

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN.....	iv
PERNYATAAN HAK MILIK INTELEKTUAL.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
INTISARI	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang	1
B. Permasalahan	6
C. Tujuan penelitian	6
D. Manfaat penelitian	7
E. Ruang lingkup penelitian	7
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Logam mangan (Mn)	8
1. Sifat, manfaat dan toksisitas logam Mn.....	8
2. <i>Recovery</i> mangan (Mn)	9
3. <i>Bioleaching</i> mangan (Mn)	12
B. Subtrat <i>bioleaching</i> mangan (Mn).....	15
1. Limbah tambang (<i>mine tailing</i>).....	15
2. Bijih mangan (Mn)	16
C. Mikroorganisme pada proses <i>bioleaching</i> Mn	17
1. <i>Fungal bioleaching</i>	17
2. <i>Bacterial bioleaching</i>	19
3. Kultur campuran mikroorganisme pengoksidasi sulfur.....	22
4. Habitat mikroorganisme pengoksidasi sulfur.....	24
BAB III. LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS	26
A. Landasan teori	26
B. Hipotesis	29
BAB IV. METODE PENELITIAN	30
A. Waktu dan tempat penelitian	30
B. Bahan	30
C. Alat	30
D. Rancangan penelitian	31
E. Prosedur kerja	32
F. Analisis data	43
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	44

A. Parameter lingkungan lokasi pengambilan sampel sedimen kawasan pemandian belerang Ungaran.....	44
B. Karakter fenotipik isolat BOS yang memiliki kemampuan <i>Bioleaching</i> Mn.....	45
1. Morfologi koloni	46
2. Karakter biokimia dan faktor lingkungan	47
3. Morfologi sel	52
C. Karakter isolat kapang yang memiliki kemampuan <i>Bioleaching</i> Mn	56
1. Morfologi koloni kapang pada media CYA,dan MEA	56
2. Morfologi sel	63
D. Kemampuan kultur campuran dari kawasan pemandian belerang Ungaran terhadap <i>bioleaching</i> Mn	70
1. Kandungan mangan terlarut pada media 9K dan kultur campuran pengoksidasi sulfur selama 18 hari	70
2. Kandungan sulfat terlarut pada media 9K dan kultur campuran pengoksidasi sulfur selama 18 hari	72
3. Nilai pH kultur campuran mikroorganisme pengoksidasi sulfur dan batuan Mn pada media 9K saat <i>bioleaching</i> selama 18 hari	74
4. Hubungan kadar mangan dan sulfat terlarut pada proses <i>bioleaching</i> Mn oleh masing-masing kultur campuran mikroorganisme pengoksidasi sulfur.....	76
5. Efisiensi <i>bioleaching</i> Mn dari batuan Mn oleh kultur campuran mikroorganisme pengoksidasi sulfur.....	85
6. Karakter biofilm kultur campuran mikroorganisme pengoksidasi sulfur pada batuan Mn dan analisis kandungan unsur pada batuan Mn.....	88
a. Biofilm kultur campuran mikroorganisme pengoksidasi sulfur pada batuan Mn saat aktivitas <i>bioleaching</i> Mn selama 18 hari.....	88
b. Analisis unsur pada batuan Mn selama proses <i>bioleaching</i> Mn menggunakan kultur campuran mikroorganisme pengoksidasi sulfur selama 18 hari.....	92
BAB VI. SIMPULAN DAN SARAN.....	98
1. Simpulan	99
2. Saran	99
RINGKASAN.....	100
SUMMARY.....	105
DAFTAR PUSTAKA	109
LAMPIRAN	119

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Teknologi <i>Leaching</i> pada Limbah Mn	10
Tabel 2.	Substrat Mn dan Teknologi <i>Bioleaching</i>	13
Tabel 3.	Komposisi media 9K	32
Tabel 4.	Kondisi Percobaan <i>Bioleaching</i> Mn	40
Tabel 5.	Parameter lingkungan lokasi pengambilan sampel.....	44
Tabel 6.	Morfologi koloni isolat BOS KB3B1 dan KB2B1	47
Tabel 7.	Karakter biokimiawi dan faktor lingkungan isolat bakteri KB3B1 dan KB2B1	47
Tabel 8.	Morfologi sel KB3B1 dan KB2B1	51
Tabel 9.	Karakter morfologi koloni kapang KB2B2, KA2B2, KB4B1, dan KD2K1 media CYA.....	57
Tabel 10.	Karakter morfologi koloni kapang KB2B2, KA2B2, KB4B1, dan KD2K1 pada media MEA	59
Tabel 11.	Struktur sel dan organ sel tambahan isolat kapang KB2B2, KA2B2, KB4B1, dan KD2K1	65
Tabel 12.	Efisiensi pelarutan kadar Mn dari batuan mangan di media 9K yang diinokulasi oleh empat jenis kultur campuran.....	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Diagram skematis <i>heap leaching</i>	12
Gambar 2.	Diagram skematis <i>stirred tank leaching</i>	12
Gambar 3.	Diagram alir penelitian.....	31
Gambar 4.	Morfologi sel KB3B1	52
Gambar 5.	Morfologi sel KB2B1	52
Gambar 6.	Morfologi sel kapang KB2B2.....	63
Gambar 7.	Morfologi sel kapang KA2B2	64
Gambar 8.	Morfologi sel kapang KB4B1.....	64
Gambar 9.	Morfologi sel kapang KD2K1	64
Gambar 10.	Kandungan mangan terlarut batuan mangan pada media 9K yang diinokulasi dengan kultur campuran pengoksidasi sulfur selama 18 hari.....	71
Gambar 11.	Kandungan sulfat terlarut batuan mangan pada media 9K yang diinokulasi dengan kultur campuran pengoksidasi sulfur selama 18 hari.....	73
Gambar 12.	Nilai pH kultur campuran mikroorganisme pengoksidasi sulfur dan batuan mangan pada media 9K saat <i>bioleaching</i> Mn selama 18 hari.....	74
Gambar 13.	Kadar mangan dan sulfat terlarut pada batuan mangan yang diinokulasi kultur campuran <i>Penicillium</i> dan <i>P.hirayamae</i>	77
Gambar 14.	Kadar mangan dan sulfat terlarut pada batuan mangan yang diinokulasi kultur campuran <i>Thiobacillus</i> dan <i>Penicillium</i>	78
Gambar 15.	Kadar mangan dan sulfat terlarut pada batuan mangan yang diinokulasi kultur campuran <i>T.delicatus</i> dan <i>P. implicatum</i>	79
Gambar 16.	Biofilm batuan Mn hari ke-0 tanpa inokulum.....	89
Gambar 17.	Biofilm kultur campuran <i>Thiobacillus</i> + <i>Penicillium</i> pada batuan Mn saat <i>bioleaching</i> Mn hari ke-9.....	89
Gambar 18.	Biofilm kultur campuran <i>Thiobacillus</i> + <i>Penicillium</i> pada batuan Mn saat proses <i>bioleaching</i> Mn hari ke-18.....	90
Gambar 19.	Spektrum EDX dan kandungan unsur batuan Mn hari ke-0.....	93
Gambar 20.	Spektrum EDX dan kandungan unsur batuan Mn hari ke-9.....	94
Gambar 21.	Spektrum EDX dan kandungan unsur batuan Mn hari ke-18.....	95

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Komposisi media Czapek Yeast Extract Agar (CYA).....	119
Lampiran 2.	Komposisi media Malt Extract Agar (MAA).....	119
Lampiran 3.	Komposisi media Potato Dextrose Agar (PDA).....	119
Lampiran 4.	Komposisi Trace Metal Solution	119
Lampiran 5.	Komposisi Czapek Concentrate	120
Lampiran 6.	Komposisi Media Nutrien Agar.....	120
Lampiran 7.	Sampel sedimen dari kawasan pemandian belerang Ungaran pada media 9K cair selama 28 hari.....	121
Lampiran 8.	Nilai pH air kolam dan sedimen sampel kawasan pemandian belerang Ungaran.....	122
Lampiran 9.	Kondisi lokasi pengambilan sampel sedimen kawasan pemandian belerang Ungaran.....	123
Lampiran 10.	Koloni mikroorganisme pengoksidasi sulfur kawasan pemandian belerang Ungaran pada media 9K padat.....	124
Lampiran 11.	Morfologi koloni bakteri pada media NA plate, agar tegak, agar miring dan sifat aerobisitas.....	125
Lampiran 12.	Uji biokimia KB2B1 dan KB3B1 pada berbagai media.....	126
Lampiran 13.	Rata-rata ukuran panjang x lebar (μm) sel isolat KB3B1 dan KB2B1.....	129
Lampiran 14.	Karakteristik pertumbuhan koloni isolat KB2B2, KA2B2, KB4B1, dan KD2K1 pada media CYA dan MEA.....	129
Lampiran 15.	Kondisi <i>Bioleaching</i> Kultur Campuran.....	130
Lampiran 16.	Kadar mangan terlarut pada batuan mangan dan media 9K yang diinokulasi kultur campuran selama waktu pengamatan.....	131
Lampiran 17.	Kadar sulfat terlarut pada batuan mangan dan media 9K yang diinokulasi kultur campuran selama waktu pengamatan.....	131