

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

Dalam penulisan metodologi penelitian ini, menggunakan variasi ketebalan lapisan filter 60 cm dan 80 cm dengan kecepatan filtrasi 0,1 m/jam dan 0,2 m/jam. Dari hasil penelitian tersebut, nantinya akan dianalisa menggunakan standar Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya yang ditinjau terhadap parameter TSS (*Total Suspended Solid*), pH (*potential of Hydrogen*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), dan COD (*Chemical Oxygen Demand*).

Sehingga, dari penelitian tersebut, dapat diketahui dan ditentukan variasi ketebalan lapisan filter dan kecepatan filtrasi yang paling efektif dalam meningkatkan kualitas air akibat limbah cair rumah tangga.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian tentang *Studi Efektivitas Biosand Filter Terhadap Peningkatan Kualitas Air Akibat Limbah Cair Rumah Tangga dengan Variasi Ketebalan Lapisan Filter dan Kecepatan Filtrasi* ini dilakukan pada:

- Tempat : *Research Sites of Biosand Filter*

(Belakang Laboratorium Hidrolika Model, Jurusan Pengairan FT-UB)

- Waktu : Bulan April – Juli Tahun 2015

Sedangkan, untuk pengujian sampel air limbah yang telah diambil, dilakukan pada:

- Tempat : Laboratorium Kualitas Air (Perusahaan Umum Jasa Tirta I Malang)
- Waktu : Bulan Juni – Juli Tahun 2015

3.3. Variabel dan Parameter Penelitian

3.3.1. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan adalah:

1. Ketebalan lapisan filter 60 cm
2. Ketebalan lapisan filter 80 cm
3. Kecepatan filtrasi 0,1 m/jam
4. Kecepatan filtrasi 0,2 m/jam

3.3.2. Parameter Penelitian

Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah:

1. TSS (*Total Suspended Solid*)
2. pH (*potential of Hydrogen*)
3. BOD (*Biological Oxygen Demand*)
4. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

3.4. Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1. Alat

Peralatan utama yang diperlukan untuk penelitian ini adalah Unit *Biosand Filter*. Unit filter berbahan kaca dengan ketebalan 0,8 cm pada dinding dan dasar unit, dengan dimensi 40 cm x 40 cm x 40 cm.



Gambar 3.1. Unit *Biosand Filter*
Sumber: Dokumentasi Penelitian

Peralatan pelengkap adalah aksesori yang diperlukan dalam unit filter.
 Peralatan pelengkap yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pompa air untuk menghisap air dari saluran drainase.



Gambar 3.2. Pompa dan Kabel *Roll*

Sumber: Dokumentasi Penelitian

2. Pipa dan selang untuk menghisap air dan membuang air limpasan unit filter.



Gambar 3.3. Pipa dan Selang

Sumber: Dokumentasi Penelitian

3. Bak penampung air dari *outlet* unit filter.



Gambar 3.4. Bak Penampung *Outflow*

Sumber: Dokumentasi Penelitian

4. Botol plastik jenis PET dan *coolbox* untuk menampung sampel air limbah yang akan diujikan di laboratorium.



Gambar 3.5. Botol Sampel dan *Coolbox*

Sumber: Dokumentasi Penelitian

5. Kran untuk mengatur buka tutup *inlet* dan *outlet*.



Gambar 3.6. Kran

Sumber: Dokumentasi Penelitian

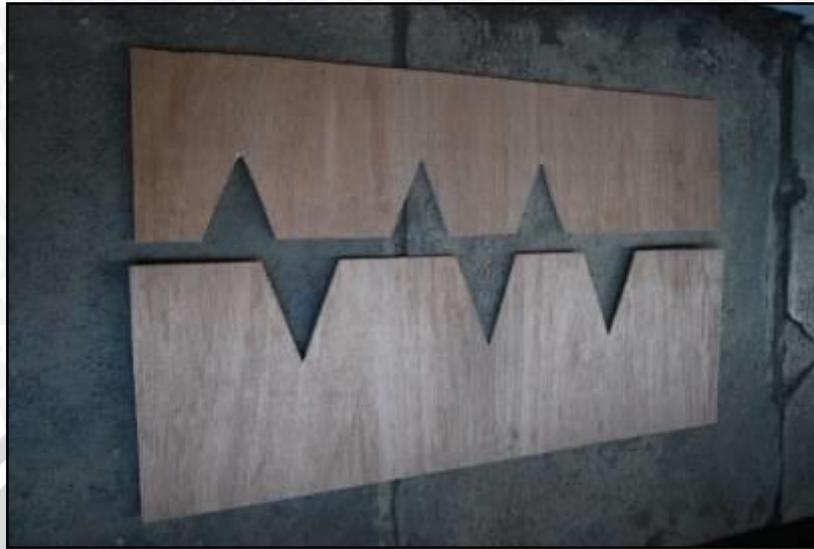
6. *Diffuser Plate* untuk menjaga lapisan *schmutzdecke* dari arus air yang masuk.



Gambar 3.7. *Diffuser Plate* dari Bahan Seng

Sumber: Dokumentasi Penelitian

7. Penutup sebagai penutup unit filter.



Gambar 3.8. Penutup dari Bahan *Triplex*
 Sumber: Dokumentasi Penelitian

3.4.2. Bahan

1. Sampel

Sampel air limbah rumah tangga yang digunakan berasal dari saluran drainase yang berada di bawah Laboratorium Hidrolika Model, Jurusan Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.



Gambar 3.9. Sampel Air Limbah yang Digunakan dalam Penelitian
 Sumber: Dokumentasi Penelitian

2. Media filter

Media filter yang digunakan adalah pasir kali. Karena mudah didapat dan harganya juga murah.



Gambar 3.10. Pasir sebagai Media Filter
Sumber: Dokumentasi Penelitian

3. Media pembatas dan penyangga

Media pembatas dan penyangga yang digunakan adalah kerikil. Agar tidak terjadi penyumbatan (*clogging*) saat air baku masuk ke dalam filter, kerikil yang berdiameter besar diletakkan di bagian paling bawah sebagai penyangga. Sedangkan, untuk kerikil yang berdiameter lebih kecil diletakkan di atas kerikil yang berdiameter besar, agar dapat membatasi sekaligus menahan media filter (pasir) yang berukuran kecil.



Gambar 3.11. Media Pembatas dan Penyangga di dalam Unit *Biosand Filter*
Sumber: Dokumentasi Penelitian

3.5. Tahapan Penelitian

Dalam tahapan ini, dijelaskan mengenai awal penelitian hingga akhir penelitian.

Langkah-langkah yang dilakukan oleh peneliti, antara lain:

1. Penentuan Diameter Butiran Media

- a. Panaskan pasir dan kerikil yang akan diayak untuk mempermudah proses pengayakan.
- b. Lakukan pengayakan dengan menggunakan saringan diameter 10 mm. Material yang tidak lolos pada saringan ini tidak digunakan.
- c. Lakukan pengayakan dengan menggunakan saringan diameter 5 mm. Material yang tidak lolos pada saringan ini digunakan sebagai media penyangga.
- d. Lakukan pengayakan dengan menggunakan saringan diameter 2 mm. Material yang tidak lolos pada saringan ini digunakan sebagai media pembatas. Material yang lolos pada saringan ini digunakan sebagai media filter.
- e. Hilangkan materi-materi pengganggu pada media, contohnya kayu, plastik, rumput.
- f. Cucilah masing-masing media yang sudah dikelompokkan sesuai ukuran diameternya. Untuk kerikil, tempatkan kerikil pada suatu wadah, lalu isi dengan air dan aduk kerikil. Langkah ini dilakukan berulang-ulang sampai air bilasan menjadi jernih. Sedangkan untuk pasir, cara pencucian sama hanya saja air bilasan jangan sampai jernih. Biarkan air bilasan sedikit keruh agar patogen-patogen yang penting dalam pembentukan lapisan *schmutzdecke* tidak hilang.



Gambar 3.12. Proses Pengayakan dan Pencucian Media
Sumber: Dokumentasi Penelitian

2. Pembuatan dinding filter

Dinding filter dibuat dari bahan kaca yang disatukan. Pembuatan Unit *Biosand Filter* disesuaikan dengan rencana desain seperti disebutkan pada **Tabel 3.1.**

Tabel 3.1. Spesifikasi Unit *Biosand Filter*

Spesifikasi	Nomor Unit <i>Biosand Filter</i>		
	1	2	3
Panjang	40 cm		
Lebar	40 cm		
Luas permukaan	0,16 m ²		
Tebal	0,8 mm		
Lapisan filter	60 cm	80 cm	60 cm
Lapisan pembatas	5 cm		
Lapisan penyangga	5 cm		
Tinggi air di atas media	5 cm		
Tinggi <i>freeboard</i>	20 cm		
Kecepatan Filtrasi	0,1 m/jam	0,2 m/jam	

Sumber: Rencana Penelitian

- a. Potong lembaran kaca ketebalan 0,8 cm.
- b. Satukan masing-masing potongan lembaran kaca sehingga terbentuk 3 Unit *Biosand Filter*, sesuaikan dengan spesifikasi pada **Tabel 3.1.**
- c. Tambahkan pipa pvc yang sudah dilubangi pada bagian bawah Unit *Biosand Filter*. Pipa tersebut berfungsi sebagai jalan keluar air hasil olahan.
- d. Buatlah saluran untuk air yang melimpas.



Gambar 3.13. Proses Pembuatan Pipa untuk Limpasan dan *Outlet*

Sumber: Dokumentasi Penelitian

3. Pembuatan *diffuser plate*

Tujuan pembuatan *diffuser plate* adalah menjaga lapisan *schmutzdecke* agar tidak rusak akibat arus air yang masuk. *Diffuser plate* dapat dibuat dari bahan seng.

- Buat titik-titik setiap jarak $2,5 \text{ cm} \times 2,5 \text{ cm}$ pada bahan.
- Lubangi titik-titik tersebut sebesar paku 3 mm.



Gambar 3.14. Proses Pembuatan *Diffuser Plate*

Sumber: Dokumentasi Penelitian

4. Pembuatan unit filter

- Siapkan 3 (tiga) dinding filter yang sudah dibuat.



Gambar 3.15. Penempatan Unit *Biosand Filter* di Lokasi Penelitian

Sumber: Dokumentasi Penelitian

- Masukkan pasir pada masing-masing unit filter dengan cara mengisi air pada filter setengah penuh.



Gambar 3.16. Pengisian Air ke dalam Unit *Biosand Filter*

Sumber: Dokumentasi Penelitian

- c. Masukkan media penyangga sampai setinggi 5 cm secara perlahan. Masukkan media pembatas sampai setinggi 5 cm secara perlahan. Masukkan media filter secara bertahap sampai setinggi variasi ketebalan lapisan yang telah ditentukan (60 cm dan 80 cm).



Gambar 3.17. Proses Memasukkan Media ke dalam Unit *Biosand Filter*

Sumber: Dokumentasi Penelitian

- d. Isi penuh dengan air sampai setinggi 5 cm di atas permukaan pasir.
- e. Letakkan *diffuser plate* 10 cm di atas permukaan pasir.

5. Pengoperasian *Biosand Filter*

- a. Limbah cair dipompa menuju pipa inlet sebelum masuk ke dalam unit filter.
- b. Pipa inlet dilengkapi dengan kran untuk mengukur debit yang masuk ke dalam unit filter. Untuk mengetahui debit *inflow* dapat dihitung dengan menggunakan gelas ukur dan *stopwatch*. Debit *inflow* dapat diukur dengan cara membandingkan volume air yang mengisi gelas ukur dengan lama waktu pengisiannya.



Gambar 3.18. Proses Pemompaan Sampel Air Limbah
Sumber: Dokumentasi Penelitian

- c. Pembentukan lapisan *schmutzdecke* dilakukan dengan cara membiarkan lapisan pasir tergenangi air setinggi ± 5 cm. Proses ini dilakukan selama masa operasi, ± 21 hari.



Gambar 3.19. Lapisan *Schmutzdecke* Setelah 21 Hari
Sumber: Dokumentasi Penelitian

- d. Ketinggian limbah cair dijaga sesuai tinggi *freeboard* yang telah ditentukan yaitu 0,2 m. Hal ini dilakukan dengan cara memberikan lubang pada dinding Unit *Biosand Filter* untuk *overflow*. Limbah *overflow* nantinya akan dialirkan menuju saluran drainase. (Seperti pada **Gambar 3.20.**)
- e. Kran pada pipa outlet dibuka agar air hasil filtrasi dapat mengalir menuju bak penampungan *outflow*. Debit *outflow* dapat diukur dengan cara membandingkan volume air yang mengisi gelas ukur dengan lama waktu pengisiannya. Setelah diketahui debit *outflow*, maka dapat dihitung kecepatan filtrasi unit *Biosand Filter* menggunakan Persamaan 3.1.

$$Q = v \times A \quad (3-1)$$

dengan:

Q = debit (m³/jam)

v = kecepatan *inflow* (m/jam)

A = luas permukaan pipa inlet (m²)



Gambar 3.20. Pembuangan Debit Limpasan
Sumber: Dokumentasi Penelitian

6. Pengambilan sampel air

- a. Pengambilan sampel uji dilakukan pada inlet dan outlet, setiap 7 hari sekali selama masa operasi ± 21 hari.
- b. Semua wadah yang akan diisi dengan sampel air, harus dibilas dengan sampel air minimal 3 kali. Pada waktu mengisikan air ke dalam botol dan wadah yang lain dihindarkan terjadinya aerasi (terjadinya gelembung-gelembung udara).
- c. Contoh air yang diperlukan: 1 liter dalam wadah plastik jenis PET.



Gambar 3.21. Proses Pengambilan Sampel Air Limbah yang akan Diujikan
Sumber: Dokumentasi Penelitian

7. Pengujian Parameter *Total Suspended Solid* (TSS)

Analisa Total Zat Padat Tersuspensi dalam contoh uji air, menggunakan metode Gravimetri. Prinsip pengujian ini adalah zat padat yang tertahan kertas saring yang berdiameter 47 mm dan dikeringkan pada suhu 103-105 °C secara merata dan dinyatakan dalam mg/L. Analisa contoh uji air sebagai berikut:

- a. Letakkan kertas saring yang sudah diketahui beratnya pada alat penyaring.
- b. Contoh uji air dalam botol contoh uji dikocok, kemudian masukkan sejumlah volume contoh uji air ke dalam alat penyaring. Contoh uji yang disaring diperkirakan memiliki konsentrasi residu kering tertimbang antara $\pm 2,5$ s/d 200 mg (dilihat dari kondisi contoh uji dalam botol contoh uji, jernih, keruh, kental, dll).
- c. Saring contoh uji (operasikan alat penyaring).
- d. Ambil kertas saring dan letakkan di atas cawan yang sudah diketahui berat tetapnya.
- e. Keringkan kertas saring dan cawan tersebut dalam oven pada suhu 103-105 °C selama minimal 1 jam.
- f. Dinginkan kertas saring dan cawan dalam desikator hingga suhu ruang.
- g. Timbang dengan timbangan analitik.
- h. Ulangi (minimal 1x) langkah pengeringan, pendinginan, dan penimbangan (e s/d g) hingga diperoleh berat tetap (selisih berat tidak lebih dari 4% atau 0,5 mg).
- i. Catat beratnya dan hitung jumlah zat padat tersuspensi.
- j. Perhitungan:

$$\text{Jumlah Zat Padat Tersuspensi (mg/L)} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{Vol. Contoh Uji (L)}} \quad (3-2)$$

- k. Dari analisa zat padat tersuspensi dapat diteruskan untuk analisa zat padat yang hilang dan zat padat terikat. Filtratnya bisa digunakan untuk penetapan zat padat terlarut.

8. Pengujian Parameter pH

Analisa pH dalam contoh uji air, menggunakan metode Elektrometri dengan alat pH Meter. Analisa contoh uji air sebagai berikut:

- a. Bilas elektroda pH Meter dengan air suling/dengan contoh uji air yang akan dianalisa.
- b. Masukkan elektroda pH Meter ke dalam *beaker glass* 100 ml yang sudah berisi contoh uji air dengan kedalaman $\frac{2}{3}$ dari elektrodanya.
- c. Ukur konsentrasi pH daya tekan tombol pada arah penunjukan konsentrasi pH.
- d. Catat konsentrasi pH pada formulir hasil analisa pH.
- e. Untuk hasil konsentrasi pH pada tes duplo contoh uji air tidak boleh lebih dari 10%, apabila lebih dari 10% maka analisa diulangi mulai dari a. Dan jika hasil konsentrasi pH pada tes duplo contoh uji air kurang dari 10%, maka hasil dirata-rata untuk konsentrasi pH.
- f. Tes duplo contoh uji air dilakukan untuk setiap contoh uji air (untuk analisa yang dilakukan di laboratorium, sedangkan analisa yang dilakukan di lapangan tidak dilakukan).
- g. Elektroda pH Meter yang tidak dipakai harus disimpan dalam air suling dengan temperatur air suling tidak lebih dari 40 °C.

9. Pengujian Parameter BOD

Analisa BOD dalam contoh uji air, menggunakan metode waktu inkubasi selama 5 (lima) hari pada suhu 20 °C. Prinsip pengujian ini adalah BOD didasarkan pada reaksi oksidasi zat organik dengan oksigen di dalam air, dan proses berlangsung dengan adanya bakteri aerobik, sebagai hasil oksidasi akan dikeluarkan karbon dioksida, amoniak dan air. BOD ditetapkan berdasarkan selisih DO 0 hari dengan DO 5 hari pada suhu 20 °C. Analisa contoh uji air sebagai berikut:

- a. Masukkan sejumlah volume sampel air ke dalam gelas ukur 250 mL (volume sampel tergantung dari pengencerannya).
- b. Tambahkan air pengencer sampai 150 mL.
- c. Aduk hingga homogen, setelah homogen tuangkan dalam botol inkubasi yang bervolume \pm 100 mL sampai penuh.
- d. Analisa konsentrasi DO 0 hari sampel dengan DO-meter, kemudian catat hasil pembacaannya.
- e. Setelah selesai dianalisa tambahkan sampel air yang telah diencerkan hingga penuh (meluber) kemudian tutup dengan hati-hati.

- f. Masukkan botol inkubasi ke dalam inkubator pada suhu $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 5 hari.
- g. Setelah 5 hari keluarkan botol inkubasi dari inkubator kemudian biarkan pada suhu kamar.
- h. Analisa konsentrasi DO 5 hari dengan DO-meter, kemudian catat hasil pembacaannya.
- i. Persamaan yang digunakan:

$$BOD \text{ mg/L} = \frac{(DO_0 - DO_5) - ((DO_{0 \text{ Bik}} - DO_{5 \text{ Bik}})f)}{p} \quad (3-3)$$

dengan:

$$f = \frac{((150 - (150 : pengenceran)))}{\frac{1000}{150}} \quad (3-4)$$

DO_0 = DO sampel sebelum diinkubasi (mg/L)

DO_5 = DO sampel setelah diinkubasi 5 hari 20°C (mg/L)

$DO_{0 \text{ Bik}}$ = DO blanko sebelum diinkubasi (mg/L)

$DO_{5 \text{ Bik}}$ = DO blanko setelah diinkubasi 5 hari 20°C (mg/L)

p = Desimal faktor pengenceran $\left(\frac{1}{\text{pengenceran}}\right)$

- j. Pemilihan hasil analisa BOD apabila hasil yang penurunannya memenuhi 40-70% maka:
 - Pilih salah satu yang penurunannya 40-70%, atau
 - Pilih yang hasil konsentrasinya kurang dari konsentrasi COD, atau
 - Hasil dirata-rata apabila yang penurunannya 40-70% lebih dari satu dan kurang dari COD.
- k. Pemilihan hasil analisa BOD apabila hasil penurunannya tidak ada yang memenuhi 40-70% maka:
 - Pilih yang hasil konsentrasinya kurang dari konsentrasi COD, atau
 - Hasil konsentrasi BOD dirata-rata, tapi hasil konsentrasinya yang kurang dari COD.
- l. Pengambilan DO 5 hari untuk blangko diambil yang penurunan 5 harinya adalah penurunan terkecil.

10. Pengujian parameter COD

Pengujian parameter COD dilakukan dengan menggunakan *test kit*. Pengujian parameter menggunakan *test kit* sangat praktis tetapi hasil pengujian kurang detail karena hanya dapat menunjukkan skala COD 0 - 8.

- Ambil 1 *test kit* dan buka penutup plastiknyanya. Ketika membuka, arahkan *test kit* ke atas agar reagen yang ada di dalam *test kit* tidak keluar.
- Tekan dan celupkan *test kit* ke dalam sampel air, lalu lepas. Langkah ini hanya dapat dilakukan 1 kali untuk menjaga agar reagen tidak keluar.
- Kocok perlahan air di dalam *test kit*. Diamkan selama 4 menit.
- Bandungkan perubahan warna yang terjadi dengan skala warna bawaan *test kit*.
- Catat hasil pembacaan warna COD.



Gambar 3.22. Proses Pengukuran COD

Sumber: Dokumentasi Penelitian

11. Analisa efektivitas *Biosand Filter*

Sampel limbah cair diuji sebelum dan sesudah mengalami proses pengolahan metode *Biosand Filter*. Pengujian sampel limbah cair dilakukan setiap 7 hari sekali selama 21 hari. Jumlah data kualitas sampel limbah cair yang didapat adalah 3 data kualitas limbah cair sebelum pengolahan dan 3 data kualitas limbah cair setelah pengolahan.

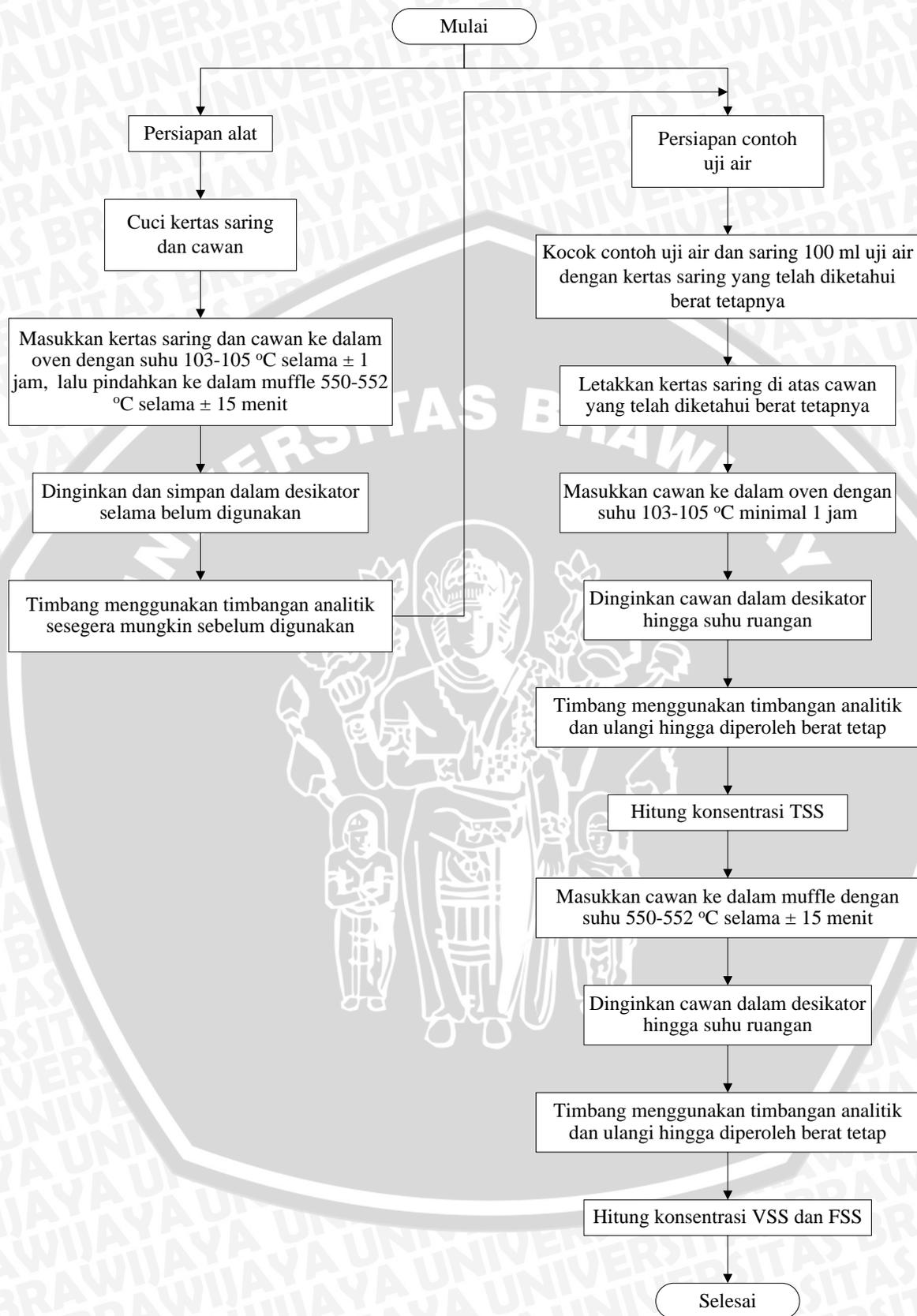
- Membandingkan data kualitas limbah cair sebelum dan sesudah pengolahan pada pengujian ke-1. Hasil perbandingan dinyatakan dalam persentase.
- Lakukan langkah yang sama untuk data hasil pengujian ke-2 sampai ke-3.

- c. Tampilkan data persentase efektivitas pengolahan limbah cair metode *Biosand Filter* pada pengujian ke-1 sampai ke-3 dalam bentuk grafik. Dari grafik dapat diketahui bagaimana efektivitas *Biosand Filter* dalam meningkatkan kualitas air akibat limbah cair rumah tangga.
- d. Langkah (a) sampai (c) dilakukan pada tiap-tiap variasi ketebalan lapisan filter dan kecepatan filtrasi *Biosand Filter* sehingga didapatkan 3 grafik efektivitas pengolahan limbah cair metode *Biosand Filter*. Dari grafik-grafik tersebut dapat diketahui variasi ketebalan lapisan filter dan kecepatan filtrasi *Biosand Filter* yang paling efektif dalam meningkatkan kualitas air akibat limbah cair rumah tangga.

12. Kesimpulan dan saran

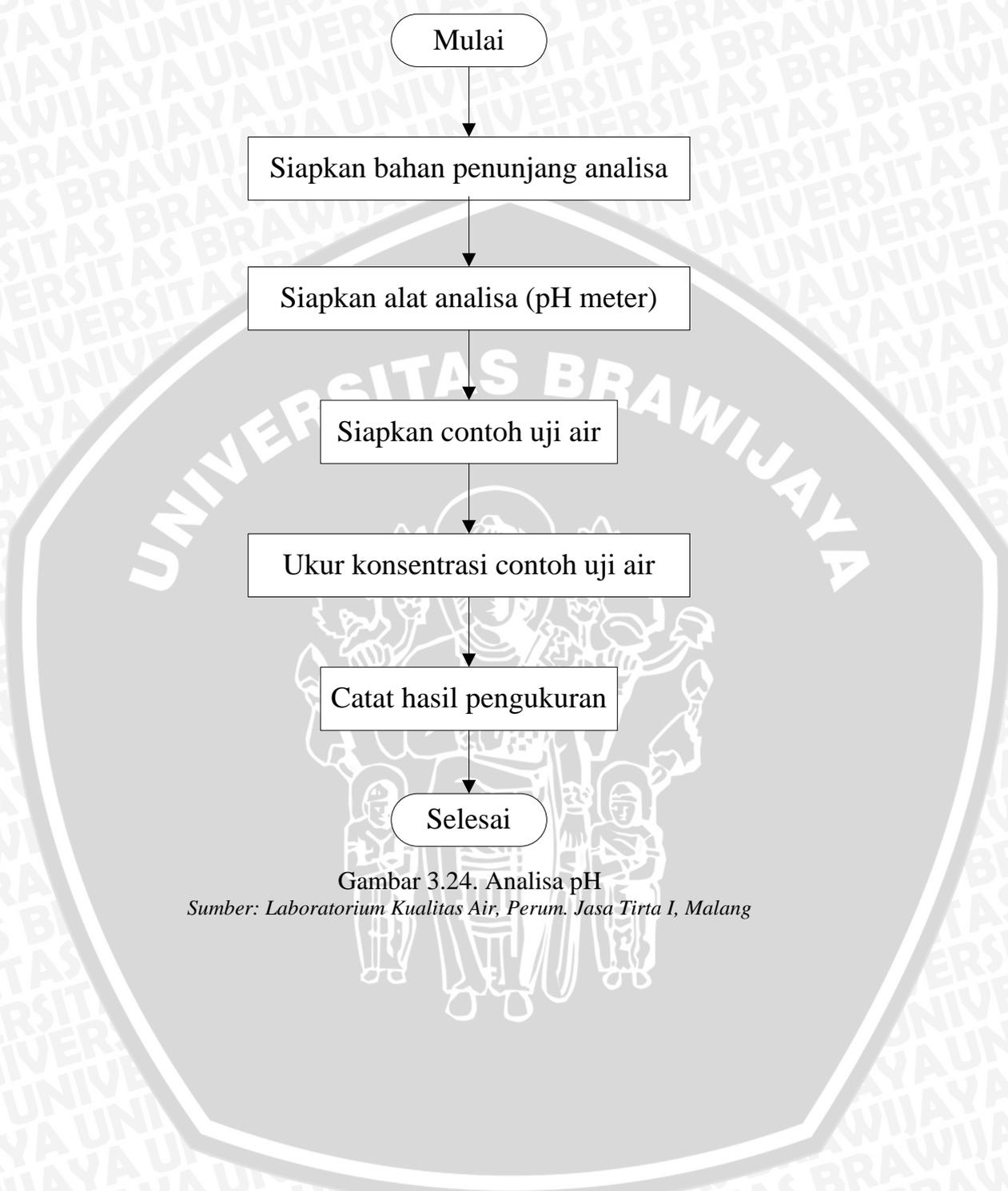
Kesimpulan dan saran diperoleh dari hasil penelitian yang ditinjau dari analisa efektivitas *Biosand Filter* sehingga dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan yang terdapat pada rumusan masalah.





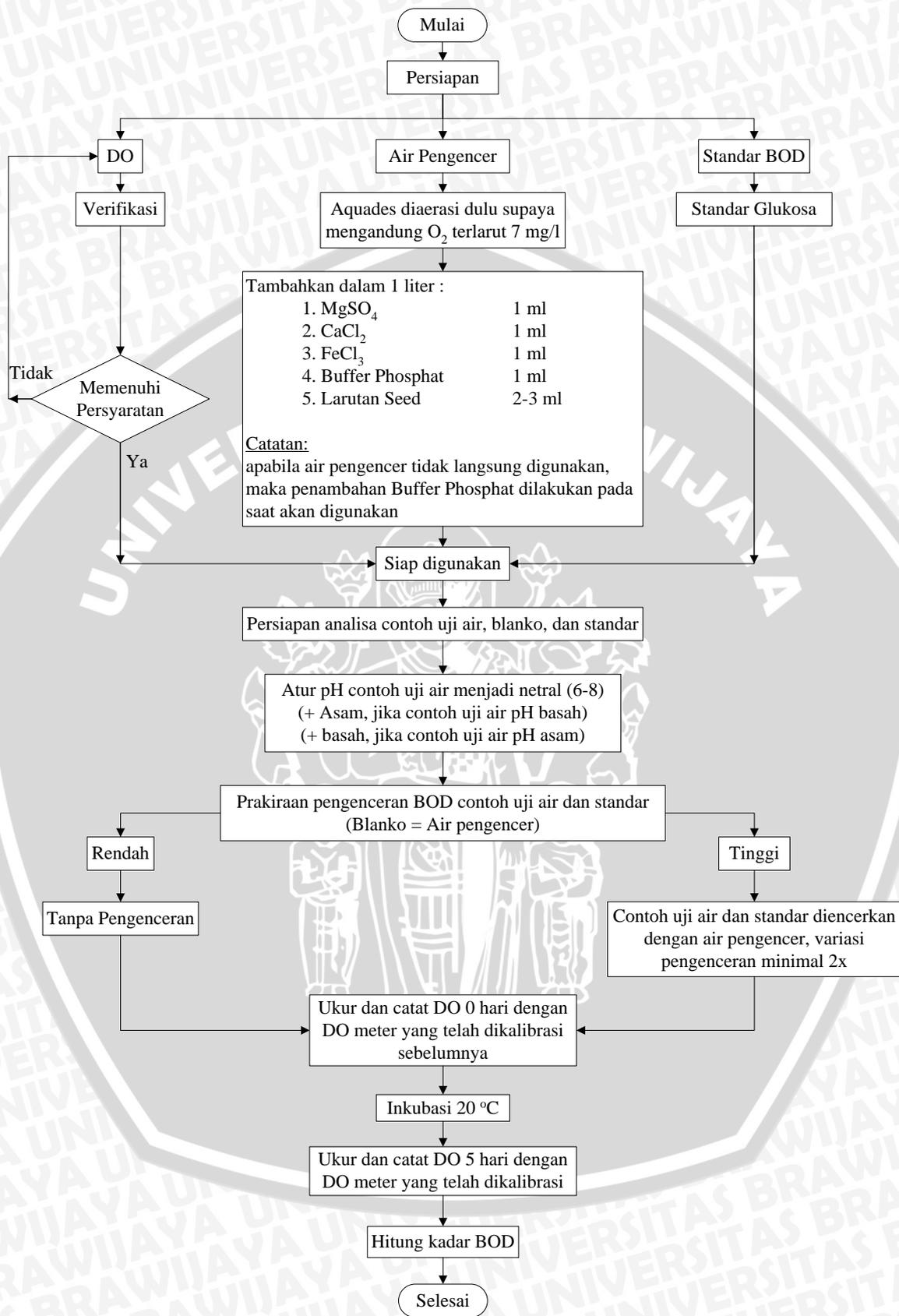
Gambar 3.23. Analisa TSS

Sumber: Laboratorium Kualitas Air, Perum. Jasa Tirta I, Malang



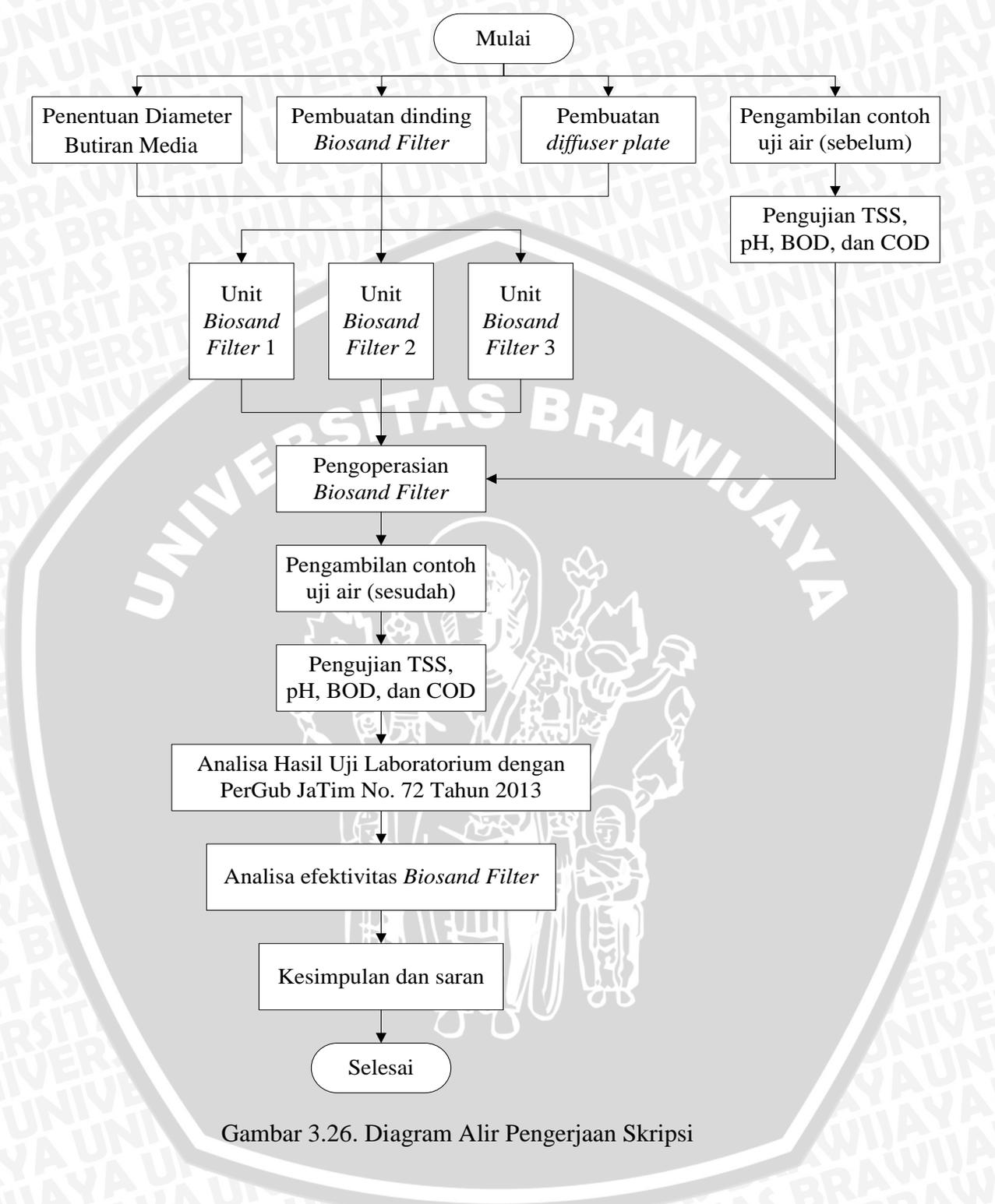
Gambar 3.24. Analisa pH
Sumber: Laboratorium Kualitas Air, Perum. Jasa Tirta I, Malang





Gambar 3.25. Analisa BOD

Sumber: Laboratorium Kualitas Air, Perum. Jasa Tirta I, Malang



Gambar 3.26. Diagram Alir Pengerjaan Skripsi