UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengujian Fe2O3 Nanopartikel sebagai Katalis dalam Foto-Fenton Heterogen untuk Oksidasi Ion Pb(II)
Alya Khoirun Nisa, Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S.; Taufik Abdillah Natsir, S.Si., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL **i**
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI **ii**
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI DAN PENGGUNAAN KECERDASAN ARTIFISIAL GENERATIF **iii**
HALAMAN PERSEMBAHAN **iv**
PRAKATA **vi**
DAFTAR ISI **vii**
DAFTAR TABEL **ix**
DAFTAR GAMBAR **x**
DAFTAR LAMPIRAN **xi**
INTISARI **xii**
ABSTRACT **xiii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
I.1 Latar Belakang 1
I.2 Tujuan Penelitian 3
I.3 Manfaat Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN PERUMUSAN HIPOTESIS **5**
II.1 Tinjauan Pustaka 5
II.1.1 Logam timbal 5
II.1.2 Foto-Fenton dan foto-Fenton heterogen 7
II.1.3 Katalis Fe_2O_3 nanopartikel 10
II.1.4 Tempurung biji nyamplung (TBN) 11
II.2 Perumusan Hipotesis dan Rancangan Penelitian 14
II.2.1 Perumusan hipotesis 1 14
II.2.2 Perumusan hipotesis 2 15
II.2.3 Perumusan hipotesis 3 15
II.2.4 Rancangan penelitian 16
BAB III METODE PENELITIAN **18**
III.1 Bahan Penelitian 18
III.2 Alat Penelitian 18
III.3 Prosedur Penelitian 19
III.3.1 Preparasi tempurung biji nyamplung (TBN) 19
III.3.2 Sintesis katalis 19
III.3.3 Karakterisasi katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN dan Fe_2O_3 20
III.3.4 Proses foto-Fenton heterogen untuk oksidasi ion Pb(II) dengan katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN 20
III.3.5 Perbandingan efektivitas foto-Fenton heterogen dan foto-Fenton homogen 22
III.3.6 Karakterisasi katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN setelah fotooksidasi ion Pb(II) 23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **24**
IV.1 Karakterisasi Tempurung Biji Nyamplung (TBN) 24
IV.1.1 Data FTIR dan komposisi kimia TBN 24
IV.2 Karakterisasi Katalis Nanopartikel Fe_2O_3/TBN 26

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengujian Fe2O3 Nanopartikel sebagai Katalis dalam Foto-Fenton Heterogen untuk Oksidasi Ion Pb(II)
Alya Khoirun Nisa, Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S.; Taufik Abdillah Natsir, S.Si., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

IV.2.1 Data *X-Ray Fluoresence* 27
IV.2.2 Data *X-Ray Diffraction* 28
IV.2.3 Data *Diffuse Reflectance UV-Visible* 30
IV.2.4 Data *Surface Area Analyzer* 32
IV.3 Proses Foto-Fenton Heterogen dengan Katalis Nanopartikel Fe_2O_3/TBN untuk Oksidasi Ion Pb(II) 34
IV.3.1 Pengaruh pH larutan 34
IV.3.2 Pengaruh dosis katalis 36
IV.3.3 Pengaruh konsentrasi H_2O_2 37
IV.3.4 Pengaruh waktu penyinaran 38
IV.3.5 Perbandingan efektivitas katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN dan Fe_2O_3 39
IV.4 Perbandingan Foto-Fenton Heterogen dan Homogen 41
IV.5 Karakterisasi Katalis Nanopartikel Fe_2O_3/TBN setelah Fotooksidasi Ion Pb(II) 43
IV.5.1 Data *X-Ray Diffraction* 43
IV.5.2 Data Spektroskopi Raman 45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN **47**
V.1 Kesimpulan 47
V.2 Saran 47
DAFTAR PUSTAKA **48**
LAMPIRAN **58**

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengujian Fe2O3 Nanopartikel sebagai Katalis dalam Foto-Fenton Heterogen untuk Oksidasi Ion Pb(II)
Alya Khoirun Nisa, Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S.; Taufik Abdillah Natsir, S.Si., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel IV. 1 Hasil pengujian komposisi kimia TBN 26
Tabel IV. 2 Hasil pengujian XRF katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN 27
Tabel IV. 3 Ukuran rata-rata kristalit oksida besi hasil sintesis 30
Tabel IV. 4 Data luas permukaan, total volume pori, dan diameter pori katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN dan Fe_2O_3 33

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengujian Fe2O3 Nanopartikel sebagai Katalis dalam Foto-Fenton Heterogen untuk Oksidasi Ion Pb(II)
Alya Khoirun Nisa, Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S.; Taufik Abdillah Natsir, S.Si., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar III. 1 Alat reaktor untuk proses foto-Fenton 19
Gambar IV. 1 Serbuk tempurung biji nyamplung (TBN) 24
Gambar IV. 2 Spektra FTIR tempurung biji nyamplung (TBN) 25
Gambar IV. 3 Pola difraksi XRD dari katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN dan Fe_2O_3 29
Gambar IV. 4 Spektra DR-UV/Vis katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN dan katalis Fe_2O_3 31
Gambar IV. 5 Grafik Tauc plot katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN dan katalis Fe_2O_3 berdasarkan fungsi kubelka munk 31
Gambar IV. 6 Isoterm adsorpsi-desorpsi material katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN 32
Gambar IV. 7 Isoterm adsorpsi-desorpsi material katalis Fe_2O_3 32
Gambar IV. 8 Pengaruh pH terhadap efektivitas oksidasi ion Pb(II) (45 mg katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN, 10 mL H_2O_2 125 mmol L^{-1}, 10 mL larutan Pb(II) 20 ppm, dan penyinaran sinar *visible* selama 60 menit) 35
Gambar IV. 9 Pengaruh dosis katalis terhadap efektivitas oksidasi ion Pb(II) (10 mL H_2O_2 125 mmol L^{-1}, 10 mL larutan Pb(II) 20 ppm, pH 7, dan penyinaran sinar *visible* selama 60 menit) 36
Gambar IV. 10 Pengaruh konsentrasi H_2O_2 terhadap efektivitas oksidasi ion Pb(II) (45 mg katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN, 10 mL H_2O_2, 10 mL larutan Pb(II) 20 ppm, pH 7, dan penyinaran sinar *visible* selama 60 menit) 38
Gambar IV. 11 Pengaruh waktu penyinaran terhadap efektivitas oksidasi ion Pb(II) (45 mg katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN, 10 mL H_2O_2 55 mmol L^{-1}, 10 mL larutan Pb(II) 20 ppm, dan pH 7) 39
Gambar IV. 12 Perbandingan efektivitas katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN dan Fe_2O_3 untuk oksidasi ion Pb(II) (45 mg katalis, 10 mL H_2O_2 55 mmol L^{-1}, 10 mL larutan Pb(II) 20 ppm, pH 7, dan disinari sinar *visible* selama 20 menit) 40
Gambar IV. 13 Kemampuan pemisahan katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN (a) sebelum dan (b) sesudah ditarik dengan magnet eksternal 41
Gambar IV. 14 Perbandingan foto-Fenton heterogen dan homogen pada pH 3 dan 7 terhadap efektivitas oksidasi ion Pb(II) 42
Gambar IV. 15 Pola difraksi (XRD) katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN setelah fotooksidasi ion Pb(II) 44
Gambar IV. 16 Spektrum Raman katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN setelah fotooksidasi ion Pb(II) 45

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengujian Fe2O3 Nanopartikel sebagai Katalis dalam Foto-Fenton Heterogen untuk Oksidasi Ion Pb(II)
Alya Khoirun Nisa, Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S.; Taufik Abdillah Natsir, S.Si., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data FTIR serbuk tempurung biji nyamplung (TBN) 58
Lampiran 2 Data komposisi kimia tempurung biji nyamplung (TBN) 59
Lampiran 3 Data XRF katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN 60
Lampiran 4 Data XRD katalis 61
Lampiran 5 Data DR-UV/Vis katalis 62
Lampiran 6 Data SAA katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN 64
Lampiran 7 Data SAA katalis Fe_2O_3 72
Lampiran 8 Data XRD katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN setelah fotooksidasi ion Pb(II) 80
Lampiran 9 Data Raman katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN setelah fotooksidasi ion Pb(II) 80
Lampiran 10 Variasi pH larutan 81
Lampiran 11 Variasi dosis katalis 83
Lampiran 12 Variasi konsentrasi H_2O_2 86
Lampiran 13 Variasi waktu penyinaran 88
Lampiran 14 Perbandingan penggunaan katalis nanopartikel Fe_2O_3/TBN dan katalis Fe_2O_3 serta perbandingan proses foto-Fenton heterogen dan foto-Fenton homogen 90