EFEKTIVITAS PENGGUNAAN ULANG *FLOATING* FOTOKATALIS Fe_3O_4/TiO_2-Ni/SERAT BUAH PINANG UNTUK MENDEGRADASI TETRASIKLIN

RISCA MERIANI
H1031211070

SKRIPSI

PROGRAM STUDI S1 KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

EFEKTIVITAS PENGGUNAAN ULANG *FLOATING* FOTOKATALIS Fe_3O_4/TiO_2-Ni/SERAT BUAH PINANG UNTUK MENDEGRADASI TETRASIKLIN

RISCA MERIANI

H1031211070

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains pada Program Studi Kimia

PROGRAM STUDI S1 KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul	: Efektivitas Penggunaan Ulang *Floating* Fotokatalis Fe_3O_4/TiO_2-Ni/Serat Buah Pinang Untuk Mendegradasi Tetrasiklin
Nama	: Risca Meriani
NIM	: H1031211070
Program Studi	: Kimia
Tanggal Lulus	: 28 Juli 2026
SK Pembimbing	: No.5197/DST/UN22.8/DT.00/2026 /4 Agustus 2026
SK Penguji	: No.5251/DST/UN22.8/DT.00/2026 /28 Juli 2026

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Nelly Wahyuni, S.Si., M.Si.	Risya Sasri, S.Si., M.Sc.
NIP. 197506022000032001	NIP. 199003102023212041

Dosen penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Adhityawarman, S.Si., M.Si., Ph.D.	H. Afghani Jayuska, S.Si., M.Si.
NIP. 198409192008121001	NIP. 197107072000121001

Pimpinan Sidang (Merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (Merangkap anggota penguji)
Dr. Nelly Wahyuni, S.Si., M.Si.	Risya Sasri, S.Si., M.Sc.
NIP. 197506022000032001	NIP. 199003102023212041

Mengetahui
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031001

Dipindai dengan CamScanner

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Risca Meriani
NIM	:H1031211070
Program Studi/ Jurusan	: Kimia
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 8 April 2026



Risca Meriani
H1031211070

Dipindai dengan CamScanner

EFEKTIVITAS PENGGUNAAN ULANG *FLOATING* FOTOKATALIS Fe_3O_4/TiO_2-Ni/SERAT BUAH PINANG UNTUK MENDEGRADASI TETRASIKLIN

Abstrak

Penelitian ini mengkaji efektivitas penggunaan ulang *floating* fotokatalis Fe_3O_4/TiO_2-Ni/Serat buah pinang untuk mendegradasi tetrasiklin dengan memvariasikan massa TiO_2-Ni sebesar 1 g (SPTF1), 1,5 g (SPTF2), dan 2 g (SPTF3) menggunakan 3 g PVA sebagai perekat, 2 g serat buah pinang sebagai matriks pendukung, dan 0,25 g Fe_3O_4 sebagai agen magnetik untuk memudahkan pemisahan komposit. Hasil degradasi tetrasiklin pada konsentrasi 20 ppm menunjukkan SPTF1 memberikan efisiensi tertinggi sebesar 62,77%, diikuti SPTF2 sebesar 60,20% dan SPTF3 sebesar 58,72%. Uji penggunaan ulang pada SPTF1 selama 4 siklus menunjukkan penurunan efisiensi degradasi yang signifikan dari 62,77% pada siklus pertama menjadi 23,43% pada siklus keempat dengan total penurunan sebesar 39,34%. Karakterisasi SEM-EDX dan XPS dilakukan untuk mengidentifikasi penyebab penurunan efektivitas tersebut. Hasil SEM menunjukkan terjadinya pengikisan morfologi permukaan dan EDX mengkonfirmasi penurunan kandungan Ti, Fe, dan Ni yang mengindikasikan terlepasnya partikel aktif dari matriks komposit. Sedangkan analisis XPS menunjukkan perubahan komposisi gugus karbon yang mengindikasikan degradasi struktural PVA selama proses penggunaan ulang. Temuan ini menunjukkan bahwa penurunan kinerja penggunaan ulang terutama disebabkan oleh pelepasan partikel aktif dari matriks komposit yang diduga dipicu oleh degradasi struktural PVA sebagai perekat selama penggunaan berulang.

Kata Kunci: *Floating Fotokatalis, Tetrasiklin, Penggunaan Ulang, TiO_2-Ni*

THE EFFECTIVENESS OF REUSING Fe_3O_4/ TiO_2-Ni/ARECA NUT FIBER FLOATING PHOTOCATALYSTS FOR THE DEGRADATION OF TETRACYCLINE

Abstract

This study examined the effectiveness of using floating photocatalysts of Fe_3O_4/TiO_2-Ni/palm fruit fibre for degrading tetracycline by varying the TiO_2-Ni mass to 1 g (SPTF1), 1.5 g (SPTF2) and 2 g (SPTF3), using 3 g of PVA as a binder, 2 g of palm fruit fibre as a supporting matrix and 0.25 g of Fe_3O_4 as a magnetic agent to facilitate the separation of the composite. The results of the tetracycline degradation at a concentration of 20 ppm show that SPTF1 provides the highest efficiency of 62.77%, followed by SPTF2 at 60.20% and SPTF3 at 58.72%. Reusability testing of SPTF1 over four cycles showed a significant decrease in degradation efficiency from 62.77% in the first cycle to 23.43% in the fourth cycle, with a total decrease of 39.34%. SEM-EDX dan XPS characterisation was performed to identify the cause of this reduction in effectiveness. SEM results showed surface morphology erosion and EDX confirmed a decrease in Ti, Fe and Ni content, indicating the release of active particles from the composite matrix. Meanwhile, XPS analysis showed a change in the carbon group composition, indicating PVA structural degradation during the reuse process. These findings suggest that the decrease in reuse performance is primarily due to the release of active particles from the composite matrix, which is likely triggered by the structural degradation of PVA as a binder during repeated use.

Keyword: *Floating photocatalyst, Tetracycline, Reuse, TiO_2-Ni*

PRAKATA

Puji dan Syukur kepada Tuhan yang Maha Esa, karena atas berkat, rahmat, dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **"Efektivitas Penggunaan Ulang *Floating* Fotokatalis Fe_3O_4/TiO_2-Ni/Serat Buah Pinang Untuk Mendegradasi Tetrasiklin"**. Skripsi ini adalah salah satu syarat agar memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.

Banyak pelajaran berharga yang telah diperoleh penulis selama menempuh perkuliahan sampai penulisan skripsi ini selesai tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, perkenankan penulis mengucapkan terimakasih terutama kepada ibu Dr. Nelly Wahyuni, S.Si., M.Si, selaku dosen pembimbing pertama dan ibu Risya Sasri, S.Si., M.Sc, selaku pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk memberikan motivasi, dorongan serta bimbingan mulai dari penelusuran pustaka, pelaksanaan penelitian hingga penulisan skripsi ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yaitu ibunda Lasmi dan ayahanda Sukamto. Adikku Rina Aprillia Nurjanah serta keluarga besar atas doa restu, pengorbanan, kasih sayang, motivasi, semangat dan doa tiada henti yang dicurahkan kepada penulis selama ini.
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura, Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
3. Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura, Dr. Andi Hairil Alimuddin, M.Si.
4. Dosen Penasihat Akademik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura, Hj. Puji Ardiningsih, S.Si., M.Si.
5. Dosen Pembimbing pertama dan kedua Tugas Akhir Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura, Dr. Nelly Wahyuni, S.Si., M.Si. dan Risya Sasri, S.Si., M.Sc.

6. Dosen Penguji pertama dan kedua Tugas Akhir Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura, Adhitiyawarman, S.Si., M.Si., Ph.D. dan H. Afghani Jayuska, S.Si., M.Si.
7. Kepala Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura, Prof. Rudiyansyah, M.Si., Ph.D.
8. Seluruh Dosen Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura yang telah memberikan ilmu baru selama perkuliahan
9. Administrasi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura, Rumiris Sitorus, S. Kom. dan Warsi Kurnia Rahayu, S.Si. yang telah membantu penulis dalam mengurus berkas selama perkuliahan
10. Laboran Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura, Yoga Pratama, S.Si dan Titiek Lestari, S.Si.
11. Seluruh keluarga besar Kimia FMIPA Universitas Tanjungpura dan teman-teman seangkatan keluarga Scandium atas ilmu dan semangatnya serta kebersamaan dan kekeluargaan selama penulis menjalankan perkuliahan.

Karena kebaikan semua pihak yang telah penulis sebutkan tadi maka penulis bisa menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Penulisan skripsi ini memang masih jauh dari kesempurnaan, tapi penulis sudah berusaha sebaik mungkin. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Pontianak, 8 April 2026

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA vi
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3Tujuan Penelitian 4
1.4Manfaat Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Tanaman Pinang (*Areca catechu* L.) 5
2.2 Tetrasiklin 7
2.3 Titanium Dioksida (TiO_2) 10
2.4 Magnetit (Fe_3O_4) 12
2.5 Polivinil Alkohol (PVA) 14
2.6 Karakterisasi Fotokatalis 15
2.6.1 Spektrofotometer UV-Vis (*Ultraviolet-Visible*) 15
2.6.2 *Scanning Electron Microscopy* (SEM) - *Energy Dispersive* X-Ray (EDX) 17
2.6.3 X-*Ray Photoelectron Spectroscopy* (XPS) 18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 21
3.2 Alat dan Bahan 21
3.3 Prosedur Kerja 21
3.3.1 Sintesis Fe_3O_4/ TiO_2-Ni-Serat Buah Pinang 21
3.3.2 Uji Aktivitas Degradasi Tetrasiklin 22
3.3.3 Penggunaan Ulang *Floating* Fotokatalis 24
3.3.4 Karakterisasi 25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 26
4.1 Sintesis Fe_3O_4/TiO_2-Ni/Serat Buah Pinang 26
4.2 Uji Aktivitas Degradasi Tetrasiklin pada *Floating* Fotokatalis 28
4.3 Uji Stabilitas dan Penggunaan Ulang *Floating* Fotokatalis 33

4.3.1 Uji Efektivitas Penggunaan Ulang *Floating* Fotokatalis 33
4.3.2 Analisis Morfologi dan Komposisi Unsur Sebelum dan Setelah Fotodegradasi (SEM-EDX) 35
4.3.3 Analisis Komposisi Kimia Permukaan Sebelum dan Setelah Fotodegradasi (XPS) 40
BAB V SIMPULAN DAN SARAN 46
5.1 Simpulan 46
5.2 Saran 46
DAFTAR PUSTAKA 47
LAMPIRAN 56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Pinang (*Areca catechu* L.)..... 5
Gambar 2.2 Serat Buah Pinang..... 6
Gambar 2.3 Struktur Tetrasiklin (Ahmad *et al*., 2021)..... 7
Gambar 2.4 Mekanisme Degradasi Tetrasiklin (Liu *et al*., 2024) 9
Gambar 2.5 Struktur Kristal TiO_2 (Baranowska-Wójcik *et al*., 2020) 11
Gambar 2.6 Struktur TiO_2-Ni (Dorothy & Panigrahi, 2023)..... 12
Gambar 2.7 Struktur Kristal Fe_3O_4 (Ganapathe *et al*., 2020)..... 13
Gambar 2.8 Struktur Polivinil Alkohol (PVA) 14
Gambar 2.9 Kurva degradasi polutan menggunakan TiO_2 dan modifikasinya berdasarkan waktu iradiasi (Fu *et al*., 2020)..... 16
Gambar 2.10 Hasil Morfologi (a) Fe_3O_4 dan (b) Fe_3O_4@TiO_2-Ni (Fu *et al*., 2020) 18
Gambar 2.11 Spektrum XPS *wide scan* dan *narrow scan* (Balakrishnan & John, 2021) 19
Gambar 4.1 Komposit *floatin*g fotokatalis Fe_3O_4/ TiO_2-Ni/Serat Buah Pinang.. 27
Gambar 4.2 Kurva kalibrasi larutan tetrasiklin 29
Gambar 4.3 Pengujian aktivitas *floating* fotokatalis dibawah lampu LED 30
Gambar 4.4 Hubungan waktu iradiasi terhadap **(a)** efisiensi adsorpsi tetrasiklin **(b)** efisiensi fotodegradasi tetrasiklin dan **(c)** fotolisis tetrasiklin..... 31
Gambar 4.5 Pengujian efisiensi degradasi tetrasiklin terhadap waktu iradiasi pada penggunaan ulang SPTF1 34
Gambar 4.6 Morfologi citra SEM SPTF1 sebelum penggunaan ulang **(a)** 100 µm **(b)** 50 µm dan SPTF1 setelah 4 siklus **(c)** 100 µm **(d)** 50 µm..... 36
Gambar 4.7 Hasil EDX Mapping SPTF1 Sebelum Penggunaan dan Setelah Penggunaan 4 Siklus 37
Gambar 4.8 Ilustrasi mekanisme kerja fotokatalitik komposit Fe_3O_4/TiO_2-Ni/serat buah pinang..... 38
Gambar 4.9 Spektrum XPS sebelum dan setelah penggunaan ulang, meliputi **(a)** spektrum *wide scan*, **(b)** daerah C1s, **(c)** daerah O1s, dan **(d)** daerah Ti2p..... 41
Gambar 4.10 Spektrum XPS daerah C1s sebelum dan setelah penggunaan ulang yang telah didekonvolusi..... 43
Gambar 4.11 Spektrum XPS daerah O1s sebelum dan setelah penggunaan ulang yang telah didekonvolusi..... 44

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Densitas 27
Tabel 4.2 Komposisi unsur hasil analisis EDX sebelum dan setelah penggunaan ulang selama 4 siklus. 38
Tabel 4.3 Komposisi unsur *floating* fotokatalis sebelum dan setelah penggunaan ulang 4 siklus berdasarkan analisis XPS (*wide scan*). 42
Tabel 4.4 Persentase komponen C1s hasil dekonvolusi XPS sebelum dan setelah penggunaan ulang 4 siklus 43
Tabel 4.5 Persentase komponen O1s hasil dekonvolusi XPS sebelum dan setelah penggunaan ulang..... 45

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tetrasiklin merupakan antibiotik yang termasuk dalam golongan bakteriostatik, yang bekerja dengan cara menghambat pertumbuhan bakteri (Puspitasari *et al*., 2023). Antibiotik ini banyak digunakan dalam pengobatan manusia, akuakultur, dan peternakan karena harganya yang murah, kualitasnya yang baik, dan tingkat kemurniannya yang tinggi. Namun tetrasiklin sulit dicerna oleh manusia dan hewan, sehingga sering dikeluarkan melalui feses dan ekskreta dalam jumlah besar lebih dari 75%. Selain itu, limbah industri farmasi juga membuang tetrasiklin tanpa pengolahan yang memadai, sehingga tetrasiklin bisa mencemari tanah dan air selama bertahun-tahun. Hal ini menyebabkan akumulasi tetrasiklin di lingkungan dapat menyebabkan dampak negatif (Xu *et al*., 2021).

Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai metode telah dikembangkan untuk mendegradasi limbah obat-obatan seperti teknik hibrida (Sawunyama *et al*., 2023), proses oksidasi lanjutan (AOP) (Brillas, 2023), adsorpsi (Ouyang *et al*., 2020), dan bioremediasi (Nguyen *et al*., 2019). Namun, metode-metode tersebut masih memiliki keterbatasan, seperti tidak sepenuhnya mendegradasi polutan atau hanya memindahkan kontaminan tanpa menghilangkannya secara permanen (Manoharan *et al*., 2022). Metode yang menarik perhatian untuk mengatasi masalah limbah obat-obatan adalah fotokatalis, karena kemampuannya dalam mendegradasi limbah obat-obatan (Firooz *et al*., 2024). Fotokatalis bekerja dengan cara memproduksi radikal hidroksil (•OH), yang merupakan zat sangat reaktif. Zat ini dapat menguraikan polutan dalam udara menjadi molekul-molekul kecil yang lebih ramah lingkungan. Proses ini memanfaatkan cahaya (foton) sebagai sumber energi dan menggunakan katalis untuk mempercepat reaksi tersebut (Putri *et al*., 2023).

Titanium dioksida (TiO_2) merupakan salah satu katalis semikonduktor yang paling banyak digunakan sebagai fotokatalis karena kinerjanya yang efektif, ketahanan kimia, ketersediaan, toksisitas rendah dan biayanya yang murah (Shi *et al*., 2020; Wu *et al*., 2020). Fase anatase TiO_2 memiliki aktivitas fotokatalik yang

lebih unggul karena memiliki luas permukaan yang lebih besar, kemampuan adsorpsi permukaan gugus hidroksil yang lebih tinggi dan laju rekombinasi pembawa muatan yang lebih rendah dibandingkan fase lainnya (Rizkiana *et al*., 2020). Namun TiO_2 dalam bentuk anatase memiliki kemampuan adsorpsi yang lebih rendah terhadap cahaya matahari dengan *bandgap* sebesar 3,21 eV, yang hanya aktif dibawah radiasi sinar UV (Nur *et al*., 2022), sehingga hanya memiliki efisiensi fotokatalitik sebesar 8% dari energi matahari (Karim *et al*., 2016). Oleh karena itu, dilakukan penambahan dopan untuk memperkecil *bandgap* TiO_2 sehingga memperbesar penyerapan ke area cahaya tampak. (Morante *et al*., 2025) berhasil menurunkan energi *bandgap* TiO_2 dari 3,11 eV menjadi 2,49 eV menggunakan kation logam Ni^{2+} sehingga memungkinkan TiO_2 menyerap cahaya tampak.

Penggunaan fotokatalis TiO_2 masih memiliki kekurangan yaitu kondisi material yang mengalami penggumpalan (aglomerasi) atau tenggelam sehingga mengurangi efektivitas fotokatalis karena cahaya harus menembus air agar katalis dapat bekerja (Mohammadi *et al*., 2016). Menurut Sugandi *et al*. (2024), penggunaan serat alam seperti serat buah pinang yang diembankan dengan TiO_2 menjadi material *floating* fotokatalis TiO_2/Cu-Serat pinang dengan massa jenis 0,890 g/cm^3 mampu mendegradasi asam humat hingga 54%, sedangkan yang tidak diembankan hanya mampu mereduksi 16,13%. Serat buah pinang dipilih sebagai bahan untuk memperkuat komposit karena memiliki beberapa keunggulan, seperti densitas yang rendah, bersifat terbarukan, biaya produksi yang rendah, serta panjang serat sekitar 4 cm yang lebih pendek dibandingkan dengan serat alam lainnya, sehingga dapat meningkatkan homogenitas dalam matriks komposit (Kuswariyah *et al*., 2023).

Masalah lain yang muncul pada proses fotokatalis yaitu setelah proses fotokatalis selesai, TiO_2 sulit untuk dipisahkan pada media larutannya. Maka perlu dilakukan modifikasi pada TiO_2 yaitu dengan penambahan sifat magnetik agar padatan fotokatalis bisa dipisahkan dengan mudah menggunakan medan magnet eksternal. Proses ini dilakukan dengan melapiskan TiO_2 pada material magnetik seperti magnetit (Fe_3O_4), yang murah, tidak beracun, dan dapat digunakan dalam

aplikasi seperti katalis. Penambahan sifat magnetik ini mempermudah pemisahan TiO_2 menggunakan magnet eksternal (Pradipta *et al*., 2021). Menurut Elgia (2024) komposit kaolin-magnetit Fe_3O_4 yang dilakukan pemisahan untuk penggunaan ulang menggunakan batang magnet dari larutan parasetamol setelah adsorpsi memberikan nilai 86,32% pada pemisahan pertama dan pemisahan kedua 10,85%. Sehingga total efektivitas pemisahan kaolin-magnetit Fe_3O_4 sebesar 97,17%. Sementara pemisahan yang dilakukan tanpa magnetit Fe_3O_4 menunjukkan tidak tertarik kaolin oleh batang magnet, sehingga untuk pemisahannya membutuhkan waktu yang lebih lama. Hal ini memungkinkan penggunaan ulang material fotokatalis dan membantu menghemat penggunaan bahan fotokatalis (Fu *et al*., 2020).

Meskipun telah dilakukan berbagai modifikasi untuk meningkatkan kinerja material, penggunaan fotokatalis secara berulang tetap berpotensi menyebabkan penurunan aktivitas akibat tertutupnya situs aktif oleh polutan yang menempel pada permukaan material (Mohammadi *et al*., 2016). Oleh karena itu, penting untuk mengevaluasi kemampuan penggunaan ulang material fotokatalis dalam mempertahankan kinerjanya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas *floating* fotokatalis Fe_3O_4 yang dikompositkan dengan TiO_2-Ni-Serat buah pinang melalui uji penggunaan ulang dalam mendegradasi tetrasiklin. Evaluasi penggunaan ulang dilakukan untuk mengetahui aktivitas fotokatalis setelah beberapa siklus penggunaan, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai potensi aplikasinya secara berkelanjutan, efisien dari segi biaya serta ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dalam penelitian ini permasalahan yang dikaji adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik *floating* fotokatalis Fe_3O_4/TiO_2-Ni-Serat buah pinang (*Areca catechu* L.*)* sebelum dan setelah dilakukan penggunaan ulang ?

2. Bagaimana kinerja penggunaan ulang *floating* fotokatalis Fe_3O_4/TiO_2-Ni-Serat buah pinang (*Areca catechu* L.*)* dalam mendegradasi tetrasiklin setelah penggunaan ulang ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik *floating* fotokatalis Fe_3O_4/TiO_2-Ni-Serat Buah Pinang (*Areca catechu* L.*)* sebelum dan setelah dilakukan penggunaan ulang
2. Mengetahui kinerja Fe_3O_4/TiO_2-Ni-Serat Buah Pinang (*Areca catechu* L.*)* dalam mendegradasi tetrasiklin setelah penggunaan ulang

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai kinerja penggunaan ulang *floating* fotokatalis Fe_3O_4/TiO_2-Ni-Serat buah pinang (*Areca catechu* L.*)* dalam mendegradasi tetrasiklin, sehingga dapat mendukung pengembangan material fotokatalis yang stabil dan dapat digunakan secara berulang.
2. Memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi material fotokatalis, khususnya terkait pemanfaatan material komposit berbasis biomassa yang efisien dan ramah lingkungan.