksigen Terlarut

Ketersediaan unsur hara sangat dipengaruhi oleh tingkat dekomposisi / mineralisasi dari bahan-bahan tersebut. Pengomposan yang cepat dapat terjadi dalam kondisi yang cukup oksigen (aerob). Ada hubungan langsung antara peningkatan suhu dengan konsumsi oksigen. Semakin tinggi temperature akan semakin banyak konsumsi oksigen dan semakin cepat pula proses dekomposisi mikroba di dalam kompos menggunakan oksigen untuk menguraikan bahan organik menjadi CO₂, uap air dan panas (Rynk, 1992). Menurut Astiani *et al.*, (2016) menyatakan bahwa ketersediaan oksigen di dalam media kultur merupakan faktor penting untuk fitoplankton, karena secara langsung dipakai sebagai bahan untuk membentuk molekul-molekul organik melalui proses fotosintesis.

2.5.3 Salinitas

Salinitas merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap organisme air dalam mempertahankan tekanan osmotik yang seimbang dengan air sebagai lingkungan hidupnya. Kebanyakan alga termasuk *Spirulina* sp.



mempunyai toleransi yang cukup basa terhadap perubahan salinitas. Eppley (1997) dalam Ariyati (1998), bahwa *Spirulina* sp. merupakan salah satu jenis mikroalga *euryhaline*. Menurut Angka *et al.*, (1997), kebanyakan alga sangat peka terhadap perubahan salinitas, selanjutnya dikatakan pula bahwa salinitas pada media kultur dapat mempengaruhi proses fotosintesis. Penurunan salinitas air media menyebabkan air media bersama ion-ion yang terlarut masuk ke dalam sitoplasma sel dan mengubah pH sitoplasma sel. Perubahan pH sitoplasma sel ini menyebabkan aktivitas enzim sebagai biokatalisator reaksi kimia sistem biologis mengalami penurunan.

Variasi kadar salinitas air, mulai dari salinitas air tawar sampai pada salinitas air laut (0 – 35 ppt). *Spirulina* sp. dapat tumbuh baik pada salinitas 15 – 20 ppt (Haryati, 2008). Salinitas akan mempengaruhi tekanan osmosis antara sel dan medium serta laju disosiasi senyawa anorganik nutrient alga. Bila salinitas terlalu tinggi akan mengakibatkan media pemeliharaan bersifat hipertonis terhadap sel dan mengakibatkan kurang baiknya penyerapan nutrisi oleh sel.

2.5.4 Alkalinitas

Alkalinitas adalah gambaran kapasitas air untuk menetralkan asam atau kuantitas anion di dalam air yang dapat menetralkan kation hidrogen. Alkalinitas juga diartikan sebagai kapasitas penyangga terhadap perubahan pH perairan.

Secara khusus, alkalinitas sering disebut sebagai besaran yang menunjukkan kapasitas menyangga dari ion bikarbonat, dan sampai tahap terlarut terhadap ion karbonat dan hidroksida dalam air. Semakin tinggi alkalinitas maka kemampuan air untuk menyangga lebih tinggi sehingga fluktuasi pH perairan semakin rendah. Alkalinitas biasanya dinyatakan dalam satuan ppm (mg/l) kalsium karbonat (Yulfiperius *et al.*, 2014). Alkalinitas air bisa didefinisikan sebagai kapasitas air terhadap asam netral. Konsentrasi pH berbanding lurus



dengan alkalinitas. Apabila alkalinitas meningkat, maka pH juga cenderung meningkat, begitupun sebaliknya (Mubarok *et al.*, 2009).

Penyusun utama alkalinitas adalah bikarbonat, karbonat dan hidroksida yang merupakan sumber karbon anorganik di perairan. Sumber karbon organik di perairan berasal dari atmosfer, batuan karbonat, siklus biologi karbon dan sumber dari luar perairan. Keberadaan alkalinitas di perairan bergantung pada pH, oleh karena itu alkalinitas juga dapat diartikan sebagai kapasitas penyangga (*buffer acid*) terhadap perubahan pH. Perubahan pH dapat mengakibatkan perubahan nilai alkalinitas. Pada perairan dengan nilai alkalinitas tinggi akan mempengaruhi pertumbuhan dan kehidupan organisme perairan selain itu, nilai alkalinitas tinggi juga tidak disukai oleh organisme akuatik, hal ini karena nilai alkalinitas yang tinggi diikuti dengan nilai kesadahan yang tinggi pula (kadar garam natrium yang tinggi). Perlu diketahui bahwa nilai alkalinitas di perairan alami hampir tidak pernah melebihi 500 mg/l CaCO_3 . Sedangkan nilai alkalinitas yang baik berkisar antara 30-500 mg/l CaCO_3 (Effendi, 2003).

2.5.5 Nitrat

Menurut Bahri (2006), nitrat adalah bentuk utama nitrogen di perairan dan merupakan nutrient utama bagi pertumbuhan tanaman alga. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Peningkatan kadar nitrat di perairan disebabkan oleh limbah domestic atau pertanian (pemupukan) yang umumnya banyak mengandung nitrat. Menurut Effendi (2003), senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Oksidasi amoniak menjadi NO_2 dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas*, sedangkan oksidasi NO_2 menjadi NO_3 dilakukan oleh bakteri nitrobakter. Kedua jenis bakteri ini merupakan jenis bakteri kemotrofik, yaitu bakteri yang mendapatkan energy dari proses kimiawi. NO_3 yang merupakan sumber nitrogen bagi tumbuhan.



Amanatin *et al.*, (2013) menyatakan bahwa nitrogen juga merupakan bahan penting penyusun asam amino, amida, nukleotida, dan nukleo protein, serta essensial untuk membelahan sel sehingga nitrogen penting untuk pertumbuhan. Berdasarkan hal tersebut, maka pada saat konsentrasi nitrogen dalam media kultur optimal. Aktifitas metabolisme sel akan berjalan dengan baik, termasuk sintesis klorofil, karena kandungan klorofil yang tinggi akan menyebabkan proses fotosintesis dapat berjalan dengan baik.

2.5.6 Orthofosfat

Di perairan unsur fosfor tidak ditemukan dalam bentuk bebas sebagai elemen, melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (orthofosfat dan polifosfat) dan senyawa organik yang berupa partikulat. Orthofosfat merupakan bentuk fosfat yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik, sedangkan polifosfat harus mengalami hidrolisis membentuk orthofosfat terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan sebagai sumber fosfor. Perubahan ini langsung pada suhu. Pada suhu yang mendekati titik didih, perubahan polifosfat menjadi orthofosfat berlangsung cepat. Kecepatan ini meningkat dengan menujrunnya pH. Perubahan polifosfat menjadi orthofosfat pada air limbah yang mengandung bakteri berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan perubahan yang terjadi pada air bersih (Effendi, 2003).

Unsur fosfat merupakan nutrient yang penting bagi segala bentuk kehidupan. Dalam perairan terutama air kolam, umumnya mempunyai mobilitas sangat kecil. Kebutuhan fosfat oleh alga hanya dalam jumlah tertentu tergantung dari jenisnya dan apabila sampai berlebihan atau mempengaruhi kesuburan perairan. Ketersediaan unsure P di perairan sangat ditentukan oleh factor lingkungan antara lain pH, alkalinitas, kandungan bahan organik, dan kandungan unsure lain. Penambahan unsure P ke dalam perairan sangat menentukan



struktur komunitas dan perubahan tingkat kesuburan suatu perairan. (Pristantiningrum, 2004).

2.6 Unsur Hara

Unsur hara yang dibutuhkan mikroalga terdiri dari mikronutrien dan makronutrien. Makronutrien antara lain C, H, N, P, K, S, Mg dan Ca. Mikronutrien yang dibutuhkan antara lain adalah Fe, Cu, Mn, Zn, Co, Mo, Bo, Vn dan Si.

Diantara nutrient tersebut, N dan P sering menjadi factor pembatas pertumbuhan mikroalga. Khusus bagi mikroalga yang memiliki kerangka dinding sel yang mengandung silikat, misalnya diatom, unsure Si berperan sebagai factor pembatas. Kultur fitoplankton komposisi nutrien pada media kultur ternyata sangat berperan dalam pertumbuhan. Mikroalga mendapatkan nutrien dari air laut yang sudah mengandung nutrien yang cukup lengkap. Namun pertumbuhan mikroalga dengan kultur dapat mencapai optimum dengan mencampurkan air laut dengan nutrien yang tidak terkandung dalam air laut tersebut. Nutrien tersebut dibagi menjadi makronutrien (nitrat dan fosfat) dan mikronutrien. Makro nutrien merupakan pupuk dasar yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga (Matakupan, 2009).

Ketersediaan nutrisi akan menjadi faktor pembatas bila nutrisi dalam media mengalami penurunan dan telah habis dikonsumsi. Kelebihan atau kekurangan nutrisi dalam media kultur akan mempengaruhi pertumbuhan kultur, misalnya dalam waktu pencapaian puncak. Akibatnya, kultur akan berhenti tumbuh tetapi tidak mati dan akan aktif lagi jika memperoleh tambahan nutrisi kembali (Tetelepta, 2011). Penggunaan unsur hara makro dan mikro dalam media kultur mikroalga sangat penting untuk mendapatkan nilai produktivitas kultur yang tinggi serta kualitas biomassa yang baik (Indarmawan *et al.*, 2012).



2.7 Limbah Sayur

Limbah merupakan material sisa yang tidak di inginkan setelah berakhirnya suatu proses atau kegiatan (Wardana, 2007). Limbah menjadi sumber pencemaran lingkungan karena menimbulkan bau tidak sedap, dapat mencemari air, tanah dan dipandang secara estetika mengurangi keindahan lingkungan. Sampah yang dibuang di TPA mengandung bahan-bahan organik yang dapat dimanfaatkan, bahkan khusus sampah dari pasar tradisional memiliki kandungan protein kasar 12,64 – 23,50% dan kandungan serat kasar 20,76 – 29,18% (Muktiani *et al.*, 2007)

Kubis (*Brassica olerace*) merupakan salah satu jenis sayuran yang banyak tumbuh di daerah dataran tinggi. Jenis kubis ada beberapa macam, diantaranya kubis putih dan kubis hijau. Selama ini kubis dijual hanya sebagai sayuran saja dalam jumlah kecil. Pemakaian kubis sebagai sayuran menghasilkan limbah yang tidak pernah digunakan. Akan tetapi limbah kubis yang biasanya tidak dapat digunakan tersebut masih menyimpan kandungan gizi dan masih bisa dimanfaatkan.

2.8 Pupuk

Pupuk adalah bahan yang mengandung unsur hara organik ataupun anorganik yang ditambahkan ke dalam kolam untuk meningkatkan kesuburan perairan dengan mempercepat pertumbuhan plankton sebagai makanan alami, yang secara tidak langsung akan meningkatkan produksi ikan melalui pemupukan serta memperbaiki kesuburan tanah dan air dengan memberikan unsure atau zat hara ke dalam tanah yang secara tidak langsung dapat menyumbangkan bahan makanan pada alga (Subarijanti, 2000).

Fungsi pupuk adalah sebagai salah satu sumber zat hara buatan yang diperlukan untuk mengatasi kekurangan nutrisi terutama unsur-unsur nitrogen, fosfor dan kalium. Sedangkan unsur sulfur, kalsium, magnesium, besi, tembaga,



seng dan boron merupakan unsur-unsur yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit (mikronutrien).

Wasis dan Fathia (2010), menyatakan pupuk NPK merupakan pupuk majemuk yang terdiri dari pupuk tunggal N, P dan K. Penggunaan pupuk NPK mempunyai faktor positif dan negatif. Faktor positif dari pupuk NPK sebagai pupuk buatan memiliki konsentrasi hara yang tinggi sehingga memudahkan dalam pemakaian sedangkan faktor negatif dari pupuk NPK kemungkinan pupuk kurang merata bila dibandingkan dengan menggunakan pupuk tunggal, adakalanya tanaman memperlihatkan gejala tanaman kurang baik sebagai akibat dari konsentrasi garam yang tinggi di dalam tanah dan NPK bereaksi masam.

Pemanfaatan pupuk organik dari limbah pertanian merupakan langkah *recycle* atau pemanfaatan kembali limbah yang terbuang cukup strategis, karena limbah atau sampah yang secara langsung dirasakan membawa banyak masalah terutama sebagai sumber pencemaran lingkungan, sumber penyakit dan mengganggu kebersihan lingkungan. Pembuatan pupuk organik merupakan upaya menekan jumlah limbah, pengumpulan dan biaya pengangkutan (Wiswasta *et al.*, 2016).

Pupuk organik yang berasal dari limbah memiliki kelebihan antara lain dapat mengatasi defisiensi hara, mampu menyediakan hara secara cepat, mengandung unsur hara makro dan mikro yang lengkap meski dalam jumlah sedikit. Berdasarkan keunggulan-keunggulan tersebut dapat terlihat betapa pentingnya penggunaan pupuk organik dibandingkan dengan penggunaan pupuk anorganik (Palupi, 2015). Pupuk organik selain mengandung nitrogen yang menyusun dari semua protein, asam nukleat dan klorofil juga mengandung unsur hara mikro antara lain unsur Mn, Zn, Fe, S, B, Ca dan Mg. Unsur hara mikro tersebut berperan sebagai katalisator dalam proses sintesis protein dan



pembentukan klorofil. Unsur hara nitrogen dan unsur hara mikro yang berperan sebagai penyusun klorofil sehingga meningkatkan aktivitas fotosintesis (Parman, 2007). Pupuk menjadi alternatif dalam menangani sampah organik dari pertanian, industri ataupun limbah rumah tangga dengan pembuatan melalui proses pengomposan.

2.8.2 Pengomposan

Proses pengomposan adalah proses dekomposisi materi organik menjadi pupuk kompos melalui reaksi biologis mikroorganisme secara aerobik dalam kondisi terkendali. Pengomposan sendiri merupakan proses penguraian senyawa-senyawa yang terkandung dalam sisa-sisa bahan organik dengan suatu perlakuan khusus (Cahaya dan Dodi, 2008). Pada prinsipnya pengembangan teknologi pengomposan didasarkan pada proses penguraian bahan organik yang terjadi secara alami. Proses penguraian dioptimalkan sedemikian rupa sehingga pengomposan dapat berjalan dengan lebih cepat dan efisien. Pengomposan secara aerobik paling banyak digunakan, karena mudah dan murah untuk dilakukan, serta tidak membutuhkan kontrol proses yang terlalu sulit. Faktor yang mempengaruhi proses pengomposan pada dasarnya organisme pendegradasi bahan organik membutuhkan kondisi lingkungan dan bahan yang berbeda-beda. Apabila kondisinya sesuai, maka dekomposer tersebut akan bekerja giat untuk mendekomposisi limbah padat organik. Apabila kondisinya kurang sesuai atau tidak sesuai, maka organisme tersebut akan dorman, pindah ke tempat lain, atau bahkan mati. Menciptakan kondisi yang optimum untuk proses pengomposan sangat menentukan keberhasilan proses pengomposan itu sendiri (Dewi dan Treesnowati, 2012).

2.8.3 Pendukung Proses Pengomposan

Pada proses pengomposan dengan berbagai faktor yang diperhatikan terdapat juga pendukung lainnya untuk membantu proses pengomposan dengan



adanya tambahan mikroorganisme dalam penguraian bahan organik dari limbah yang akan dijadikan pupuk. Nurdini *et al.*, (2016) menyatakan mengingat lamanya waktu pengomposan secara aerobik (40-50 hari) perlu dicari solusi alternatif pembuatan kompos. Salah satu cara untuk mempercepat proses pembuatan kompos adalah dengan menggunakan aktivator. EM4 (*Effective Microorganism 4*) merupakan kultur campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman dan ternak yang dapat digunakan sebagai *starter* untuk meningkatkan keragaman dan populasi mikroorganisme.

Adapun kandungan mikroorganisme yang terdapat dalam EM4 diantaranya adalah bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp*), bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp*), ragi (*Saccharomyces sp*), dan jamur fermentasi (*Aspergillus dan Penicillium*). Dengan penambahan EM4 dalam proses pembuatan kompos diharapkan menjadi lebih cepat dari proses konvensional. *Effective Microorganism 4* (EM4) yang digunakan untuk pengomposan dapat dilihat pada

Gambar 2.



kebunbibit

Gambar 2. (Effective Microorganism 4)

Mikroorganisme yang terdapat dalam EM4 membantu proses dekomposisi bahan organik. Selain adanya tambahan EM4 terdapat pemberian gula tetes



sebagai bahan makanan untuk bakteri ketika melakukan perombakan. Damanik *et al.*, (2014) menyatakan salah satu substrat yang biasanya digunakan untuk pertumbuhan mikroba yaitu molase. Molase dapat digunakan sebagai alternatif substrat karena mengandung nutrisi komplek yang dibutuhkan mikroba dalam metabolismenya. Pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh penambahan molase, hal disebabkan oleh glukosa dan fruktosa yang ada didalamnya. Molase juga memiliki kandungan zat yang berguna untuk pertumbuhan bakteri, antara lain; kalsium, magnesium, potasium, dan besi. Molase sebagai bahan makanan bagi bakteri dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Cairan Molase

Proses pengomposan dengan tambahan molase dan EM 4 menggunakan metode aerasi lebih unggul karena proses ekstraksi dan fermentasinya lebih cepat sehingga lebih efisien dalam waktu pembuatan. Lama waktu yang diperlukan untuk fermentasi yang baik mulai dari 24 jam hingga 72 jam. Santi (2010) menyatakan fermentasi merupakan proses penguraian atau perombakan bahan organik yang dilakukan dalam kondisi tertentu oleh mikroorganisme fermentatif. Volume EM4 dan waktu fermentasi mempengaruhi proses fermentasi, itu berlaku sampai mencapai keadaan optimal. Setelah melewati keadaan optimal proses ekstraksi akan mengalami penurunan.



Pada penelitian sebelumnya yang memanfaatkan pupuk organik dari berbagai macam bahan baku untuk membantu pertumbuhan mikroalga khususnya *Spirulina* sp. sudah banyak dilakukan berikut adalah hasil penelitian terdahulu pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Road Map Penelitian

No	Nama Peneliti/Judul	Lokasi	Sampel	Metode	Hasil	Saran penelitian
1.	Pramusinta <i>et al.</i> , (2012) / PENGARUH PUPUK CAIR LIMBAH IKAN LEMURU TERHADAP KANDUNGAN KAROTENOID <i>Spirulina platensis</i>	Universitas Airlangga, Surabaya	<i>Spirulina plantesis</i>	Rancangan Acak lengkap (RAL)	Setiap perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap populasi dari <i>S. plantesis</i> . Suhu 30-32°, salinitas 25-34 ppt, pH 7-8,	Pertambahan kandungan karotenoid <i>Spirulina platensis</i> dapat ditingkatkan dengan menggunakan pupuk cair limbah ikan lemuru dengan konsentrasi 0,75 ml/L. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut tentang waktu yang diperlukan oleh <i>Spirulina platensis</i> untuk mendapatkan karotenoid yang tertinggi.
2.	Rahmawati <i>et al.</i> , (2012) / Pengaruh Pupuk Kompos Berbahan Campuran Limbah Cair Tahu, Daun Lamtoro dan Isi Rumen Sapi sebagai Media Kultur terhadap Kepadatan Populasi <i>Spirulina</i> Sp.	Universitas Negeri Surabaya	<i>Spirulina</i> sp.	Rancangan Acak Kelompok (RAK)	Pupuk kompos dengan konsentrasi yang berbeda menunjukkan hasil bahwa signifikan yang artinya pupuk kompos tersebut memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan relatif populasi	Perbedaan konsentrasi pupuk kompos akan mempengaruhi kepadatan populasi <i>Spirulina</i> sp. yang akan berpengaruh pada pola pertumbuhan populasi, khususnya saat masa puncak. Tiap perlakuan menunjukkan pola pertumbuhan dan laju pertumbuhan relatif populasi <i>Spirulina</i> sp. setelah perlakuan.

3.	Lutama et al., / Uji Efektivitas Pertumbuhan <i>Spirulina</i> sp. Pada Limbah Cair Tahu yang Diperkaya Urea dan Super Phospate 36 (SP 36)	Universitas Jember	<i>Spirulina</i> sp.	Rancangan Acak Kelompok (RAK)	Secara keseluruhan perlakuan menunjukan hasil lebih baik daripada perlakuan control atau media zarouk. Kecepatan tumbuh <i>Spirulina</i> sp. dipengaruhi oleh dua faktor utama. Faktor pertama adalah sumber nutrisi dan energy, sedangkan faktor kedua adalah faktor lingkungan seperti pH, suhu, dan salinitas.	Berdasarkan penelitian tersebut, penggunaan media limbah cair tahu 30% tanpa penambahan urea dan SP 36 lebih disarankan sebagai media <i>Spirulina</i> sp. sebab media tersebut memberikan biomassa tertinggi diantara perlakuan yang lain.
4.	Handajani (2006) / Pemanfaatan Limbah Cair Tahu sebagai Pupuk Alternatif pada Kultur Mikroalga <i>Spirulina</i> sp.	Universitas Muhammadiyah Malang	<i>Spirulina</i> sp.	Rancangan Acak Lengkap (RAL)	Pemberian limbah cair tahu dengan dosis berbeda ternyata memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap laju pertumbuhan relatif populasi <i>Spirulina</i> sp	Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka ada beberapa saran yang perlu disampaikan antara lain : Untuk kultur <i>Spirulina</i> sp. apabila menggunakan limbah cair tahu pada media tumbuhnya maka dosis yang sebaiknya dipakai adalah 31 ml/l. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang kultur <i>Spirulina</i> sp secara massal dengan pemakaian limbah cair tahu sebagai pupuk alternatif .



3 MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah penggunaan pupuk organik dari limbah sayur kubis dengan proses fermentasi terhadap kelimpahan mikroalga *Spirulina* sp. Kualitas air pada media kultur mempengaruhi pertumbuhan, sehingga analisa kualitas air menjadi parameter pendukung kelimpahan *Spirulina* sp. Analisa tersebut terdiri dari parameter fisika meliputi suhu dan salinitas; parameter kimia meliputi pH, oksigen terlarut, alkalinitas, nitrat dan fosfat. Sedangkan parameter biologi perhitungan kelimpahan mikroalga *Spirulina* sp.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini merupakan metode eksperimen atau percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dosis serta 3 kali ulangan. Penggunaan dosis dengan konsentrasi (0mg/l); (1 mg/l); (2 mg/l) dan (3 mg/l) mengacu pada penelitian sebelumnya (Parman, 2007). Penentuan dosis melihat pada penelitian sebelum dilakukan penelitian inti dan mengetahui apakah dosis yang telah ditentukan dapat memicu kelimpahan plankton, khususnya pada kelimpahan *Spirulina* sp.

Penggunaan data yang digunakan dalam penelitian ini dengan mengambil 2 sumber data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari hasil perhitungan kelimpahan mikroalga *Spirulina* sp. yang dilakukan setiap hari masa kultur serta pengukuran kualitas air yang meliputi suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, nitrat dan orthofosfat. Pada penelitian ini pengukuran kualitas air dilakukan 2 hari sekali sebanyak 8 kali selama masa pertumbuhan plankton dengan waktu selama 14 hari (Susanti *et al.*, 2013). Sedangkan data sekunder



didapatkan dari studi pustaka berupa informasi yang diperoleh dari buku, jurnal, internet serta laporan penelitian sebelumnya.

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian tentang pertumbuhan mikroalga *Spirulina* sp. pada kultur menggunakan pupuk organik limbah kubis dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

3.4 Rancangan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk organik limbah kubis terhadap kelimpahan mikroalga *Spirulina* sp. dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap karena untuk membandingkan dan mendapat perlakuan terbaik akan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Pada penelitian ini menggunakan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan dengan perhitungan:

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

$$(4-1)(3-1) \geq 15$$

$$3r - 3 \geq 15$$

$$3r \geq 15 + 3$$

$$r = 18/3$$

$$= 6/2$$

$$= 3$$

Pengulangan yang dilakukan sebanyak 3 kali dengan 4 perlakuan pada penelitian ini memiliki percobaan sebanyak 12 dengan pengacakan terdapat pada Tabel 3. Konsentrasi yang digunakan dalam penelitian meliputi:

K : tanpa penambahan limbah sayur kubis.

A : penambahan limbah sayur kubis dengan konsentrasi 1 mg/L.

B : penambahan limbah sayur kubis dengan konsentrasi 2 mg/L.

C : penambahan limbah sayur kubis dengan konsentrasi 3 mg/L.



Perhitungan konsentrasi pupuk organik limbah kubis yang digunakan terdapat pada **Lampiran 3**.

Tabel 2. Denah Penelitian

C1	B3	K3	B1
A3	C1	K1	A2
B2	A1	C2	K2

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian meliputi penelitian pendahuluan kemudian mengambil limbah sayur kubis sampai pada pembuatan pupuk organik, sterilisasi alat yang digunakan dan bahan berupa air laut sebagai media kultur serta dilakukan prosedur pengukuran dan analisa parameter kualitas air, kultur mikroalga *Spirulina* sp., pengamatan dan perhitungan kelimpahan *Spirulina* sp.

3.5.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan selama kurang lebih 7 hari, dengan melakukan 4 perlakuan. Konsetrasi yang digunakan pun sesuai dengan hasil pehitungan yaitu: 0 ppm, 1 ppm, 2 ppm, dan 3 ppm. Kepadatan stok *Spirulina* sp. diperoleh dari hasil pengamatan *Spirulina* sp. sebelum pemberian perlakuan.

Pada uji pendahuluan didapatkan kepadatan sebesar 113×10^4 dan bibit yang akan ditebar adalah sebanyak 23,5 ml dalam media sebanyak 500 liter. Hasil yang didapatkan dari pengamatan penelitian pendahuluan ini adalah saat pengambilan sampel dan diamati di atas mikroskop, *Spirulina* sp baru terlihat pada hari ke 3. Namun *Spirulina* sp. terlihat mengalami pertumbuhan meski yang didapat tidak terlalu signifikan. Bibit yang ditebar terlalu sedikit untuk media



sebanyak 500 liter. Kemudian dilakukan perhitungan kepadatan stok *Spirulina* sp. lagi sebanyak 3 kali. Hasil yang diperoleh adalah penambahan penebaran bibit saat penelitian sesungguhnya.

a) Pengambilan Sampel Tanah

Tanah yang digunakan sebagai media pada kultur diambil dari tanah kolam yang berada di Kepanjen. Pengambilan pada permukaan tanah dasar kolam setelah dilakukan pengeringan 2-3 hari.

b) Persiapan Media Tanah

Langkah yang dilakukan untuk sterilisasi tanah sebagai media kultur phytoplankton dilakukan dengan menggunakan oven (Martunis, 2012) adalah sebagai berikut:

- Memanaskan oven dengan suhu awal 60 °C
- Meletakkan tanah ke dalam loyang
- Apabila oven telah mencapai suhu 60°C, loyang yang berisi tanah dimasukkan kedalam oven
- Tutup oven, dan suhu dinaikkan hingga 120 °C
- Ditunggu kurang lebih 30 menit
- Angkat loyang, dan matikan oven

c) Pengambilan Limbah Sayur Kubis

Limbah sayur kubis banyak terdapat di pasar Merjosari Malang. Limbah dari kubis langsung diambil untuk pembuatan pupuk organik yang didapatkan dalam keadaan sudah tidak layak jual dan merupakan hasil buangan dari para penjual sayur. Pengambilan limbah kubis ini dapat dimanfaatkan kembali karena masih mempunyai kandungan bahan organik yang tinggi.



d) Pembuatan Pupuk Organik dari Limbah Kubis

Limbah dari kubis yang tidak dimanfaatkan dapat dijadikan sebagai pupuk organik berikut ini adalah tahapan pembuatan pupuk dari limbah kubis (Siboro *et al.*, 2013) dengan modifikasi:

- Menyiapkan kubis yang akan dibuat pupuk sebanyak 1 kg.
- Mencuci serta menghaluskan limbah kubis dengan merajang menjadi kecil-kecil dan memasukkannya ke dalam ember.
- Menambahkan 1 ml/L larutan EM4.
- Menambahkan molase 1 ml/L.
- Mengaduk campuran bahan pada ember selama 5-10 menit.
- Setelah 7 hari akan didapatkan pupuk organik.
- Selanjutnya pupuk siap untuk digunakan.

e) Sterilisasi Alat (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995)

Langkah-langkah yang dilakukan pada sterilisasi alat adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan alat-alat berukuran besar yang akan digunakan untuk kultur mikroalga seperti erlenmeyer besar, toples, bak, botol galon.
- Menyiapkan air dan *chlorin* sebanyak 150mg/L untuk merendam peralatan selama 12-24 jam.
- Menetralkan *chlorin* pada alat dengan menggunakan Na-Thiosulfat 40-50 mg/L dan dibilas menggunakan air tawar sampai bersih.

f) Sterilisasi Air Laut sebagai Media Kultur (Ekawati, 2005)

Langkah-langkah yang digunakan untuk melakukan sterilisasi media kultur adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan air laut sebagai media kultur.
- Mensterilkan air laut menggunakan *chlorin* 60 mg/L selama 1 jam.



- Menetralkan kandungan *chlorin* menggunakan Na-Thiosulfat sebanyak 20 mg/L untuk menghilangkan sisa-sisa *chlorin* dalam air laut.
- Media Air laut disimpan dalam wadah yang tidak tembus cahaya agar tidak ditumbuhi lumut.
- Media dapat digunakan untuk kultur.

3.5.2 Persiapan Penelitian

a) Persiapan Wadah dan Alat Penunjang Lainnya

Menyiapkan bak dengan diameter 23 sebanyak 12 buah dan peralatan lainnya yang sudah disterilisasi.

b) Persiapan Media Kultur

- Menyiapkan bak yang sudah steril.
- Meletakkan masing-masing bak secara acak sesuai perlakuan
- Memasukkan media tanah dengan tinggi 2 cm dan air laut sebanyak 4 liter ke setiap bak.
- Memasukkan pupuk organik dari limbah kubis ke setiap bak dengan dosis yang telah ditentukan.
- Melakukan penebaran bibit *Spirulina* sp. dengan kelimpahan yang sudah ditentukan
- Mengamati kelimpahan dengan menggunakan mikroskop pada perbesaran 10x.
- Mengamati parameter kualitas air yaitu: suhu, DO, pH, salinitas, alkalinitas, amonium, nitrat, dan orthofosfat.



c) Persiapan Bibit Kultur (Ekawati, 2005)

Bibit *Spirulina* sp. yang diambil dari stok dihitung kepadatan tebarannya dengan menggunakan rumus:

$$V1 = \frac{N2 \times V2}{N1}$$

Keterangan:

V1 = Volume bibit untuk penebaran awal (ml)

N1 = Kepadatan bibit/ stok *Spirulina* sp.(unit/ ml)

V2 = Volume media kultur yang dikehendaki (ml)

N2 = Kepadatan bibit *Spirulina* sp. yang dikehendaki (unit/ ml)

Kepadatan stok *Spirulina* sp. diperoleh dari hasil pengamatan *Spirulina* sp.

sebelum pemberian perlakuan. Media kultur yang digunakan pada penelitian sebanyak 500 ml dengan kepadatan kultur yang diinginkan sebesar 1×10^4 dimasukan ke dalam erlenmeyer volume 500 ml. Adapun perhitungan bibit yang akan digunakan untuk kultur sebagai berikut:

$$\text{Kepadatan} = \frac{n}{5} \times 25 \times 10^4$$

$$= \frac{16}{5} \times 25 \times 10^4$$

$$= 80 \times 10^4$$

$$V1 = \frac{V2 \times N2}{N1}$$

$$= \frac{4000 \times 10^4}{80 \times 10^4}$$

$$= 50 \text{ ml}$$



d) Memasukkan *Spirulina* sp. ke dalam wadah percobaan

Bibit *Spirulina* sp. didapatkan dari Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Situbondo Jawa Timur kemudian dimasukkan dalam wadah percobaan yang sudah disterilkan dan diisi dengan media tanah serta air laut. Adapun langkah-langkah sebagai berikut:

- Menyiapkan bibit *Spirulina* sp. sebanyak 50 ml.
- Menyiapkan bibit yang akan dimasukkan ke dalam wadah percobaan sebanyak yang diinginkan dari setiap wadah.
- Bibit yang dimasukkan sesuai dengan perhitungan pada metode kultur di BPBAP Situbondo.

3.5.3 Pelaksanaan Penelitian

a. Kultur Mikroalga *Spirulina* sp.

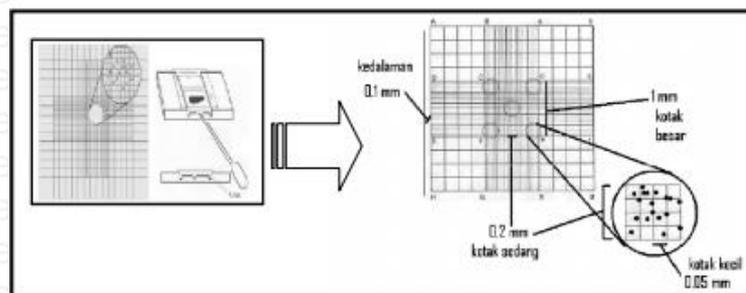
Adapun pelaksanaan 1 penelitian penggunaan pupuk limbah kubis dalam pertumbuhan mikroalga sebagai berikut:

- Meletakkan secara acak wadah bak sesuai dengan rancangan percobaan sebelumnya.
- Memasukkan media air laut kedalam setiap wadah.
- Menambahkan limbah kubis dalam bentuk pupuk organik dengan dosis yang sudah ditentukan.
- Mengamati pertumbuhan mikroalga dimulai hari pertama penebaran.
- Mengamati parameter kualitas air yang dilakukan selama 2 hari sekali.
- Menghitung kelimpahan *Spirulina* sp. setiap hari.



b. Mengamati Pertumbuhan *Spirulina* sp.

Perhitungan kelimpahan mikroalga *Spirulina* sp. dilakukan untuk mengetahui perkembangan pertumbuhan selama pelaksanaan penelitian yaitu selama 14 hari. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler, *haemocytometer*, *handtally counter* sebagai alat bantu untuk menghitung kelimpahan mikroalga *Spirulina* sp. Perhitungan menggunakan *haemocytometer* pada Gambar 4.



Gambar 1. *Haemocytometer* (Ochthreeani, et al.,2014)

Haemocytometer merupakan suatu alat terbuat dari gelas yang di bagi menjadi kotak-kotak pada dua tempat bidang pandang. Kotak tersebut berbentuk bujur sangkar dengan sisi 1 mm dengan kedalaman 0,1 mm sehingga apabila di tutup dengan cover glass volume ruangan yang terdapat di atas bidang bergaris adalah 0,1 mm atau 1 ml. Kotak bujur sangkar mempunyai sisi 1 mm tersebut dibagi lagi menjadi 25 buah kotak bujur sang tengah masing-masing terbagi lagi menjadi 16 kotak bujur sangkar bagian sudut (Prayogo dan Arifin, 2015).

Perhitungan menggunakan rumus yang mengambil 5 buah kotak pada penampang *haemocytometer*. Pada setiap kotakk dihitung kelimpahannya dan dijumlahkan. Perhitungan tersebut sesuai dengan pendapat Cresswel (2010), menggunakan rumus sebagai berikut:



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

Keterangan:

n = total sel hasil perhitungan

25 = faktor divisi berdasarkan persentase dari masing-masing kisi perhitungan.

Pada penelitian ini menggunakan 5 titik di tengah sehingga 25.

10^4 = Estimasi air yang ditemukan dalam *haemocytometer* pada penemuan n (jumlah plankton)

3.6 Pengukuran dan Analisa Kualitas Air

Kegiatan penelitian kultur plankton sangat ditentukan oleh media hidupnya yang akan menunjang pertumbuhan selain itu seperti faktor kimia dan fisika juga sangat berpengaruh yang meliputi suhu; faktor kimia meliputi salinitas, pH, oksigen terlarut, nitrat dan orthofosfat selain itu bibit unggul juga harus diperhatikan.

3.6.1 Suhu

Menurut Hariyadi et al., (1992), penukuran suhu dengan menggunakan alat yaitu thermometer Hg. Pengukuran suhu dilakukan dengan cara:

1. Mencelupkan thermometer Hg ke dalam perairan
2. Membiakan selama kurang lebih 3 menit
3. Membaca skala pada thermometer Hg ketika masih didalam air
4. Mencatat hasil pengukuran dalam skala °C

3.6.2 Salinitas

Menurut Effendi (2003), langkah-langkah untuk mengukur kadar salinitas adalah sebagai berikut:

1. Mengkalibrasi terlebih dahulu Refraktometer yang akan digunakan
2. Mengambil air sampel dengan pipet tetes



3. Mengangkat tutup kaca prisma dan meneteskan 1-2 tetes air sampel kemudian ditutup kembali kaca prisma perlahan agar tidak terbentuk gelembung.
4. Mengarahkan alat refraktometer ke sumber cahaya dan melihat nilai salinitas yang terukur melalui kaca pengintai.

3.6.3 Derajat Keasaman (pH)

Menurut Standart Nasional Indonesia (2004), pengukuran pH pada penelitian ini dilakukan menggunakan pH meter dengan cara sebagai berikut:

1. Meringkikan pH meter menggunakan kertas tisu selanjutnya bilas pH meter dengan aquades.
2. Membilas pH meter dengan contoh uji.
3. Mencelupkan pH meter ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
4. Mencatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter.

3.6.4 Oksigen terlarut

Pengukuran oksigen terlarut dengan menggunakan DO meter MENURUT Sstandart Nasional Indonesia (2004) adalah sebagai berikut :

1. Menekan tombol "ON" pada DO meter.
2. Mengkalibrasi ujung batang menggunakan akuades agar tidak terkontaminasi dengan sample sebelumnya.
3. Mencelupkan batang pada DO meter ke air perairan.
4. Melihat angka yang ditunjukkan pada layar dan dicatat dengan satuan mg/liter.
5. Mengkalibrasi ujung batang menggunakan akuades agar netral kembali.



3.6.5 Alkalinitas

Prosedur pengukuran alkalinitas menurut Hariyadi *et al.*, (1992) adalah sebagai berikut :

1. Mengambil 50 ml air sampel, memasukkan ke dalam erlemeyer.
2. Menambahkan 2 tetes indikator pp :
 - a. Apabila terbentuk warna pink maka segera dititrasi dengan HCl atau H_2SO_4 0,02 N sampai terbentuk warna bening (tidak berwarna).
Mencatat titran yang digunakan (misal : a ml)
3. Menghitung alkalinitas dengan rumus :

$$\text{Alkalinitas (mg/l)} = \frac{N \text{ titran} \times V \text{ titran} \times \frac{100}{2} \times 1000}{\text{mL air sampel}}$$

3.6.6 Nitrat

Adapun langkah-langkah pengukuran nitrat menurut Boyd (1992), adalah sebagai berikut:

1. Menyaring sampel 12,5 ml dan menuangkan kedalam cawan porselen.
2. Memanaskan cawan berisi sampel diatas *hot plate* hingga kering terbentuk kerak kemudian didinginkan.
3. Menambahkan 1 ml asam fenol disulfonik aduk dengan spatula.
4. Mengencerkan dengan 10ml aquades.
5. Menambahkan dengan meneteskan NH_4OH sampai terbentuk warna kuning.
6. Mengencerkan dengan aquades sampai 12,5 ml lalu masukkan kedalam cuvet.
7. Membandingkan dengan larutan standart pembanding yang telah dibuat dengan spektrofotometer (dengan panjang gelombang 410 μm).



3.6.7 Orthofosfat

Adapun langkah-langkah pengukuran orthofosfat menurut Boyd (1992), adalah sebagai berikut:

1. Mengambil air sampel sejumlah 25 ml air sampel dengan menggunakan kertas saring.
2. Menambahkan dengan 1 ml amonium molybdate, aduk.
3. Menambahkan 3-5 tetes SnCl_2 , aduk diamkan 15 menit.
4. Membandingkan dengan larutan standart pembanding yang telah dibuat dengan spektrofotometer (dengan panjang gelombang $690\mu\text{m}$).

3.7 Analisis Data

Analisis yang digunakan pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Tersarang dengan menggunakan ANOVA. Uji anova bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh pemberian pupuk organik limbah kubis dengan konsentrasi berbeda pada *Spirulina* sp.. Apabila dari analisa keragaman diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata, maka untuk membandingkan nilai dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Uji BNT dilakukan untuk mengetahui perlakuan mana saja yang memiliki perbedaan. Model rancangan ini menurut Sudjana (1994) sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + A(i) + B_j(i) + \epsilon(ij)$$

$$i = 1, 2, \dots, a$$

$$j = 1, 2, \dots, b$$

$$k = 1, 2, \dots, r$$

Keterangan :

Y_{ij} : Pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ : Rata-rata umum

$A(i)$: Pengaruh perlakuan ke j



- Bj(i) : Pengaruh j yang ada dalam i
- ε(ij) : Pengaruh acak pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Berikut adalah tabel analisis ragam untuk rancangan acak lengkap pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Analisa Ragam

SK	DB	JK	KT	Fhit	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	a-1					
Waktru dalam perlakuan	a(b-1)					
Galat	ab(r-1)					
Total	abr-1					

Kesimpulan:

- Jika Fhitung > Ftabel 5% dan Ftabel 1% maka perlakuan berbeda sangat nyata.
- Jika Fhitung > Ftabel 5% tetapi lebih kecil dibanding Ftabel 1 % maka berbeda nyata.
- Jika Fhitung < Ftabel 5% dan Ftabel 1% maka tidak berbeda.

Apabila dalam kesimpulan analisa diperoleh hasil berbeda nyata atau berbeda sangat nyata, maka harus dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dari masing-masing perlakuan. Rumus perhitungan uji BNT sebagai berikut :

$$BNT (5\%) = t_{0,05/2} (DBG) \times \frac{\sqrt{2KTG}}{rb}$$

Kesimpulan:

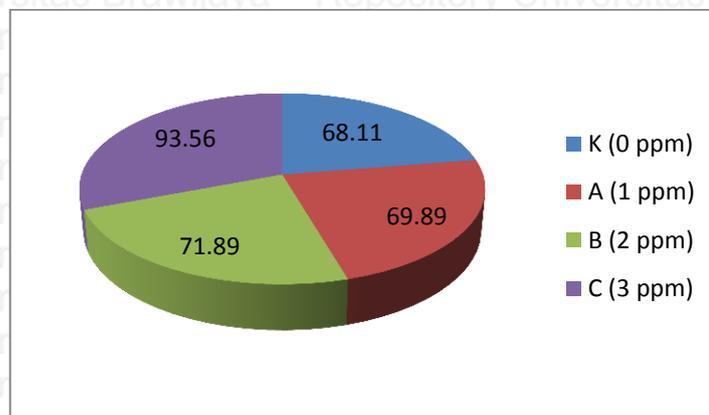
- Jika nilai uji BNT > selisih rata-rata maka tidak ada pengaruh yang nyata (tidak berbeda nyata).
- Jika nilai uji BNT < selisih rata-rata maka diantara kedua perlakuan ada pengaruh yang nyata (berbeda nyata).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kelimpahan Mikroalga *Spirulina* sp.

Perhitungan kelimpahan *Spirulina* sp. dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan *Spirulina* sp. Perhitungan kelimpahan ini dilakukan dengan menggunakan mikroskop, haemocytometer, cover glass dan *handtally counter* sebagai alat bantu untuk menghitung jumlah kepadatan *Spirulina* sp. Perhitungan kelimpahan dilakukan untuk mengetahui pengaruh dan mengetahui konsentrasi terbaik pemberian pupuk organik limbah kubis yang dapat menghasilkan populasi *Spirulina* sp. Perhitungan kelimpahan dilakukan selama 15 hari pada setiap perlakuan. Penelitian ini dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali dengan 4 perlakuan. Data kelimpahan sel secara keseluruhan dapat dilihat pada **Lampiran**

3. Nilai kelimpahan mikroalga *Spirulina* sp. dapat dilihat pada **Gambar 4.**



Gambar 4. Kelimpahan *Spirulina* sp. dengan kepadatan $n \times 10^4$

Pada hasil perhitungan kelimpahan mikroalga didapatkan hasil dengan nilai kelimpahan tertinggi berada pada pemberian pupuk organik limbah kubis dengan perlakuan C dosis 3 ppm sebanyak $206,67 \times 10^4$ sel/mL, sedangkan kelimpahan terendah berada pada pemberian pupuk organik limbah kubis



dengan dosis 0 ppm sebanyak $5,00 \times 10^4$ sel/mL. Kondisi tinggi dan rendahnya laju pertumbuhan pada kelimpahan *Spirulina* sp. dikarenakan perbedaan nutrisi pada setiap perlakuan serta adanya penyerapan nutrisi lebih yang digunakan untuk pergerakan sel dan proses pertumbuhan. Pada data kelimpahan rata-rata *Spirulina* sp. pada gambar diatas perlu adanya uji lanjutan yakni Uji F dengan pola tersarang yang kemudian diperoleh hasil seperti pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Analisa Varian (ANOVA)

SK	DB	JK	KT	F hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	27526.64	9175.55	11.28**	2.68	3.95
waktu dlm perlakuan	56	374411.31	6685.92	8.22**	1.43	1.66
Galat	120	97633.33	813.61			
Total	179					

Keterangan : * berbeda nyata
** berbeda sangat nyata

Hasil perhitungan ANOVA pada Tabel 3, menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik limbah kubis berpengaruh nyata terhadap kelimpahan *Spirulina* sp. selama penelitian. Hal ini dapat dilihat dari nilai F Tabel 5% (2,68) < F Hitung (11,28) > F Tabel 1% (3,91), yang berarti terima H_1 yang artinya dengan pemberian pupuk organik limbah kubis dengan konsentrasi berbeda memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap kelimpahan *Spirulina* sp.

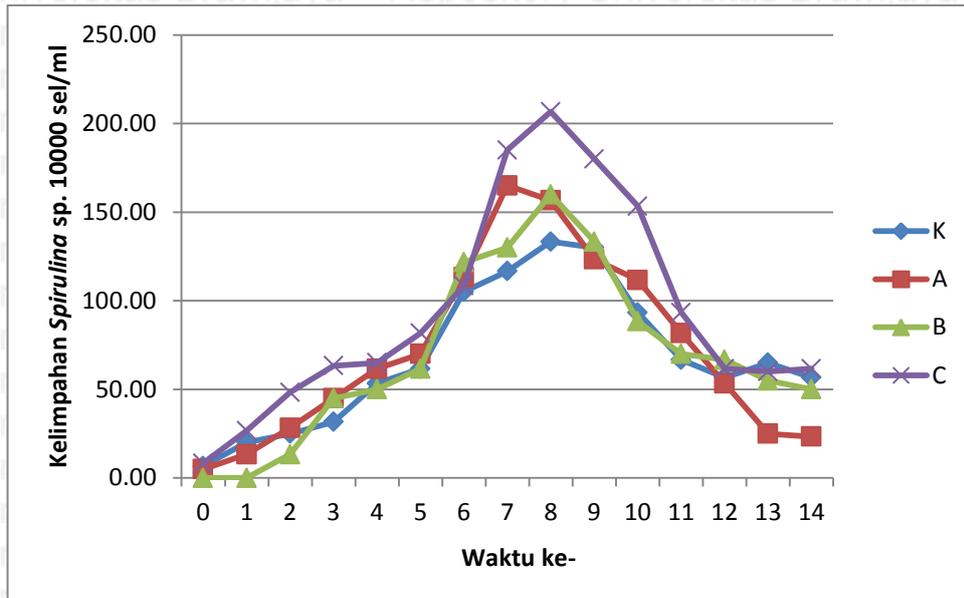
Selanjutnya, untuk mengetahui pemberian pupuk organik limbah kubis dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kelimpahan *Spirulina* sp. dilakukan dengan uji BNT yang disajikan pada **Tabel 5**.

**Tabel 5.** Hasil Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

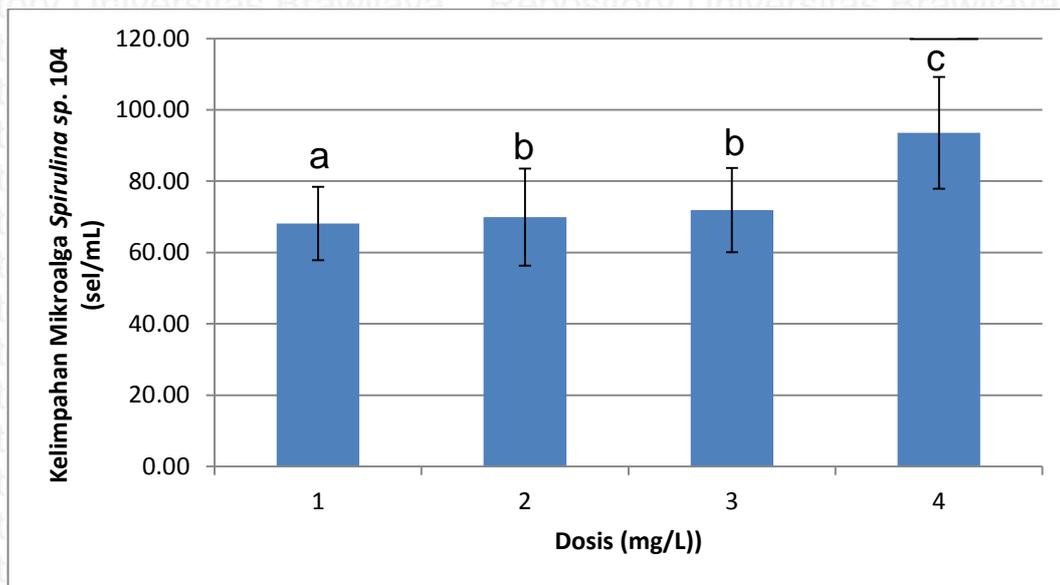
Perlakuan	Rata-rata	K	A	B	C	Notasi
		61.00	70.10	71.88	77.94	
K	61.00	-				a
A	70.10	9.10*	-			b
B	71.88	10.88	1.78 ^{tn}	-		b
C	77.94	16.94	7.84	6.06 ^{tn}	-	C

Keterangan: tn = tidak nyata, *nyata pada taraf BNT 5%

Berdasarkan pada Tabel 4, diketahui bahwa perlakuan A (1 ppm) dengan perlakuan B (2 ppm) memiliki notasi yang sama sehingga perlakuan tersebut tidak berbeda, sedangkan perlakuan Kontrol (0 ppm) dan C (3 ppm) memiliki notasi yang berbeda, sehingga perlakuan tersebut berbeda nyata. Dari hasil tabel uji BNT diatas diketahui bahwa perlakuan kontrol menunjukkan kelimpahan *Spirulina* sp. terendah dibandingkan dengan perlakuan lain. Adanya penambahan dosis dapat mempengaruhi jumlah kelimpahan *Spirulina* sp., semakin tinggi dosis yang diberikan maka semakin tinggi kelimpahan *Spirulina* sp. Hasil nilai rata-rata, kelimpahan tertinggi pada perlakuan C yaitu perlakuan dengan pemberian konsentrasi pupuk organik limbah kubis 3 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi pupuk organik limbah kubis dengan konsentrasi 3 ppm memberikan pengaruh lebih baik dalam hal kelimpahan selama 14 hari dibandingkan perlakuan lainnya. Untuk mengetahui pengaruh kelimpahan *Spirulina* sp. dari waktu ke waktu sebagai akibat dari pemberian konsentrasi pupuk organik limbah kubis yang berbeda dapat dilihat pada **Gambar 5**. Dan regresi hubungan pengaruh pupuk dengan kelimpahan dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 5. Kelimpahan populasi *Spirulina* sp.



Gambar 6. Regresi Pengaruh Dosis Pupuk terhadap Kelimpahan *Spirulina* sp.

Perbedaan kelimpahan pada tiap perlakuan menghasilkan bahwa *Spirulina* sp. mampu memanfaatkan nutrisi yang ada di dalam pupuk organik tersebut untuk tumbuh. Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *Spirulina* sp. adalah nutrisi dan unsur hara. Nutrisi merupakan salah satu faktor yang berpengaruh pada komposisi biokimia algae (Utomo *et al.*, 2005)



Perbedaan kelimpahan disebabkan karena pengaruh pemberian pupuk organik limbah kubis dengan dosis yang berbeda, sehingga nutrisi yang terkandung disetiap perlakuan juga berbeda. Menurut Widianingsih (2008), menjelaskan bahwa kualitas kandungan nutrisi *Spirulina* sp. berkaitan dengan komposisi nutrisi di media kultur dan parameter kualitas airnya. Kandungan nutrisi pada media memegang peranan penting dalam pertumbuhan *Spirulina* sp. sama halnya dengan tanaman tingkat tinggi yang dalam hidup dan pertumbuhannya sangat memerlukan unsur hara (nutrisi) baik itu unsur hara makro maupun mikro (Subarijanti, 1990). Media yang digunakan pada saat penelitian sangat berpengaruh terhadap kelimpahan *Spirulina* sp. dengan ini dapat diketahui pada dosis berapakah *Spirulina* sp. dapat tumbuh dengan baik, dengan memanfaatkan nutrisi yang ada pada pupuk organik dari limbah kubis tersebut.

Data yang didapat selama penelitian hampir menunjukkan pola yang sama dari tiap perlakuan. *Spirulina* sp. mengalami 4 fase kultivasi yaitu fase adaptasi, eksponensial, stasioner dan kematian. Pada hari ke-1 sampai hari ke-3 *Spirulina* sp. masih mengalami fase adaptasi yaitu fase penyesuaian diri terhadap lingkungan baru setelah media kultur diberi pupuk atau nutrisi. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), selama pada fase adaptasi, kultur alga menyesuaikan diri terhadap kondisi, laju pertumbuhan dan akan meningkat dengan waktu kultivasi.

Pengamatan pada hari ke-4 setiap perlakuan mengalami peningkatan jumlah populasi *Spirulina* sp. atau disebut dengan fase eksponensial, yaitu *Spirulina* sp. mengalami pembelahan sel dan laju pertumbuhan tetap. Pada kondisi kultur yang optimum, laju pertumbuhan pada fase ini mencapai maksimal. Kelimpahan *Spirulina* sp. mencapai puncak pada hari ke-8, maka tidak terjadi penambahan jumlah lagi karena laju reproduksi sama dengan laju kematian atau



fase stasioner. Penambahan dan pengurangan jumlah sel relatif sama atau seimbang sehingga kelimpahan alga tetap. Fase stasioner terjadi dikarenakan jumlah pertumbuhan sel fitoplankton dalam media kultur semakin banyak, namun jumlah kandungan nutrisi dalam media kultur semakin menurun (Rizky *et al.*,2012). Fase kematian yang mana laju kematian lebih tinggi dari pada laju pertumbuhan sehingga kelimpahan menurun.

Menurut Rusyani (2011), terjadi penurunan jumlah sel dikarenakan kandungan nutrisi di media kultur berada dalam jumlah yang terbatas. Pada awal kultur, kandungan nutrisi masih tinggi, yang dimanfaatkan oleh masing-masing fitoplankton untuk melakukan proses pertumbuhan. Peningkatan jumlah sel akan terhenti pada satu titik puncak populasi, pada titik tersebut kebutuhan nutrisi menjadi semakin banyak, sedangkan kandungan nutrisi dalam media semakin menurun karena tidak dilakukannya penambahan nutrisi yang berasal dari pupuk yang digunakan dalam penelitian. Terjadi persaingan memperebutkan tempat hidup karena semakin banyak jumlah sel dalam media kultur. Menurut Fogg (1975), adanya bayangan populasi dari selnya sendiri (*self shading*) juga menyebabkan berkurangnya intensitas cahaya yang diserap sehingga dapat mengakibatkan kematian. Faktor inilah yang mempengaruhi kematian individu dan sekaligus memperkecil jumlah sel-sel yang tumbuh, sehingga setelah mengalami puncak akan mengalami penurunan jumlah sel.

Setelah mengalami fase puncak selanjutnya mengalami penurunan kelimpahan pada hari ke-9, hal ini dipengaruhi karena media kultur tidak diberi pupuk organik sehingga nutrisi yang bisa dimanfaatkan hanya sedikit untuk pertumbuhan. Menurut Hadajani (2006), dalam penelitiannya menjelaskan bahwa peningkatan kelimpahan *Spirulina* sp. dalam setiap perlakuan berbeda-beda, hal ini disebabkan karena adanya perbedaan kandungan nutrisi pada



media kultur. Hasil penelitian dapat dilihat, kelimpahan sel *Spirulina* sp. tertinggi didapat pada perlakuan C (3 ppm). Besarnya kelimpahan sel *Spirulina* sp. pada perlakuan C (3 ppm) dikarenakan dosis yang diberikan dalam jumlah yang cukup, sehingga *Spirulina* sp. dapat memanfaatkan nutrisi lebih efektif dibandingkan dengan perlakuan yang lain.

4.2 Parameter Kualitas Air

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton selama kultur adalah kualitas air. Parameter Kualitas air yang diukur sebagai faktor pendukung penelitian meliputi suhu, salinitas, oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH), alkalinitas, nitrat (NO_3^-), dan orthofosfat (H_2PO_4^-). Hasil pengukuran data kualitas air secara lengkap dapat dilihat pada **Lampiran 4**.

4.2.1 Suhu

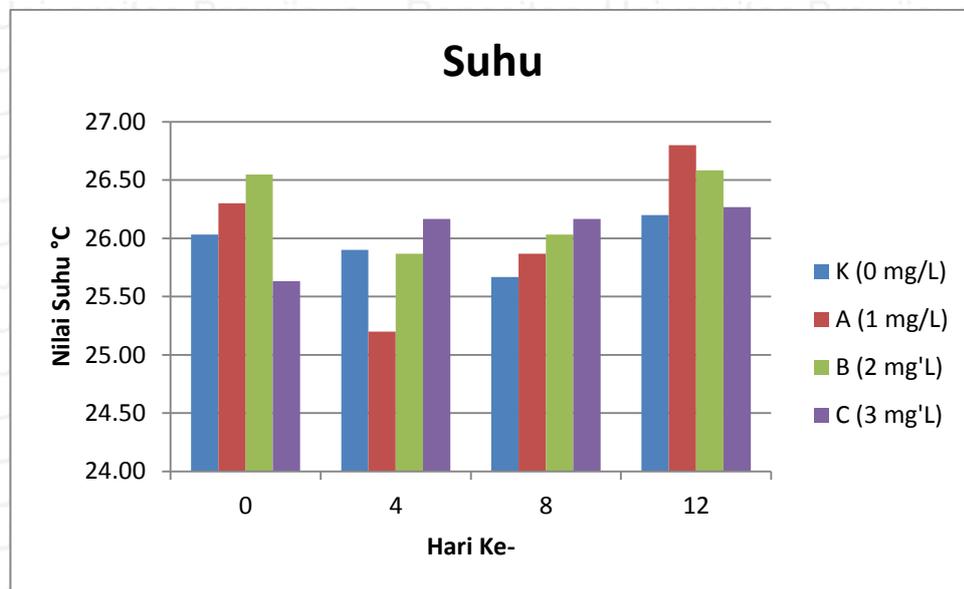
Pengukuran suhu selama penelitian berkisar antara 25,20 – 26, 80°C, perubahan suhu pada saat penelitian masih dalam batas toleransi, dimana *Spirulina* sp. masih dapat hidup. Kisaran suhu yang optimum untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. 20-30°C (Hariyati, 2008). Menurut Odum (1973), walaupun suhu bervariasi di dalam air tidak sebesar di udara, suhu merupakan salah satu faktor pembatas karena organisme akuatik sering kali mempunyai toleransi yang sempit sehingga dapat mempengaruhi kehidupan akuatik. Kondisi dibawah atau diatas suhu optimal akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan organisme. Bahkan pada suhu yang ekstrim, organisme mungkin akan mengalami kematian (Wahyudi, 1999). Menurut Effendi (2003), peningkatan suhu disertai dengan penurunan kadar oksigen terlarut sehingga keberadaan oksigen sering kali tidak mampu memenuhi kebutuhan oksigen bagi organisme akuatik untuk melakukan proses metabolisme dan respirasi. Hasil rata-rata suhu dalam penelitian dapat dilihat pada **Tabel 6**.



Tabel 6. Hasil rata-rata suhu dalam penelitian

Hari ke-	Perlakuan			
	K (0 mg/L)	A (1 mg/L)	B (2 mg/L)	C (3 mg/L)
0	26.03	26.30	26.55	25.63
4	25.90	25.20	25.87	26.17
8	25.67	25.87	26.03	26.17
12	26.20	26.80	26.58	26.27

Gambaran lebih jelasnya mengenai hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada **Gambar 7.**



Gambar 7. Grafik rata-rata suhu selama penelitian

Suhu pada media kultur mulai mengalami penurunan pada hari ke-4 dan turun hari ke-12 dengan konsentrasi suhu tertinggi terjadi pada perlakuan A (1 mg/L) pada hari ke-12 yakni sebesar 26,80 °C dan konsentrasi suhu terendah pada perlakuan A (1 mg/L) pada hari ke-4 yakni sebesar 25,20 °C. Hal ini dikarenakan perbedaan intensitas matahari yang sampai pada tiap-tiap bak perlakuan karena penggunaan sistem lingkungan tidak terkontrol (*outdoor*) sehingga sinar matahari cukup berpengaruh dalam penentuan konsentrasi suhu.



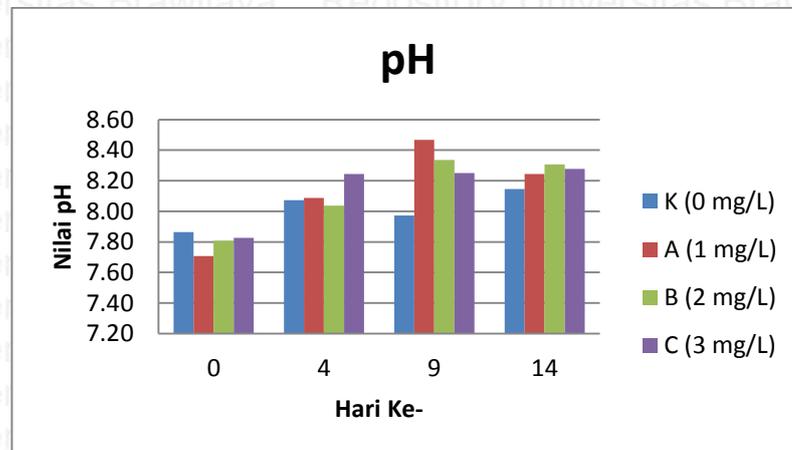
4.2.2 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor penting selain suhu, salinitas, pada kultur mikroalga. Adapun hasil pengukuran suhu rata-rata pH pada kultur *Spirulina* sp. selama penelitian dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Nilai rata-rata pengukuran pH selama penelitian

Hari ke-	Perlakuan			
	K (0 mg/L)	A (1 mg/L)	B (2 mg/L)	C (3 mg/L)
0	7.86	7.71	7.81	7.83
4	8.07	8.09	8.04	8.24
8	7.97	8.47	8.34	8.25
12	8.15	8.24	8.31	8.28

Gambaran lebih jelasnya mengenai nilai rata-rata hasil pengukuran pH selama penelitian dapat dilihat pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Grafik rata-rata pH selama penelitian

pH merupakan kelarutan mineral-mineral dalam media kultur dan secara langsung juga berpengaruh pada metabolisme mikroalga (Borowitzka, 1988).

Menurut Prihartini *et al.*, (2005), menyatakan bahwa perubahan pH yang drastis dapat mempengaruhi kerja enzim serta dapat menghambat proses fotosintesis



dan pertumbuhan beberapa mikrolaga. Pengukuran pH saat penelitian dengan menggunakan pH meter berkisar antara 7,53-8,90. Nilai tersebut masih dalam batas toleransi untuk media hidup *Spirulina* sp. karena salah satu dari sifat alga ini adalah dapat hidup dalam kondisi perairan yang sedikit basa. Ciferri (1983). Menyatakan bahwa pH yang baik untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. berkisar antara 7-11. Alga hijau biru tumbuh baik pada pH netral dan lebih mentolerir kondisi basa daripada asam karena alga itu mampu memanfaatkan karbondioksida dengan efisien walau tersedia pada konsentrasi yang sangat rendah (Hariyati, 2008).

Nilai pH pada semua perlakuan berubah-ubah, kondisi pH yang mengalami perubahan bisa terjadi karena adanya proses penguraian bahan organik. Arisa (2013), menyebutkan bahwa jika bahan organik di perairan mengalami penurunan karena adanya proses penguraian maka akan meningkatkan nilai pH, sebaliknya jika bahan organik tinggi maka pH akan turun. Menurut Awalina (2011), adanya peningkatan pH hingga akhir dekomposisi, disebabkan oleh terbentuknya NH₃ selama proses dekomposisi yang bersifat basa. Selain itu, disebabkan juga pengkonversian asam-asam organik menjadi CO₂, serta sumbangan kation-kation basa hasil mineralisasi bahan organik sehingga pH kembali netral.

4.2.3 Salinitas

Salinitas merupakan konsentrasi total ion yang terdapat disuatu perairan, salinitas dinyatakan dalam satuan g/kg atau promil dan dibedakan menjadi 3 yaitu tawar kurang dari 0,5 ppt, perairan payau 0,5 ppt-30 ppt dan air laut 30 ppt-40ppt (Effendi, 2000). Salinitas merupakan salah satu sifat kimia air yang secara langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroalga. Beberapa mikrolaga dapat tumbuh optimal pada salinitas sedikit dibawah habitat

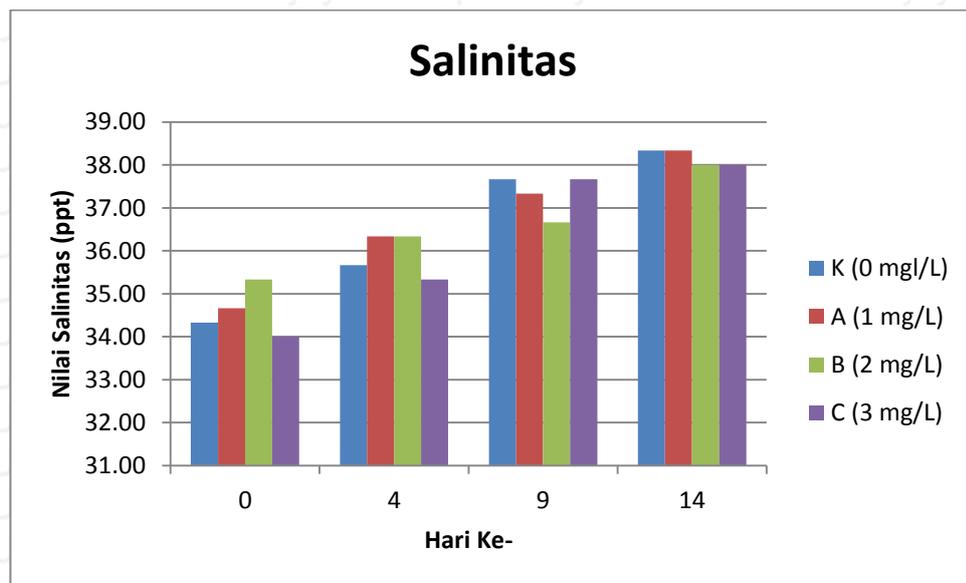


asalnya (Fachrullah, 2011). Hasil perhitungan rata-rata salinitas selama pengamatan *Spirulina* sp. selama kultur dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Nilai Rata-rata Salinitas Selama Penelitian

Hari ke-	Perlakuan			
	K (0 mg/L)	A (1 mg/L)	B (2 mg/L)	C (3 mg/L)
0	34.33	34.67	35.33	34.00
4	35.67	36.33	36.33	35.33
8	37.67	37.33	36.67	37.67
12	38.33	38.33	38.00	38.00

Gambaran lebih jelasnya mengenai rata-rata hasil pengukuran salinitas selama penelitian dapat dilihat pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Grafik rata-rata salinitas selama penelitian

Nilai salinitas selama penelitian berkisar antara 34-39 ppt, masih dalam batas toleransi untuk media tumbuh *Spirulina* sp. nilai salinitas pada semua perlakuan mengalami perubahan selama 14 hari penelitian. Penyebab perubahan nilai salinitas karena adanya proses penguapan dan tidak adanya penambahan air sehingga mengakibatkan salinitas menjadi tinggi seiring dengan



berjalan hari. Salah satu faktor perubahan salinitas akibat adanya masukan air atau faktor suhu yang tinggi ataupun rendah sehingga mengakibatkan proses evaporasi menjadi ikut meningkat sehingga kadar salinitas perairan ikut berubah-ubah. Darley (1982), menyatakan salinitas sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan sebab berhubungan dengan aktifitas osmosis sel. Semakin tinggi tekanan osmotiknya maka salinitas suatu perairan akan semakin tinggi pula dan pertumbuhan alga akan menurun sejalan dengan naiknya salinitas karena proses fotosintesis terhambat (Hariyati, 2008).

4.2.4 Oksigen Terlarut (DO)

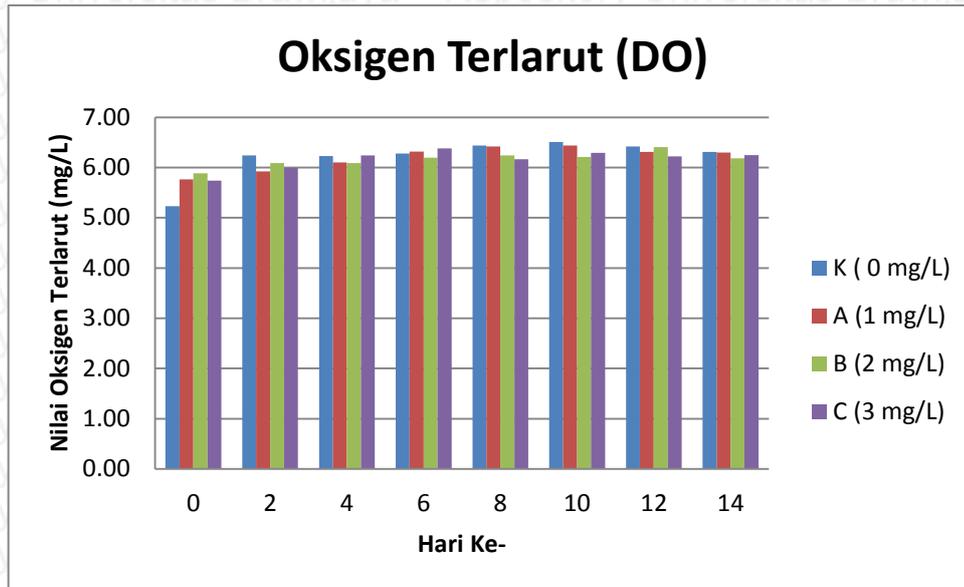
Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas bagi pertumbuhan mikroalga, bila ketersediaannya di dalam air tidak mencukupi untuk kebutuhan biota, maka pertumbuhan biota akan terhambat (Kordi dan Tanjung, 2007). Nilai rata-rata oksigen terlarut pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada

Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Rata-rata Pengukuran Oksigen Terlarut (DO) Selama Penelitian

Hari ke-	Perlakuan			
	K (0 mg/L)	A (1 mg/L)	B (2 mg/L)	C (3 mg/L)
0	5.23	5.76	5.88	5.74
2	6.24	5.93	6.09	6
4	6.23	6.1	6.09	6.24
6	6.28	6.32	6.2	6.38
8	6.44	6.42	6.24	6.17
10	6.51	6.44	6.21	6.29
12	6.42	6.31	6.41	6.22
14	6.31	6.3	6.18	6.25

Gambaran lebih jelasnya mengenai data hasil pengukuran oksigen terlarut (DO) selama penelitian dapat dilihat pada **Gambar 10.**



Gambar 10. Grafik rata-rata oksigen terlarut (DO) selama penelitian

Nilai oksigen terlarut selama pengamatan berkisar antara 5-7 (mg/L) masih dalam batas yang optimum untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. Menurut Kordi dan Tanjung (2007), kandungan oksigen didalam air yang dianggap optimum bagi budidaya biota air adalah 4-10 mg/L. Nilai oksigen terlarut pada awal pengamatan relatif menurun, hal ini dikarenakan adanya penggunaan oksigen untuk proses dekomposisi bahan organik, selanjutnya bahan organik berkurang sehingga penggunaan oksigen untuk dekomposisi juga berkurang yang menyebabkan oksigen terlarut kembali meningkat. Menurut Subarijanti (2005), oksigen juga sangat dibutuhkan mikroorganisme untuk proses dekomposisi. Menurut Murbandono (1999), suplai oksigen yang cukup akan meningkatkan aktivitas mikroorganisme, maka kebutuhan mikroorganisme aerob akan oksigen pun meningkat untuk proses metabolisme.

4.2.5 Nitrat

Nitrat merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama yang berguna bagi pertumbuhan tanaman dan alga.

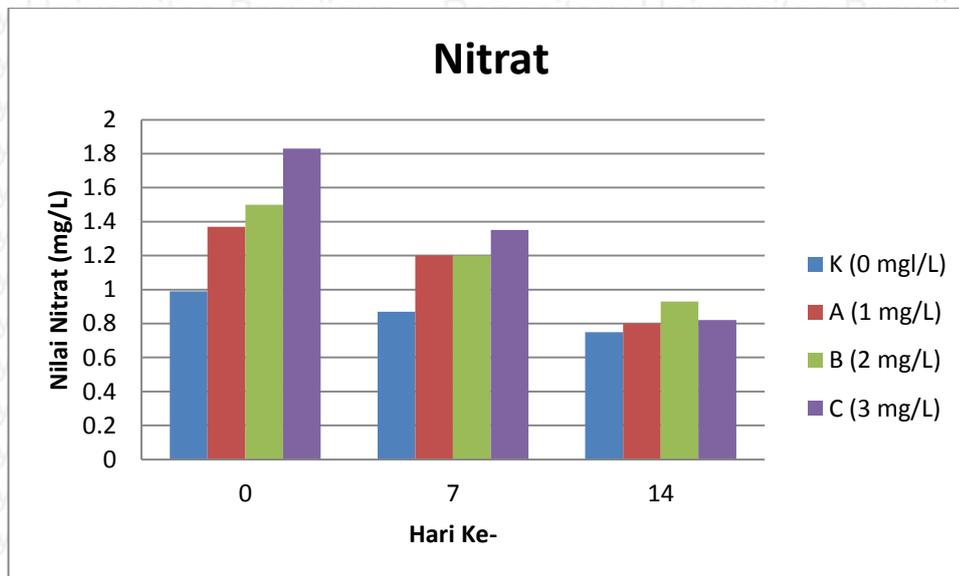


Nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrifikasi merupakan proses oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat oleh organisme. Proses ini penting dalam siklus nitrogen. Fungsi nitrogen yaitu membangun dan memperbaiki jaringan tubuh serta memberikan energi. Tumbuhan dan hewan membutuhkan nitrogen untuk sintesa protein (Effendi, 2003). Nilai pengukuran nitrat selama penelitian dapat dilihat pada **Tabel 10**.

Tabel 10. Nilai rata-rata pengukuran nitrat selama penelitian

Hari ke-	Perlakuan			
	K (0 mg/L)	A (1 mg/L)	B (2 mg/L)	C (3 mg/L)
0	0.99	1.37	1.5	1.83
7	0.87	1.2	1.2	1.35
14	0.75	0.8	0.93	0.82

Gambaran lebih jelasnya mengenai hasil rata-rata pengukuran nitrat dapat dilihat pada **Gambar 11**.



Gambar 11. Grafik rata-rata pengukuran nitrat selama penelitian



Berdasarkan hasil pengukuran nitrat pada penelitian ini didapatkan hasil kisaran nitrat pada semua perlakuan berkisar antara 0,800- 1,830 mg/L. Menurut Mackentum (1969) dalam Astuti *et al.* (2009), untuk pertumbuhan optimal fitoplankton memerlukan kandungan nitrat pada kisaran 0,9-3,5 mg/L. Konsentrasi nitrogen yang rendah merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan sel. Menurunnya kandungan nitrat pada media menyebabkan pertumbuhan sel menjadi terhambat.

Kandungan nitrat diawal pengamatan masih tergolong tinggi karena sel *Spirulina* sp. masih belum berkembang sehingga masih sedikit memerlukan nutrisi bagi pertumbuhannya. Kandungan nitrat yang tinggi juga disebabkan karena nitrat yang ada pada pupuk belum dimanfaatkan oleh *Spirulina* sp. sehingga nilainya masih cenderung tinggi. Perlakuan A, B dan C yang diberikan pupuk organik mengalami penurunan menandakan bahwa nitrat dimanfaatkan oleh *Spirulina* sp. untuk pertumbuhannya, hal ini ditandai dengan bertambahnya jumlah sel dalam tiap perlakuan pada hari ke-4 sampai ke-8. Kandungan nitrat selama penelitian masih dalam batas optimum untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. Menurut Widianingsih (2008), keberadaan kandungan nitrat yang rendah dapat mengakibatkan kematian pada mikroalga, mikroalga membutuhkan kandungan nitrat optimum 0.9-3.5 mg/L untuk pertumbuhannya. Berkurangnya kandungan nitrat pada media kultur mengindikasikan bahwa nutrisi yang ada di media kultur mulai berkurang sehingga nutrisi yang digunakan untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. juga mulai berkurang. Mengakibatkan penurunan kelimpahan sel *Spirulina* sp. karena selama penelitian pemberian pupuk organik limbah kubis sebagai sumber nutrisi bagi *Spirulina* sp. diberikan hanya satu kali. Kandungan nitrat yang berada pada media yang digunakan sebagai sumber makanannya, didapat dari hasil



penguraian sel-sel *Spirulina* sp. yang telah mati yang kemudian dimanfaatkan lagi oleh *Spirulina* sp. secara langsung.

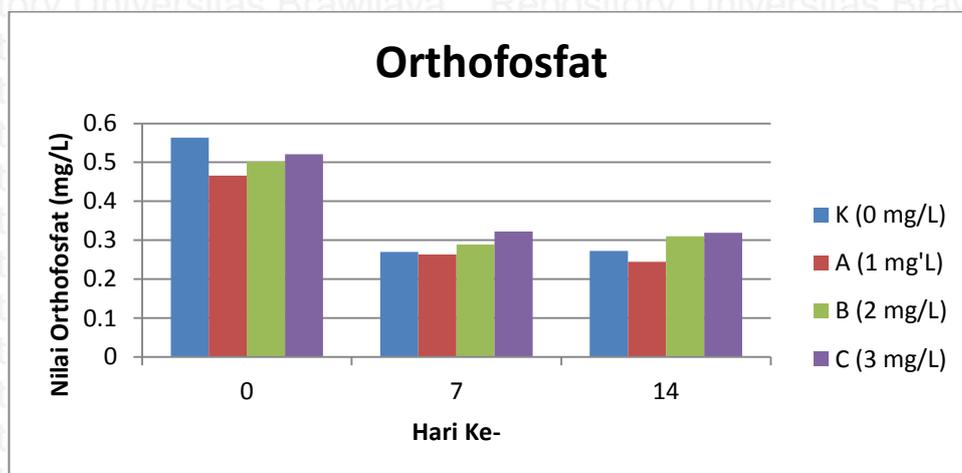
4.2.6 Orthofosfat

Orthofosfat merupakan salah satu zat hara yang dibutuhkan dan mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan hidup organisme di laut (Patty, 2014). Orthofosfat sendiri dalam perairan berperan sebagai nutrisi. Akan tetapi tingginya kandungan fosfat di perairan dapat berdampak pada peledakan plankton (Jamilah, 2015). Nilai rata-rata pengukuran Orthofosfat pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Nilai rata-rata pengukuran Orthofosfat selama penelitian

Hari ke-	Perlakuan			
	K (0 mg/L)	A (1 mg/L)	B (2 mg/L)	C (3 mg/L)
0	0.215	0.292	0.218	0.293
7	0.154	0.139	0.16	0.258
14	0.085	0.131	0.092	0.175

Gambaran lebih jelas mengenai hasil rata-rata pengukuran orthofosfat dapat dilihat pada **Gambar 12**.



Gambar 12. Grafik rata-rata pengukuran orthofosfat pada media kultur.



Berdasarkan hasil pengukuran orthofosfat pada penelitian ini didapatkan hasil kisaran orthofosfat pada semua perlakuan berkisar antara 0,05-0,31 mg/L. Menurut Mas'ud (1993) dalam Rudiyantri (2011). Nilai fosfat optimum untuk alga adalah 0,018 – 2,78 mg/l. Nilai fosfat yang dapat dikatakan masih layak untuk pertumbuhan *Spirulina* sp..Di hari awal pengamatan menunjukkan hasil nilai fosfat yang cenderung tinggi, hal ini menunjukkan bahwasannya fosfat belum dimanfaatkan oleh *Spirulina* sp. Kandungan fosfat pada hari ke-7 hingga ke-14 penelitian mengalami penurunan pada seluruh perlakuan. Rendahnya kandungan fosfat yang tersisa memperlihatkan adanya penurunan dari aktifitas penguraian yang mengakibatkan penurunan bahan organik yang ada pada tiap perlakuan.

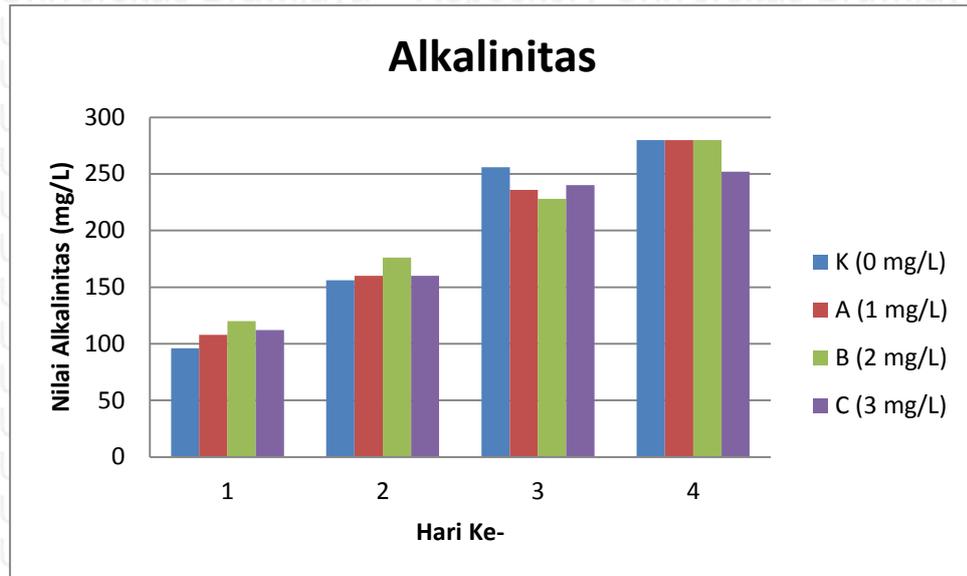
4.2.7 Alkalinitas

Alkalinitas adalah gambaran kapasitas air untuk menetralkan asam atau kuantitas anion air yang dapat menetralkan kation hidrogen serta sebagai kapasitas penyangga terhadap perubahan pH perairan (Effendie, 2003). Nilai pengukuran alkalinitas selama penelitian dapat dilihat pada **Tabel 12**.

Tabel 12. Nilai rata-rata pengukuran Alkalinitas selama penelitian

Hari ke-	Perlakuan			
	K (0 mg/L)	A (1 mg/L)	B (2 mg/L)	C (3 mg/L)
0	96	108	120	112
7	156	160	176	160
9	256	236	228	240
14	280	280	280	252

Gambaran lebih jelasnya mengenai hasil rata-rata pengukuran alkalinitas dapat dilihat pada **Gambar 13** sebagai berikut



Gambar 13. Grafik rata-rata pengukuran alkalinitas pada media kultur

Berdasarkan hasil pengukuran alkalinitas pada penelitian ini didapatkan

hasil kisaran alkalinitas pada semua perlakuan berkisar antara 96-280 mg/L.

Semakin tinggi nilai alkalinitas maka perairan tersebut cenderung bersifat alkali.

Untuk tumbuh optimal, plankton menghendaki total alkalinitas sekitar 80 – 120 mg/L. Nilai alkalinitas di perairan alami hampir tidak pernah melebihi 500 mg/L

CaCO₃. Sedangkan nilai alkalinitas yang baik berkisar antara 30 – 500 mg/L

CaCO₃ (Effendi, 2003). Pada kisaran total alkalinitas kurang atau melebihi dari

kisaran tersebut, pertumbuhan plankton terhambat. Namun demikian bukan

berarti pertumbuhan plankton pasti optimal apabila total alkalinitas air cukup. Hal

ini karena masih banyak parameter kualitas air yang mempengaruhi

pertumbuhan plankton, seperti ketersediaan CO₂ dan pH (Kordi dan Tancung, 2007).

Menurut Anggraeni (2002) dalam Zumaritha (2011), nilai alkalinitas yang

tinggi dan cenderung bersifat alkali lebih produktif daripada perairan dengan nilai

alkalinitas yang rendah atau cenderung masam. Lebih produktifnya perairan



dengan nilai alkalinitas tinggi berkaitan dengan keberadaan fosfor dan elemen esensial lainnya yang meningkat kadarnya dengan meningkatnya nilai alkalinitas. Alkalinitas tidak hanya dipengaruhi oleh pH juga dipengaruhi oleh komposisi mineral, suhu dan kekuatan ion (Effendi, 2003).



5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada kultur *Spirulina* sp. dengan menggunakan pupuk organik limbah kubis, diperoleh kesimpulan yaitu pemberian perlakuan pupuk organik limbah kubis dengan dosis yang berbeda pada pertumbuhan *Spirulina* sp. memiliki pengaruh yang berbeda nyata dan rata-rata kelimpahan *Spirulina* sp. tertinggi pada pemberian dosis 3 ppm sebanyak $206,67 \times 10^4$ sel/mL, sedangkan rata-rata terendah berada pada pemberian pupuk organik limbah kubis dengan dosis 0 ppm sebanyak $5,00 \times 10^4$ sel/mL. Demikian juga untuk waktu dalam perlakuan dengan pemberian pupuk organik limbah kubis juga memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap kelimpahan *Spirulina* sp.

5.2 Saran

Limbah kubis dapat digunakan sebagai pupuk organik dengan dosis 3 mg/L untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. Dan perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk melihat kemungkinan pertumbuhan *Spirulina* sp. yang lebih baik lagi pada dosis pupuk organik limbah kubis diatas 3 mg/L.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanatin, D. R., E. Rofidah dan S. D.N. Rosady. 2013. Produksi Protein Sel Tunggal (Pst) *Spirulina sp.* sebagai Super Food dalam Upaya Penanggulangan Gizi Buruk dan Kerawanan Pangan di Indonesia. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Amini, S dan Syamdidi. 2006. Konsentrasi Unsur Hara Pada Media dan Pertumbuhan *Chlorella vulgaris* dengan Pupuk Anorganik Teknis dan Analisis. *Jurnal perikanan.* 8(2). Hal: 201-206.
- Astiani, F., I. Dewiyanti dan S. Mellisa. 2016. Pengaruh Media Kultur yang Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan dan Biomassa *Spirulina sp.* *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah.* 3(1).Hal: 441-447.
- Boyd, E.C. 1979. Water Quality for Warmwater Fish Culture. Auburn University Agricultural Experiment Station. Alabama. USA.
- Cahaya, A dan D. A. Nugroho. 2008. Pembuatan Kompos dengan Menggunakan Limbah Padat Organik (Sampah Sayuran dan Ampas Tebu). Universitas Diponegoro.
- Cresswel, L. 2010. Phytoplankton Culture of Aquaculture Feed. Southern Regional Aquaculture Center. 5004 pp.
- Damanik, Y.,N. Hidayat dan S. Anggarini. 2014. Pengaruh Penambahan Molase dan Lama Waktu Fermentasi Pada Kualitas Teh Kompos sebagai Biobakterisida Terhadap Pengendalian Bakteri *Ralstonia Solancearu.* Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya.
- Dewi, Y.S dan Treesnowati. 2012. Pengolahan Sampah Skala Rumah Tangga Menggunakan Metode Komposting. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S.* 8(2).
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Ekawati, A. W. 2005. Budidaya Makanan Alami. Diktat Kuliah. FPIK. Universitas Brawijaya: Malang.
- Fretes, H. D., AB. Susanto., B. Prasetyo dan L. Limantara. 2012. Karotenoid dari Makroalgae dan Mikroalgae: Potensi Kesehatan Aplikasi dan Bioteknologi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan.* 13(2).
- Hadiyanto dan M. Azim. 2012. Mikroalga Sumber Pangan dan Energi Masa Depan. UPT UNDIP Press Semarang.
- Hadisuwito, S., 2007. Membuat Pupuk Kompos Cair. PT. Agromedia Pustaka, Jakarta.



Handoko., M. Yusuf dan S.Y. Wulandari. 2013. Sebaran Nitrat dan Fosfat Dalam Kaitannya dengan Kelimpahan Fitoplankton di Kepulauan Karimunjawa. *Jurnal Oseanografi*. 3(2). Hal:198-206.

Hariyadi, S., Suryadiputra, Widigdo, B. 1992. Limnologi : Penuntun Praktikum dan Metoda Analisa Kualitas Air. Institut Pertanian Bogor.

Hermanto, M. B., Sumardi., L. C. Hawa dan S. M. Fiqtinovri. 2011. Perancangan Bioreaktor untuk Pembudidayaan Mikroalga. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 12(3). Hal: 153-162.

Indarmawan, T., A. S. Mubarak dan G. Mahasri. 2012. Pengaruh Konsentrasi Pupuk *Azolla Pinnata* Terhadap Populasi *Chaetoceros sp.* *Journal of Marine and Coastal Science*. 1(1). hal:61-70.

Iriani. 1994. Sistem Organisasi Pengelolaan Sampah Pemukiman di Kotamadya Medan. Tesis. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.

Isnansetyo, A dan Kurniastuty. 1995. Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton. Kanisius. Yogyakarta.

Kordi. M. G. H dan A. B. Tancung. 2007. Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. Rineka Cipta. Jakarta: 210 hlm.

Kusumaningrum, H. P dan M. Zainuri. 2013. Aplikasi Pakan Alami Kaya Karotenoid untuk Post Larvae *Penaeus monodon* Fab. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 18(3):143-149.

Mahmud, S., Aunurohim dan I, T, D, Tjahyaningrum. 2012. Struktur Komunitas Fitoplankton pada Tambak dengan Pupuk dan Tambak Tanpa Pupuk di Kelurahan Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*. Vol. 1.

Mubarak, A.S., D. T. Ridyaning dan L. Sulmartiwi. 2009. Pemberian Dolomit pada Kultur *Daphnia Sp.* Sistem Daily Feeding pada Populasi *Daphnia Spp.* dan Kestabilan Kualitas Air. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. (1):1.

Muktiani, A., J. Achmadi dan B. I. M. Tampoebolon. 2005. Teknologi Pengolahan Sampah Sebagai Pakan Ruminansia Serta Upaya Detoksifikasi Logam Berat Melalui Suplementasi Alginat dan Mineral Organik. Laporan Penelitian Hibah Bersaing XIII Tahun I. Fakultas Peternakan UNDIP, Semarang.

Nurdini, L., R. D. Amanah dan A. N. Utami. 2016. Pengolahan Limbah Sayur Kol Menjadi Pupuk Kompos dengan Metode Takakura. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia.

Octhreeani, A. M., Supriharyono dan P. Soedarsono. 2014. Pengaruh Perbedaan Jenis Pupuk Terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis sp.* dilihat dari Kepadatan Sel dan Klorofil a pada Skala Semi Massal. *Diponegoro Journal of Maquare*. 3(2): 102-108.



- Parman, S. 2007. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kentang (*Solanum tuberosum L.*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 2(15).
- Prayogo, I dan M. Arifin. 2015. Teknik Kultur Pakan Alami (*Chlorella Sp.*, *Rotifera Sp.*) Skala Massal dan Manajemen Pemberian Pakan Alami pada Larva Kerapu Cantang. *Jurnal Ilmu Perikanan*. 6:(2).
- Rinanto, Y., Sajidan dan U. Fatmawati. 2015. Pemanfaatan Limbah Sisa Hasil Panen Petani Sayuran di Boyolali sebagai Bahan Baku Pembuatan Pupuk Cair Organik Menuju Pertanian Ramah Lingkungan. FKIP. Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*. 30(3): 1-6.
- Santi, S. S. 2010. Kajian Pemanfaatan Limbah Nilam Untuk Pupuk Cair Organik Dengan Proses Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*. 4(2).
- Sari, I.P dan A. Manan. 2012. Pola Pertumbuhan *Nannochloropsis Oculata* pada Kultur Skala Laboratorium, *Intermediate*, dan Massal. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 4(2).
- Siboro, E. S., E. Surya dan N. Herlina. 2013. Pembuatan Pupuk Cair dan Biogas dari Campuran Limbah Sayuran. *Jurnal Teknik Kimia*. 2(3).
- Siregar, M.S., M. Fuadi dan Ainun. 2015. Pemanfaatan Limbah Kubis (*Brassica Oleracea*) Sebagai Bahan Pengawet Ikan Nila (*Oreochromis sp.*). 19(3).
- Standar Nasional Indonesia. 2004. Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter. SNI 06-6989.11.
- Standar Nasional Indonesia. 2005. Cara Uji Suhu Dengan Termometer. SNI 06-6989.23.
- Suantika, G., P. Adityawati., D. I. Astuti dan Y. Sofyan. 2009. Pengaruh Kepadatan Awal Inokulum terhadap Kualitas Kultur *Chaetoceros gracilis* (Schutt) pada Sistem Batch. *Jurnal Matematika dan Sains*. 14(1).
- Sudrajat. 2006. *Mengelola Sampah Kota*. Jakarta. Penabur Swadaya.
- Supartha, I. N. Y., G. Wijana dan G. M. Adnyana. 2012. Aplikasi Jenis Pupuk Organik pada Tanaman Padi Sistem Pertanian Organik. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 1(2).
- Susanti, T.I., M. Lutfi dan W. A. Nugroho. 2013. Pengaruh Penambahan *Plant-Growth Promoting Bacteria* (*Azospirillum sp.*) Terhadap Laju Pertumbuhan Mikroalga (*Chlorella sp.*) Pada Media Limbah Cair Tahu Sintetis. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 1(3): 239-248.



Tetelepta, L. D. 2011. Pertumbuhan Kultur *Chlorella spp* Skala Laboratorium Pada Beberapa Tingkat Kepadatan Inokulum. Pengembangan Pulau-Pulau Kecil 2011. *Prosiding Seminar Nasional*.

Triyono, A., Purwanto dan Budiyo. 2013. Efisiensi Penggunaan Pupuk –N untuk Pengurangan Kehilangan Nitrat Pada Lahan Pertanian. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan. Teknik Kimia. Universitas Diponegoro*.

Wasis, B dan N. Fathia. 2010. Pengaruh Pupuk NPK dan Kompos Terhadap Pertumbuhan Semai Gmelina (*Gmelina Arborea Roxb.*) Pada Media Tanah Bekas Tambang Emas (Tailing). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 16(2): hal: 123-129.

Wiswasta, I. G. N. A., I K. Widnyana., I D. N. Raka dan I. W. Cipta. 2016. Mikro Organisme Lokal (MOL) sebagai Pupuk Organik Cair dari Limbah Pertanian dan Kaitannya dengan Ketersediaan Hara Makro dan Mikro. *Seminar Nasional. Universitas Mahasaraswati Denpasar*.

Yulfiperius., M. R. Toelihere., R. Affandi dan D. S. Sjafei. 2004. Pengaruh Alkalinitas Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Ikan Lalawak Pengaruh *Burbodes sp.* *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 4(1).

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan

Parameter		Alat	Bahan
Fisika			
1	Suhu	Thermometer Hg	Air sampel
Kimia			
1	Ph	pH meter	Air sampel
2	DO	DO meter	Air sampel
3	Alkalinitas	Buret Statif Erlenmeyer	Air sampel Indikator PP Larutan HCL Larutan H ₂ SO ₄
4	Nitrat	Spektrofotometer Cuvet Spatula Cawan porselen Rak cuvet Pipet tetes	Air sampel Larutan asam fenol disulfonik Larutan NH ₄ OH Aquadess
5	Fosfat	Spektrofotometer Cuvet Spatula Rak cuvet Pipet tetes	Air sampel Larutan Amonium molybate Larutan SnCl ₂ ² Aquadess
6	Salinitas	Refraktometer Pipet tetes	Air sampel Aquadess
Biologi			
1	Kepadatan Sel	Haemocytometer coverglass Kalkulator Pipet tetes Handtally Counter Kamera dan alat tulis	Air sampel Aquadess

Lampiran 2. Hasil Kandungan Limbah Kubis



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN**

Jalan Veteran Malang - 65145, Jawa Timur, Indonesia
Telepon : +62341-551611 pos. 207-208; 551665; 565845; Fax. 560011
website: www.fp.ub.ac.id email: fperta@ub.ac.id
Telepon Dekan: +62341-566287 WD I: 569984 WD II: 569219 WD III: 569217 KTU: 575741
JURUSAN : Budidaya Pertanian: 569984 Sosial Ekonomi Pertanian: 580054 Tanah: 553623
Hama dan Penyakit Tumbuhan: 575843 Program Pasca Sarjana: 576273

Mohon maaf bila ada kesalahan dalam penulisan: nama, gelar, jabatan dan alamat

Nomor : 131 / UN10.4 / T / PG / 2017

HASIL ANALISIS CONTOH LIMBAH KUBIS

a.n. : Nita Aprilia

Alamat : FPIK - UB

Terhadap kering oven 105°C

No.Lab	Kode	C.organik	N.total	C/N	Bahan Organik
TNM 143	LIMBAH KUBIS	27,93	5,36	5	48,32

Tenaga Ahli

Prof.Dr.Ir.Syekhfani,MS
NIP 19480723 197802 1 001

Malang, 12 April 2017
Penanggung jawab,
Ketua Lab. Kimia Tanah

Dr.Ir.Retno Sunarta,MS
NIP 19580503 198303 2 002

Mengetahui :
a.n.Dekan
Ketua Jurusan.



Prof.Dr.Ir.Zaenal Kusuma,SU
NIP 19540501 198103 1 006

C:Dokumen/hasil analisis/Mar.17/xls



Lampiran 3. Perhitungan Konsentrasi Pupuk Organik Limbah Kubis

Diketahui kandungan unsur pada limbah kubis, sebagai berikut:

$$C = 27,93 \%$$

$$N = 5,36 \%$$

$$C/N = 5 \%$$

Mikroba % berat jenis % efisiensi asimilasi

Mikroba	% berat jenis		% efisiensi asimilasi karbon
	C	N	
Bakteri (anaerobik)	50	10	2-5
Bakteri (aerobik)	50	10	5-10
Actinomyetes	50	10	10-30
Fungi	50	10	30-40

Dalam perhitungan konsentrasi penelitian ini menggunakan 100 kg pupuk organik yang didekomposisi oleh bakteri dengan efisiensi asimilasi karbon 5 %, maka N yang dilepaskan sebagai berikut :

- Karbon (27,93 %) = asumsi pupuk digunakan (kg) x % carbon
= 100 kg x 0,2793 = 27,93 kg
- Nitrogen (5,36 %) = asumsi pupuk digunakan (kg) x %nitrogen
= 100 kg x 0,0536 = 5, 36 kg
- Karbon bakteri = Σ kg carbon x % efisiensi asimilasi carbon bakteri aerobic minimal (5%)
= 27,93 kg x 0,05 = 1,396 kg
- Bakteri yang ada = Σ kg nitrogen : % berat jenis carbon
= 1,396 : 0,5 = 2,792 kg
- Bakteri nitrogen = Σ bakteri yang ada x % berat jenis N
= 2,792 kg x 0,1 = 0,279 kg



Sedangkan pada pupuk tersedia 5,36 kg N dan 1,072 kg N bakteri

$$= 5,36 \text{ kg} - 0,279 \text{ kg}$$

$$= 5,081 \text{ kg Nitrogen / Ha}$$

Volume kolam = 1 ha x 1 m

$$= 10.000 \text{ m}^3$$

$$= 10^7 \text{ liter.}$$

$$\text{Ppm (mg/L)} = 5,081 / 10^7$$

$$= 5,081 \times 10^6 \text{ mg} / 10^7 \text{ L}$$

$$= 0,5081 \text{ mg/L}$$

Konsentrasi didasarkan dari kandungan Nitrogen sebesar 2,0 mg/L merupakan

kandungan Nitrogen maksimal bagi pertumbuhan plankton. Untuk mendapatkan

kandungan Nitrogen sebanyak 2,0 mg/L, maka jumlah pupuk organik yang

diperlukan = 2 mg/L : 0,5081 mg/L

$$= 3,936 \times 100 \text{ kg}$$

$$= 393,6 \text{ kg / Ha}$$

Volume bak percobaan dengan diameter 23 cm, dan tinggi 16 cm dengan tinggi

air $\frac{3}{4}$ dari 16 cm (12 cm) yaitu

$$\text{Volume bak} = \mu \times r^2 \times t$$

$$= 3,14 \times (11,5)^2 \times 12$$

$$= 4983,18 \text{ cm}^3$$

$$= 4,98 \text{ Liter.}$$

Konsentrasi pupuk:

$$1) 3 \text{ ppm} = 4,98 / 10^7 \times 393,6$$

$$= 0,000196 \text{ kg}$$

$$= 0,196 \text{ gr}$$

$$2) 2 \text{ ppm} = 3/2 \times 0,196$$

$$= 0,294 \text{ gr}$$



3) 1 ppm = $1/2 \times 0,196$

= 0,098 gr

4) 0 ppm = $0/2 \times 0,196$

= 0 gr

Lampiran 4. Data Kelimpahan *Spirulina* sp.

Hari ke	Kelimpahan Mikroalga <i>Spirulina</i> sp			
	Perlakuan			
	K (0 mg/L)	A (1 mg/L)	B (2 mg/L)	C (3 mg/L)
0	6.67	5.00	8.33	8.33
1	20.00	13.33	18.33	26.67
2	25.00	28.33	13.33	48.33
3	31.67	45.00	45.00	63.33
4	53.33	61,67	50.00	65.00
5	61.67	70.00	61.67	81.67
6	105.00	113.33	121.67	108.33
7	116.67	165.00	130.00	185.00
8	133.33	156.67	160.00	206.67
9	130.00	123.33	133.33	180.00
10	93.33	111.67	88.33	153.33
11	66.67	81.67	70.00	93.33
12	56.67	53.33	66.67	61.67
13	65.00	25.00	55.00	60.00
14	56.67	23.33	50.00	61.67
Rata-rata	68.11	72.50	71.44	93.56
Rata-rata ± SD	68.111 ± 0.29	72.50 ± 13.83	71.44 ± 11.97	93.56 ± 15.62



Lampiran 5. Perhitungan ANOVA (Analysis of Variance) Kelimpahan Mikroalga Spirulina sp

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 \\ &= (0^2 + 0^2 + \dots + 40^2 + 50^2) \\ &= 1.559.625 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \frac{y_{ijk}^2}{abn} \\ &= \frac{(2745+3155+3235+4210)^2}{4 \times 14 \times 3} \\ &= 1.060.054 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JKP} &= \sum_{i=1}^a \frac{y_{ix}^2}{bn} - \text{FK} \\ &= \frac{2745^2 + 3155^2 + 3235^2 + 4210^2}{14 \times 3} - 1.060.054 \\ &= 1.112,50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK waktu dalam Kontrol} &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{y_{ij}^2}{n} - \frac{y_i^2}{bn} \\ &= \frac{20^2 + 35^2 + \dots + 185^2 + 170^2}{3} - \frac{2745^2}{14 \times 3} \\ &= 75102,976 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK waktu dalam A} &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{y_{ij}^2}{n} - \frac{y_i^2}{bn} \\ &= \frac{15^2 + 40^2 + \dots + 155^2 + 70^2}{3} - \frac{3155^2}{14 \times 3} \\ &= 102.257,738 \end{aligned}$$



JK waktu dalam B

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{y_i j^2}{n} - \frac{y_i^2}{bn}$$

$$= \frac{25^2+55^2+\dots+165^2+150^2}{3} - \frac{3235^2}{14 \times 3}$$

$$= 71.486,310$$

JK waktu dalam C

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{y_i j^2}{n} - \frac{y_i^2}{bn}$$

$$= \frac{25+80^2+\dots+180^2+185^2}{3} - \frac{4210^2}{14 \times 3}$$

$$= 125.564,286$$

JK waktu dalam perlakuan

$$= \text{JKW(K)} + \text{JKW(A)} + \text{JKW(B)} + \text{JKW(C)}$$

$$= 75.102,976 + 102.257,738 + 71.486,310 + 125.564,286$$

$$= 374.411,310$$

JKG

$$= \text{JKT-FK} - \text{JKP-JK(waktu)}$$

$$= 1.559.625 - 1.060.054 - 25.726,637 - 374.411,310$$

$$= 97633$$



Analisa varian (ANOVA) pengaruh perbedaan konsentrasi pupuk organik limbah kubis terhadap *Spirulina* sp.

SK	DB	JK	KT	F hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	27526.64	9175.55	11.28	2.68	3.95
waktu dlm perlakuan	56	374411.31	6685.92	8.22	1.43	1.66
Galat	120	97633.33	813.61			
Total	179					

Keterangan: * berbeda nyata
** berbeda sangat nyata

Kesimpulan:

1. Faktor konsentrasi berpengaruh sangat nyata terhadap kelimpahan *Spirulina* sp. karena $F_{hitung} > F_{tabel}$, yang artinya terima H_1 tolak H_0 .
2. Faktor waktu perlakuan dalam konsentrasi, berpengaruh sangat nyata dalam kelimpahan *Spirulina* sp. karena $F_{hitung} > F_{tabel}$.

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) kelimpahan *Spirulina* sp.

$$\begin{aligned}
 LSD &= t(0,05/2) \text{ DBG} \times \sqrt{\frac{2 \text{KTG}}{rb}} \\
 &= 1,98 \times 120 \sqrt{\frac{2 \times 813,61}{45}} \\
 &= 4,201
 \end{aligned}$$

Hasil analisis uji BNT (Beda Nyata Terkecil), untuk mengetahui pengaruh perlakuan pupuk organik limbah kubis dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kelimpahan *Spirulina* sp. disajikan pada tabel berikut.



Perlakuan	Rata-rata	K	A	B	C	Notasi
		61.00	70.10	71.88	77.94	
K	61.00	-				a
A	70.10	9.10	-			b
B	71.88	10.88	1.78	-		b
C	77.94	16.94	7.84	6.06	-	c

Keterangan: tn = tidak nyata, *nyata pada taraf BNT 5%

Lampiran 6. Parameter Kualitas Air

3.7.1 Hasil Pengukuran Suhu (°C)

Hari ke-	Perlakuan											
	K (0 ppm)			A (1 ppm)			B (2 ppm)			C (3 ppm)		
	K1	K2	K3	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
0	26.30	26.00	25.80	26.20	26.20	26.50	26.80	26.14	26.70	26.60	25.00	25.30
1	26.30	26.70	25.00	26.20	28.30	26.30	26.10	26.40	26.50	26.50	25.90	25.90
2	27.00	26.70	26.40	26.60	27.00	27.00	26.40	26.40	26.40	27.10	26.60	26.20
3	26.50	25.90	24.90	25.90	26.20	26.90	25.00	25.30	25.30	26.80	26.10	26.20
4	26.90	25.50	25.30	24.90	24.90	25.80	26.10	25.80	25.70	26.00	26.30	26.20
5	25.70	25.70	25.70	25.60	25.80	25.60	25.80	25.40	26.40	25.60	25.50	25.70
6	26.10	26.40	26.30	26.40	26.20	26.00	26.20	26.40	25.90	26.10	26.40	26.50
7	25.80	25.80	25.50	26.20	25.20	26.30	25.70	26.30	26.10	26.10	26.40	26.10
8	25.40	25.40	25.90	25.80	24.90	26.10	25.70	26.20	26.20	25.60	25.50	26.30
9	26.00	25.80	25.20	25.70	25.70	26.20	25.80	26.20	26.10	25.80	25.90	26.50
10	27.30	25.40	26.00	25.60	25.70	26.20	25.30	25.80	26.30	25.70	26.50	27.00
11	27.80	24.80	25.70	27.90	25.60	27.90	26.00	25.70	26.50	25.50	26.10	26.00
12	27.20	25.80	28.70	28.90	27.90	25.40	25.80	25.50	26.70	26.00	25.90	26.30
13	26.80	25.30	26.30	26.30	28.90	26.30	26.50	26.20	27.00	26.20	25.50	26.50
14	26.30	25.50	26.80	26.30	27.60	26.50	26.80	26.45	26.50	26.30	25.80	26.70
Rata-rata	26.49	25.78	25.97	26.30	26.41	26.33	26.00	26.01	26.29	26.13	25.96	26.23
Rata-rata ± SD	26.49 ±0.17	25.78 ±0.13	25.97 ±0.24	26.30 ±0.25	26.41 ±0.32	26.33 ±0.16	26.00 ±0.13	26.01 ±0.10	26.29 ±0.11	26.13 ±0.12	25.96 ±0.12	26.23 ±0.11

B. Hasil Pengukuran Derajat Keasaman (pH)

Hari ke-	Perlakuan											
	K (0 ppm)			A (1 ppm)			B (2 ppm)			C (3 ppm)		
	K1	K2	K3	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
0	7.96	7.64	7.99	7.81	7.81	7.53	7.80	7.79	7.83	7.82	7.85	7.81
1	7.88	7.51	7.93	7.91	7.91	7.60	7.95	7.80	7.85	7.89	7.86	7.98
2	7.83	7.96	7.92	7.67	7.67	8.00	7.94	7.90	7.88	7.88	8.12	7.91
3	7.91	7.81	8.12	7.88	7.88	8.20	7.95	7.91	7.85	8.00	8.12	8.20
4	8.14	7.96	8.12	7.89	7.89	8.15	7.98	7.91	8.22	8.20	8.27	8.26
5	8.24	8.28	8.23	8.27	8.27	8.10	8.23	8.27	8.38	8.17	8.27	8.12
6	8.26	8.31	8.33	8.56	8.56	8.10	8.10	8.25	8.21	8.18	8.28	8.13
7	8.26	8.22	8.28	8.61	8.61	8.13	8.23	8.12	8.22	8.33	8.13	8.21
8	8.14	7.80	8.50	8.20	8.20	8.18	8.23	8.15	8.31	8.32	8.15	8.22
9	7.88	7.94	8.10	8.21	8.21	8.29	8.50	8.13	8.38	8.50	8.12	8.13
10	7.90	8.14	7.90	8.80	8.80	8.19	8.24	8.17	8.36	8.12	8.31	8.15
11	7.92	8.20	7.88	8.16	8.16	8.13	8.31	8.22	8.32	8.22	8.21	8.15
12	8.12	7.92	8.10	8.15	8.15	8.22	8.32	8.25	8.32	8.25	8.25	8.20
13	7.92	7.70	8.25	8.25	8.25	8.25	8.30	8.25	8.30	8.27	8.26	8.25
14	8.23	7.98	8.23	8.27	8.27	8.25	8.30	8.30	8.32	8.30	8.28	8.25
Rata-rata	8.04	7.96	8.13	8.18	8.18	8.09	8.16	8.09	8.18	8.16	8.17	8.13
Rata-rata ± SD	8.04	7.96	8.13	8.18	8.18	8.09	8.16	8.09	8.18	8.16	8.17±	8.13
	±0.042	±0.062	±0.047	±0.081	±0.081	±0.058	±0.050	±0.047	±0.055	±0.049	0.037	±0.034

C. Hasil Pengukuran Salinitas

PERLUKUAN												
Hari ke-	K1(0 ppm)			A (1 ppm)			B (2 ppm)			C (3 ppm)		
	K1	K2	K3	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
0	34	35	34	35	35	34	36	35	35	34	34	34
1	34	35	35	36	37	38	36	35	35	34	34	34
2	35	36	36	36	38	37	37	35	36	35	34	34
3	34	36	36	36	38	38	37	36	36	35	34	34
4	35	35	37	36	36	37	37	36	36	35	36	35
5	35	35	37	37	38	38	37	37	37	37	36	35
6	35	36	37	37	37	38	37	37	37	36	35	36
7	37	37	38	37	38	37	37	36	37	37	36	36
8	36	38	38	37	38	38	38	36	37	37	37	36
9	37	38	38	38	37	37	38	35	37	38	39	36
10	36	38	38	37	40	38	38	36	37	38	39	36
11	37	36	38	38	38	38	38	36	38	38	39	36
12	36	37	38	37	38	38	38	38	38	37	39	38
13	37	39	39	39	38	38	38	38	38	37	38	38
14	37	39	39	39	38	38	38	38	38	38	38	38
Rata-rata	35.666	36.666	37.2	37	37.6	37.466	37.334	36.266	36.8	36.4	36.533	35.733
Rata-rata ±SD	35.666 ±0.303	36.666 ±0.373	37.2 ±0.367	37 ±0.292	37.6 ±0.289	37.466± 0.273	37.334 ±0.186	36.266 ±0.283	36.8 ±0.261	36.4 ±0.375	36.533 ± 0.524	35.733 ±0.371

D. Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut (DO)

Hari ke-	Perlakuan											
	K1	K2	K3	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
0	5	5.2	5.5	5.34	5.83	6.12	5.6	6.03	6.02	5.56	5.67	5.98
2	6.73	6.3	5.7	5.45	6.12	6.21	6.11	6.15	6.01	6.02	5.92	6.05
4	6.25	6.31	6.13	6.1	6.23	5.98	6.16	6.11	5.99	6.24	6.21	6.27
6	6.36	6.24	6.23	6.19	6.33	6.43	6.26	6.09	6.25	6.41	6.22	6.52
8	7	6	6.31	6.25	6.65	6.36	6.23	6.15	6.34	6.12	6.13	6.25
10	6.9	6.1	6.53	6.27	6.75	6.29	6.12	6.21	6.29	6.31	6.26	6.31
12	6.23	6.7	6.33	6.12	6.69	6.12	6.43	6.23	6.56	6.18	6.21	6.28
14	6.31	6.3	6.32	6.23	6.43	6.23	6.24	6.18	6.13	6.22	6.29	6.23
Rata-rata	6.347	6.143	6.131	5.993	6.378	6.217	6.143	6.143	6.198	6.132	6.113	6.236
Rata-rata±SD	6.347 ±0.220	6.143 ±0.152	6.131 ±0.123	5.993 ±0.132	6.378 ±0.112	6.217 ±0.051	6.143 ±0.085	6.143 ±0.023	6.198 ±0.070	6.132 ±0.091	6.113 ±0.075	6.236 ±0.058



E. Hasil pengukuran Nitrat (mg/L)

Hari ke-	Perlakuan			
	K	A	B	C
0	0.99	1.37	1.5	1.83
7	0.87	1.2	1.2	1.35
14	0.75	0.8	0.93	0.82
Rata-rata	0.87	1.123	1.21	1.33
Rata-rata ± SD	±0.069	±0.168	±0.164	±0.291

F. Hasil Pengukuran Orthofosfat (mg/L)

Hari ke-	Perlakuan			
	K	A	B	C
0	0.564	0.466	0.502	0.521
7	0.27	0.263	0.289	0.322
14	0.272	0.244	0.31	0.319
Rata-rata	0.369	0.324	0.367	0.387
Rata-Rata ±SD	±0.097	0.071	±0.067	±0.066



Lampiran 7. Dokumentasi



Pengambilan sampel tanah



Proses sterilisasi tanah



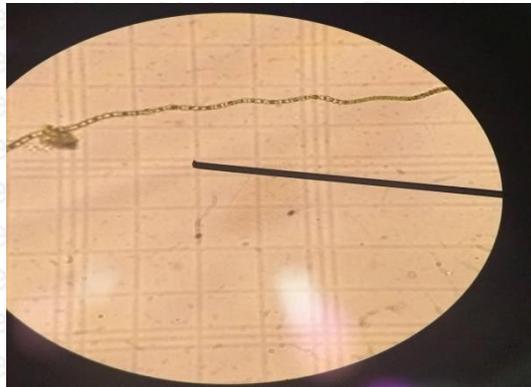
Bak-bak percobaan



Proses sterilisasi air laut



Pembuatan media



Pengamatan Kelimpahan *Spirulina* sp.



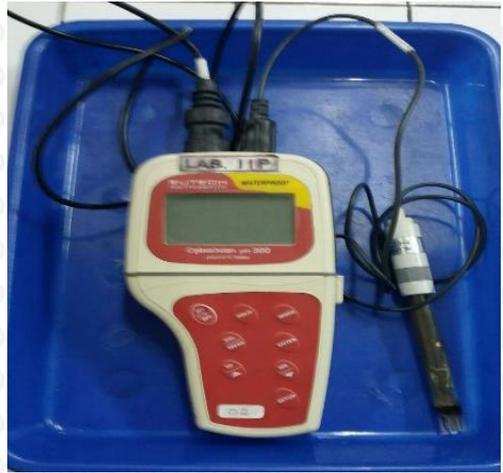
Memanaskan sampel nitrat



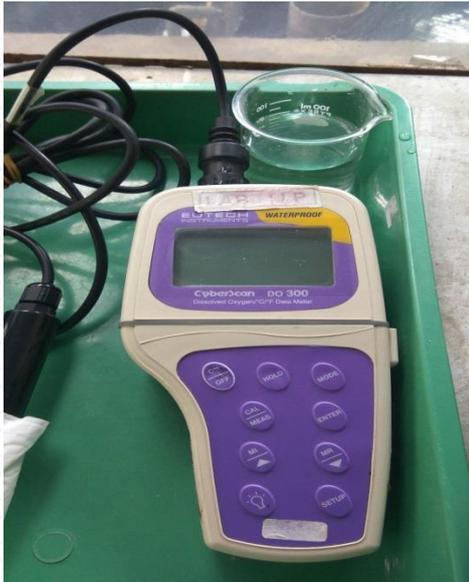
Pengukuran Orthofosfat



Alat pengukuran salinitas



Alat pengukuran suhu



Alat pengukuran DO



Pengamatan dengan mikroskop