

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kimia merupakan cabang ilmu teoritik yang berlandaskan pada eksperimen (Sari, 2010:1). Kegiatan eksperimen atau praktikum di laboratorium mempunyai salah satu tujuan yaitu meningkatkan pembelajaran pengetahuan saintifik (Yunita, 2013:3) serta meningkatkan rasa kerjasama antar mahasiswa sehingga terjadinya transfer pengetahuan antar mahasiswa (Prastowo, dkk., 2014:295).

Lembar kerja diperlukan untuk kegiatan eksperimen sebagai suatu panduan atau sekumpulan kegiatan yang harus dilakukan peserta didik dalam memecahkan suatu permasalahan (Trianto, 2009:222). Rancangan suatu lembar kerja harus memerhatikan karakteristik lembar kerja yang disesuaikan dengan pembelajaran (Rahmatullah, *et al.*, 2017:170). Lembar kerja yang dapat diterapkan yaitu lembar kerja berbasis proyek. Melalui pembelajaran berbasis proyek diharapkan mahasiswa dapat mengembangkan potensi dirinya dan mampu memahami setiap informasi yang diperoleh (Barlenti, 2017:81). Pembelajaran berbasis proyek melibatkan peserta didik untuk berkelompok atau perseorangan dalam mengerjakan proyek dalam jangka waktu tertentu dan berkolaborasi untuk menghasilkan produk dan mempresentasikannya (Jagantara., dkk. 2014:3). Pembelajaran berbasis proyek juga dapat memberikan peluang kepada mahasiswa secara bebas untuk melakukan kegiatan percobaan, mengkaji literatur di perpustakaan, melakukan *browsing* di internet, dan berkolaborasi dengan guru (Pradita., dkk. 2015:91).

Keanekaragaman industri dapat menghasilkan berbagai jenis limbah. Limbah yang dihasilkan diantaranya limbah berbahaya dan beracun atau sering disebut limbah B3 (Ratman, 2010:62). Salah satu jenis industri yang menggunakan sejumlah besar air dalam prosesnya dan kemudian menghasilkan limbah cair yaitu industri tahu (Faisal, 2017:34).

Limbah yang dihasilkan dalam pengolahan tahu terutama pada proses penggilingan kacang kedelai dapat mencemari karena mengandung nilai polutan organik tinggi (Faisal, *et al.*, 2015:5). Limbah cair tahu yang bersifat asam (pH sekitar 4-5) dapat menyebabkan kerusakan lingkungan bila tidak dilakukan koagulasi (Faisal dan Machdar, 2014:3). Limbah cair tahu dengan kadar amonia yang tinggi menyebabkan bau menyengat dan berbahaya bagi kesehatan manusia (Harlisty, *et al.*, 2016:3). Selain itu limbah cair tahu dengan kandungan amonia yang tinggi juga dapat beracun (Lodhi dan Lal, 2017:201). Apabila limbah dengan kandungan amonia tinggi dibuang secara langsung ke sungai akan menyebabkan terganggunya ekosistem sungai dan mematikan organisme perairan akibat kekurangan oksigen. Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 menetapkan bahwa baku mutu kadar amonia hasil industri tahu yaitu sebesar 0,5 mg/L.

Analisis kandungan amonia tidak hanya dilakukan pada limbah cair tahu, Lisa (2015:4) telah melakukan analisis kandungan amonia pada sungai sail dan sungai air hitam menggunakan metode nessler. Penelitian serupa mengenai analisis kandungan amonia pada limbah telah dilakukan di Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) kota Bitung (Harlisty, *et al.*, 2016:4). Penurunan kadar amonia dapat dilakukan dengan cara fitoremediasi yang merupakan suatu kegiatan dengan memanfaatkan tanaman untuk menghilangkan bahan pencemar baik di dalam tanah maupun perairan (Alam, 2016:3). Biofilter media botol plastik kombinasi aerob-anaerob dengan bantuan tanaman eceng gondok sebagai proses fitoremediasi, telah digunakan oleh Amsah, dkk., (2014:3) dalam pengolahan limbah. Hasil menyatakan bahwa hal tersebut dapat menurunkan kadar amonia, namun ukuran media yang kecil tidak menurunkan kadar amoniak secara tinggi. Selain itu, menurut Christwardana (2012:4), fitoremediasi menggunakan eceng gondok lebih efektif daripada menggunakan teratai untuk mengurangi kontaminan pada limbah jamu.

Pengolahan limbah dengan tujuan menurunkan kadar amonia dapat dilakukan dengan menggunakan biofilter tempurung kelapa sawit dalam menurunkan kadar amonia pada limbah oleh Harahap (2013:188). Gea, dkk., (2018:3) telah

menggunakan biofilter sarang tawon dalam menurunkan kadar amonia pada limbah cair tahu. Biofilter sarang tawon yang memiliki struktur dengan permukaan luas dan memiliki rongga serta volume yang besar mampu melekatkan mikroorganisme dalam jumlah yang banyak sehingga media ini cocok digunakan dalam pengolahan limbah organik seperti limbah tahu.

Meninjau berbagai hasil penelitian yang telah ada sebelumnya, maka dalam penelitian ini dilakukan analisis kandungan amonia pada limbah yang diberi media biofilter sarang tawon dengan bantuan tanaman eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) serta penggunaan waktu tinggal yang bervariasi. Penentuan kadar amonia dilakukan dengan cara menggunakan metode kjeldahl. Metode kjeldahl ini merupakan metode yang sering digunakan dalam penentuan nitrogen dan amonia yang terkandung pada protein (Widiarto, 2009:1). Fitoremediasi amonia limbah cair tahu menggunakan biofilter dengan menganalisis kadar amonia menggunakan metode Kjeldahl dapat diterapkan di mata kuliah pengelolaan dan pengolahan limbah. Pembuatan alat yang dihasilkan sebelum melakukan pengolahan limbah dapat mengembangkan kreatifitas dan inovasi setiap mahasiswa dalam merancang alat dengan memerhatikan komponen utama yang harus ada didalamnya sehingga lembar kerja berbasis proyek sangat cocok untuk diterapkan pada pembelajaran.

Berdasarkan berbagai kajian yang telah dilakukan, maka permasalahan yang ada pada penelitian ini adalah bagaimana penerapan lembar kerja berbasis proyek pada fitoremediasi amonia limbah cair tahu menggunakan biofilter dengan tiga tahap utama yaitu tahap perencanaan, tahap pelaksanaan, dan tahap penilaian.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan lembar kerja berbasis proyek pada fitoremediasi amonia limbah cair tahu menggunakan biofilter sarang tawon?
2. Bagaimana keterampilan mahasiswa dalam pembuatan dan penggunaan alat fitoremediasi amonia limbah cair tahu menggunakan biofilter sarang tawon?

3. Bagaimana hasil fitoremediasi amonia limbah cair tahu menggunakan biofilter sarang tawon?

C. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan lembar kerja berbasis proyek pada fitoremediasi amonia limbah cair tahu menggunakan biofilter sarang tawon.
2. Mendeskripsikan keterampilan mahasiswa dalam pembuatan dan penggunaan alat fitoremediasi amonia limbah cair tahu menggunakan biofilter sarang tawon.
3. Mendeskripsikan hasil fitoremediasi amonia limbah cair tahu menggunakan biofilter sarang tawon.

D. Manfaat Penelitian

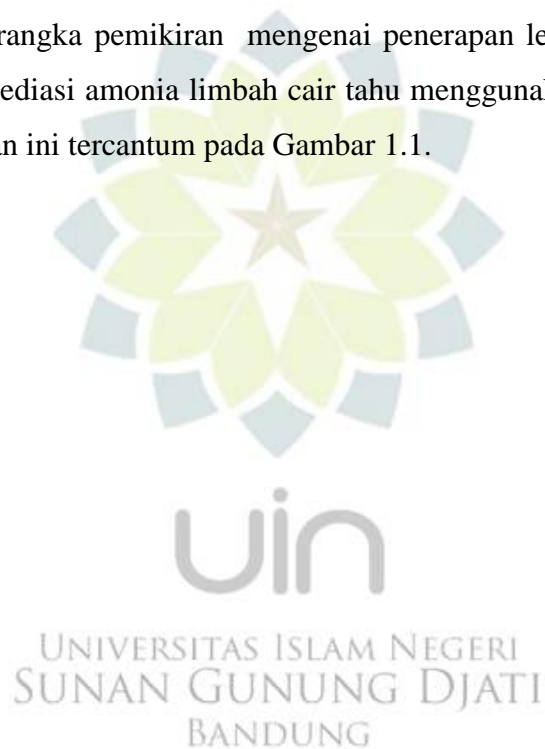
1. Bagi mahasiswa, dapat mengembangkan kreativitas dan inovasi mahasiswa dalam merancang alat pengolahan limbah, memudahkan mahasiswa untuk mempelajari metode kjeldahl yang melibatkan proses titrasi, dan mengembangkan wawasan fitoremediasi limbah cair tahu.
2. Bagi peneliti, dapat menambah pengetahuan mengenai analisis kadar amonia menggunakan metode kjeldahl, proses fitoremediasi dan penggunaan biofilter untuk pengolahan limbah cair tahu.

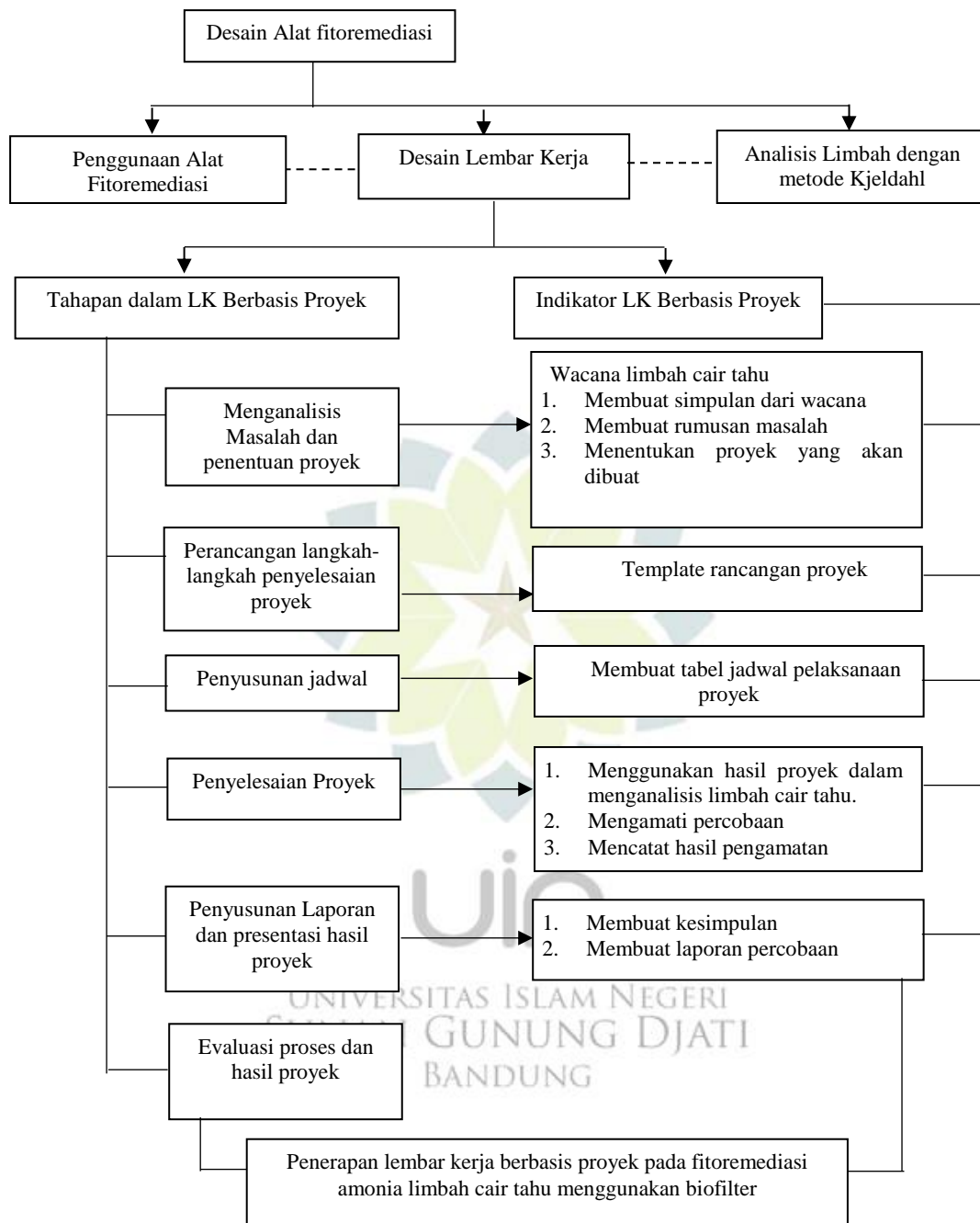
E. Kerangka Pemikiran

Pengolahan limbah dapat dilakukan dengan fitoremediasi yang merupakan proses penurunan zat pencemar dengan bantuan tanaman (Sinulingga, *et al.*, 2015:76). Selain itu, biofilter juga dapat digunakan untuk menurunkan kadar polutan seperti amonia pada limbah cair (Halim dan Budijono, 2014:2). Berdasarkan tinjauan tersebut, penelitian ini akan melakukan pengolahan limbah cair tahu dengan menggabungkan proses biofilter menggunakan struktur sarang tawon dengan tanaman eceng gondok sebagai proses fitoremediasi. Biofilter struktur sarang tawon memiliki volume dan rongga yang besar, mampu membuat mikroorganisme menempel pada bagian dinding dengan jumlah yang banyak sehingga dapat terangkat setelah waktu tinggal berakhir (Gea, dkk., 2018:4). Kadar

amonia dari limbah cair tahu sebelum dan setelah pengolahan dapat dianalisis menggunakan metode kjeldahl. Prinsip dari metode kjeldahl yaitu destruksi, destilasi dan titrasi. Maka dari itu, sangat cocok dilakukan penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pengolahan limbah untuk menentukan kadar amonia. Langkah-langkah pada pembelajaran berbasis proyek adalah menganalisis masalah dan penentuan proyek, perancangan langkah-langkah penyelesaian proyek, penyusunan jadwal, penyelesaian proyek, penyusunan laporan dan presentasi hasil proyek, dan tahap terakhir adalah evaluasi proses dan hasil proyek.

Secara umum kerangka pemikiran mengenai penerapan lembarkerja berbasis proyek pada fitoremediasi amonia limbah cair tahu menggunakan biofilter sarang tawon pada penelitian ini tercantum pada Gambar 1.1.





Gambar 1.1 Kerangka pemikiran

F. Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang pemulihan amonia dari pewarna dan pigmen manufaktur air limbah industri telah dilakukan oleh Lodhi dan Lal., (2017:208). Berdasarkan hasil penelitiannya, metode eksperimen yang digunakan untuk mengetahui kadar COD, amonia, dan anilin harus melewati tahap percobaan pengupasan, koagulasi, flokulasi dan filtrasi setelah itu dilakukan analisis kimia dan fisiknya. Amonia dapat bereaksi dengan HCl membentuk amonium klorida, garam tersebut akan memberikan warna kuning saat ditambahkan dengan reagen nessler yang menandakan adanya amonia.

Analisis kandungan amonia juga telah dilakukan pada sungai sail dan sungai air hitam pekanbaru dengan menggunakan metode Nessler dapat menganalisis kandungan amoniak yang terdapat pada setiap sampel. Kandungan amonia tersebut melebihi sulfid, yaitu diatas baku mutu yang telah ditetapkan (Setiani, Lisa. 2015:8).

Penelitian menggunakan metode Nessler yang lain yaitu dalam menentukan kadar amonia (NH_3) oleh Jeong, *et al.*, (2013:3) dengan sampel yang digunakan dalam metode ini adalah air minum, air permukaan, dan limbah cair. Metode Nessler di modifikasi dengan bantuan MS dan PAV sehingga penentuan kadar amonia lebih akurat. Selain itu, metode *digestion* anaerobik dianggap cocok untuk mengetahui sifat fisik dan kimia dari suatu limbah cair. Sifat kimia yang diketahui berupa kandungan COD dan amonia. Dengan proses anaerobik dapat menghasilkan biogas dari limbah cair tahu (Faisal, *et al.*, 2015:3).

Media biofilter tempurung kelapa sawit dengan waktu tinggal selama 30 hari pada limbah cair tempe dapat menurunkan kadar amonia. Mikroorganismenya yang berkembang masih belum terlihat bebas karena media yang digunakan terlalu sempit dan disusun terlalu berdekatan. Selain itu, kadar amoniak yang turun pun hanya mencapai 30,78% . Waktu tinggal yang lama akan mempengaruhi efektifitas penurunan senyawa organik secara signifikan. Suhu yang digunakan pada saat

penelitian ini adalah 27,3-28,3 °C. Kandungan amonia meskipun telah menggunakan media biofilter ternyata masih diatas baku mutu (Harahap, 2013:5).

Penelitian lain dengan menggunakan biofilter yaitu penggunaan biofilter media botol plastik kombinasi aerob-anaerob. Biofilter tersebut efektifitas penurunan kadar amonia nya masih rendah. Proses filtrasi ini dibantu oleh tanaman eceng gondok untuk membantu proses perkembangan mikroba. Kandungan amonia dengan proses biofilter ini dapat menurun dan kadarnya telah sesuai dengan baku mutu limbah yang telah ditetapkan menurut Peraturan Menteri LH No.15 tahun 2008 (Amsah, dkk., 2014:7).

Penggunaan biofilter lain seperti biofilter yang memiliki struktur sarang tawon juga efektif digunakan pada pengolahan limbah cair organik yang memiliki kandungan nitrogen total. Biofilter ini bekerja maksimal dalam perkembangbiakan bakteri selama 7 hari sehingga limbah cair yang diuji mengalami penurunan kadar amonia hingga memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah (Paramudhita Sali, Gea, dkk., 2018:4).

Penggunaan biofilter aerobmedia dapat menurunkan konsentrasi amonia pada pengolahan limbah cair domestik. Perlakuan terhadap pengolahan limbah cair domestik dilakukan dengan perbedaan variasi *Hidraulic Retention Time* (HRT) yaitu 12 jam dan 24 jam dalam waktu 4 hari. Berdasarkan hasil penelitian, HRT 24 Jam lebih efektif dan efisien dalam menurunkan kadar amonia dengan persentase reaktor biofilter sebesar 68,44% dan reaktor kontrol sebesar 30,25% (Muhamad Hibban, 2016:6).

Jenis biofilter yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Amri (2015:59) telah menggunakan biofilter anaerob bermedia plastik (*Bioball*) pada limbah domestik dengan variasi waktu tinggal. Waktu tinggal yang berbeda dan rasio resirkulasi dalam proses biofiltrasi untuk mendegradasi kandungan organik dalam air limbah memiliki persentase penurunan BOD yang signifikan. Waktu tinggal selama 4 hari dengan rasio sirkulasi 60% dapat

disimpulkan bahwa terjadi penurunan BOD dan COD sesuai dengan standar baku mutu.

Penelitian mengenai fitoremediasi yang menggunakan tanaman eceng gondok menghasilkan data yang menunjukkan bahwa kontaminan yang ada pada limbah jamu menurun dibandingkan dengan penggunaan tanaman teratai. Sedangkan dalam menganalisis kandungan kontaminannya yaitu menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 680 nm (Christwardana, 2012:34).

Berdasarkan beberapa penelitian yang relevan, maka peneliti memperoleh kebaruan yaitu penggunaan lembar kerja berbasis proyek yang diterapkan pada mahasiswa dalam proses pengolahan limbah untuk menurunkan kadar amonia. Pengolahan limbah tersebut melibatkan proses fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok dan penggunaan biofilter sarang tawon dengan variasi waktu tinggal. Analisis kadar amonia yang dilakukan menggunakan metode kjeldahl yang biasa digunakan untuk analisis kadar protein. Metode kjeldahl dapat digunakan dalam analisis kadar amonia karena pada setiap tahap percobaannya akan menghasilkan gas amonia (NH_3) yang kemudian dapat dihitung, sehingga diperoleh kadar amonia dari setiap sampel limbah sebelum dan setelah pengolahan.