

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pengembangan energi baru dan terbarukan merupakan salah satu kegiatan penunjang kebijakan energi nasional melalui intensifikasi dan diversifikasi energi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mencari sumber energi baru selain energi fosil, seperti produk biodiesel. Biodiesel umumnya diproduksi dari tanaman yang mengandung lemak tinggi seperti jatropha, kelapa sawit, dan nyamplung melalui proses esterifikasi. Namun, persoalan yang dihadapi adalah persaingan antara penggunaan lahan (pertanian dan non pertanian) dan produk yang dapat berdampak pada ketersediaan bahan pangan nasional (Hadiyanto, 2012), sehingga perlu dicari alternatif bahan baku lain seperti mikroalga.

Mikroalga merupakan mikroorganisme *photosynthetic* yang menjadi salah satu sumber energi baru yang mempunyai kandungan lipid sekitar 50-60% (Chisti, 2007). Dengan kandungan lipid yang tinggi tersebut, maka mikroalga berpotensi sebagai sumber energi atau bahan bakar nabati seperti biodisel. Pengembangan mikroalga sebagai sumber biodisel memiliki beberapa keunggulan diantaranya kecepatan pertumbuhan yang tinggi, kandungan lipid yang tinggi, ramah lingkungan, nilai emisi yang rendah, dan dapat diperbaharui (Widianingsih *et al.*, 2012). Menurut Hossain *et al.* (2008) dalam biomassa mikrolaga kering

mengandung lipid diatas 50% dengan waktu pertumbuhan yang sangat cepat. Lipid inilah yang merupakan senyawa dasar pembentukan biodiesel. Salah satu mikroalga yang berpotensi sebagai bahan baku pembuatan biodiesel adalah *Nannochloropsis sp.* Mikroalga ini memiliki kandungan minyak 31-68 % per berat kering (Handayani, 2012).

Untuk kebutuhan sumber karbon dan nutrien (N,P, K), kultivasi mikroalga dapat menggunakan sumber nutrien dari limbah cair yang mengandung nutrien tinggi (Hadiyanto *et al.*, 2012). Jenis limbah cair yang berpotensi sebagai media tumbuh mikroalga adalah limbah cair karet remah. Limbah cair karet remah memiliki potensi sebagai media tumbuh karena kandungan N dan P yang cukup tinggi sehingga dapat mensuplay nutrien untuk pertumbuhan mikroalga. Dalam proses pengolahan limbah cair karet remah ini, terdapat beberapa kolam IPAL seperti anaerobik, fakultatif dan aerobik untuk menghasilkan *efluen* yang memenuhi baku mutu limbah. Salah satu kolam IPAL yang berpotensi sebagai media yang baik untuk pertumbuhan *Nannochloropsis sp.* yaitu *outlet* kolam fakultatif. Penelitian Komalasari (2015) menunjukkan bahwa *outlet* kolam fakultatif II merupakan media pertumbuhan yang paling baik untuk kultivasi mikroalga *Nannochloropsis sp.* dengan kandungan berupa N-NH<sub>3</sub>, P-PO<sub>4</sub>, dan N-total berturut-turut sebesar 3,896, 1,497, dan 5,078 mg/L.

Untuk memperoleh biomassa mikroalga, maka perlu dilakukan proses pemanenan (*harvesting*). Pemanenan merupakan proses untuk memisahkan mikroalga dengan mediumnya dengan cara separasi padat-cair (Danquah, 2009). Proses ini berfungsi untuk memperoleh biomassa yang akan diproses lebih lanjut sehingga

dihasilkan produk-produk yang berguna sehingga proses pemanenan ini merupakan tahapan penting untuk dilakukan. Namun beberapa kendala yang sering dijumpai dalam proses pemanenan mikroalga adalah ukuran alga yang kecil (3-30  $\mu\text{m}$ ) serta konsentrasi mikroalga yang rendah di dalam mediumnya (0,5-5 g/L) dan hal inilah yang menjadi hambatan pemanfaatan mikroalga sejak dulu (Pratama,2011).

Beberapa metode pemanenan mikroalga diantaranya adalah sentrifugasi, filtrasi, sedimentasi dan flokulasi (Brennan, 2009). Sentrifugasi merupakan salah satu teknik yang paling sering digunakan karena mampu menghasilkan biomassa panen 80-90% dari hasil kultivasi hanya dalam satu tahap sehingga meningkatkan efisiensi dalam tahap pemanenan (Thompson *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2011). Akan tetapi, metode ini memerlukan energi yang besar sehingga tidak efisien dari segi pembiayaan selain itu proses ini memungkinkan komponen dalam sel akan rusak (Thompson *et al.*, 2010). Penggunaan energi untuk sentrifugasi cukup besar yaitu  $8\text{kWh/m}^3$  (Uduman, 2010). Teknik lain yang umum digunakan adalah sedimentasi namun tidak efisien terhadap waktu dan memerlukan ruang untuk kolam penampungan. Sedangkan untuk metode filtrasi diperlukan ketepatan untuk pemilihan media filter, bahan dari media filter, ukuran dan posisi media filter. Pemanenan mikroalga dengan teknik filtrasi ini memerlukan waktu yang lama (Pratama, 2011).

Teknik yang saat ini banyak dipilih dalam pemanenan adalah flokulasi. Flokulasi merupakan kumpulan mikroalga yang membentuk massa akibat penambahan bahan kimia atau zat organik (Thompson *et al.*, 2010). Sel mikroalga umumnya

berukuran 5-50  $\mu\text{m}$ . Sel mikroalga dapat membentuk suspensi cukup stabil dengan bahan kimia yang memiliki muatan negatif pada permukaannya (Shelef, 1984). Pemanenan sel mikroalga dengan flokulasi dianggap lebih baik daripada metode konvensional seperti sentrifugasi atau filtrasi karena dapat menghasilkan biomassa yang lebih baik secara kuantitas (Qasim dkk., 2000). Beberapa flokulan dapat digunakan dalam proses pemanenan salah satunya adalah aluminium sulfat ( $\text{Al}_2\text{SO}_4$ )<sub>3</sub>.

Aluminium sulfat atau biasa disebut alum, sering dipakai karena efektif untuk menurunkan kadar karbonat. Aluminium sulfat berbentuk kristal atau bubuk putih, larut dalam air, tidak larut dalam alkohol, tidak mudah terbakar, ekonomis, mudah didapat dan mudah disimpan. Penggunaan memiliki keuntungan yaitu harga relatif murah dan mudah didapat. Namun penambahan aluminium sulfat dalam proses penggumpalan harus dalam dosis yang tepat. Jika kekurangan dosis, maka flok tidak terbentuk secara sempurna sehingga proses flokulasi tidak maksimal sedangkan penggunaan dosis alum yang terlalu banyak maka perlu adanya tambahan biaya operasional untuk reparasi dan tidak efisien dalam penggunaan flokulan (Schenk *et al.*, 2008). Oleh karena itu pada penelitian ini perlu dicari dosis penambahan aluminium sulfat yang tepat dalam pemanenan mikroalga sehingga diperoleh biomassa yang tinggi.

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Mengetahui dosis aluminium sulfat yang menghasilkan biomassa tertinggi dalam proses pemanenan mikroalga secara flokulasi.

### 1.3. Kerangka pemikiran

Pemanenan mikroalga merupakan salah satu tahapan yang paling penting setelah proses kultivasi mikroalga untuk menghasilkan biomassa (Sim *et al.*, 1988).

Pemanenan merupakan proses untuk memisahkan mikroalga dari medium secara separasi padat-cair sehingga diperoleh biomassa. Dalam proses pemanenan, ukuran sel mikroalga yang kecil antara 5 hingga 50  $\mu\text{m}$  menjadi hambatan pemanfaatan mikroalga karena pada ukuran tersebut mikroalga menjadi sulit dipanen (Romimohtarto, 2004). Selain itu, konsentrasi mikroalga yang rendah di dalam medium, menjadi hambatan lain dalam pemanenan mikroalga. Dengan konsentrasi yang rendah, maka proses pemanenan harus dilakukan secara maksimal untuk memperoleh *yield* hasil pemanenan yang tinggi sehingga kultivasi akan bernilai ekonomis (Pratama, 2011).

Untuk melakukan pemanenan mikroalga juga perlu memperhatikan beberapa hal sehingga diperoleh biomassa yang sesuai dengan harapan. Proses pemanenan harus dapat dioperasikan dengan mudah agar dapat dioperasikan dalam skala besar. Selain itu, selama proses pemanenan berlangsung kandungan yang terdapat dalam mikroalga tidak boleh terpengaruh atau terpengaruh sangat kecil akibat proses pemanenan karena kandungan inilah yang akan diolah lebih lanjut untuk menghasilkan beberapa produk. Hal lain yang harus diperhatikan adalah perolehan biomassa yang tinggi. Faktor inilah yang menjadi kriteria utama dalam pemanenan. Biomassa yang terdapat di medium harus dapat diambil secara maksimal. Semakin banyak biomassa yang diambil, semakin banyak pula kandungan dalam mikroalga yang dapat diproses (Pratama, 2011).

Dengan berbagai kendala dan faktor- faktor yang perlu diperhatikan serta perkembangan teknologi dalam proses pemanenan mikroalga, teknik pemanenan pun makin berkembang. Beberapa metode pemanenan yang sering digunakan yaitu sentrifugasi, filtrasi, dan flokulasi (Thompson *et al.*, 2010).

Metode pemanenan mikroalga secara flokulasi dianggap lebih baik daripada metode lainnya karena dapat menghasilkan biomassa yang lebih besar secara kuantitas. Metode ini juga mudah untuk dilakukan, tidak memerlukan banyak peralatan, serta menggunakan sedikit energi (Thompson *et al.*, 2010). Walaupun demikian, metode ini memiliki kekurangan, salah satunya adalah biaya flokulan yang mahal sehingga dirasa kurang ekonomis untuk pemanenan mikroalga seperti proses pemanenan menggunakan kitosan (Aji dkk., 2012) serta pemanenan mikroalga menggunakan teknik bioflokulasi menggunakan makhluk hidup lain seperti bakteri atau fungi sebagai agen pengendap yang membutuhkan biaya tambahan berupa substrat untuk hidup dan kemungkinan adanya kontaminasi akibat penggunaan bakteri sebagai agen pengendap ( Salim *et al.*, 2011).

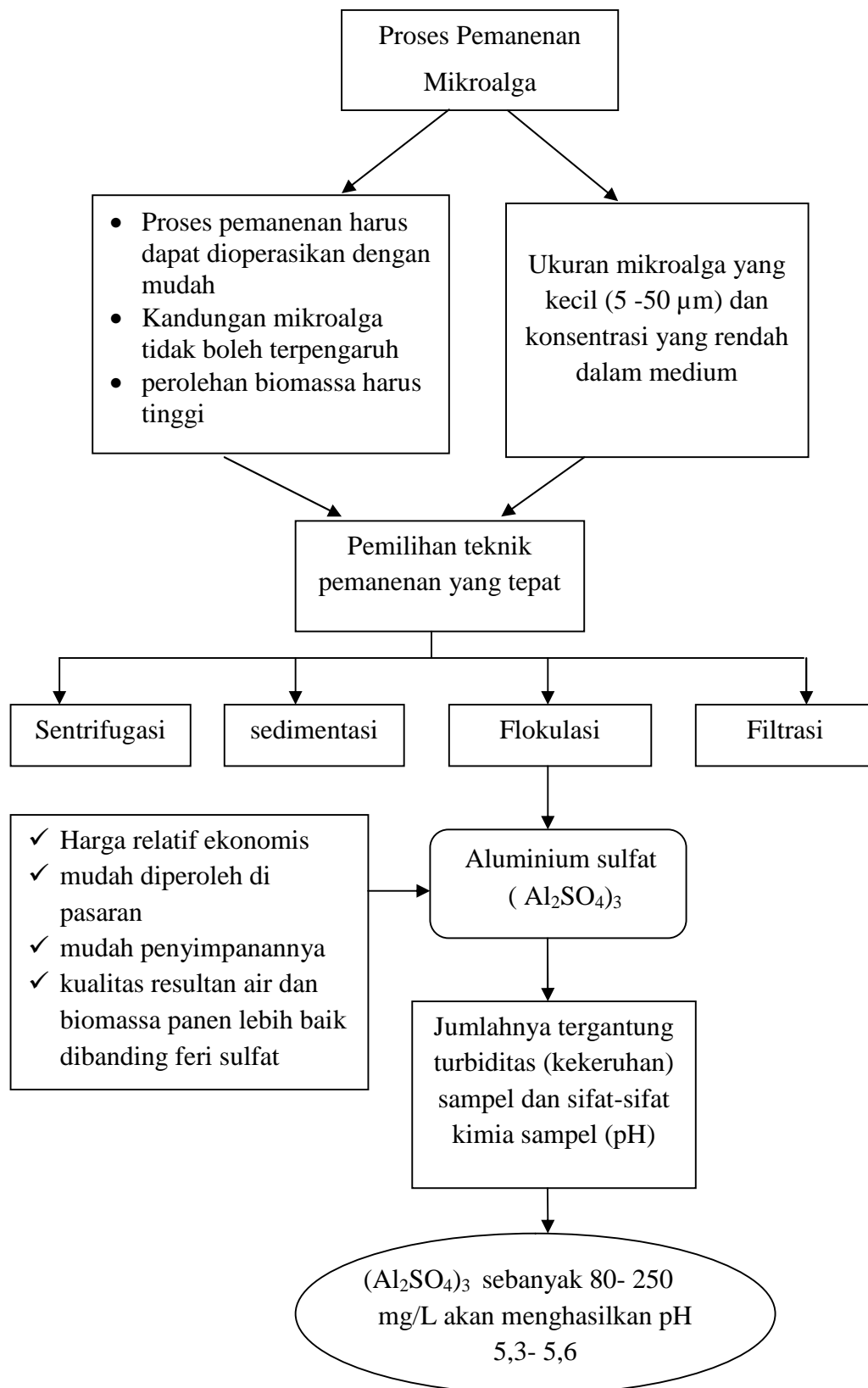
Penggunaan flokulan inorganik (kimia) seperti feri sulfat, kapur, dan aluminium sulfat dalam pemanenan mikroalga merupakan teknik yang saat ini digunakan dalam skala industri (Thompson *et al.*, 2010).

Aluminium sulfat atau alum merupakan salah satu bahan kimia yang sangat diperlukan dalam industri pengolahan air. Alum berbentuk kristal putih, bersifat larut dalam air dan tidak dapat larut dalam alkohol (Faith and Keyes, 1957).

Aluminium sulfat atau  $(Al_2SO_4)_3$  juga dipilih karena merupakan bahan koagulan yang ekonomis, mudah diperoleh di pasaran serta mudah penyimpanannya.

Selain itu, dibandingkan dengan ferri sulfat kualitas resultan air dan biomassa panen dari  $(\text{Al}_2\text{SO}_4)_3$  lebih baik (Bare *et al.*, 1975 dan Moraine *et al.*, 1980). Dalam dosis penggunaan  $(\text{Al}_2\text{SO}_4)_3$ , jumlahnya tergantung kepada turbiditas (kekeruhan) sampel. Semakin tinggi turbiditas sampel, maka semakin besar jumlah  $(\text{Al}_2\text{SO}_4)_3$  yang dibutuhkan. Namun penggunaan jumlah  $(\text{Al}_2\text{SO}_4)_3$  yang terlalu besar akan membuat pH terlalu rendah dan berpengaruh terhadap pembentukan inti flok (presipitat  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) serta kurang efisien dalam penggunaan flokulan (Rachmawati, 2009).

Pemakaian  $(\text{Al}_2\text{SO}_4)_3$  juga tidak terlepas dari sifat-sifat kimia yang dikandung oleh sampel tersebut salah satunya pH. Alumunium sulfat adalah bahan kimia yang efektif bekerja pada kondisi air yang bersifat alkali. Aluminium sulfat akan menyebabkan pH semakin turun apabila dosis yang ditambahkan semakin banyak karena dihasilkan asam sulfat (Pulungan, 2012). Menurut Moraine *et al.* (1980) dan Friedman *et al.* (1977) dalam Shelef *et al.* (1984) pada penggunaan dosis  $(\text{Al}_2\text{SO}_4)_3$  sebanyak 80- 250 mg/L akan menghasilkan pH 5,3- 5,6 yang merupakan kondisi optimum pemanenan mikroalga dalam air limbah. Penelitian yang dilakukan oleh Oh *et al.* (2001) pada pemanenan mikroalga menggunakan aluminium sulfat menghasilkan efisiensi yang cukup tinggi yaitu sebesar  $\pm 72\%$ . Ferriols (2013) juga melakukan pemanenan secara flokulasi pada mikroalga *Tetraselmis tetrahele* menggunakan  $(\text{Al}_2\text{SO}_4)_3$  pada dosis 150 mg/L dengan waktu pengendapan 1 jam menghasilkan efisiensi flokulasi 96%, sedangkan penelitian Udoma (2012) pada dosis alum 140 mg/L dapat merecovery padatan alga 91%. Kerangka pemikiran penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran penelitian