



Efektivitas Pupuk Organik Yang Berbeda Untuk Substitusi Urea Sebagai Sumber Nitrogen Pada Nutrien Kultur *Nannochloropsis* Sp.

Muhammad Ilyasya¹, Henky Irawan¹, Daniel Sinaga¹, Antin Sri Lestari²

¹Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji

²Unit Pakan Alami Balai Perikanan Budidaya Laut (BPBL) Batam

INFO NASKAH

Kata Kunci:

Nannochloropsis sp., Substitusi Urea, Nitrogen, Pupuk Anorganik

ABSTRAK

Nitrogen adalah salah satu unsur hara yang dibutuhkan *Nannochloropsis* sp., namun belum ada penentuan dosis pupuk berdasarkan sumber nitrogen pupuk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemberian pupuk anorganik mampu menjadi substitusi urea pada nutrien kultur *Nannochloropsis* sp. dan mengetahui pupuk anorganik yang efektif digunakan sebagai sumber nitrogen untuk populasi sel *Nannochloropsis* sp. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 kontrol dan 3 perlakuan yaitu: Kontrol (Urea 50 mg/L Urea, Za, TSP, EDTA), perlakuan A (Pupuk NPK 16 16 16, Za, TSP, EDTA), perlakuan B (Pupuk Kalsium Nitrat, ZA, TSP, EDTA), perlakuan C (Pupuk Calcium Ammonium Nitrate, ZA, TSP, EDTA), masing – masing 3 ulangan. Parameter yang diamati meliputi kepadatan harian, puncak populasi, *doubling time*, kualitas air dan intensitas cahaya. Hasil menunjukkan selama 7 hari pemeliharaan kepadatan harian sel *Nannochloropsis* sp. tertinggi terdapat pada H-5 pemeliharaan dengan pertumbuhan tertinggi pada perlakuan C (Pupuk Calcium Ammonium Nitrate) yaitu 18.528.611 sel/ml dengan *doubling time* tercepat pada perlakuan C (Pupuk Calcium Ammonium Nitrate) yaitu 37,04 sel/jam dan pertumbuhan terendah pada perlakuan A (Pupuk NPK 16 16 16) yaitu 17.128.611 sel/ml dengan *doubling time* terlama pada kontrol (Pupuk Urea) yaitu 46,6 sel/jam. Puncak populasi untuk kontrol dan semua perlakuan terdapat pada H-5 pemeliharaan. Intensitas cahaya selama penelitian berkisar 6.357 lux. Hasil ini menunjukkan bahwa pupuk NPK 16 16 16, Kalsium Nitrat dan Calcium Ammonium Nitrate mampu menjadi substitusi urea sebagai sumber nitrogen pada nutrien kultur *Nannochloropsis* sp. dan ketiga pupuk organik efektif menjadi digunakan sebagai sumber nitrogen untuk populasi sel *Nannochloropsis* sp.

Gedung FIKP Lt. II Jl. Politeknik Senggarang, 29115, Tanjungpinang, Telp : (0771- 8041766, Fax. 0771-7004642. Email : antiseptiana@unram.ac.id; henkyirawan@umrah.ac.id; danielsinaga@umrah.ac.id

Effectiveness of Different Organic Fertilizers for Urea Substitution as Nitrogen Source in Nutrient Culture of *Nannochloropsis* Sp.

Muhammad Ilyasya¹, Henky Irawan¹, Daniel Sinaga¹, Antin Sri Lestari²

¹Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji

²Unit Pakan Alami Balai Perikanan Budidaya Laut (BPBL) Batam

ARTICLE INFO

Keywords

Nannochloropsis sp., Urea Substitution, Nitrogen, Organic Fertilizer

ABSTRACT

Nitrogen is one of the nutrients needed by *Nannochloropsis* sp., but there has been no determination of fertilizer dosage based on fertilizer nitrogen sources. This study aims to determine the provision of inorganic fertilizers capable of substituting urea in the culture nutrients of *Nannochloropsis* sp. and to find out inorganic fertilizers that are effective for use as a nitrogen source for the *Nannochloropsis* sp. cell population. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with 1 control and 3 treatments, namely: Control (Urea 50 mg / L Urea, Za, TSP, EDTA), treatment A (NPK Fertilizer 16 16 16, Za, TSP, EDTA), treatment B (Calcium Nitrate Fertilizer, ZA, TSP, EDTA), treatment C (Calcium Ammonium Nitrate Fertilizer, ZA, TSP, EDTA), each with 3 replications. The parameters observed included daily density, peak population, doubling time, water quality and light intensity. The results showed that during 7 days of maintenance, the highest daily density of *Nannochloropsis* sp. cells was found on D-5 of maintenance with the highest growth in treatment C (Calcium Ammonium Nitrate Fertilizer) which was 18,528,611 cells/ml with the fastest doubling time in treatment C (Calcium Ammonium Nitrate Fertilizer) which was 37.04 cells/hour and the lowest growth in treatment A (NPK 16 16 16 Fertilizer) which was 17,128,611 cells/ml with the longest doubling time in the control (Urea Fertilizer) which was 46.6 cells/hour. The peak population for the control and all treatments was found on D-5 of maintenance. The light intensity during the study ranged from 6,357 lux. These results indicate that NPK 16 16 16, Calcium Nitrate and Calcium Ammonium Nitrate fertilizers are able to substitute urea as a nitrogen source in the nutrient culture of *Nannochloropsis* sp. and the three organic fertilizers are effective in being used as a nitrogen source for the *Nannochloropsis* sp. cell population.



PENDAHULUAN

Fitoplankton adalah salah satu jenis pakan alami yang paling berguna untuk budidaya ikan. Pakan alami mengandung banyak nutrisi yang tidak dapat diganti oleh pakan lain (Afifah *et al.*, 2015). Kandungan nutrisi pakan alami seperti protein dibutuhkan untuk pertumbuhan larva ikan. Salah satu pakan alami yang paling bermanfaat bagi ekosistem perairan adalah fitoplankton, yang dapat dengan mudah dibudidayakan. Fitoplankton *Nannochloropsis* sp. adalah salah satu jenis yang paling sering dimanfaatkan sebagai pakan alami dalam kegiatan budidaya ikan.

Sebagai organisme autotrof, *Nannochloropsis* sp. menghasilkan oksigen dan menyerap karbon dioksida selama fotosintesis. Selain itu, organisme ini dapat tumbuh dan berkembang melalui fotosintesis, menggunakan sinar matahari sebagai sumber energi, dan menggunakan nutrisi anorganik sederhana seperti CO², komponen nitrogen terlarut, dan fosfat. Penting untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. adalah ketersediaan nutrisi makro dan mikro sebagai kunci pertumbuhan yang diserap dari media kultur (Jadid *et al.*, 2017).

Salah satu makronutrien yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroalga adalah nitrogen. Nitrogen diperlukan sebagai penyusun protein dan pembentuk klorofil untuk fotosintesis (Fatmanita *et al.*, 2023). Banyak penelitian yang menggunakan pupuk organik sebagai nutrisi media kultur hanya dengan menentukan jumlah pupuk untuk menentukan dosis pupuk yang akan digunakan dalam kultur fitoplankton, sehingga tidak memberikan hasil yang signifikan terhadap pertumbuhan dan kepadatan sel fitoplankton. Selain itu, *Nannochloropsis* sp. berkembang biak dengan cara membelah diri sehingga mempercepat pertumbuhan mikroalga. Selain itu, pemupukan dapat meningkatkan kepadatan sel dengan cara meningkatkan kandungan nutrisi dalam kultur.

Adapun pupuk yang biasa digunakan dalam kegiatan kultur pakan alami yaitu pupuk urea. Pupuk Urea mengandung unsur nitrogen yaitu berkisar (45-46%), merupakan faktor pembatas untuk pertumbuhan plankton (Nurlinda *et al.*, 2019). Terdapat pupuk anorganik lain yang memiliki sumber nitrogen seperti pupuk NPK 16 16 16, pupuk kalsium nitrat dan pupuk ammonium nitrat yang berpotensi menggantikan pupuk urea sebagai sumber nitrogen dalam kultur pakan alami *Nannochloropsis* sp. Maka dilakukan penelitian ini untuk mengetahui pupuk anorganik mana yang efektif sebagai pengganti urea untuk kultur pakan alami *Nannochloropsis* sp.

Penelitian mengenai aplikasi pupuk anorganik yang menggunakan jumlah pupuk untuk menentukan dosis pupuk sudah pernah diteliti, namun belum melihat sumber nitrogen pupuk. Kandungan nitrogen yang terdapat pada urea sebagai sumber nitrogen pada nutrisi kultur *Nannochloropsis* sp., juga, terdapat pada pupuk anorganik lainnya. Penelitian ini berfokus ingin mencari tahu apakah pupuk anorganik mampu menjadi substitusi urea untuk sumber nitrogen pada nutrisi kultur *Nannochloropsis* sp.. Oleh sebab itu dilakukan penyetaraan konsentrasi nitrogen pupuk organik dengan nitrogen urea sebagai kontrol. Rumusan masalah dirangkum sebagai berikut: Apakah pemberian pupuk anorganik selain urea mampu menjadi substitusi urea pada nutrisi kultur *Nannochloropsis* sp.? Manakah pupuk anorganik yang efektif digunakan sebagai sumber nitrogen untuk *Nannochloropsis* sp. Terbaik?



METODE PENELITIAN

Penentuan dosis dari ketiga pupuk organik ini berdasarkan penyetaraan konsentrasi nitrogen ketiga pupuk tersebut dengan konsentrasi nitrogen urea yang digunakan sebagai salah satu bahan pada pencampuran nutrisi sebagai sumber nitrogen pada nutrisi kultur *Nannochloropsis* sp.. (Daefi *et al.*, 2017). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri atas 1 kontrol, 3 perlakuan dan 3 pengulangan. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

K: Pemberian pupuk teknis di BPBL Batam Urea 50mg + Za 50mg + TSP 10mg + Edta 5 mg (Sinurat, 2025), dalam 1 liter air

A: Pemberian NPK 16 16 16 dengan dosis 143,7 mg + Za 50mg + TSP 10mg + EDTA 5mg, dalam 1 liter air

B: Pemberian Kalsium Nitrat dengan dosis 148,3 mg + Za 50mg + TSP 10mg + EDTA 5mg, dalam 1 liter air

C: Pemberian Calcium Ammonium Nitrate dengan dosis 85,1 mg+ Za 50mg + TSP 10mg + EDTA 5mg, dalam 1 liter air

Kultur *Nannochloropsis* sp.

Inokulan *Nannochloropsis* sp. yang ditambahkan dari laboratorium pakan alami BPBL Batam sebanyak 10% (Anjellyta, 2023) dari volume yang akan dikultur yaitu 1 liter per wadah penelitian sehingga volume akhir setiap wadah 10 liter sesuai perlakuan. Selanjutnya, wadah ditempatkan dan diberi aerasi yang disesuaikan. Pemeliharaan *Nannochloropsis* sp. dilakukan selama 7 hari.

Pengamatan Kepadatan Sel *Nannochloropsis* sp.

Pengamatan kepadatan sel diamati setiap hari selama 7 hari dan dihitung dengan menggunakan *haemocytometer*. Sampel plankton diteteskan menggunakan pipet tetes pada *haemocytometer* dan ditutup menggunakan *cover glass* kemudian diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 40x/0.65.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepadatan Harian

Pengamatan terhadap kepadatan sel *Nannochloropsis* sp. dilakukan setiap pagi hari selama periode penelitian. Tujuannya adalah untuk memantau dinamika perubahan jumlah sel pada masing-masing perlakuan. Dalam penelitian ini, fase lag pada perlakuan Kontrol, A (menggunakan pupuk NPK 16-16-16), B (menggunakan kalsium nitrat), dan C (menggunakan kalsium amonium nitrat) terjadi secara bersamaan, yakni pada awal masa pemeliharaan, dimulai dari H-0 hingga H-3. Meria *et al* (2021) menyatakan bahwa pada fase lag, aktivitas pembelahan sel masih terbatas sehingga jumlah sel belum menunjukkan peningkatan yang signifikan. Oleh karena itu, periode ini dikenal sebagai fase lag (adaptasi).

Fase eksponensial pada penelitian ini dimulai pada H-2 sampai dengan H-5, hal ini terlihat dari adanya laju pertumbuhan yang meningkat secara optimal hingga mencapai batas maksimal. Pada fase ini sel mulai meningkat yang menandakan bahwa *Nannochloropsis* sp. dapat beradaptasi dengan baik pada fase sebelumnya. Di fase ini, sel membelah diri dengan cepat dan memiliki enzim, metabolit, dan senyawa yang diperlukan untuk pembelahan sel (Meria *et al.*, 2021). Kepadatan sel yang mulai menurun pada H-6 karena habisnya nutrisi yang sudah terserap oleh *Nannochloropsis* sp. yaitu phosphorus (P).



Phosphorus (P) adalah penyusun utama asam nukleat (DNA maupun RNA), protein, gula fosfat, dan berbagai metabolit (Solovchenko *et al.*, 2019); (Su, 2021); (Blank, 2012); (Lin *et al.*, 2016). Selain itu, P berkontribusi pada pembentukan fosfolipid, komponen penting membran sel yang memberikan struktur dan perlindungan pada sel (Solovchenko *et al.*, 2019); (Su, 2021); (Blank, 2012); (Lin *et al.*, 2016). Fosfolipid merupakan pendorong fosfor seluler yang signifikan; diperkirakan 10-50 % lipid dalam mikroalga diwakili oleh molekul-molekul ini (Geider & La Roche, 2002); (Manisali, 2019).

P sangat diperlukan untuk fiksasi karbon dan metabolisme sel karena terlibat dalam produksi energi kimia (ATP) dan padanan produksi (NADH, NADPH) selama fotosintesis dan respirasi (Solovchenko *et al.*, 2019); (Su, 2021); (Blank, 2012); (Lin *et al.*, 2016). Metabolisme sel, yang melibatkan perolehan energi, transformasi, akumulasi dan penyaluran, terkait erat dengan pergantian beragam metabolit yang mengandung P (Su, 2021); (Blank, 2012). Penelitian ini menunjukkan pentingnya ketersediaan phosphorus untuk pertumbuhan mikroalga

Fase kematian *Nannochloropsis* sp. pada penelitian ini terjadi pada H-7, dari kontrol dan semua perlakuan, hal ini terlihat dari adanya penurunan pertumbuhan sel *Nannochloropsis* sp. Margareta, (2016) menyatakan bahwa fase kematian ditandai dengan kepadatan populasi sel yang terus berkurang, karena nutrisi yang ada di dalam media kultur sudah dimanfaatkan dengan baik pada fase sebelumnya. Fase ini ditandai dengan banyaknya kematian sel dan hampir tidak ada pembelahan sel (Meria *et al.*, 2021).

Puncak Populasi

Puncak populasi dapat dilihat dengan meningkatnya angka kepadatan pada pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Puncak populasi pada penelitian ini terjadi pada hari ke-5 untuk kontrol dan 3 perlakuan yaitu pada fase eksponensial. Pada penelitian ini puncak populasi tertinggi didapatkan pada kontrol (pupuk Urea) yaitu sebanyak 22,016,644 sel *Nannochloropsis* sp. Peningkatan puncak populasi hingga mencapai titik kepadatan maksimum terjadi karena ketersediaan nutrisi yang masih mencukupi dan kondisi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. yang masih optimal (Daefi *et al.*, 2017).

Sedangkan untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. (H-5 dikurangi dengan H-0) menunjukkan pertumbuhan tertinggi terdapat pada perlakuan C (Calcium ammonium nitrate), tetapi ada perlakuan lain yang telah di analisis tidak berbeda nyata selain perlakuan C (Calcium ammonium nitrate) yaitu perlakuan B (Kalsium nitrat) dan perlakuan A (NPK 16 16 16). Hal ini dikarenakan adanya nutrisi lain pada masing-masing pupuk yang juga ikut berperan dalam mendorong pertumbuhan mikroalga.

Nutrien lain yang terdapat pada ketiga pupuk anorganik salah satunya adalah kalsium dan kalium. Hepler (1994) menyatakan bahwa Ion kalsium (Ca^{2+}) berperan dalam regulasi beberapa aspek pembelahan sel, bukti semakin banyak menunjukkan bahwa transien atau gradien lokal dalam (Ca^{2+}) berkontribusi pada berbagai peristiwa, termasuk pemecahan dan pembentukan kembali selubung nukleus, pembentukan dan pertumbuhan alur pembelahan, serta pembentukan lempeng sel. Hal ini terbukti pada perlakuan B (Kalsium nitrat) dan C (calcium ammonium nitrate). Kalium berfungsi mengaktifkan berbagai enzim yang terlibat dalam sintesis protein di dalam sel, termasuk enzim-enzim translasi dan transkripsi. dengan ketersediaan K yang cukup, proses pembentukan protein menjadi lebih efisien (Marthia, 2020). Hal ini terbukti pada perlakuan A (NPK 16 16 16).



Doubling Time

Doubling time adalah data waktu penggandaan kecepatan pembelahan sel pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. dalam satuan waktu sel/jam. Pada penelitian ini berdasarkan hasil analisis yang dilakukan waktu penggandaan sel diri paling singkat pada perlakuan C (Calcium Ammonium Nitrate) dengan kecepatan yaitu 37,04 sel/jam, adapun perlakuan lain yang tidak berbeda nyata mengenai penggandaan sel pada penelitian ini yaitu perlakuan B (Kalsium Nitrat) dengan kecepatan 38,8 sel/jam, dan perlakuan A (NPK 16 16 16) dengan kecepatan 38,2 sel/jam. Damanik *et al.*, (2020) menyatakan bahwa semakin singkat waktu penggandaan diri maka semakin cepat pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. dan semakin lama waktu penggandaan diri maka pertumbuhan akan semakin lama.

Nutrien lain yang terdapat pada pupuk perlakuan C (Calcium ammonium nitrate) dan B (Kalsium nitrat) yaitu kalsium, sebagai salah satu nutrisi lain yang dimiliki kedua pupuk anorganik mendukung dalam reproduksi *Nannochloropsis* sp. yang melakukan pembelahan sel untuk pertumbuhannya. Ion kalsium dapat berperan dalam pembentukan struktur sel dan pembelahan sel dengan cepat (Yang *et al.*, 2022). Hasil penelitian menunjukkan perlakuan C (Calcium ammonium nitrate) yaitu 10,2 mg dan perlakuan B (Kalsium nitrat) yaitu 38,5 mg. Kalium sebagai salah satu nutrisi lain yang dimiliki pada pupuk perlakuan A (NPK 16 16 16). Kalium yang optimal mendukung pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. namun jika konsentrasi K yang lebih tinggi menekan pertumbuhan dan mengurangi biomassa (Rizki, 2023). Hasil penelitian menunjukkan perlakuan A (NPK 16 16 16) dengan kalium terbanyak yaitu 22,9 mg. Pada perlakuan A (NPK 16 16 16) ini juga penurunan sel lebih cepat.

KESIMPULAN

Ketiga pupuk mampu menjadi substitusi urea dan efektif sebagai sumber nitrogen pada nutrisi kultur *Nannochloropsis* sp. Kepadatan sel tertinggi dan puncak populasi pada kontrol dan semua perlakuan terjadi pada hari ke 5 pemeliharaan. Pertumbuhan tertinggi *Nannochloropsis* sp. terdapat pada perlakuan C (kotoran burung puyuh) yaitu 23.193.055 sel/ml. Waktu penggandaan diri paling singkat pada perlakuan C (Pupuk Calcium Ammonium Nitrate) yaitu 37,04 sel/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjellyta, D. (2023). *Teknik Kultur Nannochloropsis sp. Menggunakan Pupuk Teknis Skala Semi Massal di Balai Perikanan Budidaya Laut (BPBL) Batam*.
- Blank, L. M. (2012). *The cell and P: from cellular function to biotechnological application, Current Opinion in Biotechnology*,.
- Damanik, R. (2020). *Pengaruh Penggunaan Warna Cahaya yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Nannochloropsis sp The Effect of Using Different Light Colors on the Growth of Nannochloropsis sp*. 5(September), 99–109.
- Fatmanita, Irvina Nurrachmi, F. F. (2023). Efektivitas Kandungan Nitrogen dalam Pupuk Berbeda terhadap Klorofil pada *Nannochloropsis* sp. Skala Laboratorium. *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 11(3), 192–201. https://www.researchgate.net/publication/376475844_Efektivitas_Kandungan_Nitrogen_dalam_Pupuk_Berbeda_terhadap_Klorofil_pada_Nannochloropsis_sp_Skala_Laboratorium
- Geider, R., & La Roche, J. (2002). Redfield revisited: variability of C:N:P in marine



- Intek Akuakultur. Volume 8. Nomor 1. Tahun 2026. E-ISSN 2579-6291. Halaman 15-21
microalgae and its biochemical basis. *European Journal of Phycology*, 37(1), 1–17.
<https://doi.org/10.1017/S0967026201003456>
- Hepler, P. K. (1994). The role of calcium in cell division. *Cell Calcium*, 16(4), 322–330.
[https://doi.org/10.1016/0143-4160\(94\)90096-5](https://doi.org/10.1016/0143-4160(94)90096-5)
- INTHE, I. C. E. (2012). *Efek pencahayaan...*, Ingrid Claudia Eliane Inthe, FT UI, 2012.
- K, A. M. and A. E.-W. (2017). Enhance Growth and Biochemical Composition of *Nannochloropsis oceanica*, Cultured under Nutrient Limitation, Using Commercial Agricultural Fertilizers. *Journal of Marine Science: Research & Development*, 7(4), 2–5. <https://doi.org/10.4172/2155-9910.1000233>
- Margareta, N. (2016). *Artikel Skripsi-Nika Margareta-125080501111041-BP.pdf*.
- Marthia, N. (2020). *PENGARUH JENIS MEDIA KULTUR TERHADAP KONSENTRASI*. 7(3), 3–7.
- Nurlinda, Saptono Waspodo, S. A. (2019). Pengaruh Konsentrasi Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan Populasi Rotifer (*Brachionus plicatilis*). *Jurnal Perikanan*, 9(2), 131. <https://doi.org/https://doi.org/10.29303/jp.v9i2.156>
- Rizki, M. (2023). *Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair (POC) Biourin Kambing Terhadap Kepadatan Sel dan Laju Pertumbuhan Nannochloropsis sp.* [Universitas Malikssaleh]. [https://rama.unimal.ac.id/id/eprint/577/5/Muhammad Rizki_190330013_PENGARUH_PEMBERIAN_PUPUK_ORGANIK_CAIR%28POC%29.pdf](https://rama.unimal.ac.id/id/eprint/577/5/MuhammadRizki_190330013_PENGARUH_PEMBERIAN_PUPUK_ORGANIK_CAIR%28POC%29.pdf)
- Solovchenko, A. E., Ismagulova, T. T., Lukyanov, A. A., Vasilieva, S. G., Konyukhov, I. V., Pogosyan, S. I., Lobakova, E. S., & Gorelova, O. A. (2019). Luxury phosphorus uptake in microalgae. *Journal of Applied Phycology*, 31(5), 2755–2770. <https://doi.org/10.1007/s10811-019-01831-8>