



LAPORAN AKHIR PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

TxL - LAMP: LAMPU PENGHANCUR LIMBAH PEWARNA TEXTIL

BIDANG KEGIATAN:

PKM-KARSA CIPTA

Diusulkan oleh:

Nida Nurlivi Fauziah (G74110040/2011)

Rizky Amelia (G74110009/2011)

Raytisa Sirgin (G74110038/2011)

M. Zafur Abror R (G74120022/2012)

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

2014

DAFTAR ISI

HALAMAN MUKA	i
PENGESAHAN PKM KC.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
RINGKASAN	1
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Tujuan	3
1.3. Perumusan Masalah	3
1.4. Luaran yang Diharapkan	3
1.5. Kegunaan.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Semikonduktor TiO ₂	3
2.2. EfekFotokatalis TiO ₂	4
BAB 3. METODE PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat	5
3.2. Alat dan Bahan.....	5
3.3. Metode	5
BAB 4. HASIL YANG DICAPAI.....	7
BAB 5. RENCANA TAHAP BERIKUTNYA	7
DAFTAR PUSTAKA	8
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
Lampiran 1. Justifikasi Penggunaan Anggaran Penelitian.....	9

PENGESAHAN PKM- KARSA CIPTA

1. Judul Kegiatan : *TxL - LAMP*: LAMPU PENGHANCUR LIMBAH PEWARNA TEXTIL
2. Bidang Kegiatan : PKM-KC
3. Ketua Pelaksana Kegiatan
 - a. Nama Lengkap : Nida Nurlivi Fauziyah
 - b. NIM : G74110040
 - c. Jurusan : Fisika
 - d. Institut : Institut Pertanian Bogor
4. Alamat Rumah/No.HP : Jl. Slamet Riyadi Gg. Mitraloka 1 No.9
Kec.CianjurKab. Cianjur, Jawa Barat
(087873424381)
 - a. Alamat email : nidanurlivifauziyah@yahoo.com
5. Anggota Pelaksana Kegiatan : 3 orang
6. Dosen Pendamping
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Akhirudin Maddu, M. Si
 - b. NIDN : 0007096602
 - c. AlamatRumah/No. HP : Sindang barang, Bogor / 081213302332
7. Biaya Kegiatan Total
 - a. Dikti : Rp. 10.500.000,-
 - b. Sumber lain : Rp. 500.000,- (Tanoto)
8. Jangka Waktu Pelaksanaan : 4 bulan

Bogor, 15 Juli 2014

Menyetujui,
Ketua Departemen Fisika

(Dr. Akhirudin Maddu, M.Si)
NIP. 19660907 1998021006

Wakil Rektor Bidang Akademik
dan Kemahasiswaan

(Prof. Dr. Ir. H. Yonny Koesmaryono, MS)
NIP. 19581228 198503 1 003

Ketua Pelaksana Kegiatan

(Nida Nurlivi Fauziyah)
NIM. G74110040

Dosen Pendamping

(Dr. Akhirudin Maddu, M.Si)
NIP. 19660907 1998021006

RINGKASAN

Limbah cair tekstil yang mengandung zat warna dapat memberikan masalah tersendiri karena zat warna tekstil berbahaya bagi makhluk hidup khususnya manusia. Proses penghilangan zat warna limbah cair yang dihasilkan dari industri tekstil menjadi isu diskusi dan regulasi di seluruh dunia. Fotokatalisis berbasis semikonduktor menawarkan solusi terbaik untuk permasalahan tersebut. Komisi IUPAC mendefinisikan fotokatalisis sebagai suatu reaksi katalitik yang melibatkan absorbsi cahaya oleh katalis. Katalis adalah suatu substansi yang meningkatkan kecepatan reaksi. Fotokatalisis memanfaatkan semikonduktor sebagai katalis yang diaktifkan dengan sinar ultraviolet (UV) untuk menguraikan senyawa organik menjadi mineral-mineralnya. Semikonduktor yang paling banyak digunakan sebagai fotokatalis adalah titanium dioksida (TiO_2).

Pada PKM-KC ini akan dibuat Lampu pembersih limbah pewarna tekstil. Caranya adalah dengan melapiskan nanokoloid TiO_2 pada permukaan lampu UV. Lampu berlapis TiO_2 ini akan diujikan pada larutan pewarna tekstil untuk mendegradasi pewarna melalui mekanisme fotokatalisis pada lapisan TiO_2 pada permukaan lampu ketika disinari cahaya UV dari lampu. Pewarna tekstil yang diuji adalah Methylen blue dan Rhodamin B.

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah cair sebagai hasil samping dari aktivitas industri sering menimbulkan permasalahan bagi lingkungan. Limbah cair yang mengandung bahan-bahan berbahaya dan beracun dapat mengganggu proses-proses biologi yang terjadi di dalamnya, dan juga dapat mengganggu estetika badan perairan akibat munculnya bau busuk. Limbah zat warna tekstil menjadi perhatian tersendiri hal ini dikarenakan: (1) Konsumsi tekstil akan selalu mengikuti peningkatan populasi penduduk, (2) Sebagian besar zat warna dibuat agar mempunyai resistensi terhadap pengaruh lingkungan seperti efek pH, suhu dan penyebaran mikroba, (3) Pengolahan limbah zat warna menjadi sulit karena struktur aromatik pada zat warna sulit terdegradasi (Purnawan, 2011).

Zat warna metilen biru digunakan secara luas pada industri tekstil dan menjadi perhatian besar dalam proses pengolahan limbah karena warnanya yang sulit diuraikan. Senyawa ini bersifat toksik, menyebabkan mutasi genetik dan berpengaruh pada reproduksi. Senyawa ini memiliki rumus molekul $C_{16}H_{18}ClN_3S_3H_2O$ dengan bobot molekul 373,91 gram/mol, berwarna hijau tua, tidak berbau dan stabil dalam udara serta mudah larut dalam air (larutannya berwarna biru tua), kloroform dan alkohol (Hawley, 1981). Rhodamin B merupakan zat warna sintetik yang umum digunakan sebagai pewarna tekstil. Rhodamin B dapat menyebabkan iritasi saluran pernafasan, iritasi kulit, iritasi pada mata, iritasi pada saluran pencernaan, keracunan, gangguan hati dan dapat menyebabkan kanker (Index, 2006).

Proses penghilangan zat warna limbah cair yang dihasilkan dari industri tekstil menjadi isu diskusi dan regulasi di seluruh dunia. Fotokatalisis berbasis semikonduktor menawarkan solusi terbaik untuk permasalahan tersebut. Komisi IUPAC mendefinisikan fotokatalisis sebagai suatu reaksi katalitik yang melibatkan absorbsi cahaya oleh katalis. Katalis adalah suatu substansi yang meningkatkan kecepatan reaksi. Fotokatalisis memanfaatkan semikonduktor sebagai katalis yang diaktifkan dengan sinar ultraviolet (UV) untuk menguraikan senyawa organik menjadi mineral-mineralnya. Semikonduktor yang paling banyak digunakan sebagai fotokatalis adalah titanium dioksida (TiO_2). TiO_2 telah dimanfaatkan untuk pemurnian air, pemurnian udara, gas sensor dan fotovoltaiik sel surya.

1.2 Rumusan Masalah

- Adanya pencemaran air akibat limbah cair dari industri tekstil
- Proses degradasi limbah sangat sulit sehingga berpotensi merusak lingkungan.
- Beberapa teknik atau metode degradasi yang ada tidak efisien

1.3 Tujuan

- Mengurangi dampak pencemaran lingkungan akibat limbah dari industri tekstil
- Menghasilkan reaktor yang mampu menghancurkan pewarna yang sulit diurai

1.4 Keluaran yang diharapkan

Luaran yang diharapkan dari kegiatan ini berupa prototype dari *Txl-Lamp* dan sedapat mungkin paten dari prototype yang dibuat. Dan TxL-Lamp yang sudah dibuat ini diharapkan dapat diaplikasikan pada penjernihan limbah tekstil di lingkungan masyarakat.

1.5 Kegunaan

Lampu penghancur warna tekstil ini dapat menghancurkan zat pewarna yang terkandung dalam limbah tekstil yang telah tercampur dengan air sehingga yang akan dibuang ke lingkungan sudah dalam bentuk zat dengan kandungan yang aman.

BAB 2

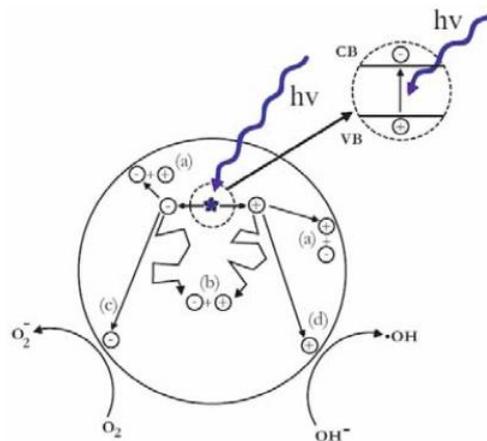
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Semikonduktor TiO_2

Salah satu semikonduktor ber-*bandgap* lebar yang sering digunakan yaitu *Titanium Dioxide* (TiO_2). TiO_2 mempunyai selisih *band gap* lebar yaitu sebesar 3,2 eV (energi celah) dengan rentang -1,2 eV – 2,0 eV. TiO_2 juga sering digunakan karena inert, tidak berbahaya, dan semikonduktor yang murah, selain memiliki karakteristik optik yang baik (Nadeak, 2012). TiO_2 murni hanya memiliki efisiensi fotokatalitik sebesar 5% dari energi matahari. Oksida logam titanium (TiO_2) banyak dilaporkan sebagai material semikonduktor yang aktif sebagai fotokatalis. Aktivitas fotokatalis (fotoaktivitas) TiO_2 dapat ditingkatkan melalui pengembangan pada material pendukung. Salah satu penerapan fotokatalis TiO_2 yang banyak berkembang adalah usaha untuk meminimalkan zat organik berbahaya disebabkan oleh pencemaran limbah industri maupun limbah rumah tangga (Fatimah, 2005).

2.2 Efek Fotokatalisis TiO_2

Fotokatalisis merupakan suatu proses yang dapat diterapkan untuk pemulihan lingkungan. Fotokatalisis memanfaatkan foton (cahaya) tampak atau ultraviolet untuk mengaktifkan katalis yang kemudian bereaksi dengan senyawa kimia yang berada pada atau dekat dengan permukaan katalis. Reaksi fotokatalisis diawali ketika partikel TiO_2 mengabsorpsi foton dari cahaya, kemudian pasangan elektron-hole akan terbentuk dalam semikonduktor. Elektron dan hole pada permukaan semikonduktor masing-masing berperan sebagai reduktor dan oksidator. Pasangan elektron-hole ini akan berekombinasi, yaitu kembali ke keadaan awal dan melepaskan energi foton terabsorpsi sebagai panas atau bermigrasi ke permukaan dan bereaksi dengan senyawa teradsorpsi.



Gambar 1. Skema proses fotokatalisis.

Rekombinasi elektron-hole dapat terjadi pada permukaan semikonduktor atau di bulk semikonduktor. Pada permukaan partikel, elektron *fotogenerasi* dapat mereduksi oksigen menjadi anion superoksida dan *hole fotogenerasi* dapat mengoksidasi OH^- atau air untuk membentuk radikal hidroksil.

Proses fotokatalitik, ketika semikonduktor mengabsorpsi cahaya yang berenergi sama atau lebih besar dari energi celah pita maka akan terjadi pemisahan muatan atau fotoeksitasi dalam semikonduktor. Elektron (e^-) akan tereksitasi ke pita konduksi meninggalkan lubang positif (h^+) pada pita valensi. Lubang positif ini memiliki afinitas yang tinggi terhadap oksigen dalam molekul H_2O yang teradsorpsi pada permukaan semikonduktor, sehingga akan bereaksi menjadi OH^- dan H^+ . Radikal hidroksil merupakan spesi yang sangat reaktif menyerang molekul-molekul organik dan mendegradasinya

menjadi CO_2 dan H_2O serta ion halida, jika molekul organik mengandung atom halogen. Oksidasi terhadap molekul organik ini bersifat tidak selektif. Pada proses fotokatalitik konvensional, digunakan titanium dioksida serbuk untuk mendegradasi polutan organik, tetapi penggunaannya memberikan dua hambatan yang cukup serius. Pertama, diperlukannya tahap pemisahan TiO_2 dari suspensi. Pemisahan ini memerlukan waktu yang lama dan biaya yang mahal. Kedua, dalam sistem suspensi, penetrasi sinar UV menjadi terbatas karena absorpsi yang kuat dari TiO_2 . Oleh karena itu untuk mengatasi masalah ini digunakan TiO_2 yang diimobilisasi pada suatu zat pendukung, biasanya pada logam atau silika. Beberapa peneliti, telah melakukan imobilisasi TiO_2 /karbon aktif untuk proses fotodekomposisi propilamida, didapatkan bahwa laju fotodekomposisi semakin besar dengan adanya karbon aktif pada film fotokatalis hingga mencapai jumlah optimal (Andayani, 2006).

BAB 3

METODE PELAKSANAAN

3.1 Waktu dan Tempat

Kegiatan pembuatan *TxL-Lampini* dilaksanakan di Bengkel dan Laboratorium Biofisika Material Departemen Fisika, Institut Pertanian Bogor, mulai bulan Maret 2014 sampai bulan Juni 2014.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah lampu UV 24 watt, *beaker glass*, kertas lakmus, *hair dryer*. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bubuk TiO_2 (Degussa P25), HNO_3 , Triton X-100, dan methylen blue.

3.3 Metode

1. Penyiapan Suspensi nanokoloid TiO_2

Pembuatan suspensi dengan mencampurkan 1 gram bubuk TiO_2 dengan 2 mililiter HNO_3 diaduk dalam mortar, setelah tercampur tambahkan triton 1 tetes, suspensi yang telah dibuat kemudian di lapisi pada silinder penutup lampu. Keringkan menggunakan *hair dryer*.

2. Pelapisan TiO₂

Silinder penutup lampu yang telah disiapkan dicuci permukaannya dengan air sabun, kemu dian dibilas dengan *acetone* hingga tidak ada lapisan minyak. Selanjutnya silinder dilapisi oleh suspensi nanokoloid TiO₂. Lapisan TiO₂ akan menempel pada permukaan dalam silinder. Setelah itu dikeringkan menggunakan pengering rambut (hair dryer).

3. Perancangan Reaktor Fotokatalisis

Reaktor dibuat dari beaker glass. Silinder berlapis nanokoloid TiO₂ dipasang pada tutup gelas dan menutupi lampu, lampu dimasukkan ke dalam reaktor yang diisi larutan pewarna tekstil. Bagian silinder yang berlapis nanokoloid TiO₂ harus tercelup seluruhnya di dalam larutan pewarna.



Gambar 2. Rancangan reaktor yang akan dibuat

4. Mekanisme Proses Fotokatalisis

Reaksi fotokatalisis diawali ketika partikel TiO₂ mengabsorpsi foton dari cahaya, kemudian pasangan elektron-hole akan terbentuk dalam semikonduktor. Elektron dan hole pada permukaan semikonduktor masing masing berperan sebagai reduktor dan oksidator. Pasangan elektron-hole ini akan berekombinasi, yaitu kembali ke keadaan awal dan melepaskan energi foton terabsorpsi sebagai panas atau bermigrasi ke permukaan dan bereaksi dengan senyawa teradsorpsi. Ion hidroksida teradsorpsi dan molekul air membentuk radikal hidroksil melalui mekanisme oksidasi dengan cara mengikat hole, kemudian akan mengawali serangkaian reaksi redoks yang kompleks pada permukaan zat. Radikal hidroksil dihasilkan pada permukaan titanium dioksida, radikal-radikal ini dapat teradsorpsi pada permukaan titanium dioksida atau berdifusi ke dalam larutan. Radikal hidroksil dapat mengoksidasi molekul kontaminan organik.

5. Pengujian dan Pengamatan

Pengujian suspensi yang dibuat dengan menggunakan sampel limbah yaitu masukkan air dalam gelas ukur ukuran 250 ml kira-kira 200ml kemudian tambahkan 5ml metylen blue kedalamnya. *TxL-Lamp* dihubungkan ke sumber listrik PLN, reaktor dihidupkan. Pengamatan langsung dimulai. Pengamatan dilakukan berturut-turut dalam selang 5 menit, 10 menit, 15 menit, 30 menit, 45 menit hingga larutan menjadi bening. Gambar akan diambil pada setiap pengamatan. Perubahan warna larutan akan terlihat dari warna pekat berangsur memudar

BAB 4

HASIL YANG DICAPAI

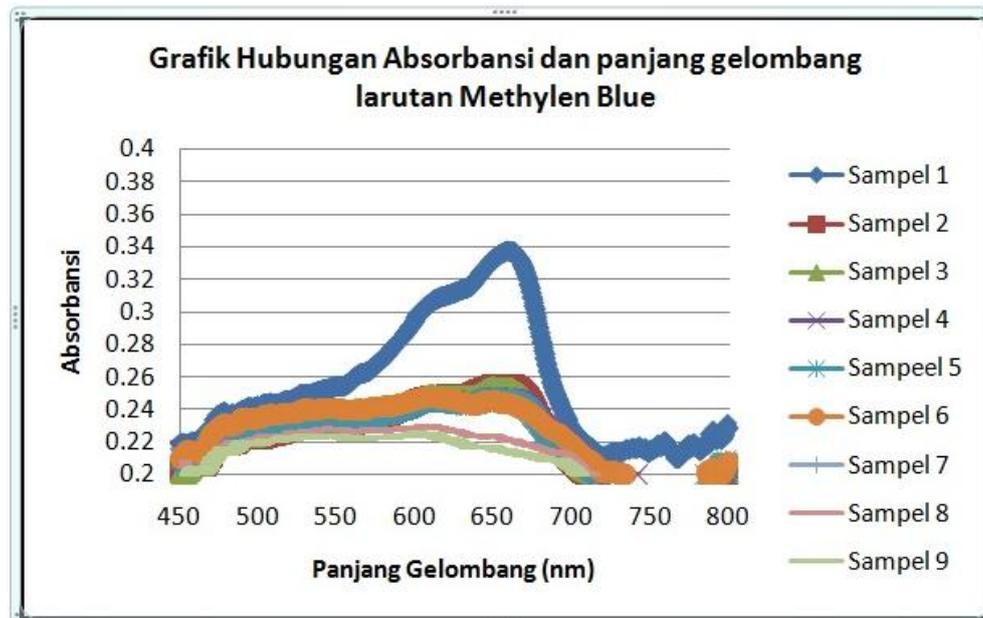
Setelah dilakukan beberapa kali pengulangan untuk mendapatkan formula yang tepat akhirnya didapatkan formula suspensi yang telah terbukti efektif mendegradasi larutan metylen blue sebagai sampel limbah pewarna tekstil yaitu terdiri dari TiO_2 , Triton-X, HCl, dan sedikit aquades. Modifikasi pada reaktor juga telah didapatkan, dengan mendesain lampu serta komponen pada reaktor yang lain.

Dilakukan pengujian dengan menggunakan dua daya lampu yang berbeda, hasilnya dapat dilihat dalam tabel dibawah

Daya Lampu	Volume air	Konsentrasi Metylen Blue	Waktu Mendegradasi	pH
9 watt	2000 ml	20 ml	48 jam	7
11 watt	2000 ml	20 ml	42 jam	7

Dapat dilihat dari hasil table diatas bahwa daya lampu mempengaruhi waktu mendegradasi limbah. Dan untuk lebih meyakinkan kembali bahwa limbah telah terdegradasi, maka dilakukan pengujian dengan spektrofotometer uv-vis. Dilakukan pada sampel yang menggunakan lampu 11 watt. Diambil 9 sampel dimana setiap sampelnya diambil setiap 3 jam dan 6 jam sekali.

Dari grafik dibawah dapat dilihat bahwa pada sampel pertama konsentrasi metylen blue masih pekat kemudian berangsur-angsur setelah sampel ke 9 yaitu setelah 42 jam, konsentrasi *metylen blue* berkurang dibuktikan dengan absorbansi metylen blue semakin rendah yang membuktikan bahwa sudah tidak ada metylen blue yang diserap lagi.



DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, Winarti., Sumartono, Agustin., 2006. *Karakterisasi Katalis Tio₂ Dan Tio₂/Karbon Aktif Yang Diimobilisasi Pada Pelat Titanium Dan Uji Aktivitasnya Sebagai Fotokatalisis*. Vol. 1 (2).
- C, Purnawan., Patiha., A.A, Qodri., 2011. *Fotodegradasi Zat Warna Remazol Yellow Fg Dengan Fotokatalis Komposit Tio₂/Sio₂*. Jurnal Ekosains. Vol. III. No. 1
- Fatimah, Is., Wijaya, Karna., 2005. *Sintesis Tio₂/Zeolit Sebagai Fotokatalis Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka Secara Adsorpsi-Fotodegradasi*. Teknoin, Vol. 10, No. 4.
- Hawley, 1981, *Condensed Chemical Dictionary*, Eleventh ed. Van Nortrand Reinhold, New York.
- Merck Index, 2006, *Chemistry Constant Companion, Now with a New Additon*, Ed 14Th, 1410, 1411, Merck & Co., Inc, Whitehouse Station, NJ, USA
- Nadeak, Sahat Marthua Reynard., Susanti, Diah., 2012. *Variasi Temperatur Dan Waktu Tahan Kalsinasi Terhadap Unjuk Kerja Semikonduktor Tio₂ Sebagai Dye Sensitized Solar Cell (Dssc) Dengan Dye Dari Ekstrak Buah Naga Merah*. Jurnal Teknik Its, Vol11.
- Tjahjanto ,Rachmat Triandi., Gunlazuardi, Jarnuzi., 2001. *Preparasi Lapisan Tipis Tio₂ Sebagai Fotokatalis: Keterkaitan Antara Ketebalan Dan Aktivitas Fotokatalisis*. Volume 5, Nomor 2.

Lampiran 1. Justifikasi Anggaran Kegiatan

A. Peralatan Penunjang

Materi	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Harga (Rp.)
Lampu UV, 9 watt	mengaktifkan TiO ₂	4	150.000	600.000
Lampu UV, 11 watt	mengaktifkan TiO ₂	4	200.000	800.000
Kabel-kabel, dll	Asesori reactor	4 Paket	200.000	800.000
Gelas Ukur	Tempat pembuatan suspense	2 buah ukuran 250ml 2 buah ukuran 200ml	63.000	250.000
Semikonduktor Bubuk TiO ₂ (Degussa P25)	Sebagai bahan aktif fotokatalisis	1 botol (100gr)	2.100.000	2.100.000
Kaca Preparat	Media pelapisan suspense	1 dus	100.000	100.000
Kuas	Alat untuk melapisi	2 buah	1.500	3.000
Akuarium	Komponen reactor	2 buah	35.000 45.000	80.000
Pipet	Sebagai alat penunjang	1 buah	5.500	5.500
Kaca	Komponen reactor	5 buah	3.000	15.000
Beaker glass 500ml	Tempat pengujian sampel	1 buah	55.000	55.000

Mika	Penyangga lampu	1 buah ukuran (10×10) cm	25.000	25.000
Silinder mika	Komponen reactor	3 buah	45.000	135.000
Tempat sampel	Sebagai penyimpan sampel	30 buah	5000	150.000
Kertas Lakmus (pH-Indicator strips)	Menguji nilai pH larutan	2 paket	200.000	400.000
Total				5.518.500

B. Bahan Habis Pakai

Materi	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Harga (Rp.)
HNO ₃	Sebagai katalis pada pembuatan koloid TiO ₂	1 botol (1000ml)	800.000	800.000
HCl	Sebagai katalis pada pembuatan koloid TiO ₂	1 botol (1000ml)	50.000	50.000
Triton X -100	Sebagai surfaktan pendispersi TiO ₂	1 botol (250 ml)	1.000.000	1.000.000
Methylene Blue	Material pewarna textile	1 botol (25 gr)	700.000	700.000
PEG	Perekat	25gr	300.000	300.000
PVA	Perekat	10gr	200.000	200.000
Lem Araldite	Perekat untuk reaktor	1 buah	23.000	23.000
Lem Kaca	Perekat untuk membuat reactor dari kaca	1 buah	13.500	13.500

Lem pipa	Perekat suspense	2 buah	45.000	90.000
TiCl ₃	Prekursor pembuat sol TiO ₂	1 botol 500 ml	1.250.000	1.250.000
Amoniak (NH ₄)	Pereaksi larutan TiCl ₃	1 botol	300.000	300.000
Etanol	Bahan pereaksi larutan, dan sebagai pembersih	1 botol	100.000	100.000
Total				4.826.500

C. Perjalanan

Tujuan	Maksud	Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Harga (Rp.)
Pembelian bahan	Pembelian bahan habis pakai dan peralatan penunjang	2 kali perjalanan	50.000	50.000
Pembelian bahan reactor	Pembelian bahan-bahan tambahan untuk pembuatan reactor	2 kali perjalanan	46.000	46.000
Pembelian Mika	Komponen reactor	1 kali perjalanan	24.000	24.000
Pembelian kertas lakmus	Untuk uji pH	1 kali perjalanan	20.000	20.000
Pembelian bahan terbaru	Untuk pembuatan formula suspense yang baru terdiri dari amoniak dan etanol	2 kali perjalanan pulang pergi	50.000	100.000
Total				240.000

D. Lain-lain

Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Keterangan
Usulan PKM	Pencetakan dan penjilidan	3 rangkap	20.000	60.000

Laporan Kemajuan	Pencetakan dan penjiilidan	1 rangkap	10.000	10.000
Logbook	Pencetakan (logbook)	1rangkap	10.000	10.000
Poster	Pembuatan dan desain poster	1 buah	100.000	100.000
Biaya tak terduga	-	-	-	200.000
Subtotal (Rp)				380.000
Total Keseluruhan Dana yang Telah Digunakan(Rp)				10.965.000
Dana Hibah Dikti (Rp)				10.500.000
Dana Hibah Tanoto(Rp)				500.000
Total Keseluruhan Dana Hibah (Rp)				11.000.000

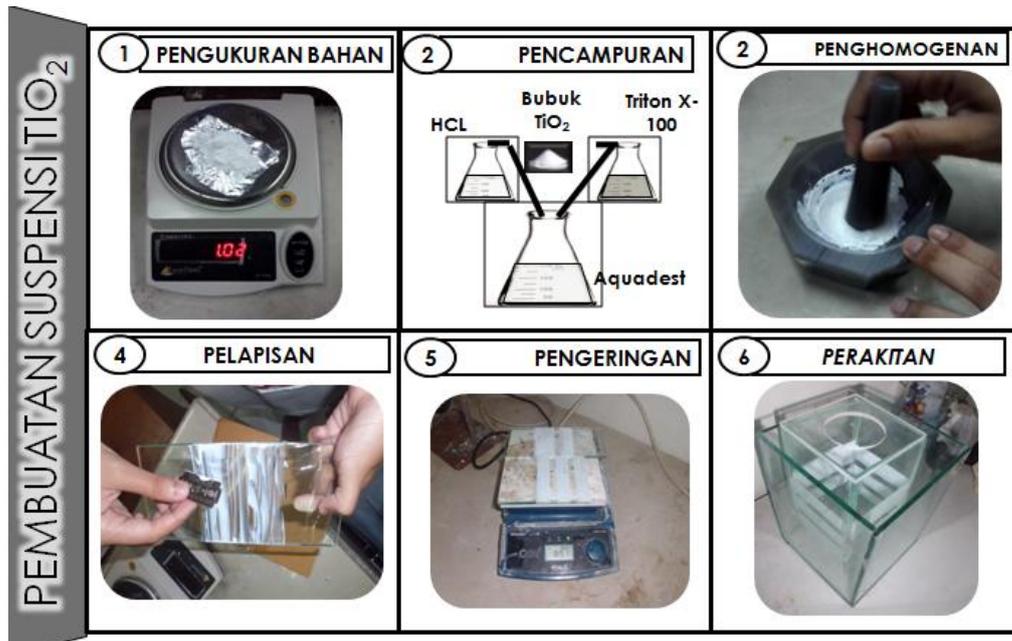
DOKUMENTASI



BAHAN

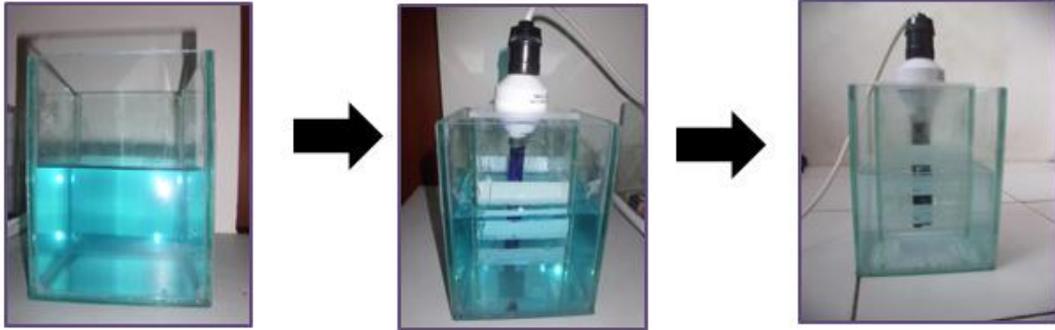
1. Bubuk TiO_2 (Degussa P25)
2. Triton X-100
3. HCl
4. Aquadest
5. Methylen blue

1. Pembuatan Suspensi dan Pembentukan Reaktor



2. Pengujian Sampel

1. Pengujian dengan daya lampu 9 Watt



2. Pengujian dengan daya lampu 11 Watt



Ket : sampel di atas di ambil per 5 jam selama 42 jam (2 hari)

3. Pembuatan Suspensi dengan metode lainya



