

**KEMAMPUAN TANAMAN GENJER (*Limnocharis flava*) DALAM
MENGURANGI KADAR CHROMIUM (Cr) DARI BUANGAN LIMBAH CAIR
PABRIK PENYAMAKAN KULIT**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN**

Oleh :

**RATRI DIAH P. AYU
NIM. 115080100111002**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

**KEMAMPUAN TANAMAN GENJER (*Limnocharis flava*) DALAM
MENGURANGI KADAR CHROMIUM (Cr) DARI BUANGAN LIMBAH CAIR
PABRIK PENYAMAKAN KULIT**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh:

**RATRI DIAH P. AYU
NIM. 115080100111002**



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

SKRIPSI

KEMAMPUAN TANAMAN GENJER (*Limnocharis flava*) DALAM MENGURANGI KADAR CHROMIUM (Cr) DARI BUANGAN LIMBAH CAIR PABRIK PENYAMAKAN KULIT

Oleh:

RATRI DIAH P. AYU
NIM. 115080100111002

telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 30 November 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

SK Dekan No. : _____

Tanggal : _____

Dosen Penguji I,

(Ir. Putut Widjanarko, MP)

NIP. 19540101 198303 1 006

TANGGAL: _____

Dosen Penguji II,

(Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si)

NIP. 19730702 20051 2 001

TANGGAL: _____

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,

(Ir. Herwati Umi Subarijanti, MS)

NIP. 19520402 198003 2 001

TANGGAL: _____

Dosen Pembimbing II,

(Ir. Kusriani, MP)

NIP. 19560417 198403 2 001

TANGGAL: _____

Mengetahui,

Ketua Jurusan MSP

(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)

NIP. 19620805 198603 2 001

TANGGAL: _____

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai dengan hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, Desember 2015

Mahasiswa,

Ratri Diah P, Ayu
115080100111002

UCAPAN TERIMA KASIH

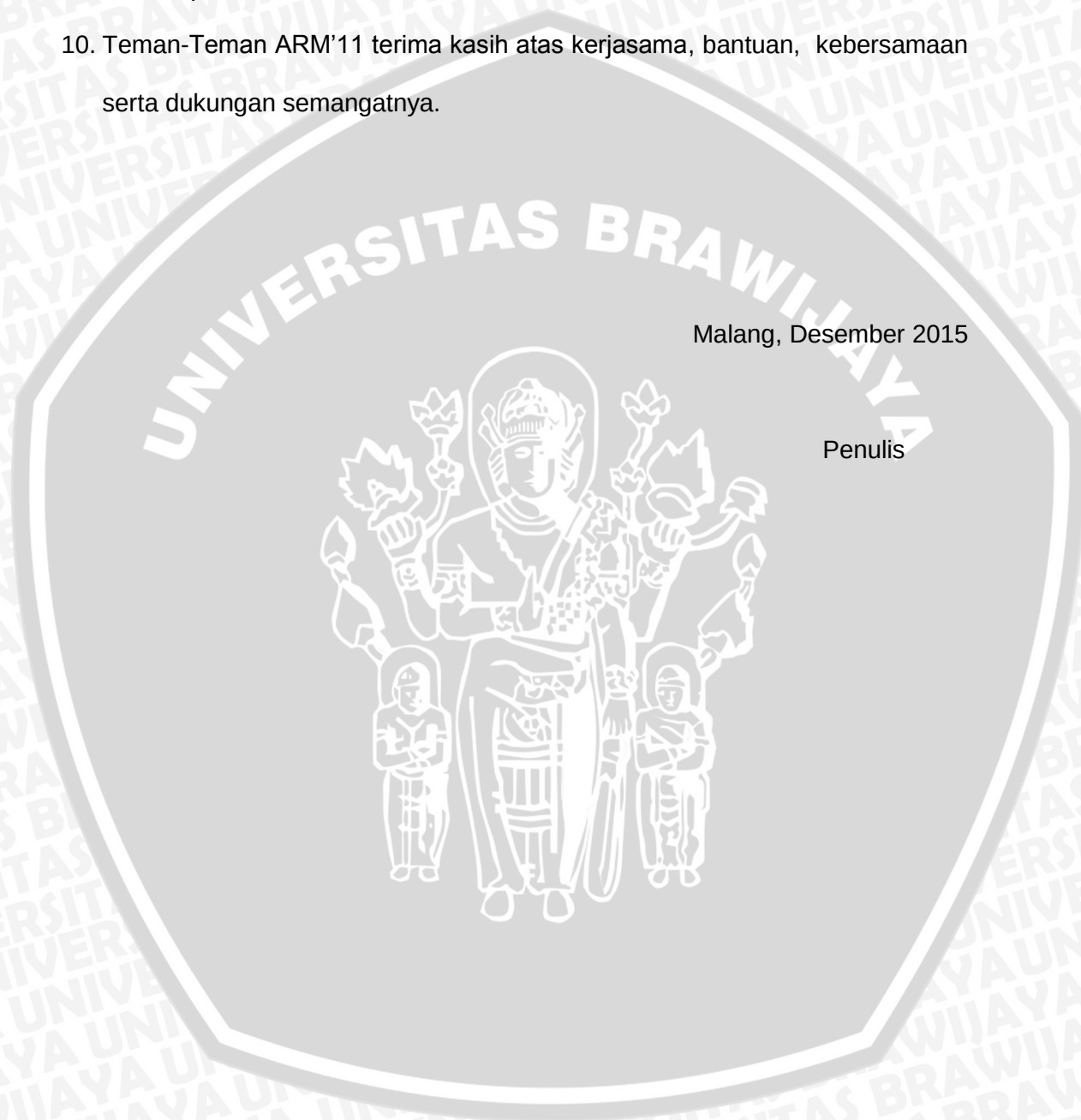
Dalam penyusunan Laporan Skripsi yang berjudul **“KEMAMPUAN TANAMAN GENJER (*Limnocharis flava*) DALAM MENGURANGI KADAR CHROMIUM (Cr) DARI BUANGAN LIMBAH CAIR PABRIK PENYAMAKAN KULIT”**, tentunya tidak sedikit kendala yang saya hadapi. Namun penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Skripsi ini berjalan dengan baik atas bantuan, dorongan dan bimbingan dari semua pihak. Maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak H. Sumino, Ibu Hj. Umiyatun Sumino dan seluruh keluarga besar yang tidak pernah henti memberi do'a, dukungan, dan kasih sayang.
2. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang yang telah memberikan fasilitas kuliah untuk dapat menunjang proses kegiatan.
3. Dr. Ir. Mulyanto, M.Si selaku Ketua Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan dan Dr. Ir. Arning Wilueng Ekawati, MS selaku Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan.
4. Ibu Ir. Herwati Umi S., MS dan Ibu Ir. Kusriani, MP selaku dosen pembimbing I dan II atas kesediaan waktunya untuk membimbing, mengarahkan dan memotivasi penulis hingga terselesaikannya Laporan Skripsi ini.
5. Bapak Ir. Putut Widjanarko, MP dan Ibu Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si selaku dosen penguji I dan II atas nasehat serta ilmu - ilmunya yang sangat bermanfaat.
6. Sahabatku Lia, Uli, Debby, Oki, Eka, Rizka, Ami terima kasih atas motivasinya.
7. Pak Udin yang selalu membantu dalam penelitian di Laboratorium Pemuliaan Ikan, Pembenihan dan Reproduksi Ikan, Universitas Brawijaya.

8. Pak Yudi, Pak Sapto dan Pak Supri yang membantu dalam menganalisa logam berat di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang.
9. Pak Gozali dan Pak Imam yang membantu mengambil tanaman air di Sumberpasir.
10. Teman-Teman ARM'11 terima kasih atas kerjasama, bantuan, kebersamaan serta dukungan semangatnya.

Malang, Desember 2015

Penulis



RINGKASAN

Ratri Diah P. Ayu. Kemampuan Tanaman Genjer (*Limnocharis Flava*) dalam Mengurangi Kadar Chromium (Cr) dari Buangan Limbah Cair Pabrik Penyamakan Kulit (Dibawah bimbingan **Ir. Herwati Umi Subarijanti, MS.** dan **Ir. Kusriani, MP).**

Salah satu keberadaan industri yang ada di Kota Malang adalah Industri penyamakan kulit, dimana industri tersebut mengolah kulit mentah menjadi kulit jadi yang bisa digunakan oleh manusia. Terdapat kekurangan dalam proses pengolahan tersebut dikarenakan limbah yang dihasilkan oleh proses penyamakan kulit mengandung bahan kimia yang berbahaya yaitu mengandung krom (Cr) baik dalam limbah padat maupun cair. Salah satu metode remediasi yang dapat digunakan untuk menanggulangi pencemaran adalah fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan teknik pemulihan lahan tercemar dengan menggunakan tumbuhan untuk menyerap, mendegradasi, dan mentransformasi bahan pencemar baik itu logam berat maupun senyawa organik. Tanaman Genjer (*Limnocharis flava*) dipilih karena mudah ditemukan dan mempunyai kemampuan untuk menyerap kandungan logam berat yang ada di perairan.

Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk mengetahui laju penyerapan dari penggunaan tanaman air yaitu Genjer (*Limnocharis flava*) dalam mengurangi kandungan logam berat krom (Cr) yang berasal dari limbah cair industri penyamakan kulit.

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Juli hingga September dengan menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) Tersarang dengan 4 perlakuan serta 3 kali ulangan. Perlakuan dari penelitian ini adalah pemberian bobot tanaman genjer yang berbeda pada tiap bak plastik percobaan yang telah diberi limbah penyamakan kulit sebesar 0,75 liter ditambah dengan pengenceran dengan air PDAM sebanyak 4,25 liter. Dengan perbedaan bobot sebesar A (100 gr), B (200 gr), C (300 gr) dan D (400 gr). Data primer diambil dari penurunan kandungan kromium (Cr) serta parameter kualitas air yaitu suhu, pH, Oksigen Terlarut (DO), Karbondioksida (CO₂).

Hasil penelitian diperoleh konsentrasi logam berat kromium (Cr) dalam air selama 8 hari penelitian mengalami penurunan konsentrasi logam berat yaitu pada awal penelitian sebesar 1,9081 ppm turun menjadi 0,3781 ppm dengan penggunaan berat genjer sebesar 300 gr pada hari ke 8 sedangkan untuk yang paling sedikit mengurangi kandungan logam berat kromium (Cr) adalah pada berat tanaman 100 gr pada hari ke 8 sebesar 0,6139 ppm. Selain itu konsentrasi logam berat kromium (Cr) pada tanaman genjer penyerapan yang paling tinggi pada perlakuan dengan bobot genjer sebesar 300 gr dengan konsentrasi awal sebesar 0 ppm naik menjadi 1,4391 ppm. Kemudian penyerapan paling kecil pada perlakuan dengan bobot genjer sebesar 100 gr dengan konsentrasi awal 0 ppm kemudian naik menjadi 0,0251 ppm. Sedangkan untuk kualitas air suhu berkisar antara 23,8° C – 27,2° C, pH berkisar antara 5,49 – 6,66, Oksigen terlarut (DO) berkisar antara 3,19 mg/l – 9,72 mg/l dan Karbon Dioksida (CO₂) berkisar antara 11 mg/l – 25,2 mg/l.

Hasil uji F pada penurunan logam berat kromium dalam air menunjukkan bahwa perlakuan pada tanaman genjer tidak berpengaruh nyata hal ini dapat dilihat dari $F_{hitung} (1,9896) < F_{tabel} 1\% (2,8387) < F_{tabel} 5\% (4,3125)$. Tetapi waktu dalam perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata, hal ini dapat dilihat dari $F_{hitung} (6,7013) > F_{tabel} 1\% (2,4844) > F_{tabel} 5\% (1,9037)$

Kemudian hasil uji F pada penyerapan logam berat kromium pada tanaman genjer menunjukkan perlakuan pada tanaman genjer (*Limnocharis flava*) tidak

berpengaruh nyata terhadap menyerap logam berat kromium (Cr). Hal ini dapat dilihat dari F hitung ($2,8166$) $< F_{\text{tabel}} 1\%$ ($4,3125$) $< 5\%$ ($2,8387$). Tetapi waktu dalam perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata, hal ini dapat dilihat dari F hitung ($47,2375$) $> F_{\text{tabel}} 1\%$ ($2,4844$) $> F_{\text{tabel}} 5\%$ ($1,9037$).

Kesimpulan yang dapat disampaikan adalah tanaman genjer dapat menyerap kandungan logam berat kromium (Cr) dan kualitas air ini masih sesuai untuk berkembangnya tanaman genjer. Saran yang dapat diberikan adalah dapat dijadikan informasi terbaru dalam mengurangi limbah kromium (Cr) dengan penggunaan tanaman air.

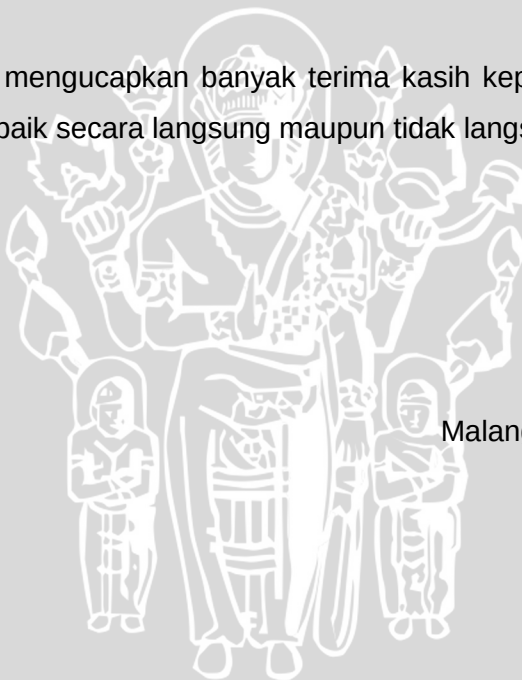


KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah – Nya saya dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “KEMAMPUAN TANAMAN GENJER (*Limnocharis flava*) DALAM MENGURANGI KADAR CHROMIUM (Cr) DARI BUANGAN LIMBAH CAIR PABRIK PENYAMAKAN KULIT”. Hasil penelitian ini diharapkan akan mampu memberikan masukan dalam upaya pengelolaan limbah agar lebih bermanfaat dan tidak mencemari lingkungan sekitar.

Penulis menyakini bahwa dalam pembuatan Laporan Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan Laporan Skripsi ini dimasa yang akan datang.

Akhir kata, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.



Malang, Desember 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Hipotesis	4
1.5. Kegunaan	4
1.6. Tempat dan Waktu	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Limbah Penyamakan Kulit	6
2.1.1. Definisi Kulit dan Penyamakan Kulit	6
2.1.2. Proses Penyamakan Kulit	7
2.1.3. Logam Berat Kromium	9
2.1.4. Karakteristik Limbah Penyamakan Kulit	10
2.1.5. Dampak Limbah Penyamakan Kulit	11
2.2. Fitoremediasi	12
2.3. Genjer Air (<i>Limnocharis flava</i>)	12
2.4. Parameter Kualitas Air	13
2.4.1. Suhu	13
2.4.2. Derajat Keasaman (pH)	14
2.4.3. Oksigen Terlarut (DO)	15
2.4.4. Karbon Dioksida (CO ₂)	16
III. METODE PENELITIAN	
3.1. Materi Penelitian	17
3.2. Alat dan Bahan	17
3.3. Lokasi Pengambilan Data	17
3.4. Metode Penelitian	18
3.5. Teknik Pengambilan Sampel	18
3.6. Rancangan Penelitian	19
3.7. Tahapan Penelitian	20
3.8. Prosedur Pengukuran Kualitas Air pada Media Tanam	22
3.9. Analisis Data	25

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Konsentrasi Logam Berat Kromium (Cr) dalam Air	28
4.1. Konsentrasi Logam Berat Kromium (Cr) dalam Tanaman Genjer	30
4.3. Rata-Rata Hasil Parameter Pendukung Kualitas Air	32
4.3.1. Suhu	32
4.3.2. Derajat Keasaman (pH)	33
4.3.3. Oksigen Terlarut (DO)	35
4.3.4. Karbondioksida (CO ₂)	37
4.4. Kondisi Genjer (<i>Limnocharis flava</i>) Selama Penelitian	39
4.5. Analisa Data	40
4.5.1. Analisa Data Penurunan Kromium pada Air	40
4.5.2. Analisa Data Penyerapan Kromium pada Genjer	41

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran	44

DAFTAR PUSTAKA	45
----------------------	----

DAFTAR LAMPIRAN	53
-----------------------	----



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Alat dan Bahan yang Digunakan	17
Tabel 2. Sidik Ragam RAL Tersarang.....	25
Tabel 3. Tabel Beda Nyata Terkecil	27
Tabel 4. Data Hasil Rata-Rata Pengukuran Kromium (ppm) dalam Air	28
Tabel 5. Data Hasil Rata-Rata Pengukuran Kromium dalam Tanaman Genjer .30	
Tabel 6. Data Hasil Rata – Rata Pengukuran Suhu (°C) pada Air	32
Tabel 7. Data Hasil Rata – Rata Pengukuran pH pada Air	33
Tabel 8. Data Hasil Rata – Rata Pengukuran DO (mg/l) pada Air	35
Tabel 9. Data Hasil Rata – Rata Pengukuran Karbondioksida (mg/l) pada Air ...37	
Tabel 10. Kondisi Genjer Selama Penelitian	39
Tabel 11. Tabel Anova.....	40
Tabel 12. Tabel Anova.....	42



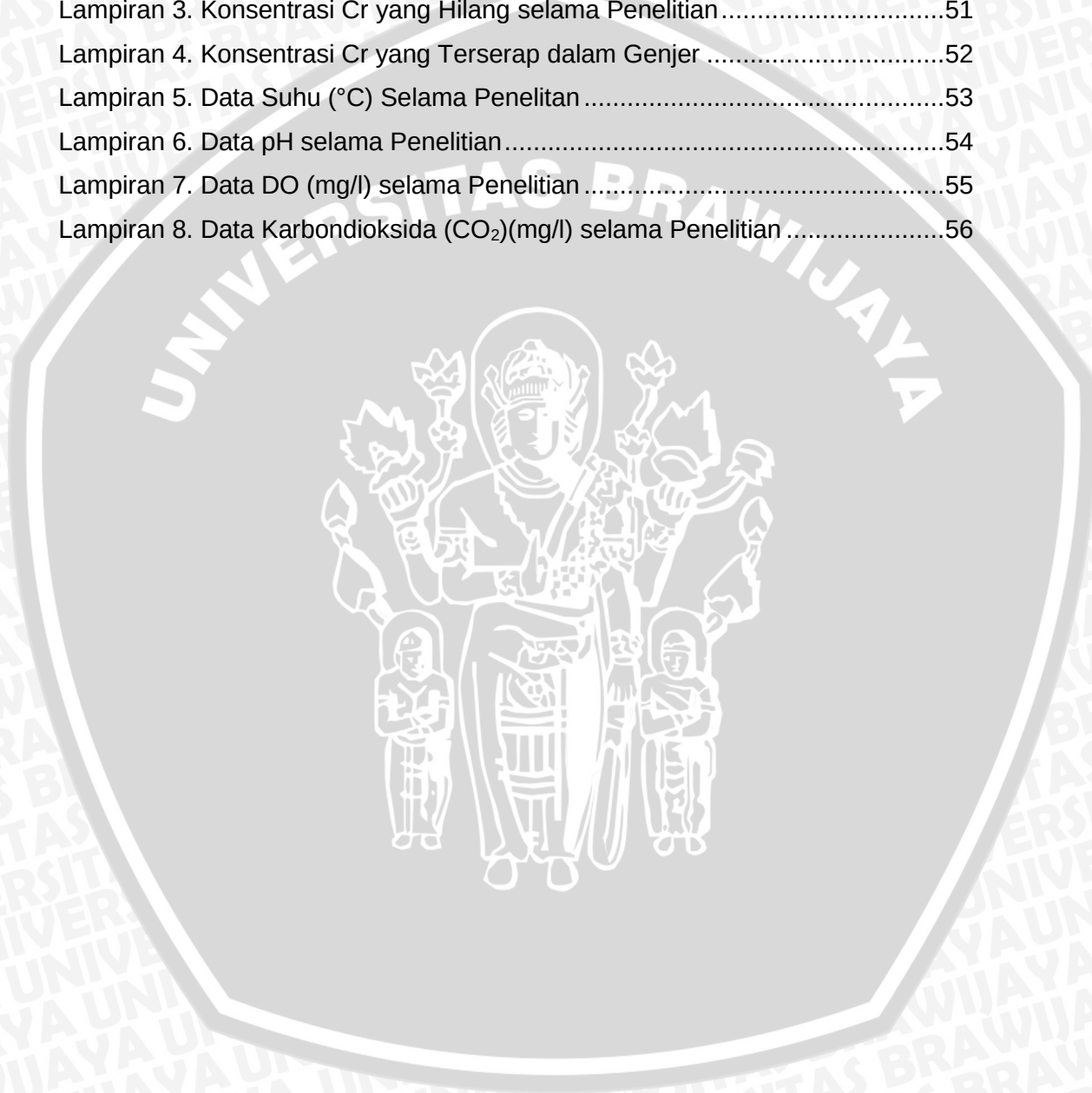
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Genjer Air (<i>Limnocharis flava</i>).....	13
Gambar 2. Denah Tata Letak Bak-Bak Percobaan	20
Gambar 3. Konsentrasi Logam Berat Cr yang Hilang pada Air	29
Gambar 4. Konsentrasi Logam Berat Cr yang Hilang pada Genjer	31
Gambar 5. Grafik Perubahan Suhu selama Penelitian	33
Gambar 6. Grafik Perubahan pH selama Peneleitian.....	34
Gambar 7. Grafik Perubahan DO selama Penelitian.....	36
Gambar 8. Grafik Perubahan CO ₂ selama Penelitian.....	38
Gambar 9. Waktu dalam Penurunan Logam Berat Kromium pada Air	41
Gambar 10. Waktu Penyerapan Kromium pada Tanaman Genjer	43



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan.....	49
Lampiran 2. Perhitungan.....	50
Lampiran 3. Konsentrasi Cr yang Hilang selama Penelitian	51
Lampiran 4. Konsentrasi Cr yang Terserap dalam Genjer	52
Lampiran 5. Data Suhu (°C) Selama Penelitian	53
Lampiran 6. Data pH selama Penelitian.....	54
Lampiran 7. Data DO (mg/l) selama Penelitian	55
Lampiran 8. Data Karbondioksida (CO ₂)(mg/l) selama Penelitian	56



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dengan semakin pesat perkembangan industri di Indonesia, tidak dapat dipungkiri bahwa masalah pencemaran lingkungan akibat limbah industri sudah sangat mendesak untuk diwaspadai. Pembangunan industri di Indonesia diharapkan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat, bila dalam perumusan kebijaksanaan pembangunan industri tidak memasukkan unsur-unsur pertimbangan yang berorientasi pada komponen lingkungan air, udara dan tanah maka akan mengalami penurunan kualitas yang mungkin substansial sebagai pencemar oleh limbah industri (Isyuniarto *et al.*, 2007).

Salah satu keberadaan industri yang ada di Kota Malang adalah Industri penyamakan kulit, dimana industri tersebut mengolah kulit mentah menjadi kulit jadi yang bisa digunakan oleh manusia. Dalam mengolah kulit mentah menjadi kulit yang dapat digunakan memerlukan jumlah air yang cukup banyak. Tetapi terdapat kekurangan dalam proses pengolahan tersebut dikarenakan limbah yang dihasilkan oleh proses penyamakan kulit mengandung bahan kimia yang berbahaya yaitu mengandung krom (Cr) baik dalam limbah padat maupun cair. Limbah padat dan cair mengandung krom valensi 6 atau Cr(VI) dan krom valensi 3 atau Cr(III). Cr(III) bersifat kurang toksik, kelarutannya rendah, dan lebih sulit menembus dinding sel tanaman maupun hewan. Cr(VI) sangat toksik, bersifat karsinogenik dan mutagenik. Di alam logam krom, baik Cr(VI) maupun Cr(III), dapat mengalami transformasi bila kondisi lingkungannya sesuai (Triatmojo *et al.*, 2001).

Limbah yang dihasilkan oleh industri penyamakan kulit dapat berdampak buruk ke lingkungan salah satunya dengan cara mencemari sungai yang dijadikan tempat buangan limbah cair. Jika sungai tersebut tercemar maka

akan berdampak ke biota yang hidup di sungai tersebut, biota yang hidup di sungai tersebut akan menyerap logam berat krom yang berasal dari limbah penyamakan kulit dan bila biota tersebut diambil dan dikonsumsi manusia maka manusia juga akan merasakan dampak dari logam berat krom tersebut.

Berdasarkan keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No 02/MENKLH/1988, yang dimaksud dengan pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air maupun udara dan berubahnya tatanan (komposisi) air maupun udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas air maupun udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Kristanto, 2002).

Untuk menanggulangi pencemaran yang timbul akibat air limbah, maka pengolahan air limbah merupakan hal yang mutlak diperlukan. Metode pengolahan air limbah dapat berupa metode pengolahan secara fisika, kimia dan biologi. Dari ketiga metode tersebut yang dinilai paling efisien dalam menurunkan zat organik dalam air limbah dengan biaya relatif murah adalah dengan metode pengolahan biologis. Dari beberapa metode pengolahan biologis, penggunaan tanaman air merupakan metode yang relatif baru untuk menurunkan kadar bahan organik di perairan (Momon dan Meilani, 1997 dalam Hermawati *et al.*, 2005).

Salah satu metode remediasi yang dapat digunakan untuk menanggulangi pencemaran adalah fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan teknik pemulihan lahan tercemar dengan menggunakan tumbuhan untuk menyerap, mendegradasi, dan mentransformasi bahan pencemar baik itu logam berat maupun senyawa organik. Metode ini mudah diaplikasikan, efisien, murah, dan ramah lingkungan. (Schnoor and McCutcheon, 2003

dalam Hartanti *et al.*, 2013). Tanaman yang berpotensi menjadi fitoremediator logam berat dalam pengolahan limbah adalah Genjer (*Limnocharis flava*).

Tanaman Genjer (*Limnocharis flava*) dipilih karena mudah ditemukan dan mempunyai kemampuan untuk menyerap kandungan logam berat yang ada di perairan. Dengan adanya penggunaan tanaman air Genjer (*Limnocharis flava*) diharapkan dapat mendegradasi kandungan krom (Cr) yang terkandung di limbah cair dari industri penyamakan kulit.

1.2. Rumusan Masalah

Adanya kegiatan industri penyamakan kulit yang dapat menimbulkan pencemaran ke dalam sungai yang diakibatkan limbah jika tidak benar cara pengolahan maupun pengelolaannya. Di dalam limbah cair industri penyamakan kulit mengandung logam berat yang berbahaya yaitu logam berat krom (Cr). Jika kandungan logam berat krom dalam perairan tersebut tinggi maka akan menyebabkan dampak buruk bagi biota yang hidup di perairan tersebut. Oleh karena itu diperlukan cara untuk mendegradasi kandungan logam berat krom (Cr) yang berasal dari limbah cair industri penyamakan kulit dengan cara menggunakan tanaman air karena tanaman air mempunyai kemampuan untuk mengurangi logam berat yang berasal dari limbah. Tanaman air yang digunakan adalah Genjer (*Limnocharis flava*). Dari penggunaan tanaman air tersebut dapat diketahui kemampuan penggunaan tanaman air dalam menurunkan kadar logam berat krom (Cr) di dalam limbah cair industri penyamakan kulit. Dari keterangan di atas permasalahan yang dapat diambil adalah :

- Adakah kemampuan tanaman air Genjer (*Limnocharis flava*) dalam menurunkan kadar logam berat krom (Cr) yang berasal dari limbah cair industri penyamakan kulit?

- Berapa besar laju penyerapan dari tanaman genjer (*Limnocharis flava*) dalam menyerap kadar logam berat krom (Cr) yang berasal dari limbah penyamakan kulit?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk mengetahui laju penyerapan dari tanaman air yaitu Genjer (*Limnocharis flava*) dalam mengurangi kandungan logam berat krom (Cr) yang berasal dari limbah cair industri penyamakan kulit.

1.4. Hipotesis

- H0 : Diduga pemberian tanaman Genjer (*Limnocharis flava*) tidak menunjukkan perbedaan terhadap penurunan kadar logam berat krom (Cr) pada air buangan limbah industri penyamakan kulit.
- H1 : Diduga pemberian tanaman Genjer (*Limnocharis flava*) menunjukkan perbedaan terhadap penurunan kadar logam berat krom (Cr) pada air buangan limbah industri penyamakan kulit.

1.5. Kegunaan

Kegunaan dari Skripsi ini antara lain :

a. Mahasiswa

Diharapkan agar meningkatkan pengetahuan dan wawasan tentang kemampuan tanaman air Genjer (*Limnocharis flava*) untuk mengurangi kandungan logam berat krom (Cr) dari limbah cair. Selain itu juga untuk memperoleh informasi yang berguna untuk penelitian lebih lanjut.

b. Pemerintah

Sebagai kajian baru dalam mengurangi kandungan logam berat krom (Cr) dalam limbah cair dengan menggunakan cara biologi menggunakan tanaman air.

c. Lembaga Perguruan Tinggi

Sebagai informasi yang berguna untuk penelitian selanjutnya dan dapat dijadikan juga sebagai penunjang materi pembelajaran jika didapatkan informasi baru dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

1.6. Tempat dan Waktu

Penelitian dan analisa kualitas air ini dilakukan di Laboratorium Pemuliaan Ikan, Pembenihan dan Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang. Sedangkan untuk penelitian terhadap kandungan logam berat krom (Cr) dari air buangan limbah penyamakan kulit dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Malang, Malang yang dilaksanakan pada periode bulan Juli sampai September 2015.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Limbah Penyamakan Kulit

2.1.1. Definisi Kulit dan Penyamakan Kulit

Kulit binatang menurut bahasa adalah lapisan luar dari tubuh binatang. Sedangkan menurut istilah adalah organ terbesar dari tubuh yang menutupi daging dimana kulit menjadi tempat tumbuhnya bulu-bulu dari binatang. Kulit merupakan lapisan yang paling luar dari tubuh binatang dan berfungsi sebagai pelindung tubuhnya. Secara histologi kulit diartikan sebagai organ tubuh yang tersusun dari jaringan epitel, jaringan ikat dan jaringan lain yang terdapat dalam kulit, misalnya kelenjar keringat, kelenjar minyak dan pembuluh darah kapiler (Djojowidagdo, 1983).

Kulit adalah kulit dari semua jenis hewan besar/kecil yang biasa diambil kulitnya untuk disamak, misalnya kulit sapi, kerbau, kuda, domba, kambing, dan lain-lain. Sedangkan penyamakan kulit adalah suatu proses untuk merubah kulit mentah menjadi kulit tersamak dengan menggunakan bahan penyamak (Hastutinigrum, 2009).

Industri penyamakan kulit adalah Industri yang mengolah bahan mentah kulit (hides and skin) menjadi bahan kulit atau tersamak (leather) dengan menggunakan bahan-bahan kimia yang mendukung proses penyamakan. "Pengolahan kulit mentah menjadi bahan tersamak akan menyebabkan kulit tahan terhadap pengaruh mikroorganisme, kimia dan fisik" (Aningrum, 2006 dalam Siring Ringo, 2012).

2.1.2. Proses Penyamakan Kulit

Dalam industri penyamakan kulit terdapat tiga proses pengerjaan basah (*Beam House*), proses penyamakan (*Tanning*), dan penyelesaian akhir (*Finishing*). Ketiga proses tersebut memiliki beberapa tahapan pengerjaan dan setiap tahapan menggunakan air maupun bahan kimia (UPT, 2012 dalam Siring-Ringo, 2012). Berikut penjelasan dari masing – masing proses :

a. Proses Pengerjaan Basah (*Beam House*)

Proses Pengerjaan Basah (*Beam House*) adalah proses awal yang dilakukan dalam industri penyamakan kulit. Fungsi dari proses ini adalah mempersiapkan kulit untuk dimasuki bahan penyamak, menghilangkan bagian – bagian kulit yang tidak perlu, dan memperbesar pori kolagen sehingga bahan penyamak dapat masuk. Pada proses ini terdiri dari empat tahapan yaitu perendaman (*soaking*), pengapuran, pembelahan, pengasaman

b. Proses Penyamakan (*Tanning*)

Prinsip dari proses penyamakan adalah memasukkan zat penyamak ke dalam jaringan serat kulit (kolagen). Proses penyamakan bertujuan untuk mengubah kulit mentah yang mudah rusak oleh aktivitas mikroorganisme, kimia, atau fisik menjadi kulit tersamak yang lebih tahan terhadap pengaruh – pengaruh tersebut (Sofwana, 2001). Proses penyamakan ini biasanya menggunakan bahan kimia seperti cromosal B dan formalin. Hasil dari proses ini akan diperoleh kulit yang tersamak dengan logam chrom. Kulit yang tersamak ini ditumpuk selama 1 – 2 hari, untuk menghilangkan kadar air yang masih tersisa maka dilakukan pemerasan dengan mesin ataupun tangan. Selanjutnya diatur ketebalan kulit agar rata dengan mesin ketam. Tahapan ini disebut pengetaman (*Shaving*). Tahap pemucatan dilakukan dengan

menggunakan asam – asam organik yaitu kalsium hipoklorida dan sodium hidroksida, dengan tujuan :

- Menghilangkan flek besi dari mesin ketam
- Menurunkan pH kulit yang berarti memucatkan warna kulit

Setelah tahap pemucatan, dilakukan tahap penetralan (*Neutralizing*).

Tahapan ini bertujuan agar tidak mengganggu tahapan selanjutnya karena kulit yang tersamak bersifat asam dengan pH 3 – 4. Bahan kimia yang digunakan adalah garam alkali misalnya NaHCO_3 .

Selanjutnya, tahapan pengecatan dasar (*Dyeing*) berfungsi untuk memberikan warna dasar pada kulit agar cat pada kulit tidak mudah pecah. Bahan yang digunakan adalah air, cat dasar dan asam formiat.

Tahapan peminyakan menggunakan bahan berupa air, minyak sulphonasi dan anti jamur. Fungsi dari proses ini antara lain :

- Untuk pelumas serat – serat kulit agar kulit menjadi tahan tarik.
- Membuat kulit terpisah satu dengan yang lainnya.
- Kulit menjadi tahan air.

Untuk mencegah warna kulit gelap dan permukaan yang mudah pecah bila ditekuk maka harus dilakukan pelumasan (*Oiling*). Hal ini dilakukan untuk mencegah keluarnya bahan penyamak sebelum kulit menjadi kering. Pelumasan ini menggunakan 1 bagian minyak paraffin, 1 bagian minyak sulfonir dan 3 bagian air. Selanjutnya kulit diperas dengan mesin atau tangan lalu dikeringkan agar tidak terjadi reaksi kimia didalam kulit.

Setelah kulit kering, kulit akan diregang untuk memperoleh kulit yang lebih lebar hingga mendekati batas kemulurannya. Peregang ini biasanya dilakukan dengan tangan ataupun mesin regang.

c. Penyelesaian Akhir (*Finishing*)

Menurut UPT (2012) dalam Siring-Ringo (2012), Setelah dilakukan proses penyamakan maka akan diperoleh kulit jadi yang dapat diperindah dengan pengkilapan, penghalusan permukaan kulit serta menutup cacat atau warna cat dasar yang tidak rata.

2.1.3. Logam Berat Kromium

Kromium (Cr) adalah salah satu polutan yang terdapat pada lingkungan yang disebabkan oleh berbagai limbah industri. Cr (VI) dan Cr (III) digunakan pada industri *plating*, tekstil, penyamakan kulit, dan pengawetan kayu. Cr (VI) diketahui sangat beracun jika dibandingkan dengan Cr (III) (Palar, 2002). Maula *et al*, 2013, melaporkan industri penyamakan kulit menggunakan kromium sebagai *tanning agent* atau bahan penyamak pada kulit yang diproses sehingga menghasilkan kulit yang awet dan siap diolah sesuai kebutuhan. Sebagian besar kandungan kromium terdapat pada limbah cair karena proses penyamakan kulit membutuhkan sejumlah besar air. Secara umum, kuantitas *effluent* sekitar 30 liter untuk setiap kilogram kulit yang diproses menjadi kulit tersamak (Doble dan Kumar, 2005).

Dalam proses penyamakan, kulit yang akan disamak dibasahi dengan larutan dikromat, kemudian direduksi dengan gas SO_2 hingga diperoleh *krom sulfat basa* ($\text{Cr}(\text{OH})\text{SO}_4$). Kolagen, yaitu jenis protein utama dalam kulit akan bereaksi membentuk senyawa kompleks kromi, dan senyawa ini mengakibatkan kulit menjadi bersifat liat, lentur, tahan terhadap kerusakan biologis. Pada industri penyamakan kulit, serbuk kromium merupakan bahan abrasi yang berfungsi sebagai media pemisah antara bulu dari kulit sapi atau kambing.

Logam berat yang masuk ke dalam perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran, dan dispersi. Kemudian akan diserap oleh organisme yang ada di perairan tersebut (Hutagalung, 1997). Mekanisme akumulasi logam berat pada substrat dasar dapat berupa: pengendapan oleh partikel-partikel dalam substrat, dan asosiasi dengan partikel organisme (Gibbs, 1973 dalam Hutagalung et al., 1997).

2.1.4. Karakteristik Limbah Penyamakan Kulit

Karakteristik limbah industri penyamakan kulit berubah-ubah dan berbeda-beda sesuai dengan macam dan jumlah kulit yang diproses, tahapan proses, macam produk akhir, jenis dan jumlah bahan kimia yang digunakan, serta tingkat teknologi yang digunakan atau diterapkan. Komposisi limbah penyamakan kulit tergantung pada sifat dan lamanya proses pengolahan (Mardianto, 2008).

Menurut Wiyanto (1992), limbah proses penyamakan krom diketahui sebagai penyumbang utama beban pencemaran lingkungan. Krom dalam limbah penyamakan kulit hampir selalu trivalen oleh karena itu tidak perlu dilakukan reduksi hesakvalenya. Aliran yang mengandung krom dapat diendapkan menggunakan tawas, garam besi atau polimer pada pH tinggi. Krom mungkin dapat diperoleh kembali dengan menyaring endapan, melarutkannya kembali dalam asam dan digunakan lagi untuk penyamakan.

Limbah penyamak kulit mengandung chrom trivalen (Cr^{3+}) dan chrom heksavalen (Cr^{6+}) yang sangat beracun. Limbah chrom heksavalen (Cr^{6+}) bersifat lebih toksik daripada chrom trivalen (Cr^{3+}). Chrom sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, karena dapat menyebabkan berbagai macam penyakit, di luar tubuh dapat menyebabkan iritasi kulit dan mata, dan di dalam tubuh dapat menyebabkan gangguan saluran pencernaan karena

logam chromium sangat sulit diabsorpsi melalui saluran pencernaan. Chrom (VI) mudah menembus membran sel dan akan terjadi reduksi didalamnya. Mengingat bahaya dan pencemaran lingkungan yang ditimbulkan oleh industri penyamak kulit khususnya logam berat chrom, maka pihak industri diharuskan untuk mengolah limbahnya terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan (Giacinta, *et al.*, 2012).

2.1.5. Dampak Limbah Penyamakan Kulit

Senyawa chromiun (Cr^+) dalam limbah cair industri penyamak kulit berasal dari proses produksi penyamak kulit, dimana dalam penyamak kulit yang menggunakan senyawa chromium sulfat antara 60 % - 70 % dalam bentuk larutan chromium sulfat tidak semuanya dapat terserap oleh kulit pada saat proses penyamakan sehingga sisanya dikeluarkan dalam bentuk cairan sebagai limbah cair. Keberadaan chromium dengan kadar yang tinggi dalam limbah cair industri penyamak kulit tentunya dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan. chrom heksavalen (Cr^{6+}) dari buangan industri penyamak kulit biasanya terdapat dalam bentuk chromat (CrO_4^{2-}). Keracunan chromat ini dapat menimbulkan iritasi pada kulit, terakumulasi dalam hati, dan keracunan sistemik. Uap chromat apabila terhirup dapat menimbulkan infeksi (radang) pada saluran pernafasan dan kanker paru – paru, serta kerusakan kulit oleh garam chrom sebagai borok chrom (Asmadi, *et al.*, 2009).

Minyak dan lemak diperoleh dari struktur alami kulit. Jika masuk ke dalam perairan akan menimbulkan lapisan tipis di permukaan sehingga mengurangi intensitas cahaya matahari yang masuk, hal ini akan menyebabkan terhambatnya proses fotosintesis tanaman air (Bosnic *et al.*, 2000) dan juga menghalangi difusi oksigen dari udara.

2.2. Fitoremediasi

Salah satu metode remediasi yang dapat digunakan untuk menanggulangi pencemaran logam chromium adalah fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan teknik pemulihan lahan tercemar dengan menggunakan tumbuhan untuk menyerap, mendegradasi, dan mentransformasi bahan pencemar, baik itu logam berat maupun senyawa organik. Metode ini mudah diaplikasikan, efisien, murah, dan ramah lingkungan (Schnoor and McCutcheon, 2003 *dalam* Hartanti *et al.*, 2013).

Proses pengolahan limbah cair dalam kolam yang menggunakan tanaman air terjadi proses penyaringan dan penyerapan oleh akar dan batang tanaman air, proses pertukaran dan penyerapan ion, dan tanaman air juga berperan dalam menstabilkan pengaruh iklim, angin, cahaya matahari dan suhu (Reed *et al.*, 2005).

Teknik fitoremediasi didefinisikan sebagai teknologi pembersihan, penghilangan atau pengurangan zat pencemar dalam tanah atau air dengan menggunakan bantuan tanaman (Chussetijowati, 2010). Mekanisme kerja fitoremediasi terdiri dari beberapa konsep dasar yaitu: fitoekstraksi, fitovolatilisasi, fitodegradasi, fitostabilisasi, rhizofiltrasi dan interaksi dengan mikroorganisme pendegradasi polutan (Kelly, 1997 *dalam* Wirawan *et al.*, 2014).

2.3. Genjer (*Limnocharis flava*)

Klasifikasi dari tanaman genjer menurut Plantamor (2008) *dalam* Permatasari (2012) adalah sebagai berikut.

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Liliopsida

Ordo: Alismatales

Famili : Limnocharitaceae

Genus : Limnocharis

Spesies : *Limnocharis flava* (L.) Buch



Gambar 1. Genjer (*Limnocharis flava*)

Genjer merupakan tumbuhan rawa yang berakar dalam tanah, bergetah dan menghasilkan tanaman baru dengan membengkokkan tangkai bunga kemudian terbentuk akar pada ujungnya. Tanaman ini berumur lebih dari satu tahun atau karena pengeringan periodik tempat tumbuhnya berumur satu tahun, tumbuh luas merumpun (Maria, 2001). Menurut Stennis (2006) dalam Wardana (2012) tinggi tanaman genjer dapat mencapai 5 hingga 50 cm, memiliki daun tegak atau miring, tidak mengapung, batang nya panjang dan berlubang, dan bentuk helainya bervariasi. Genjer memiliki mahkota bunga berwarna kuning dengan diameter 1,5 cm dan kelopak bunga berwarna hijau.

Di Indonesia genjer ditemukan di pulau Sumatra dan Jawa. Di pulau Jawa genjer terdapat di dataran rendah bagian barat sampai dengan ketinggian ± 1300 m di atas permukaan laut. Menurut Heyne (1987) dalam Alfa (2003) di daerah Toba, genjer digunakan sebagai makanan ternak terutama babi. Tanaman genjer juga dapat dibudidayakan sebagai tanaman hias. Selain itu genjer juga dapat dimanfaatkan menjadi bahan makanan yaitu salah satu jenis sayuran. Di Jawa Barat daun-daun muda dan bunga majemuk yang belum mekar merupakan sayuran yang sering dijual di pasar-pasar.

2.4. Parameter Kualitas Air

2.4.1. Suhu

Menurut Effendi (2003), suhu pada suatu perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu musim, lintang (latitude), ketinggian dari permukaan laut (altitude), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air. Perubahan suhu dapat mempengaruhi pada kondisi fisika, kimia, dan biologi perairan. Menurut APHA (1976) dalam Effendi (2003), pada umumnya suhu dapat dinyatakan dengan satuan derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$) atau derajat Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$).

Menurut Saeni (1989), umumnya suhu limbah lebih tinggi dari suhu air penerima, sehingga pengaruh kenaikan suhu tersebut mengakibatkan cepatnya reaksi kimia, mengurangi kelarutan gas, memperhebat rasa dan bau, mempercepat pertumbuhan tanaman pengganggu dan jamur, dan menaikkan kematian organisme perairan. Suhu berpengaruh terhadap kelangsungan hidup tanaman.

Bagi tumbuhan di daerah tropis suhu optimumnya antara 22°C sampai 37°C . Untuk tumbuhan yang hidup di daerah tropis suhu minimum untuk pertumbuhan adalah sekitar 10°C sedang untuk tumbuhan di daerah dingin lebih rendah yaitu 5°C . Sedangkan kisaran suhu yang optimal untuk kehidupan genjer adalah $25,10^{\circ}\text{C}$ sampai $27,00^{\circ}\text{C}$ (Maria, 2001).

2.4.2. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman lebih sering disebut pH, seperti pendapat Kordi dan Tancung (2007), derajat keasaman lebih dikenal dengan istilah pH (puissance negative de H), yaitu logaritma dari kepekaan ion ion H (hidrogen) yang terlepas dalam suatu cairan. Derajat keasaman air menunjukkan aktivitas ion hydrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai

konsentrasi ion hydrogen (mol/l) pada suhu tertentu. Menurut Effendi (2003), derajat keasaman merupakan gambaran jumlah atau aktivitas ion hidrogen dalam perairan. Secara umum nilai pH menggambarkan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Perairan dengan nilai $\text{pH} = 7$ adalah netral, $\text{pH} < 7$ dikatakan kondisi perairan bersifat asam, sedangkan $\text{pH} > 7$ dikatakan kondisi perairan bersifat basa.

Menurut Sutisna dan Ratno (1995) dalam Hartanti (2013), tinggi rendahnya pH dipengaruhi oleh tinggi rendahnya O_2 dan CO_2 , apabila O_2 tinggi maka pH juga meningkat, begitu juga sebaliknya bila O_2 rendah maka pH juga akan menurun. Tapi ketika CO_2 naik maka nilai pH akan menurun.

Menurut Sudarwin (2003), banyak tanaman air yang dapat bertahan hidup dengan pH berkisar antara 6,5 – 7,4, tetapi tidak semua tanaman air hidup pada kisaran itu melainkan tergantung jenis tanaman. Air dapat bersifat asam atau basa, tergantung pada besar kecilnya pH air atau besarnya konsentrasi ion hidrogen di dalam air.

2.4.3. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen merupakan faktor penting bagi kehidupan makro dan mikro organisme perairan karena diperlukan untuk proses pernafasan. Sumber oksigen terlarut di perairan dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (sekitar 35%) dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton (Effendi, 2003).

Menurut Pratiwi (2010), dekomposisi bahan organik (secara aerob) oleh mikroorganisme di air merupakan salah satu hal yang dapat menurunkan kelarutan oksigen selain adanya respirasi oleh tanaman air. Persediaan oksigen terlarut yang mencukupi merupakan salah satu syarat utama untuk hidup bagi organisme akuatik. Sumber oksigen terlarut di air berasal dari

difusi atmosfer ke dalam air, juga terjadi ketika air mengalami kontak dengan udara melalui gelombang, riak maupun air terjun.

Kandungan oksigen di dalam air merupakan faktor kritis bagi organisme air. Pada perairan tercemar bahan organik dalam jumlah yang besar kebutuhan oksigen untuk proses penguraian lebih banyak dan lebih cepat daripada masukan oksigen dalam perairan, kadar oksigen terlarut sangat rendah atau habis (Yani, 1996). Menurut Alaerts dan Santika (1984), kadar oksigen terlarut untuk pertumbuhan tanaman diisyaratkan lebih dari 3 mg/L.

2.4.4. Karbon Dioksida (CO₂)

Karbendioksida merupakan unsur utama dalam proses fotosintesis yang dibutuhkan oleh fitoplankton dan tumbuhan air. Keberadaan karbendioksida diperairan sangat dibutuhkan oleh tumbuhan baik yang besar maupun yang kecil untuk proses fotosintesis (Kordi dan Tancung, 2007).

CO₂ juga terbentuk dalam air karena proses dekomposisi (oksidasi) zat organik oleh mikroorganisme. Umumnya juga terdapat dalam air yang telah tercemar. Karbendioksida pula diperairan berasal dari difusi atmosfer, air hujan, air yang melewati tanah organik, dan respirasi tumbuhan dan hewan, serta bakteri aerob dan anaerob (Effendi, 2003).

Kadar karbendioksida (CO₂) yang baik bagi organisme perairan yaitu kurang lebih 15 ppm. Jika lebih dari itu sangat membahayakan karena menghambat pengikatan oksigen (O₂). Lebih lanjut dikatakan kadar karbendioksida yang berlebih dapat diatasi dengan melakukan penggantian air secara rutin, mengurangi pertumbuhan ganggang yang terlalu lebat dan peningkatan peranan kincir air (Mujiman, 1989 dalam Wirawan, 2014). Kisaran CO₂ yang optimum untuk tumbuhan air adalah berkisar antara 10-30 ppm.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Materi Penelitian

Materi penelitian ini adalah tanaman Genjer (*Limnocharis flava*), logam berat krom (Cr) pada air buangan limbah penyamakan kulit. Parameter utama yang diukur yaitu perubahan kandungan logam berat krom (Cr) dalam air buangan limbah penyamakan kulit pada media tanam. Parameter pendukung antara lain : kualitas air meliputi suhu, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), dan karbon dioksida (CO₂)

3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk pelaksanaan penelitian ini dalam menguji suhu, pH, DO, dan CO₂ dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Alat dan bahan yang Digunakan

No	Parameter	Alat	Bahan
1.	Suhu	Termometer	Air sampel
		Stopwatch	
2.	pH	Kotak Standart	Air sampel
		Stopwatch	pH Paper
3.	DO	DO meter	Air sampel
4.	CO ₂	Tabung erlenmeyer	Indikator PP
		Pipet tetes	Larutan Na ₂ CO ₃
		Buret dan statif	Air Sampel
5.	Biomassa tanaman	Timbangan digital	Tanaman Genjer

3.3. Lokasi Pengambilan Data

Sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu limbah penyamakan kulit yang diambil dari industri penyamakan kulit PT. Kasin, Malang. Sedangkan pengambilan tanaman Genjer (*Limnocharis flava*) diambil di Laboratorium Perikanan Air Tawar Sumber Pasir, Malang.

3.4. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) Tersarang. Menurut Hanafiah (2005), metode eksperimen atau percobaan suatu tindakan coba – coba yang dirancang untuk menguji hipotesis yang diajukan dan dalam penelitian ini semua kondisi baik bahan, media maupun lingkungannya dibuat sehomogen mungkin. Dalam metode ilmiah eksperimen adalah suatu tindakan dan pengamatan yang dilakukan untuk menguji hipotesis atau mengenali hubungan, sebab akibat. Metode eksperimen dilakukan dengan memberikan perlakuan yang berbeda setiap sampel. Pengukuran kualitas air berupa suhu, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), karbon dioksida (CO₂) dan kandungan logam berat krom (Cr) pada media tanam dengan konsentrasi limbah sebesar 15% dan tanaman dilakukan pada hari ke 0, 2, 4, 6 dan 8. Tanaman genjer diletakkan pada bak plastik volume 15 liter. Tiap bak diberi perlakuan berbeda dengan perbedaan berat bobot tanaman genjer yang diberikan yaitu sebesar 100, 200, 300 dan 400 gram dengan ulangan sebanyak 3 kali. Hal ini mengacu pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Wijayanti, *et al.* (2012) yang menggunakan genjer untuk mengetahui kadar penyerapan krom oleh genjer.

3.5. Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di tempat pembuangan limbah cair industri penyamakan kulit. Pengambilan sampel kualitas air fisika dan kimia dilakukan dengan menggunakan jirigen yang dicelupkan langsung kedalam perairan, kemudian pengukuran sampel kualitas air dilanjutkan di laboratorium Laboratorium Pemuliaan Ikan, Pembenihan dan Reproduksi

Ikan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya
Malang.

3.6. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) tersarang dengan perlakuan menggunakan berat tanaman genjer sebesar 100 gram, 200 gram, 300 gram dan 400 gram dengan tiga kali ulangan. Menurut Sudjana (1994), rancangan tersarang adalah suatu eksperimen dengan sifat bahwa tarat faktor yang satu tersarang dalam faktor yang lain, sehingga tidak akan terjadi interaksi antara dua faktor. Faktor tersebut adalah perbedaan waktu pengamatan dan perbedaan pemberian bobot tanaman genjer pada limbah krom (Cr). Model linear rancangan acak lengkap tersarang adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + T_j(i) + \epsilon_{k(ij)} \quad i=1,2,\dots,a$$

$$J=1,2,\dots,b$$

$$K=1,2,\dots,c$$

Dimana :

Y_{ijk} : Nilai pengamatan level ke- j yang bersarang dalam level ke-I pada ulangan ke-k

μ : rata-rata

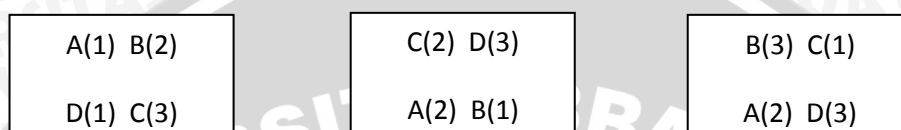
G_i : efek perlakuan ke i

$T_j(i)$: efek waktu j yang ada dalam perlakuan i

$\epsilon_{(ij)k}$: Galat percobaan untuk ulangan ke-k pada faktor B level ke-j yang bersarang pada faktor A level ke-i.

Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola tersarang menurut distribusi F disebut juga sebagai uji F. Dimana bila F hitung < F tabel 5 % tidak ada

perbedaan nyata = non-significant different sehingga H_0 diterima pada taraf uji 5%. Bila $F_{hitung} > F_{tabel}$ 5% terdapat perbedaan nyata = significant different sehingga H_1 diterima pada taraf uji 5%. Selanjutnya pengujian dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) (Hanafiah, 2008), untuk mengetahui perlakuan yang memberikan pengaruh terbesar. Adapun denah tata letak tempat plastik percobaan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Denah Tata Letak Bak – Bak Percobaan

Keterangan :

A = Berat genjer 100 gram

B = Berat genjer 200 gram

C = Berat genjer 300 gram

D = Berat genjer 400 gram

Dosis Limbah = 0,75 liter limbah + air PDAM 4,25 liter

3.7. Tahapan Penelitian

- **Uji Pendahuluan**

Menyiapkan limbah penyamakan kulit dengan dosis yang berbeda yaitu sebesar 0%, 10%, 15% dan 20% kemudian dimasukkan ke dalam masing-masing bak plastik sebanyak 5 liter. Kemudian ditimbang genjer (*Limnocharis flava*) sebesar 100 gr hal ini bertujuan untuk mengetahui dosis yang cocok untuk genjer (*Limnocharis flava*) agar tetap bisa hidup. Kemudian uji pendahuluan ini dilakukan selama 7 hari dan diamati perubahan tanaman genjer (*Limnocharis flava*) setiap hari.

- **Persiapan Bak Plastik**

Menyiapkan 12 bak plastik yang memiliki volume sebesar 15 liter. Volume media keseluruhan yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu 60 liter untuk 12 bak plastik percobaan dimana setiap masing – masing bak plastik diisi air media sebanyak 5 liter menggunakan limbah penyamakan kulit yang sudah diencerkan dengan air PDAM pada konsentrasi 15 %, dengan total limbah sebanyak 0,75 liter dan 4,25 liter air PDAM.

- **Persiapan Limbah Penyamakan Kulit**

Menyiapkan limbah penyamakan kulit yang akan digunakan untuk uji pendahuluan dan uji utama yang diambil dengan menggunakan jerigen dari industri penyamakan kulit. Limbah penyamakan kulit yang digunakan merupakan limbah yang baru dihasilkan yang sifatnya masih segar.

- **Penyortiran Genjer (*Limnocharis flava*)**

Genjer (*Limnocharis flava*) yang diperoleh dari suatu populasi dicuci bersih dan dipilih Genjer (*Limnocharis flava*) yang memiliki ukuran dan lebar daun yang sama serta daun yang segar dan tidak menguning.

- **Aklimatisasi Genjer (*Limnocharis flava*)**

Genjer (*Limnocharis flava*) yang telah dipilih kemudian diaklimatisasi terlebih dahulu dalam media air kolam selama 3 hari. Aklimatisasi dilakukan dengan tujuan agar tidak ada lagi organisme yang menempel pada akar tanaman air tersebut serta dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya.

- **Memasukkan Genjer (*Limnocharis flava*) ke dalam Bak Plastik Percobaan**

Genjer (*Limnocharis flava*) yang telah diaklimatisasi kemudian dimasukkan ke dalam bak plastik yang telah diisi limbah penyamakan kulit

dengan konsentrasi limbah sebesar 15%, limbah penyamakan kulit yang digunakan sebanyak 0,75 liter dan ditambah pengenceran menggunakan air PDAM sebanyak 4,25 liter, kemudian dimasukkan Genjer (*Limnocharis flava*) dengan berat 100 gram, 200 gram, 300 gram dan 400 gr yang memiliki kondisi fisik yang bagus.

1. Penelitian Utama

Hasil dari penelitian pendahuluan didapatkan bahwa konsentrasi 15% merupakan konsentrasi yang paling sesuai untuk tanaman Genjer (*Limnocharis flava*) bertahan hidup dan merubah warna daun yaitu dengan lama waktu 7 hari yang kemudian digunakan dalam penelitian utama. Dengan konsentrasi limbah penyamakan kulit sebesar 15% yang digunakan pada media tanam pada Genjer (*Limnocharis flava*), selanjutnya pembuatan media tanam dengan dilakukan pemberian limbah penyamakan kulit sebesar 15% pada masing – masing bak plastik.

Alat dan bahan yang digunakan sesuai dengan tahap persiapan yang sudah ada, yaitu tahap awal menyiapkan bak plastik yang digunakan dan diletakkan secara acak. Selanjutnya melakukan pengukuran kualitas air meliputi pH, suhu, DO, dan CO₂ sebagai nilai awal penelitian. Ditimbang tanaman Genjer (*Limnocharis flava*) yang telah diaklimatisasi dengan biomassa 100 gr, 200 gr, 300 gr dan 400 gr. Kemudian dimasukkan pada masing – masing bak plastik. Pengamatan dilakukan selama 8 hari dengan pengukuran parameter utama yang dilakukan setiap 2 hari sekali dan pengukuran biomass tanaman yang diukur pada saat awal dan akhir penelitian.

3.8. Prosedur Pengukuran Kualitas Air pada Media Tanam

Pengukuran kualitas air pada limbah penyamakan kulit (media tanam) dilakukan setiap 2 hari sekali di Laboratorium Reproduksi Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan analisis kandungan logam berat krom (Cr) di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, Universitas Malang, Malang.

a. Suhu

Alat yang digunakan untuk mengukur suhu dalam penelitian ini adalah thermometer Hg. Menurut Herniwati (2012), prosedur pengukuran suhu air adalah sebagai berikut :

1. Mencelupkan thermometer digital ke dalam air, menunggu beberapa saat sampai angka dalam monitor menunjuk / berhenti pada angka tertentu
2. Mencatat nilai yang muncul pada monitor ($^{\circ}\text{C}$)

b. Derajat Keasaman

Menurut SNI (2004), untuk mengetahui nilai pH dapat diukur menggunakan pH meter yaitu dengan cara :

1. Melakukan kalibrasi alat pH meter
2. Mengeringkan dengan kertas tisu selanjutnya bilas elektroda dengan air suling
3. Membilas elektroda dengan air sampel
4. Mencelupkan elektroda pada air sampel sampai menunjukkan pembacaan yang tetap
5. Mencatat hasil pengukuran

c. Oksigen Terlarut (DO)

Menurut Suprpto (2011), untuk mengetahui oksigen terlarut dalam air dapat diukur dengan menggunakan DO meter yaitu dengan cara :

1. Melakukan kalibrasi alat DO meter dengan larutan zero (DO 0%) dan 100% (udara lembab) / sesuai instruksi kerja alat DO meter
2. Untuk contoh uji yang mempunyai suhu tinggi, mengkondisikan contoh uji sampai suhu kamar
3. Mengeringkan dengan kertas tisu selanjutnya bilas elektroda dengan air suling
4. Membilas elektroda dengan contoh uji
5. Mencelupkan elektroda ke dalam contoh uji sampai DO meter menunjukkan pembacaan yang tetap (jangan sampai ada gelembung udara)
6. Mencatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari DO meter

d. Karbon Dioksida (CO₂)

Menurut Effendi (2003), untuk mengetahui karbon dioksida menggunakan indikator PP yaitu dengan cara :

1. Mengambil sebanyak 50 ml air dengan menggunakan gelas ukur kemudian dituangkan ke dalam erlenmeyer
2. Meneteskan 1-2 tetes indikator PP dengan menggunakan pipet tetes dan kocok erlenmeyer pelan pelan
3. Bila air tetap jernih selanjutnya dititrasi dengan larutan Na₂CO₃ sampai warna air berubah menjadi merah muda dan dihitung ml titran yang digunakan.
4. Kemudian hitung dengan menggunakan rumus

$$CO_2 = \frac{A \times N \times 22 \times 1000}{V}$$

Keterangan :

A : Volume tiran Na_2CO_3 yang terpakai (ml)

N : Normalitas larutan Na_2CO_3 (0,0454 N)

V : Volume sampel

3.9. Analisis Data

Metode linear yang digunakan dalam penelitian ini adalah model umum dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) Tersarang yaitu :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{ji} + \varepsilon_{(ij)k}$$

Keterangan :

i : 1, 2, a

j : 1, 2, b

k : 1, 2, c

Y_{ijk} : nilai pengamatan level ke-j yang bersarang dalam level ke-i pada ulangan ke-k

μ : nilai tengah umum

α_i : pengaruh faktor A pada level ke-i

β_{ji} : pengaruh faktor B pada level ke-j yang bersarang pada faktor A level ke-i

$\varepsilon_{(ij)k}$: galat percobaan untuk ulangan ke-k pada faktor B level ke-j yang bersarang pada faktor A level ke-i

Data yang diperoleh dari hasil penelitian, kemudian dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis keragaman (ANOVA) sesuai dengan rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) Tersarang. Analisis keragaman (ANOVA) dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap respon yang diukur ui F pada taraf 5% dan 1%.

Tabel 2. Sidik Ragam RAL Tersarang

Sumber keragaman	Db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-Tabel (5%, 1%)
Perlakuan	a-1	JKP	KTP	KTP/KTG	F (α, db-p, db-g)
Waktu dalam perlakuan	a(b-1)	JKA	KTW(A)	KTW/KTG	F (α, db-p, db-g)
Galat	ab(r-1)	JKG	KTG		
Total	abr-1	JKT	JKT		

Penarikan kesimpulan dilihat dari tabel ANOVA. Kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut :

- Jika nilai $F_{hitung} > \text{nilai } F_{tabel}$ 5% dan 1% maka tolak H_0 , berarti minimal ada satu perlakuan yang memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf kepercayaan 0,05 dan 0,01
- Jika nilai $F_{hitung} > \text{nilai } F_{tabel}$ 5% dan 1% maka terima H_0 , berarti tidak ada perlakuan yang memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf kepercayaan 0,05 dan 0,01

Jika terdapat hasil yang berbeda nyata, maka untuk melihat yang memberikan pengaruh yang berbeda nyata, maka dilakukan uji t BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5% dan 1%.

Menurut Hanafiah (2005), apabila hasil keragaman / sidik ragam ternyata berbeda nyata atau berbeda sangat nyata maka dilakukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan sehingga didapatkan untuk perlakuan terbaik dengan menggunakan rumus :

$$BNT = t_{\alpha/2} \times \sqrt{2KTS / n}$$

Keterangan :

BNT : beda nyata terkecil

$t_{\alpha/2}$: nilai t tabel pada selang kepercayaan $\alpha/2$ ($\alpha = 0,05$; $\alpha = 0,01$)

KTS : kuadrat tengah sisa

n : jumlah ulangan

Kemudian dibuat tabel BNT yang merupakan tabel selisih harga rata – rata terbesar → terkecil atau sebaliknya, tergantung parameter yang diamati. Selanjutnya dibandingkan dengan nilai BNT 5% dan 1% dengan ketentuan :

- Bila selisih < BNT 5% → n.s (non significant), berarti tidak berbeda nyata
- Bila BNT 5% < selisih < BNT 1% → *, berarti berbeda nyata
- Bila selisih BNT > 1% → **, berarti berbeda sangat nyata

Ditentukan notasinya dengan ketentuan notasi sama apabila hasilnya tidak berbeda nyata seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel Beda Nyata Terkecil

Rata – Rata Perlakuan	Kecil → Besar	Notasi
Kecil ↓ Besar		

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Konsentrasi Logam Berat Kromium (Cr) dalam Air

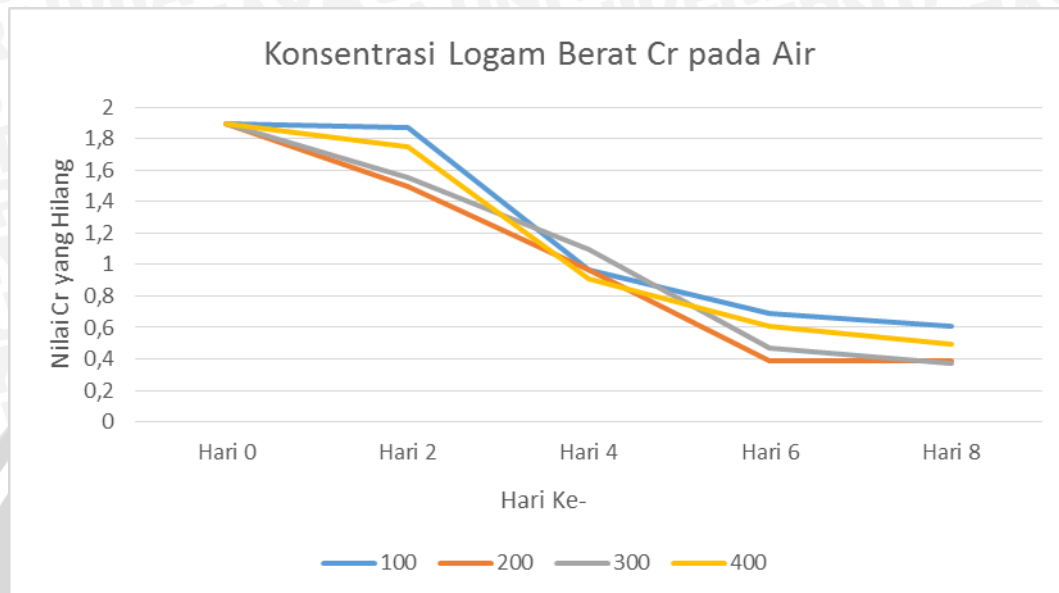
Konsentrasi logam berat Kromium (Cr) dalam air selama 8 hari penelitian mengalami penurunan konsentrasi logam berat yaitu pada saat awal sebesar 1,9081 ppm kemudian turun menjadi 0,3781 ppm dengan penggunaan berat genjer sebesar 300 gr. Data hasil rata-rata pengukuran kromium (Cr) dapat dilihat pada tabel 4 untuk data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5.

Tabel 4. Data Hasil Rata-Rata Pengukuran Kromium (ppm) dalam Air

Perlakuan	Lama Hari	Bobot Tanaman	Konsentrasi Logam Cr (ppm)	Logam Cr yang Hilang	Presentase Logam Cr yang Hilang (%)
Genjer	0	100	1,9081	0	0
		200			
		300			
		400			
	2	100	1,8783	0,0298	2
		200	1,5099	0,3982	21
		300	1,5554	0,3527	18
		400	1,7589	0,1492	9
	4	100	0,9743	0,9338	49
		200	0,9765	0,9316	49
		300	1,1039	0,8042	42
		400	0,9177	0,9904	52
	6	100	0,6917	1,2164	64
		200	0,3936	1,5145	79
		300	0,4754	1,4327	75
		400	0,6128	1,2953	68
	8	100	0,6139	1,2942	68
		200	0,3953	1,5128	79
		300	0,3781	1,5300	80
		400	0,4905	1,4176	74

Tabel 4 menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi kromium (Cr) paling besar terdapat pada bobot tanaman genjer (*Limnocharis flava*) sebesar 300 gr yaitu sebesar 0,3781 ppm dengan persentase sebesar 80%. Menurut Defew, *et al.* (2004) dalam Deri, *et al.*, (2013), logam berat yang terdapat dalam air akan mengalami pengendapan, pengenceran dan dispersi kemudian diserap oleh

tanaman air yang hidup di perairan tersebut. Selain itu adanya faktor penguapan yang lebih besar daripada kemampuan tanaman air tersebut. Grafik konsentrasi logam berat Cr yang hilang dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Konsentrasi Logam Berat Cr yang Hilang pada Air

Gambar 3. menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat Kromium (Cr) pada air mulai menurun pada hari 2 dikarenakan kemampuan genjer (*Limnocharis flava*) dapat menyerap logam berat. Soerjani *et al.*, (1980) menyatakan bahwa tumbuhan air melalui proses fotosintesis dapat membantu peredaran udara di dalam air dengan menyerap kelebihan zat hara yang menyebabkan pencemaran air. Tanaman yang digunakan dalam fitoremediasi adalah tanaman hiperakumulator yang mampu mentranslokasikan unsur pencemar seperti logam Cu, Zn dan logam lainnya, dengan konsentrasi sangat tinggi ke jaringan dan tanpa membuat tanaman tumbuh dengan tidak normal (kerdil dan mengalami fitotoksitas). Penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa perlakuan dengan diberi tanaman genjer (*Limnocharis flava*) dapat mengurangi konsentrasi logam berat Kromium (Cr) sesuai dengan baku mutu limbah yang telah ditetapkan. Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur no 72 tahun 2013 baku mutu maksimal

untuk limbah penyamakan kulit adalah sebesar 0,60 mg/l yang dapat dibuang langsung ke perairan setelah melalui proses pengolahan limbah.

4.2. Konsentrasi Logam Berat Kromium (Cr) dalam Tanaman Genjer

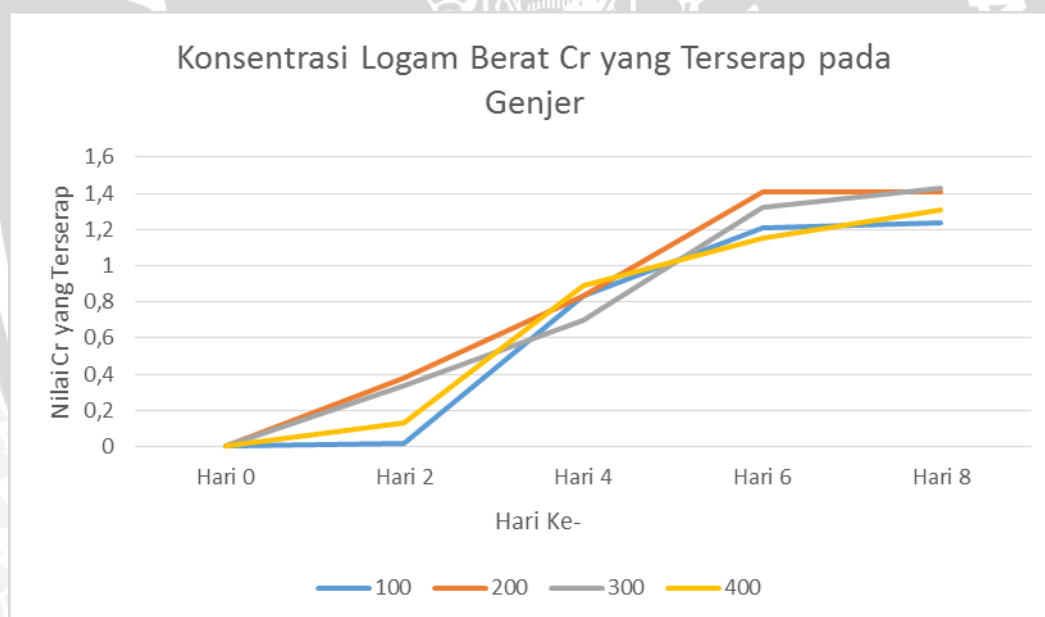
Hasil penelitian menunjukkan bahwa bagian bagian tanaman genjer dapat menyerap logam berat Kromium (Cr). Data hasil rata-rata penyerapan konsentrasi logam berat kromium (Cr) dalam tanaman genjer dapat dilihat pada tabel 5. Untuk data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6.

Tabel 5. Data Hasil Rata-Rata Pengukuran Kromium dalam Tanaman Genjer

Pengamatan Hari Ke	Perlakuan	Konsentrasi Logam Cr (ppm)	Presentase Logam Cr yang Terserap (%)
0	100	0	0
	200		
	300		
	400		
2	100	0,0251	2
	200	0,3894	20
	300	0,3427	18
	400	0,1392	7
4	100	0,8338	44
	200	0,8316	43
	300	0,7042	37
	400	0,8904	47
6	100	1,2164	64
	200	1,4154	74
	300	1,3237	69
	400	1,1539	60
8	100	1,2492	65
	200	1,4128	74
	300	1,4391	75
	400	1,3167	69

Tabel 5 menunjukkan kandungan logam kromium (Cr) yang diserap oleh tanaman genjer. Kandungan awal pada genjer adalah sebesar 0 ppm dikarenakan saat hari ke-0 genjer belum dimasukkan ke dalam bak percobaan kemudian pada hari ke-8 penyerapan paling besar terdapat pada tanaman genjer dengan bobot seberat 300 gram sebesar 1,1053 ppm dengan konsentrasi penyerapan sebesar 80% dan yang penyerapan kromium (Cr) yang paling kecil

terdapat pada tanaman genjer dengan bobot sebesar 100 gram sebesar 0,5871 ppm dengan konsentrasi penyerapan sebesar 43%. Tanaman genjer memiliki perakaran yang lebat dan panjang sehingga dapat secara aktif menyerap logam berat. Pada umumnya tumbuhan akan menyerap unsur-unsur hara yang larut dalam air dan dari tanah melalui akar-akarnya. Semua tumbuhan mempunyai kemampuan menyerap yang memungkinkan pergerakan ion menembus membran sel, mulai dari unsur yang berlimpah sampai dengan unsur yang sangat kecil dibutuhkan tanaman dan ternyata dapat diakumulasi oleh tanaman (Wolverton dan Mcknown, 1975 *dalam* Hermawati et al, 2005). Grafik konsentrasi logam berat Cr yang terserap pada tanaman genjer dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Konsentrasi Logam Berat Cr yang Terserap pada Genjer

Gambar 4. menunjukkan bahwa genjer mulai dapat menyerap logam berat kromium (Cr) pada hari ke 2 kemudian terus meningkat hingga hari ke-8. Menurut Sinaga (2009), logam berat yang ada dalam air diserap oleh tumbuhan air melalui akar secara absorpsi. Hara diserap tumbuhan dalam bentuk ion bermuatan positif dan bermuatan negatif. Ion ini berkaitan dengan koloid. Fase

awal, hara berpindah dari suatu tempat ke permukaan akar tumbuhan. Kemudian setelah sampai di permukaan akar (bulu akar), masuk ke dalam akar yang dari sini ditranslokasi ke jaringan pembuluh lalu disalurkan ke daun. Selain diserap oleh tanaman ada beberapa faktor yang mempengaruhi berkurangnya kromium di perairan. Menurut Tan (1982) dalam Pratomo et al., (2004), akumulasi logam berat dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain karakteristik fisika kimia media pertumbuhan yang digunakan meliputi pH, kapasitas tukar ion, kejenuhan basa, persaingan kation dan lain-lain.

4.3. Rata-Rata Hasil Parameter Pendukung Kualitas Air

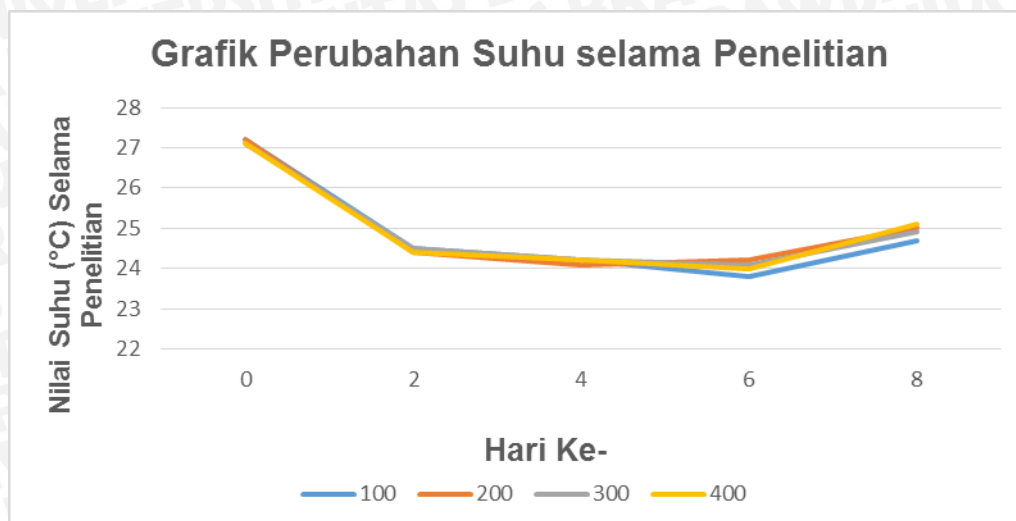
4.3.1. Suhu

Hasil pengukuran suhu berkisar antara 23,8°C – 27,2°C. Data hasil rata-rata pengukuran suhu disajikan pada tabel 6. Data hasil pengukuran suhu (°C) selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 7.

Tabel 6. Data Hasil Rata – Rata Pengukuran Suhu (°C) pada Air

Perlakuan	Bobot Tanaman	Pengamatan Hari ke					Total	Rata-Rata
		0	2	4	6	8		
Genjer (<i>Limnocharis flava</i>)	100	27,2	24,5	24,2	23,8	24,7	124,4	24,8
	200	27,2	24,4	24,1	24,2	25,0	124,9	24,9
	300	27,1	24,5	24,2	24,1	24,9	124,8	24,9
	400	27,1	24,4	24,2	24,0	25,1	124,8	24,9

Dari hasil rata-rata pengukuran suhu yang disajikan pada tabel 6 menunjukkan bahwa suhu pada hari ke-0 tinggi kemudian turun dan stabil hingga hari ke 8. Menurut Kordi dan Tancung (2007), pengaruh suhu secara langsung yaitu mempengaruhi metabolisme, daya larut gas-gas, termasuk oksigen serta berbagai reaksi kimia di dalam air. Rata-rata suhu 23,8°C - 27,2°C sehingga dapat dikatakan bahwa suhu tersebut masih berada dalam kisaran normal bagi pertumbuhan dan kehidupan tumbuhan air. Grafik rata-rata perubahan suhu disajikan pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik Perubahan Suhu selama Penelitian

Gambar 5. menunjukkan bahwa selama penelitian terjadi perubahan naik turunnya suhu pada bak bak percobaan. Hal ini diakibatkan tertutupnya permukaan air oleh daun dari genjer yang lebar sehingga sinar matahari sulit menembus sampai ke permukaan air. Menurut Effendi (2003), suhu sangat berpengaruh terhadap perkembangan perubahan tumbuhan air karena akan mempengaruhi metabolisme sel. Suhu dibawah 30°C pada umumnya merupakan suhu yang optimal bagi kebanyakan jenis tumbuhan air.

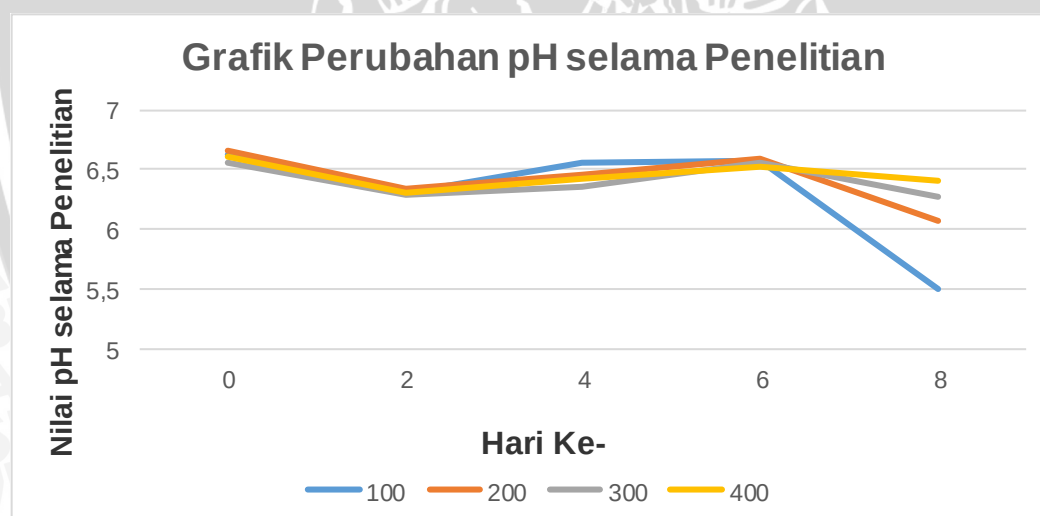
4.3.2. Derajat Keasaman (pH)

Kadar pH pada penelitian berkisar antara 5,49–6,66. Data hasil rata-rata pengukuran pH disajikan pada tabel 7. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 8.

Tabel 7. Data Hasil Rata – Rata Pengukuran pH pada Air

Perlakuan	Bobot Tanaman	Pengamatan Hari ke					Total	Rata-Rata
		0	2	4	6	8		
Genjer (<i>Limnocharis flava</i>)	100	6,63	6,31	6,56	6,58	5,49	31,57	6,314
	200	6,66	6,34	6,45	6,59	6,07	32,11	6,422
	300	6,55	6,28	6,36	6,55	6,27	32,01	6,402
	400	6,61	6,31	6,43	6,53	6,40	32,28	6,456

Tabel 7 menunjukkan nilai pH tertinggi pada tanaman genjer dengan bobot 200 gr pada pengamatan hari ke-0 untuk nilai pH terendah pada tanaman genjer dengan bobot tanaman 100 pada pengamatan hari ke-8. Namun nilai pH tersebut masih dalam kisaran yang sesuai untuk kehidupan genjer (*Limnocharis flava*). Menurut Barus (2002), organisme akuatik dapat hidup pada suatu perairan yang mempunyai nilai pH netral dengan kisaran toleransi anatara asam lemah sampai basa lemah. Kondisi perairan yang bersifat sangat basa maupun sangat asam akan menyebabkan kelangsungan hidup suatu organisme terganggu Menurut Effendi (2003), pH dapat mempengaruhi kandungan unsur ataupun senyawa kimia yang terdapat di perairan, diantaranya mempengaruhi kandungan logam berat yang ada di perairan. Toksisitas logam berat juga dipengaruhi oleh perubahan pH, toksisitas dari logam berat akan meningkat bila terjadi penurunan pH. Grafik perubahan nilai pH yang disajikan pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik Perubahan pH selama Peneleitian

Nilai pH dari awal hingga akhir menunjukkan perubahan. Pada hari pengamatan ke-0 pH semua bobot tanaman relatif sama tetapi pada hari pengamatan ke-8 pH paling rendah terdapat pada tanaman genjer dengan bobot 100 gr. Tetapi pH ini sesuai dengan baku mutu yang telah diatur oleh Gubernur Jawa Timur no 72 tahun 2013 yaitu berkisar antara 6,0-9,0. Menurut Doty (1988)

dalam Armita (2011) fluktuasi pH dalam air biasanya berkaitan erat dengan aktivitas tanaman air dalam menggunakan CO₂ dalam air selama berlangsungnya proses fotosintesis. Jika fotosintesis semakin tinggi maka akan menyebabkan pH semakin tinggi. pH akan menjadi rendah apabila semakin banyak karbondioksida yang dihasilkan dari proses respirasi (Kordi, 2000 dalam Apridayanti, 2008).

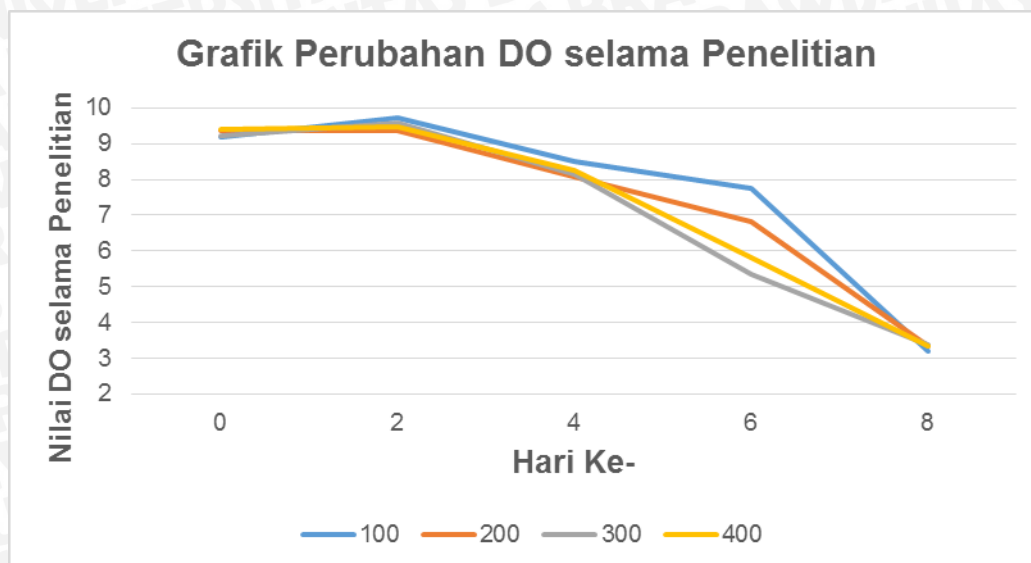
4.3.3. Oksigen Terlarut (DO)

Kadar oksigen terlarut yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 3,19 mg/l - 9,72 mg/l. Data hasil rata-rata pengukuran DO (mg/l) disajikan pada tabel 8. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 9.

Tabel 8. Data Hasil Rata – Rata Pengukuran DO (mg/l) pada Air

Perlakuan	Bobot Tanaman	Pengamatan Hari ke					Total	Rata-Rata
		0	2	4	6	8		
Genjer (<i>Limnocharis flava</i>)	100	9,19	9,72	8,49	7,76	3,19	38,35	7,67
	200	9,35	9,36	8,07	6,83	3,34	36,95	7,39
	300	9,22	9,56	8,16	5,36	3,37	35,67	7,134
	400	9,39	9,46	8,25	5,80	3,34	36,24	7,248

Tabel 8 menunjukkan nilai rata-rata oksigen terlarut (DO) dari hari pengamatan ke-0 hingga hari pengamatan ke-8 mengalami penurunan. Nilai oksigen terlarut tertinggi sebesar 9,72 mg/l pada tanaman genjer dengan bobot tanaman 100 gr pada hari pengamatan ke-2 sedangkan untuk nilai oksigen terlarut terendah sebesar 3,19 mg/l juga terjadi di tanaman genjer dengan bobot tanaman 100 gr pada hari pengamatan ke-8. Naik turunnya kadar oksigen terlarut (DO) dalam penelitian ini selain karena adanya proses fotosintesis juga dapat dipengaruhi adanya proses respirasi yang dilakukan oleh biota dalam air tersebut. Menurut Kordi dan Tancung (2007), oksigen di dalam air dapat berkurang karena proses difusi, respirasi dan reaksi kimia (oksidasi dan reduksi). Grafik perubahan oksigen terlarut disajikan pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik Perubahan DO selama Penelitian

Kadar oksigen terlarut diatas menunjukkan perubahan. Pada hari pengamatan ke-0 kadar oksigen terlarut masih tinggi kemudian terus mengalami penurunan. Selain itu rendahnya oksigen terlarut (DO) pada hari ke 2 hingga hari ke 8 dikarenakan hasil respirasi yang dilakukan tanaman genjer langsung dilepas ke udara tidak masuk ke air sehingga kandungan oksigen terlarut di dalam air sedikit. Oksigen terlarut yang diperoleh berasal dari hasil fotosintesis yang dilakukan tumbuhan tersebut. Menurut Puspitaningrum et al (2012), tumbuhan air efektif meningkatkan kadar oksigen dalam air melalui proses fotosintesis. Karbondioksida dalam proses fotosintesis diserap dan oksigen dilepas ke dalam air. Adanya kenaikan kadar oksigen terlarut yang terjadi tidak dipengaruhi oleh jenis tumbuhan air. Menurut Meutia, et. al., (2001), kenaikan kadar oksigen terlarut pada toples – toples percobaan yang berisi tumbuhan air, disebabkan karena bertambahnya oksigen terlarut yang berasal dari proses tumbuhan air, dimana jumlahnya tidak tetap dan tergantung jenis tumbuhannya dan oksigen dari atmosfer (udara) yang masuk ke dalam air dengan kecepatan terbatas.

4.3.4. Karbondioksida (CO₂)

Nilai karbondioksida pada penelitian berkisar antara 11 mg/l – 25,2 mg/l. Data hasil rata-rata pengukuran karbondioksida disajikan pada tabel 9. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 10.

Tabel 9. Data Hasil Rata – Rata Pengukuran Karbondioksida (mg/l) pada Air

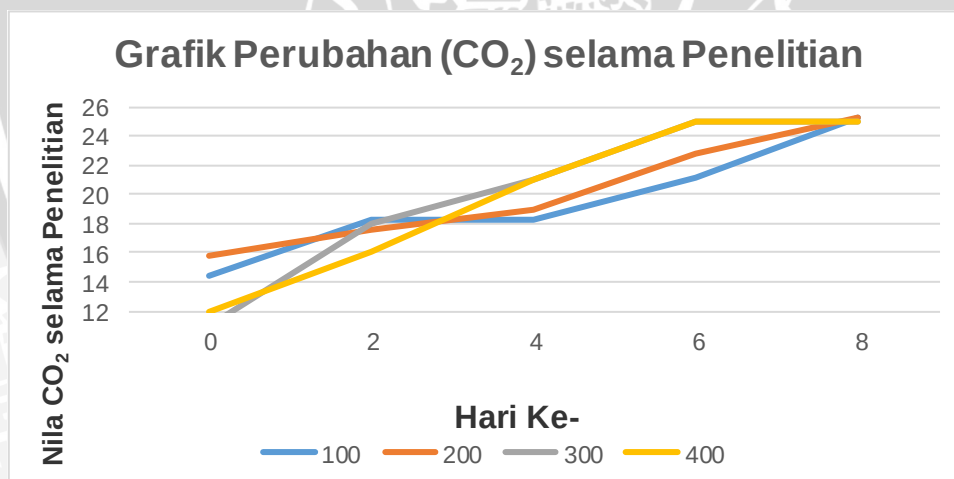
Perlakuan	Bobot Tanaman	Pengamatan Hari ke					Total	Rata-Rata
		0	2	4	6	8		
Genjer (<i>Limnocharis flava</i>)	100	14,4	18,3	18,2	21,2	25,2	118,5	23,7
	200	15,8	17,5	19	22,8	25,2	122,6	24,5
	300	11	18	21	25	25	120,3	24
	400	12	16	21	25	25	120,5	24,1

Tabel 10 menunjukkan nilai karbondioksida tertinggi terdapat pada tanaman genjer dengan bobot tanaman sebesar 100 gr dan 200 gr pada pengamatan hari ke 8 sebesar 25,2 mg/l sedangkan karbondioksida terendah terdapat pada tanaman genjer dengan bobot tanaman sebesar 300 gr pada pengamatan hari ke 0 sebesar 11 mg/l. Pada tanaman air karbondioksida digunakan untuk fotosintesis dengan menggunakan zat hara, air serta bantuan energi cahaya matahari sehingga menghasilkan produk buangan berupa oksigen. Menurut Effendi (2003), karbondioksida yang terdapat di perairan berasal dari berbagai sumber, yaitu :

- Difusi dari atmosfer, karbondioksida yang terdapat di atmosfer mengalami difusi secara langsung ke dalam air
- Air hujan. Air hujan yang jatuh ke permukaan bumi secara teoritis memiliki kandungan karbondioksida sebar 0,55-0,60 mg/l berasal dari karbondioksida yang terdapat di atmosfer
- Air yang melewati tanah organik. Tanah organik yang mengalami dekomposisi mengandung relatif banyak karbondioksida sebagai hasil proses dekomposisi. Karbondioksida hasil dekomposisi ini akan larut ke dalam air.

- d. Respirasi tumbuhan, hewan dan bakteri aerob maupun anaerob. Respirasi hewan dan tumbuhan mengeluarkan karbondioksida. Dekomposisi bahan organik pada kondisi aerob menghasilkan karbondioksida sebagai satu produk akhir. Demikian juga, dekomposisi anaerob karbohidrat ada bagian pdasar perairan akan menghasilkan karbondioksida sebagai produk akhir.

Kadar karbondioksida (CO_2) yang baik bagi organisme perairan yaitu kurang lebih 15 ppm. Jika lebih dari itu sangat membahayakan karena menghambat pengikatan oksigen (O_2). Lebih lanjut dikatakan kadar karbondioksida yang berlebih dapat diatasi dengan melakukan penggantian air secara rutin, mengurangi pertumbuhan ganggang yang terlalu lebat dan peningkatan peranan kincir air (Mujiman, 1989 dalam Wirawan, 2014). Grafik perubahan karbondioksida disajikan pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik Perubahan CO_2 selama Penelitian

Gambar 8 menunjukkan bahwa selama penelitian terjadi kenaikan dan penurunan karbondioksida. Penurunan karbondioksida disebabkan karena tanaman menggunakan karbondioksida untuk fotosintesis. Fotosintesis memecah karbondioksida dan melepas oksigen ke udara serta mengambil atom karbonnya.

Pada hari ke-8 kandungan karbondioksida di air tinggi dikarenakan kemampuan tanaman yang mulai berkurang dalam menggunakan karbondioksida untuk melakukan fotosintesis karena keadaan tanaman yang mulai hampir mati selain itu juga karbondioksida terlalu tinggi akan menyebabkan penurunan hasil fotosintesis pada tanaman tertentu.

4.4. Kondisi Genjer (*Limnocharis flava*) Selama Penelitian

Kondisi genjer (*Limnocharis flava*) air selama penelitian dapat dilihat pada tabel 10 dibawah ini.

Tabel 10. Kondisi Genjer Selama Penelitian

Pengamatan Hari Ke-	Genjer (<i>Limnocharis flava</i>)		
	Warna Air	Warna Daun	Penurunan Air
0	Hijau jernih	Hijau segar	Tidak ada
2	Hijau jernih dan mulai ada endapan lumpur	Hijau segar	2,4 cm
4	Jernih dan ada endapan lumpur	Hijau kekuningan	2,5 cm
6	Jernih	Hijau kecoklatan	3 cm
8	Jernih	Hijau kecoklatan	3,1 cm

Kondisi genjer (*Limnocharis flava*) yang digunakan pada awal penelitian kondisinya masih segar dan daunnya berwarna hijau dengan ukuran yang relatif sama. Seiring berjalannya penelitian tumbuhan yang digunakan mulai mengalami perubahan. Pada hari pengamatan ke-2 kondisi tanaman genjer masih sama seperti pada hari pengamatan ke-0 dimana daun masih segar dan berwarna hijau. Pada hari pengamatan ke-4 genjer mulai berbunga hal itu menandakan bahwa setiap hari genjer mengalami pertumbuhan. Tetapi pada pengamatan hari ke-4 sebanyak 30% daun dari genjer mulai berubah warna menjadi hijau kekuningan dan mulai ada daun yang layu. Sedangkan untuk pengamatan hari

ke-6 sebanyak 70% daun dari genjer mulai banyak yang berubah menjadi kecoklatan dan akan layu meskipun tetap masih ada tumbuhnya tunas baru dan pada ke-8 warna sebanyak 85% daun dari genjer yang semula kuning menjadi kecoklatan dan banyak daun yang sudah layu.

Menurut Hardiani (2009), logam berat dapat terakumulasi dalam media dan cepat diserap oleh tumbuhan. Logam berat walaupun dalam konsentrasi yang sangat rendah dapat bersifat toksik. Hal ini dapat dilihat dari kondisi beberapa daun genjer yang menguning bahkan mengering. Itu diakibatkan sifat toksik dari logam berat dalam hal ini logam berat Cr yang masuk ke bagian tubuh genjer dan meracuni genjer sehingga menyebabkan daunnya menguning dan hampir mati.

4.5. Analisa Data

4.5.1. Analisa Data Penurunan Kromium pada Air

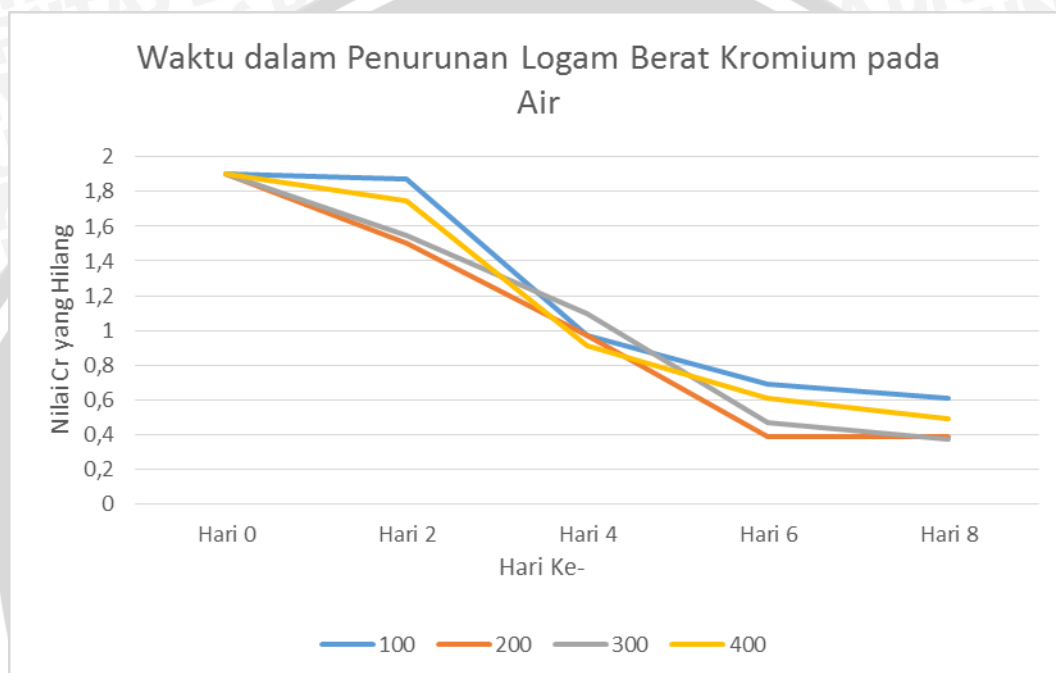
Hasil analisa data menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) Tersarang pada penurunan logam berat kromium (Cr) dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Tabel Anova

SK	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	4-1=3	0,5946	0,1982	1,7839	2,8387	4,3125
Waktu dalam Perlakuan	4(5-1)=16	20,6527	1,2907	11,6174**	1,9037	2,4844
Galat (acak)	4x5(3-1)=40	4,4469	0,1111			
Total	(4x5x3)-1=59					

Dari Hasil sidik ragam pada tabel menunjukkan tidak adanya perbedaan penyerapan logam berat kromium oleh genjer dengan bobot tanaman yang berbeda. Hal ini dapat dilihat dari F hitung $(1,9896) < F_{\text{tabel}} 1\% (4,3125) < 5\%$ $(2,8387)$. Tetapi waktu dalam perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata, hal ini dapat dilihat dari F hitung $(6,7013) > F_{\text{tabel}} 1\% (2,4844) > F_{\text{tabel}} 5\%$

(1,9037). Berarti H_0 diterima yang artinya diduga pemberian tanaman Genjer (*Limnocharis flava*) tidak menunjukkan perbedaan terhadap penurunan kadar logam berat krom (Cr) pada air buangan limbah industri penyamakan kulit. Selanjutnya untuk mengetahui waktu penurunan kromium terbesar di dalam air dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 9. Waktu dalam Penurunan Logam Berat Kromium pada Air

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa adanya penurunan logam berat kromium di dalam air, penurunan mulai terjadi pada hari kedua dan terus menurun hingga hari ke 8. Hal ini dikarenakan semakin lama tanaman beradaptasi dengan lingkungannya maka penyerapan pada logam krom (Cr) juga semakin maksimal. Selain itu menurut Defew, *et al.*. (2004) dalam Deri, *et al.*, (2013), logam berat yang terdapat dalam air akan mengalami pengendapan, pengenceran dan dispersi kemudian diserap oleh tanaman air yang hidup di perairan tersebut. Selain itu adanya faktor penguapan yang lebih besar daripada kemampuan tanaman air tersebut. Sehingga selain karena faktor dari

kemampuan tanaman dalam menyerap logam berat berkurangnya kromium di perairan juga dapat disebabkan oleh faktor lain salah satunya adalah penguapan.

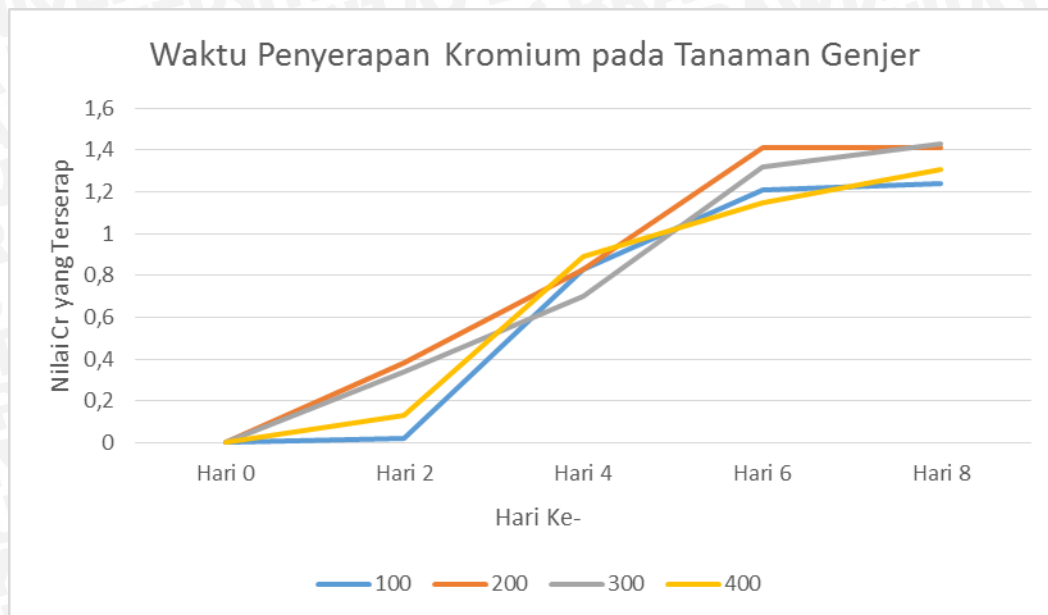
4.5.2. Analisa Data Penyerapan Kromium pada Genjer

Hasil analisa data menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) Tersarang pada penyerapan logam berat kromium (Cr) pada genjer dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 12. Tabel Anova

SK	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	4-1=3	0,2028	0,0676	2,8166	2,8387	4,3125
Waktu dalam Perlakuan	4(5-1)=16	18,1392	1,1337	47,2375**	1,9037	2,4844
Galat (acak)	4x5(3-1)=40	0,9637	0,0240			
Total	(4x5x3)-1=59					

Hasil sidik ragam pada tabel menunjukkan bahwa perlakuan pada tanaman genjer (*Limnocharis flava*) tidak berpengaruh nyata terhadap menyerap logam berat kromium (Cr). Hal ini dapat dilihat dari F hitung ($2,8166 < F_{\text{tabel}} 1\%$ ($4,3125 < 5\%$ ($2,8387$). Tetapi waktu dalam perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata, hal ini dapat dilihat dari F hitung ($47,2375 > F_{\text{tabel}} 1\%$ ($2,4844 > F_{\text{tabel}} 5\%$ ($1,9037$). Berarti H_0 diterima yang artinya diduga pemberian tanaman Genjer (*Limnocharis flava*) tidak menunjukkan perbedaan terhadap penyerapan logam berat kromium (Cr). Selanjutnya untuk mengetahui waktu penyerapan terbesar genjer dalam menyerap kromium dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 10. Waktu Penyerapan Kromium pada Tanaman Genjer

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa genjer mulai menyerap logam berat kromium pada hari ke-0 kemudian penyerapan mulai meningkat hingga hari ke-8. Tanaman genjer memiliki perakaran yang lebat dan panjang sehingga dapat secara aktif menyerap logam berat. Pada umumnya tumbuhan akan menyerap unsur-unsur hara yang larut dalam air dan dari tanah melalui akar-akarnya. Semua tumbuhan mempunyai kemampuan menyerap yang memungkinkan pergerakan ion menembus membran sel, mulai dari unsur yang berlimpah sampai dengan unsur yang sangat kecil dibutuhkan tanaman dan ternyata dapat diakumulasikan oleh tanaman (Wolverton dan Mcknown, 1975 *dalam* Hermawati et al, 2005).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Limbah penyamak kulit yang mengandung logam berat Cr pada media yang ditanami tanaman genjer dengan lama waktu tanam 8 hari mengalami penurunan dari konsentrasi awal 1,9081 ppm menjadi 0,3781 ppm (80%) dengan berat 300 gr. Sedangkan untuk kemampuan genjer dalam menyerap mengalami kenaikan dari konsentrasi awal 0 ppm menjadi 1,4391 ppm dengan berat 300 gr. Sehingga dapat disimpulkan tanaman genjer mempunyai kemampuan untuk menyerap kromium (Cr). Parameter kualitas air selama penelitian yaitu suhu sebesar $23,8^{\circ}\text{C}$ – $27,2^{\circ}\text{C}$, derajat keasaman (pH) sebesar 5,49 – 6,66, oksigen terlarut (DO) sebesar 3,19 – 9,2 mg/l, dan karbondioksida (CO_2) 11 – 25,2 mg/l.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan yaitu diharapkan dari penelitian ini dapat dijadikan informasi terbaru dalam mengurangi limbah kromium (Cr) dengan penggunaan tanaman air yaitu genjer karena tanaman genjer mempunyai kemampuan dalam mengurangi kandungan logam berat dan mudah untuk diterapkan tetapi dengan penambahan waktu yang lebih lama agar hasil yang didapatkan maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Sri Sumestri Santika. 1984. Metode Penelitian Air. Usaha Nasional. Surabaya
- Alfa, D. Fitriany. 2003. Kemampuan Genjer, Kangkung Air dan Selada Air Untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Timbal (Pb) di dalam Air. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Apridayanti, E. 2008. Evaluasi Pengelolaan Lingkungan Perairan Waduk Lahor Kabupaten Malang Jawa Timur. Universitas Diponegoro. Semarang
- Armita, D. 2011. Analisis Perbandingan Kualitas Air di Daerah Budidaya Rumput Laut dengan Daerah Tidak Ada Budidaya Rumput Laut di Dusun Malelaya Desa Punaga, Kecamatan Mangarombang Kabupaten Takalar. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makasar
- Asmadi, Endro S. dan W. Oktiawan. 2009. Pengurangan Chrom (Cr) dalam Limbah Cair Industri Kulit pada Proses Tannery Menggunakan Senyawa Alkali Ca(OH)_2 , NaOH dan NaHCO_3 (Studi Kasus PT. Trimulyo Kencana Mas Semarang). Jurnal Air Indonesia [Online] Vol. 5, No. 1. Semarang.
- Barus, A. 2002. Pengantar Limnologi. Jurusan Biologi FMIPA. Universitas Sumatera Selatan. Palembang
- Bosnic, M., Buljan and R. Daniels. 2000. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). Regional Programme for Pollution Control in the Tanning Industry in South East Asia. Pollutants in Tannery Effluents. 1-26.
- Chussetijowati J. 2010. Fitoremediasi Radionuklida ^{134}Cs Dalam Tanah Menggunakan Tanaman Bayam (*Amaranthus* sp.). Prosiding Seminar Nasional ke-16 Teknologi dan Keselamatan PLTN Serta Fasilitas Nuklir. ITS. Surabaya. Hal. 282-289
- Deri, Emiyarti dan L. O. A. Afu. 2013. Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Akar Mangrove *Avicennia marina* di Perairan Teluk Kendari. Jurnal Mina Laut Indonesia Vol. 01 No. 01 : 38-48. ISSN : 2303-3959.
- Djojowidagdo, S. 1983. Pengaruh Iklim Terhadap Penyimpanan Kulit Mentah Maupun Kulit Samak. Simposium Nasional . Yogyakarta.
- Doble M, and Kumar A. 2005. Biotreatment of Industrial Effluents. Elsevier. Massachusets.

- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengolahan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Giacinta, A. S. M., Z. Salimin dan Junaidi. Pengolahan Logam Berat Khrom (Cr) pada Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit dengan Proses Koagulasi Flokulasi dan Presipitasi. Universitas Diponegoro.
- Hanafiah, K. A. 2005. Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi, Edisi Ketiga. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hanafiah, K. A. 2008. Rancangan Teori dan Aplikasi, Edisi Ketiga. PT: Raja Grafindo Persada : Jakarta hal 33-41.
- Hardiani, H. 2009. Potensi Tanaman dalam Menurunkan Logam Cu pada Media Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri Kertas. BS Vol 44 No 1 : 27-40.
- Hartanti, Putri Indah, Alexander Tunggul Sutan Haji dan Ruslan Wirosoedarmo. 2013. *Pengaruh Kerapatan Tanaman Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) Terhadap Penurunan Logam Chromium Pada Limbah Cair Penyamakan Kulit*. Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Universitas Brawijaya : Malang.
- Hastutiningrum, Sri. 2009. Pemanfaatan Limbah Kulit Split Industri Penyamakan Kulit Untuk Glue dengan Hidrolisis Kolagen. Jurnal Teknologi Vol 5 No 2 : 208-212.
- Hermawati, Ervina, Wiryanto dan Solichatun. 2005. *Fitoremediasi Limbah Detergen Menggunakan Kayu Apu (Pistia stratiotes L.) dan Genjer (Limnocharis flava L.)*. Biosmart. Vol 7 No. 2 : 115-124.
- Herniwati. 2012. Uji Kelayakan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara II Prafi – Manokwari. Skripsi. FMIPA. Universitas Negeri Papua. Manokwari.
- Hutagalung, H.P., D. Setia Permana Dan S.H. Riyono. 1997. Metode Analisa Laut, Sedimen Dan Biota. Buku 2. P3o-Lipi. Jakarta. 182 Hlm. Nontji, A. 1987. Lautan Nusantara. Pt. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Isyuniarto, Widdi U, Suryadi dan Agus P. 2007. *Proses Ozonisasi pada Limbah Cair Industri Gula*. Jurnal Kimia Indonesia. Vol. 2 No. 1 : 1-5
- Kordi, M. G. H dan A. B. Tancung. 2007. Pengelolaan Kualitas Air. PT Rineka Cipta. Jakarta.
- Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Mardianto, L. 2008. Teknik Penyamakan Kulit. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta

Maria, Lucy. 2011. Efisiensi Genjer, Kangkung Air, dan Selada Air dalam Menurunkan Konsentrasi Logam Besi (Fe) di dalam Medium Air Tawar. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Meutia, A. A., N. H. Sadi dan K. Ratnawati. 2001. Penyisihan Logam Berat Tembaga, Seng, Besi dan Mangan di dalam Lahan Basah Buatan. Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia. No. 33 : 63-76.

Permatasari, Marisa. 2012. Perubahan Aktivitas Antioksidan Tanaman Genjer (*Limnocharis flava*) Akibat Pengukusan. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Pratiwi, M. C. 2010. Pemanfaatan Kangkung Air (*Ipomea aquatic*) dan Lumpur Aktif Pabrik Tekstil dalam Pengolahan Limbah Cair Tahu. Skripsi. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Pratomo S., Sumarno dan M. A. Subroto. 2004. Fitoremediasi Zn (Seng) Menggunakan Tanaman Normal dan Transgenik *Solanum ningrum* L. Presiding Seminar Nasional Rekayasa Kumua dan Proses. ISSN : 1411-4216.

Puspitaningrum M., M. Izzati dan S. Haryanti. 2012. Produksi dan Konsumsi Oksigen Terlarut oleh Beberapa Tumbuhan Air. Buletin Anatomi dan Fisiologi. Vol XX No I.

Rahmaningsih, H. D. 2006. Kajian Penggunaan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) pada Penurunan Senyawa Nitrogen Efluen Pengolahan Limbah Cair PT. Capsugel Indonesia. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Reed, S. C., E. J. Midlebrooks and R. W. Crites. 2005. Natural System of Waste Management and Treatment. McGraw Hill Book Company. New York.

Saeni, M.S. 1989. Dampak pada Kualitas Air : Kursus Dasar dan Penyusun Analisis Mengenai Dampak Lingkungan. Makalah Pusat Penelitian Lingkungan Hidup. Lembaga Penelitian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Sinaga, F. D. R. 2009. Perbedaan Daya Serap *Pistia stratiotes*, *Hydrilla verticillata* dan *Limnophilla sessiliflora* sebagai Fitoremediator Cu di Bak-bak Percobaan. Universitas Brawijaya. Malang.

- Siring-Ringo, E. 2012. Penggunaan Metode Elektrokoagulasi pada Pengolahan Limbah Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Aluminium sebagai Sacrificial Elektrode. Skripsi. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.
- Soerjani, M., S. W. Lusianty, U. Ishidayat, kano, T. Machmud, S. Kadarwan, K.A. Aziz, S. Haryanto, K.L.W. Esther, dan S.T. Sri. 1980. Gulma Air dalam Pengembangan Wilayah Sungai Kali Brantas : DPU Dirjen Pengairan.
- Sofwana, R. 2001. Daya Peminyakan Beberapa Kombinasi Telur Ayam dan Minyak Kelapa Sawit terhadap Kulit Biawak Samak Krom Awet Garam. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Standar Nasional Indonesia (SNI. 06-6989.11-2004). 2004. Air dan Air Limbah-Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan Alat pH Meter.
- Sudarwin. 2003. Analisis Spasial Logam Berat (Pb dan Cd) pada Sedimen Aliran Sungai dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sudjana. 1994. Disain dan Analisis Eksperimen. Edisi II, Tarsito. Bandung
- Suprpto. 2011. Metoda Analisis Parameter Mutu Air Untuk Budidaya Udang. Shrimp Club Indonesia.
- Triatmojo, S., D.T.H. Sihombing, S. Djojowidagdo. 2001. Biosorpsi dan Reduksi Krom Limbah Penyamakan Kulit dengan Biomassa *Fusarium sp* dan *Aspergillus ausger*. Jurnal Manusia dan Lingkungan. Vol. VIII, No. 2, hal : 70-81.
- Wardana, Veriandika W. 2012. Struktur Jaringan Daun dan Batang Genjer (*Limnocharis flava*) Serta Perubahan Kandungan Mineral Melalui Pengukusan. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wirawan, W.A, Ruslan W, Liliya D.S. 2014. Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) dengan Teknik Tanam Hidroponik Sistem DFT (DeepFlowTechnique). Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Universitas Brawijaya : Malang.
- Wijayanti, E., Djuwanto, M.S., Lili S, M. Si. 2012. Pengaruh Variasi Biomassa Genjer Terhadap Penyerapan Kadar Krom Limbah Cair "Outlet" IPAL Pabrik Penyamakan Kulit. Universitas Negeri Yogyakarta : Yogyakarta.
- Wiyanto, K. 1992. Krom dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. Universitas Indonesia, Jakarta

Yani, M. 1996. Evaluasi Kualitas Air Sungai Ciliwung Sebagai Bahan Baku Pasokan Untuk Instalasi Pengolahan Air Minum. Jurnal Teknologi Industri Pertanian. 6 : 13-19.



Lampiran 1. Perhitungan

$$\begin{aligned} FK &= \frac{\sum Y_{ijk}^2}{abn} \\ &= \frac{(73,73)^2}{4.5.3} \\ &= \frac{4658,7124}{60} \\ &= 77,6452 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKT &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - FK \\ &= (1,9081)^2 + (1,9081)^2 + \dots + (0,4277)^2 - 77,6452 \\ &= 103,3394 - 77,6452 \\ &= 25,6942 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKP &= \sum_{i=1}^a t_i^2 - FK \\ &= \frac{375,3596 + 240,3771 + 266,0031 + 291,1835}{15} - 77,6452 \\ &= \frac{1172,9233}{15} - 77,6452 \\ &= 78,1948 - 77,6452 \\ &= 0,5496 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JKP - JKW(p) \\ &= 25,6942 - 0,5496 - 20,6527 \\ &= 4,4469 \end{aligned}$$

Tabel Anova

Daftar Analisa Keragaman

SK	DB	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%	F Tabel 1%
Perlakuan	4-1=3	0,5946	0,1982	1,7839	2,8387	4,3125
Waktu dalam Perlakuan	4(5-1)=16	20,6527	1,2907	11,6174**	1,9037	2,4844
Galat (acak)	4x5(3-1)=40	4,4469	0,1111			
Total	(4x5x3)-1=59					

* = berpengaruh nyata

** = berpengaruh sangat nyata

$$\begin{array}{lllll} \text{KTP} = \frac{JKP}{DBP} & \text{KT(W)} = \frac{JKP(W)}{DBP(W)} & \text{KTG} = \frac{JKG}{DBG} & \text{Fhit(P)} = \frac{KT(P)}{KTG} & \text{Fhit(W)} = \frac{KT(W)}{KTG} \\ = \frac{0,5946}{3} & = \frac{20,6527}{16} & = \frac{4,4469}{40} & = \frac{0,1982}{0,1111} & = \frac{1,2907}{0,1111} \\ = 0,1982 & = 1,2907 & = 0,1111 & = 1,7839 & = 11,6174 \end{array}$$

Lampiran 2. Perhitungan

$$\begin{aligned} FK &= \frac{\sum Y_{ijk}^2}{abn} \\ &= \frac{(44,0417)^2}{4.5.3} \\ &= \frac{1939,6713}{60} \\ &= 32,3278 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKT &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - FK \\ &= (0)^2 + (0)^2 + \dots + (1,6111)^2 - 32,3278 \\ &= 51,6333 - 32,3278 \\ &= 19,3055 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKP &= \sum_{i=1}^a t_i^2 - FK \\ &= \frac{99,4707^2 + 147,5690^2 + 130,4118^2 + 110,2626^2}{15} - 32,3278 \\ &= \frac{487,9603}{15} - 32,3278 \\ &= 32,5306 - 32,3278 \\ &= 0,2028 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JKP - JKW(p) \\ &= 19,3055 - 0,2028 - 18,1390 \\ &= 0,9637 \end{aligned}$$

Tabel Anova

Daftar Analisa Keragaman

SK	DB	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%	F Tabel 1%
Perlakuan	4-1=3	0,2028	0,0676	2,8166	2,8387	4,3125
Waktu dalam Perlakuan	4(5-1)=16	18,1392	1,1337	47,2375**	1,9037	2,4844
Galat (acak)	4x5(3-1)=40	0,9637	0,0240			
Total	(4x5x3)-1=59					

* = berpengaruh nyata

** = berpengaruh sangat nyata

$$\begin{array}{lllll} \text{KTP} = \frac{JKP}{DBP} & \text{KT(W)} = \frac{JKP(W)}{DBP(W)} & \text{KTG} = \frac{JKG}{DBG} & \text{Fhit(P)} = \frac{KT(P)}{KTG} & \text{Fhit(W)} = \frac{KT(W)}{KTG} \\ & = \frac{0,2028}{3} & = \frac{18,1392}{16} & = \frac{0,0676}{0,0240} & = \frac{1,1337}{0,0240} \\ & = 0,0676 & = 1,1337 & = 2,8166 & = 47,2375 \end{array}$$

Lampiran 3. Konsentrasi Cr yang Hilang selama Penelitian

Genjer	Hari Ke-					Σ Perlakuan
	0	2	4	6	8	
A1	1,90	1,76	1,47	0,35	0,53	6,04
A2	1,90	1,75	1,34	0,65	0,60	6,26
A3	1,90	2,12	1,18	1,05	0,69	7,06
Jumlah	5,70	5,72	4,00	2,07	1,84	19,34
B1	1,90	1,66	1,28	0,37	0,22	5,45
B2	1,90	1,18	0,97	0,27	0,41	4,75
B3	1,90	1,68	0,67	0,48	0,54	5,28
Jumlah	5,70	4,52	2,92	1,13	1,18	15,50
C1	1,90	0,67	1,40	0,28	0,45	4,72
C2	1,90	2,35	0,29	0,67	0,35	5,58
C3	1,90	1,63	1,60	0,47	0,37	6,00
Jumlah	5,70	4,66	3,31	1,42	1,18	16,30
D1	1,90	1,41	1,03	0,06	0,25	4,67
D2	1,90	2,33	0,80	0,77	0,78	6,60
D3	1,90	1,52	0,92	0,99	0,42	5,77
Jumlah	5,70	5,27	2,75	1,83	1,47	17,06
Total						68,25

Lampiran 4. Konsentrasi Cr yang Terserap pada Genjer

Genjer	Hari Ke-					Σ Perlakuan
	0	2	4	6	8	
A1	0	0,02	0,68	1,41	1,21	3,34
A2	0	0,03	0,94	1,03	1,42	3,43
A3	0	0,01	0,86	1,19	1,10	3,19
Jumlah	0	0,07	2,50	3,64	3,74	9,97
B1	0	0,45	0,97	0,37	0,22	4,41
B2	0	0,29	0,78	0,27	0,41	3,96
B3	0	0,41	0,73	0,48	0,54	3,76
Jumlah	0	1,16	2,49	4,24	4,23	12,14
C1	0	0,18	0,33	1,45	1,34	3,32
C2	0	0,51	1,02	1,48	1,40	4,43
C3	0	0,33	0,75	1,01	1,56	4,31
Jumlah	0	1,02	2,11	3,96	4,31	11,41
D1	0	0,16	0,97	1,28	1,27	3,69
D2	0	0,12	0,87	1,12	1,51	3,63
D3	0	0,12	0,82	1,05	1,16	3,16
Jumlah	0	0,41	2,67	3,46	3,95	10,50
Total						44,04

Lampiran 5. Data Suhu (°C) Selama Penelitian

Genjer	100			200			300			400		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	27,4	27	27,2	27	27,2	27,5	27,3	27	27,2	27,1	27	27,4
2	24,6	24,6	24,3	24,4	24,5	24,5	24,6	24,5	24,5	24,3	24,5	24,4
4	24,3	24,3	24,1	24,1	24,1	24,3	24,3	24,1	24,3	24,1	24,3	24,3
6	23,3	24,1	24,1	24,6	24,2	23,8	24,1	23,9	24,3	24,2	24,4	23,6
8	25,5	24,3	24,3	25,6	25	24,6	25,6	24,7	24,6	24,7	25,8	24,9

Lampiran 6. Data pH selama Penelitian

Genjer	100			200			300			400		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	6,85	6,40	6,64	6,46	6,67	6,85	6,92	6,37	6,37	6,46	6,67	6,72
2	6,4	6,27	6,28	6,31	6,38	6,34	6,39	6,12	6,35	6,26	6,3	6,37
4	6,54	6,73	6,43	6,44	6,42	6,49	6,02	6,34	6,73	6,54	6,37	6,38
6	6,55	6,53	6,66	6,54	6,47	6,76	6,61	6,47	6,57	6,45	6,61	6,54
8	5,09	5,58	5,82	6,03	6,05	6,15	6,24	6,23	6,34	6,48	6,45	6,29

Lampiran 7. Data DO (mg/l) selama Penelitian

Genjer	100			200			300			400		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	9,01	9,08	9,48	9,59	9,12	9,35	9,26	9,20	9,22	9,41	9,52	9,55
2	9,95	9,33	9,88	9,01	9,12	9,97	9,36	9,78	9,54	9,27	9,46	9,65
4	7,42	9,74	8,33	9,30	7,24	7,67	8,0	8,75	8,25	7,86	7,39	9,50
6	8,32	6,86	8,11	5,79	7,67	7,05	6,53	5,17	4,4	3,78	6,6	7,04
8	3,42	3,08	3,07	3,29	3,25	3,49	3,48	3,24	3,4	3,21	3,46	3,36

Lampiran 8. Data Karbondioksida (CO₂)(mg/l) selama Penelitian

Genjer	100			200			300			400		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	15,3	13,4	14,6	17,8	14,3	15,2	10,7	9,6	11,3	12,1	10,6	12,4
2	17,9	18,2	18,7	18,4	17,6	16,5	16,8	18,6	17,7	16,5	15,4	14,7
4	21,5	15,4	17,6	14,5	20,7	21,9	20,6	21,2	22,4	22,5	23,1	17,8
6	20,2	23,5	19,9	24,0	22,6	21,9	23,9	24,7	25,0	25,6	24,0	24,8
8	25,7	25,0	25,0	25,1	25,1	25,4	25,4	25,0	25,5	2,50	25,7	24,9

Aklimatisasi



Pengamatan Pada Hari ke - 0



Pengamatan Pada Hari ke - 2



Pengamatan Pada Hari ke - 4



Pengamatan Pada Hari ke - 6



Pengamatan Pada Hari ke – 8

