

## BAB 5. PENUTUP

Bab penutup terdiri dari ringkasan, kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.

### 5.1 Ringkasan

Hasil penentuan biochar yang digunakan untuk *upflow reactor* menunjukkan biochar tempurung kelapa lokal memiliki kapasitas maksimum adsorpsi nitrat dan fosfat lebih tinggi dibandingkan biochar sekam padi lokal, dengan kapasitas amonium, nitrat dan fosfat berturut-turut adalah 10,12 mg/g, 7,51 mg/g dan 10,79 mg/g. Sedangkan kapasitas adsorpsi maksimum amonium, nitrat dan fosfat menggunakan biochar sekam padi adalah 20,74 mg/L, 1,89 mg/g dan 4,32 mg/g. Suhu pirolisis biochar tempurung kelapa memengaruhi penyisihan amonium, nitrat dan fosfat, sedangkan suhu pirolisis memengaruhi penyisihan nitrat dan fosfat menggunakan biochar sekam padi. Isoterm Langmuir dan Freundlich mendekati proses adsorpsi amonium dan fosfat menggunakan biochar tempurung kelapa dan sekam padi. Namun pada penyisihan nitrat hanya mendekati penyisihan Isoterm Langmuir. Model yang mendekati penyisihan amonium, nitrat dan fosfat menggunakan biochar tempurung kelapa lokal adalah model Difusi Intra Partikel. Model *Pseudo 1<sup>st</sup> order* juga cocok menggambarkan penyisihan nitrat menggunakan biochar tempurung kelapa lokal.

Performa *upflow reactor* di laboratorium menunjukkan kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi pada laju alir 30 mL/min dibandingkan variasi laju alir lainnya. Kapasitas amonium, nitrat dan fosfat menggunakan campuran biochar dan busa poliuretan 1 : 0 berturut-turut adalah 0,65 mg/g; 4,10 mg/g dan 0,48 mg/g, menggunakan rasio campuran biochar dan busa poliuretan 1 : 1 adalah 1,19 mg/g; 5,70 mg/g dan 0,95 mg/g, sedangkan dengan media pada rasio 2 : 1 adalah 1,43 mg/g; 13,12 mg/g dan 1,58 mg/g. Media dengan campuran biochar dan busa poliuretan 2 : 1 menunjukkan kapasitas

adsorpsi amonium, nitrat dan fosfat paling tinggi dibandingkan variasi lainnya.

*Upflow reactor* di lapangan menggunakan media biochar : busa poliuretan dengan rasio 2 : 1, sebagai variasi yang paling baik menyisihkan amonium, nitrat dan fosfat pada penelitian laboratorium. Dari penelitian di lapangan, ditemukan penyisihan amonium, nitrat dan fosfat di lapangan lebih tinggi pada variasi ketebalan media 40 cm dibandingkan pada ketebalan media 20 cm. Nilai  $C_t/C_0$  pada ketebalan 40 cm untuk penyisihan amonium nitrat dan fosfat berturut-turut pada rentang 0,02 - 0,86; 0,03 - 2,13 dan 0,01 - 1,11.

Spesies mikroorganisme pada *upflow reactor* yang berperan dalam penyisihan amonium, nitrat dan fosfat dari air limbah pertanian adalah *Gaiella occulta*, *Vicinamibacter silvestris*, *Pseudolabrys taiwannensis*, *Rhodoplanes*, dan *Aquicella siphonis*. Spesies-spesies tersebut berperan dalam penyisihan nutrien pada air limbah.

## 5.2 Kesimpulan

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa biochar tempurung kelapa memiliki kapasitas adsorpsi nitrat dan fosfat yang lebih tinggi dibandingkan biochar sekam padi, serta biochar tempurung kelapa lebih kokoh dan tidak mudah rapuh. Hal tersebut menjadi alasan pemakaian biochar tempurung kelapa digunakan sebagai salah satu media filter *upflow reactor* pada dipengaruhi jenis biochar, gugus fungsi, KTK, dan suhu pirolisis (meningkatkan luas permukaan biochar).

Performa *upflow reactor* di laboratorium menunjukkan bahwa media campuran biochar dan busa poliuretan dengan rasio 2 : 1 dengan laju alir 30 mL/min yang paling baik dalam penyisihan amonium, nitrat dan fosfat. Hal tersebut dipengaruhi oleh HRT dan kandungan biochar yang cukup untuk proses adsorpsi amonium, nitrat dan fosfat oleh media dalam *upflow*

*reaktor*. HRT yang lama memungkinkan nutrisi terlepas lagi dari media, sedangkan HRT yang sebentar kurang efisien untuk proses adsorpsi.

Media filter campuran biochar busa poliuretan 2 : 1 digunakan pada penelitian *upflow reactor* di lapangan. Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar penyisihan amonium, nitrat dan fosfat pada ketebalan media 40 cm lebih baik daripada ketebalan 20 cm, walaupun dari hasil statistik penyisihan nitrat dan fosfat tidak berbeda nyata antar ketebalan sehingga perlu diteliti lebih lanjut kinerja *upflow reactor* dengan ketebalan yang lebih besar. Pada awal *running upflow reactor*, penyisihan amonium, nitrat dan fosfat belum optimal, setelahnya penyisihan amonium, nitrat dan fosfat semakin bagus dengan bantuan mikroorganisme yang menempel pada permukaan biochar dan busa.

Sejumlah spesies mikroorganisme yang berperan dalam penyisihan amonium, nitrat dan fosfat teridentifikasi pada *upflow reactor*. Amonium, nitrat dan fosfat berperan bagi mikroorganisme untuk biosintesis (amonium dan fosfat) maupun sebagai akseptor (nitrat). Biochar berfungsi sebagai media lekat bagi mikroorganisme dan memfasilitasi proses transfer elektron bagi mikroorganisme. Sedangkan busa poliuretan berfungsi sebagai *biocarrier* bagi bakteri penyisih nitrogen dan fosfat yang efektif karena sifatnya yang ringan, berpori tinggi, dan mendukung pertumbuhan mikroorganisme. Kombinasi kedua material ini menciptakan lingkungan yang optimal untuk aktivitas mikroorganisme, perpindahan elektron, dan reaksi kimia yang diperlukan untuk penyisihan kontaminan secara efisien.

### 5.3 Rekomendasi

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengaplikasikan *upflow reactor* pada waktu yang lebih lama untuk melihat keefektifan masa waktu pakai alat, serta menambah ketebalan *upflow reactor* untuk mendapatkan gambaran peningkatan ataupun pengurangan efisiensi

penyisihan kontaminan. Selain itu direkomendasikan pemasangan *prototype* di lapangan saluran buangan pertanian tanpa perlu penggunaan pompa untuk menguji kemampuan *upflow reactor* dalam menyisihkan polutan lainnya dari air limbah.

