

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II	8
KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS	8
2.1 Kajian Pustaka	8
2.1.1 Titanium dioksida (TiO ₂).....	8
2.1.2 Mikroorganismen perairan.....	10
2.1.2.1 Bakteri Pseudomonas	11
2.1.2.2 Bakteri Enterobacter.....	12
2.1.3 Keberadaan nanopartikel dan transformasinya di Lingkungan.	13

2.1.4 Interaksi TiO ₂ dengan mikroorganisme	15
2.1.5 Mekanisme toksisitas nanopartikel terhadap mikroorganisme.....	18
2.1.6 Identifikasi Bakteri secara molekular	23
2.1.7 <i>Scanning electron microscopy (SEM)</i>	23
2.2 Kerangka Pemikiran	27
2.3 Hipotesis	28
BAB III	30
METODOLOGI	30
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	30
3.2 Alat dan Bahan	30
3.3 Rancangan Penelitian	31
3.4 Prosedur Penelitian	32
3.4.1 Isolasi bakteri.....	32
3.4.2 Karakterisasi morfologi dan identifikasi bakteri	33
3.4.2.1 Pewarnaan gram dan scanning electron microscopy (SEM).....	33
3.4.2.2. Identifikasi spesies bakteri	33
3.4.3 Efek Toksisitas dari NP-TiO ₂ anatase pada bakteri.....	34
3.4.3.1 Persiapan kultur bakteri.....	34
3.4.3.2 Persiapan larutan nanopartikel TiO ₂ anatase dan uji toksisitas	34
3.4.4 Analisis mikroskopis.....	36
3.4.4.1 Scanning electron microscope (SEM).....	36
3.4.5 Analisis Statistik	36
BAB IV	37

HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Lokasi titik pengambilan contoh air dan sedimen sungai	37
4.2 Penelitian Pendahuluan	37
4.2.1 Isolasi bakteri.....	37
4.2.2 Uji Toksisitas Pendahuluan	40
4.3 Viabilitas Sel	42
4.3.1 Efek NP-TiO ₂ anatase terhadap viabilitas sel bakteri <i>P. putida</i>	42
4.3.2 Karakterisasi morfologi sel bakteri setelah dipapar NP TiO ₂ -Anatase menggunakan SEM.....	46
4.3.2.1 Morfologi <i>P.putida</i> setelah dipapar dengan NP TiO ₂ -Anatase	46
4.3.2.2 Morfologi <i>E. cancerogenus</i> setelah dipapar dengan NP TiO ₂ - Anatase.....	48
BAB V.....	50
SIMPULAN DAN SARAN	50
5. 1 Simpulan.....	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan sifat kristal anatase dan rutile.....	10
Tabel 3.1 Desain eksperimen dari 2 variabel bebas	35
Tabel 3.2 Rancangan percobaan uji toksisitas	35
Tabel 4.1 Karakteristik isolat bakteri sedimen citarum.....	39
Tabel 4.2 Hasil identifikasi isolat bakteri menggunakan 16s rRNA	40
Tabel 4.3 Nilai Viabilitas sel <i>P.putida</i> yang dipapar NP TiO ₂ -anatase pada variasi waktu dan konsentrasi yang berbeda (inkubasi tanpa penyinaran)	43
Tabel 4.4 Nilai Viabilitas sel <i>P.putida</i> yang dipapar NP TiO ₂ -anatase pada variasi waktu dan konsentrasi yang berbeda (inkubasi dengan penyinaran)	44
Tabel 4.5 Nilai Viabilitas sel <i>E.cancerogenus</i> yang dipaparkan oleh TiO ₂ -anatase pada variasi waktu dan konsentrasi yang berbeda (inkubasi tanpa penyinaran)	45
Tabel 4.6 Nilai Viabilitas sel <i>E.cancerogenus</i> yang dipaparkan oleh NP TiO ₂ -anatase pada variasi waktu dan konsentrasi yang berbeda (inkubasi menggunakan penyinaran)	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk kristal nanopartikel TiO ₂ (Samat <i>et al.</i> 2016)	9
Gambar 2.2 Transformasi nanopartikel logam (NPL) di lingkungan. NPL dapat mengalami transformasi yang dimediasi secara fisik, kimiawi dan biologis di udara, tanah dan perairan. at fisikokimia NPL, bersama dengan faktor lingkungan, menentukan jenis proses transformasi.(Zhang and Guo 2018).....	14
Gambar 2.3 Peroksidasi lipid dan proses kebocoran membran dalam sel (Laxma <i>et al.</i> 2017).....	19
Gambar 2.4 Diagram skematis dari toksisitas titanium dioksida (TiO ₂ nanopartikel) terhadap mikroorganisme(Hou <i>et al.</i> 2018).....	22
Gambar 2.5 Skema instrumen SEM	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 4.1 Lokasi pengambilan sampel.....	37
Gambar 4.2 Isolat murni bakteri yang diperoleh dari sampel sedimen Sungai Citarum sektor 1 (S1).....	38
Gambar 4.3 Isolat murni bakteri yang diperoleh dari sampel sedimen Sungai Citarum sektor 8 (S8).....	38
Gambar 4.4 Morfologi isolat bakteri menggunakan SEM.....	40
Gambar 4.5 Pengaruh NP TiO ₂ anatase terhadap viabilitas sel 10 isolat bakteri dari sedimen Citarum.....	41

- Gambar 4.6** Morfologi Sel *P. putida* yang terpapar NP TiO₂ anatase dengan waktu pemaparan dan konsentrasi berbeda (dengan penyinaran); jam ke 24 (a-e; dengan konsentrasi TiO₂ 0, 10, 25, 50 dan 100 ppm).....47
- Gambar 4.7** Morfologi Sel *P. putida* yang terpapar NP TiO₂ anatase dengan waktu pemaparan dan konsentrasi berbeda (tanpa penyinaran); jam ke 24 (a-e; dengan konsentrasi TiO₂ 0, 10, 25, 50 dan 100 ppm)..... 48
- Gambar 4.8** Morfologi Sel *E.cancerogenus* yang terpapar NP TiO₂ anatase dengan waktu pemaparan berbeda dan konsentrasi (dengan penyinaran); jam ke 24(a-e; dengan konsentrasi TiO₂ 0, 25, 50, 75 dan 100 ppm).....48
- Gambar 4.9** Morfologi Sel *E.cancerogenus* yang terpapar NP TiO₂ anatase dengan waktu pemaparan berbeda dan konsentrasi (tanpa penyinaran; jam ke 24 (a-e; dengan konsentrasi TiO₂ 0, 25, 50, 75 dan 100 ppm)49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Gambar Hasil Pewaranaan Gram.....	59
Lampiran 2	Pembuatan Larutan <i>Phosphate Buffered Saline</i> (PBS) 1X pH 7.4..	62
Lampiran 3	Perhitungan Konsentrasi Suspensi NP TiO ₂ Anatase.....	63
Lampiran 4	Data Uji Toksisitas NP-TiO ₂ anatase terhadap <i>P.putida</i>	65
Lampiran 5	Data Uji Toksisitas NP-TiO ₂ anatase terhadap <i>E.cancerogenus</i>	66
Lampiran 6	Uji statistik viabilitas sel <i>P.putida</i> dengan penyinaran.....	66
Lampiran 7	Uji statistik <i>P.putida</i> pada konsisi gelap.....	72
Lampiran 8	Hasil uji statistik <i>E.cancerogenus</i> (dengan penyinaran).....	77
Lampiran 9	Uji Statistik <i>E.cancerogenus</i> (tanpa penyinaran).....	81
Lampiran 10	Hasil Mapping SEM EDX <i>P. putida</i> dengan NP-TiO ₂ (Tanpa cahaya) inkubasi 24 jam.....	84
Lampiran 11	Hasil Mapping SEM EDX <i>P. putida</i> dengan NP-TiO ₂ (dengan cahaya) inkubasi 24 jam.....	85
Lampiran 12	Hasil Mapping SEM EDX <i>E.cancerogenus</i> dengan NP-TiO ₂ (tanpa cahaya) inkubasi 24 jam.....	86
Lampiran 13	Hasil Mapping SEM EDX <i>E.cancerogenus</i> dengan NP-TiO ₂ (dengan cahaya) inkubasi 24 jam.....	87