

KOAGULASI MIKROALGA NANOCHLOROPSIS Sp. MENGUNAKAN NANOMAGNETIT KITOSAN

Alvika Meta Sari¹, Tri Yuni Hendrawati², Erdawati², Heryanti³

^{1,2}Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta
Jl.Cempaka Putih Tengah 27

²Program Studi Kimia, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, Jl. Pemuda, Rawamangun.

³Balai Pengolahan makan dan lapangan segala kemeriahan

*Email : alvika.metasari@ftumj.ac.id

ABSTRAK

Mikroalga *Nanochloropsis Sp.* merupakan salah satu mikroalga yang bermanfaat bagi manusia. Proses kultivasi dan pemanenan merupakan salah satu proses yang penting untuk mendapatkan mikroalga ini. Salah satu yang berpengaruh adalah cara pemanenan. Dalam penelitian ini proses pemanenan mikroalga yang umumnya memakan biaya paling besar, dilakukan dengan metode koagulasi menggunakan nanomagnetit kitosan sebagai koagulan dengan variasi dosis koagulan (0,05; 0,08; dan 0.1 g) dan kondisi pH (8, 9, 10, 11, 12). Tujuan penelitian ini adalah menggunakan nanomagnetit kitosan pada proses koagulasi mikroalga, mencari pengaruh dosis dan pH larutan terhadap kepadatan sel. Nano magnetite kitosan disintesa menggunakan reaksi tautan silang dan pengadukan cepat, lalu digunakan sebagai koagulan pada proses koagulasi mikroalga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar dosis koagulan maka kepadatan sel akan menurun disertai dengan adanya lisis dan penggumpalan dengan dosis optimum adalah 0,1 g per 100 ml mikroalga dengan kepadatan sel $3,705 \times 10^4$ cel/m². Dan semakin tinggi pH maka kepadatan sel akan menurun, dengan pH optimum pada 10 dengan kepadatan sel $21,85 \times 10^4$ cel/m².

Kata kunci: koagulasi, dosis koagulan, nanopartikel magnetit kitosan, pH

ABSTRACT

Microalga Nanochloropsis Sp. is one of the microalgae that is beneficial to humans. The cultivation and harvesting process is one of the important processes for obtaining this microalga. One of the important stage is harvesting. In this research the process of harvesting microalga which is usually relatively expensive is done by coagulation using chitosan nanomagnetite. The purpose of this study was to use chitosan nanomagnetite in the process of coagulation microalgae, looking for the effect of the dose of the coagulant and pH of the solution. Nanomagnetite chitosan was synthesized using cross linking reaction and quick stirring, then used as coagulant in the microalgae coagulation process. The results showed that the greater dose of coagulant then the cell density will decrease with the presence of lysis and clumping with optimum dose is 0,1 g per 100 ml microalgae with cell density is $3,705 \times 10^4$ cel/m². The higher pH, the cell density will decrease, with the optimum pH is 10 with $21,85 \times 10^4$ cel/m².

Keywords : coagulation, dosage of coagulant, nanopartikel magnetit chitosan, pH

PENDAHULUAN

Mikroalga dengan permukaan yang bermuatan negatif dapat dinetralkan oleh ion kationik *multivalen* seperti ion besi dan aluminium. Ion kationik ini mudah menggumpalkan sel ganggang dan membentuk agregat atau gumpalan. Pemanenan biomassa terbaik untuk densitas sel awal 3.0×10^7 sel/ml pada pH 5.3 dan dosis AlCl₃ 48 mg/l. Kemampuan dua flokulan lainnya FeCl₃ dan Fe₂(SO₄)₃ untuk pemanenan *Chlorella consortium*, *Chlorella sorokiniana* dan

Chlorococcum sp. Menghasilkan biomassa sebesar (68-98 %) pada konsentrasi 150-250 mg/l untuk garam besi. Meskipun penggunaan flokulan anorganik membutuhkan energi yang rendah, tetapi dapat mencemari pemanenan biomassa. Untuk mengurangi kontaminasi biomassa, dipelajari potensi flokulasi pada pH tinggi untuk panen *Chlorella vulgaris*. Teramati bahwa efisiensi flokulasi mencapai 75% pada tingkat pH 11 dan efisiensi pemulihan melebihi 95% pada nilai tingkat pH lebih dari 11.5. Untuk pemanenan pada pH

tinggi konsentrasi ion magnesium pada budidaya kultur harus lebih dari 0,15 mM . Hal ini menyebabkan , daur ulang air dari proses panen tidak dapat digunakan kembali untuk media kultur. Selain itu, bahan-bahan seperti NaOH, KOH, dll yang digunakan untuk meningkatkan pH dapat bertindak sebagai kontaminan biomassa. Oleh karena itu, bio-flokulan dengan kemampuan yang tinggi digunakan untuk memanen biomassa.

Untuk menekan atau menurunkan biaya pemanenan perlu dilakukan perbaikan baik dari segi proses maupun penggunaan flokulan. Pemanfaatan nanopartikel kitosan sebagai bioflokulan yang sifatnya terbarukan, tidak toksik dan ramah lingkungan adalah alternatif yang paling tepat untuk menggantikan flokulan dari garam - garam aluminium ataupun garam besi. Sebagai polimer alam, nanopartikel tidak mengandung ion - ion toksik, sehingga air limbah hasil proses pemanenan tidak tercemar dan dapat digunakan kembali.

Sebagai bioflokulan kitosan telah digunakan untuk mengadsorpsi zat warna, logam berat Co (Agusnar dan Siregar, 2006), logam berat Cu II dan Cr (VI) (Schuhmul et al, 2001) menjernihkan limbah cair perkotaan (Sari dkk, 2012). Kitosan juga dapat digunakan sebagai flokulan dan flokulan dalam pengolahan air (Mu'minah,2008).

Kitosan merupakan bio-flokulan yang dapat ditemukan pada fungi, dan dapat diperoleh dari hasil deasetilasi kitin yang merupakan komponen utama dalam cangkang crustasean. Kitin merupakan polimer alam yang melimpah setelah selulosa, yang dapat digunakan dalam proses flokulasi. Penggunaan kitin dan kitosan merupakan solusi yang baik berkaitan dengan sifatnya yang ramah lingkungan, mengandung gugus amino bebas dan biaya operasionalnya. Sumber bahan baku kitin dan kitosan adalah produk limbah dari industri makanan laut dan limbah kerang. Dosis yang diperlukan untuk kitosan lebih rendah dari garam logam anorganik. Dibandingkan dengan flokulan anorganik seperti besi, aluminium klorida dan sulfat, kitosan tidak mencemari biomassa selama proses produksi, dan produk dapat digunakan secara langsung dalam produksi industri pangan dan bahan bakar.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan pemanenan biomassa dari strain mikroalga *Nannochloropsis sp.* Strain ini

memiliki biomassa yang tinggi dan kadar lemak, dan dikenal sebagai mikroalga yang baik untuk produksi biofuel. Tujuan khusus penelitian ini adalah menggunakan nanomagnetit kitosan pada proses koagulasi mikroalga, mencari pengaruh dosis dan pH larutan terhadap kepadatan sel.

Teknik Pemanenan Mikroalga

Menurut Wang dkk (2015) teknik pemanenan mikroalga menghadapi tiga tantangan. Pertama adalah kelarutan dari larutan alga dimana kurang dari 0,5 g/L pada sistem produksi komersial (Grima dkk, 2003). Sehingga diperlukan volume yang sangat besar dari larutan alga untuk mendapatkan biomassa alga (Grima dkk, 2003). Kedua, cell alga sangat kecil, sekitar 2 μm – 20 μm , sehingga adanya kesulitan pada beberapa teknik pemanenan alga sebagai contoh filtrasi (Gultom dkk, 2013). Ketiga, sel ini biasanya memiliki gaya permukaan elektronegatif (Uduman, 2010). Sehingga agregatif dari sel alga sulit untuk dipisahkan karena adanya gaya tolak elektrostatis antar sel alga dan sel secara umum merupakan suspensi stabil dalam larutan. Maka hal ini menambah kesulitan dalam memanen (Amaro dkk, 2011). Disisi lain, ukuran yang beragam, bentuk dan daya hidup yang berbeda – beda pada spesies alga akan membuat aplikasi satu teknik pemanenan yang sama akan sulit diaplikasikan ke semua alga (Uduman, 2010).

Sehingga dalam penelitian ini digunakan proses pemisahan magnetic yang memanfaatkan muatan negative pada permukaan mikroalga yang ditarik dengan muatan positif dari koagulan nanomagnetik kitosan.

METODE

Mikroalga *Nannochloropsis sp.* Dari Pusat Pengolahan Produk Perikanan di KS Tubun. Kultur diperkaya dengan medium f/2. Digunakan air laut yang sudah disalinasi. Material yang digunakan natrium tripoliphosphat (STPP), Natrium Klorida, asam asetat, asam klorida, FeCl_3 , FeCl_2 , glutaraldehyd dan natrium hidroksida dari Merck Co serta kitosan dari Laboratorium BATAN, Pasar Jumat, Jakarta Selatan.

Pembuatan nanomagnetik kitosan

100 mL larutan kitosan 1% dalam asam asetat 1% dipanaskan pada suhu 80°C, kemudian ditambahkan 1,2 gram FeCl₃ dan 2,6 gram FeCl₂, dan aduk selama 3 jam. Kemudian tambahkan 2 mL glutaraldehid, aduk selama 1 jam, dan biarkan selama 5 jam sampai terbentuk gel. Panaskan kembali pada suhu 100 °C sampai terbentuk endapan hitam dari nanomagnetite kitosan. Cuci endapan yang terbentuk sampai pH filtrat 7, kemudian keringkan pada suhu 60 °C selama 24 jam. Distribusi ukuran partikel nanopartikel kitosan diukur dengan DLS type Nano-Micro Size Analyser. Karakterisasi nanopartikel kitosan dengan FTIR dan XRD.

Pemanenan mikroalga dengan koagulasi

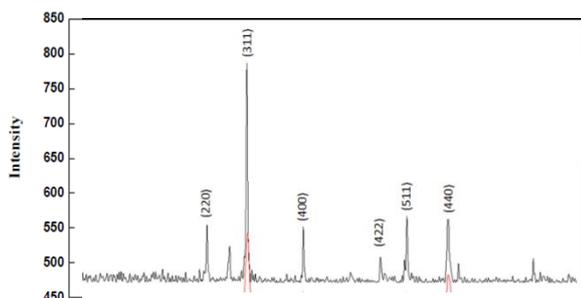
Pemanenan biomassa dengan cara koagulasi dilakukan sebagai berikut : koagulan nanomagnetit kitosan dengan dosis pada kisaran 0,05, 0,08 dan 0,1 g /l dan nilai pH pada 9, 10, 11 dan 12 ditambahkan ke dalam suspensi mikroalga 100 ml, diaduk dengan kecepatan 200 rpm selama 5 menit, kemudian sampai 708 diendapkan selama 22 jam. dicuci 3 kali dengan air suling, dan dikeringkan pada 105°C selama 48 jam sampai diperoleh berat konstan. Konsentrasi biomassa kemudian dihitung berdasarkan korelasi linear antara kepadatan optik dan DCW.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakterisasi nanomagnetik kitosan

a. XRD kitosan nanomagnetite

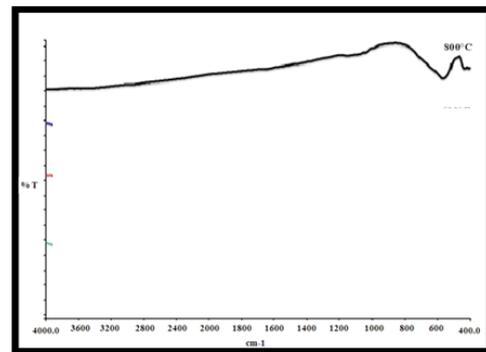
Gambar 1. menunjukkan difraktogram XRD dari chitosan nanomagnetite pada suhu pemanasan 800 °C. Bentuk padatan menunjukkan Kristal dengan puncak yang nyata yang menunjukkan karakteristik dari nanomagnetik kitosan. Puncak khas dari Fe₃O₄ ditunjukkan pada puncak-puncak 220, 311, 400, 422, 511, 440 dan 553 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Hasil XRD Nano Partikel Kitosan Magnetite pada suhu pemanasan

b. Analisa FTIR Kitosan N

Gambar 2 menunjukkan FTIR spectra dari nanomagnetik kitosan yang diobservasi dalam kisaran 4000 – 400 cm⁻¹. Beberapa puncak yang terlihat menunjukkan akan gugus fungsi yang berbeda – beda pada kisaran 3600 – 1200 cm⁻¹. Untuk hasil spectra dari nano-magnetik kitosan, puncak sekitar 3421,77 cm⁻¹ mengindikasikan adanya gugus hidroksil (O – H), 1384.64 cm⁻¹ sebagai bentuk ikatan NO₃⁻ dan ikatan C – H berada pada panjang 850 – 1200 cm⁻¹



Gambar 2. Hasil FTIR Kitosan Nanomagnetite pada suhu pemanasan 800 °C

c. Pengaruh pH larutan terhadap kepadatan sel

Menurut Sari dkk (2016), pH flokulan sangat mempengaruhi efisiensi pemisahan. Dari tabel 1 dibawah terlihat bahwa pH mempengaruhi kepadatan sel yang dihasilkan. Pada pH 10 terjadi kenaikan yang signifikan dari pH 9 sebesar 7,500 x 10⁴ atau sebesar 52% kenaikan. Hal ini disebabkan gaya tarik yang besar antara nanomagnetik kitosan dengan permukaan alga. Hal ini disebabkan pada pH tinggi atau dalam suasana basa kitosan bermuatan negatif, sementara biomas bermuatan positif, sehingga kitosan sehingga terjadi gaya elektrostatis antara kitosan dengan biomas, sehingga biomas yang terflokulasi semakin banyak (Sari dkk, 2016) .Lalu mengalami penurunan secara signifikan sebesar 12,450 x 10⁴ atau sebesar 57%

penurunan. Hal ini disebabkan adanya lysis atau kerusakan dari sel. Sel mikroalga yang terkena terlalu banyak paparan nanomagnetik kitosan

e. Pengaruh nanomagnetik kitosan terhadap kepadatan sel

Dosis nanomagnetik kitosan akan mempengaruhi kepadatan sel. Hal ini terlihat pada tabel 2 di bawah. Dari tabel 2 dapat terlihat pada kepadatan sel endapan terendah menunjukkan efisiensi koagulasi untuk proses pemanenan mikroalga. Efisiensi terendah didapat pada dosis 0,05 g/L. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan dosis nano magnetic kitosan dengan konsentrasi 0,05 g/L, jumlah muatan kation yang terkandung dalam kitosan lebih sedikit dibandingkan dengan muatan anion yang terdapat di permukaan mikroalga. Sehingga kemampuan membentuk koagulan dengan mikroalga akan semakin kecil. Oleh karena itu terlihat bahwa masih ada mikroalga yang melayang, tidak mengendap.

Hal ini dikarenakan mikroalga secara umum merupakan partikel anionik (bermuatan negatif) karena kandungan nutrisi pada mikroalga seperti protein. Protein seperti diketahui bersifat anionik sehingga akan terjadi gaya tolak menolak antar partikel mikroalga. Sehingga partikel mikroalga tidak dapat menyatu tapi mengambang. Adanya koagulan nanomagnetik kitosan yang mengandung muatan negative dari kitosan dan magnetic sehingga akan lebih banyak menggumpalkan partikel mikroalga dibandingkan kitosan. Sehingga semakin banyak koagulan yang ditambahkan maka

SIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar dosis koagulan maka kepadatan sel akan menurun disertai dengan adanya lysis dan penggumpalan dengan dosis optimum adalah 0,1 g per 100 ml mikroalga dengan kepadatan sel $3,705 \times 10^4$ cel/m². Dan semakin tinggi pH maka kepadatan sel akan menurun, dengan pH optimum pada

semakin banyak jumlah zat kimia yang mereduksi muatan listrik pada permukaan partikel – partikel mikroalga. Hal ini akan membuat gaya tolak menolak antar partikel mikroalga melemah, sehingga partikel mikroalga yang berdekatan akan bergabung (Risianto, 2007) dan akan membentuk endapan. Endapan yang terbentuk inilah yang nantinya akan lebih mudah dipisahkan dari larutan beningnya

Pada dosis yang lebih tinggi yaitu 0,1 g/L, hasil kepadatan sel menurun, mendekati kepadatan sel awal yaitu 14.400 g/L. Hal ini menunjukkan bahwa koagulan yang ditambahkan tidak memberikan endapan yang signifikan. Dari sisi ekonomi hal ini kurang efisien. Dosis yang besar menyebabkan nano zink phosphate akan memecah endapan dan menimbulkan kekeruhan pada larutan (Aji dkk, 2012)..

Tabel 1. Pengaruh pH larutan terhadap kepadatan sel endapan mikroalga

pH	Kepadatan sel endapan (cel/m ²)
9	$14,350 \times 10^4$
10	$21,850 \times 10^4$
11	$9,400 \times 10^4$
12	$10,100 \times 10^4$

Tabel 2. Pengaruh dosis nanomagnetik kitosan terhadap kepadatan sel endapan mikroalga

Dosis (g/L)	Kepadatan sel endapan (cel/m ²)
0,05	$14,350 \times 10^4$
0,08	$25,450 \times 10^4$
0,1	$14,400 \times 10^4$

10 dengan kepadatan sel $21,85 \times 10^4$ cel/m².

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi atas hibah Penelitian Produk Terapan 2017 sesuai dengan surat perpanjang Penugasan Pelaksanaan Hibah Penelitian No. 0404/K3/KM/2017, Tanggal 24 Mei 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Sari, A.M., Erdawati & Purnawan, Irfan, 2016. *Pemanenan Biomassa mikroalga menggunakan flokulan kitosan dan nanomagnetik kitosan..* Prosiding Semnastek 2016, Fakultas Teknik UMJ, Jakarta.
- Uduman, N, Qi, Y., Danquah, K. Dewatering of microalgal cultures: A major bottleneck to algae-based fuels., *Journal of Renewable and Sustainable Energy*. 2010. 2. 1-15
- Wang, S.K., Stiles, A.R., Guo, C., & Liu C.Z, 2015, *Harvesting microalgae by magnetic separation: A review*, *Algal Research* 9, 178 – 185.
- Grima, E.M., Belarbi, E.H. , Fernández, F.G.A., Medina, A.R., & Chisti, Y., Recovery of microalgal biomass and metabolites: process options and economics, *Biotechnol. Adv.* 20 (2003) 491–515.
- Gultom, S.O., & Hu, B., *Review of microalgae harvesting via co-pelletization with filamentous fungus*, *Energies* 6 (2013) 5921–5939.
- Risidanto, D., 2007., *Optimasi Proses Koagulasi Flokulasi Untuk pengolahan Air Limbah Industri Jamu (Studi Kasus PT. Sido Muncul)*, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- Aji, R.W., Gusniawati, W.S. dan Rokhati, N. 2012, Pengaruh Konsentrasi Kitosan Terhadap Proses Flokulasi pada Pemanenan Mikroalga. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, VO.1, No.1 : 28 – 33.