

SKRIPSI

MODIFIKASI BENTONIT DENGAN MENGGUNAKAN SURFAKTAN KATIONIK / TiO_2 DAN WO_3 UNTUK DEKOLORISASI RHODAMIN B



Diajukan oleh:

Kelvin NRP 5203022010

Jenyfer Sugianto NRP 5203022013

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

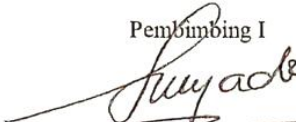
Seminar **SKRIPSI** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Kelvin
NRP : 5203022010

telah diselenggarakan pada tanggal 25 Juni 2025, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Program Studi Teknik Kimia.

Surabaya, 9 Juli 2025

Pembimbing I

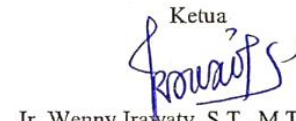

Prof. Ir. Suryadi Ismadji, M.T.,
Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
NIDN 0721126901

Pembimbing II


Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo,
M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
NIDN 0702047702

Dewan Penguji

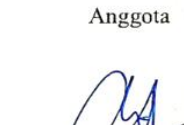
Ketua


Ir. Wenny Irawaty, S.T., M.T., Ph.D.,
IPM., ASEAN Eng.
NIDN 0702027301

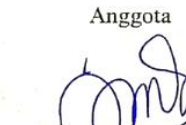
Sekretaris


Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo,
M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
NIDN 0702047702

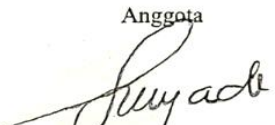
Anggota


Ir. Chintya Gunarto,
S.T., Ph.D., IPP.
NIDN 0728119501

Anggota


Ir. Jindrayani Nyoo
Putro, S.T., Ph.D.,
IPM.
NIDN 0708059403

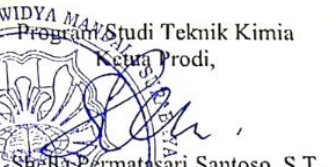
Anggota


Prof. Ir. Suryadi
Ismadji, M.T., Ph.D.,
IPU., ASEAN Eng.
NIDN 0721126901

Mengetahui

Fakultas Teknik
Dekan,

Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo,
M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
NIDN 0702047702

Program Studi Teknik Kimia
Ketua Prodi,

Ir. Sheila Permatasari Santoso, S.T.,
Ph.D., IPM.
NIDN 0709119004

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **SKRIPSI** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

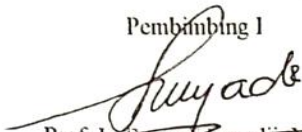
Nama : Jenyfer Sugianto

NRP : 5203022013

telah diselenggarakan pada tanggal 25 Juni 2025, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Program Studi Teknik Kimia.

Surabaya, 9 Juli 2025

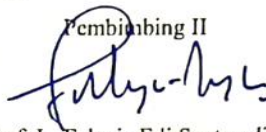
Pembimbing I



Prof. Ir. Suryadi Ismadji, M.T.,
Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

NIDN 0721126901

Pembimbing II

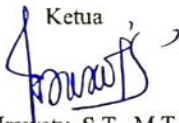


Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo,
M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

NIDN 0702047702

Dewan Penguji

Ketua



Ir. Wenny Irawaty, S.T., M.T., Ph.D.,
IPM., ASEAN Eng.

NIDN 0702027301

Sekretaris



Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo,
M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

NIDN 0702047702

Anggota



Ir. Chintya Gunarto,
S.T., Ph.D., IPP.

NIDN 0728119501

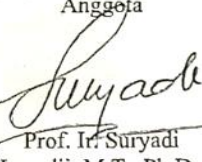
Anggota



Ir. Indrayani Nyoo
Putro, S.T., Ph.D.,
IPM.

NIDN 0708059403

Anggota



Prof. Ir. Suryadi
Ismadji, M.T., Ph.D.,
IPU., ASEAN Eng.

NIDN 0721126901

Mengetahui



NIDN 0702047702



NIDN 0709119004

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama : Kelvin

NRP : 5203022010

Menyetujui karya ilmiah saya:

MODIFIKASI BENTONIT DENGAN MENGGUNAKAN SURFAKTAN KATIONIK /TiO₂ DAN WO₃ UNTUK DEKOLORISASI RHODAMIN B

untuk dipublikasikan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 9 Juli 2025

Yang menyatakan,



Kelvin

NRP 5203022010

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama : Jenyfer Sugianto

NRP : 5203022013

Menyetujui karya ilmiah saya:

**MODIFIKASI BENTONIT DENGAN MENGGUNAKAN
SURFAKTAN KATIONIK /TiO₂ DAN WO₃ UNTUK DEKOLORISASI
RHODAMIN B**

untuk dipublikasikan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 9 Juli 2025

Yang menyatakan,



Jenyfer Sugianto

NRP 5203022013

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini, saya tersebut diatas juga menyatakan bahwa hasil karya ilmiah dalam bentuk Skripsi ini benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui ada pelanggaran dan penyelewengan dari peraturan akademik Program Studi Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa Skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 9 Juli 2025

Yang menyatakan,



Kelvin

NRP 5203022010

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini, saya tersebut diatas juga menyatakan bahwa hasil karya ilmiah dalam bentuk Skripsi ini benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui ada pelanggaran dan penyelewengan dari peraturan akademik Program Studi Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa Skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 9 Juli 2025

Yang menyatakan,



Jenyfer Sugianto

NRP 5203022013

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	i
LEMBAR PERNYATAAN	1
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
KATA PENGANTAR	x
INTISARI	xi
I. Pendahuluan	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian	3
I.3 Pembatasan Masalah	4
II. Tinjauan Pustaka	5
II.1 Bentonit Sebagai Adsorben	5
II.2 Modifikasi Bentonit dengan Surfaktan Kationik	8
II.3 Penambahan TiO_2 dan WO_3 untuk proses fotokatalisis	10
II.4 Pewarna Rhodamin B	15
III. Metode Penelitian	17
III.1 Bahan	17
III.2 Alat	17
III.3 Intrumentasi	18
III.3 Prosedur penelitian	18
IV. Hasil Percobaan	23
IV.I Tujuan 1: Mensintesis dan mengkarakterisasi adsorben	23
IV.II Tujuan 2: Mempelajari performa adsorpsi adsorben terhadap Rhodamin B dalam air	32
V. Kesimpulan dan Saran	53
V.I Kesimpulan	53
V.II Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN A	74
LAMPIRAN B	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Modifikasi bentonit.....	7
Tabel 2. 2 Adsorpsi pewarna dengan berbagai surfaktan kationik	9
Tabel 2. 3 Kapasitas adsorpsi adsorben terhadap Rhodamin B	16
Tabel 4. 1 FTIR	31
Tabel 4. 2 Persamaan Kinetika Adsorpsi	42
Tabel 4. 3 Uji kinetika adsorpsi dengan variasi waktu	42
Tabel 4. 4 Uji isoterm adsorpsi dengan variasi konsentrasi	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses degradasi pewarna dengan bantuan sinar UV	12
Gambar 2. 2 Reaksi Fotokatalitik ref. [81]	13
Gambar 3. 1 Prosedur sintesis dan karakterisasi adsorben	18
Gambar 3. 2 Peforma adsorpsi adsorben terhadap adsorbat	20
Gambar 4. 1 Pengujian CEC dengan Metilen biru (a) bentonit; (b) BAA ..	23
Gambar 4. 2 Grafik XRD bentonit.....	26
Gambar 4. 3 SEM (a) BAA; (b) Be-SK DDAC-TiO ₂ ; (c) Be-SK DDAC-WO ₃ ; (d) Be-SK DODMAC-TiO ₂ ; (e) Be-SK DODMAC-WO ₃	27
Gambar 4. 4 Karakterisasi FTIR.....	29
Gambar 4. 5 Variasi penambahan surfaktan (Be-SK) (a) DDAC dan (b) DODMAC	32
Gambar 4. 6 Variasi penambahan bahan semikonduktor (Be-SK-S) (a) DDAC/TiO ₂ ; (b) DDAC/WO ₃ ; (c) DODMAC/TiO ₂ ; (d) DODMAC/WO ₃	35
Gambar 4. 7 Penentuan pH _{pzc} (a) Bentonit; (b) BAA; (c) Be-SK DDAC; (d) ssBe-SK DODMAC; (e) Be-SK DDAC/TiO ₂ ; (f) Be-SK DODMAC/WO ₃	39
Gambar 4. 8 Kinetika adsorpsi dengan metode Pseudo First Orde (a) tanpa UV dan (b) dengan UV; metode Pseudo Second Orde (c) tanpa UV dan (d) dengan UV	44
Gambar 4. 9 Isoterm adsorpsi dengan metode Freundlich (a) tanpa UV dan (b) dengan UV; metode Langmuir (c) tanpa UV dan (d) dengan UV; metode Sips (e) tanpa UV dan (f) dengan UV.....	50

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas karuniaNya sehingga saya dapat menyusun karya ilmiah dalam bentuk Skripsi sebagai salah satu syarat pemenuhan kurikulum untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Skripsi ini berjudul “ Modifikasi bentonit dengan menggunakan surfaktan kationik /TiO₂ dan WO₃ untuk dekolorisasi Rhodamin B” dengan konten yang meliputi pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian, hasil dan pembahasan, kesimpulan dan saran, daftar pustaka.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Skripsi ini terkhusus kepada pak Suryadi dan bu Felycia yang telah membimbing skripsi, para dosen penguji yang telah membantu memberikan saran, orang tua, saudara, dan teman-teman yang telah memberikan dukungan.

Adapun Skripsi yang telah penulis susun ini tentunya tidak terlepas dari kesalahan dan kelemahan, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik guna peningkatan kualitas penelitian dan Skripsi ke depannya. Diharapkan para pembaca berpegang pada azas keterlaksanaan, kesesuaian dan fleksibilitas, dengan mengacu pada perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Demikian, semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, 9 Juli 2025

Penulis

INTISARI

Pencemaran lingkungan yang semakin mengkhawatirkan akibat pembuangan limbah cair industri, khususnya yang mengandung zat pewarna, Salah satu metode yang banyak diminati adalah adsorpsi, karena dianggap efektif dan ekonomis dalam menghilangkan warna dari limbah cair industri. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan mengkarakterisasi material adsorben dengan menguji kinerjanya dalam mengadsorpsi Rhodamin B dari air. evaluasi yang dilakukan meliputi pengaruh pH terhadap proses adsorpsi, studi kinetika adsorpsi dengan/tanpa fotokatalisis dengan variasi waktu kontak, serta evaluasi isoterm adsorpsi dengan/tanpa fotokatalisis berdasarkan variasi konsentrasi Rhodamin B. Adsorben yang digunakan berupa komposit bentonit yang telah diaktivasi dengan asam sulfat (H_2SO_4), kemudian dimodifikasi dengan penambahan surfaktan kationik (Be-SK) berupa *Didecyl Dimethyl Ammonium Chloride* (DDAC) atau *N,N-Dimethyl-N-Octyloctan-1-amonium chloride* (DODMAC) dan material semikonduktor TiO_2/WO_3 (Be-SKS) sebagai penunjang fotokatalisis. Studi kinetika mengindikasikan proses adsorpsi mengikuti model pseudo-orde dua, yang merupakan mekanisme kemisorpsi antara adsorben dan zat terlarut. Data eksperimen memberikan hasil bahwa model Langmuir dan Sips lebih sesuai menggambarkan proses adsorpsi. Kapasitas adsorpsi maksimum (q_{max}) untuk komposit Be-SKS DDAC WO_3 tercatat sebesar 260,259 mg/g, komposit Be-SKS DDAC TiO_2 sebesar 239,8219 mg/g, komposit Be-SK-S DODMAC WO_3 sebesar 206,2691 mg/g dan komposit Be-SK-S DODMAC TiO_2 sebesar 195,6636 mg/g. Sedangkan setelah proses fotokatalisis kapasitasnya (q_{max}) meningkat menjadi komposit Be-SKS DDAC WO_3 tercatat sebesar 298,9377 mg/g, komposit Be-SKS DDAC TiO_2 sebesar 269,3654 mg/g, komposit Be-SK-S DODMAC WO_3 sebesar 233,6494 mg/g dan komposit Be-SK-S DODMAC TiO_2 sebesar 215,7418 mg/g. Karakterisasi komposit dilakukan menggunakan FTIR, SEM, dan XRD. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa fase anatase (fase atau bentuk kristal yang memiliki struktur tetragonal) dari TiO_2/WO_3 teridentifikasi secara konsisten pada seluruh komposit, baik melalui pola difraksi XRD maupun morfologi permukaan. Adsorpsi dan proses fotokatalisis Rhodamin B pada suhu kamar dipengaruhi pH dan konsentrasi awal, serta lebih efektif menggunakan bentonit termodifikasi organik. Dengan demikian, komposit bentonit yang dimodifikasi menunjukkan potensi besar sebagai adsorben yang efektif dalam menghilangkan pewarna Rhodamin B dari air limbah industri, terutama pada kondisi pH dan waktu kontak yang optimal. Metode ini berpotensi menjadi solusi yang ramah lingkungan dalam upaya pengolahan limbah cair industri.