

**SINTESIS KOMPOSIT SERBUK BIJI KELOR-TiO₂ DAN APLIKASINYA
UNTUK MENDEGRADASI AIR LIMBAH RUMAH SAKIT**



**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

**OLEH :
TIARA PUTRI (12 2010 003)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

2016

LEMBAR PENGESAHAN

SINTESIS KOMPOSIT SERBUK BIJI KELOR-TiO₂ DAN APLIKASINYA UNTUK MENDEGRADASI AIR LIMBAH RUMAH SAKIT

Nama : Tiara Putri (12 2010 003)

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ir. Marhaini., MT
2. Ir. Rifdah., MT

Mengetahui

Pembimbing I



Dr. Ir. Marhaini., MT

Pembimbing II



Ir. Rifdah., MT

Mengetahui,

4Ketua Program Studi Teknik Kimia FT-UMP



Ir. Legiso Poniman, M.Si

LEMBAR PENGESAHAN
SINTESIS KOMPOSIT SERBUK BJI KELOR-TiO₂ DAN APLIKASINYA
UNTUK MENDEGRADASI AIR LIMBAH RUMAH SAKIT

OLEH :
TIARA PUTRI (12 2010 003)

Telah diuji dihadapan tim penguji pada tanggal 30 Agustus 2016
di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Tim Penguji :

1. **Dr. Ir. Marhaini, MT**

()

2. **Ir. Legiso Poniman, M.Si**

()

3. **Heni Juniar, ST., MT**

()

4. **Ir. Rifdah., MT**

()

Menyetujui,

Dekan Fakultas Teknik UMP




Dr. Ir. Kgs. A. Roni, M.T

NBM/NIDN : 763049/022707004

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Kimia UMP




Ir. Legiso Poniman, M.Si

NBM/NIDN : 763047/0217086803

Motto :

- ↳ *"Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap." (QS. Al-Insyirah,6-8)*

- ↳ *"Kesuksesan hanya dapat diraih dengan segala upaya dan usaha yang disertai dengan doa. Karena sesungguhnya nasib seseorang manusia tidak akan berubah dengan sendirinya tanpa berusaha."*

- ↳ *"Sesuatu akan menjadi kebanggan, jika sesuatu itu dikerjakan dan bukan hanya dipikirkan. Sebuah cita - cita akan menjadi kesuksesan, jika kita awali dengan bekerja untuk mencapainya. Bukan hanya menjadi impian."*

Kupersembahkan Kepada :

- ↳ Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat serta nikmat kesehatan lahir dan batin yang selalu memberikan kekuatan dan ketenangan hati.

- ↳ Nabi Muhammad SAW beserta para sahabat dan pengikut- Nya hingga akhir zaman.

- ↳ (Alm) Ayah yang selalu berjuang demi keberhasilan anaknya hingga akhir hayat.
- ↳ Ibu, Suami dan Anak yang selalu memberikan doa, semangat, motivasi, nasihat, bantuan moril maupun materil.
- ↳ Keluargaku (Nurdin, Nurul, Ayu dan Reno) yang selalu memberi doa dan semangat.
- ↳ Kedua Dosen Pembimbingku yang telah mengajarkan dengan penuh kesabaran dan keikhlasan.
- ↳ Semua Dosen di Program Studi Teknik Kimia.
- ↳ Teman dan sahabat di Program Studi Teknik Kimia UMP 2010.
- ↳ Almamater yang kubanggakan.

SINTESIS KOMPOSIT SERBUK BIJI KELOR (*Moringa Oleifera*) – TiO₂ DAN APLIKASINYA UNTUK MENDEGRADASI AIR LIMBAH RUMAH SAKIT

Tiara Putri
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan daya serap komposit serbuk biji kelor (*Moringa Oleifera*) – TiO₂ terhadap limbah cair rumah sakit. Bahan yang digunakan berupa serbuk biji kelor, TiO₂ dan limbah rumah sakit. Proses pembuatan komposit serbuk biji kelor (*Moringa Oleifera*) – TiO₂ yaitu dengan menyiapkan serbuk biji kelor dan fotokatalis TiO₂, kemudian dilakukan preparasi serbuk biji kelor dengan menambahkan 1% Asam Asetat (CH₃COOH) di stirrer selama 24 jam pada temperatur kamar. Selanjutnya dilakukan sintesis komposit serbuk biji kelor – TiO₂, yaitu dari setiap perbandingan 1 : 0 ; 1 : 1,5 ; 1 : 2 ; 1 : 2,5 ; 1 : 3 antara TiO₂ – serbuk biji kelor di stirrer selama 24 jam pada temperatur kamar. Suspensi disonikasi selama 30 menit. Selanjutnya diuapkan hingga bebas air dan dikalsinasi pada suhu 150 °C selama 45 menit kemudian dihaluskan hingga berbentuk komposit serbuk biji kelor – TiO₂. Untuk uji aktivitas komposit serbuk biji kelor – TiO₂, limbah cair rumah sakit sebanyak 200 ml ditambah dengan komposit serbuk biji kelor – TiO₂ ditempatkan ke dalam labu leher tiga sambil diaduk hingga homogen. Limbah tersebut dipanaskan hingga temperatur 70 °C dengan kecepatan 60 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit serbuk biji kelor – TiO₂ mampu menyerap kadar COD, NH₃-N, Hg, Pb, PO₄, Fe. Dengan pH 4 - 7, COD 76,5 mg/L – 21,5 mg/L, NH₃-N 0,3 mg/L – 0,08 mg/L, Hg 0,05 mg/L - 0,08 mg/L, Pb 0,17 mg/L – 0,15 mg/L, PO₄ 2,1 mg/L – 1,038 mg/L, Fe 3,5 mg/L – 2,79 mg/L, dan Bakteri E-Colli Negatif.

Kata Kunci : Air Limbah Rumah Sakit, Biji Kelor, TiO₂

**SYNTHESIS OF COMPOSITE POWDER SEEDS MORINGA
(*Moringaoleifera*) - TiO₂ AND ITS APPLICATION TO DEGRADE
WASTEWATER HOSPITAL**

Tiara Putri

Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering

Universitas Muhammadiyah Palembang

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the ability of absorption of the composite powder moringa seed (*Moringa oleifera*) - TiO₂ against hospital wastewater. Materials used in the form of Moringa seed powder, TiO₂ and hospital waste. The process of making the composite powder moringa seed (*Moringa oleifera*) - TiO₂ is to prepare Moringa seed powder and photocatalytic TiO₂, then do moringa seed powder preparation by adding 1% Acetic Acid (CH₃COOH) in stirrer for 24 hours at room temperature. Furthermore, the synthesis of composite powder moringa seeds - TiO₂, namely of any ratio of 1: 0; 1: 1,5; 1: 2; 1: 2,5; 1: 3 between TiO₂ - Moringa seed powder in the stirrer for 24 hours at room temperature. The suspension is sonicated for 30 minutes. Further evaporated to free water and calcined at 150 ° C for 45 minutes and then pulverized to form a composite powder moringa seeds - TiO₂. To test the activity of Moringa seed powder composites - TiO₂, hospital wastewater 200 ml coupled with Moringa seed powder composites - TiO₂ was placed into a three-neck flask while stirring until homogenous. The waste is heated to a temperature of 70 ° C with a speed of 60 rpm. The results showed that the composite powder moringa seeds - TiO₂ able to absorb the levels of COD, NH₃-N, Hg, Pb, PO₄, Fe. With a pH of 4-7, COD 76.5 mg / L - 21.5 mg / L, NH₃-N 0.3 mg / L - 0.08 mg / L, Hg 0.05 mg / L - 0.08 mg / L, Pb 0.17 mg / L - 0.15 mg / L, PO₄ 2.1 mg / L - 1.038 mg / L, Fe 3.5 mg / L - 2.79 mg / L, and bacteria E- Colli Negative.

Key Words: Wastewater Hospital, Moringa Seeds, TiO₂

KATA PENGANTAR



Ucapan Alhamdulillah sebagai pujian dan ungkapan syukur kehadiran Allah SWT penyusun panjatkan, karena hanya berkat rahmat dan hidayah-Nya penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir penelitian yang berjudul **“SINTESIS KOMPOSIT SERBUK BIJI KELOR-TiO₂ DAN APLIKASINYA UNTUK MENDEGRADASI AIR LIMBAH RUMAH SAKIT”** ini dengan baik. Tugas Akhir Penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang dan bertujuan untuk menggali dan menerapkan ilmu yang telah didapat selama kuliah. Penyusun menyadari bahwa di dalam penyusunan Tugas Akhir Penelitian masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak agar penyusun Tugas Akhir Penelitian ini dapat lebih sempurna.

Berbagai bantuan dan dukungan telah banyak penyusun terima, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyusun laporan Plant Design ini. Maka dari itu, melalui laporan ini penyusun mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu, Alm. Ayah, Suami dan anak tercinta serta keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan yang tiada terkira kepada penyusun.
2. Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, MT , selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Ir. Legiso Poniman, M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Dr. Ir. Marhaini., MT, selaku Dosen Pembimbing I Penelitian.
5. Ir. Rifdah., MT, selaku Dosen Pembimbing II Penelitian.
6. Staf Pengajar dan Karyawan di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
7. Rekan-rekan Mahasiswa (Tria , Sahidah, Hera, Putri, Mariyama) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.

Besar harapan penyusun semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang pada umumnya.

Palembang, Agustus 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pengertian Limbah Rumah Sakit.....	5
2.2. Baku Mutu Limbah Cair Rumah Sakit.....	7
2.3. Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit.....	7
2.4. Titanium Dioksida.....	9
2.5. Biji Kelor.....	10
BAB III. METODE PENELITIAN.....	14
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	14
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	14
3.2.1 Alat.....	14
3.2.2 Bahan.....	14

3.3. Prosedur Penelitian	15
3.4. Matrik Percobaan	17
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Hasil Penelitian dan Pembahasan.....	18
4.1.1 Hasil Air Limbah Rumah Sakit	18
4.1.2 Pengaruh TiO ₂ dengan Menambahkan Serbuk Biji Kelor	18
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Kesimpulan	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN.....	28

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah Cair Rumah Sakit.....	7
Tabel 2.2 Jenis Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit.....	8
Tabel 2.3 Sifat Fisika TiO ₂	10
Tabel 2.4 Kandungan Protein, Lemak, Karbohidrat pada Biji Kelor.....	11
Tabel 3.1 Alat yang Digunakan.....	14
Tabel 3.2 Sintesis Komposit TiO ₂ – Serbuk Biji Kelor	15
Tabel 4.1 Hasil Analisa Air Limbah Rumah Sakit.....	18
Tabel 4.2 Rasio TiO ₂ – Serbuk Biji Kelor	19
Tabel 4.3 Pengaruh TiO ₂ dengan Menambahkan Serbuk Biji Kelor	19

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram Proses Pengelolaan Air Limbah Rumah Sakit.....	6
Gambar 3.1 Peralatan Penelitian	16
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	17
Gambar 4.1 Grafik Kenaikan pH pada Air Limbah Rumah Sakit	20
Gambar 4.2 Grafik Penurunan COD pada Air Limbah Rumah Sakit.....	20
Gambar 4.3 Grafik Penurunan Kadar NH ₃ -N pada Air Limbah Rumah Sakit	21
Gambar 4.4 Grafik Penurunan Kadar Hg pada Air Limbah Rumah Sakit.....	22
Gambar 4.5 Grafik Penurunan Kadar PO ₄ pada Air Limbah Rumah Sakit	22
Gambar 4.6 Grafik Penurunan Kadar Pb pada Air Limbah Rumah Sakit ..	23
Gambar 4.7 Grafik Penurunan Kadar Fe pada Air Limbah Rumah Sakit... ..	24

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran I	28
Lampiran 2	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rumah sakit merupakan salah satu pelayanan kesehatan dengan bidang preventif (pencegahan), kuratif (pengobatan), rehabilitatif maupun promotif sebagai upaya memelihara dan meningkatkan kesehatan masyarakat (Djaja, 2006). Produk samping yang dihasilkan dari semua kegiatan yang ada di rumah sakit adalah limbah. Salah satu limbah yang dihasilkan oleh rumah sakit adalah limbah cair. Berdasarkan kandungan polutan, air limbah rumah sakit dapat digolongkan dalam air limbah klinis dan air limbah non klinis (Arifin, 2008). Jika tidak diolah dengan baik maka air limbah tersebut dapat menimbulkan pencemaran perairan maupun air tanah yang selanjutnya berdampak pada kesehatan masyarakat.

Sebagai sebuah fasilitas publik, rumah sakit berfungsi memberikan layanan kesehatan bagi masyarakat dengan tujuan utama memberikan dukungan kesembuhan bagi penderita penyakit (pasien). Meskipun demikian, rumah sakit pada sisi lain juga memberikan kemungkinan resiko penularan penyakit dari limbah yang dihasilkan (Sharma, 2006). Terdapat indikasi yang cukup kuat, sebagaimana dilaporkan oleh WHO, bahwa beberapa jenis penyakit seperti hepatitis B, hepatitis C dan AIDS dimungkinkan penularannya melalui kontak darah dan cairan tubuh yang banyak terdapat dalam limbah cair rumah sakit. Limbah cair juga memberikan kontaminasi pada peralatan medis serta fasilitas penunjang kesehatan lainnya. Dalam konteks yang lebih luas, limbah cair rumah sakit dapat juga memberikan dampak negatif bagi kesehatan masyarakat sekitar atau dalam tingkat minimal memberikan pandangan dan bau yang kurang sedap (Duncan M & Sandy C, 1994).

Terdapat beberapa sebab limbah cair rumah sakit dapat memberikan dampak negatif, diantaranya: fasilitas fisik pengelolaan yang kurang memadai, prosedur pengelolaan yang belum terbakukan, serta kesadaran yang masih rendah dari petugas medis, pasien dan masyarakat sekitarnya. Dibutuhkan upaya komprehensif untuk mengurangi dampak negatif limbah cair terutama limbah medis melalui perbaikan pengelolaan optimal limbah medis demi melindungi

kesehatan pasien, personal yang terlibat di rumah sakit serta masyarakat sekitarnya. Dengan semakin banyaknya jumlah sarana pelayanan kesehatan, bertambah pula limbah yang dihasilkan dan pada gilirannya resiko pencemaran terhadap lingkungan akan semakin meningkat. Bukan tidak mungkin, kesehatan masyarakat dapat mengalami penurunan sebagai dampak dari pencemaran akibat dari banyaknya limbah.

Dalam upaya minimisasi dampak limbah rumah sakit serta untuk menciptakan lingkungan yang sehat dan nyaman, pemerintah telah mengupayakan pengendalian pencemaran lingkungan dengan mewajibkan setiap sarana pelayanan kesehatan menyediakan fasilitas pengolahan limbah yang sesuai standar dan memenuhi baku mutu (DEPKES RI, 2009). Sejumlah kebijakan pada level Undang-undang maupun Keputusan Menteri telah ditetapkan untuk keperluan tersebut. Pengelolaan limbah cair rumah sakit terutama limbah medis memerlukan penanganan khusus sebelum dialirkan ke pembuangan akhir. Pengelolaan yang baik dari limbah medis sangat penting untuk meminimalkan resiko penularan penyakit. Komposisi dan karakteristik limbah cair rumah sakit cukup spesifik dan mempunyai dampak yang memerlukan penanganan khusus pula (Irianti, 2004). Karenanya diperlukan pengelolaan secara benar berbasis komposisi dan karakteristik limbah untuk memastikan tingkat kontaminasi yang minimal. Berangkat dari konsep tersebut, evaluasi rinci pengelolaan limbah cair rumah sakit perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat dan kualitas pengelolaannya serta untuk dilakukan upaya perbaikan jika diperlukan. Hasil dari kualitas pengolahan limbah cair tidak terlepas dari dukungan pengelolaan limbah cairnya. Suatu pengelolaan limbah cair yang baik sangat dibutuhkan dalam mendukung hasil kualitas effluent sehingga tidak melebihi syarat baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah dan tidak menimbulkan pencemaran pada lingkungan sekitar.

Bertitik tolak dari uraian diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pengolahan air limbah rumah sakit dilakukan secara kimia dan fisika dengan menggunakan sintesis komposit serbuk biji kelor-TiO₂. Teknologi yang diterapkan berbasis teknologi secara kimia adalah *Advanced Oxidation Process* (AOP) atau oksidasi tingkat lanjut yang merupakan teknologi

pengolahan air limbah dengan prinsip oksidasi tingkat lanjut menggunakan oksidator kuat dengan menggunakan fotokatalis TiO_2 . Proses oksidasi tingkat lanjut ini dapat digunakan sebagai alternatif pengolahan air limbah rumah sakit yang cukup ekonomis. Secara komersial serbuk TiO_2 juga mudah di dapat dan diproduksi dalam jumlah besar (Slamet *et al.*, 2003). Selain itu TiO_2 merupakan semi konduktor yang memiliki titik leleh, fotoaktivitas, kestabilan termal dan kimia tinggi, memiliki sifat tidak beracun dan juga salah satu katalis yang baik untuk diaplikasikan dilingkungan karena sifat nya inert secara biologis dan kimia dan harganya relatif murah (Hoffmann *et al.*, 1995). Berdasarkan sifat-sifatnya tersebut maka TiO_2 merupakan fotokatalis yang paling efektif digunakan. TiO_2 sebagai salah satu material semi konduktor, TiO_2 telah banyak diteliti terutama dalam usaha pengolahan sumber energi matahari dan pengolahan limbah berbahaya (Lu.,*et al.*2008). Nanokomposit TiO_2 -Zeolit pada pengolahan limbah berbahaya menunjukkan laju reaksi pseudo 0,0419/menit (Tneu *et al*, 2015), sedangkan fotokatalis TiO_2 melalui sinar matahari menunjukkan hasil yang lebih tinggi dalam mendegradasi limbah zat warna dibandingkan dengan TiO_2 komersil (Chih.H.S. *et al*, 2016).

Penelitian sebelumnya mengenai pemanfaatan biji kelor (*Moringa oleifera*) sebagai biokoagulan menunjukkan bahwa biji kelor (*Moringa oleifera*) mampu menurunkan kekeruhan, kadar logam berat pada air limbah penambangan rumah sakit (Nugeraha, S., Sumiyati, G., Samudro.,2010). Serbuk biji kelor (*Moringa oleifera*) juga memiliki efektifitas 99,529% untuk menurunkan kadar ion Fe dan 99,355% untuk Mn serta 99,868% kekeruhan dalam air (Srawaili, E. T., 2009 dalam Nugeraha *et al.*, 2010). Penelitian M. Hindun Pulungan mengenai pemanfaatan biji kelor (*Moringa oleifera*) untuk menjernihkan air limbah, menunjukkan penurunan turbiditas dari limbah tahu sebesar 72,21% (Pulungan, H., 2007). Berdasarkan hasil Studi Eksplorasi Tentang Bahan Koagulan Alami Dari Tumbuh Tumbuhan Dan Efeknya Terhadap Kandungan Bakteri Coli, biji kelor (*Moringa oleifera*) dapat mereduksi bakteri *Coli* sekitar 28% (Juli, N., Suria, W., Birsyam, I., 1986). Kelebihan biji kelor (*Moringa oleifera*) mengandung zat aktif *rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate* yang mampu mengadopsi dan menetralsir partikel-partikel lumpur serta logam yang

terkandung dalam air limbah dan mudah untuk dibudidayakan di lingkungan sekitar bekas pertambangan industri rumah sakit, karena tanaman biji kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tanaman yang dapat hidup di daerah dengan ketinggian mulai dari pesisir laut sampai ke daerah dataran tinggi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kemampuan serbuk biji kelor yang telah di sintesis oleh TiO_2 dalam mendegradasi air limbah rumah sakit
2. Apakah sintesis serbuk biji kelor- TiO_2 sebagai adsorben dapat memperbaiki kualitas air limbah rumah sakit di bawah baku mutu (COD, $\text{NH}_3\text{-N}$, Fe, Hg dan Pb)
3. Berapakah komposisi yang optimal sintesis serbuk biji kelor- TiO_2 untuk memperbaiki kualitas air limbah rumah sakit

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kemampuan serbuk biji kelor yang telah di sintesis oleh TiO_2 dalam mendegradasi air limbah rumah sakit
2. Mengetahui sintesis serbuk biji kelor- TiO_2 sebagai adsorben dalam memperbaiki kualitas air limbah rumah sakit dibawah baku mutu (COD, $\text{NH}_3\text{-N}$, Hg, Pb,, PO_4 dan Fe)
3. Mendapatkan komposisi yang tepat serbuk biji kelor- TiO_2 dalam mendegradasi kualitas air limbah rumah sakit

1.4 Manfaat Penelitian

1. Sebagai metode alternatif pengolahan limbah cair rumah sakit dalam menurunkan parameter COD, $\text{NH}_3\text{-N}$, Hg, Pb,, PO_4 dan Fe.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Limbah Rumah Sakit

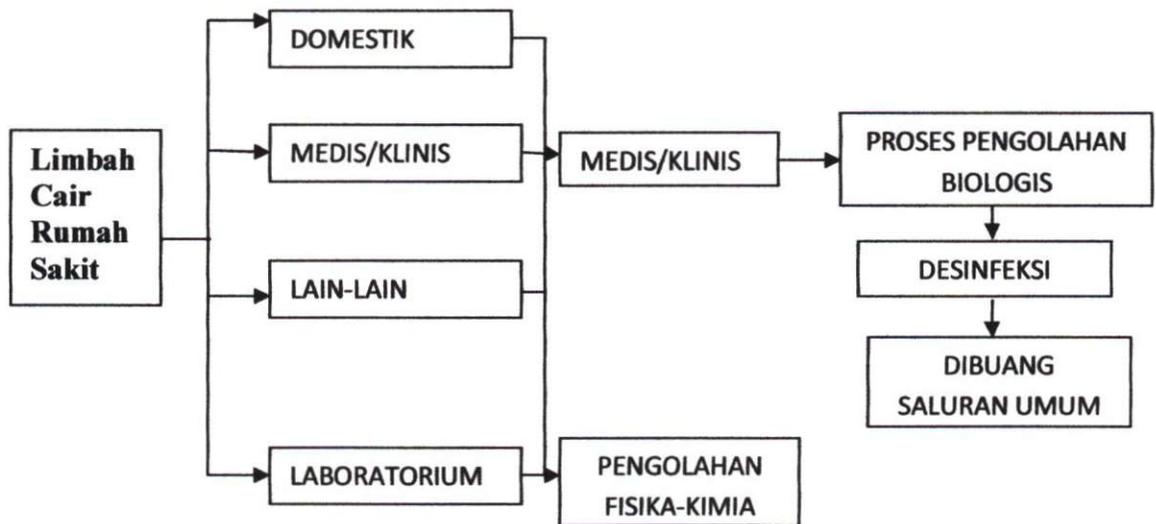
Merdeka dan Sulistyorini (2007) mendefinisikan limbah sebagai hasil sampingan dari proses produksi yang tidak digunakan dapat berbentuk padat, cair, gas, debu, suara, getaran, perusakan dan lain-lain, yang dapat menimbulkan pencemaran bila tidak dikelola dengan benar. Berdasarkan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2004) tentang persyaratan kesehatan lingkungan rumah sakit, limbah rumah sakit adalah semua limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit dalam bentuk padat, cair dan gas.

Menurut Juli (2002), rumah sakit dalam melakukan fungsinya menghasilkan buangan berupa limbah seperti limbah infeksius, limbah tajam, limbah plastik, limbah jaringan tubuh, limbah sitotoksik, limbah kimia dan limbah radioaktif, limbah cairan pakaian, limbah dapur dan limbah domestik. Limbah infeksius berupa ekskreta, spesimen laboratorium, bekas balutan, jaringan busuk dan lainlain. Limbah tajam yang terdiri atas pecahan peralatan gelas seperti thermometer, jarum bekas dan alat suntik. Limbah plastik berupa bekas kemasan obat, cairan infuse dan perlak. Limbah jaringan tubuh seperti sisa amputasi, plasenta dan lainlain. Limbah sitotoksik yakni sisa obat pembunuh sel yang digunakan untuk mengobati penyakit kanker. Limbah kimia dari laboratorium berasal dari rumah obat berupa obat-obatan dan bahan kimia lainnya. Menurut Said dan Wahjono (1999), air limbah rumah sakit adalah seluruh buangan cair yang berasal dari proses seluruh kegiatan rumah sakit yang meliputi limbah domestik cair, limbah cair klinis dan limbah laboratorium.

Berdasarkan Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia (1995), limbah cair rumah sakit adalah semua bahan buangan yang berbentuk cair yang berasal dari rumah sakit yang kemungkinan mengandung mikroorganisme patogen, bahan kimia beracun, dan radioaktivitas. Limbah domestik cair yang berasal dari kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian. Limbah cair medis atau klinis yaitu

air limbah yang berasal dari kegiatan medis atau klinis rumah sakit misalnya air bekas cucian luka, cucian darah dan air limbah laboratorium dan lain-lainnya.

Menurut Sanamdikar dan Harne (2012), limbah cair dapat berasal dari tempat tinggal, lembaga, komersial dan industri salah satunya yaitu limbah rumah sakit. Air limbah rumah sakit yang berasal dari buangan domestik maupun buangan limbah cair medis/klinis umumnya mengandung senyawa polutan organik yang cukup tinggi dan dapat diolah dengan proses pengolahan secara biologis, sedangkan untuk air limbah rumah sakit yang berasal dari laboratorium biasanya banyak mengandung logam berat. Kualitas air limbah rumah sakit dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu faktor sumber daya manusia (pendidikan, pengetahuan, keterampilan dan motivasi), dana, peraturan, metode, peralatan dan material air limbah rumah sakit. Diagram proses pengelolaan air limbah rumah sakit secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Diagram Proses Pengelolaan Air Limbah Rumah Sakit
(Said dan Wahjono, 1999).

2.2. Baku Mutu Limbah Cair Rumah Sakit

Menurut Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia (1995), kegiatan rumah sakit mempunyai potensi menghasilkan limbah yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan hidup, oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian terhadap pembuangan limbah cair yang dibuang ke lingkungan dengan menetapkan baku mutu limbah cair bagi kegiatan rumah sakit. Baku mutu limbah cair rumah sakit adalah batas maksimum limbah cair yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari suatu kegiatan rumah sakit.

Baku mutu limbah cair bagi kegiatan rumah sakit berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Rumah Sakit

Parameter	Konsentrasi Paling Tinggi	
	Nilai	Satuan
pH	6 – 9	
COD	80	Mg/ L
Amoniak bebas (NH ₃ -N)	1	Mg/ L
Merkuri (Hg)	0,002	Mg/ L
Timbal (Pb)	0,1	Mg/ L
Phospat (PO ₄)	2	Mg/ L
Besi (Fe)	5	Mg/ L
Total Coliform	5.000	(MPN/ 100 ml)

Sumber : PerMen LH RI No 5 Th 2014

2.3. Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit

Pengolahan limbah cair pada dasarnya merupakan upaya mengurangi volume, konsentrasi atau bahaya limbah, setelah proses produksi atau kegiatan, melalui proses fisika, kimia atau hayati (Merdeka dan Sulistyorini, 2007). Dalam pelaksanaan pengelolaan limbah, upaya pertama yang harus dilakukan adalah upaya preventif yaitu mengurangi volume bahaya limbah yang dikeluarkan ke

lingkungan yang meliputi upaya mengurangi limbah pada sumbernya serta upaya pemanfaatan limbah (Said, 1999).

Kualitas limbah rumah sakit yang akan dibuang ke badan air atau lingkungan harus memenuhi persyaratan baku mutu efluen sesuai Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 58 Tahun 1995 atau peraturan daerah setempat. Pengolahan air limbah dapat menggunakan proses pengolahan secara biologis atau gabungan antara proses biologis dengan proses kimia-fisika. Proses secara biologis dapat dilakukan secara aerobik (dengan udara) dan anaerobik (tanpa udara) atau kombinasi antar aerobik dan anerobik. Proses biologis biasanya digunakan untuk mengolah air limbah dengan BOD yang tidak terlalu besar. Pengolahan limbah secara biologis aerobik dapat dibagi menjadi 3, pertama yaitu proses biologis dengan biakan tersuspensi (*suspended culture*), kedua yaitu proses biologis dengan biakan melekat (*attached culture*), ketiga yaitu proses pengolahan dengan sistem lagoon atau kolam, misalnya kolam aerasi atau stabilisasi (Merdekawati dan Habsari, 2005). Jenis pengolahan limbah cair yang dapat digunakan oleh rumah sakit dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Jenis Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Yang Umum Digunakan

Jenis	Tahapan	Tujuan
Pengolahan secara fisika dan kimia	Pre-treatment a. Bar screen b. Bak penangkap pasir	Menghilangkan benda kasar agar memudahkan proses selanjutnya
	Primary treatment a. Netralisasi b. Sedimentasi	Mengurangi partikel padat
Pengolahan secara biologis	Pengolahan secara a. Koagulasi b. Fokulasi c. Desinfeksi	Mengikat unsur kimia dan mengendapkan zat padat
	1. Aerobik 2. Anaerobik 3. Gabungan aerobik dan anaerobik	Menghilangkan atau mengurangi pencemaran organik dengan bantuan mikroorganisme
Pengolahan Lumpur	1. Bak pengering lumpur 2. Bak stabilisasi lumpur 3. Mesin pengering lumpur	Mengurangi risiko pencemaran tanah dan lingkungan

Berdasarkan Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia (1995) bahwa pengelola rumah sakit atau penanggung jawab kegiatan rumah sakit, didalam melaksanakan pengendalian pencemaran air wajib melakukan lima kewajiban. Kewajiban pertama yaitu melakukan pengelolaan limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan sehingga mutu limbah cair yang dibuang ke lingkungan tidak melampaui baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan. Kedua yaitu membuat saluran pembuangan limbah cair tertutup dan kedap air sehingga tidak terjadi perembesan ke tanah serta terpisah dengan saluran limpahan air hujan. Ketiga memasang alat ukur debit laju alir limbah cair dan melakukan pencatatan debit harian limbah cair tersebut. Keempat memeriksakan kadar parameter baku mutu limbah cair sekurang-kurangnya satu kali dalam sebulan. Kelima yaitu menyampaikan laporan tentang catatan debit harian dan kadar parameter baku mutu limbah cair.

2.4. Titanium Dioksida

TiO₂ adalah salah satu material yang banyak diteliti karena sifatnya yang menarik. Meskipun telah ditemukan lebih dari 200 tahun yang lalu dan telah diteliti sejak 85 tahun yang lalu namun hingga kini penelitian tentang TiO₂ masih aktif dan tetap dikembangkan (Hoffmann *et al.*, 1995). TiO₂ ditemukan pertama kalinya pada tahun 1821, dan tahun 1916 telah dikomersialkan sebagai zat pewarna putih. Titanium oksida atau yang lebih sering disebut titania adalah keluarga (IV) oksida yang merupakan semikonduktor dengan celah terlarang 3,0 untuk rutil dan 3,2 eV untuk fasa anatase (Hoffmann *et al.*, 1995; Fujishima *et al.*, 1999). Secara kimia titanium dioksida dituliskan dengan lambang TiO₂. Senyawa ini biasa digunakan sebagai pigmen pada cat tembok (Braun *et al.*, 1992), tabir surya (Zallen and Moret, 2006) pasta gigi (Yuan and Chen, 2005) solar sel, sensor, perangkat memori serta sebagai fotokatalis.

TiO₂ merupakan kristal yang berwarna putih dan juga salah satu logam berlimpah nomor empat di dunia setelah aluminium, besi, dan magnesium. Selain itu,

titanium juga merupakan elemen berlimpah kesembilan (mencakup 0,63% pada kerak bumi) 0,6% mineral TiO_2 yang utama adalah FeTiO_3 (iliminite), CaTiO_3 (perovskite). Titanium memiliki indeks bias (n) yang sangat tinggi yaitu 2,4 dalam bentuk bubuk dan 2,7 dalam bentuk lapisan tipis (Dongsun *et al.*, 2007). Ti juga tahan terhadap degradasi warna akibat sinar matahari dengan titik lebur 1885°C . Ada dua bentuk alotropi dan lima isotop alami dari unsur yaitu Ti-46 sampai Ti- 50 dengan Ti-48 yang paling banyak terdapat di alam (73,8%) (Merck, 2000).

Secara fisika titanium memiliki sifat seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.3. Titanium memiliki massa jenis yang rendah, tahan karat, memiliki biokompabilitas yang tinggi dengan tubuh (Supriyanto dkk., 2007) sehingga dapat digunakan sebagai produk implan dalam tubuh. Kristal TiO_2 bersifat asam dan tidak larut dalam air, asam klorida, asam sulfat encer dan alkohol namun larut dalam asam sulfat pekat dan asam fluorida.

Tabel 2.3. Sifat fisika TiO_2

No	Sifat	Nilai
1	Densitas	4 g.cm-3
2	Porositas	0%
3	Modulus shear	90 Gpa
4	Elastisitas	23 Gpa
5	Resistivitas	(25°C) 1012 Ω .cm
6	Resistivitas	(700°C) $2,5 \times 10^4 \Omega$.cm
7	Konstanta dielektrik	1 MHz 85 Volt/mil
8	Ekspansi termal RT	- 1000°C 9×10^{-6} K-1
9	Konduktivitas termal	Konduktivitas termal 25°C 11,7 WmK-1

Sumber : <http://digilib.unila.ac.id>

2.5. Biji Kelor (*Moringa oleifera*)

Kelor (*Moringa Oleifera*) termasuk jenis tumbuhan perdu yang dapat memiliki ketinggian batang 7-11 meter. Di Jawa, Kelor sering dimanfaatkan sebagai tanaman pagar karena berkhasiat untuk obat-obatan. Pohon Kelor tidak terlalu besar. Batang kayunya getas (mudah patah) dan cabangnya jarang tetapi mempunyai akar yang kuat. Batang pokoknya berwarna kelabu. Daunnya

berbentuk bulat telur dengan ukuran kecil-kecil bersusun majemuk dalam satu tangkai. Kelor dapat berkembang biak dengan baik pada daerah yang mempunyai ketinggian tanah 300-500 meter di atas permukaan laut. Bunganya berwarna putih kekuning-kuningan dan tudung pelepah bunganya berwarna hijau. Bunga kelor keluar sepanjang tahun dengan aroma bau semerbak. Buah kelor berbentuk segi tiga memanjang yang disebut klentang (Jawa). Buahnya pula berbentuk kekacang panjang berwarna hijau dan keras serta berukuran 120 cm panjang. Sedang getahnya yang telah berubah warna menjadi coklat disebut blendok (Jawa).

Biji kelor merupakan polimer organik yang memiliki daya koagulan dan sudah dimanfaatkan sebagai koagulasi dalam pengolahan air, terutama pengolahan air minum. Karena sifatnya yang tidak beracun dan mudah terurai secara alami. Bahan aktif dalam biji kelor mengandung protein, adanya gugus amino ($-NH_2$) dan karbosilat ($COOH$) yang terikat menyebabkan biji kelor mempunyai reaktivitas yang tinggi dan bersifat polielektrolit. Sebagai polielektrolit, biji kelor dapat digunakan untuk mengadsorpsi logam terlarut dalam air. Kulit biji kelor mempunyai kemampuan sebagai adsorben sehingga kemampuan biji kelor dengan kulit adalah kemampuan gabungan sebagai koagulan dan adsorben (Shani dan Srivastava, 2008)

Tabel 2.4. Kandungan protein, lemak dan karbohidrat biji kelor (*Moringa oleifera*) dalam persen berat

Preparat	Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)
Biji dengan kulit :			
• Bubuk	36,7	34,6	5,0
• Larutan	0,9	0,8	-
• Padatan Residu	29,3	50,3	1,3
Biji tanpa kulit :			
• Bubuk	27,1	21,1	5,5
• Larutan	0,3	0,4	-
• Padatan Residu	26,4	27,3	-

Sumber: Ndabigengesere dkk, 1995

Komposisi biji kelor dapat dilihat pada tabel 2.4 Dalam tabel tersebut ada beberapa kandungan yang memiliki kutub negatif (ion) yang terbesar adalah

protein. Dilihat pada komponen-komponen yang terkandung, maka biji kelor memenuhi kriteria sebagai zat yang bisa mengadakan ikatan dengan beberapa logam berat, karena logam berat itu sendiri biasanya bersifat kationik. Karena serbuk kelor mengandung ion negatif maka akan bersifat seperti magnet dan akan menarik ion positif dan terjadi ikatan antara ion-ion tersebut. Ikatan jenis ini hanya merupakan interaksi fisik tanpa menghasilkan zat baru, sehingga bisa dikatakan sebagai ikatan logam (Fayos *et al*, 2010).

Berdasarkan teori diatas serbuk biji kelor (*moringa oliefera*) dapat diasumsikan memiliki daya adsorpsi yang cukup efektif terhadap timbal (Pb), sehingga dapat menurunkan logam berat timbal (Pb) air limbah Rumah Sakit. Proses adsorpsi serbuk biji kelor dimana substansi molekul meninggalkan larutan dan bergabung pada permukaan zat padat pada ikatan fisika dan kimia. Substansi molekul atau bahan yang diserap disebut adsorbat, dan zat padat penyerapnya disebut adsorben. Proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat akibat ikatan fisika dan kimia. Adsorpsi dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu:

1. Adsorpsi Fisik yaitu berhubungan dengan gaya *van der Waals* dan merupakan proses bolak-balik. Apabila gaya tarik menarik antara zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari pada gaya tarik menarik antara zat terlarut dengan pelarutnya maka zat terlarut akan diadsorpsi pada permukaan adsorben.
2. Adsorpsi Kimia yaitu reaksi yang terjadi antara zat padat dan zat terlarut yang teradsorpsi. Ikatan antara zat terlarut yang teradsorpsi dan adsorben yang sangat kuat, sehingga sulit untuk dilepaskan dan proses tidak mungkin untuk bolak-balik. Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi adalah:
 - a. Karakteristik fisik dan kimia dari adsorben seperti luas permukaan, ukuran pori-pori, komposisi dan lain-lain.
 - b. Karakteristik fisik dan kimia dari zat yang terlarut yang teradsorpsi, seperti ukuran molekul, polaritas molekul, komposisi kimia, suhu dan lain sebagainya.
 - c. Konsentrasi zat terlarut yang teradsorpsi dan

d. Waktu kontak.

Efektifitas biji kelor ditentukan oleh kandungan protein kationik. Bahan koagulan dalam biji klor adalah protein kationik yang larut dalam air. Biji kelor dapat digunakan dengan dua cara yaitu: biji kering dengan kulitnya dan biji kering tanpa kulitnya. Hasil analisis elemen pada biji kelor untuk biji dengan kulit: 6,1% N; 54,8% C; dan 8,5% H , sedangkan untuk biji tanpa kulit: 5,0% N; 53,3% C; dan 7,7% H (dalam % berat). Kandungan protein, lemak dan karbohidrat biji kelor dapat dilihat pada tabel 2.4 Keuntungan penggunaan serbuk biji kelor sebagai adsorben dalam pengolahan air adalah:

- 1) Caranya sangat mudah. Pengolahan air dengan biji kelor sangat mudah dilakukan, karena saat pengolahannya tidak membutuhkan bahan kimia maupun peralatan khusus yang sulit untuk dijumpai.
- 2) Tidak berbahaya bagi kesehatan. Air olahan dengan biji kelor tidak berbahaya bagi kesehatan manusia, apabila mengkonsumsinya. Hal ini karena bahan baku pengolahannya dengan menggunakan bahan organik, yang tidak menimbulkan sifat toksik.
- 3) Ekonomi. Biji kelor mudah didapat dan untuk mendapatkannya tidak membutuhkan pengorbanan dan apabila ada yang menjual harganya tidak terlalu mahal, sehingga memiliki nilai ekonomis.
- 4) Kualitas air menjadi lebih baik. Kualitas air hasil olahan akan lebih baik karena sudah dinetralkan saat pengolahan. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk jenis parameter yang lain, ini dilakukan untuk memastikan air olahan layak untuk dikonsumsi.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian di rencanakan di Laboratorium Operasi Teknik Kimia Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang. Penelitian di lakukan selama 3 (tiga) bulan.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Tabel 3.1 Alat-alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Spesifikasi	Kegunaan
1.	pH meter	Ketelitian 0,1 unit pH	Mengukur pH
2.	Gelas Ukur	-	Mengukur bahan
3.	Beaker Gelas	-	Tempat bahan
5.	<i>Furnace</i>	600°C	Suplay oksigen
6.	Timbangan analitik	PE 300	Untuk menimbang
7.	Spektrofotometer	<i>Genesys 10S</i>	Mengukur sampel
8.	Corong gelas	-	
9	<i>Magnetik Stirrer</i>	-	Melarutan sampel
10	<i>Hot Plate Stirrer</i>	-	Pemanas dan pengaduk
11	Erlenmeyer	-	Tempat bahan

3.2.2. Bahan

a. Titanium Dioksida (TiO₂), aquademin dan Asam Asetat

Bahan kimia diperoleh dari pembelian toko bahan kimia yaitu kimia farma

b. Media

Media yang digunakan dalam penelitian terdiri dari larutan air limbah rumah sakit Muhammadiyah Palembang.

c. Biji Kelor

Didapat dari perkebunan masyarakat di daerah Kecamatan Gandus, Sukabangun dan Online.

3.3. Prosedur Penelitian

- **Sintesis Fotokatalis TiO₂**

240 gram TiO₂ disuspensikan ke dalam 500 mL akuademin. Suspensi disonikasi selama 30 menit. Selanjutnya diuapkan hingga bebas air dan dikalsinasi pada suhu 150 °C selama 45 menit, kemudian dihaluskan hingga berbentuk serbuk.

- **Preparasi Biji Kelor**

50 gram biji kelor yang sudah tua dihaluskan, kemudian ditambahkan 1 % asam Asetat (CH₃COOH) 1%, kemudian diaduk dengan stirrer selama 24 jam pada temperatur kamar, sehingga terbentuk larutan serbuk biji kelor.

- **Sintesis Komposit TiO₂-Serbuk Biji Kelor**

Tabel 3.2. Sintesis Komposit TiO₂-Serbuk Biji Kelor

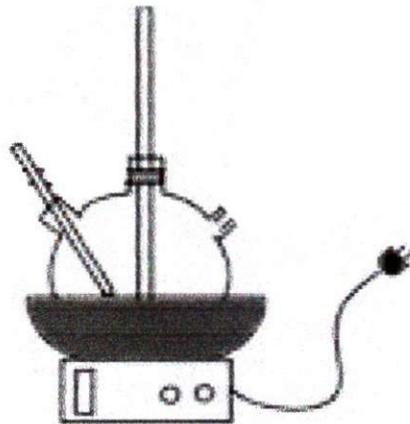
Rasio	TiO ₂	Larutan Serbuk Biji Kelor
1 : 0	27,5 gram	-
1 : 1,5	27,5 gram	41,5 ml
1 : 2	27,5 gram	55 ml
1 : 2,5	27,5 gram	68,5 ml
1 : 3	27,5 gram	82,5 ml

Dari setiap perbandingan dapat dilihat pada Tabel 3.2 diaduk dengan stirrer selama 24 jam pada temperatur kamar. Suspensi disonikasi selama 30 menit. Selanjutnya diuapkan hingga bebas air dan dikalsinasi pada suhu 150 °C selama 45 menit, kemudian dihaluskan hingga berbentuk komposit TiO₂-Serbuk Biji Kelor.

- **Uji aktivitas Komposit TiO₂-Serbuk Biji Kelor**

Limbah cair industri rumah sakit sebanyak 200 ml ditambah dengan komposit TiO₂-serbuk biji kelor dengan perbandingan 1 : 0, 1 : 1,5, 1 : 2, 1 : 2,5, 1 : 3 ditempatkan ke dalam labu leher tiga alas bulat. Campuran diaduk hingga homogen. Limbah cair rumah sakit dan komposit TiO₂-serbuk biji

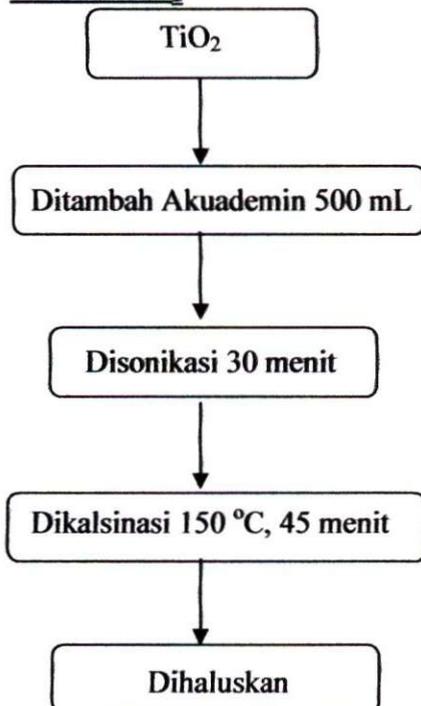
kelor dipanaskan hingga temperatur 70 °C pada kecepatan 60 rpm. Larutan ini digunakan sebagai sampel pada uji pH, COD, NH₃-N, Hg, Pb, PO₄, Fe dan e coli.



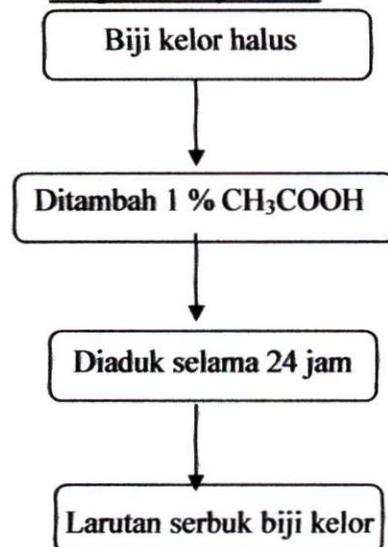
Gambar 3.1. Peralatan Penelitian

Berikut Diagram Alir Penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini :

Sintesis TiO₂



Preparasi Biji Kelor



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1.1. Hasil Air Limbah Rumah Sakit

Air limbah rumah sakit didapatkan dari rumah sakit Islam Muhammadiyah Palembang sebagai data awal penelitian. Hasil Analisa air limbah rumah sakit terdapat dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Analisa Air Limbah Rumah Sakit

Sample	Parameter							
	pH	COD	NH ₃ -N	Hg	Pb	PO ₄	Fe	E. Coli
Limbah cair rumah sakit	4	76,5 mg/L	0,3 mg/L	0,005 mg/L	0,17 mg/L	2,1 mg/L	3,5 mg/L	-

Melihat data dari Tabel 4.1. parameter yang dianalisa merupakan parameter baku mutu fasilitas kesehatan yang melakukan pengolahan limbah berbahaya dan beracun yang hasil pengolahannya disalurkan ke IPAL, maka wajib memenuhi Baku Mutu Air Limbah Domestik dan Baku Mutu Air Limbah Tambahan. Pada hasil analisa air limbah parameter unsur Hg yang nilainya diatas baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No 5 Tahun 2014.

4.1.2. Pengaruh TiO₂ dengan Menambahkan Serbuk Biji Kelor dalam Mendegradasi Air Limbah Rumah Sakit

Uji aktivitas komposit TiO₂ – serbuk biji kelor, limbah cair industri rumah sakit sebanyak 150 ml ditambahkan dengan masing – masing komposit TiO₂ – serbuk biji kelor dengan perbandingan 1:0 ; 1:1,5 ; 1:2 ; 1:2,5 ; 1:3 ditempatkan ke dalam labu leher tiga alas bulat. Campuran diaduk hingga homogen, limbah cair rumah sakit dan komposit TiO₂ – serbuk biji kelor dipanaskan hingga temperatur 70 °C pada kecepatan 60 rpm. Larutan ini digunakan sebagai sampel pada uji pH, COD, NH₃-N, Hg, Pb, PO₄, Fe dan E. Coli.

Pada tahap sintesis komposit TiO₂ – serbuk biji kelor, dari masing – masing rasio terdapat pada Tabel 4.2 diaduk dengan stirrer selama 24 jam pada

temperatur kamar. Suspensi tersebut disonikasi selama 30 menit serta diuapkan hingga bebas air dan dikalsinasi pada suhu 150 °C selama 45 menit kemudian dihaluskan hingga berbentuk komposit TiO₂ – serbuk biji kelor

Tabel 4.2. Rasio TiO₂ – Serbuk Biji Kelor

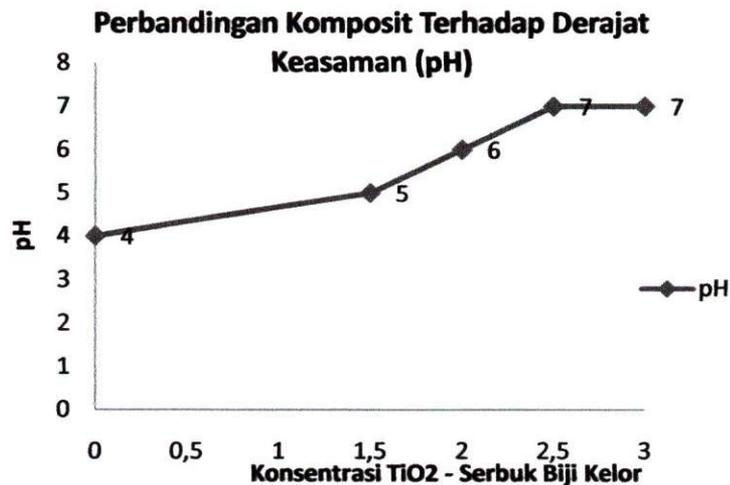
Rasio	TiO ₂	Larutan serbuk biji kelor
1 : 0	27,5 gram	-
1 : 1,5	27,5 gram	41,5 ml
1 : 2	27,5 gram	55 ml
1 : 2,5	27,5 gram	68,5 ml
1 : 3	27,5 gram	82,5 ml

Pengaruh fotokatalis TiO₂ dengan penambahan larutan serbuk biji kelor terhadap penurunan logam NH₃-N, Hg, Pb, PO₄, Fe dalam 150 ml air limbah rumah sakit dapat dilihat pada Tabel 4.3. Fotokatalis dilakukan dengan cara pemanasan biasa menggunakan hot plate stirrer dengan pengadukan selama 1 jam pada kecepatan 60 rpm.

Tabel 4.3 Pengaruh TiO₂ dengan Menambahkan Serbuk Biji Kelor dalam Mendegradasi Air Limbah Rumah Sakit

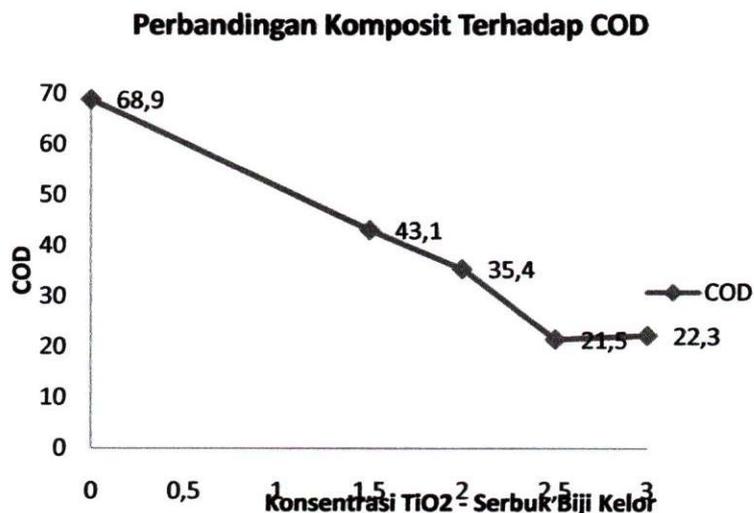
Sampel	Parameter							
	pH	COD	NH ₃	Hg	Pb	PO ₄	Fe	e. Coli
1 : 0	4	68.9	0.28	0.042	0.14	1.8	3.3	-
1 : 1.5	5	43.1	0.22	0.028	0.08	1.5	3.15	-
1 : 2	6	35.4	0.14	0.015	0.04	1.2	3.09	-
1 : 2.5	7	21.5	0.08	0.008	0.015	1.08	2.79	-
1 : 3	7	22.3	0.09	0.008	0.018	1.14	2.81	-

Penambahan larutan serbuk biji kelor terhadap TiO₂ akan meningkatkan aktivitas fotokatalis yang cukup signifikan dibandingkan dengan TiO₂ saja.



Gambar 4.1. Grafik Kenaikan pH dalam Air Limbah Rumah Sakit

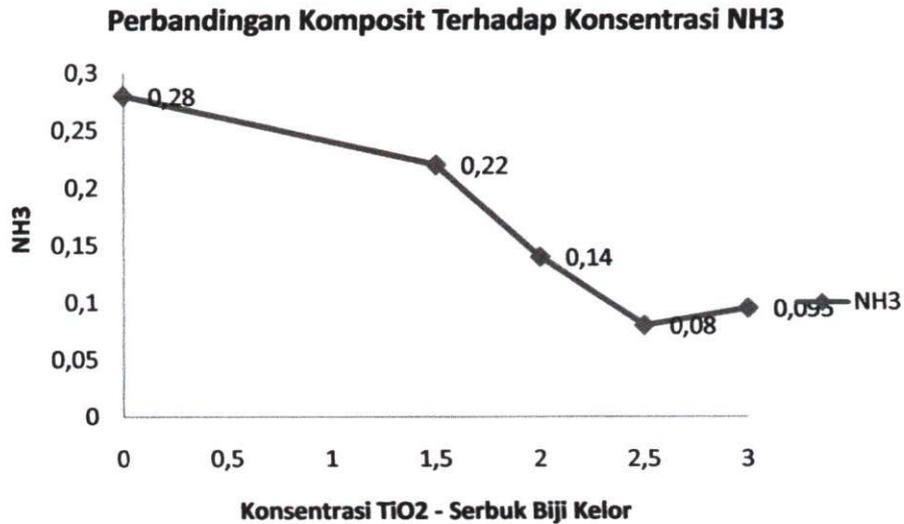
Pada grafik pH optimum yang dihasilkan 7 pada perbandingan 1 : 2,5 dan 1 : 3. Ini dikarenakan sifat biji kelor yang mampu mengadopsi dan menetralsir partikel-partikel lumpur serta logam yang terkandung dalam air limbah.



Gambar 4.2. Grafik Penurunan COD dalam Air Limbah Rumah Sakit

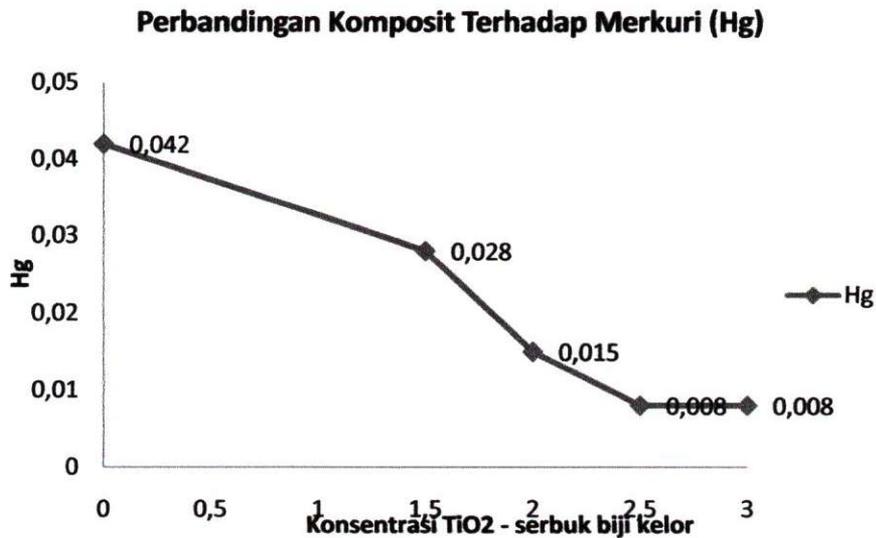
Terjadinya penurunan nilai parameter COD air limbah rumah sakit disebabkan oleh adanya proses koagulasi antara serbuk biji kelor dengan partikel-partikel koloid air limbah rumah sakit berupa zat-zat organik. Dalam serbuk biji kelor terdapat zat aktif 4-alfa-4rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate yang berfungsi sebagai koagulan. Pernyataan ini diperkuat oleh hasil penelitian Hidayat

(2009), tentang protein biji kelor sebagai bahan aktif penjernihan air yang menemukan bahwa biji kelor bisa digunakan sebagai bio-koagulan karena mengandung protein bermuatan positif yang dapat berperan sebagai kation polielektrolit dan penting dalam agen biokoagulan.



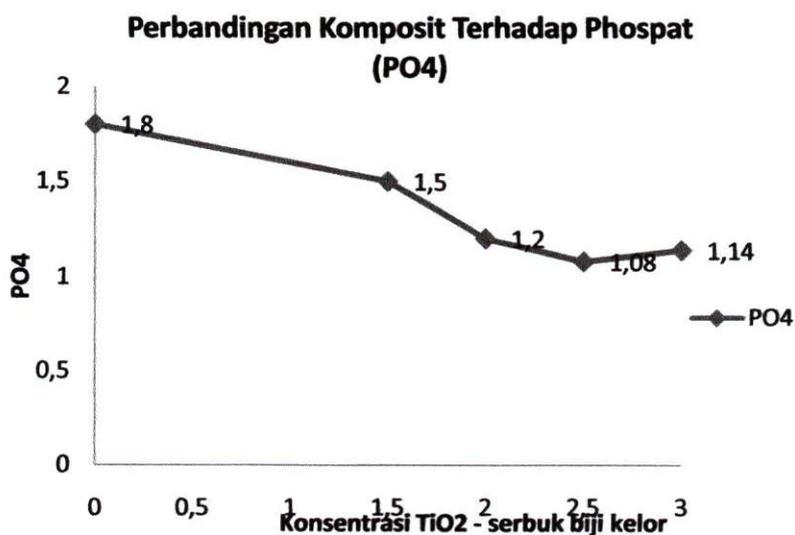
Gambar 4.3. Grafik Penurunan Kadar NH₃-N dalam Air Limbah Rumah Sakit

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi TiO₂-Serbuk biji kelor maka konsentrasi NH₃ yang terdapat pada sampel cenderung semakin menurun. Penurunan ini dikarenakan adanya degradasi NH₃ dalam sampel yang dilakukan oleh serbuk biji kelor dan TiO₂ sebagai katalis. Dalam penelitian digunakan lima variabel konsentrasi TiO₂-Serbuk biji kelor yaitu 0, 1.5, 2, 2.5, 3. Berdasarkan hasil analisa diperoleh titik optimum yaitu terdapat pada sampel ke 4 dengan konsentrasi TiO₂-Serbuk biji kelor sebesar 2,5 mg/L dan konsentrasi NH₃ pada sampel sebesar 0,08 mg/L.



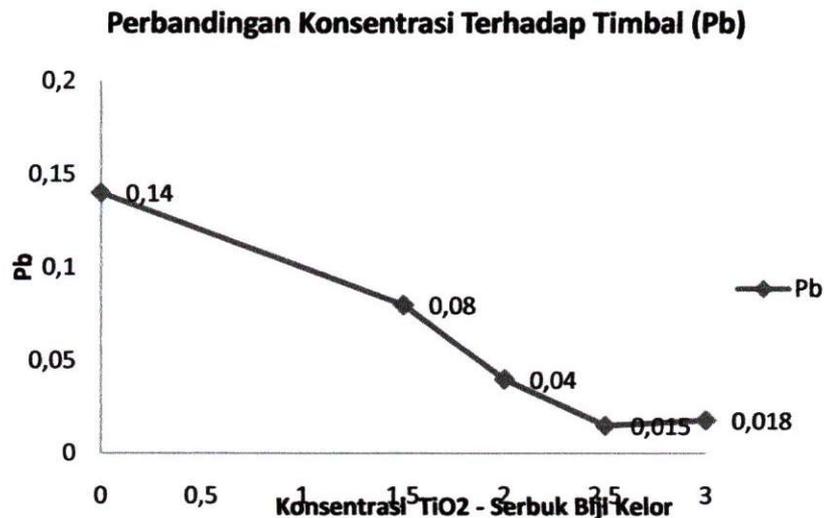
Gambar 4.4 Grafik Penurunan Kadar Hg pada Air Limbah Rumah Sakit

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi TiO₂-Serbuk biji kelor maka konsentrasi Hg yang terdapat pada sampel cenderung semakin menurun. Penurunan ini di karenakan adanya degradasi Hg dalam sampel yang di lakukan oleh serbuk biji kelor dan TiO₂ sebagai katalis. Dalam penelitian di gunakan lima variable konsentrasi TiO₂-Serbuk biji kelor yaitu 0, 1,5, 2, 2,5, 3. Berdasarkan hasil analisa di peroleh titik optimum yaitu terdapat pada sampel ke 4 dengan konsentrasi TiO₂-Serbuk biji kelor sebesar 2,5 mg/L dan konsentrasi Hg pada sampel sebesar 0,008 mg/L.



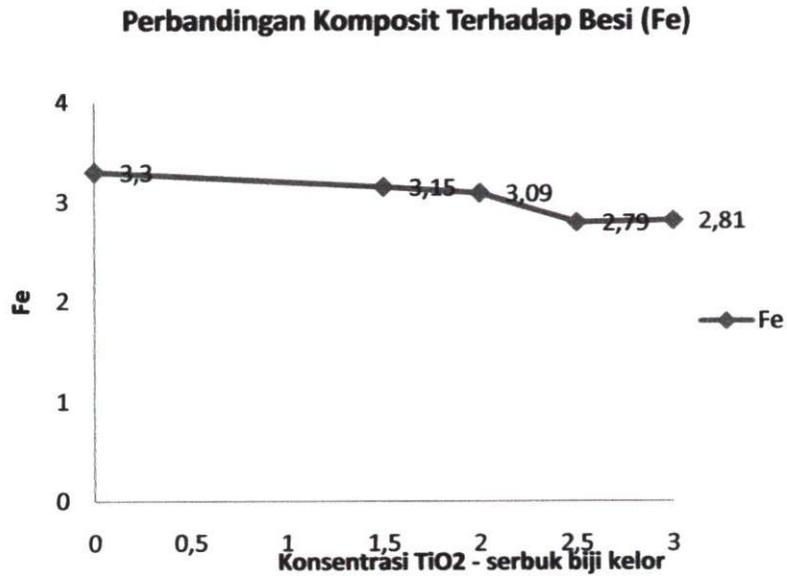
Gambar 4.5. Grafik Penurunan Kadar PO₄ pada Air Limbah Rumah Sakit

Berdasarkan hasil analisa di peroleh titik optimum yaitu terdapat pada sampel ke 4 dengan konsentrasi TiO_2 -Serbuk biji kelor sebesar 2,5 mg/L dan konsentrasi PO_4 pada sampel sebesar 1,08 mg/L Penurunan konsentrasi fosfat dalam limbah cair ini disebabkan adanya gaya tarik menarik antara gugus NH_3^+ biji kelor dengan H_2PO_4^- dalam limbah cair, hal ini dikarenakan adanya kandungan protein di dalam biji kelor.



Gambar 4.6. Grafik Penurunan Kadar Pb pada Air Limbah Rumah Sakit

Biji buah kelor mengandung zat aktif rhamnosy- loxy-benzil-isothiocyante, yang mampu mengadsorpsi dan menetralsir partikel-partikel lumpur serta logam yang terkandung dalam limbah tersuspensi dengan partikel kotoran yang melayang dalam air (Suara Merdeka, 2002). Biji kelor diketahui mengandung polielektrolit kationik dan flokulan alamiah dengan komposisi kimia berbasis polipeptida yang mempunyai berat molekul 6.000- 16.000 dalton, mengandung 6 asam amino sehingga dapat mengkoagulasi dan flokulasi kekeruhan air (Nurasiah dkk, 2002). Berdasarkan hasil analisa di peroleh titik optimum yaitu terdapat pada sampel ke 4 dengan konsentrasi TiO_2 -Serbuk biji kelor sebesar 2,5 mg/L dan konsentrasi Pb pada sampel sebesar 0,015 mg/L untuk menurunkan zat warna reaktif.



Gambar 4.7. Grafik Penurunan Kadar Fe pada Air Limbah Rumah Sakit

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa ternyata ukuran butir dari serbuk biji kelor berpengaruh terhadap kemampuannya untuk mengadsorpsi ion-ion besi dalam air, yaitu makin kecil ukuran butir ternyata makin besar pula kemampuan serbuk biji kelor untuk menurunkan kadar ion besi dalam air.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan :

- a. Serbuk biji kelor yang telah di sintesis oleh TiO_2 mampu mendegradasi air limbah rumah sakit karena mengandung zat aktif *rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate* yang mampu mengadsorpsi dan menetralkan partikel – partikel lumpur serta logam yang terkandung dalam air limbah rumah sakit.
- b. Sintesis serbuk biji kelor – TiO_2 memiliki pengaruh yang baik terhadap penurunan kadar COD, $\text{NH}_3\text{-N}$, Hg, Pb, PO_4 dan Fe hingga mencapai nilai di bawah baku mutu. Hal ini berkisar 70 %.
- c. Komposisi yang tepat serbuk biji kelor – TiO_2 dalam mendegradasi kualitas air limbah rumah sakit yaitu 82,5 ml larutan serbuk biji kelor dan 27,5 gram TiO_2 . Hal ini mencapai titik optimum pada konsentrasi 2,5 mg/L.

5.2 Saran

Saran pada penelitian selanjutnya :

- a. Perlu dilakukan penelitian degradasi limbah cair rumah sakit atau limbah cair lain dengan menggunakan serbuk biji kelor.
- b. Biji kelor perlu dilakukan dengan degradasi dengan adsorben lainnya.
- c. Perlu dilakukan pengujian dengan waktu dan temperatur yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M. 2008. Pengaruh Limbah Rumah Sakit Terhadap Kesehatan FKUI. Depok
- Chih-Ho Su, Chi-Cheng Hu, Yen-Chun Sun, Yu-Cheng Hsiao, 2016. Highly active and thermo-stable anatase TiO₂ photocatalysts synthesized by a microwave-assisted hydrothermal method, *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineering*
- Djaja IM., Dwi MS., 2006. Gambaran Pengelolaan Limbah Cair Di Rumah Sakit X Jakarta Februari 2006. *Jurnal Makara-Kesehatan*. Volume 10, NO. 2, Desember 2006. Departemen Kesehatan Lingkungan. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Indonesia. Depok
- DEPKES RI (2009), Pedoman Pengelolaan Limbah Cair Rumah Sakit Sistem Tangki Septik Dengan Modifikasi,
- Fayos, B.G.J.M. Arnal, G., Verdu I., Rodrigo. 2010. Purification of natural coagulant extracted from moringa oleifera seeds: Isolation and characterization of the active compound. *Journal on food innovation institute for Industrial Universidad Politecnica de valencia*
- Hoffmann, M.R., S.T. Martin, W. Choi, dan D.W. Bahnemann. 1995. Environmental applications of semiconductor photocatalysis. *Chemical Reviews*. 95
- Irianti S, (2004), Pengelolaan Limbah Medis Cair Rumah Sakit Tahun 2003, Prosiding Seminar Teknologi Tepat Guna Pengolahan Limbah Cair: Saatnya Untuk Melangkah, Yogyakarta, hal. 137-144.
- Juli N, Suriawilis U., Birsyam I., 1986. Studi eksplorasi tentang bahan koagulan alami dari tumbuh-tumbuhan dan efeknya terhadap kandungan bakteri coli, DEPDIBUD, ITB, 1986.
- Lu.C.H., Wu.W.H., Kale.R.B. 2008. Microemulsion-mediated hydrothermal synthesis of photocatalytic TiO₂ powders. *J.Hazard.Mat* 154
- Mara Duncan and Cairncross Sandy (1994) Pemanfaatan Air Limbah Dam ekskreta: Patokan untuk perlindungan kesehatan masyarakat. Bandung, ITB

- Nugeraha, Sri Sumiyati, Ganjar Samudro. 2010. Pengolahan air limbah kegiatan penambangan batubara menggunakan biokoagulan. Jurnal PRESIPITASI Vol. 7 No.2 September 2010, ISSN 1907-187X. p57-61.
- Said, N.I., dan Wahjono, H.D, 1999. Teknologi pengolahan air limbah rumah sakit dengan sistem biofilter anaerobaerob. Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Air limbah. Direktorat Teknologi Lingkungan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta.
- Sahni.,Pushpa.,Shalini Sri Vastava.2008. A. System approach to isolation and characterization of protein content of shelled moringa oleifera seeds used for decontaminan of arsenic from water bodies.XXXII National Systems Confarence,Nsc
- Slamet, Syakur R dan Danumulyo W. 2003.Pengolahan limbah logam berat chromium (VI) dengan fotokatalis TiO_2 . Makara,Teknologi, 7 (1): 27-32.
- Pulungan, H., 2007. Proses pengolahan limbah tahu dengan koagulasi alami, makalah ilmiah dalam PIT PERMI,2007.
- Sharma S and Chauhan S.V.S (2008), Assessment of bio-medical waste management in three apex Government hospitals of Agra, hal.159-162.
- Tneu,Z.Y,Poh.P.E,Jin.B,Aryal,R.2015.Synthesis,characterisation and application of TiO_2 -zeolit nanocomposite for the advanced treatment of industrial dye wastewater.Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineering
- Izzati. Nurul Binti ADB Ghalib. 2013. Ammonia-N Removal Using Soil Mixed Culture: Factorial Analysis
- Michael R. Hoffmann, Scot T. Martin, Wonyong. Choi, Detlef W. Bahnemann. 1994. Environmental Applications of Semiconductor Photocatalysis
- R. Zallen, M. P. Moret. 2006. The optical absorption edge of brookite TiO_2
- Supriyanto C,Samin, Zainul Kamal. 2007. Analisis Cemar Logam Berat Pb, Cu, Dan Cd Pada Ikan Air Tawar Dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA).

LAMPIRAN I
PERHITUNGAN

Pembuatan larutan CH₃COOH 1%

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

Dimana $V_1 = 100\text{mL}$

$$M_1 = 100\%$$

$$M_2 = 1\%$$

Ditanya $V_2 = \dots\dots?$

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

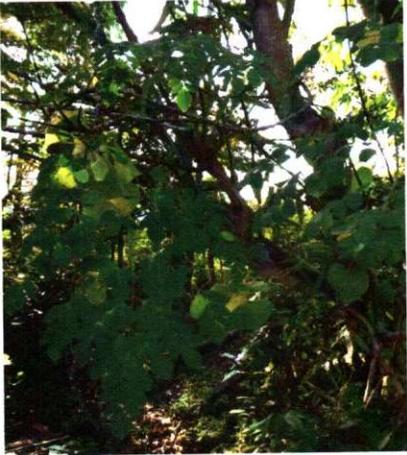
$$100 \text{ mL} \times 100\% = V_2 \cdot 1\%$$

$$V_2 = \frac{100 \text{ mL} \times 100\%}{100\%}$$

$$V_2 = 10 \text{ mL}$$

LAMPIRAN II
GAMBAR PENELITIAN

Gambar	Keterangan
	<p style="text-align: center;">Pengambilan Limbah Cair Rumah Sakit Muhammadiyah Palembang</p>
	<p style="text-align: center;">Air Limbah Sebelum Diolah</p>

Gambar	Keterangan
	Pohon Kelor
	Buah Kelor
	Biji kelor

Gambar	Keterangan
	Serbuk TiO ₂
	Pemurnian Serbuk TiO ₂
	Larutan CH ₃ COOH

Gambar	Keterangan
	<p>Serbuk Biji Kelor ditambahkan CH_3COOH</p>
	<p>Air Limbah Setelah Diolah</p>
	<p>Oven</p>



PEMERINTAH PROVINSI SUMATERA SELATAN
BADAN LINGKUNGAN HIDUP



UPTB. LABORATORIUM LINGKUNGAN

Registrasi Kompetensi Laboratorium Lingkungan
No. 0031/LPJ/LABLING-1/LRK/KLH



Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Penguji
LP 231-IDN

Jl. Aerobik No. 4 Kampus POM IX Palembang 30137 Telp/Fax. (0711) 359974 e-mail : lab_ling_sumsel@yahoo.com

SERTIFIKAT HASIL UJI
No. 660/1281/SHU-LAB/VIII/2016

Nomor Contoh : 660/1281/SPPC-ALC/VIII/2016.
Jenis Contoh : Air Limbah.
Kode Contoh : 411 s/d 415-20-07-16.
Contoh dari : Universitas Muhammadiyah Palembang.
Alamat : Palembang.
Jenis Industri/ Kegiatan : Limbah Rumah Sakit/ Penelitian.
Tanggal Penerimaan Contoh : 20 Juli 2016.
Waktu analisa : 20 s/d 27 Juli 2016
Pengambilan Contoh : Dilakukan oleh Yang bersangkutan.

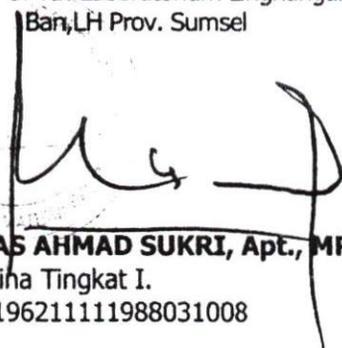
HASIL PENGUJIAN

NO	PARAMETER YANG DIANALISA	SATUAN	HASIL ANALISA
1.	PH *)	-	4
2.	COD *)	Mg/l	76,5
3.	NH ₃ -N *)	Mg/l	0,3
4.	Hg *)	Mg/l	0,05
5.	Pb *)	Mg/l	0,17
6.	PO ₄ *)	Mg/l	2,1
7.	Fe *)	Mg/l	3,5

*) Terakreditasi.

Palembang, 3 Agustus 2016

Kepala UPTB. Laboratorium Lingkungan
Ban, LH Prov. Sumsel



KEMAS AHMAD SUKRI, Apt., MPH.
Pembina Tingkat I.
NIP. 196211111988031008

Catatan :

1. Hasil uji ini tidak untuk diumumkan dan hanya berlaku untuk contoh tersebut diatas.
2. Hasil uji ini tidak boleh di fotocopy tanpa persetujuan dari UPTB. Laboratorium Lingkungan Ban, LH Prov. Sumsel.
3. ***): Ph diukur di Laboratorium dan tidak melampaui Holding time Laboratorium tidak bertanggung jawab terhadap keabsahan hasil pengukuran tersebut.

Distribusi :

1. Asli (Putih) : untuk perusahaan/pengirim yang bersangkutan
 2. Copy 1 : untuk Arsip UPTB. Lab. Lingkungan Ban, LH Prov. Sumsel
- D:SHU Sama2SHU BersamaIT. 2011\Air dan limbah Cair\Umum\Mahasiswa-Masyarakat\Ahmad Hidayat (Penelitian).doc



PEMERINTAH PROVINSI SUMATERA SELATAN
 BADAN LINGKUNGAN HIDUP
UPTB. LABORATORIUM LINGKUNGAN

Registrasi Kompetensi Laboratorium Lingkungan
 No. 0031/LPJ/LABLING-1/LRK/KLH



Komite Akreditasi Nasional
 Laboratorium Penguji
 LP 231-JDN

II. Aerobik No. 4 Kampus POM IX Palembang 30137 Telp/Fax. (0711) 359974 e-mail : lab_ling_sumsel@yahoo.com

SERTIFIKAT HASIL UJI
No. 660/1280/SHU-LAB/VIII/2016

Nomor Contoh : 660/1280/SPPC-ALC/VIII/2016.
 Jenis Contoh : Air Limbah.
 Kode Contoh : 410-20-07-16.
 Contoh dari : Universitas Muhammadiyah Palembang.
 Alamat : Palembang.
 Jenis Industri/ Kegiatan : Limbah Rumah Sakit/ Penelitian.
 Tanggal Penerimaan Contoh : 20 Juli 2016.
 Waktu analisa : 20 s/d 27 Juli 2016
 Pengambilan Contoh : Dilakukan oleh Yang bersangkutan.

HASIL PENGUJIAN

NO	PARAMETER YANG DIANALISA	SATUAN	HASIL ANALISA				
			416	417	418	419	420
1.	PH *)	-	4	5	6	7	7
2.	COD *)	Mg/l	68,9	43,1	35,4	21,5	22,3
3.	NH ₃ -N *)	Mg/l	0,28	0,22	0,14	0,08	0,095
4.	Hg *)	Mg/l	0,042	0,028	0,015	0,008	0,008
5.	Pb *)	Mg/l	0,14	0,08	0,04	0,015	0,018
6.	PO ₄ *)	Mg/l	1,8	1,5	1,2	1,038	1,14
7.	Fe *)	Mg/l	3,3	3,15	3,09	2,79	2,81

*) Terakreditasi.

Palembang, 3 Agustus 2016

Kepala UPTB. Laboratorium Lingkungan
 Ban,LH Prov. Sumsel

KEMAS AHMAD SUKRI, Apt. MPH.
 Pembina Tingkat I.
 NIP. 196211111988031008

Catatan :
 1. Hasil uji ini tidak untuk diumumkan dan hanya berlaku untuk contoh tersebut diatas.
 2. Hasil uji ini tidak boleh di fotocopy tanpa persetujuan dari UPTB. Laboratorium Lingkungan Ban,LH Prov. Sumsel.
 3. ***) : Ph diukur di Laboratorium dan tidak melampaui Holding time Laboratorium tidak bertanggung jawab terhadap keabsahan hasil pengukuran tersebut.

Distribusi :
 1. Asli (Putih) : untuk perusahaan/pengirim yang bersangkutan
 2. Copy 1 : untuk Arsip UPTB. Lab. Lingkungan Ban,LH Prov. Sumsel
 D:SHU Sama2SHU Bersama1T. 2011\Air dan limbah Cair\Umum\Mahasiswa-Masyarakat\Ahmad Hidayat (Penelitian).doc



DIREKTORAT JENDERAL BINA UPAYA KESEHATAN
BALAI BESAR LABORATORIUM KESEHATAN PALEMBANG

Jalan Inspektur Yazid No. 2 Km. 2,5 Palembang. 30126

Telp : (0711) 352 683 Facsimile : (0711) 372 527 Email : bblk_palembang@yahoo.co.id Website : www.bblkpalembang.com



Nomor Agenda : UK/01.16/IX/147/2016
Perihal : Hasil Pemeriksaan Sampel Air
Sampel Berasal dari : RS. Muhammadiyah Palembang
Jenis Pemeriksaan : *E. coli*
Jenis Sampel : Air Limbah

Kepada Yth.
Tiara Putri dan Tria Widayarsi
Di
Palembang

No Urut	Nomor Kode Sampel	Jenis Sampel	Diambil Tgl Dikerjakan tgl	<i>E. coli</i>	PER-GUB SUMSEL NO. 18 TAHUN 2005
I	10734	Air Limbah	<u>28/05/2016</u> 28/05/2016	Negatif	MPN Coliform 10.000/ 100 mL

Pengambilan sampel Diluar Tanggung Jawab BBLK Palembang
Tembusan :
1. Arsip

Palembang, 31 Mei 2016
Kepala Balai Besar Laboratorium Kesehatan



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA



Nama : Tiara Putri
 NIM : 12.2010.003
 Judul : Sintesis Komposit Serbuk Biji Kelor - TiO₂ &
Aplikasinya Untuk Mendegradasi Air
Limbah Rumah Sakit

Dosen Pembimbing

- : 1. Dr. Ir. Marhaini., MT
 2. Ir. Rifdah., MT

No	Pokok Bahasan	Catatan/Komentar	Tanggal Bimbingan	Paraf	
				Pembimbing I	Pembimbing II
1.	Pengajuan Judul Proposal		19 Mei 2015		
2.	Perbaiki Proposal		23 Mei 2016		
3.	BAB I, II, III		23 Mei 2016		
4.	Perbaiki BAB I, II, III		25 Mei 2016		
5.	Ujian Proposal		28 Mei 2016		
6.	BAB IV Hasil dan Pembahasan	Hasil Analisa	4 Agustus 2016		
7.	Me ulian format hasil		15 Agustus 2016		
8.	Perbaiki BAB IV, V				
9.	Me ulian format				