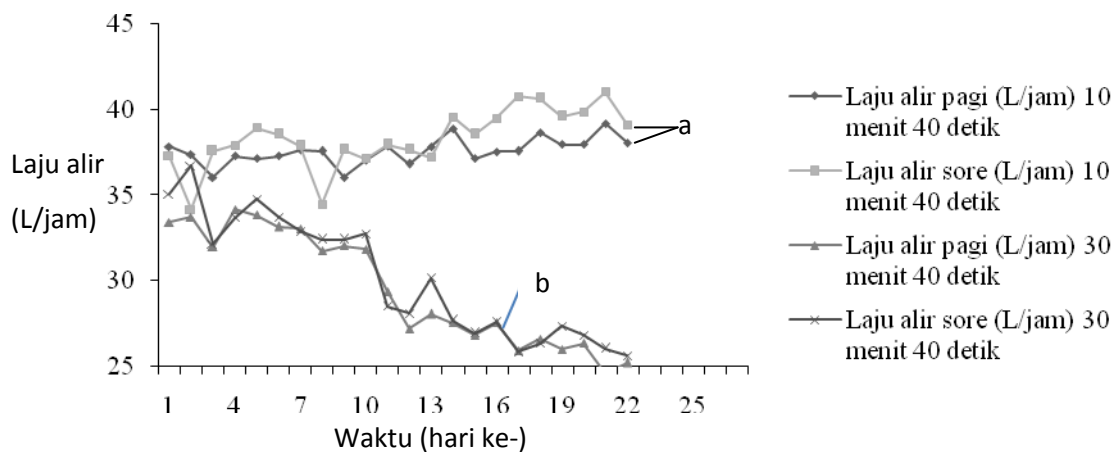


## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Karakteristik Fluks Pada Membran Ultrafiltrasi untuk Umpan Air Sumur

*Fouling* membran merupakan perubahan irreversibel yang terjadi pada membran yang disebabkan oleh interaksi fisik dan atau kimia spesifik antara membran dan komponen-komponen yang ada dalam aliran proses. Terjadinya *fouling* membran tidak dapat dihindari dan inilah tantangan terberat dalam teknologi membran. Lapisan *fouling* membran (*foulant*) ini menghambat filtrasi. *Foulant* ini dapat berupa endapan organik (makromolekul, substansi biologi), endapan inorganik (logam hidroksida, garam kalsium) dan partikulat. *Foulant* akan terakumulasi pada permukaan membran karena tidak ikut ambil bagian dalam transfer massa. Akibatnya *foulant* ini akan mengurangi efektivitas dan fluks membran.

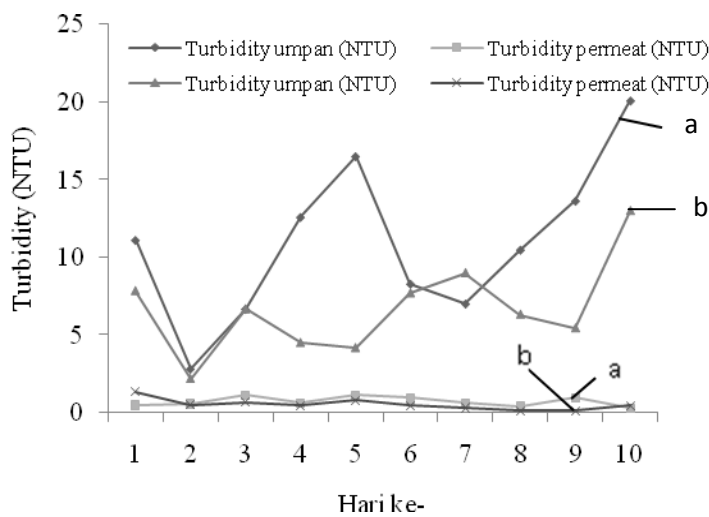


Gambar 1. Grafik hubungan laju alir permeat dan waktu pengukuran (a) interval penyaringan 10 menit backwash 40 detik dan (b) interval penyaringan 30 menit backwash 40 detik

Pada penelitian yang telah dilakukan penurunan fluks ditunjukkan dengan menurunnya laju alir pada gambar 1b. *Fouling* ini diperkirakan berasal dari ion Fe dan Mn. Dalam penyaringan air, ion Fe dan Mn menjadi salah satu penyebab terjadinya *fouling*. Ion Fe dalam air berupa  $Fe^{2+}$  dan jika teroksidasi dengan udara akan berubah menjadi ferri ( $Fe^{3+}$ ) sehingga akan terbentuk endapan  $Fe(OH)_3$ . Mn dalam air berbentuk  $Mn^{2+}$  dan  $Mn^{4+}$ . Dalam kondisi cukup udara maka  $Mn^{2+}$

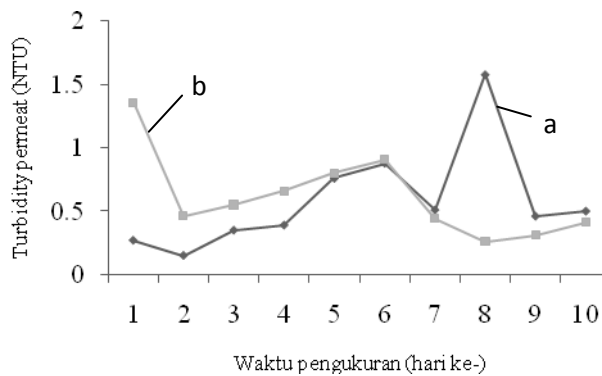
teroksidasi menjadi  $Mn^{4+}$ . Dalam kondisi anaerob maka  $Mn^{2+}$  teroksidasi menjadi  $Mn^{4+}$  membentuk  $MnO_2$ . Kedua endapan ini dapat membentuk lapisan pada permukaan membran. Dari hasil penelitian yang terlihat pada gambar 1a, terlihat sesuai yang berbeda yaitu naiknya laju alir. Hal ini dimungkinkan terjadinya *defect* pada membran.

### Karakteristik Rejeksi pada Membran Ultrafiltrasi untuk Umpan Air Sumur

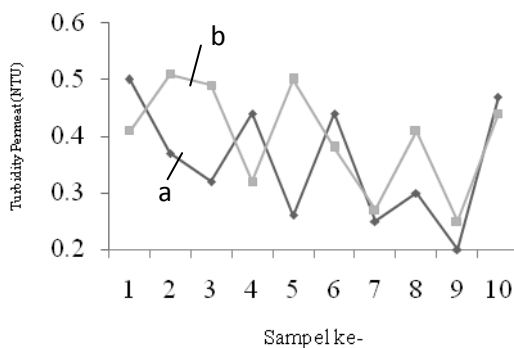


Gambar 2. Grafik hubungan antara *turbidity* dan waktu pengukuran (a)interval penyaringan 10 menit backwash 40 detik (b) interval penyaringan 10 menit backwash 40 detik

Rejeksi menunjukkan kemampuan membran dalam menyaring kotoran-kotoran yang ada dalam umpan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seberapa keruhnya air umpan, membran ultrafiltrasi dapat melakukan penyaringan dengan optimal dibuktikan dengan gambar 2. Interval waktu penyaringan tidak berpengaruh terhadap kualitas produk/*turbidity* permeat (lihat gambar 2). Hal ini dikarenakan membran ultrafiltrasi merupakan membran yang spektrum filtrasinya terletak antara nanofiltrasi dan mikrofiltrasi dan memisahkan konstituen yang berukuran 1 – 100 nanometer, atau beratnya sekitar 500-500.000 dalton. Mekanisme kerja membran UF berdasarkan perbedaan ukuran molekul dengan tekanan. Membran ini juga dapat mengontrol mikroorganisme patogen kecil seperti virus dengan sangat efektif dan mengurangi kekeruhan air



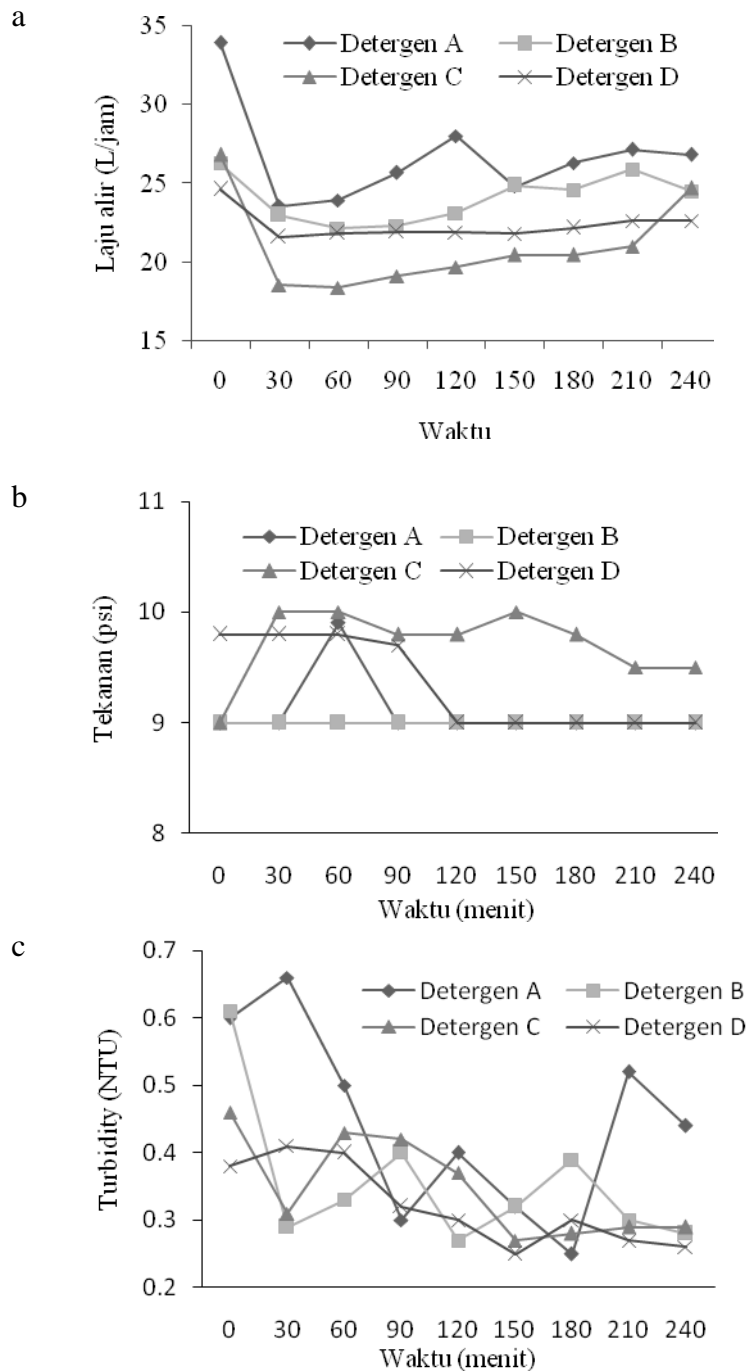
Gambar 3. Grafik hubungan antara *turbidity* permeat (NTU) dengan waktu pengukuran (hari ke-) (a)interval penyaringan 10 menit backwash 40 detik (b) interval penyaringan 10 menit backwash 40 detik



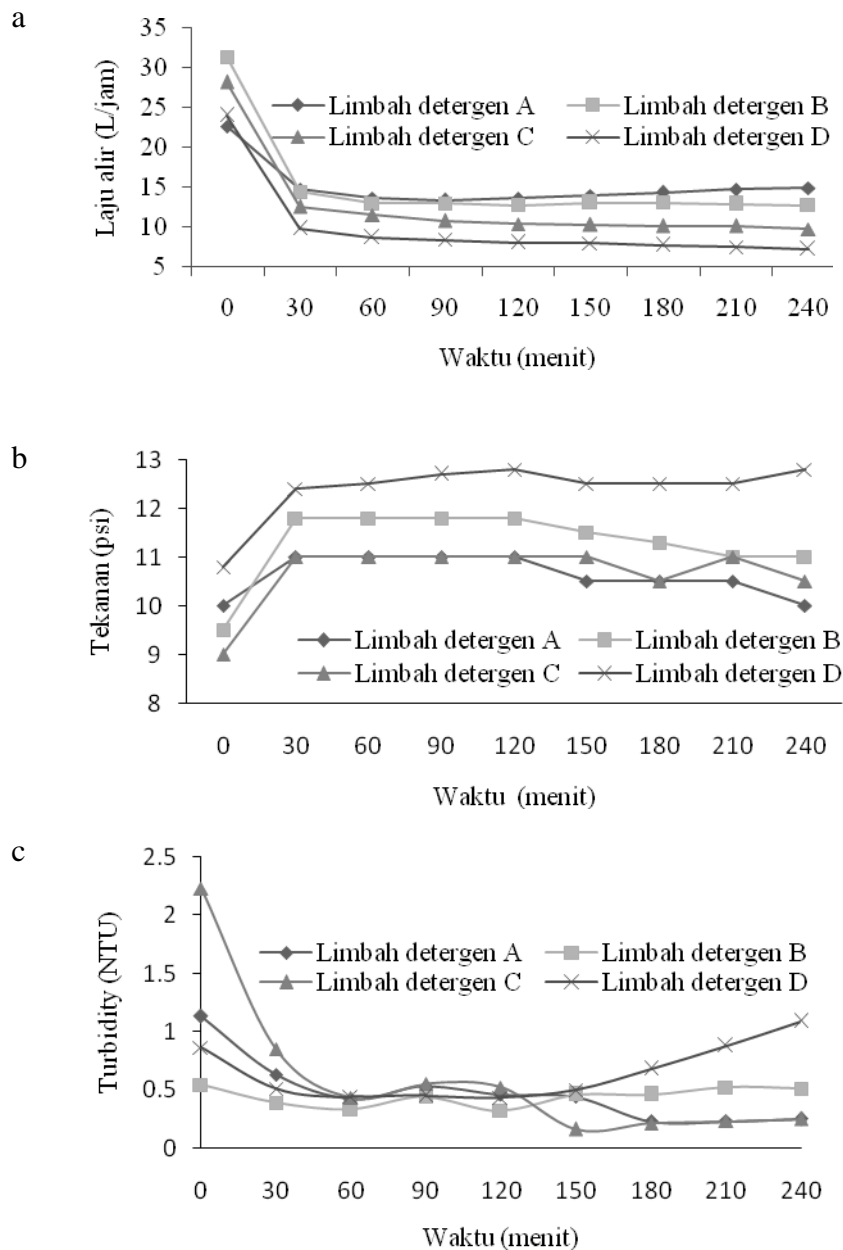
Gambar 4. Grafik hubungan antara *turbidity* permeat (NTU) dengan waktu penyimpanan (hari ke-) (a)interval penyaringan 10 menit backwash 40 detik (b) interval penyaringan 10 menit backwash 40 detik

Untuk permeat yang disimpan selama 10 hari, ternyata tidak menunjukkan perubahan yang signifikan pada *turbidity*-nya (tingkat kekeruhan). Hal ini terlihat dari gambar 3 dan gambar 4. Tetapi setelah lebih dari 10 hari penyimpanan akan muncul seperti lumut pada permukaan bawah botol penyimpanan. Hal ini diduga bahwa ada spora yang lolos dari penyaringan membran ultrafiltrasi yaitu berupa alga mikro dengan ukuran sekitar 0,2  $\mu\text{m}$

## Karakteristik Fluks Pada Membran Ultrafiltrasi untuk Umpan Air Detergen dan Air Limbah *Laundry*



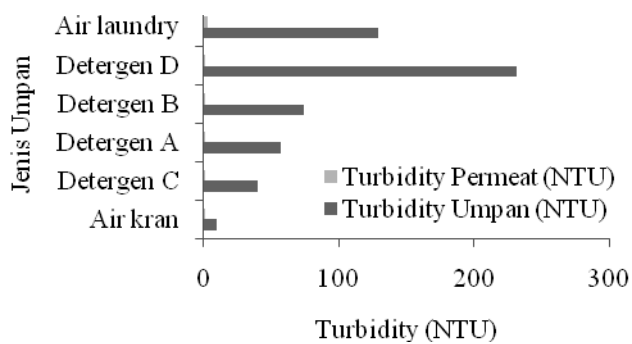
Gambar 5. a) Grafik hubungan antara laju alir (L/jam) dengan waktu (menit) b) Grafik hubungan antara Tekanan (psi) dengan waktu (menit) c) Grafik hubungan antara *turbidity* permeat (NTU) dan waktu pengukuran untuk penyaringan tanpa backwash pada umpan air detergen.



Gambar 6. Grafik hubungan antara a) laju alir (L/jam) dengan waktu (menit) b) Tekanan (psi) dengan waktu (menit) c) *turbidity* permeat (NTU) untuk penyaringan tanpa backwash pada umpan air limbah laundry.

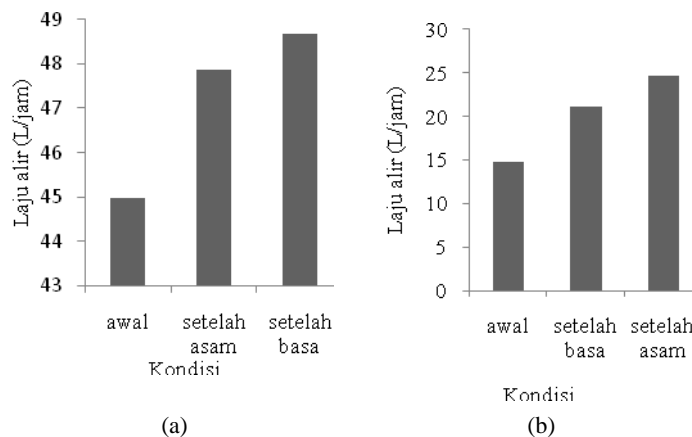
Ketidakadaan *fouling* menyebabkan laju alir akan berbanding lurus dengan tekanan. Dalam penelitian yang dilakukan, laju alir yang terukur semakin menurun tetapi tekanan dan turbidity permeatnya konstan. Hal ini bisa dilihat pada gambar 5. Laju alir menurun disebabkan oleh *fouling* membran. *Fouling* membran ini disebabkan oleh komponen-komponen yang ada dalam detergen seperti komponen nitrogen, komponen pospat, dan ion surfaktan.

Dengan takaran detergen dan jumlah air yang sama akan menghasilkan tingkat *turbidity* (kekeruhan) yang berbeda. Tetapi jika dilewatkan pada membran ultrafiltrasi akan menghasilkan *turbidity* permeat yang sama (lihat gambar 7). Dari gambar 7 terlihat bahwa umpan detergen D memiliki *turbidity* umpan yang besar dibandingkan dengan detergen lain, laju alir dan tekanan yang ditunjukkan detergen D lebih rendah dibanding dengan detergen lain (lihat gambar 5). Begitu juga yang terjadi untuk umpan air limbah *laundry* detergen D (lihat gambar 6).



Gambar 7. Grafik hubungan antara *turbidity* umpan dengan *turbidity* permeat dengan berbagai macam umpan

### Sistem Pencucian Membran dengan Menggunakan Asam Sitrat dan NaOH



Gambar 8. Grafik hubungan antara kondisi pencucian dengan laju alir (L/jam) a) pencucian setelah penyaringan air sumur b) Pencucian penyaringan air detergen

*Fouling* dapat dikendalikan dengan pencucian membran secara berkala. Dalam penelitian dengan menggunakan umpan air sumur, telah melakukan pencucian

sebanyak 4 kali dan penggantian membran sebanyak 2 kali. Pencucian dengan menggunakan asam sitrat dan NaOH memberikan hasil yang cukup signifikan untuk peningkatan laju alir (fluks) yaitu dari 45 L/jam menjadi 49 L/jam (setelah penyaringan air sumur) dan 15 L/jam menjadi 23 L/jam (setelah penyaringan air detergen).

Pencucian dengan menggunakan NaOH dilakukan setelah penyaringan air limbah *laundry*. Hasil menunjukkan bahwa laju alir (fluks) mengalami kenaikan yang signifikan dari 22,5 L/jam menjadi 33,5 L/jam dan penurunan tekanan dari 10 psi menjadi 8 psi. Hal ini dikarenakan NaOH melarutkan *fouling* yang menyumbat pori-pori membran.