

**LAPORAN  
PENELITIAN BERBASIS KOMPETENSI**



**GRANUL KAPUR TOHOR SEBAGAI FILTER  
PENYERAP CEMARAN ASAM PADA  
*FUME HOOD* PORTABEL**

**Oleh:**

**Dr. Choirul Amri, S.TP, M.Si  
NIDN 4017077101**

**Hari Rudijanto Indro Wardono, ST, M.Kes  
NIDN 4028047001**

**POLTEKKES KEMENKES YOGYAKARTA  
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN  
TAHUN 2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Granul kapur tohor sebagai filter penyerap  
cemaran asam pada *fume hood* portabel

Peneliti Utama  
Nama Lengkap : Dr. Choirul Amri, S.TP, M.Si  
NIP : 197107171991031003  
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
Program Studi / Jurusan : D3 Kesling / Jurusan Kesehatan Lingkungan  
Nama Poltekkes : Poltekkes Kemenkes Yogyakarta  
Nomor HP : 0815-7977-901  
Alamat surel (e-mail) : [choirul.amri@poltekkesjogja.ac.id](mailto:choirul.amri@poltekkesjogja.ac.id)  
Anggota

Nama Lengkap : Hari Rudijanto Indro Wardono, ST, M.Kes  
NIP : 197004281993031002  
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
Program Studi / Jurusan : D4 Kesling Jurusan Kesling Purwokerto  
Nama Poltekkes : Poltekkes Kemenkes Semarang  
Waktu Pelaksanaan : 1 (satu) tahun  
Biaya Penelitian : Rp 60.000.000,00

Yogyakarta, Oktober 2019

Mengetahui  
Ka. Pusat Penelitian

  
Dr. Heru Subaris Kasjono, SKM, M.Kes  
NIP. 196606211989021001

Ketua

  
Dr. Choirul Amri, S.TP, M.Si  
NIP 197107171991031003

Mengesahkan,  
Direktur Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

  
Joko Susilo, SKM, M.Kes  
NIP. 196412241988031002

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah seraya terus memohon petunjuk kepada Yang Maha Kuasa Allah Subhanu wa Ta'ala dengan selesainya penyusunan laporan Penelitian Kompetensi yang berjudul “Granul kapur tohor sebagai filter penyerap cemaran asam pada *fume hood* portabel”. Proposal ini disusun sebagai salah satu wujud pelaksanaan tugas Tridarma Perguruan Tinggi untuk berperan serta dalam meneliti masalah-masalah kesehatan, terutama terkait masalah kesehatan lingkungan.

Dengan selesainya penyusunan proposal ini tidak lupa disampaikan terima kasih kepada:

1. Direktur Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
2. Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
3. Ka Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
4. Segenap pihak yang berperan serta dalam penyusunan laporan ini.

Meskipun telah diusahakan semaksimal mungkin dalam penyusunan laporan penelitian ini dengan waktu yang terbatas, tidak tertutup kemungkinan masih terdapatnya kekurangan. Berkaitan hal tersebut, saran dan koreksi perbaikan dari berbagai pihak senantiasa diharapkan.

Yogyakarta, Oktober 2019

Peneliti

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
RINGKASAN	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Permasalahan	2
I.3 Tujuan	2
I.4 Keutamaan Penelitian	2
I.5 Kontribusi terhadap Ilmu Pengetahuan dan Teknologi	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 <i>Fume Hood</i>	4
II.2 Cemaran Asam pada Penggunaan <i>Fume Hood</i>	4
II.3 Kapur Tohor	5
II.4 <i>Brom Thymol Blue</i> (BTB)	5
BAB III METODE PENELITIAN	6
III.1 Jenis Penelitian	6
III.2 Objek dan Sampel Penelitian	8
III.3 Bagan Alir Penelitian	8
III.4 Variabel Penelitian	9
III.5 Lokasi Penelitian	10
III.6 Tahapan Penelitian, Luaran, dan Indikator Capaian	10
III.7 Rancangan Penelitian	11
III.7.1 Alat dan Bahan	11
III.7.2 Prosedur dan pengumpulan data	12
III.7.2.1 Perancangan/pembuatan <i>fume hood</i> portabel	12
III.7.2.2 Pembuatan granul kapur tohor	12
III.7.2.3 Uji coba penggunaan <i>fume hood</i> portabel	12
III.8 Tehnik Pengumpulan dan Manajemen Data	13
III.9 Analisis Data	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
IV.1 Pembuatan <i>Fume Hood</i> Portabel	15
IV.2 Granul Kapur Tohor sebagai Filter Penyerap Cemaran Asam	17
IV.3 BTB sebagai Penanda Lama Pemakaian Granul Kapur Tohor	21
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	23

V.1 Kesimpulan	23
V.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24

## RINGKASAN

### Granul Kapur Tohor sebagai Filter Penyerap Asam pada *Fume Hood* Portabel

Oleh:

Dr. Choirul Amri, S.TP, M.Si

Hari Rudijanto Indro Wardono, ST, M.Kes

*Fume hood* merupakan peralatan sarana penting di laboratorium kimia untuk kegiatan penelitian yang menggunakan bahan-bahan kimia berbahaya. *Fume hood* umumnya terpasang secara paten di suatu laboratorium, dengan saluran pembuangan yang hanya menghubungkan *fume hood* dengan udara luar tanpa melalui filter, sehingga cemaran kimia menyebabkan polusi udara lingkungan sekitar. Dalam laporan ini disusun perancangan *fume hood* portabel yang dilengkapi dengan filter penyerap cemaran asam.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Membuat *fume hood* portabel yang dilengkapi dengan housing filter penyerap cemaran asam, (2) Menentukan lama waktu kemampuan granul kapur tohor dapat berfungsi sebagai filter penyerap cemaran asam pada penggunaan *fume hood* portabel, dan (3) Menentukan dapat atau tidaknya *brom thymol blue* (BTB) digunakan sebagai penanda bahwa granul kapur tohor pada *fume hood* portabel sudah tidak mampu menyerap cemaran asam lagi.

Penelitian ini merupakan penelitian dengan rancangan eksperimen semu menggunakan *posttest only with control group design* untuk mengkaji kelayakan penggunaan granul kapur tohor sebagai filter penyerap asam pada *fume hood* portabel. Analisis data dilakukan dengan regresi menggunakan program excel.

Hasil penelitian sebagai berikut: (1) *fume hood* portabel yang dilengkapi dengan roda, instalasi listrik, alat penerangan/lampu, alat penghisap asap/gas, jaringan air/alat cuci, filter penyerap cemaran asam, dan penanda/indikator bahwa filter penyerap cemaran asam perlu diganti, (2) Rata-rata lama waktu kemampuan granul kapur dapat berfungsi sebagai filter penyerap cemaran asam pada penggunaan *fume hood* portabel pada berat granul kapur 0,5; 1,0; 1,5; dan 2,0 secara berurutan yaitu 222, 589, 880, dan 1219 menit. Hubungan tersebut dapat diestimasi dengan persamaan regresi  $Y = 0,619X - 36,71$ . Yang mana Y adalah lama kemampuan granul kapur sebagai penyerap cemaran asam, dan X adalah berat granul kapur, (3) BTB dapat digunakan sebagai penanda bahwa granul kapur tohor pada *fume hood* portabel sudah tidak mampu menyerap cemaran asam lagi.

**Kata Kunci:** Kapur, Filter, Cemaran asam, BTB, *Fume hood* portabel

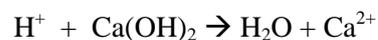
# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

*Fume Hood* merupakan sebuah lemari asam di suatu laboratorium yang difungsikan untuk kegiatan penelitian yang menggunakan bahan kimia, terutama asam-asam kuat dan bahan radioaktif. Prinsip kerja dari *Fume Hood* adalah mengarahkan tekanan udara dari dalam *Fume Hood* menuju pembuangan udara melalui saluran (*ducting*) *exhaust fan*.

Beberapa permasalahan yang sering terjadi pada penggunaan *Fume Hood*, yaitu: (1) Saat melakukan kegiatan menggunakan *Fume Hood* tidak mengoperasikan *blower Fume Hood* terlebih dahulu sehingga gas yang ditimbulkan oleh bahan kimia tersebut tidak akan terhisap dan terbuang melalui saluran pembuangan yang semestinya, melainkan dapat berbalik arah menuju ruangan laboratorium bahkan terhisap atau mengenai tubuh user/peneliti, (2) *Fume hood* tidak dilengkapi dengan filter penyerap cemaran kimia, sehingga cemaran kimia tersebut mencemari udara lingkungan dan membahayakan bagi kesehatan peneliti di laboratorium, (3) *Fume hood* umumnya terpasang paten pada suatu tempat tertentu di laboratorium, sehingga tidak memungkinkan dipindah-pindah.

Berdasarkan alasan tersebut di atas, peneliti bermaksud merancang *fume hood portabel* yang dilengkapi dengan filter penangkap cemaran kimia yang sesuai. Cemaran kimia yang umum pada penggunaan *fume hood* yaitu cemaran asam baik berupa gas maupun aerosol. Oleh karenanya peneliti menggunakan filter berupa kapur tohor dalam bentuk granul yang memungkinkan sirkulasi udara masih terjadi. Adapun sistem reaksi yang diharapkan terjadi yaitu sebagaimana persamaan berikut:



Dengan sistem persamaan reaksi tersebut diharapkan cemaran kimia asam saat penggunaan *fume hood* akan tertangkap pada filter dan tidak mencemari lingkungan. Adapun dalam penelitian ini *fume hood* dirancang portabel untuk memungkinkan *fume hood* dapat dipindah-pindah sesuai kebutuhan.

Granul kapur tohor sebagai filter penyerap cemaran asam suatu saat akan jenuh, sehingga tidak memungkinkan lagi untuk menyerap cemaran asam, maka dalam penelitian ini peneliti menggunakan brom thymol blue (BTB) sebagai

penanda bahwa granul kapur tohor tersebut sudah tidak mampu menyerap cemaran asam lagi. BTB akan memberikan warna hijau-biru jika kapur tohor masih berfungsi, dan BTB akan memberikan warna kuning ketika granul kapur tohor tidak berfungsi lagi dalam menyerap cemaran asam pada penggunaan *fume hood portabel*.

## **I.2 Permasalahan**

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat dirumuskan permasalahan-permasalahan penelitian sebagai berikut:

- a. Perlunya dibuat *fume hood portabel* yang dilengkapi dengan housing filter penyerap cemaran asam.
- b. Berapakah lama kemampuan 0,5; 1,0; 1,5; dan 2,0 kg granul kapur tohor dapat berfungsi sebagai filter penyerap cemaran asam pada penggunaan *fume hood portabel*?
- c. Apakah brom thymol blue dapat digunakan sebagai penanda bahwa granul kapur tohor pada *fume hood portabel* sudah tidak mampu menyerap cemaran asam lagi?

## **I.3 Tujuan**

Tujuan penelitian ini sebagai berikut:

- a. Membuat *fume hood portabel* yang dilengkapi dengan housing filter penyerap cemaran asam.
- b. Menentukan lama waktu kemampuan granul kapur tohor dapat berfungsi sebagai filter penyerap cemaran asam pada penggunaan *fume hood portabel*.
- c. Menentukan dapat tidaknya *brom thymol blue* (BTB) digunakan sebagai penanda bahwa granul kapur tohor pada *fume hood portabel* sudah tidak mampu menyerap cemaran asam lagi.

## **I.4 Keutamaan Penelitian**

Keutamaan penelitian ini sebagai berikut:

- a. Tersedianya alat *fume hood portabel* yang dapat dipindah-pindah dan dilengkapi dengan housing filter penyerap cemaran asam.
- b. Granul kapur tohor berfungsi sebagai filter penyerap cemaran asam pada penggunaan *fume hood*, sehingga cemaran asam tidak mencemari lingkungan udara dan tidak membahayakan bagi pengguna *fume hood portabel*.
- c. Dapat diketahui estimasi lama waktu kemampuan granul kapur tohor dalam fungsinya sebagai filter penyerap asam pada penggunaan *fume hood portabel*.
- d. Adanya penanda BTB pada granul kapur tohor, sehingga dapat diketahui kapan filter granul kapur tohor tersebut harus diganti.

### **I.5 Kontribusi terhadap Ilmu Pengetahuan dan Teknologi**

Kontribusi penelitian ini terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi, yaitu:

- a. Berkontribusi dalam penyediaan alat *fume hood portabel* yang memiliki keutamaan sebagaimana tercantum pada item I.4.a s/d I.4.d
- b. Berkontribusi terhadap teknologi kesehatan lingkungan, terutama teknologi penyehatan udara dalam menurunkan cemaran kimia.
- c. Berkontribusi terhadap teknologi keselamatan dan kesehatan kerja (K3) laboratorium.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 *Fume Hood***

*Fume Hood* merupakan sebuah lemari asam di suatu laboratorium yang difungsikan untuk kegiatan penelitian yang menggunakan bahan kimia maupun bahan radioaktif. Prinsip kerja dari *Fume Hood* adalah mengarahkan tekanan udara dari dalam *Fume Hood* menuju pembuangan udara melalui saluran (*ducting*) *exhaust fan* (Widiana et al., 2015). Fungsi utama fume hood adalah melindungi individu yang bekerja dengan bahan kimia dari uap, debu, gas, atau bau yang potensial yang berasal dari bahan kimia tersebut. Agar fume hood dapat melindungi individu dari uap kimia, debu, gas, atau bau secara efektif harus dioperasikan dengan benar oleh pengguna fume hood.

Fume hood meminimalkan paparan bahan kimia bagi pekerja laboratorium. Lemari asam dianggap sebagai sarana utama perlindungan dari menghirup uap berbahaya, kabut dan materi partikulat. Oleh karena itu, penting bahwa semua pekerjaan kimia yang berpotensi membahayakan dilakukan di dalam fume hood yang berfungsi dengan baik. Banyak laboratorium bergantung pada fume hood untuk menyediakan kondisi kerja yang aman bagi pekerja laboratorium (Kasper, et al., 2013).

#### **II.2 Cemaran Asam pada Penggunaan *Fume Hood***

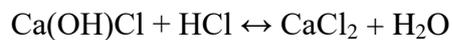
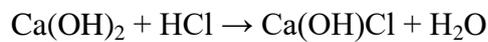
*Fume hood* banyak digunakan berkaitan dengan preparasi bahan menggunakan bahan-bahan kimia asam kuat. Bahan kimia asam kuat yang banyak dipakai dalam pemakaian *fume hood* ini, yaitu: asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), asam nitrat ( $HNO_3$ ), asam perklorat ( $HClO_4$ ), asam peroksida ( $H_2O_2$ ), asam klorida ( $HCl$ ), dan campuran bahan-bahan tersebut. Ketika asam-asam kuat tersebut digunakan selama pemakaian *fume hood* dapat terjadi pelepasan cemaran asam ke udara di ruang kerja *fume hood*. Cemaran asam tersebut dapat berupa gas maupun aerosol yang lepas ke udara.

### II.3 Kapur Tohor

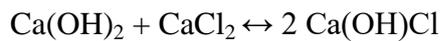
Kapur tohor merupakan jenis kapur yang pembuatannya melalui proses pembakaran. Secara ilmiah, kapur tohor merupakan kalsium oksida (CaO) yang ketika menyerap air menjadi kalsium hidroksida/ Ca(OH)<sub>2</sub>. Kapur tohor berwarna putih dan bersifat alkali (Saswita dkk, 2018). Oleh karenanya kapur tohor dapat menyerap asam-asam. Adapun reaksi mendasar sebagai contoh dengan HCl sebagai berikut (Karpf, 2015):



Reaksi kapur tohor dengan HCl dalam dua tahap terjadi sebagai berikut:



Adapun reaksi antara kapur tohor dengan kalsium klorida (CaCl<sub>2</sub>) terjadi sebagai berikut:



### II.4 Brom Thymol Blue (BTB)

Brom Thymol blue (BTB) atau dikenal juga sebagai bromothymol sulfone phthalein merupakan suatu indikator reaksi asam dan basa kuat. Bahan ini sering dipakai pada pH relatif mendekati pH netral (mendekati pH 7). BTB berwarna kuning pada pH ≤ 6,0 dengan serapan puncak pada panjang gelombang 692 nm, dan berwarna biru pada pH ≥ 7,6 dengan serapan puncak pada 602 nm, sedangkan pada pH netral berwarna kehijauan (Himedia, 2015).

## BAB III METODE PENELITIAN

### III.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dengan rancangan eksperimen semu untuk mengkaji kelayakan penggunaan granul kapur tohor sebagai filter penyerap asam pada *fume hood* portabel. Disain menggunakan *posttest only with control group design* untuk mengetahui lama waktu kemampuan granul kapur tohor dapat berfungsi sebagai filter penyerap cemaran asam dan menentukan dapat tidaknya *brom thymol blue* (BTB) digunakan sebagai penanda bahwa granul kapur tohor pada *fume hood* portabel sudah tidak mampu menyerap cemaran asam lagi. Penelitian ini menggunakan model sebagai berikut:

Kelompok	Eksperimen	Postes
Perlakuan 1	X <sub>1</sub>	O <sub>1</sub> '
Perlakuan 2	X <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> '
Perlakuan 3	X <sub>3</sub>	O <sub>3</sub> '
Perlakuan 4	X <sub>4</sub>	O <sub>4</sub> '
Kontrol	-	O <sub>0</sub> '

Keterangan:

- O<sub>1</sub> = kadar cemaran asam udara pada penggunaan granul kapur tohor sebagai filter penyerap asam pada *fume hood portabel* sebelum perlakuan pada kelompok perlakuan 1.
- O<sub>2</sub> = kadar cemaran asam udara pada penggunaan granul kapur tohor sebagai filter penyerap asam pada *fume hood portabel* sebelum perlakuan pada kelompok perlakuan 2.
- O<sub>3</sub> = kadar cemaran asam udara pada penggunaan granul kapur tohor sebagai filter penyerap asam pada *fume hood portabel* sebelum perlakuan pada kelompok perlakuan 3.

- O<sub>4</sub> = kadar cemaran asam udara pada penggunaan granul kapur tohor sebagai filter penyerap asam pada *fume hood portabel* sebelum perlakuan pada kelompok perlakuan 4.
- O<sub>0</sub> = kadar cemaran asam udara pada *fume hood portabel* sebelum perlakuan pada kelompok kontrol (tidak menggunakan granul kapur tohor).
- X<sub>1</sub> = Perlakuan penggunaan filter granul kapur tohor sebanyak 0,5 kg pada *fume hood portabel*.
- X<sub>2</sub> = Perlakuan penggunaan filter granul kapur tohor sebanyak 1,0 kg pada *fume hood portabel*.
- X<sub>3</sub> = Perlakuan penggunaan filter granul kapur tohor sebanyak 1,5 kg pada *fume hood portabel*.
- X<sub>4</sub> = Perlakuan penggunaan filter granul kapur tohor sebanyak 2,0 kg pada *fume hood portabel*.
- O<sub>1</sub>' = kadar cemaran asam udara, lama waktu terdeteksinya cemaran asam, dan adanya perubahan warna granul kapur tohor pada penggunaan granul kapur tohor sebagai filter penyerap asam pada *fume hood portabel* setelah perlakuan pada kelompok perlakuan 1.
- O<sub>2</sub>' = kadar cemaran asam udara, lama waktu terdeteksinya cemaran asam, dan adanya perubahan warna granul kapur tohor pada penggunaan granul kapur tohor sebagai filter penyerap asam pada *fume hood portabel* setelah perlakuan pada kelompok perlakuan 2.
- O<sub>3</sub>' = kadar cemaran asam udara, lama waktu terdeteksinya cemaran asam, dan adanya perubahan warna granul kapur tohor pada penggunaan granul kapur tohor sebagai filter penyerap asam pada *fume hood portabel* setelah perlakuan pada kelompok perlakuan 3.
- O<sub>4</sub>' = kadar cemaran asam udara, lama waktu terdeteksinya cemaran asam, dan adanya perubahan warna granul kapur tohor pada penggunaan

granul kapur tohor sebagai filter penyerap asam pada *fume hood portabel* setelah perlakuan pada kelompok perlakuan 4.

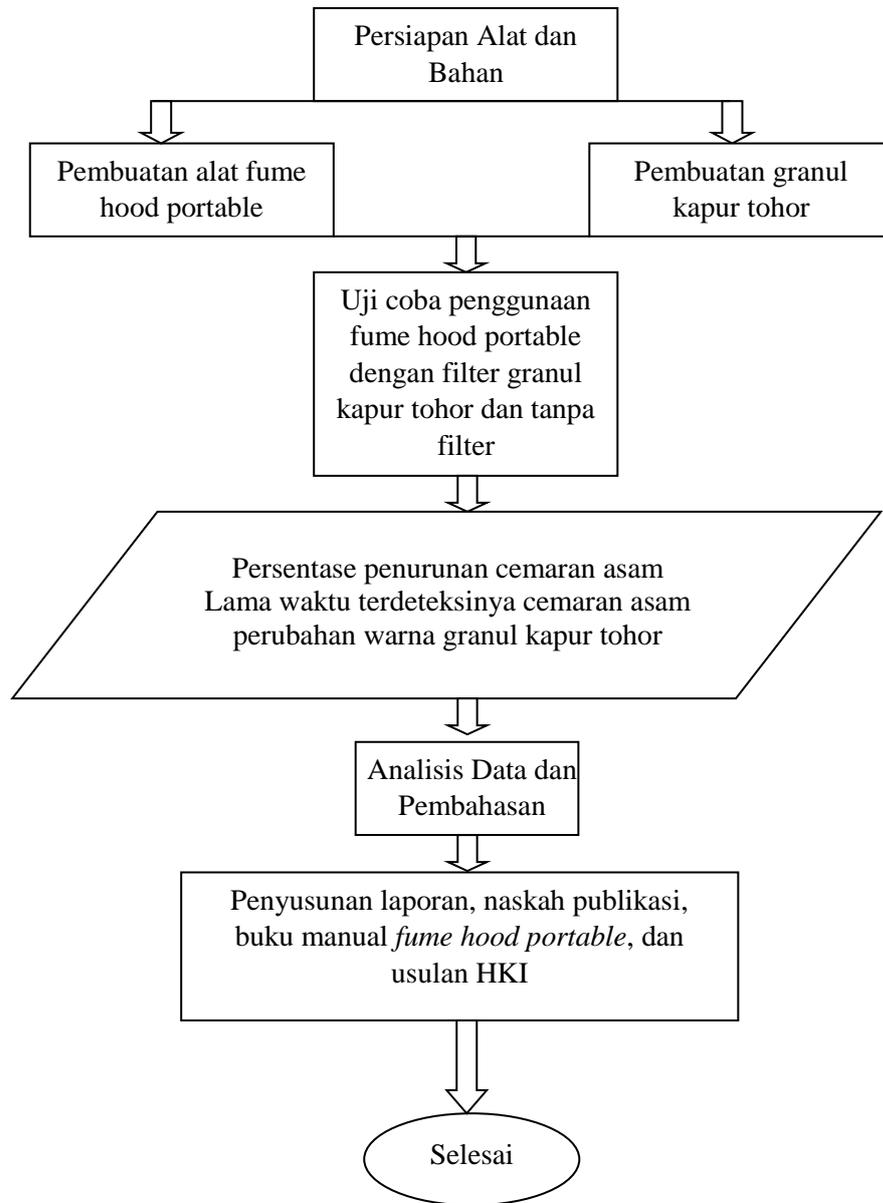
$O_0'$  = kadar cemaran asam udara dan lama waktu terdeteksinya cemaran asam pada pada *fume hood portabel* setelah perlakuan pada kelompok kontrol (tidak menggunakan granul kapur tohor).

### **III.2 Objek dan Sampel Penelitian**

Perhatian utama dalam penelitian ini ditujukan untuk mengkaji penggunaan granul kapur tohor sebagai filter penyerap asam pada *fume hood portabel*. Kapur tohor dibeli dari toko bangunan, selanjutnya dibuat granul kapur tohor. Granul kapur tohor yang digunakan sebanyak 0,5; 1,0; 1,5; dan 2,0 kg sekali pemakaian. Eksperimen dilakukan sebanyak 5 kali ulangan untuk setiap kelompok perlakuan dan kontrol. Eksperimen dilakukan dengan simulasi penggunaan *fume hood portabel* pada penguapan HCl pekat.

### **III.3 Bagan Alir Penelitian**

Bagan alir penelitian ini sebagaimana disajikan pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Bagan Alir Penelitian

### III.4 Variabel Penelitian

#### III.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah berat granul kapur tohor. Adapun definisi, alat ukur, satuan, dan skala berat granul kapur tohor dalam penelitian ini sebagaimana tercantum pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Definisi, alat ukur, satuan, dan skala berat granul kapur tohor

Definisi	Alat ukur	Satuan	Skala
Sejumlah berat dalam satuan kilogram (kg) kapur tohor dalam bentuk butiran besar tidak beraturan yang digunakan sebagai filter penyerap cemaran asam pada <i>fume hood portabel</i>	Neraca teknis	Kilogram (kg)	Rasio

#### III.4.1 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu: (1) lama waktu terdeteksinya cemaran asam, dan (2) perubahan warna indikator. Definisi, alat ukur, satuan, dan skala variabel terikat dalam penelitian ini sebagaimana tercantum pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2** Definisi, alat ukur, satuan, dan skala lama waktu terdeteksinya cemaran asam

Variabel terikat	Definisi	Alat ukur	Satuan	Skala
Lama waktu terdeteksinya cemaran asam	Lama waktu yang diperlukan terjadinya perubahan warna biru menjadi kuning dari indikator BTB pada granul kapur tohor pada simulasi penggunaan <i>fume hood portabel</i>	Timer (jam)	menit	Rasio
Perubahan warna indikator	Ada tidaknya perubahan warna larutan indikator BTB dari hijau menjadi kuning	Pengamatan fisik	-	Nominal

#### III.5 Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Home Labora yang beralamatkan di Trini Trihanggo Gamping Sleman Yogyakarta. Lokasi ini dipilih berdasarkan kemudahan akses terkait dengan pengukuran variabel terikat yang dalam penelitiannya membutuhkan pengamatan waktu selama 24 jam nonstop.

#### III.6 Tahapan Penelitian, Luaran, dan Indikator Capaian

Tahapan penelitian, luaran, dan indikator capaian disajikan pada Tabel 3.3.

**Tabel 3.3** Tahapan penelitian, luaran, dan indikator capaian penelitian

Tahapan Penelitian	Luaran	Indikator Capaian
Pembuatan alat <i>fume hood portabel</i>	Alat <i>fume hood portabel</i>	Alat <i>fume hood portabel</i> dilengkapi dengan housing filter penyerap cemaran asam
Pembuatan granul kapur tohor	Granul kapur tohor	Granul kapur tohor yang diketahui kadar CaO (dalam satuan %)
Uji coba penggunaan <i>fume hood portabel</i> dengan filter granul kapur tohor dan tanpa filter	Data lama waktu terdeteksi cemaran asam pada perlakuan dan kontrol	Ada 5 data lama waktu terdeteksi cemaran asam pada perlakuan 1, 2, 3, 4, dan kontrol
Analisis data	Data hasil uji regresi	Ada data hasil uji regresi linier yang dapat memberikan informasi lama waktu kemampuan granul kapur tohor sebagai filter penyerap cemaran asam
Penyusunan naskah publikasi	Naskah publikasi	Ada naskah artikel/paper publikasi siap submit
Penyusunan Laporan Penelitian	Laporan penelitian	Ada naskah laporan penelitian
Penyusunan buku manual <i>fume hood portabel</i>	Buku manual <i>fume hood portabel</i>	Ada buku manual <i>fume hood portabel</i>
Pengusulan HKI	Usulan HKI	Usulan HKI dalam kondisi terdaftar di Kemenkumham

### III.7 Rancangan Penelitian

#### III.7.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang dipakai dalam penelitian ini antara lain: *Fume hood portabel*, alat pencetak granul, dan peralatan untuk penentuan angka asam udara

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini, antara lain: kapur tohor, asam klorida (HCl) pekat p.a. 37%, brom timol biru (brom thymol blue/BTB), etanol 96%, sodium hidroksida (NaOH) p.a., asam oksalat dihidrat ( $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ ) pa, indikator metil jingga, dan akuades.

### III.7.2 Prosedur dan Pengumpulan Data

Prosedur penelitian dilakukan sebagaimana tahapan penelitian, mulai dari perancangan/pembuatan *fume hood portabel*, pembuatan granul kapur tohor, dan uji coba penggunaan *fume hood portabel*.

#### III.7.2.1 Perancangan/pembuatan *fume hood portabel*

*Fume hood portabel* dibuat dalam bentuk fume hood kabinet yang diberi roda. Bagian penting dari fume hood portabel ini yaitu: (1) Rangka fume hood, (2) Meja fume hood, (3) Instalasi listrik, (4) Instalasi air, (5) Blower, dan (6) Filter.

#### III.7.2.2 Pembuatan granul kapur tohor

Granul kapur tohor dibuat dari kapur tohor yang dicetak menjadi granul menggunakan alat pencetak granul, selanjutnya dikeringkan di bawah sinar matahari selama 8 jam (jam 08.00-16.00 WIB). Granul kapur tohor kering disimpan dalam wadah ember plastik tertutup sampai siap digunakan.

#### III.7.2.3 Uji coba penggunaan *fume hood portabel*

Uji coba penggunaan *fume hood portabel* dilakukan pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, masing-masing sebanyak 5 kali ulangan. Kelompok eksperimen dilakukan dalam 4 kelompok, yaitu kelompok eksperimen 1 (*Fume hood portabel* menggunakan filter granul kapur tohor 0,5 kg), kelompok eksperimen 2 (*Fume hood portabel* menggunakan filter granul kapur tohor 1 kg), kelompok eksperimen 3 (*Fume hood portabel* menggunakan filter granul kapur tohor 1,5 kg), dan kelompok eksperimen 4 (*Fume hood portabel* menggunakan filter granul kapur tohor 2,0 kg). Adapun kelompok kontrol menggunakan *fume hood portabel* tanpa filter kapur tohor.

Uji penggunaan fume hood dilakukan sebagai berikut: (1) Akuades sebanyak 400 ml diisikan ke dalam housing filter 2 (*housing filter* terakhir), selanjutnya ditambah 1 ml larutan indikator BTB, (2) Granul kapur tohor diisikan ke dalam *housing filter* 1, (3) Blower *fume hood* dihidupkan, (4) Gelas kimia 500 ml berisi 500 ml larutan HCl pekat diletakkan di atas pemanas suhu 80°C yang berada tepat di tengah meja kerja *fume hood portabel*, dan waktu mulai dicatat, (5) Diamati adanya perubahan warna larutan indikator pada housing filter 2, (6)

Dicatat lama waktu yang dibutuhkan sampai larutan indikator tepat berubah warna menjadi kuning.

### **III.8 Tehnik Pengumpulan dan Manajemen Data**

Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan pengamatan dan pengukuran sebagaimana pada III.7.2 Prosedur dan Pengumpulan Data. Data-data yang terkumpul ditabulasi dalam suatu tabel.

### **III.9 Analisis Data**

Untuk mengkaji penggunaan granul kapur tohor sebagai filter penyerap cemaran asam pada *fume hood portabel* dilakukan analisis secara deskriptif berdasarkan tabel, grafik dan regresi pada program excel.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Sebagaimana tujuan dari penelitian ini, dalam bab ini disajikan hasil dan pembahasan mengenai: (1) Pembuatan fume hood portabel, (2) Granul kapur tohor sebagai filter penyerap cemaran asam, dan (3) BTB sebagai penanda lama pemakaian granul kapur tohor.

#### **IV.1 Pembuatan *Fume Hood* Portabel**

Fume hood dalam penelitian ini dirancang untuk menjawab permasalahan-permasalahan sebagaimana pada latar belakang penelitian ini. Untuk itu beberapa rancangan pokok dari fume hood portabel ini paling tidak, yaitu: (1) alat fume hood dapat dipindah/dilengkapi dengan roda, (2) dilengkapi instalasi listrik, (3) dilengkapi alat penerangan/lampu, (4) dilengkapi alat penghisap asap/gas, (5) dilengkapi jaringan air/alat cuci, (6) adanya filter penyerap cemaran asam, dan (7) adanya penanda/indikator bahwa filter penyerap cemaran asam perlu diganti. Adapun gambar fume hood portable yang telah dibuat disajikan pada Gambar 4.1.

Alat fume hood portable ini dilengkapi dengan empat buah roda. Hal ini memungkinkan fume hood portable dapat dipindahkan dari satu tempat ke tempat lainnya, atau dari suatu ruangan ke ruangan lainnya. Roda fume hood portabel dapat dikunci, sehingga dapat berdiri kokoh tanpa bergeser pada suatu tempat saat digunakan. Ketika akan dipindahkan pada tempat lain, kunci roda dibuka, dan fume hood portable dapat digeser dengan mendorong atau menarik pada handel/pegangannya.

Instalasi listrik yang dipasang pada fume hood portable menggunakan voltase 220 sebagaimana voltase listrik yang sering dipakai di Indonesia. Dengan terpasangnya instalasi listrik ini, selain untuk menyediakan sumber listrik untuk alat penyedot asap/gas, juga untuk keperluan yang lain, yaitu untuk lampu, kompor pemanas, magnetic stirrer, dan peralatan lain yang menggunakan sumber listrik yang sering digunakan terkait dengan penggunaan fume hood ini.



Gambar 4.1 Tampak depan-kanan fume hood portable yang telah dibuat dalam penelitian ini

Alat penerangan yang terpasang pada fume hood portabel berupa lampu LED 15 watt yang terpasang di atas meja kerja fume hood. Dengan penerangan lampu ini, alat fume hood portabel dapat digunakan pada ruangan yang minim penerangan atau ketika malam hari.

Unit mesin penghisap asap atau gas terpasang di dalam fume hood. Ada dua unit mesin penghisap yang dipasang, yaitu: (1) Mesin penghisap yang berada tepat di atas meja kerja fume hood, dan (2) Mesin penghisap yang terpasang di bawah meja kerja fume hood. Kedua mesin ini terhubung satu sama lain melalui jaringan perpipaan. Mesin penghisap yang berada tepat di atas meja kerja fume hood

berfungsi untuk menghisap asap atau gas yang dihasilkan selama aktivitas penggunaan fume hood, selanjutnya mendorong asap/gas tersebut masuk ke dalam filter penyerap cemaran asam. Adapun mesin penghisap yang berada di bawah meja kerja fume hood berfungsi untuk menghisap udara bebas cemaran asam yang keluar dari filter penyerap asam setelah melewati housing filter yang berisi larutan indikator. Mesin penghisap ini memiliki daya hisap 10 KPa dengan kecepatan aliran udara 30 liter/detik.

Untuk keperluan cuci alat atau meja kerja, fume hood portabel ini dilengkapi dengan sarana kran air yang dapat dihubungkan dengan jaringan air terdekat melalui selang. Adapun untuk bekas cucian air kotor atau air bilasan akan masuk dan tertampung ke dalam tampungan air kotor berupa derigen. Derigen tampungan air kotor berada di bawah meja kerja. Derigen ini berkapasitas 20 liter yang dapat diambil dan dipasang kembali terkait dengan keperluan pembuangan air kotor.

Kelebihan utama *fume hood* portabel ini dilengkapi dengan housing filter yang terletak di belakang fume hood, sehingga mudah untuk menggunakannya. Dalam housing filter inilah tempat dimasukkannya filter penyerap cemaran asam. Filter ini berfungsi untuk menyerap asap/gas tercemar yang dihasilkan selama aktivitas penggunaan *fume hood*. Filter penyerap cemaran asam ini berupa granul kapur yang akan dibahas lebih khusus dalam penelitian ini.

Untuk mengetahui kapan granul kapur sebagai filter penyerap cemaran asam perlu diganti, *fume hood* ini dilengkapi dengan larutan indikator. Ketika larutan indikator sudah berubah menjadi berwarna kuning, ini merupakan pertanda bahwa granul kapur perlu diganti. Hal ini juga akan dibahas lebih khusus dalam bahasan BTB sebagai penanda lama pemakaian granul kapur tohor.

## **IV.2 Granul Kapur Tohor sebagai Filter Penyerap Cemaran Asam**

Untuk menyerap cemaran asam dari asap atau gas yang dihasilkan selama aktivitas penggunaan *fume hood*, *fume hood* portabel dilengkapi dengan filter berupa granul kapur. Senyawa aktif dalam granul kapur yang berperan sebagai filter penyerap cemaran asam yaitu kalsium oksida (CaO), yang ketika menyerap

air akan berubah menjadi kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). Mekanisme kerja granul kapur ini dalam menyerap cemaran asam sebagaimana telah dicantumkan dalam reaksi-reaksi pada halaman 5. Berdasarkan reaksi tersebut, maka udara/asap/gas yang tercemar asam, setelah melewati filter granul kapur ini udara akan bebas cemaran asam, sehingga tidak mencemari udara ruang atau lingkungan sekitar.

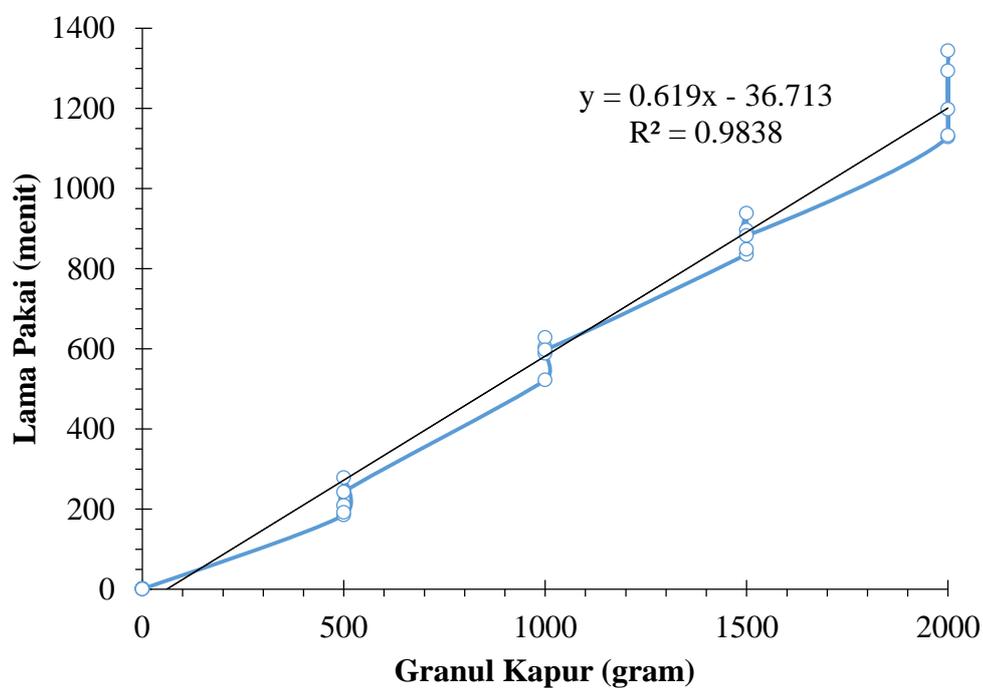
Tabel 4.1 Lama kemampuan granul kapur sebagai penyerap cemaran asam

Berat granul kapur (gram)	Ulangan	Lama kemampuan (menit)	Rata-rata (menit)
0 (Kontrol)	1	1,25	1,32
	2	0,85	
	3	2,25	
	4	1,50	
	5	0,75	
500	1	185,25	221,68
	2	278,77	
	3	209,50	
	4	192,08	
	5	242,82	
1000	1	522,50	588,52
	2	588,90	
	3	604,85	
	4	628,77	
	5	597,58	
1500	1	835,80	880,41
	2	848,62	
	3	896,45	
	4	938,63	
	5	882,55	
2000	1	1128,48	1219,41
	2	1343,68	
	3	1132,87	
	4	1293,68	
	5	1198,35	

Kemampuan granul kapur ini dalam menyerap cemaran asam suatu saat akan berkurang. Untuk itu dalam penelitian ini dipelajari lebih fokus dalam hal

tersebut, terutama terkait dengan lama kemampuan granul kapur dalam menyerap cemaran asam. Hasil pengujian ini disajikan pada Tabel 4.1.

Berdasarkan hasil pengujian lama kemampuan granul kapur dalam menyerap cemaran asam pada Tabel 4.1, terlihat tren bahwa makin berat granul kapur yang dipakai sebagai filter penyerap cemaran asam, makin lama pula kemampuan granul kapur tersebut dalam menyerap cemaran asam. Tren tersebut lebih jelas terlihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Hubungan berat granul kapur dengan lama kemampuannya sebagai filter penyerap cemaran asam

Hubungan berat granul kapur dengan lama kemampuannya sebagai filter penyerap cemaran asam, berdasarkan pada Gambar 5.3 mengikuti persamaan  $Y = 0,619X - 36,71$ . Yang mana Y adalah lama kemampuan granul kapur sebagai penyerap cemaran asam, dan X adalah berat granul kapur. Berdasarkan persamaan tersebut dapat diketahui lama kemampuan granul kapur sebagai penyerap cemaran

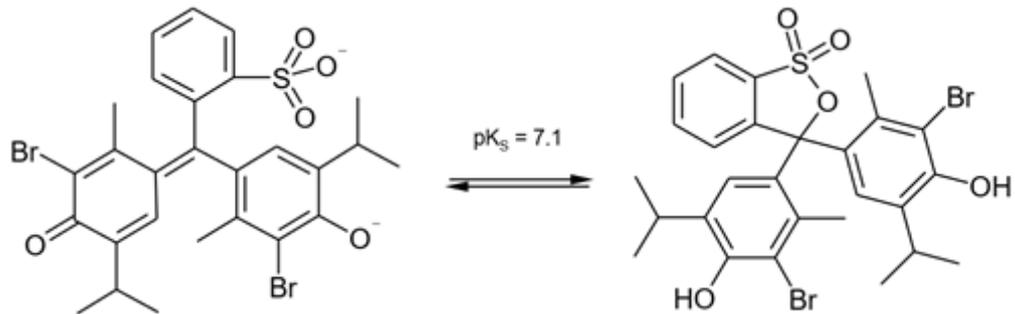
asam untuk setiap gram atau kg berat granul kapur, sehingga dapat diestimasi kapan granul kapur tersebut harus diganti.

*Housing filter* tempat granul kapur berkapasitas maksimum 2,5 kg. Dengan kapasitas ini, *fume hood* portabel secara estimasi dapat digunakan hingga 1500 menit atau sekitar selama 24 jam. Namun demikian jika diperlukan granul kapur yang lebih besar, *fume hood* portabel yang dibuat masih memungkinkan untuk ditambahkan housing filter granul kapur.



Gambar 4.3. *Housing filter* berisi granul kapur pada *fume hood* portabel

### IV.3 BTB sebagai Penanda Lama Pemakaian Granul Kapur



Gambar 5.4 Struktur dan warna BTB pada lingkungan basa dan asam

Secara estimasi, lama penggunaan granul kapur sebagai penyerap cemaran asam dapat diperkirakan, tetapi untuk memastikan seraca riil bahwa granul kapur tersebut harus segera diganti, maka pada fume hood portabel ini dilengkapi juga penanda berupa larutan indikator, yaitu indikator BTB. Indikator BTB ini memiliki gradasi warna dari biru ke kuning pada kisaran pH 7,6 – 6,0

Pada kondisi basa, BTB dalam keadaan tidak terprotonasi. Dalam keadaan ini BTB memiliki serapan puncak pada panjang gelombang 602 nm, sehingga mentransmisikan warna biru. Pada keadaan granul kapur tidak mampu lagi menyerap cemaran asam, maka asam ini akan lepas dan masuk ke dalam larutan indikator BTB. Indikator BTB akan terprotonasi dengan adanya asam ini. BTB dalam keadaan terprotonasi memiliki serapan puncak pada panjang gelombang 427 nm, sehingga larutan menjadi berwarna kuning. Dengan demikian, ketika larutan indikator BTB ini sudah berubah menjadi kuning, maka pertanda bahwa granul kapur sudah harus diganti.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **V.1 Kesimpulan**

Sesuai dengan tujuan pada penelitian ini, berdasarkan hasil dan pembahasan dapat dirumuskan suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. *Fume hood* portabel berhasil dibuat, dilengkapi dengan roda, instalasi listrik, alat penerangan/lampu, alat penghisap asap/gas, jaringan air/alat cuci, filter penyerap cemaran asam, dan penanda/indikator bahwa filter penyerap cemaran asam perlu diganti.
2. Rata-rata lama waktu kemampuan granul kapur tohor dapat berfungsi sebagai filter penyerap cemaran asam pada penggunaan *fume hood* portabel pada berat granul kapur 0,5; 1,0; 1,5; dan 2,0 secara berurutan yaitu 222, 589, 880, dan 1219 menit. Hubungan tersebut dapat diestimasi dengan persamaan regresi  $Y = 0,619X - 36,71$ . Yang mana Y adalah lama kemampuan granul kapur sebagai penyerap cemaran asam, dan X adalah berat granul kapur.
3. *Brom thymol blue* (BTB) dapat digunakan sebagai indikator kapan filter granul kapur perlu diganti.

#### **V.2 Saran**

*Housing filter* tempat granul kapur berkapasitas maksimum 2,5 kg, sehingga disarankan untuk tidak mengisikan granul kapur melebihi batas tersebut. Dengan kapasitas ini, *fume hood* portabel secara estimasi dapat digunakan hingga 1500 menit atau sekitar selama 24 jam pemakaian. Jika diperlukan granul kapur yang lebih banyak, disarankan untuk memberikan *housing filter* tambahan pada tempat yang telah disediakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Himedia. (2015). *Bromo Thymol Blue Indikator*. Mumbai India: HiMedia Laboratories Pvt. Ltd.
- Karpf, R. H. (2015). *Basic features of the dry absorption process*. Germany: Ingenieurgesellschaft für Energie- und Umweltengineering & Beratung mbH.
- Kasper, J., Ptscavage, M., Nurks, M., Penman, D., & Woods, B. (2013). *Chemical Fume Hood Testing Improvements Needed to Reduce Health and Safety Risk to EPA Employees Hotline*. Washington, D.C: U.S. Environmental Protection Agency.
- Saswita N, Sulistiyani, Setiani, O. (2018). Penggunaan Kapur Tohor (CaO) dalam Penurunan Kadar Logam Fe dan Mn pada Limbah Cair Pewarnaan Ulang Jeans Kabupaten Magelang Tahun 2017. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(1), 662–669.
- Widiana, I., Jakaria, Mulyono, & Sori, S. (2015). Rancang Bangun Sistem Interlock pada Pengoperasian Fume Hood untuk Mencegah Kontaminasi Silang, *Seminar Nasional XI SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta, 15 September 2015, ISSN 1978*.