



LAPORAN HIBAH PENGAJARAN PROYEK DUE-LIKE BATCH III



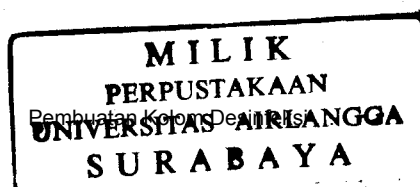
✓

**PEMBUATAN KOLOM DESINFEKSI BAKTERI *E. COLI*.
DAN DEGRADASI POLUTAN ORGANIK DENGAN
FOTOKATALISIS TiO_2**

Oleh :
**Drs. Hamami MSi.
Ir. D.S.Herminingsih
Dra. Hartati MSi**

002407141

**PROGRAM STUDI KIMIA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
Desember, 2004**



**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HIBAH PENGAJARAN PROYEK DUE-LIKE BATCH III
PERIODE ANGGARAN 2004**

1. Judul : Pembuatan Kolom Desinfeksi bakteri *E. Coli* dan degradasi polutan organik dengan fotokatalisis TiO_2
2. Penanggung jawab
 - a. Nama : Drs. Hamami. MSi.
 - b. Nip : 131932686
 - c. Pangkat bat : Penata Muda Tkl / III C
 - d. Jabatan : Lektor
 - e. Laboratorium : Kimia Analitik
 - f. Jurusan : Kimia
 - g. Bidang keahlian : Kimia Anorganik
3. Personalia
 - a. Nama : Ir. D.S.Herminingsih
Bidang keahlian : Kimia Anorganik
Tugas dalam tim : Pembuatan Bahan Ajar
 - b. Nama. : Dra Hartati MSi.
Bidang keahlian : Kimia Anorganik
Tugas dalam tim : Pembuatan Bahan Ajar
4. Deskriptif mata kuliah
 - a. Nama mata kuliah : Kimia Anorganik II
 - b. Kode mata kuliah : KIN 203
 - c. Semester : IV (ke empat)
5. Jangka waktu kegiatan : 1 Semester
6. Biaya yang diperlukan : Rp 10.000.000, (Sepuluh Juta Rupiah)

Mengetahui
Dekan Fakultas MIPA




Drs. H.A. Latif Burhan MS
NIP: 131286709

Surabaya, 10 Desember 2004
Penanggung Jawab

Drs. Hamami MSi
NIP: 131932686

Mengetahui
Direktur Eksekutif LPIU-DUE-Like
Universitas Airlangga



Tiilik Sri Tjahlandari PHD
NIP: 131801627

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT kita panjatkan atas segala karunia, sehingga hibah pengajaran pembuatan modul IBA dan bahan ajar untuk mata kuliah Kimia Anorganik II proyek DUE – like Batch III dapat di selesaikan.

Pada kesempatan ini juga tim mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada

1. DIRJEN DIKTI yang telah memberikan kepercayaan kepada kami untuk dapat mengkorikan suatu produk dan Bahan Ajar melalui prospek DUE LIKE Batch III ini.
2. Direktur LPIU yang telah memberikan kesempatan kepada tim kami ikut berperan aktif dan proyek DUE – like Batch ini melalui pembuatan modul IBA dan Bahan ajar.
3. Ketua jurusan KIMA FMIPA Universitas Airlangga yang telah menyediakan segala fasilitas yang kami butuhkan demi tersusunnya modul IBA dan Bahan ajar Kimia anorganik II.
4. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu kami sehingga selesainya laporan ini.

Modul dan bahan ajar masih banyak kekurangan sehingga akan terus di sesuaikan sesuai perkembangannya.

Tim Pengajar
Mata kuliah Kimia Anorganik II

RINGKASAN

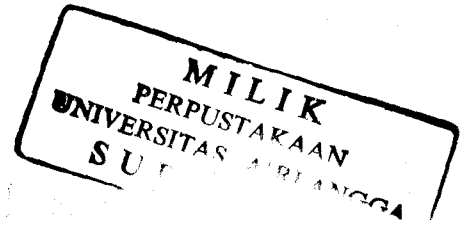
Indonesia merupakan salah satu negara dengan jumlah penduduk terbesar di dunia. Sekarang ini pada nomor urut ke – 4 setelah Cina, India dan USA . Dengan demikian jumlah penduduk semakin besar kebutuhan akan air bersih serta layak minum juga sangat besar. Kondisi mengakibatkan potensi bisnis dalam penyediaan air layak minum juga sangat pesat perkembangannya.

Mahasiswa sebagai salah satu aset bangsa yang nantinya setelah lulus tentunya akan terjun ke masyarakat, mengabdikan ilmunya baik sebagai pekerja pada instansi pemerintah maupun Swasta. Akan lebih mereka bisa menciptakan lapangan kerja sendiri dengan berwira swasta mengamalkan ilmu yang mereka peroleh. Oleh sebab itu perlu dibangkitkan jiwa kewirausahaan para mahasiswa, melalui mata kuliah-mata kuliah yang diambil mereka selama di bangku kuliah oleh sebab itu pada mata kuliah kimia anorganik II ini disisipkan materi yang diharapkan bisa membangkitkan jiwa kewirausahaan itu yaitu dengan memanfaatkan sifat semikonduktor TiO_2 dalam desinfeksi *E. Coli* dan degradasi polutan senyawa organik pada air minum.

Kegiatan ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah modul IBA yang dapat digunakan untuk memberikan rangsangan dari ide untuk berwira usaha bagi mahasiswa sehingga kelak jika mereka sulit memperoleh pekerjaan atau untuk membuat usaha sampingan selain pekerjaan utama mereka, dapat digunakan. Disamping itu, kegiatan ini juga bertujuan untuk menghasilkan sebuah bahan ajar yang dapat dipergunakan oleh mahasiswa. Dengan adanya bahan ajar ini, diharapkan mahasiswa akan lebih mudah dalam memahami materi yang di berikan.

DAFTAR ISI

Ringkasan	iv
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Uraian dan Tujuan	1
1.2. Pelaksanaan kegiatan	2
1.3. Pelaksana kegiatan	3
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Titanium oksidasi (TiO ₂).....	4
2.1.1. Semikonduktor.....	4
2.1.2. Semikonduktor TiO ₂	5
2.1.3. Struktur Kristal TiO ₂	6
2.1.4. Foto Katalisis	7
2.1.5. Mekanisme fotokatalisis	8
2.2 Tinjauan tentang Air	9
2.2.1 Syarat - syarat air minum	10
2.2.2 Pengolahan Kimiawi	13
2.3. Degradasi senyawa organik dan Disinfeksi <i>E.Coli</i>	14
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	18
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	19
Daftar Pustaka	
Lampiran	



BAB I PENDAHULUAN

1.1 URAIAN DAN TUJUAN

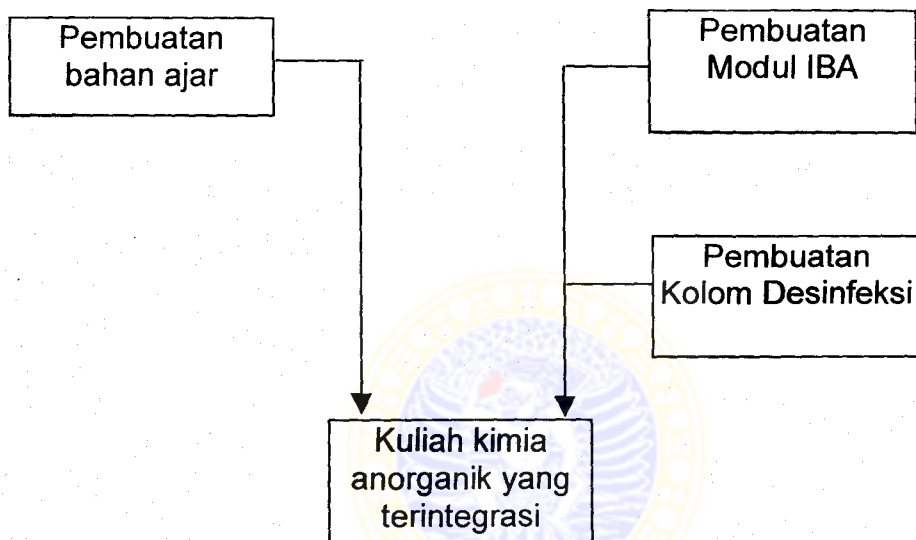
Pemahaman mahasiswa terhadap materi suatu mata kuliah sangat tergantung pada berbagai faktor. Faktor utama tentunya dosen dalam memberikan perkuliahan. Kuliah yang baik tentu terjadinya transfer ilmu yang diajarkan dari dosen ke mahasiswa bersangkutan. Banyak sekali perangkat yang bisa di gunakan untuk dapat di gunakan dalam hal ini adalah bahan ajar yang diberikan kepada mahasiswa. Kendala yang sering di pahami oleh mahasiswa atau dosen bersangkutan adalah materi-materi kuliah yang tersebar di beberapa buku. Langkah yang baik di lakukan para dosen dalam hal ini adalah merangkum /menglomplisasi materi-materi tersebut dalam suatu modul bahan ajar yang terintegrasi sesuai dengan silabi mata bersangkutan. Diharapkan dengan pembuatan bahan ajar yang disusun sebaik mungkin dengan silabi yang ada, yang ada, acara perkuliahan dan capain mahasiswa terhadap mata kuliah tersebut menjadi tercapai sesuai dengan yang diharapkan.

Selain membuat modul bahan ajar kami juga membuat modul IBA, modul ini di buat secara terintegrasi dengan silabi mata kuliah anorganik II. Tujuan pembuatan modul IBA dimaksudkan untuk : pertama, memacu jiwa wirausaha-mahasiswa yang selama ini dirasakan kurang. Sehingga jiwa enterpreniusrshipnya bisa ditumbuh kembangkan, Kedua, membantu mahasiswa setelah lulus nanti dapat memilih alternatif membuka usaha sendiri sesuai dengan disiplin latar belakang ilmu yang dipunyainya yaitu ilmu kimia. Pemanfaatan bahan alam anorganik yang melimpah saat ini untuk usaha yang dapat dikembangkan seperti teknologi pengolahan air minum mempunyai masa depan yang cerah. Potensi bisnis ini

sangat besar dan akan berkembang terus sesuai dengan kebutuhan air bersih manusia.

1.2 PELAKSANAAN KEGIATAN

Pelaksanaan kegiatan pembuatan modul IBA yang terintegrasi dengan bahan ajar sendiri melalui tahapan sebagai berikut :



Secara ringkas pelaksanaan kegiatan dapat dijabarkan demikian. Sekarang sedang disusun bahan ajar lengkap kimia anorganik II sesuai dengan silabi. Sedangkan modul IBA sudah dikerjakan mengambil salah satu topik pokok bahasan unsur-unsur transisi deret I. Karena senyawa bahan alam anorganik yang dimanfaatkan dalam hal ini adalah TiO_2 merupakan oksida dari Ti. Sedangkan kolom desinfeksi Baterai *E. Coli* dan degradasi polutan anorganik sedang dirancang. Sehingga pada waktu kuliah anorganik II nantinya pada topik pokok bahasan unsur transisi deret I modul IBA dan alat yang dibuat dapat disampaikan dan diperagakan ke mahasiswa.

1.3. PELAKSANA KEGIATAN

3.1. Penanggung Jawab Kegiatan

1	Nama Lengkap	Drs. Hamami, Msi
2	Pangkat /Golongan	Penata Tk I / III C
3	Bidang Keahlian	Kimia Anorganik
4	Jabatan	Lektor
5	Tugas	- Membuat bahan ajar - Membuat modul IBA
6	Alamat	Jurusan Kimia FMIPA Unair Kampus C Jl. Mulyorejo Surabaya 60115.

3.2 Nama Anggota

No	Nama Lengkap	Pangkat /golongan	Bidang keahlian	Tugas
1	Dra. Hartati, MSI	Pembina IV a	Kimia Anorganik	Membuat bahan ajar
2	Ir.D.S. Herminingsih	Pembina / IV a	Kimia Anorganik	Membuat bahan ajar

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Titan Dioksida (TiO₂)

Penelitian tentang pemanfaatan TiO₂ sebagai fotokatalisis telah berkembang pesat selama beberapa tahun terakhir sejak diperkenalkan oleh Fujishima dan Honda (1972) tentang fotokatalisis elektrokimia air pada elektroda semikonduktor TiO₂ yang diiradiasi dengan sinar ultraviolet (UV) dan terjadi pemecahan molekul air menghasilkan oksigen dan hydrogen.

Penemuan ini mendorong dikembangkannya suatu teknik pemanfaatan semikonduktor TiO₂ misalnya untuk pengolahan air minum dan limbah baik limbah cair maupun gas. Berbagai keuntungan yang diperoleh dari penggunaan TiO₂ sebagai fotokatalisis antara lain reaksi menghasilkan produk mineral yang tidak berbahaya, mudah dan murah karena dapat menggunakan sinar matahari sebagai sumber sinar UV.

2.1.1 Semikonduktor

Berdasarkan daya hantar listriknya (σ), sifat listrik suatu zat padat dapat dikelompokkan menjadi tiga macam (Kittel, 1986), yaitu sebagai berikut:

1. Konduktor

Konduktor merupakan suatu bahan yang dapat dengan mudah menghantarkan listrik dengan nilai konduktivitas sebesar 10^4 - $10^6 \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$.

2. Isolator

Isolator merupakan bahan dengan daya hantar listrik yang lemat atau tidak sama sekali dengan nilai konduktivitas sebesar 10^{-15} - $10^{-3} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$.

3. Semikonduktor

Semikonduktor merupakan suatu bahan dengan daya hantar listrik berada antara konduktor dan isolator dengan nilai konduktivitas 10^5 - 10^3

Selain perbedaan tersebut, diantara ketiganya juga mempunyai perbedaan pada struktur pita yaitu, pita valensi terisi penuh atau hanya sebagian dan besarnya celah (band gap) antara pita valensi dan pita pita konduksi. Semikonduktor memiliki pita valensi yang terisi penuh dan pita konduksi yang kosong. Antara kedua pita ini terdapat jarak yang biasa disebut celah pita dan umumnya energi celah pada semikonduktor tidak terlalu besar (0,5-3,0ev) dibandingkan dengan isolator (6,0ev). Energi electron yang memiliki energi cukup akan naik ke pita konduksi sedangkan pada isolator hanya sedikit electron yang dapat naik ke pita konduksi atau dapat diabaikan.

Bahan semikonduktor dapat dibedakan menjadi 2 kelompok yaitu semikonduktor intrinsic dan semikonduktor d ekstrinsik. Semikonduktor intrinsic d merupakan bahan semikonduktor murni yang disusun oleh atom-atom sejenis yang berkaitan secara kovalen dan belum disisipi oleh atom lain untuk mengatur konduktivitasnya. Jika atom yang disisipkan memiliki elctron valensi yang lebih besar maka disebut semikonduktor tipe-n, contohnya Ge(golongan IVA) disisipi atom AS (golongan VA). Jika atom yang disisipkan memiliki electron valensi yang lebih kecil maka disebut semikonduktor tipe-p, contohnya (golongan IVA) disipi Ga (golongan III A).

2.1.2 Semikonduktor TiO₂

Semikonduktor fotokatalis adalah teknologi yang diharapkan dapat digunakan untuk menghilangkan cat berbahaya hasil industri yang mencemari lingkungan perairan. Semikonduktor yang biasa digunakan dalam proses katalisis dapat digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu kelompok oksida seperti TiO₂, WO₂, ZnO, Fe₂O₃, PbO₂ dan kelompok sulfida seperti CuS dan FeS. Semikonduktor oksida dan sulfida tersebut memiliki energi celah yang cukup untuk mengatalisis reaksi kimia, seperti TiO₂ (E_g = 2,8ev), WO₃(E_g=2,8 ev), SrTiO₃ (E_g=3,2ev) dan lain-lain. Criteria utama semikonduktor untuk fotokatalisis senyawa organic adalah potensial redoks H₂O/OH⁻ (OH⁻ → H+e⁻, E = -2,8 ev) harus berada pada

daerah celah pita suatu bahan dan harus stabil selama proses fotokatalisis.

TiO₂ mempunyai berat molekul 79,90 titik leleh 1870⁰ C dan density 4,0. Pembuatan TiO₂ dari garam titanium dalam pelarut air, oksidasi senyawa anorganik titanium dengan oksigen atau hidrolisis senyawa organik yang mengandung titanium.

Semikonduktor TiO₂ merupakan katalis yang banyak dipilih untuk aplikasi secara luas karena TiO₂ bersifat inert, relatif murah, tidak beracun serta stabil terhadap foto dan fotokimia. TiO₂ memiliki tiga bentuk kristal yaitu brookit, anastase dan rutil sedangkan bentuk yang aktif untuk fotokatalisis adalah tipe anastase. Keunggulan semikonduktor anastase adalah lebih stabil secara kimia, tidak beracun, mudah, mempunyai aktivitas fotokatalisis yang tinggi serta tahan terhadap asam dan basa kuat.

Fotokatalisis semikonduktor TiO₂ dipengaruhi oleh intensitas sinar UV yang masuk pada sistem reaktor. TiO₂ dalam air yang disinari oleh UV akan membentuk hole positif pada pita valensi dan electron pada pita konduksi dan reduksi yang menjadi dari degradasi fotokatalitik (Hoffman, 1995), radikal hidroksiakan dihasilkan oleh oksidasi air pada pita valensi dari TiO₂ pada permukaan semikonduktor, lubang positif dapat bereaksi dengan H₂O dan membentuk radikal OH. Electron pada pita konduksi mungkin bereaksi dengan molekul O₂ membentuk ion superoksida yang selanjutnya membentuk radikal OH, radikal OH sangat reaktif menyerang polutan dan mendegrasinya menjadi CO₂ dan H₂O.

2.1.3 Struktur kristal semikonduktor TiO₂

Titanium dioksida memiliki tiga struktur kristal yaitu rutil, anastase dan brookit. Aktivitas fotokatalisis paling besar diperoleh oleh kristal TiO₂ anastase pada temperatur kalsinasi 500⁰ C (Weng, 1993.) Aktivitas yang besar ini disebabkan oleh sedikitnya fasa amorf, tingginya komposisi anastase, besarnya luas permukaan katalis. Akibat perbedaan dalam metode pembuatan dan bahan awal dari katalis itu sendiri.

Struktur rutil dan anastase dapat digambarkan dalam rantai oktahedron TiO_6 . Tiap-tiap ion Ti^{4+} dikelilingi oleh 6 ion O_2^- membentuk struktur oktahedron. Oktahedron dalam rutil tidak teratur dan menunjukkan sedikit distorsi ortorombik. Jarak rata-rata Ti-Ti pada anastase (3,79 dan $3,04\text{\AA}$) sedangkan jarak Ti-O pada anastase (1,934 dan $1,980\text{\AA}$). Pada struktur rutil, tiap oktahedron akan berinteraksi dengan 10 oktahedron tetangga sedangkan pada struktur anastase masing-masing oktahedral berhubungan dengan 8 oktahedral tetangganya. Perbedaan pola ini menyebabkan perbedaan densitas massa dan struktur pita electron antara dua bentuk kristal TiO_2 .

2.1.4. Fotokatalisis.

Pengertian fotokatalisis terdiri atas fotokimia dan katalisis serta menunjukkan diperlukan cahaya dan katalis untuk melangsungkan suatu transformasi kimia. Transformasi atau reaksi yang diinduksikan oleh sinat tersebut terjadi pada permukaan suatu katalis.

Katalisis adalah proses yang dapat meningkatkan laju reaksi secara kintetika dan katalis ini dapat digunakan kembali pada akhir tiap akhir katalisis. Suatu reaksi yang melibatkan cahaya dan katalis secara bersama-sama disebut reaksi forokatalis. Katalis ini dapat mempercepat fotoreaksi melalui interaksinya. Dengan substrat baik dalam keadaan dasar maupun dalam keadaan tereksitasinya atau dengan fotoproduk utamanya, tergantung pada mekanisme fotoreaksi tersebut.

Berdasarkan fasanya, fotokatalisis dibagi dua yaitu:

1. Fotokatalisis homogen, merupakan suatu proses fotokatalisis satu fasa antara substrat dengan katalis. Pada umumnya katalis berupa oksidator seperti ozon (O_3) dan hydrogen perokida (H_2O_2).
2. Fotokatalisis heterogen, merupakan suatu proses fotokatalisis dua fase yang dilakukan dengan bantuan semikonduktor. Semikonduktor yang dipakai dalam proses ini adalah titanium dioksida (TiO_2), seng oksida (ZnO) dan kadmium sulfida (CdS).

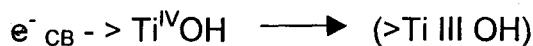
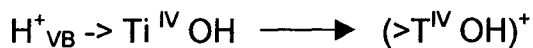
2.1.5 Mekanisme fotokatalisis semikonduktor TiO₂

Jika semikonduktor TiO₂ disinari dengan sinar UV maka akan membentuk lubang positif dipita valensi dan elektron dipita konduksi. Kedua pembawa muatan itu energi dengan cepat menuju permukaan katalis (beberapa pikosekon untuk e⁻_{CB}) dan beberapa nanosekon untuk h⁺_{VB}), berdasarkan pengukuran fotolisis sinar laser. Karakteristik waktu pada langkah mekanisme fotokatalisis adalah sebagai berikut:

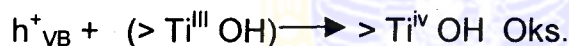
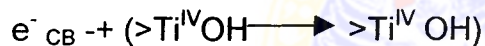
1. Pembentukan pasangan pembawa muatan (e⁻ dan h⁺) oleh foton



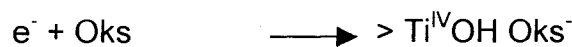
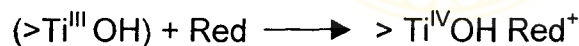
2. Penangkapan pembawa muatan.



3. Rekombinasi pembawa muatan



4. Inisialisasi reaksi oksidasi oleh lubang positif pada pita valensi dan inisiasi reaksi reduksi oleh elektron pada pita konduksi.



5. Reaksi fotokatalisis lebih lanjut yang menghasilkan produk mineral
keterangan :

> TiOH = Permukaan terhidrasi pada TiO₂

e⁻_{CB} = electron pada pita konduksi

e⁻ = elektron pada pita konduksi yang terperangkap

h⁺_{VB} = lubang positif pada pita valensi

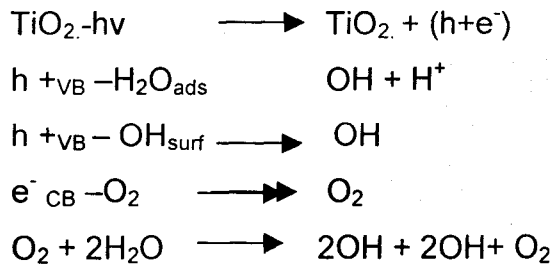
(> Ti^{III} OH)⁺ = lubang positif pita valensi yang terperangkap di permukaan

(> Ti^{IV} OH)⁺ = elektron pita konduksi yang terperangkap di permukaan

Red = Donor elektron (reduktan)

Oks = Akseptor elektron (Oksidan)

Pada permukaan semikonduktor, lubang positif dapat bereaksi baik dengan H₂O yang teradsorpsi secara fisika maupun dengan gugus OH yang teradsorpsi secara kimia untuk membentuk radikal OH sebagaimana pada reaksi berikut :



Elektron-elektron pada pita konduksi kemungkinan bereaksi baik dengan molekul oksigen untuk membentuk ion superoksida untuk membentuk ion superoksida yang selanjutnya. Membentuk radikal OH. Radikal OH sangat reaktif menyerang molekul-molekul organik dan mendegradasinya menjadi CO₂ dan H₂O(dan ion-ion halida lain jika molekul organik mengandung atom-atom halogen). Selain itu OH radikal dapat juga mendegradasi bakteri *Escherichia coli*.

2.2 TINJAUAN TENTANG AIR

Kualitas air baik untuk kehidupan secara langsung misalnya untuk air minum maupun untuk keperluan lainnya, sudah ditentukan berdasarkan persyaratan secara kimia, secara fisis dan secara biologi (bakteriologis). Persyaratan di atas secara internasional ditentukan oleh suatu badan PBB yang mengatur masalah kesehatan dunia yaitu WHO (*World Health Organization*), sedangkan di Indonesia persyaratan kualitas air untuk rumah tangga diatur oleh Departemen Kesehatan Republik Indonesia (DepKes RI).

Air yang ada di permukaan bumi diklasifikasikan menjadi 5 golongan. Klasifikasi didasarkan atas tujuan penggunaan air tersebut. Berdasarkan SK Menteri Negara KLH No. Kep 02/ Men KLH/1998, terbagi atas : golongan A yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan ;golongan B yaitu air baku untuk minum dan keperluan rumah tangga ;golongan C yaitu air yang dapat

digunakan untuk keperluan perikanan peternakan, tidak dapat digunakan untuk A dan B; golongan D yaitu air yang baik untuk keperluan pertanian dan industri, usaha perkotaan, listrik, tenaga air, tidak untuk golongan A, B dan C dan golongan E yaitu air yang tidak sesuai untuk keperluan A, B, C, dan D.

Menurut Fair & Geyer dinyatakan bahwa air yang memenuhi syarat sebagai air minum adalah harus bebas dari pengotoran atau kontaminasi sehingga tidak sempat menyebarkan penyakit kepada pemakainya, bebas dari bahan-bahan beracun, dan tidak mengandung mineral atau bahan organik yang berlebihan (Prasojo, 1990)

2.2.1 Syarat-syarat air Minum

Syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum menurut peraturan Menteri Kesehatan RI No 01/berhukmas/1/1975 adalah sebagai berikut:

1. Bersih betul yaitu jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa apapun, tidak asin, asam, manis, pahit, getir, dan harus memberikan rasa segar saja.
2. Tidak boleh mengandung zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan, misalnya logam-logam berat seperti Cu, Zn, Pb dan sebagainya, melebihi batas syarat yang ditentukan.
3. Tidak boleh mengandung jasad renik (mikroba) penyebab penyakit.

Dari segi kualitasnya, air yang boleh digunakan untuk air minum harus memenuhi 3 persyaratan dibawah ini, yaitu:

1. Syarat fisik

Air harus jernih, tidak boleh berwarna, berasa, berbau, dan suhu air hendaknya sejuk ($\pm 25^{\circ}$ C). Syarat-syarat kekeruhan dan warna harus dipenuhi oleh setiap jenis air minum dimana dilakukan penyingkapan dalam proses pengolahannya.

2. Syarat kimia

Air minum tidak boleh mengandung zat beracun, mineral atau zat-zat kimia tertentu dalam jumlah melampaui batas yang telah ditentukan. Kadar (bilangan) yang disyaratkan

3. Syarat biologi (bakteriologis)

Air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (patogen) sama sekali dan tidak mengandung bakteri golongan coli melebihi batas-batas yang telah ditentukan yaitu 0 coli /100 ml air. Bakteri golongan coli ialah bakteri dari genus *Eschericia*, *Citrobacter*, *enterobacter*, dan *klebsiella* yang hidup pada usus besar(feses) manusia atau hewan berdarah panas. Sedangkan bakteri patogen yang mungkin ada dalam air adalah bakteri *Typsum* sp, *Vibrio Colerae*, bakteri *Dysentirae*, *Entamoeba hystolica* (Suriawiria, 1996).

2.2.2 Teknologi Pengolahan Air Minum

Pengolahan air minum artinya usaha-usaha teknis yang dilakukan untuk mengubah sifat-sifat suatu zat. Pengolahan ini perlu dilakukan pada air minum, karena dengan adanya pengolahan, akan didapatkan suatu air minum yang memenuhi standar baku kualitas air minum.

Pada proses ini terdapat tiga tingkatan pengolahan yaitu: pengolahan fisik, kimiawi, dan biologi/bakteriologis (Sutrisno dan suciastuti,1987)

2.2.3. Pengolahan Fisik Air

Pengolahan fisik yaitu suatu tingkat pengolahan yang bertujuan untuk mengurangi/menghilangkan kotoran-kotoran yang kasar, sisa lumpur dan pasir, serta mengurangi kadar zat-zat organik yang ada dalam air yang akan diolah. Proses pengolahan

fisik ini meliputi : (1) *Bar screen*, yaitu proses penghambatan sampah dan benda-benda terapung yang dilakukan sebelum masuk instalasi, (2) proses prasedimentasi, berfungsi sebagai tempat proses pengendapan partikel seperti lempung dan zat-zat lainnya yang dapat mengendap secara gravitasi, dan memisahkan benda-benda yang tersuspensi (*Suspended matter*). Proses ini merupakan pengolahan pendahuluan (*Preliminary treatment*), sehingga dapat mengurangi beban pengolahan pada proses-proses selanjutnya. Proses ini sangat efektif untuk air baku dengan kekeruhan tinggi, (3) Proses sedimentasi, berfungsi sebagai tempat proses pengendapan secara gravitasi partikel flok yang semakin besar volume dan beratnya. Proses ini dilengkapi dengan bak flokulasi dan klarasi, (4) proses filtrasi, dalam proses penjernihan air minum di kenal 2 macam filter yaitu saringan pasir lambat (*slow sand filter*) dan saringan pasir cepat (*rapid sand filter*).

Partikel tersuspensi dan partikel koloid yang tidak dapat dipisahkan pada proses sebelumnya, dipisahkan dengan proses saringan pasir cepat, yaitu proses penyaringan dengan media granular yang umumnya adalah pasir untuk media tunggal, serta pasir dan antrasit untuk media ganda. Penyaringan dan adsorpsi partikel ini terjadi karena adanya muatan listrik yang berlawanan. Beberapa faktor yang mempengaruhi pemisahan partikel pada proses ini adalah penyaringan yang terjadi pada permukaan filter, sedimentasi yang terjadi di dalam filter, kontak antara partikel flokulan dengan permukaan butir pasir atau dengan partikel flokulan yang telah terdeposit, adsorpsi, koagulasi dan aktivitas biologis yang terjadi di dalam air.

2.2.4. Pengolahan Kimiawi

Pengolahan kimiawi yaitu suatu tingkat pengolahan yang bertujuan untuk menghilangkan kotoran di dalam air yang berbentuk koloidal, menghilangkan dan memperbaiki unsur-unsur kimia yang tidak di kehendaki di dalam air dengan menggunakan bahan kimia. Proses pengolahan kimiawi meliputi : proses penghilangan bau dan warna aerasi, koagulasi, flokulasi dan netralisasi.

Proses penghilangan bau dan warna di lakukan dengan penyerapan (*adsorption*) menggunakan karbon aktif (*activated carbon*). Karbon atau arang yang digunakan dapat berbentuk serbuk (*powder*) atau dapat berbentuk butir-butir (*granular*). Penambahan karbon aktif di lakukan pada saat air keluar dari bak pengendapan menuju penyaringan atau filtrasi. Sedangkan aerasi adalah proses di mana gas dibebaskan dari air atau dilarutkan ke dalam air. Aerasi merupakan salah satu pengolahan pendahuluan (*preminary treatment*) yang tujuan utamanya adalah meningkatkan kadar oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) sehingga mencegah terjadinya proses anaerobik pada proses-proses selanjutnya proses ini dapat juga mengurangi kandungan H_2S , Fe, Mn, CO_2 bebas dan deterjen yang terdapat pada air baku.

Dalam pengolahan air minum, koagulasi didefinisikan sebagai proses yang berfungsi menetralkan muatan listrik dan merubah kestabilan partikel koloid. Produk yang digunakan untuk netralisasi disebut. Koagulan yang paling umum digunakan adalah alumunium sulfat [$Al_2(SO_4)_3$]

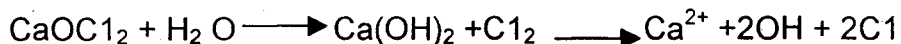
$Al_2(SO_4)_3 + 3Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow 3CaSO_4 + 2Al(OH)_3 + 6CO_2$ sedangkan proses flokulasi adalah proses pembentukan flok hasil penggabungan partikel-partikel kecil dengan cara pengadukan. Produk yang ditambahkan dalam proses ini disebut flokulan (*flocullating agents*). Flokulan dapat

mempercepat laju reaksi atau dapat meningkatkan mutu partikel flok yang terbentuk sehingga lebih padat dan tidak mudah pecah. Flokulan dapat diklasifikasikan berdasarkan asalnya (buatan atau alam), muatan listriknya (anionik, kationik, atau non-ionik), serta anorganik atau organik. Efektivitas Proses netralisasi berfungsi untuk menetralkan pH air yang turun karena penambahan tawas pada proses koagulasi, dimana terjadi proses hidrolisa. Reaksi yang terjadi adalah:



Pengaturan pH ini biasanya dilakukan dengan pembubuhan $CaOCl_2$ (Kaporit)

(Sutrisno dan Suciastuti, 1987). Reaksi yang terjadi adalah:



2.2.4 Pengolahan Biologi (Bakteriologis)

Pengolahan bakteriologis adalah suatu tingkat pengolahan yang ditujukan untuk membunuh/ memusnahkan bakteri yang terdapat di dalam air minum dengan cara membubuhkan cat disinfektan. Proses ini disebut disinfeksi. Disinfektan yang digunakan mempunyai sifat merusak atau membunuh sel vegetatif mikroorganisme, tapi bukan pada spora mikroorganisme, tapi bukan pada spora mikroorganisme. Proses disinfeksi banyak di manfaatkan dalam pengolahan air, juga pada beberapa industri makanan dan minuman.

2.3 PENGOLAHAN DISINFEKSI AIR MINUM

Disinfeksi berbeda dengan sterilisasi air minum maksudnya adalah penghilangan semua mikroorganisme yang terdapat dalam air. Sedangkan disinfeksi air minum adalah suatu proses yang digunakan untuk membunuh mikroorganisme patogen. (bakteri yang dapat menimbulkan bibit penyakit) yang ada dalam air, sehingga tidak semua mikroorganisme dapat dimusnahkan pada proses ini.

Disinfeksi air dapat dilakukan dengan berbagai cara (Sutrisno dan Suciastuti, 1987), yaitu:

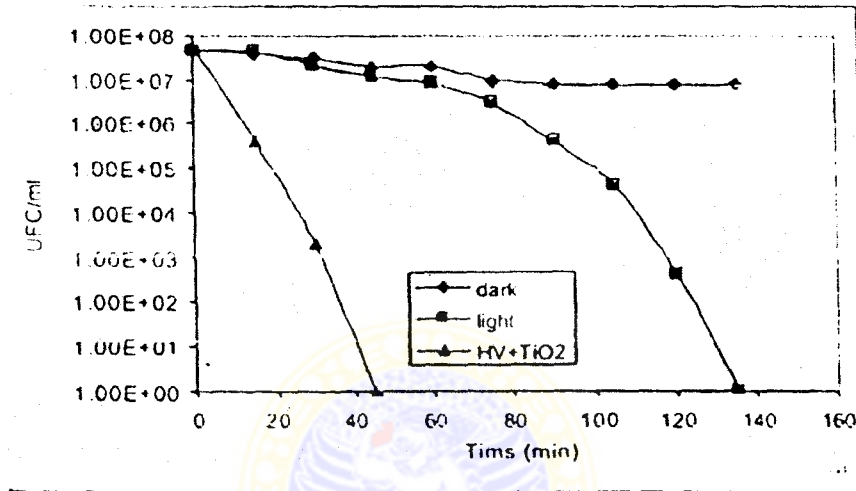
1. Disinfeksi secara termal, yaitu dengan pemanasan.
2. Disinfeksi secara fisik, yaitu dengan penggunaan sinar UV, gelombang ultrasonik, ultraviltrasi, dan *reversi osmosis*.
3. Disinfeksi secara kimia, yaitu dengan pembubuhan senyawa klor (klorinasi), ozon, dan senyawa halogen lainnya.

Diantara cara-cara tersebut hanya klorinasi yang dapat dijalankan pada pengolahan air minum secara ekonomis. Senyawa klor yang lazim digunakan adalah gas klor, senyawa hipoklorit, dan senyawa natrium klorit (NaClO_2). Untuk Indonesia senyawa klor dan kaporit. Proses pembubuhan klor ada beberapa macam, dan masing-masing tergantung pada keadaan air bakunya dan maksud dari pemakaian air tersebut. Jenis-jenis proses pembubuhan klor, yaitu klorinasi sederhana (*simple or marginal chlorination*), klorinasi dibantu dengan ammonia (*kloramination*) dan *superchlorination & dechlorination*.

Pada proses klorinasi sederhana (*simple or marginal chlorination*) biasanya dosis klor yang diberikan kurang lebih 0,2 ppm sampai 1,0 ppm tanpa pengecekan beberapa kadar klor yang tersisa dalam air minum. Cara ini tidak dapat dilakukan kalau air bakunya mengandung banyak zat-zat organik. Proses klorinasi yang dibantu dengan ammonia (*kloramination*) digunakan bila air bakunya mempunyai bau dan rasa yang melampaui batas. Ammonia ditambahkan untuk mengurangi bau dan rasa yang timbul pada saat klor bereaksi dengan zat-zat organik atau pada saat pembubuhan klor terlalu banyak. Proses *superchlorination dan dechlorination* dilakukan jika air baku minum ternyata mengandung bakteri *Escherichia coli* atau bakteri lain yang jumlahnya melampaui batas yang ditetapkan. *Superchlorination* dilakukan dengan cara membubuhkan residu klorin sampai batas normal maka perlu dilakukan *dechlorination*, yaitu dengan cara mengalirkan gas SO_2 , natrium thiosulfat, natrium bisulfat, natrium sulfat atau karbon aktif. *Dechlorination* pada prakteknya jarang atau sukar dilaksanakan.

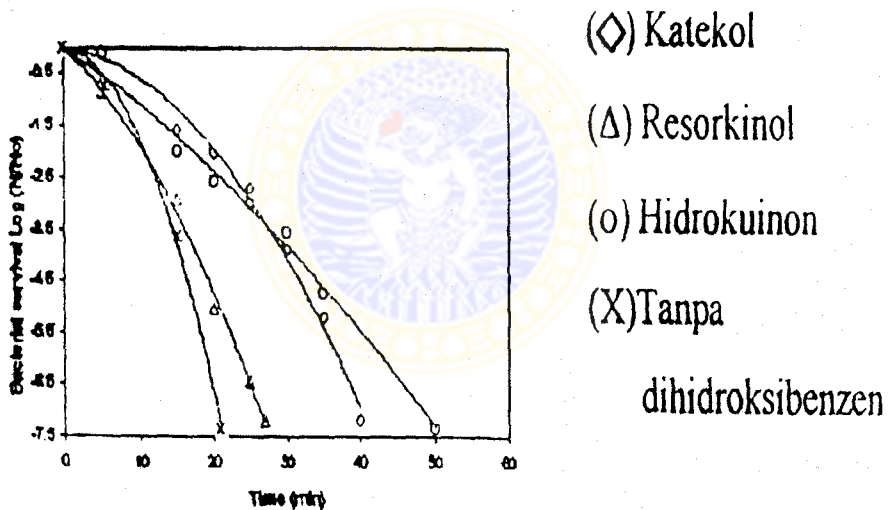
2.3.1 Degradasi senyawa organik dan disinfeksi bakteri *eschericia coli*

Efisiensi metode fotokatalisis suspensi TiO_2 suspensi, TiO_2 dapat dilihat dari penelitian Mardale MA dengan memperlakukan sampel pada kondisi gelap, UV saja dan secara fotokatalisis yaitu UV dan suspensi, TiO_2 hasil yang diperoleh tergambar pada grafik dibawah ini.



Disinfeksi bakteri *Escherichia coli*.

Pada grafik tersebut terlihat waktu yang digunakan untuk membunuh bakteri eschericia coli jauh lebih cepat dibanding UV saja. Air tidak hanya terkontaminasi oleh bakteri saja tetapi juga oleh senyawa organik dan ion, baik ion logam berat maupun anion-anion berbahaya. Keberadaan senyawa organik seperti telah diuraikan diatas dapat terdegradasi oleh fotokatalisis TiO_2 ini. Keberadaan senyawa organik ini akan mempengaruhi hasil disinfeksi bakteri hasil penelitian Rincon AG, dkk menunjukkan hal tersebut, karena terjadi kompetisi karena radikal OH yang terbentuk dipermukaan TiO_2 mempunyai dua target, yaitu senyawa organik yang dapat dioksidasi dan bakteri



Degradasi senyawa organik

BAB III

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembuatan Modul

Telah di selesaikan modul pembuatan kolom desinfeksi bakteri *E. Coli* dan degradasi polutan anorganik dengan fotokatalisis TiO_2

3.2. Pembuatan Bahan Ajar

Telah di selesaikan bahan ajar untuk mata kuliah Kimia Anorganik II

3.3. Penggunaan Modul Dan Bahan Ajar

Materi modul akan disampaikan pada saat kuliah dengan jadwal yang dapat dilihat di GBPP di mulai tahun depan. Sedangkan bahan ajar yang dapat mulai digunakan mahasiswa pada semester genap tahun depan.



BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari kegiatan ini telah dihasilkan sebuah modul dengan judul pembuatan kolom desinfeksi bakteri *E. Coli* dan degradasi polutan organik dengan fotokatalisis TiO_2

4.2. Saran

Kegiatan serupa semestinya juga untuk semua matakuliah yang memungkinkan sehingga cukup bekal bagi mahasiswa nantinya.

