

PRODUKSI PROTEIN SEL TUNGGAL (*SPIRULINA SP.*) SEBAGAI BAHAN BAKU SUPER FOOD UPAYA PENANGGULANGAN GIZI BURUK

(Production of Single Cell Protein (Spirulina Sp.) As Raw Materials of Super Food)

Dwi Riesya Amanatin^{*)}, Siti Duratun Nasiqiati Rosady^{*)}, Erna Rofidah^{*)}

^{*)}Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya,
Email: dwi.riesya@gmail.com, 085731983029

Abstract

The Type of fertilizer is economical as MET (Sprouts Extract media) and urea Which may be an option in developing a culture of *Spirulina sp.*, Because in addition to the low cost it also has a macronutrient and micronutrient content which supports cell growth of *Spirulina sp.* The Research is carried out by modifying the growing medium *Spirulina sp.* to optimize its role and functions, namely the combination of urea concentration and bean sprouts extract media (MET). The Combinations are as follows: P1: MET 2% urea 80 ppm, P2: MET 2% urea 100 ppm, P3: MET 2% urea 120 ppm, P4: MET 4% urea 80 ppm, P5: MET 4% urea 100 ppm, P6: 4% urea MET 120 ppm, P7: MET 6% urea 80 ppm, P8: MET 6% urea 100 ppm, P9: MET 6% urea 120 ppm, and P10: sea water. highest cell density (19.53×10^3 sinusoid / ml in media treatment of P1. ANOVA test results (at $p > 0.05$) showed the influence of MET combination with urea fertilizer to the cell density of *Spirulina sp.* multiple comparison test results for cell density *Spirulina sp.* showed a significant difference between the media treatment of sea water by the combination of MET, except between P1 to P10. this is an indication that the concentration of MET combination with urea fertilizer has the potential to be used as an alternative fertilizer in cultured *Spirulina sp.* To obtain high cell biomass and low fertilizer costs. So it can be applied in the production of single cell protein (PST) from *Spirulina sp.* as a super food.

Key words: *Spirulina sp.*, Urea fertilizer, bean sprouts extract media (MET) cell density

Abstrak

Jenis pupuk yang bersifat ekonomis seperti MET (media Ekstrak Tauge) dan urea dapat menjadi pilihan dalam mengembangkan kultur *Spirulina sp.*, karena selain biaya yang rendah juga memiliki kandungan makronutrien dan mikronutrien yang mendukung pertumbuhan sel *Spirulina sp.* Penelitian dilakukan dengan memodifikasi media tumbuh *Spirulina sp.* untuk mengoptimalkan peran dan fungsinya yaitu penambahan beberapa kombinasi konsentrasi pupuk Urea dan media ekstrak tauge (MET). Kombinasi yang dilakukan adalah : P1 : MET 2% pupuk urea 80 ppm, P2 : MET 2% pupuk urea 100 ppm, P3 : MET 2% pupuk urea 120 ppm, P4 : MET 4% pupuk urea 80 ppm, P5 : MET 4% pupuk urea 100 ppm, P6 : MET 4% pupuk urea 120 ppm, P7: MET 6% pupuk urea 80 ppm, P8: MET 6% pupuk urea 100 ppm, P9: MET 6% pupuk urea 120 ppm, dan P10 : air laut. kepadatan sel tertinggi ($19,53 \times 10^3$ sinusoid/ml dalam media perlakuan P1. Hasil uji ANOVA (pada $p > 0,05$) menunjukkan adanya pengaruh kombinasi MET dengan pupuk urea terhadap kepadatan sel *Spirulina sp.* Hasil uji perbandingan berganda terhadap kepadatan sel *Spirulina sp.* menunjukkan adanya perbedaan nyata antara media perlakuan air laut dengan dengan kombinasi MET, kecuali antara P1 dengan P10. Hal ini memberikan indikasi bahwa kombinasi konsentrasi MET dengan pupuk urea memiliki potensi untuk dijadikan pupuk alternatif dalam kultur *Spirulina sp.* untuk memperoleh biomasa sel yang tinggi serta biaya pupuk yang rendah sehingga dapat diaplikasikan dalam produksi protein sel tunggal (PST) dari *Spirulina sp.* sebagai *super food*.

Kata kunci: *Spirulina sp.*, pupuk urea, media ekstrak tauge (MET) kepadatan sel

1. PENDAHULUAN

Perkembangan jumlah penduduk dunia yang semakin meningkat, memiliki implikasi terhadap berbagai sektor. Salah satu sektor yang menjadi perhatian adalah sektor pangan dan masalah gizi buruk yang mengancam penduduk dunia. Berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2010 menunjukkan bahwa, prevalensi balita kurang gizi (balita yang mempunyai berat badan kurang) secara nasional adalah sebesar 17,9%, dan 4,9% diantaranya mengalami gizi buruk. Anak yang mengidap gizi buruk dan ancaman kerawanan pangan membutuhkan perhatian serius berupa penyediaan sumber nutrisi, salah satunya adalah protein.

Upaya memenuhi kekurangan sumber protein tersebut, dapat dihasilkan dari protein nabati, hewani, serta mikroorganisme. Salah satu mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai sumber protein adalah mikroalga karena memiliki kemampuan regenerasi yang cepat, tidak tergantung musim dan tidak membutuhkan lahan yang luas (Syarwani, 2008).

Salah satu mikroalga yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein adalah *Spirulina* sp. *Spirulina* sp. telah digunakan sebagai suplemen atau makanan pelengkap oleh penduduk Afrika sebagai sumber makanan tradisional (Susanna et al., 2007) karena kandungan nutrisi *Spirulina* sp. yang lengkap terutama protein mencapai 60-71% (Promya et al., 2008). Berdasarkan alasan tersebut, *Spirulina* sp. memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber Protein Sel Tunggal (PST).

Mahalnya harga pupuk jenis PA seperti walne, guillard, dll menjadi dasar pencarian pupuk alternatif pada kultur *Spirulina* sp. yang mampu menghasilkan kepadatan sel yang tinggi, dengan harga yang ekonomis dan mudah diperoleh oleh masyarakat. Salah satu contohnya adalah media ekstrak tauge (MET). Media

tersebut mengandung unsur makro terutama fosfat dalam jumlah yang tinggi serta asam amino dan vitamin yang berperan sebagai *growth factor* dalam pertumbuhan alga (Danish Institute for Food And Veterinary Research, 2004). Namun unsur nitrogen ini tidak tersedia dalam MET, sehingga diperlukan penambahan jenis pupuk lain sebagai sumber nitrogen yaitu pupuk urea. Urea ((NH₄)₂CO) merupakan pupuk komersil yang ekonomis serta memiliki kandungan Nitrogen yang tinggi mencapai 46% (Anonim, 2009).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kepadatan sel *Spirulina* sp. pada beberapa media yang ditambahkan pupuk kombinasi MET dengan urea. Melalui kombinasi media kultur *Spirulina* sp. yang terdiri dari MET dan pupuk urea yang sesuai diharapkan dapat meningkatkan kepadatan sel *Spirulina* sp. Sehingga akan diperoleh *super food Spirulina* sp. berprotein tinggi sebagai sumber PST dalam penanggulangan ancaman gizi buruk dan kerawanan pangan di Indonesia.

2. METODOLOGI

Bahan penelitian yang digunakan adalah *Spirulina* sp. yang diperoleh dari BPAP Situbondo, tauge kacang hijau, pupuk urea, air laut, aquades dan alkohol.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah botol 3000 ml, aerator, selang aerator, gelas ukur, pipet tetes, pipet volume, mikroskop, *Sedgewick Rafter*, *handtally counter*, refraktometer, kertas pH, termometer, lampu TL 40 watt, kapas, corong air, dan kertas saring.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan pada penelitian sebanyak 10 perlakuan dengan ulangan sebanyak 2 kali yang terdiri dari kombinasi konsentrasi ekstrak tauge dengan urea dan kontrol berupa air laut.

Persiapan penelitian meliputi sterilisasi media dan sterilisasi alat. Sterilisasi botol

kaca dan media berupa kombinasi MET dengan pupuk urea yang dilarutkan dalam air laut dilakukan dengan dalam autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1,5 atm. Sementara alat yang tidak tahan panas seperti selang aerator disterilkan dengan larutan khlorin 150 ppm selama 24 jam. Kemudian dibilas dengan air tawar hingga bersih dan bau khlorin hilang.

Persiapan media kultur *Spirulina* sp.

Media kultur *Spirulina* sp. terdiri dari air laut komersil dengan salinitas 20‰, media ekstrak tauge (MET) dan pupuk urea.

Pembuatan MET dimulai merebus 500 gram tauge kacang hijau dalam 2500 ml aquades yang mendidih selama 1 jam, kemudian disaring dengan kassa dan kapas. Konsentras MET yang digunakan yaitu: 2%, 4%, dan 6% dibuat dari larutan stok (v/v) (Prihantini, 2007).

Pupuk urea yang digunakan merupakan pupuk komersil yang berbentuk serbuk. Dosis pupuk urea yang digunakan adalah 80 ppm, 100 ppm, dan 120 ppm dikombinasikan dengan MET 2%, 4%, dan 6%.



Gambar 1. Pembuatan media urea dan MET

Perlakuan penelitian

Perlakuan dalam penelitian ini yaitu kombinasi konsentrasi MET dan pupuk urea serta kontrol berupa air laut yang dimasukkan ke dalam media kultur *Spirulina* sp. Mula-mula starter *Spirulina* sp. diinokulasikan ke dalam media kultur sebanyak 10% dari media kultur (v/v). Setelah itu dimasukkan MET dan pupuk urea dengan kombinasi konsentrasi sebagai berikut :

Tabel 1. Kombinasi MET dengan pupuk urea

Pupuk	Keterangan
P1	MET 2% pupuk urea 240 ppm
P2	MET 2% pupuk urea 300 ppm
P3	MET 2% pupuk urea 360 ppm

P4	MET 4% pupuk urea 240 ppm
P5	MET 4% pupuk urea 300 ppm
P6	MET 4% pupuk urea 360 ppm
P7	MET 6% pupuk urea 240 ppm
P8	MET 6% pupuk urea 300 ppm
P9	MET 6% pupuk urea 360 ppm
P10	air laut

Perhitungan Pertumbuhan Populasi *Spirulina* sp.

Pertumbuhan populasi dihitung dengan cara menghitung jumlah unit (sinusoid) *Spirulina* sp. dengan menggunakan *Sedgewick Rafter* dan *Handtally Counter* untuk memudahkan perhitungan. Pengamatan pertumbuhan dilakukan setelah 24 jam penebaran awal setiap hari. Perhitungan dilakukan dengan rumus (Isnasetyo dan Kurniastuti, 1995) :

$$N = \frac{1000}{3,14 (d/2)^2} \times n$$

Keterangan:

N = Kepadatan *S. platensis* (unit/ ml)

d = Diameter bidang pandang (mm)

n = Jumlah rata-rata *S. platensis* per bidang pandang (unit/ ml)

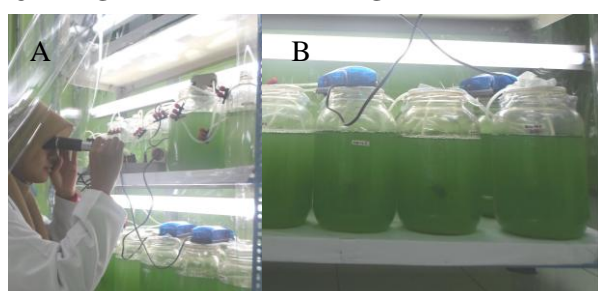
Parameter Penelitian

Parameter utama dalam penelitian ini adalah pertumbuhan *Spirulina* sp. Parameter pendukung dalam penelitian adalah suhu, pH, dan salinitas media kultur. Pengukuran suhu menggunakan termometer, pengukuran pH menggunakan pH indikator, dan pengukuran salinitas menggunakan refraktometer.

Analisa Data

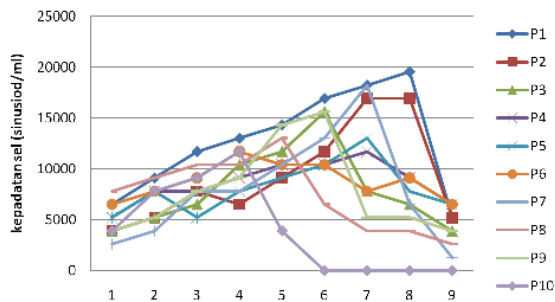
Data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan ANOVA. Jika terdapat pengaruh penambahan kombinasi MET dan pupuk urea terhadap pertumbuhan sel *Spirulina* sp., maka dilanjutkan dengan Tukey's pada taraf kepercayaan 95% (α=0,05).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. A) pengamatan parameter lingkungan, B) kultur *Spirulina* pada beberapa media perlakuan.

Hasil pengamatan berupa penghitungan pertumbuhan *Spirulina* sp. yang dihitung selama selama sepuluh hari dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 3. Grafik pertumbuhan *Spirulina* sp. pada media perlakuan.

Grafik populasi *Spirulina* sp. dalam penelitian ini memiliki 4 fase perkembangan sebagaimana kultur fitoplankton yaitu fase adaptasi, eksponensial, stasioner dan kematian. Fase adaptasi berlangsung singkat yaitu antara hari pemasukan inokulan sampai hari pertama.

Fase eksponensial pada masing-masing perlakuan terjadi pada waktu yang berbeda-beda. Pada perlakuan P6 dan P10 memiliki fase eksponensial di hari ke tiga, perlakuan P8 pada hari keempat, perlakuan P3 dan P9 terjadi pada hari kelima, P2, P4, P5, dan P7 terjadi pada hari keenam, dan perlakuan P1 terjadi pada hari ketujuh. Menurut Prihantini (2007) pada fase eksponensial ini ketersediaan unsur nitrogen dalam medium cukup besar sehingga memungkinkan biosintesis dan metabolisme sel cepat yang menyebabkan terjadi puncak pertumbuhan. Populasi terbaik diperoleh oleh perlakuan P1 dengan kepadatan sel $19,53 \times 10^3$ sinusoid/ml.

Fase stasioner tidak terlihat jelas, karena setelah mengalami puncak populasi, perlakuan mengalami fase

kematian. Hal ini disebabkan karena pada penelitian ini pengamatan dilakukan selama 24 jam sekali (Prihantini dkk, 2005). Fase ini akan tampak lebih jelas apabila dilakukan pengamatan penelitian setiap 6 jam/12 jam sekali (Surya, 2010). Selain itu tingginya kepadatan *Spirulina* sp. serta adanya proses metabolisme sel juga seperti yang terdapat pada perlakuan P1, menyebabkan terjadinya akumulasi senyawa hasil metabolisme dalam konsentrasi tinggi sehingga dapat meningkatkan mortalitas *Spirulina* sp. (Prihantini, 2005).

Hasil analisis ANOVA setelah pemberian kombinasi konsentrasi MET (Media Ekstrak Tauge) dengan pupuk urea menunjukkan adanya pengaruh ($p > 0,05$) terhadap pertumbuhan *Spirulina* sp. Hal ini dikarenakan pertumbuhan dan perkembangan *Spirulina* sp. dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi dalam jumlah yang optimal pada media kultur (Hilman dan Zainal, 1997).

MET mengandung nutrisi anorganik seperti K, P, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn, dan Cu. Nutrisi anorganik yang tergolong makronutrisi, yaitu K, P, Ca, Mg, dan Na dibutuhkan oleh sel *Spirulina* sp. sebagai komponen penyusun sel. Mikronutrisi seperti Fe, Zn, Mn, dan Cu dibutuhkan oleh sel baik sebagai kofaktor enzim, maupun sebagai komponen pembentuk klorofil. Penambahan pupuk Urea pada media kultur memberikan unsur nitrogen diperlukan dalam proses pembentukan klorofil, fotosintesis, protein, lemak dan persenyawaan organik lainnya (Salundik, 2006).

Tabel 2. Output Software

Sumber variasi	DF	F	P
pupuk	9	2,77	0,007
Error	80		
Total	89		

Sementara pada uji beda nyata Tukey's menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada masing-masing

perlakuan kecuali pada perlakuan P1 dengan P10 sebagaimana tabel berikut.

Tabel 3. Hasil uji Tukey's pada pemberian pupuk P1 hingga P10 terhadap pertumbuhan *Spirulina* sp. huruf (a) menyatakan berbeda nyata.

Pupuk	Respon
P1 dengan P2	a
P1 dengan P3	a
P1 dengan P4	A
P1 dengan P5	A
P1 dengan P6	A
P1 dengan P7	A
P1 dengan P8	A
P1 dengan P9	A
P1 dengan P10	B
P2 dengan P3	A
P2 dengan P4	A
P2 dengan P5	A
P2 dengan P6	A
P2 dengan P7	A
P2 dengan P8	A
P2 dengan P9	A
P2 dengan P10	A
P3 dengan P4	A
P3 dengan P5	A
P3 dengan P6	A
P3 dengan P7	A
P3 dengan P8	A
Pupuk	Respon
P3 dengan P9	a
P3 dengan P10	a
P4 dengan P5	a
P4 dengan P6	a
P4 dengan P7	a
P4 dengan P8	a
P4 dengan P9	a
P4 dengan P10	a
P5 dengan P6	a
P5 dengan P7	a
P5 dengan P8	a
P5 dengan P9	a
P5 dengan P10	a
P6 dengan P7	a
P6 dengan P8	a
P6 dengan P9	a
P6 dengan P10	a
P7 dengan P8	a
P7 dengan P9	a
P7 dengan P10	a

P10	
P8 dengan P9	a
P8 dengan P10	a
P9 dengan P10	a

Spirulina sp. yang ditumbuhkan pada konsentrasi MET 4% dan 6% yang dikombinasikan dengan pupuk urea 80 ppm, 100 ppm, maupun 120 ppm memiliki kepadatan sel yang lebih rendah. Hal tersebut dapat disebabkan karena pengaruh laju penyerapan nutrisi yang semakin besar, sehingga nutrisi di dalam sel berlebihan. Menurut Lewin (1962) bahwa, kelebihan nutrisi tertentu seperti Cu dan Mn yang ada pada pupuk MET dapat mengganggu metabolisme sel. Kadar Cu yang tinggi dapat mengganggu transpor elektron pada proses fotosintesis. Kadar Cu tersebut kemungkinan mempengaruhi pembentukan NADPH yang dibutuhkan untuk mereduksi CO₂ pada siklus Calvin.

Hal yang sama juga terjadi pada penambahan pupuk Urea pada media kultur *Spirulina* sp. dengan dosis 100 ppm dan 120 ppm yang dikombinasikan dengan MET 2%, 4%, 6% dan dosis urea 80 ppm yang dikombinasikan dengan MET 4% dan 6% menunjukkan adanya kepadatan sel yang rendah, karena unsur nitrogen yang terdapat pada pupuk urea mudah larut. Hal ini menyebabkan penyerapan unsur tersebut dalam dosis yang tinggi (seperti 100 ppm dan 120 ppm) menjadi berlebihan konsentrasinya di dalam sel *Spirulina* sp. Sehingga menjadi racun dalam tubuh *Spirulina* sp. serta dapat dilihat pula pada kepadatan sel *Spirulina* sp. yang rendah.

Sebaliknya, kepadatan sel *Spirulina* sp. pada media yang ditambahkan MET 2% dan pupuk urea 80 ppm memiliki kepadatan sel yang lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk yang lain. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada konsentrasi tersebut kelengkapan nutrisi di dalam MET 2% dan pupuk urea 80 ppm mendukung pertumbuhan *Spirulina* sp. sementara pada media perlakuan yang tanpa ditambahkan nutrisi

(pupuk) yaitu pada P10 hanya mengandung beberapa mineral yang jumlahnya juga sedikit sehingga *Spirulina* sp. yang diinokulasikan ke padam media kultur air laut mengalami fase kematian yang lebih cepat dibandingkan dengan pupuk P1 hingga P9, yaitu pada hari keempat.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa kombinasi konsentrasi MET dengan pupuk urea berpengaruh terhadap kepadatan sel *Spirulina* sp. setelah diuji dengan ANOVA ($p > 0,05$). Kombinasi konsentrasi MET dengan pupuk urea yang dapat menghasilkan kepadatan sel tertinggi yaitu pada perlakuan P1 (2% MET dengan 80 ppm urea) dengan kepadatan sel $19,53 \times 10^3$ sinusoid/ml.

Sebaiknya dilakukan pengujian lanjut terhadap kadar protein *Spirulina* sp. yang dikultur dalam media kombinasi MET dan pupuk urea, untuk mengetahui kadar protein yang dihasilkan. Sehingga pupuk kombinasi MET dengan urea tersebut dapat diaplikasikan dalam kultur *Spirulina* sp. secara masal untuk produksi protein sel tunggal (PST).

DAFTAR PUSTAKA

- Syarwani, Much. 2008. Pembuatan Protein Sel Tunggal dari *Aspergillus oryzae* yang diperkaya dengan Mineral Ca dan P. Jurnal Teknologi Separasi Vol. 1 No. 2 hal. 182
- Susanna, et al.,. 2007. Pemanfaatan *Spirulina platensis*. Jurnal Saintek Perikanan Vol. 4, No. 2 hal. 53-54
- Promya, dkk, 2008. Phytoremediation of Kitchen Wastewater by *Spirulina platensis* (Nordstedt) Geiteler: Pigment content, Production Variable Cost and Nutritional Value. Maejo International Journal of Science and Technology.

<http://www.mijst.mju.ac.th>. 2(02), 159-171

Danish Institute For Food and Veterinary research . 2004. *Danish Food Copotition*. Diakses dari <http://foodcop.dk/fcbd.det> pada 28 Juni 2012 Pukul 08.00 WIB

Anonim. 2009. *Urea*. Diakses dari <http://www.pupukkaltim.com> pada 02 September 2012 pukul 08.30 WIB

Prihantini, Nining Betawi *et al.*, 2005. Pertumbuhan *Chlorella* spp. dalam Medium Ekstrak Tauge (MET) dengan Variasi pH Awal. *Makara Sains* Vol. 9, No. 1 hal. 1

Isnansetyo, A dan Kurniastuty. 1995. *Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton*. Kanisius. Yogyakarta . hal. 34-85.

Salundik dan Simamora, S. 2006. *Meningkatkan Kualitas Kompos*. Agromedia Pustaka. Jakarta. hal.10.

W. Weissner, Inorganic micronutrient. *Dalam: Lewin, R.A. (ed.). 1962. Physiology and biochemistry of algae.*

University of California Press, California, 1962, 267--284.