

III. METODE PENELITIAN

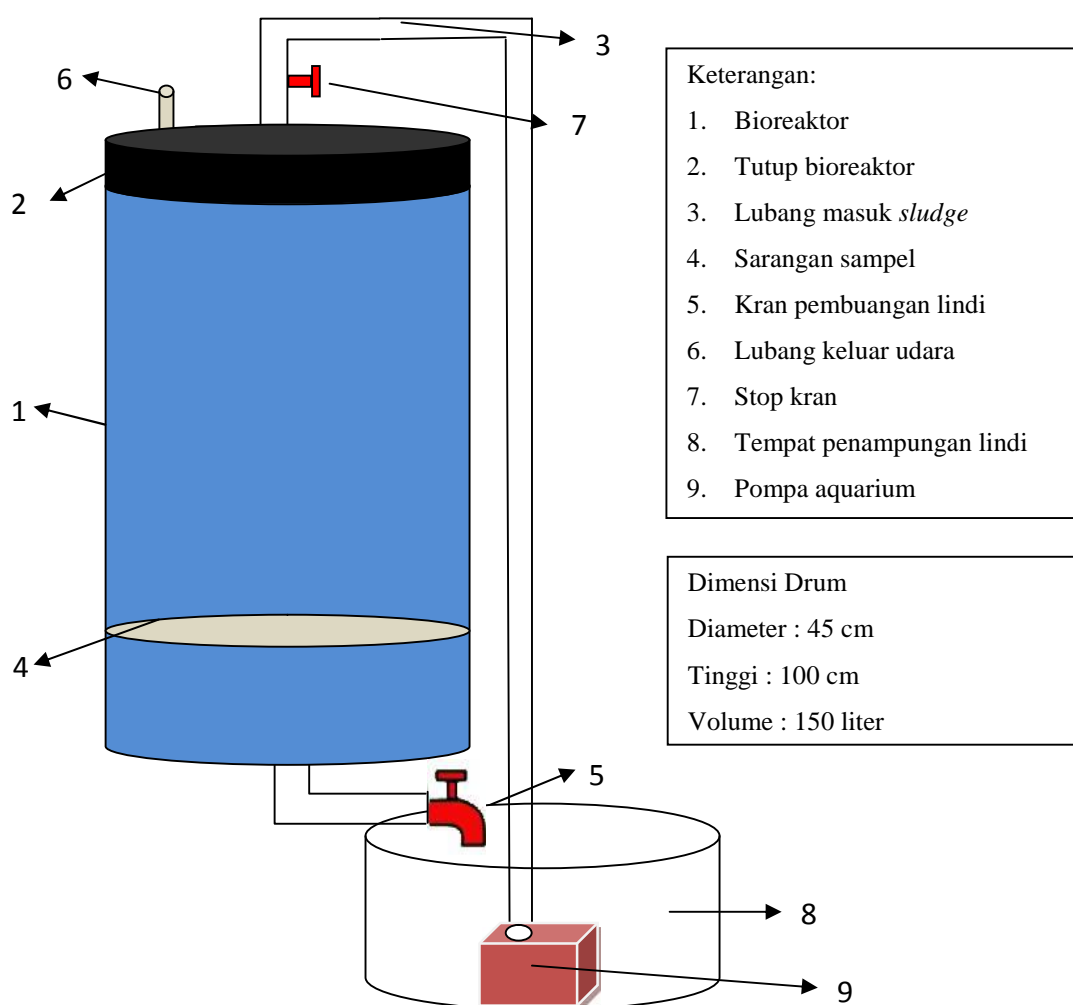
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lima pasar tradisional yang terdapat di Bandar Lampung yaitu Pasar Pasir Gintung, Pasar Tamin, Pasar Kangkung, Pasar Koga, dan Pasar Tugu, serta analisis dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian, Laboratorium Analisis Hasil Pertanian, dan Laboratorium Pengelolaan Limbah Agroindustri Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan April 2014 sampai September 2014.

3.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari peralatan lapangan seperti bioreaktor anaerobik (Gambar 3.), *gas flowmeter* (Sinagawa), detektor suhu dan Rh meter (Sanfix TH-308), timbangan, kardus kosong, karung, meteran, dan alat tulis. Ada juga peralatan laboratorium yang digunakan untuk analisis seperti alat destruksi, alat destilasi, erlenmayer, timbangan analitik, pH meter HM-20P, labu semi-mikro Kjeldahl, *glass wool*, *hot plate*, *Gas Chromatography* (GC-2014AT), *Spectrophotometer*, *gas sampler*, tanur, oven, penangas listrik, desikator, kertas saring, cawan porselin, dan alat gelas lain.

Bahan utama yang digunakan adalah limbah organik yang didapatkan dari lima pasar tradisional di Bandar Lampung yaitu Pasar Pasir Gintung, Pasar Tamin, Pasar Kangkung, Pasar Koga, dan Pasar Tugu. Adapun bahan kimia yang digunakan yaitu lumpur (*sludge*) limbah sawit, aquades, aquabides, asam sulfat pekat (H_2SO_4), larutan asam klorida (HCl), larutan kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 2 N, larutan ferro sulfat (FeSO_4) 0,2 N, larutan kalium permanganat (KMnO_4) 0,1 N, larutan natrium hidroksida (NaOH) 30%, larutan asam borat (H_3BO_3) 2%, *bromcherosol green* 0,1%, *methyl red* 0,1%, asam nitrat (HNO_3), asam perklorat (HClO_4), dan lanthanum triklorida heptahidrat ($\text{Cl}_3\text{La} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$).



Gambar 3. Skema gambar bioreaktor anaerobik

3.3 Metode Penelitian

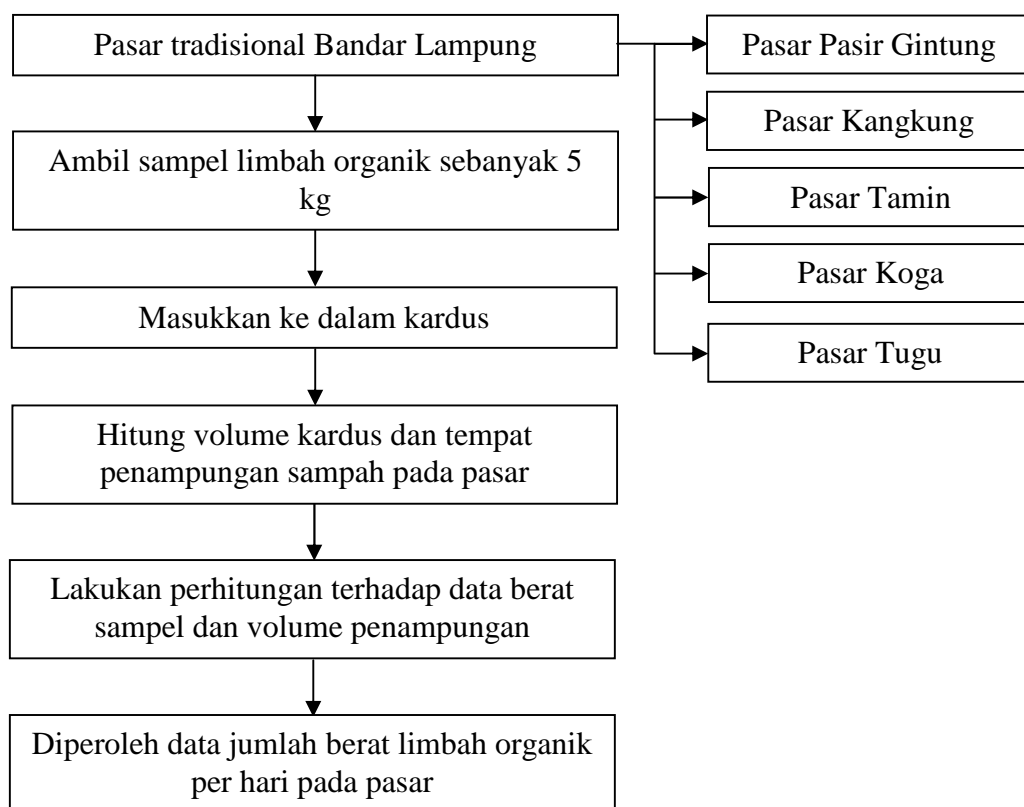
Penelitian yang dilakukan melalui dua tahap yaitu tahap pertama pengukuran berat dan volume limbah organik dan tahap kedua pembuatan kompos. Tahap pengukuran berat dan volume limbah organik yang terdapat pada pasar tradisional dilakukan dengan tiga kali ulangan pada masing-masing pasar tradisional. Sampel pasar tradisional yang diambil sebanyak lima pasar tradisional. Pengambilan sampel pasar tradisional yang diambil dalam penelitian ini dilihat berdasarkan potensi terbesar limbah organik yang dihasilkan pada pasar tradisional dari 14 pasar tradisional yang ada di Bandar Lampung. Sampel pasar tradisional yang diambil didapatkan berdasarkan data dari Dinas Pengelolaan Pasar Kota Bandar Lampung. Sampel pasar yang diambil adalah Pasar Pasir Gantung, Pasar Kangkung, Pasar Tamin, Pasar Tugu, dan Pasar Koga. Pengukuran komposisi sampel antara limbah organik dan anorganik yang terdapat di pasar tidak dilakukan karena telah dilakukan pemisahan pada Tempat Pembuangan Sementara (TPS) masing-masing pasar tradisional. Tahap kedua pembuatan kompos menggunakan limbah organik yang didapatkan serta pengukuran terhadap biogas yang dihasilkan, dan dilanjutkan dengan analisis kandungan yang terdapat pada kompos yang dihasilkan. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengukuran Berat dan Volume Limbah Organik

Awal penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengukuran limbah organik pada sampel lima pasar tradisional yang terdapat di kota Bandar Lampung yaitu Pasar Pasir Gintung, Pasar Tamin, Pasar Kangkung, Pasar Koga, dan Pasar Tugu. Pengukuran limbah organik pasar yang dilakukan dengan menghitung volume limbah organik dan berat limbah organik yang dihasilkan per hari pada masing-masing pasar. Pengukuran volume limbah organik yang dihasilkan per hari pada pasar dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap volume tempat penampungan. Pengukuran volume tempat penampungan dilakukan dengan mengukur secara langsung panjang, lebar, dan tinggi tempat penampungan yang terisi oleh limbah organik. Setelah didapatkan volume tempat penampungan lakukan pengukuran terhadap berat limbah organik yang dihasilkan per hari pada pasar. Pengukuran dilakukan menggunakan metode sampling dengan mengambil sampel sebanyak 5 kg dan diletakkan pada kardus. Hitung volume kardus yang terisi dengan sampel limbah organik pasar, catat hasilnya dan lakukan pada masing-masing pasar. Proses pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 4. Jumlah berat limbah organik yang dihasilkan pada pasar akan didapatkan dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Berat}_{\text{sampah di TPS}} \text{ (kg)} = \frac{\text{Volume}_{\text{TPS}} \text{ (m}^3\text{)} \times \text{Berat}_{\text{sampah kardus}} \text{ (kg)}}{\text{Volume}_{\text{kardus}} \text{ (m}^3\text{)}}$$

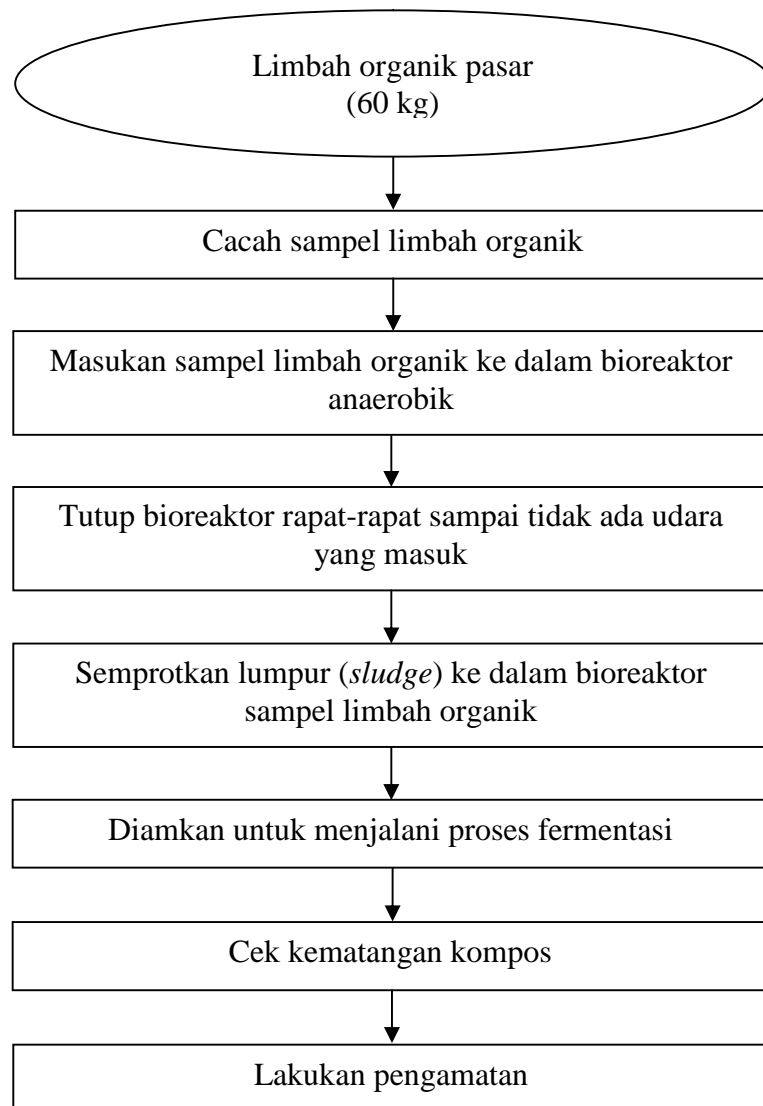


Gambar 4. Diagram alir analisis potensi limbah organik sebagai bahan pembuatan kompos

3.4.2 Pembuatan Kompos secara Anaerobik

Pembuatan kompos secara anaerobik yang dilakukan pada penelitian ini dengan menggunakan 2 ulangan. Pembuatan kompos dilakukan dengan menggunakan limbah organik dan menggunakan starter lumpur (*sludge*) hasil pengolahan POME limbah cair kelapa sawit. Limbah organik yang didapatkan sebanyak 60 kg dicacah untuk memperkecil ukuran lalu dimasukkan ke dalam masing-masing bioreaktor, dan ditutup rapat-rapat agar tidak ada udara yang masuk. Semprotkan (*spray*) lumpur (*sludge*) masing-masing sebanyak 10 liter ke sampel limbah organik yang ada dalam bioreaktor dan diamankan untuk menjalani proses fermentasi. Suhu pengomposan pada saat fermentasi berkisar 35-45°C.

Pengomposan setelah 28 hari proses fermentasi, biogas yang dihasilkan sudah tidak terjadi perubahan lagi, dan dapat dilakukan analisis terhadap kompos yang dihasilkan. Skema gambar bioreaktor anaerobik dapat dilihat pada Gambar 4. dan proses pembuatan kompos secara anaerobik dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir proses pembuatan kompos secara anaerobik

3.5 Pengamatan

3.5.1 Analisis Karakteristik Limbah Organik dan Kompos

Pengukuran karakteristik yang dilakukan terhadap sampel limbah organik dan sampel setelah proses pengomposan, yaitu analisis kadar air, analisis *Total Solid* (TS), dan analisis *Total Volatile Solid* (TVS).

a. Analisis Kadar Air

Penentuan kadar air pada sampel dan kompos dilakukan dengan cara menguapkan air yang terdapat dalam bahan dengan oven pada suhu 100°-105°C dalam jangka waktu tertentu (3-24 jam) hingga seluruh air yang terdapat dalam bahan menguap atau penyusutan berat bahan tidak berubah lagi. Metode ini dilakukan dengan cara cawan porselin dibersihkan dan dipanaskan dalam oven terlebih dahulu, lalu ditimbang sebagai bobot kosong. Sampel ditimbang sebanyak 2 gram dalam cawan dinyatakan sebagai bobot awal, kemudian cawan tersebut dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 3-5 jam. Setelah proses pengeringan, cawan dikeluarkan dari oven lalu dimasukkan ke dalam desikator, dan setelah dingin ditimbang dan dikeringkan kembali dalam oven sampai diperoleh bobot tetap sebagai bobot akhir (BSN, 1992). Setelah didapatkan bobot tetap dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{\text{berat sampel (g)} - \text{berat sampel setelah oven (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

b. Analisis *Total Solid* (TS)

Analisis *Total Solid* (TS) dilakukan terhadap sampel awal limbah organik dan sampel setelah proses pengomposan. Analisis TS pada sampel dilakukan dengan cara menguapkan air yang terdapat dalam bahan dengan oven pada suhu 100°-105°C dalam jangka waktu tertentu. Metode ini dilakukan dengan cara cawan porselin dibersihkan dan dipanaskan dalam oven terlebih dahulu, lalu ditimbang sebagai bobot kosong. Sampel ditimbang sebanyak 2 gram dalam cawan dinyatakan sebagai bobot awal, kemudian cawan tersebut dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 3-5 jam. Setelah proses pengeringan, cawan dikeluarkan dari oven lalu dimasukkan ke dalam desikator, dan setelah dingin ditimbang dan dikeringkan kembali dalam oven sampai diperoleh bobot tetap sebagai bobot akhir (BSN, 1992). Setelah didapatkan bobot tetap dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\% \text{ Total Solid (TS)} = \frac{\text{berat cawan setelah oven (g)} - \text{berat cawan (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

c. Analisis *Total Volatile Solid* (TVS)

Analisis *Total Volatile Solid* (TVS) dilakukan terhadap sampel awal dan sampel akhir setelah pengomposan. Prosedur analisis TVS merupakan kelanjutan dari analisis TS. Setelah cawan dioven dan didapatkan berat yang konstan, cawan tersebut dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 600°C selama 40 menit dan dibiarkan sampai suhu turun. Kemudian masukkan cawan ke dalam desikator dan lakukan penimbangan (APHA, 1998). Perhitungan TVS dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\% \text{ TVS} = \frac{\text{berat cawan setelah oven (g)} - \text{berat cawan setelah furnace (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

3.5.2 Pengukuran Suhu

Pengukuran suhu terhadap kompos yang dihasilkan dilakukan setiap hari selama proses pada titik tengah bioreaktor pengomposan dengan menggunakan termometer suhu otomatis merk Sanfix TH-308. Pencatatan suhu dilakukan tiga kali sehari pada pukul 09.00 WIB, 12.00 WIB, dan 15.00 WIB.

3.5.3 Pengukuran Kelembaban

Pengukuran kelembaban terhadap sampel kompos dilakukan dengan menggunakan alat ukur kelembaban otomatis merk Sanfix TH-308 yang diletakkan pada titik tengah bioreaktor pengomposan. Pengukuran kelembaban yang didapatkan dicatat tiga kali sehari yaitu pada pukul 09.00 WIB, 12.00 WIB, dan 15.00 WIB.

3.5.4 Produksi Biogas Kumulatif dan Komposisi Biogas

Pengamatan produksi biogas kumulatif dilakukan dengan mengakumulasikan produksi biogas harian yang diukur dengan menggunakan *gas flowmeter* merk Sinagawa. Pencatatan biogas dilakukan setiap tiga kali dalam satu hari yaitu pada pukul 09.00 WIB, 12.00 WIB, dan 15.00 WIB. Biogas yang diproduksi oleh bioreaktor kemudian dianalisis kandungan gasnya dengan menggunakan *Gas Chromatography* (GC) merk Shimadzu GC-2014, menggunakan column jenis shincarbon dengan panjang 1-4 meter dan detektor TCD (*Thermal Conductivity*

Detector), pada temperatur 200°C dan *current* 80 mA untuk mengetahui konsentrasi gas metana (Shimadzu Corporation, 2004).

3.5.5 Analisis pH

Penentuan pH terhadap sampel kompos dilakukan dengan menggunakan pH meter yang diukur secara langsung pada sampel kompos yang dihasilkan. Pengukuran pH dilakukan setelah kompos dipanen. Pengukuran pH dilakukan terhadap masing-masing sampel pada bioreaktor. Pengukuran pH dilakukan terlebih dahulu dengan melakukan pengenceran terhadap sampel kompos yang dihasilkan. Kompos yang dihasilkan diambil masing-masing sebanyak 2 gram kemudian ditambahkan dengan aquabides sebanyak 5 ml. Lakukan pengukuran pH dengan menggunakan pH meter HM-20P.

3.5.6 Analisis Kualitas Kompos

Sampel kompos yang dihasilkan selanjutnya dianalisis kandungan di dalamnya. Adapun parameter yang diamati seperti karbon (C), nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Selain itu analisis yang dilakukan meliputi penentuan C/N ratio pada sampel kompos yang dihasilkan dengan cara membandingkan total karbon dengan total nitrogen yang terkandung pada sampel kompos.

a. Total Karbon Organik (Total C)

Pengukuran karbon organik menggunakan metode pengoksidasian dengan kromat dan asam sulfat. Sampel sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml. Kemudian ditambah 20 ml $K_2Cr_2O_7$ 2 N dan 15 ml H_2SO_4 pekat, lalu

dipanaskan di atas waterbath dengan suhu 70°C selama 1,5 jam (setiap 15 menit digoyang) sampai semua sampel melarut. Sampel yang sudah larut diencerkan dengan akuades hingga tanda tera. Larutan ini kemudian dipipet 10 ml ke dalam erlemeyer dan ditambah indikator FeSO₄ 0,2 N sebanyak 20 ml, lalu diencerkan dengan air. Selanjutnya dititrasi dengan larutan KMnO₄ 0,1 N. Perhitungan C organik dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$C \text{ organik (\% b/b)} = \frac{(a - b) \times N \times f_p \times 3}{W} \times 100\%$$

Keterangan :

a = ml KMnO₄ untuk sampel

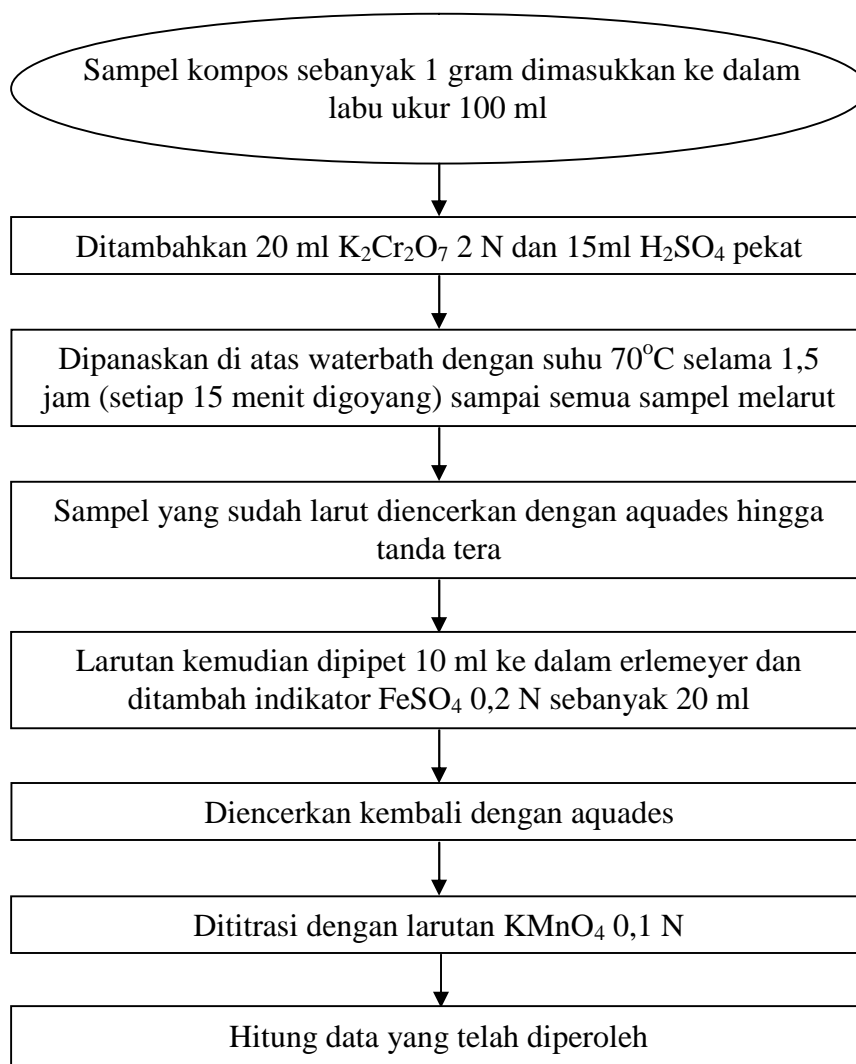
b = ml KMnO₄ untuk blanko

N = Normalitas KMnO₄

f_p = Faktor pengenceran

W = Berat sampel (g)

Proses pengukuran karbon organik yang terkandung pada sampel kompos yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir proses pengukuran karbon organik (AOAC, 2007)

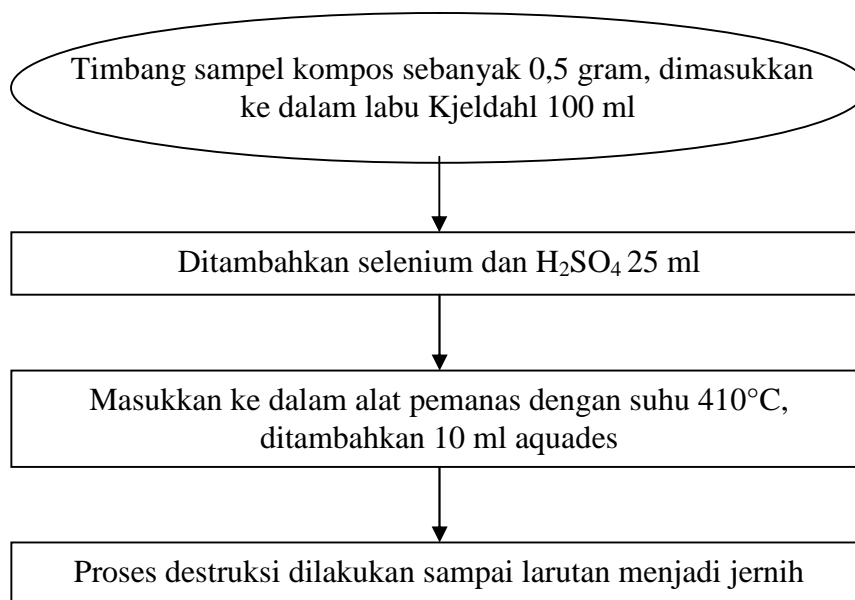
b. Total Nitrogen (Total N)

Analisis kadar nitrogen dilakukan untuk mengetahui kandungan nitrogen pada suatu bahan. Tahap-tahap analisis nitrogen total terdiri dari destruksi, destilasi, dan titrasi (BSN, 1992).

a. Tahap Destruksi

Sampel ditimbang sebanyak 0,5 gram. Sampel dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 100 ml. Selenium dan 25 ml H_2SO_4 ditambahkan ke dalam tabung

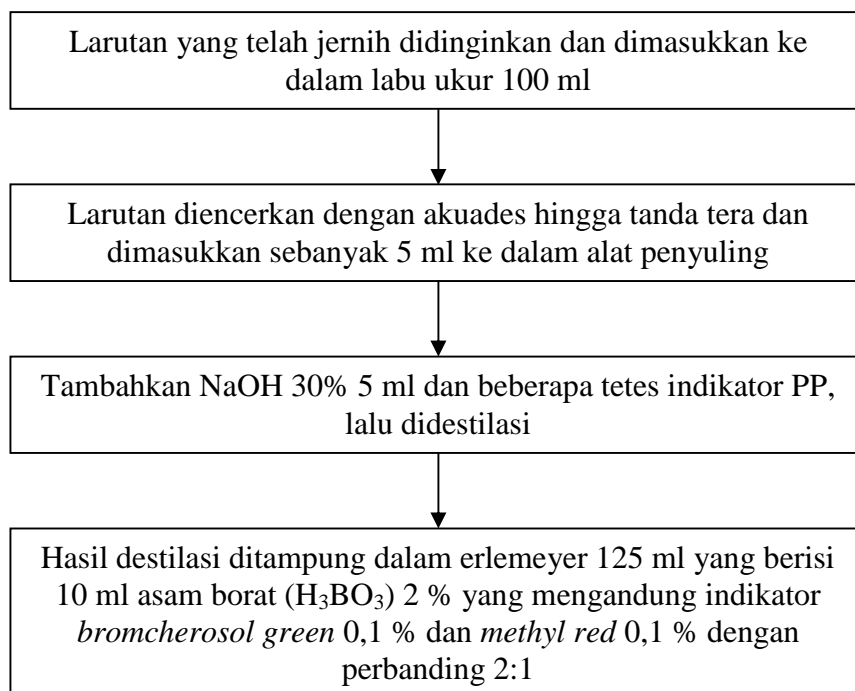
tersebut. Tabung yang berisi larutan tersebut dimasukkan ke dalam alat pemanas dengan suhu 410°C ditambah 10 ml aquades. Proses destruksi dilakukan sampai larutan menjadi jernih. Proses tahap destruksi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram alir tahap destruksi

b. Tahap Destilasi

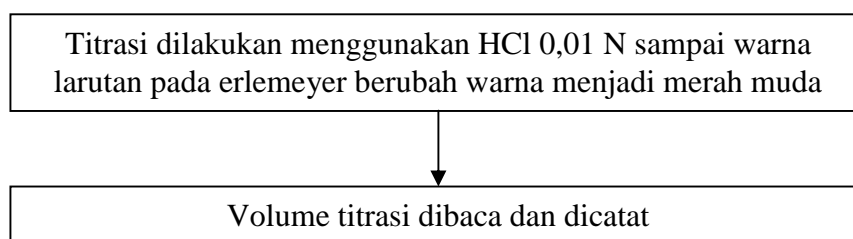
Larutan yang telah jernih didinginkan dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml. Larutan diencerkan dengan aquades hingga tanda tera dan dimasukkan sebanyak 5 ml ke dalam alat penyuling. NaOH 30% 5 ml dan beberapa tetes indikator PP ditambahkan lalu didestilasi. Hasil destilasi ditampung dalam erlemeyer 125 ml yang berisi 10 ml asam borat (H_3BO_3) 2% yang mengandung indikator *bromcherosol green* 0,1% dan *methyl red* 0,1% dengan perbandingan 2:1. Proses tahap destilasi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram alir tahap destilasi

c. Tahap Titrasi

Titrasi dilakukan menggunakan HCl 0,01 N sampai warna larutan pada erlemeyer berubah warna menjadi merah muda. Volume titrasi dibaca dan dicatat. Diagram alir proses tahap titrasi dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram alir tahap titrasi

Perhitungan nitrogen total dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Nitrogen Total} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 14 \times f_p}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

W = Bobot sampel (g)

V_1 = Volume HCl 0,01 N yang dipergunakan penitiran sampel

V_2 = Volume HCl yang dipergunakan penitiran blanko

N = Normalitas HCl

f_p = Faktor pengenceran

c. Kandungan Fosfor (P_2O_5)

Kandungan fosfor yang terkandung pada sampel kompos dianalisis dengan menggunakan *spectrophotometer*. Sampel yang berbentuk padat harus dilakukan dulu pengabuan basah. Sampel sebanyak 1 gram ditambah 5 ml HNO_3 dan didiamkan selama 1 jam pada suhu ruang di ruang asam, kemudian dipanaskan di atas *hot plate* dengan temperatur rendah selama 4-6 jam (dalam ruang asam). Sampel dibiarkan semalam dalam keadaan tertutup. Sampel ditambahkan 0,4 ml H_2SO_4 , lalu dipanaskan di atas *hot plate* sampai larutan berkurang (lebih pekat), \pm 1 jam. Sampel yang telah dipanaskan selanjutnya ditambah 2-3 tetes larutan campuran $HClO_4$: HNO_3 (2:1). Pemanasan dilanjutkan sampai ada perubahan warna dari coklat menjadi kuning tua sampai akhirnya berwarna kuning muda (\pm 1 jam). Setelah ada perubahan warna, pemanasan masih dilanjutkan selama 10-15 menit. Sampel didinginkan dan ditambah 2 ml aquades dan 0,6 ml HCl. Sampel dipanaskan kembali agar larut (\pm 15 menit) kemudian dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml, apabila ada endapan disaring dengan *glass wool*. Analisis kandungan fosfor dilakukan menggunakan *spectrophotometer*, namun sebelumnya sampel dipreparasi dengan faktor pengenceran yang dibutuhkan. Sampel dipipet 0,5 ml dari hasil pengabuan basah, ditambah aquades hingga 3 ml dan $(Cl_3La.7H_2O)$ 2 ml lalu dikocok. Selanjutnya sampel diukur dengan

menggunakan *spectrophotometer* dengan panjang gelombang 660 nm.

Perhitungan kandungan fosfor (P) dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

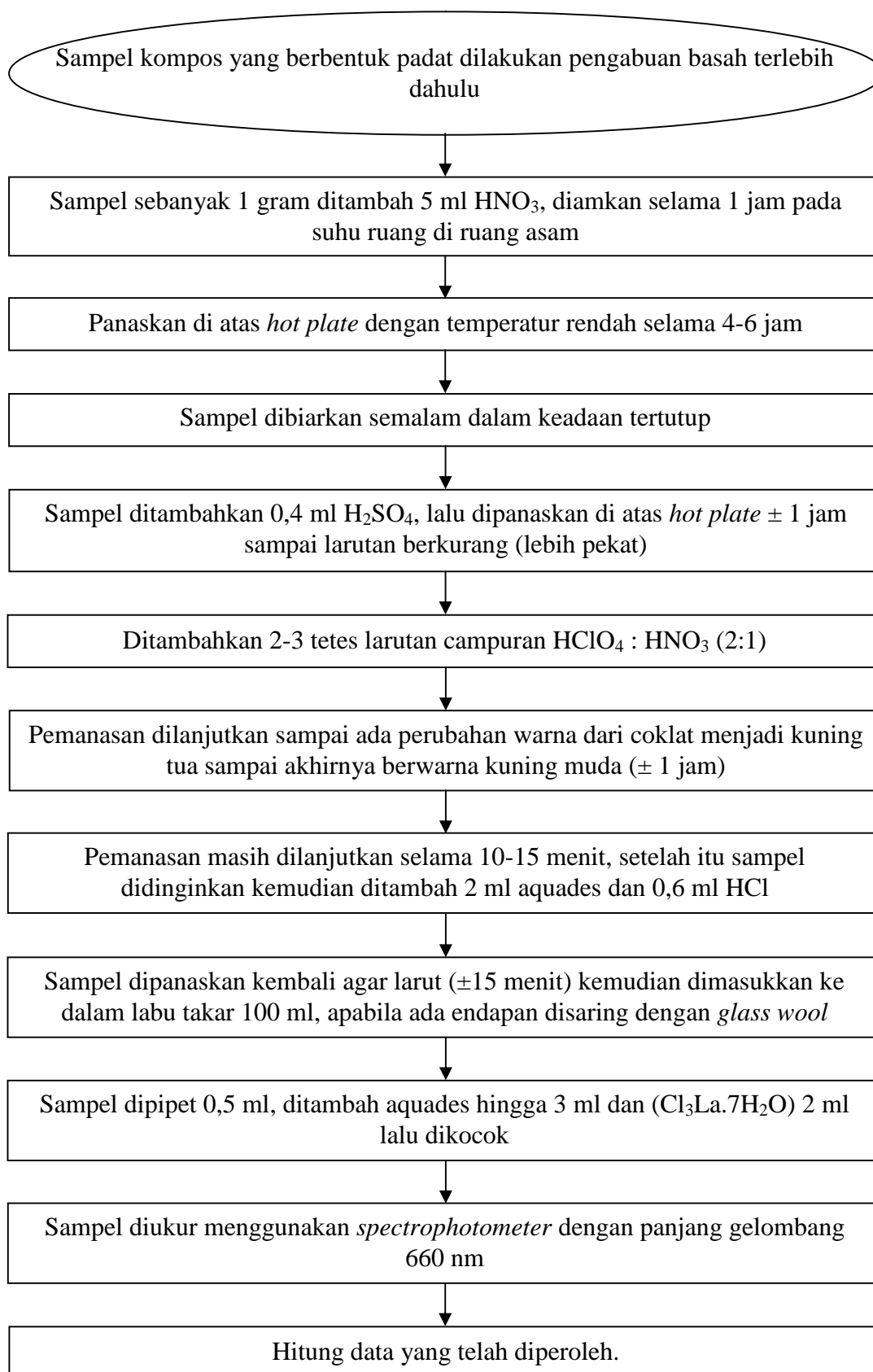
$$\% \text{ Fosfor} = \frac{\text{P dalam larutan} \times f_p}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

W = Bobot sampel (g)

f_p = Faktor pengenceran

Proses menentukan kandungan fosfor yang terkandung pada sampel kompos yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Diagram alir perhitungan kandungan fosfor (AOAC, 2007)

d. Kandungan Kalium (K₂O)

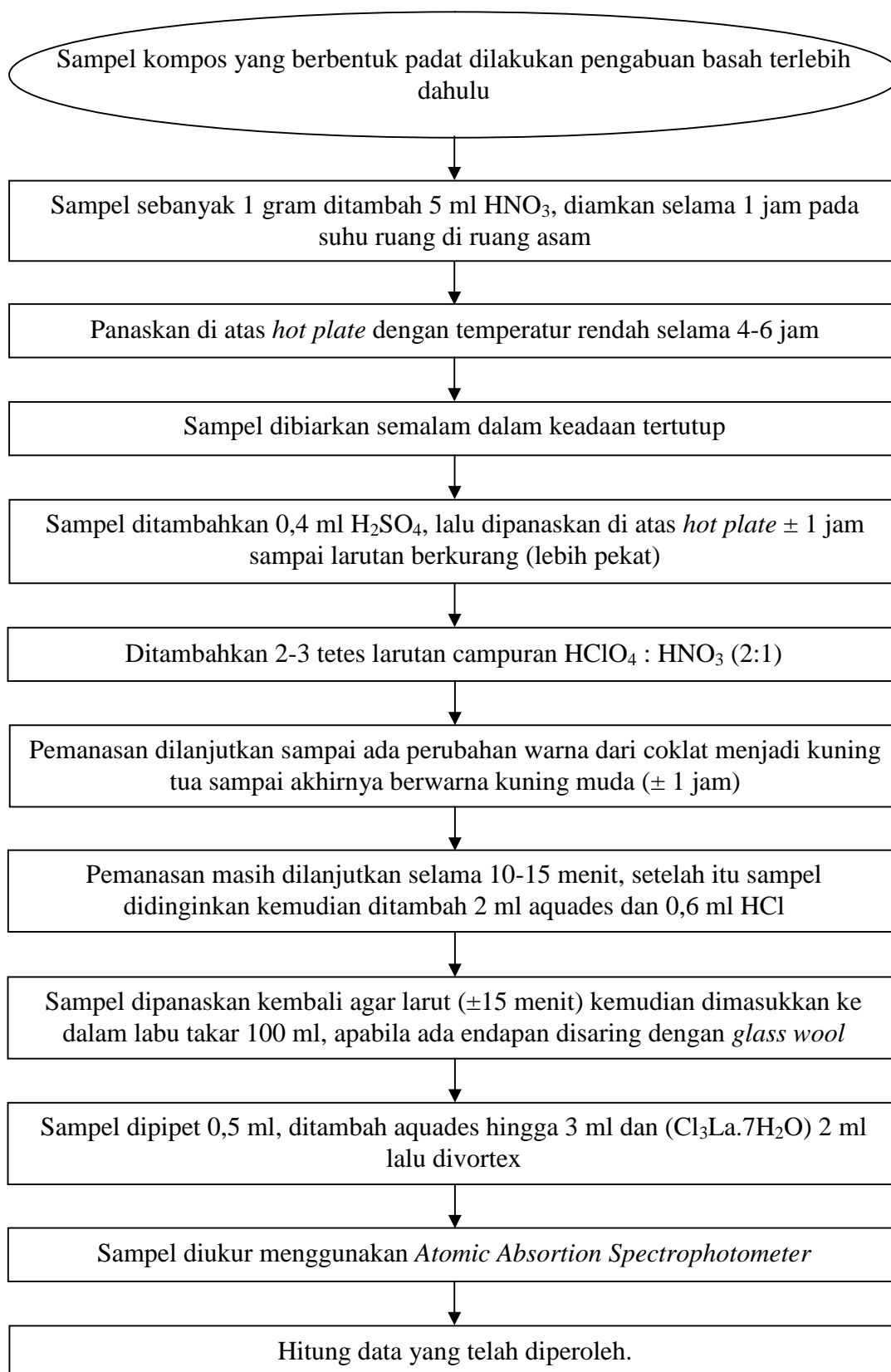
Kalium dianalisis menggunakan *Atomic Absortion Spectrophotometer*. Sampel yang berbentuk padat harus dilakukan pengabuan basah terlebih dahulu. Sampel sebanyak 1 gram ditambahkan 5 ml HNO₃ didiamkan selama 1 jam pada suhu ruang di ruang asam, kemudian dipanaskan diatas *hot plate* dengan temperatur rendah selama 4-6 jam (dalam ruang asam). Sampel dibiarkan semalam dalam keadaan tertutup. Sampel ditambah 0,4 ml H₂SO₄, lalu dipanaskan di atas *hot plate* sampai larutan berkurang (lebih pekat), ± 1 jam. Sampel yang telah dipanaskan selanjutnya ditambah 2-3 tetes larutan campuran HClO₄: HNO₃ (2:1). Pemanasan dilanjutkan sampai ada perubahan warna dari coklat menjadi kuning tua sampai akhirnya berwarna kuning muda (±1 jam). Setelah ada perubahan warna, pemanasan masih dilanjutkan selama 10-15 menit. Sampel didinginkan dan ditambahkan 2 ml aquades dan 0,6 ml HCl. Sampel dipanaskan kembali agar larut (±15 menit) kemudian dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml. Apabila ada endapan disaring dengan *glass wool*. Analisis kandungan kalium dilakukan menggunakan *Atomic Absortion Spectrophotometer*, sebelumnya sampel dipreparasi dengan faktor pengenceran yang dibutuhkan. Sampel sebanyak 0,5 ml ditambah aquades hingga 5 ml dan (Cl₃La.7H₂O) 0,05 ml lalu divortex. Selanjutnya diukur dengan menggunakan *Atomic Absortion Spectrophotometer*.

$$\% \text{ Kalium} = \frac{\text{K dalam larutan} \times f_p}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

W = Bobot sampel (g)

f_p = Faktor pengenceran



Gambar 11. Diagram alir perhitungan kandungan kalium (AOAC, 2007)