

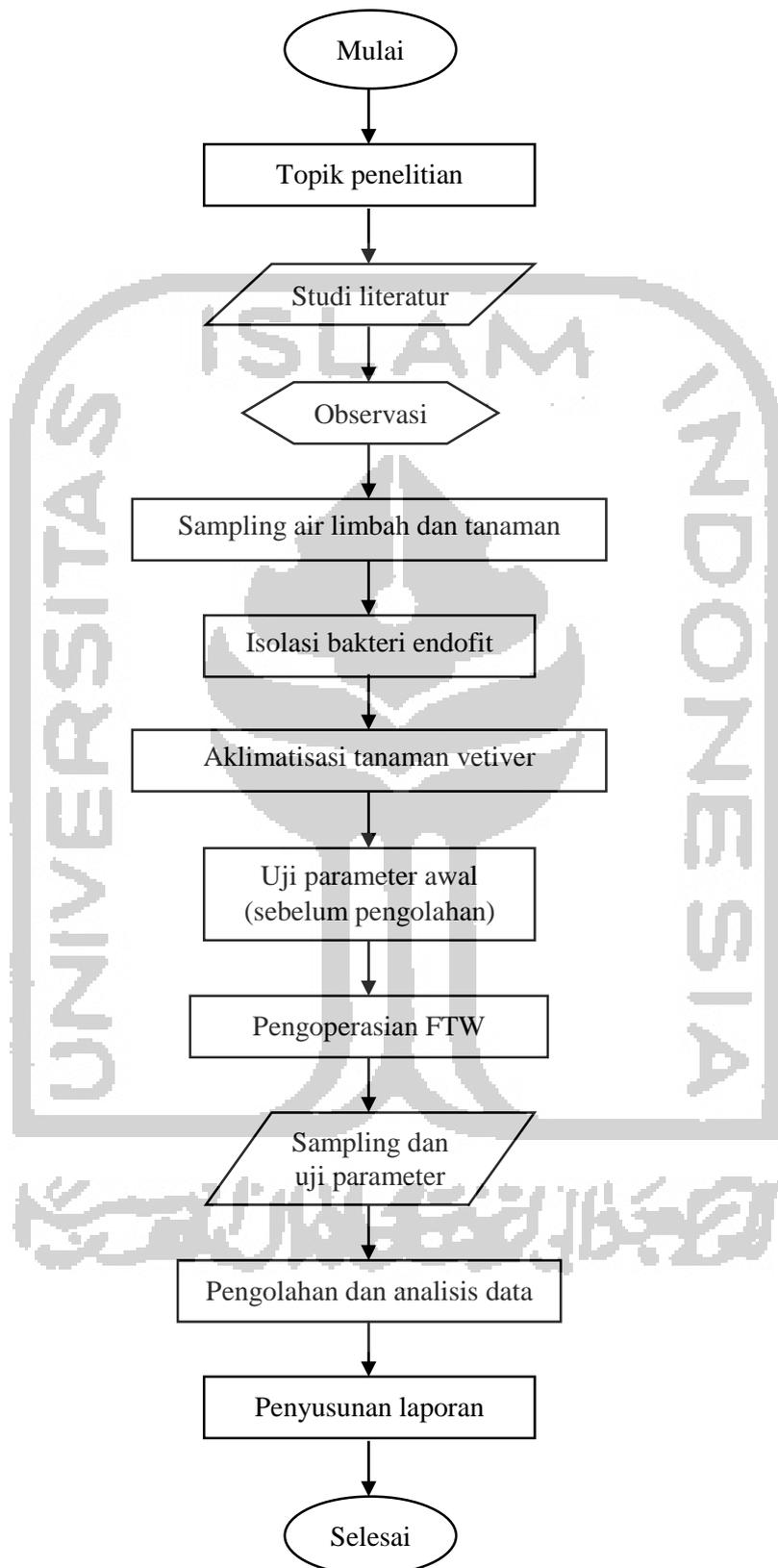
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan pada rentang waktu Maret 2019 hingga November 2019. Tempat penelitian secara keseluruhan dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Secara umum alur tahapan kegiatan yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan

3.2 Sampling

Metode pengambilan sampel limbah cair tenun menggunakan metode *grab sampling* yang mengacu pada SNI 6989.59:2008. Sampel limbah cair diambil langsung dari tempat proses pewarnaan seperti pada gambar 3.2 dan disimpan dalam jerigen plastik.



Gambar 3.2 Tempat Pengambilan Sampel Limbah Cair Tenun

(Sumber: dokumentasi lapangan)

Sedangkan sampel tanaman diambil dari tanaman yang terkontaminasi limbah cair tenun di saluran air seperti pada gambar 3.3. Sampling akar tanaman dilakukan dengan cara memilih tanaman yang sehat dan dewasa sesuai dengan prosedur dari Nalini et al (2005), kemudian tanaman dikumpulkan pada kantong plastik *ziplock* dan disimpan dalam *ice box* dalam perjalanan menuju laboratorium. Kedua sampel disimpan di dalam *refrigerator* dengan suhu 5°C.



Gambar 3.3 Tempat Pengambilan Sampel Tanaman

(Sumber: dokumentasi lapangan)

Tanaman yang diambil ada 4 jenis yaitu padi (*Oryza sativa*), talas (*Colocasia esculenta*), rumput jariji (*Digitaria sanguinalis*), dan kremah air (*Alternanthera philoxeroides*).

3.3 Isolasi Bakteri Endofit

Hasil dari sampling 4 jenis tanaman, selanjutnya dilakukan proses isolasi untuk mendapatkan bakteri yang diinginkan dan berikut ini adalah sumber akar tanaman dan kode kultur bakteri.

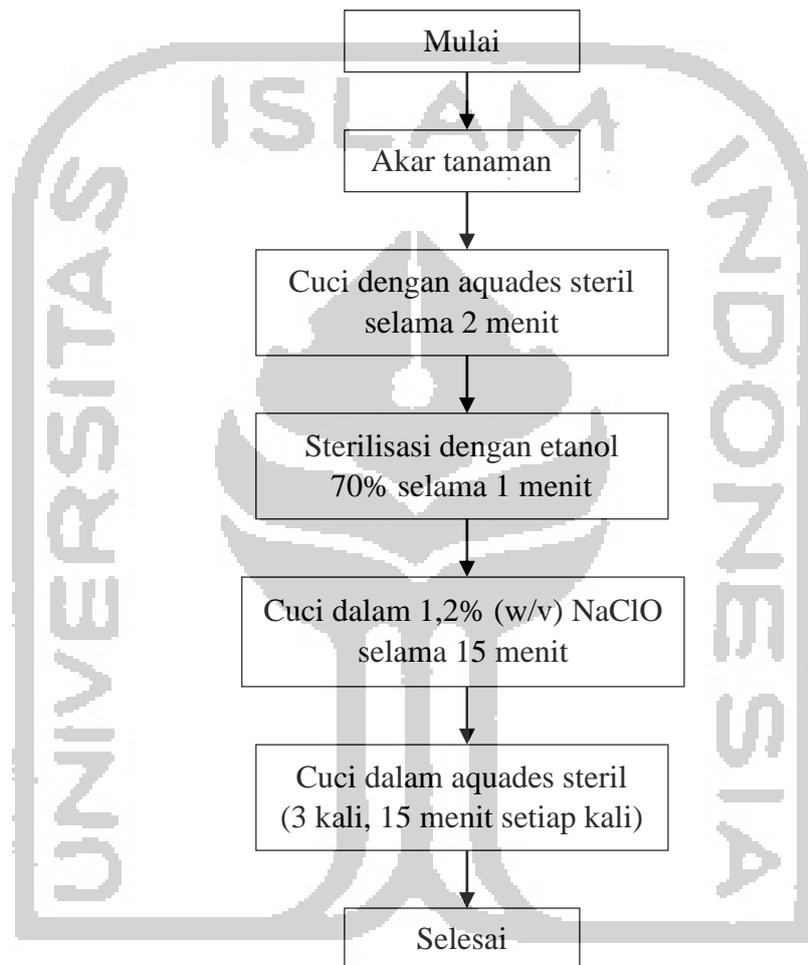
Tabel 3.1 Jenis Tanaman dan Kode Kultur Bakteri

No	Jenis Tanaman	Kode Kultur Bakteri
1	<i>Oryza sativa</i>	R1
2	<i>Colocasia esculenta</i>	R2
3	<i>Digitaria sanguinalis</i>	R3
4	<i>Alternanthera philoxeroides</i>	R4

Isolasi bakteri endofit dari akar tanaman mengacu pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ji et al untuk metode sterilisasi akar tanaman dan Shehzadi et al untuk metode isolasi bakteri. Tahapan isolasi bakteri endofit sebagai berikut:

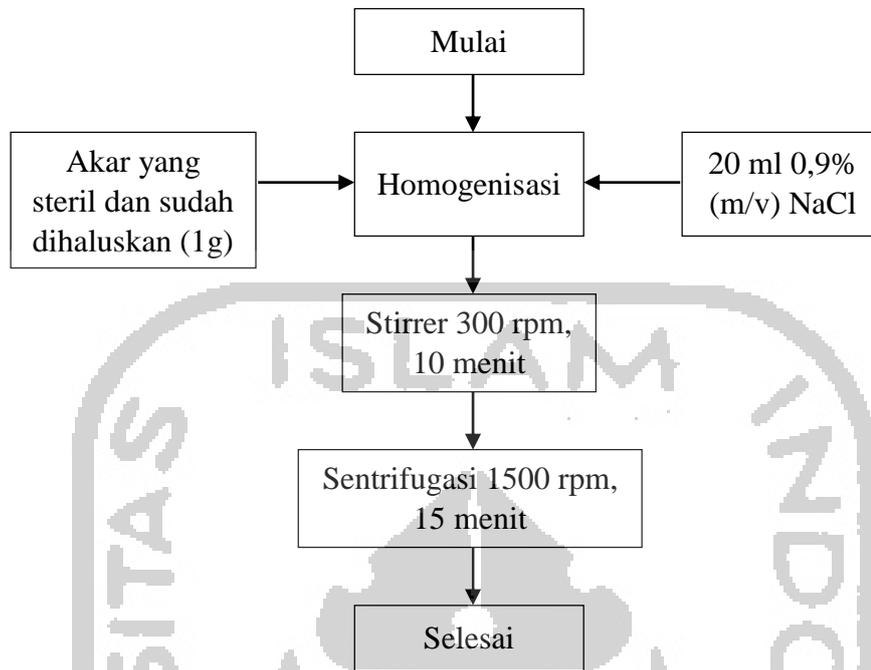
3.3.1 Sterilisasi dan Ekstraksi Akar Tanaman

Bakteri endofit diperoleh dari bagian dalam akar sehingga permukaan akar tanaman disterilisasi untuk mencegah kontaminasi. Berikut ini adalah tahapan dari sterilisasi permukaan akar tanaman (Ji et al, 2014):



Gambar 3.4 Tahapan Sterilisasi Permukaan Akar Tanaman

Setelah permukaan akar tanaman steril, selanjutnya untuk mendapatkan suspensi bakteri endofit dari akar tanaman dilakukan proses ekstraksi seperti tahapan berikut (Shehzadi et al, 2016):



Gambar 3.5 Tahapan Ekstraksi Akar Tanaman

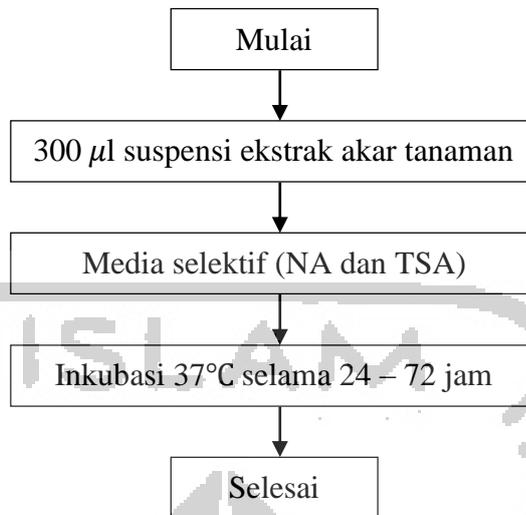
Setelah ekstrak tanaman diperoleh, kemudian dapat ditumbuhkan pada media yang sudah ditentukan.

3.3.2 Pembuatan Media

Media yang digunakan terdiri dari media untuk menumbuhkan bakteri yaitu *Nutrient Agar* (NA) dan *Tryptic Soy Agar* (TSA). Media untuk mengisolasi bakteri ditambahkan 7% limbah cair tenun agar menjadi media selektif sehingga menumbuhkan bakteri yang memiliki potensi mendegradasi limbah cair tenun. Sedangkan media untuk kulturisasi bakteri yaitu *Nutrient Broth* (NB) dan *Tryptic Soy Broth* (TSB).

3.3.3 Isolasi Bakteri

Setelah media disiapkan, kemudian dilakukan isolasi bakteri (Shehzadi et al, 2016). Tahapan isolasi bakteri dapat dilihat pada Gambar 3.6.

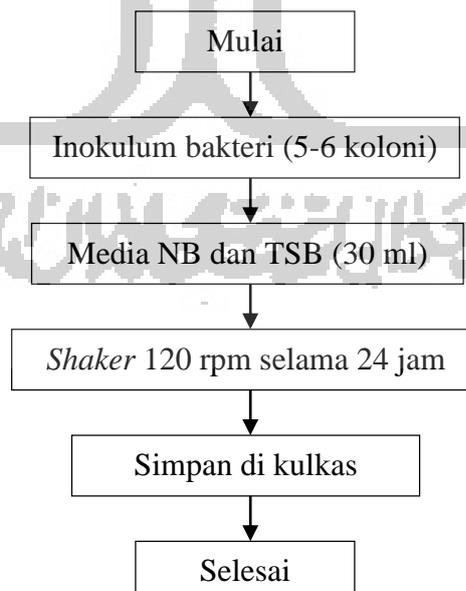


Gambar 3.6 Tahapan Isolasi Bakteri

Setelah bakteri diinkubasi selama 24 jam, dilakukan pengamatan bakteri yang tumbuh dan setelah itu dipilih 5 – 6 koloni yang berbeda untuk dikulturisasi sebelum dimasukkan ke dalam reaktor.

3.3.4 Kulturisasi Bakteri

Bakteri yang tumbuh akan diperbanyak sebagai persediaan kultur bakteri yang akan diinokulasikan pada *floating treatment wetland*. Tahapan kulturisasi bakteri dapat dilihat pada Gambar 3.7.

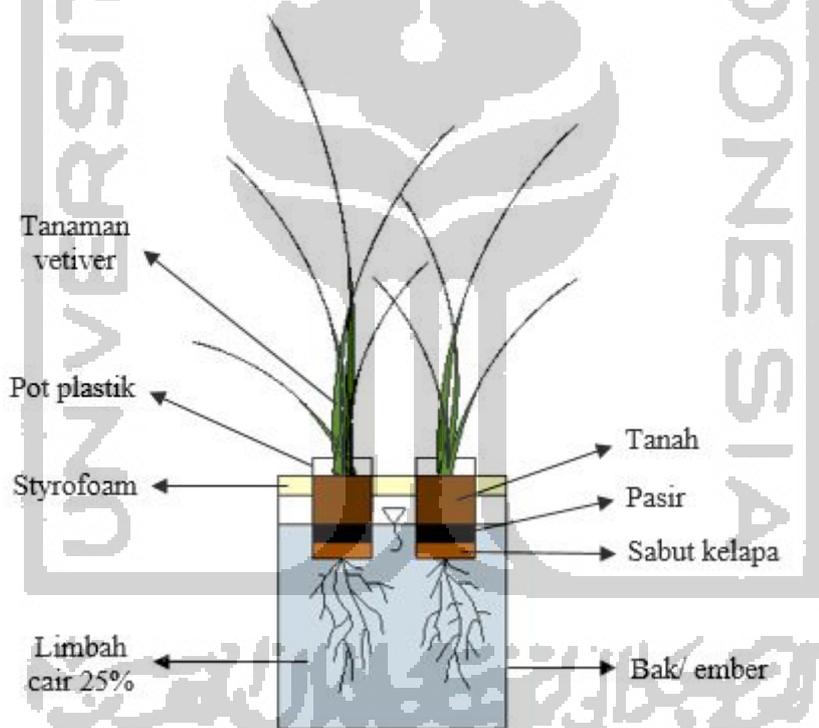


Gambar 3.7 Tahapan Kulturisasi Bakteri

3.4 Pengoperasian *Floating Treatment Wetland* (FTW)

3.4.1 Persiapan Pembuatan Reaktor FTW

Sistem pengolahan yang digunakan yaitu menggunakan sistem *floating treatment wetland* (FTW) dengan menggunakan tanaman vetiver. FTW dibuat menggunakan ember dengan ukuran diameter 18 cm dan tinggi 19 cm yang dapat menampung air limbah 4 L dan styrofoam sebagai pengapung tanaman. Dalam satu ember terdiri dari 2 pot dengan ukuran 10 cm yang berisi 6-7 batang tanaman vetiver yang memiliki berat batang rata-rata 2,89 g per batang. Media yang digunakan dalam pot adalah sabut kelapa (1,5 cm), pasir (1,5 cm), dan tanah (5 cm). Berikut ini adalah desain reaktor FTW:



Gambar 3.8 Desain Reaktor *Floating Treatment Wetland*

3.4.2 Aklimatisasi Tanaman *Vetiveria zizanioides*

Setelah pembuatan Reaktor FTW, tanaman vetiver diaklimatisasi selama ± 30 hari untuk mengadaptasikan tanaman pada media dan lingkungan baru dan untuk memaksimalkan pertumbuhan akar sebelum diaplikasikan pada air limbah. Proses aklimatisasi menggunakan tanaman vetiver tanpa melihat usia tanaman yang ditanam pada sistem FTW, kemudian daun tanaman dipotong dan menyisakan panjang sekitar 15 cm. Tanaman diberi pupuk B1 (mengandung P_2O_5 2%; Fe 0,10%; vitamin B1 0,10%; NAA 0,04%) secara rutin 1 kali dalam seminggu. Setelah proses aklimatisasi, tanaman tumbuh hingga kisaran 57 cm sampai 75 cm.



(a)

(b)

Keterangan:

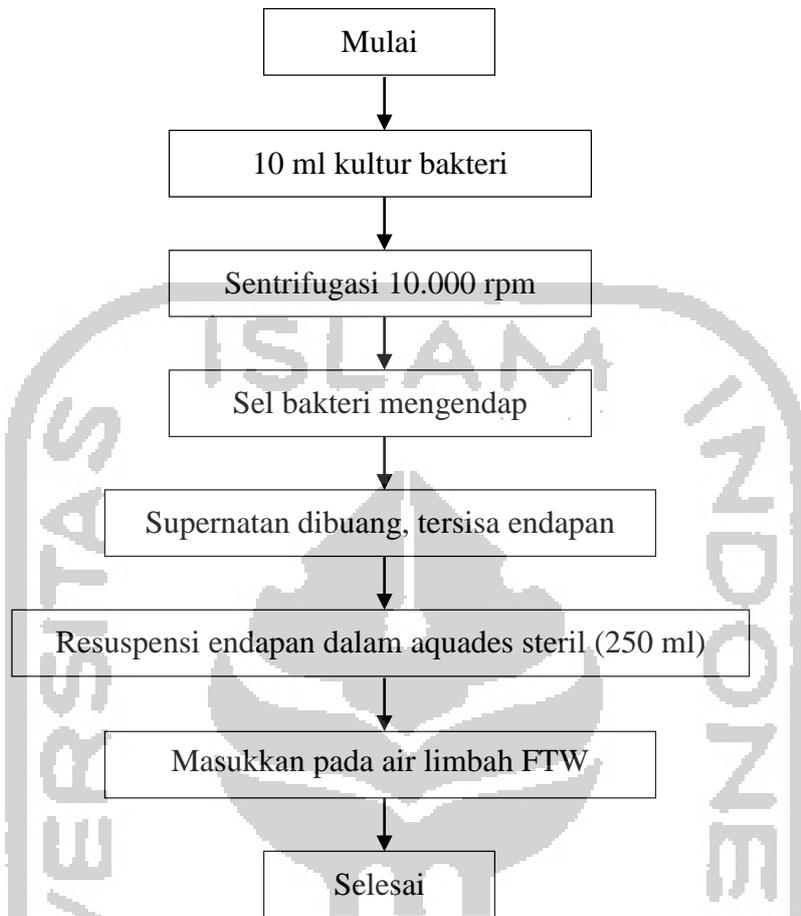
(a) Hari ke 0 proses aklimatisasi

(b) Hari ke 30 proses aklimatisasi

Gambar 3.9 Proses Aklimatisasi Tanaman Vetiver

3.4.3 Inokulasi Isolat Bakteri pada FTW

Setelah proses aklimatisasi, tanaman siap diinokulasi dengan bakteri. Hasil dari kulturisasi bakteri sebelumnya (gambar 3.7) dipanen untuk diinokulasikan pada reaktor FTW dan setiap reaktor FTW diinokulasi dengan bakteri yang berbeda yang dapat dilihat pada tabel 3.2. Langkah untuk inokulasi isolat bakteri adalah sebagai berikut:



Gambar 3.10 Inokulasi Bakteri ke FTW

3.4.4 Sistem Pengolahan dengan FTW

Sistem FTW dilakukan dengan sistem *batch* selama 45 hari dengan interval waktu pengujian sampel dan refill air limbah dapat dilihat pada tabel 3.4. Penelitian ini menggunakan air limbah yang diolah adalah limbah cair tenun dengan konsentrasi 25%. FTW dibuat menjadi 6 macam reaktor, yang membedakan adalah komposisi antara tanaman dan bakteri. Komposisi tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Komposisi Reaktor FTW

Reaktor FTW	Kode Reaktor FTW	Limbah Cair Tenun	Kultur Bakteri	Tanaman Vetiver
Kontrol	F K 1	Limbah 25%	-	-
Kontrol tanaman	F K 2	Limbah 25%	-	√
Tanaman+bakteri	F1	Limbah 25%	R1	√
Tanaman+bakteri	F2	Limbah 25%	R2	√
Tanaman+bakteri	F3	Limbah 25%	R4	√
Tanaman+bakteri	F4	Limbah 25%	Rmix (R1, R2, R4)	√

Jumlah dan waktu refill disesuaikan dengan limbah cair yang ada di dalam reaktor FTW setelah dilakukan sampling, maka jumlah limbah cair setiap reaktor direfill. Hal ini dilakukan karena ukuran reaktor yang kecil dan dalam musim panas yang membuat air limbah dalam reaktor cepat berkurang sehingga membutuhkan refill berulang kali. Berikut ini adalah waktu sampling untuk pengujian parameter dan penambahan kembali air limbah/ refill.

Tabel 3.3 Jadwal Pengujian Parameter dan Pengisian Kembali Limbah Cair

Hari ke-	0	5	8	10	16	23	30	40	45
Uji parameter/ sampling		√		√	√	√	√		√
Pengisian kembali limbah cair/ refill	√		√	√	√	√		√	√
Jumlah refill (ml)	2000		250	400	450	250		500	1000

3.5 Pengujian Karakteristik Limbah Cair Tenun

Karakteristik limbah cair tenun yang diuji terdiri dari parameter fisika, parameter organik, logam, dan biomassa tanaman. Parameter fisika yang diuji adalah DHL, TDS, suhu, dan pH. Sedangkan untuk parameter organik yaitu parameter COD, TSS, dan warna. Pengujian pada reaktor FK 2 dilakukan pada waktu yang berbeda dengan reaktor lainnya sehingga karakteristik limbah cair tenun juga memiliki konsentrasi yang berbeda. Berikut ini adalah karakteristik awal limbah cair tenun 25%:

Tabel 3.4 Karakteristik Awal Limbah Cair Tenun 25%

Parameter	Reaktor FK 1, F1, F2, F3, dan F4	Reaktor FK 2
COD (mg/L)	3750	1937,5
TSS (mg/L)	180	480
Warna (Pt-Co)	3514,29	3442,86
DHL (μ S/cm)		3550
TDS (mg/L)		2180
Suhu ($^{\circ}$ C)		26,4
pH		10,4
Cr (mg/L)	0,023	
Cu (mg/L)	0,007	
Cd (mg/L)	0,007	
Pb (mg/L)	0,177	
Berat basah batang (g)	2,89	
Berat basah akar (g)	2,256	
Berat kering batang (g)	0,661	

Parameter	Reaktor FK 1, F1, F2, F3, dan F4	Reaktor FK 2
Berat kering akar (g)	0,522	

Parameter yang digunakan mengacu pada Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah. Metode pengukuran yang digunakan untuk setiap parameter yang akan diuji mengacu pada standar yang berlaku di Indonesia sebagaimana disajikan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Standar Uji Parameter Air Limbah

No	Parameter	Standar Uji
1	COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	SNI 6989.2:2009
2	TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	SNI 06-6989.3:2004
3	Warna	SNI 6989.80:2011
4	Cr	SNI 6989.17:2009
5	Cu	SNI 6989.6:2009
6	Cd	SNI 6989.16:2009
7	Pb	SNI 6989.8:2009

3.6 Analisis Data

Tingkat efisiensi dari FTW dalam mengolah limbah cair tenun dapat dianalisa dari persentase removal hasil pengujian parameter dan kondisi tanaman sebagai data pendukung. Data hasil pengujian diolah dalam bentuk grafik untuk melihat tren dari proses pengolahan. Hasil pengujian juga dapat dibandingkan dengan peraturan yang berlaku tentang baku mutu air limbah tekstil untuk menilai kelayakan sistem FTW dalam mengolah limbah. Untuk data hasil uji biomassa tanaman dianalisis dengan ANOVA (*Analysis of Variance*) untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata di antara variasi reaktor FTW.

Berikut ini adalah parameter yang diuji dalam penelitian ini dan baku mutu air limbah yang berlaku:

Tabel 3.6 Baku Mutu Air Limbah yang Berlaku

No	Parameter	Kadar Maksimum	Referensi
1	Suhu	38°C	Perda Jateng No. 5/ 2012
2	COD	150 mg/L	Perda Jateng No. 5/ 2012
3	TSS	50 mg/L	Perda Jateng No. 5/ 2012
4	Warna	200 Pt-Co	PermenLHK No. P16/ 2019
5	pH	6 – 9	Perda Jateng No. 5/ 2012
6	Khrom total (Cr)	1 mg/L	Perda Jateng No. 5/ 2012
7	Tembaga (Cu)	0,2 mg/L	PP No. 82/ 2001

No	Parameter	Kadar Maksimum	Referensi
8	Kadmium (Cd)	0,01 mg/L	PP No. 82/ 2001
9	Timbal (Pb)	1 mg/L	PP No. 82/ 2001





"Halaman ini sengaja dikosongkan"

جامعة الإسلام في إندونيسيا