

## EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF FERTILIZER ON THE GROWTH OF MARINE PHYTOPLANKTON POPULATION *Chlorella vulgaris*

M. Fauzan<sup>1\*</sup>, Sofyan Husein Siregar<sup>1</sup>, Syafruddin Nasution<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Marine Science, Faculty of Fisheries and Marine Universitas Riau, Pekanbaru  
\*udaa30@gmail.com

### ABSTRACT

This research was conducted on October 13-26, 2019 in the Regional Technical Implementation Unit of the Seawater and Brackish Aquaculture Fisheries Office (UPTD BPBALP Teluk Buo), West Sumatra. This study aims to determine the effect of applying different types of fertilizers to the growth of *Chlorella vulgaris* microalgae populations on laboratory scale culture. The method used in this study was an experimental method in the laboratory using a completely randomized design (CRD) one factor, namely the difference in fertilizer types with 3 (three) replications. Fertilizers used are Walne fertilizer, ZA (*Zwavelzure Ammoniak*) and TSP (*Triple Super Phosphate*). The testing organism in this study was phytoplankton *C. vulgaris*. The container used was a glass jar (3 liter capacity). The parameters measured in this study include absolute growth, relative growth, specific growth, self-doubling time and water quality. The results of this study indicate that the best type of fertilizer for *C.vulgaris* population growth was TSP fertilizer, followed by ZA fertilizer and the lowest in Walne fertilizer.

**Keywords:** Fertilizer, population growth, *Chlorella vulgaris*.

### I. PENDAHULUAN

*Chlorella vulgaris* merupakan salah satu jenis fitoplankton yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan alami di bidang perikanan karena memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi. *Chlorella* memiliki kandungan nutrisi protein sebesar 51-58% minyak sebesar 28-32%, karbohidrat 12-17%, lemak 14-22%, dan asam nukleat 4-5%. *Chlorella* tumbuh pada media yang mengandung cukup unsur hara. Unsur hara yang diperlukan dalam jumlah besar adalah karbon (C), nitrogen (N), fosfor (P), sulfur (S), natrium (Na), magnesium (Mg), dan kalsium (Ca). *Chlorella* akan tumbuh baik pada temperatur optimal 25°C [1].

Kondisi wilayah Indonesia yang merupakan daerah tropis, dengan intensitas penyinaran matahari yang tinggi sangatlah mendukung perkembangan budidaya

fitoplankton, baik di alam maupun pada skala laboratorium atau usaha kultur dengan menggunakan manipulasi cahaya lampu dan nutrisi. Kandungan nutrisi fitoplankton yang tinggi, perkembangannya yang relatif singkat, serta adanya teknologi yang dapat ditinjau dengan mudah, merupakan faktor-faktor pendukung dalam proses pembudidayaan fitoplankton sehingga permintaan akan pakan alami yang berkualitas dapat terpenuhi. Namun demikian, produksi fitoplankton sebagai pakan alami untuk organisme akuatik membutuhkan biaya yang tinggi [2].

Salah satu faktor penyebab tingginya biaya produksi fitoplankton adalah biaya media kultur yang tinggi terutama media yang mengandung senyawa murni dan dibuat khusus untuk kultur fitoplankton. Media sintetik yang sering digunakan

dalam kultur mikroalga antara lain media Conwy, Walne, dan NPFe.

Walne adalah pupuk sintetik yang sering digunakan dalam kultur mikroalga karena mengandung protein serta lemak yang lebih tinggi. Selain itu Walne juga merupakan komponen media atas kebutuhan makro dan mikronutrien yang mengandung (C, N, P, K, S, Mg, Na, Cl, Ca dan Fe, Zn, Cu, Ni, Co dan W) [3].

Jenis pupuk pertanian yang digunakan untuk merangsang pertumbuhan fitoplankton adalah Amonium Sulfat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) atau pupuk ZA dan *Triple Super Phosphate* Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) atau pupuk TSP. Pupuk ZA ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) merupakan pupuk anorganik yang terdiri atas senyawa S Sulfur (24%) dalam Sulfat dan N Nitrogen (21%) dalam bentuk amonium yang mudah larut dan diserap tanaman. Peran Belerang (Sulfur) yaitu menambah kandungan protein dan vitamin hasil panen serta berperan penting pada proses pematangan zat gula [4].

Pupuk TSP (*Triple Super Phosphate*) merupakan pupuk anorganik yang memiliki kandungan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> lebih tinggi jika dibandingkan dengan beberapa pupuk anorganik sumber P yang lain, yaitu mencapai 43-45% sehingga lebih baik digunakan untuk meningkatkan unsur hara P pada tanah yang kekurangan unsur hara fosfat [5].

Perbedaan jenis pupuk diduga berpengaruh atau memiliki hasil yang sama bahkan lebih bagus terhadap perlakuan pada konsentrasi 40 mg/l, karena pada konsentrasi tersebut telah didapatkan kepadatan populasi sel maksimum menggunakan pupuk ZA pada kultur *Nannochloropsis* sp [6]. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh perbedaan jenis pupuk terhadap pertumbuhan populasi *C.vulgaris*.

Masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh jenis pupuk terhadap pertumbuhan populasi *C.vulgaris* pada kultur skala laboratorium?

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui jenis pupuk yang efektif dalam memacu pertumbuhan *C.vulgaris*.

## 2. METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan selama 2 minggu, yaitu pada tanggal 13 - 26 Oktober 2019 di UPTD BPBALP (Unit Pelaksana Teknis Daerah Balai Perikanan Budidaya Air Laut dan Payau) Teluk Buo Bungus, Padang Provinsi Sumatera Barat.

### Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen di laboratorium menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 1 faktor (pupuk) yaitu perbedaan jenis pupuk dengan dosis sama 40 ml/L yang terdiri dari tiga taraf perlakuan dan tiga ulangan. Pupuk yang digunakan adalah pupuk Walne, ZA dan TSP.

### Prosedur Penelitian

#### Persiapan Wadah

Penelitian ini dimulai dari mempersiapkan wadah berupa toples kaca (kapasitas 3 liter) sebanyak 9 unit dimasukkan kedalam bak tampungan yang berisi air laut yang sudah ditambahkan *chlorine* 60 ppm dan wadah didiamkan selama 24 jam. Setelah 24 jam, toples dibilas dengan air yang ditambahkan *Na-Thiosulfat* 30 ppm untuk menghilangkan kadar *chlorine*, lalu toples dicuci dengan air tawar dan dikeringkan. Setelah toples kering, air laut steril sebanyak 1 liter dimasukkan kedalam toples yang telah diberi aerasi dan dibiarkan selama 24 jam. Kemudian suhu diatur menjadi 26<sup>0</sup> C dan salinitas 32 ppt, media siap digunakan untuk kultur *C. vulgaris*. Pemupukan dilakukan dengan cara memasukkan masing-masing pupuk ke dalam wadah kultur yang telah berisi air laut steril dengan dosis 40 ml/L. Setelah dilakukan pemupukan pada wadah yang berisi air laut, langkah selanjutnya yaitu meletakkan

masing-masing wadah kultur pada rak kultur.

### Penebaran Bibit

Organisme uji pada penelitian ini adalah *Chlorella vulgaris*, bibit yang digunakan diperoleh dari Balai Perikanan Budidaya Air Laut dan Payau Teluk Buo Bungus, Padang Sumatera Barat. Kepadatan bibit pada awal penelitian diatur pada tingkat kepadatan populasi sel  $\pm 2 \times 10^6$  sel/ml. Bibit awal dimasukkan sebanyak 300 ml kedalam toples wadah kultur tersebut. Penebaran bibit dilakukan pada jam 08:00 pagi dan untuk pengamatan populasi *C. vulgaris* dilakukan setiap 1x24 jam selama 7 hari. Pengamatan kepadatan populasi sel dilakukan dengan mengambil sebanyak 1 ml sampel bibit *C. vulgaris* dan diletakkan pada *haemocytometer* untuk diamati lebih lanjut di bawah mikroskop cahaya menggunakan perbesaran 100 dan 400x.

### Parameter yang Diukur

#### Pertumbuhan Mutlak (Kepadatan Sel)

Kepadatan sel dapat dihitung dengan rumus:

$$P = N \times 10^4 \text{ sel/ml}$$

Keterangan:

P = Kepadatan sel (sel/ml)

N = Jumlah total sel pada bidang *haemocytometer* seluas 1 mm<sup>2</sup>

#### Laju Pertumbuhan Relatif (*Relative Growth Rate*)

Laju pertumbuhan relatif adalah peningkatan jumlah sel per unit sel yang ada per lama waktu, laju pertumbuhan relatif dapat dihitung dengan rumus:

$$RGR = \frac{(Ct - Co)}{Co} \times 100\%$$

Keterangan:

RGR = *relative growth rate* (%)

Co = kepadatan populasi sel/ml pada awal periode pengamatan

Ct = kepadatan populasi sel/ml pada akhir periode pengamatan

#### Laju Pertumbuhan Spesifik (*Specific Growth Rate*)

Laju pertumbuhan spesifik adalah perubahan jumlah sel seiring perubahan waktu, laju pertumbuhan spesifik dapat dihitung dengan rumus:

$$SGR = ((Ct/Co)^{1/t} - 1) \times 100\%$$

Keterangan:

SGR = *Specific growth rate* (%/jam)

Co = kepadatan populasi sel/ml pada awal periode pengamatan

Ct = kepadatan populasi sel/ml pada akhir periode pengamatan

t = lama periode pengamatan (jam)

#### Waktu Penggandaan Diri (*Doubling Time*)

Waktu penggandaan diri adalah waktu yang dibutuhkan untuk membuat jumlah sel menjadi 2 kali lipat, waktu penggandaan diri (*doubling time*) dapat dihitung dengan rumus:

$$DT = \frac{\log(2) \times \Delta t}{\log Ct - \log Co}$$

Keterangan:

DT = *doubling time* (jam)

Co = kepadatan populasi sel/ml pada awal periode pengamatan

Ct = kepadatan populasi sel/ml pada akhir periode pengamatan

t = lama periode pengamatan (jam)

#### Pengukuran Kualitas Air

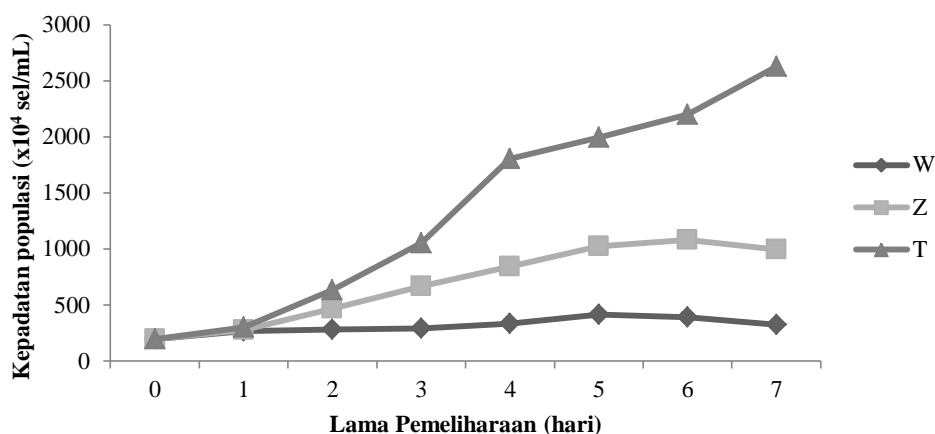
Parameter kualitas air yang diukur dalam penelitian ini meliputi suhu, salinitas, dan derajat keasaman (pH). Parameter kualitas air diukur setiap hari selama 7 hari.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kepadatan Populasi *C.vulgaris*

Kepadatan populasi *C.vulgaris* tertinggi dengan perlakuan pupuk TSP 40 ml/L yaitu pada hari ke 7 sebanyak  $2.627 \times 10^4$  sel/ml dan kepadatan populasi sel yang terendah pada perlakuan pupuk Walne

40 ml/L yaitu sebanyak  $414 \times 10^4$  sel/ml, disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Pertumbuhan populasi *C.vulgaris* berdasarkan lama pemeliharaan

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA) mendapatkan hasil yang sangat berbeda nyata, karena pupuk yang berbeda pada setiap perlakuan memiliki nilai signifikan sebesar  $0,02 < 0,05$ . Kemudian dilakukan uji lanjut *Least Significant Difference (LSD)*, dari output didapatkan ada perlakuan yang memiliki hasil hampir sama atau tidak berbeda nyata karena mendapatkan nilai signifikan  $> 0,05$  yaitu terdapat pada perlakuan pupuk Walne dengan perlakuan pupuk ZA (sig. 0,141).

Hari ke-3 dan ke-4, kepadatan populasi tertinggi masih dicapai oleh perlakuan T dan kepadatan populasi terendah masih terdapat pada perlakuan W. Pada hari ke-5, kepadatan populasi sel maksimum didapatkan pada perlakuan W yaitu sebesar  $414 \times 10^4$  sel/ml namun kepadatan populasi tertinggi masih terdapat pada perlakuan T yaitu  $1.997 \times 10^4$  sel/ml. Pada hari ke-6 kepadatan populasi sel maksimum didapatkan pada perlakuan Z yaitu sebesar  $1.083 \times 10^4$  sel/ml namun pada perlakuan W kepadatan populasi sel mulai menurun, ini artinya perlakuan W sudah memasuki fase yang ketiga yaitu fase penurunan laju pertumbuhan dan kepadatan populasi tertinggi masih terdapat pada perlakuan T yaitu  $2.199 \times 10^4$  sel/ml.

Pada hari terakhir (hari ke-7), kepadatan populasi sel maksimum didapatkan pada perlakuan T yaitu sebesar  $2.627 \times 10^4$  sel/ml yang sekaligus merupakan kepadatan populasi tertinggi yang didapatkan selama pemeliharaan. Namun, pada perlakuan Z telah mengalami penurunan jumlah kepadatan populasi yang artinya pada perlakuan ini sedang memasuki fase ketiga yaitu fase penurunan laju pertumbuhan. Sedangkan pada perlakuan W telah memasuki fase terakhir yaitu fase kematian dimana laju kematian lebih besar daripada laju reproduksi sehingga jumlah sel mengalami penurunan jumlah kelimpahan sel. Hal tersebut diperkuat dengan pernyataan [7], selama masa kultur fitoplankton mengalami 4 fase yakni Fase lag (istirahat), Fase logaritmik (pertumbuhan eksponensial), Fase stasioner (pertumbuhan stabil), dan Fase kematian.

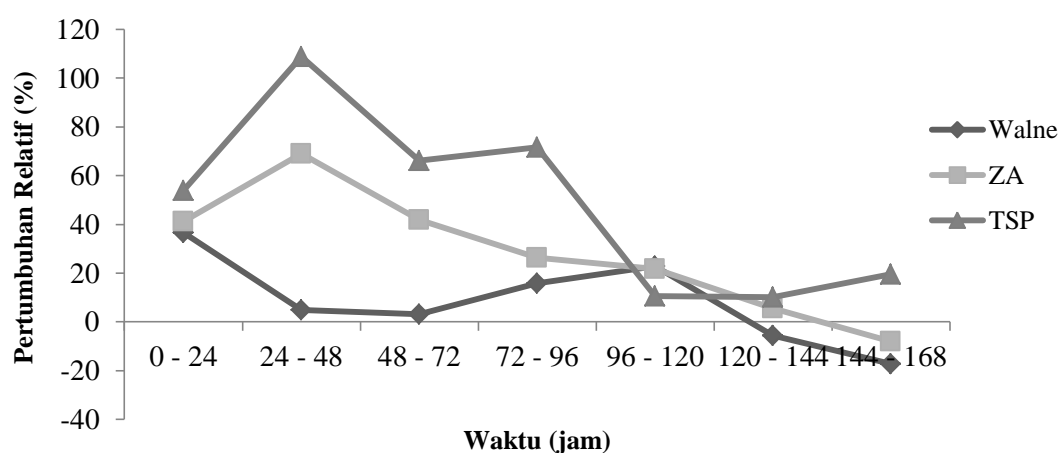
Pertumbuhan populasi sel *C.vulgaris* paling optimal terjadi pada perlakuan T yang menggunakan pupuk TSP yaitu sebesar  $2.627 \times 10^4$  sel/ml, kemudian disusul perlakuan Z yang menggunakan pupuk ZA yaitu  $1.083 \times 10^4$  sel/ml, selanjutnya perlakuan W yang menggunakan pupuk Walne sebesar  $414 \times 10^4$  sel/ml. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh [8], pertumbuhan

populasi optimal didapatkan pada perlakuan dengan medium BBLsm yaitu sebesar  $5.416 \times 10^4$  sel/ml, kemudian disusul perlakuan pupuk Guillard yaitu  $4.742 \times 10^4$  sel/ml, selanjutnya perlakuan dengan pupuk Walne sebesar  $1.733 \times 10^4$  sel/ml. Penelitian lainnya juga telah dilakukan oleh [6] bahwa kepadatan populasi sel maksimum *Nannochloropsis* sp. tertinggi dicapai pada konsentrasi pupuk ZA 40 mg/L dengan tingkat kepadatan populasi sel sebesar  $12.950 \times 10^3$  sel/mL yang dicapai pada jam ke -72 setelah penebaran. Dan penelitian yang telah dilakukan oleh [9] bahwa kepadatan populasi dan laju pertumbuhan *Porphyridium* sp tertinggi dicapai pada

perlakuan C dengan konsentrasi urea 75 mg/l, ZA 30 mg/l dan TSP 10 mg/l.

### Laju Pertumbuhan Relatif (RGR)

Pola pertumbuhan populasi sel *C.vulgaris* pada perlakuan pupuk TSP 40 ml/L mendapatkan rata-rata pertumbuhan relatif harian yang tinggi dari awal sampai akhir periode pengkulturan daripada perlakuan lainnya yaitu pada kisaran 10,12 – 108,91 (%), dibandingkan dengan pola pertumbuhan populasi sel pada perlakuan Walne dan ZA menunjukkan pertumbuhan yang relatif sama terlihat dari nilai pertumbuhan relatif pada periode terakhir yang cenderung menurun yaitu pada kisaran -8,03 s.d -17,14 (%), disajikan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Laju pertumbuhan relatif *C.vulgaris* berdasarkan lama pemeliharaan

Berdasarkan data laju pertumbuhan relatif pada periode kedua (jam ke-24 s/d jam ke-48) menunjukkan nilai diatas 100% yang artinya bahwa peningkatan kepadatan populasi sel pada akhir periode ini mengalami peningkatan lebih dari satu kali lipat dari awal penebaran dan hal ini memenuhi kriteria sebagai fase pertumbuhan eksponensial. Data yang berbeda ditunjukkan oleh pertumbuhan relatif pada periode ketiga (jam ke-48 s/d jam ke-72) perlakuan T yang tertinggi sedangkan perlakuan W yang terendah. Pada periode ke-4 (jam ke-72 s/d jam ke-96) perlakuan T tertinggi dan perlakuan W

terendah dimana nilai rata-rata pertumbuhan relatif yang diperoleh berada dibawah nilai 100%. Sedangkan pada periode kelima (jam ke-96 s/d jam ke-120) malah sebaliknya yaitu perlakuan W yang tertinggi dan perlakuan T terendah, pada periode ini sudah memasuki fase deklinasi (penurunan laju pertumbuhan) yang sebelumnya 71,58% menjadi 10,64%. Fase ini ditandai dengan pembelahan sel tetap terjadi, namun tidak selaju pada fase sebelumnya sehingga laju pertumbuhannya pun menjadi menurun (Kartikasari, 2010). Pada periode 6 dan 7 (jam ke-120 s/d jam ke-168) perlakuan T yang tertinggi

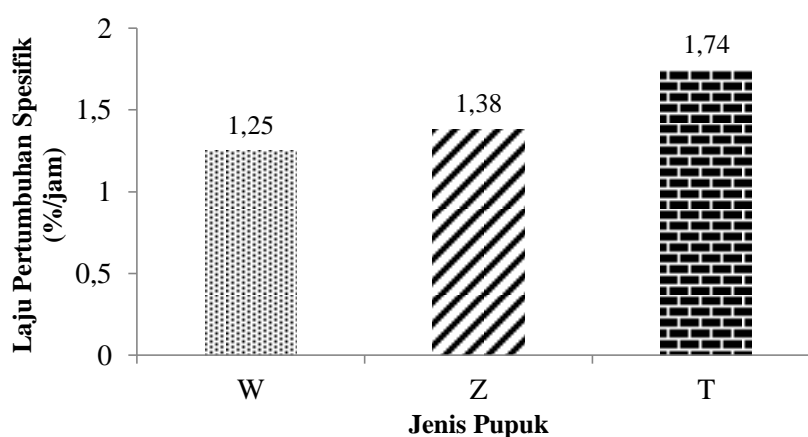
sedangkan perlakuan Z dan W sudah memasuki fase kematian karena kedua perlakuan tersebut sudah mendapatkan nilai rata-rata pertumbuhan relatif minus yaitu -8,03 dan -17,14.

### Laju Pertumbuhan Spesifik *C.vulgaris*

Laju pertumbuhan spesifik *C.vulgaris* pada fase pertumbuhan eksponensial setiap perlakuan pupuk yang berbeda tertinggi yaitu pada pupuk TSP dengan nilai sebesar 1,74% per jam dan laju pertumbuhan spesifik yang terendah terdapat pada perlakuan Walne yaitu 1,25% perjam (Gambar 3).

Laju pertumbuhan spesifik yang terjadi saat fase pertumbuhan eksponensial yang tertinggi yaitu terdapat pada perlakuan pupuk TSP. Pada perlakuan ini pertumbuhan populasi sel *C.vulgaris* mengalami peningkatan dengan laju pertumbuhan sebesar 1,74% per jam, laju

pertumbuhan spesifik yang terjadi saat fase pertumbuhan eksponensial pada perlakuan pupuk ZA dan Walne hasilnya hampir sama yaitu 1,38% dan 1,25% per jam. Laju pertumbuhan spesifik yang terjadi saat fase pertumbuhan eksponensial yang terendah yaitu terdapat pada perlakuan pupuk Walne, pada perlakuan ini pertumbuhan populasi sel mengalami peningkatan dengan laju pertumbuhan hanya sebesar 1,25% per jam. Sesuai dengan pernyataan [10] terkadang konsentrasi bahan yang terlalu tinggi membuat bahan sulit diserap oleh sel. Nilai laju pertumbuhan dapat dijadikan sebagai tolak ukur untuk mengetahui daya dukung media terhadap pertumbuhan *C.vulgaris*, semakin cepat laju pertumbuhan maka semakin bagus daya dukung media pupuk terhadap pertumbuhan populasi fitoplankton tersebut.



Gambar 3. Pertumbuhan spesifik *C.vulgaris* berdasarkan jenis pupuk

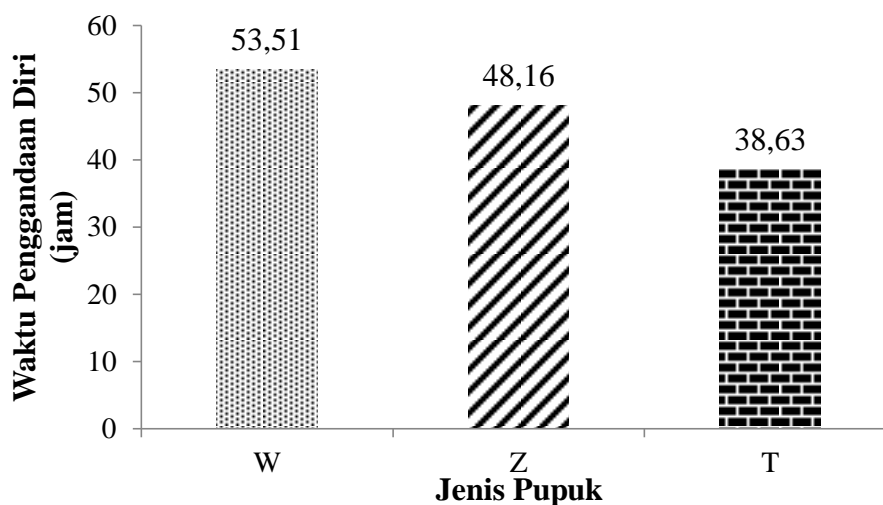
### Waktu Penggandaan Diri (*Doubling Time*)

Waktu penggandaan diri yang dibutuhkan *C.vulgaris* tersingkat ditunjukkan oleh perlakuan pupuk TSP 40 dengan nilai rata-rata sebesar 38,63 jam atau 38 jam 63 menit. Waktu penggandaan diri paling panjang ditunjukkan oleh perlakuan pupuk Walne dengan nilai rata-rata 53,51 jam atau 53 jam 51 menit (Gambar 4).

Doubling time (waktu penggandaan diri) *C.vulgaris* tersingkat atau paling cepat ditunjukkan oleh perlakuan pupuk TSP dengan nilai rata-rata sebesar 38,63 jam atau 38 jam 63 menit. Untuk perlakuan pupuk ZA memiliki waktu penggandaan diri selama 48,16 jam atau 48 jam 16 menit, sedangkan waktu penggandaan diri paling panjang atau paling lama ditunjukkan oleh perlakuan pupuk Walne dengan nilai rata-rata sebesar 53,51 jam atau 53 jam 51

menit. Hal ini sesuai dengan pernyataan Afriza *et al.* (2015) waktu regenerasi yang lebih rendah berarti pertumbuhan jumlah populasi lebih cepat karena waktu yang

diperlukan untuk pembelahan sel lebih singkat sehingga untuk mencapai kepadatan maksimum lebih cepat.



**Gambar 4.** Waktu penggandaan diri *C.vulgaris* berdasarkan jenis pupuk

Data pertumbuhan populasi sel yang diperoleh didukung juga oleh faktor lingkungan yaitu kualitas air seperti salinitas, pH, suhu dan intensitas cahaya yang optimum. Suhu yang digunakan untuk pertumbuhan populasi pada penelitian ini yaitu 26°C, pada temperatur inilah mikroalga dapat tumbuh dengan baik. Pada penelitian ini salinitas yang digunakan untuk seluruh perlakuan diatur pada tingkat 32 ppt. Salinitas yang ada pada penelitian sesuai dengan pendapat [11] yang menyatakan bahwa salinitas optimum untuk pertumbuhan *Chlorella* sp berkisar antara 30-32 ppt. Dalam penelitian ini pH yang diukur yaitu 7 yang berarti bahwa *C.vulgaris* dapat tumbuh optimal dalam media pertumbuhannya. Hasil pengukuran pH dalam penelitian ini juga didukung oleh pernyataan [12] yaitu nilai pH yang optimum untuk kultur *Chlorella* sp berkisar antara 7-9.

Pada penelitian ini, intensitas cahaya yang digunakan yaitu 1000 lux sehingga populasi dapat tumbuh optimal. Laju fotosintesis akan berbanding lurus dengan intensitas cahaya yang diberikan, dengan

batasan pada nilai intensitas maksimum justru dapat merusak sistem reseptor fotosintesis. Karena cahaya yang tidak diserap atau tidak digunakan dalam proses fotosintesis akan diubah menjadi energi panas, yang nantinya justru menghambat perkembangbiakan kultur [13]. Umumnya dalam ruang kultur intensitas cahaya berkisar antara 500 - 1000 lux. Namun pada penelitian ini terdapat kekurangan yaitu kadar oksigen dalam air yang tidak diukur.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa jenis pupuk memberikan pengaruh nyata antar perlakuan terhadap pertumbuhan populasi *C.vulgaris*. Perbedaan rata-rata antar perlakuan yang nyata terdapat pada perlakuan pupuk TSP dengan Walne dan perlakuan pupuk TSP dengan ZA, sedangkan perlakuan pupuk ZA dengan Walne tidak memiliki perbedaan yang begitu nyata. Perlakuan yang memberikan pertumbuhan populasi sel tertinggi adalah pupuk TSP.

**Saran**

Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat menganalisis kadar oksigen

dalam air yang dapat mempengaruhi pertumbuhan populasi *C.vulgaris*.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Rachmaniah, O., R.D. Setyarini dan L. Maulida. (2010). Pemilihan Metode Ekstraksi Minyak Alga dari *Chlorella* sp. dan Prediksinya sebagai Biodiesel. Seminar Teknik Kimia Soehadi Reksowardojo 2010. Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. 10 hlm
2. Jaime-Ceballos, B.J., A. Hernández Llamas, T. García Galano dan H. Villarreal. (2006). Substitution of *Chaetoceros muelleri* by *Spirulina platensis* meal in diets for *Litopenaeus schmitti* larvae. *Aquaculture*. 260, 215 –220.
3. Suminto. (2009). Penggunaan Jenis Media Kultur Teknis terhadap Produksi dan Kandungan Nutrisi Sel *Spirulina platensis*. *Jurnal Saintek Perikanan*, 4(2): 53-61
4. Kiswondo, S. (2011). Penggunaan Abu Sekam dan Pupuk ZA terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Embryo*, 8(1): 188-216.
5. Purba, S.T.Z., Damanik, dan K.S. Lubis. (2017). Dampak Pemberian Pupuk TSP dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Ketersediaan dan Serapan Fosfor serta Pertumbuhan Tanaman Jagung pada Tanah Inceptisol Kwala Bekala. *Jurnal Agroekoteknologi*, 5(3) : 638-643.
6. Mukhlis, A., Z. Abidin., dan I. Rahman. (2017). Pengaruh Konsentrasi Pupuk Ammonium Sulfat Terhadap Pertumbuhan Populasi Sel *Nannochloropsis* sp. *BioWallacea Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi*, 3(3): 149 – 155.
7. Cahyaningsih, S. (2009). *Standar Nasional Indonesia Pembenihan Perikanan (Pakan Alami)*. Balai Budidaya Air Payau Situbondo. Situbondo.
8. 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 Jurnal of Maquares*, 3 (2): 102-108.
9. Barokah, L.K. (2016). Pengaruh Kombinasi Pupuk Urea,ZA, dan TSP terhadap Laju Pertumbuhan dan Kandungan Polisakarida Ekstraseluler *Porphyridium* sp. *Skripsi*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
10. Afriza, Z., G. Diansyah, dan A.I. Sunaryo. (2015). Pengaruh Pemberian Pupuk Urea (CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O) dengan Dosis Berbeda Terhadap Kepadatan Sel dan Laju Pertumbuhan *Porphyridium* sp. pada Kultur Fitoplankton Skala Laboratorium. *Maspari Journal*, 7(2): 33-40
11. Converti, A., A.A. Casazza, E.Y. Ortiz, P. Perego, and M.D. Borghi. (2009). Effect of Temperature and Nitrogen Concentration on The Growth and Lipid Content of *Nannochloropsis oculata* and *Chlorella vulgaris* for Biodiesel Production. *Chem. Eng. Process*.
12. Effendi H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta.
13. Daniyati, R., G. Yudoyono, dan R. Agus. (2012). Desain Closed Photobioreaktor *Chlorella vulgaris* sebagai Mitigasi Emisi CO<sub>2</sub>. *Jurnal Sains dan Seni ITS*.