

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Hasil Penelitian**

##### **4.1.1 Konsentrasi Awal Logam Khrom Dalam Limbah Cair Penyamakan**

###### **Kulit**

Konsentrasi awal logam merupakan konsentrasi yang menunjukkan kemampuan daya serap tanaman sampai konsentrasi logam yang tidak menimbulkan kematian pada tanaman. Sedangkan waktu kontak merupakan waktu untuk melihat paparan terlama tanaman dalam menyerap logam berat sampai tanaman menjadi mati. Penelitian konsentrasi kandungan logam khrom sebesar 100 ppm dan variasi konsentrasinya 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%, sedangkan waktu kontaknya 4, 6, 8 dan 10 hari.

Hasil pemeriksaan awal pada limbah cair penyamakan kulit dilakukan di laboratorium Kimia Analitik, UGM, Yogyakarta menunjukkan kandungan khrom sebesar 2118,3 ppm. Apabila dibandingkan dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia no.51 th. 1995 nilai kandungan Cr dalam limbah cair penyamakan kulit melebihi ambang batas. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Kandungan Khrom Dalam Limbah Cair Penyamakan Kulit**

Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran			Rata-Rata
		I	II	III	
Khrom (Cr)	µg/ml	2078,562	2142,176	2134,224	2118,3

Sumber : Data primer 2005

Dalam penelitian ini kiapu ditanam pada media tanam berupa limbah cair penyamakan kulit dengan konsentrasi kandungan khrom sebesar 100 ppm sebanyak 5 liter. Penentuan konsentrasi kandungan khrom ini berdasar uji pendahuluan, bahwa tanaman Kiapu yang dapat hidup dengan konsentrasi kandungan khrom 100 ppm pada limbah cair penyamakan kulit. Sedang pada konsentrasi kandungan khrom sebesar 2118,3 ppm dan 1000 ppm Kiapu tidak dapat hidup.

#### 4.1.2 Konsentrasi Awal Logam Khrom Dalam Tanaman Kiapu

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman Kiapu sebelum ditanam pada media tanam telah mengandung logam khrom. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan 4.3 di bawah ini.

**Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan Kandungan Khrom Dalam Akar Tanaman Kiapu**

Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran			Rata-Rata
		I	II	III	
Khrom (Cr)	µg/g	450,211	431,540	425,207	435,625

Sumber : Data primer 2005

**Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan Kandungan Khrom Dalam Daun Tanaman Kiapu**

Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran			Rata-Rata
		I	II	III	
Khrom (Cr)	$\mu\text{g/g}$	621,152	632,435	644,780	632,789

Sumber : Data primer 2005

#### 4.1.3 Hasil Pemeriksaan Kandungan Khrom Pada Limbah Cair Penyamakan Kulit Setelah Perlakuan

Dari hasil pemeriksaan laboratorium kandungan khrom yang dilakukan di laboratorium Kimia Analitik UGM terhadap limbah penyamakan kulit dengan konsentrasi 0%, 25%, 50%, 75%, 100% setelah mengalami perlakuan tanpa tanaman sebagai kontrol dan dengan tanaman pada waktu kontak 4, 6, 8, 10 hari dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut :

**Tabel 4.4. Hasil Pemeriksaan Khrom Dalam Limbah Penyamakan Kulit Setelah Perlakuan Tanpa Tanaman**

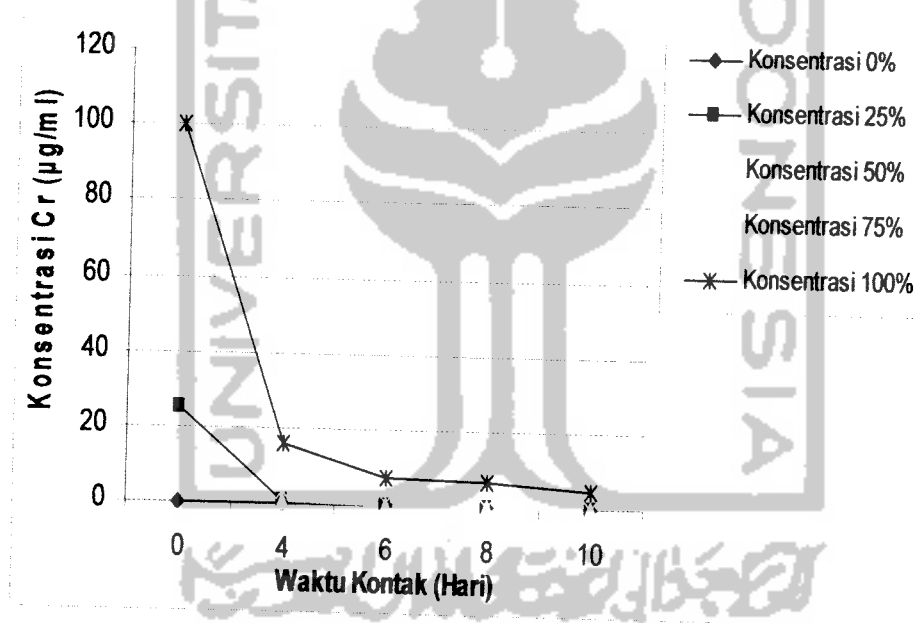
Variasi Konsentrasi Air Limbah (%)	Satuan	Variasi Pengambilan Sampel (Hari)				
		0	4	6	8	10
0	$\mu\text{g/ml}$	0	ttd	ttd	ttd	ttd
25	$\mu\text{g/ml}$	25	0,443	0,116	0,099	0,091
50	$\mu\text{g/ml}$	50	0,677	0,093	0,089	0,087
75	$\mu\text{g/ml}$	75	3,572	0,408	0,298	0,266
100	$\mu\text{g/ml}$	100	15,724	7,063	6,927	4,652

Sumber : Data primer 2006

Pada Tabel 4.4 di atas menunjukkan hasil pemeriksaan kandungan khrom pada limbah cair penyamakan kulit tanpa tanaman Kiapu pada ember dengan

variasi konsentrasi limbah 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% dan variasi waktu kontak 4, 6, 8 dan 10 hari sebanyak 5 liter.

Berdasarkan tabel di atas dapat dibuat grafik hubungan antara penurunan kandungan khrom dengan variasi konsentrasi limbah dan variasi waktu kontak setelah proses pengolahan. Dari grafik ini dapat dilihat bahwa kecil konsentrasi limbah penyamakan kulit dan semakin lama waktu kontak pada limbah penyamakan kulit maka penurunan kandungan khrom dalam limbah tersebut akan semakin besar. Hubungan ini dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini :



Gambar 4.1. Penurunan Kandungan Khrom Setelah Perlakuan Tanpa Tanaman

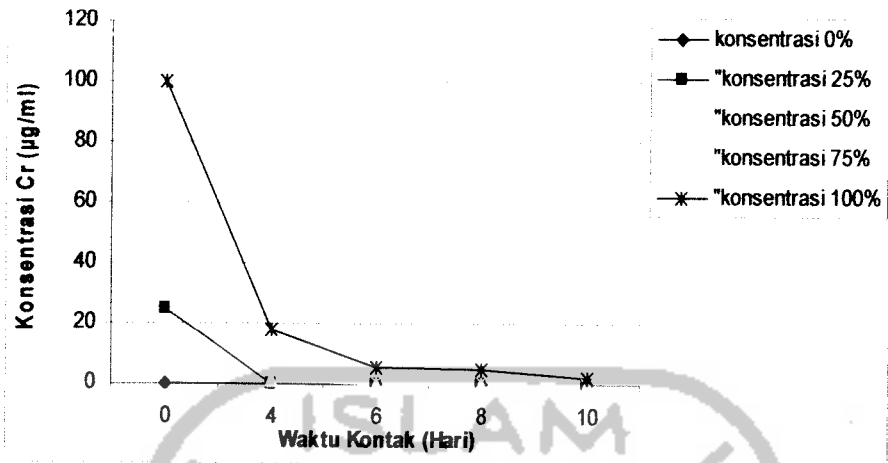
Pada Tabel 4.5 di bawah ini menunjukkan hasil pemeriksaan kandungan khrom pada limbah cair penyamakan kulit dengan tanaman Kiapu pada ember ulangan I dan ulangan II dengan variasi konsentrasi limbah 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% dan variasi waktu kontak 4, 6, 8 dan 10 hari sebanyak 5 liter.

**Tabel 4.5. Hasil Pemeriksaan Khrom Dalam Limbah Penyamakan Kulit Setelah Perlakuan Dengan Tanaman Kiapu**

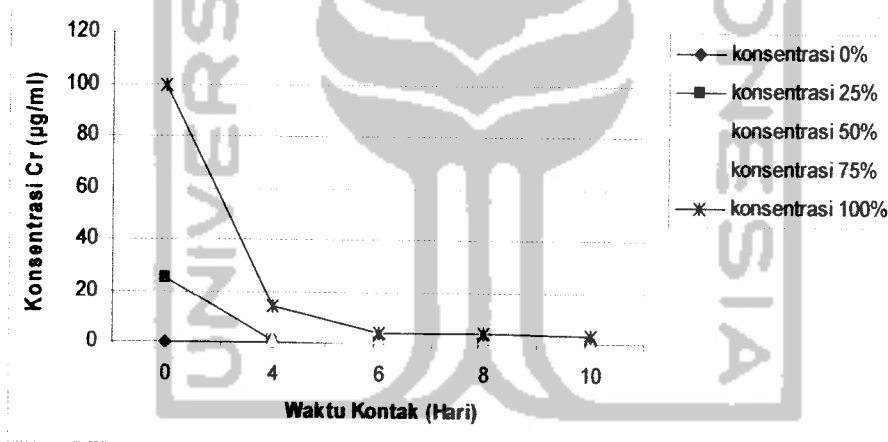
Variasi Konsentrasi Air Limbah (%)	Satuan	Ulangan	Variasi Pengambilan Sampel (Hari)				
			0	4	6	8	10
0	gμ/ml	I	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
		II	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
25	μg/ml	I	25	0,302	0,093	0,053	0,048
		II	25	0,502	0,172	0,104	0,068
50	μg/ml	I	50	1,064	0,321	0,155	0,076
		II	50	0,795	0,161	0,150	0,077
75	μg/ml	I	75	4,897	0,938	0,399	0,155
		II	75	4,510	2,463	2,387	0,182
100	μg/ml	I	100	18,138	5,173	4,652	2,006
		II	100	13,919	4,250	3,656	3,218

Sumber : data primer 2006

Berdasarkan tabel di atas dapat dibuat grafik hubungan antara variasi konsentrasi limbah dan variasi waktu kontak setelah proses pengolahan pada ulangan I dan ulangan II. Hubungan ini dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan 4.3 di bawah ini :



Gambar 4.2. Penurunan Kandungan Khrom Setelah Perlakuan Dengan Tanaman Pada Ulangan I



Gambar 4.3. Penurunan Kandungan Khrom Setelah Perlakuan Dengan Tanaman Pada Ulangan II

Dari Gambar 4.2 dan 4.3 di atas dapat dilihat bahwa semakin kecil konsentrasi limbah dan semakin lama waktu kontak pada limbah penyamakan kulit maka tingkat penurunan khrom akan semakin besar.

#### 4.1.4 Hasil Pemeriksaan pH Pada Limbah Cair Penyamakan Kulit Setelah Perlakuan

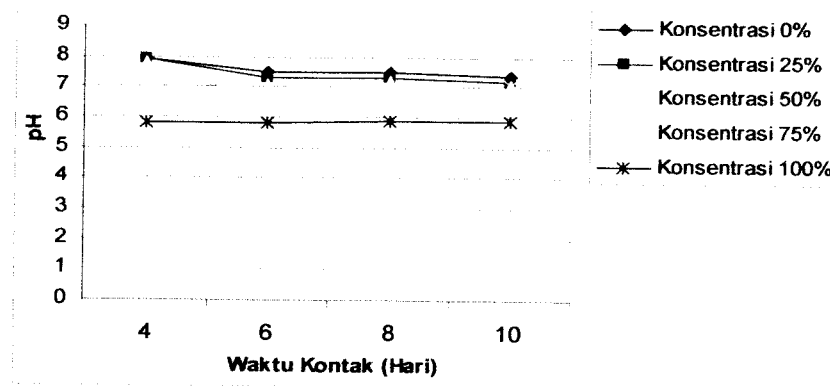
Hasil pemeriksaan pH pada limbah penyamakan kulit setelah perlakuan tanpa tanaman dan dengan tanaman dengan tanaman dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

**Tabel 4.6. Hasil Pemeriksaan pH Dalam Limbah Penyamakan Kulit Setelah Perlakuan Tanpa Tanaman**

Variasi Konsentrasi Air Limbah (%)	Variasi Pengambilan Sampel (Hari)			
	4	6	8	10
0	7,9	7,5	7,5	7,4
25	7,9	7,3	7,3	7,2
50	7,8	7,1	7,2	7,1
75	7,5	6,7	6,7	7,1
100	5,8	5,8	5,9	5,9

Sumber : data primer 2006

Pada Tabel 4.6 di atas menunjukkan hasil pemeriksaan pH pada limbah penyamakan kulit setelah perlakuan tanpa tanaman dan variasi waktu kontak 4, 6, 8 dan 10 hari. Berdasarkan tabel di atas dapat dibuat grafik hubungan antara variasi konsentrasi limbah dan variasi waktu kontak dengan pH. Hubungan ini dapat dilihat pada Gambar 4.4 di bawah ini :



Gambar 4.4. Hubungan pH Dengan Variasi Konsentrasi Limbah dan Waktu Kontak Setelah Perlakuan Tanpa Tanaman

Pada Gambar 4.4 di atas menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi limbah maka nilai pH-nya semakin kecil hal ini menunjukkan bahwa air limbah penyamakan kulit bersifat asam.

Pada Tabel 4.7 di bawah menunjukkan hasil pemeriksaan pH pada limbah penyamakan kulit setelah mengalami perlakuan dengan tanaman dan variasi waktu kontak 4, 6, 8 dan 10 hari.

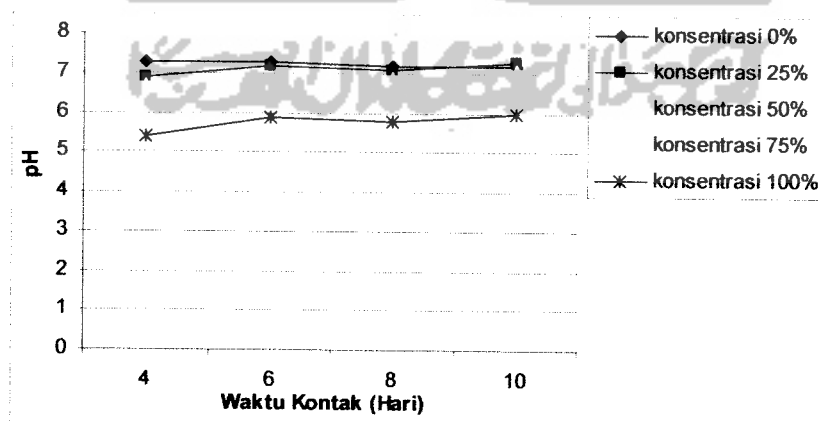


**Tabel 4.7. Hasil Pemeriksaan pH Dalam Limbah Penyamakan Kulit Setelah Perlakuan Dengan Tanaman**

Variasi Konsentrasi Air Limbah (%)	Ulangan	Variasi Pengambilan Sampel (Hari)			
		4	6	8	10
0	I	7,3	7,3	7,2	7,2
	II	7,3	7,5	7,3	7,3
25	I	6,9	7,2	7,1	7,3
	II	7,3	7,3	7,2	7,4
50	I	6,7	6,9	6,9	7,1
	II	7,1	7,1	7,3	7,2
75	I	6,2	6,3	6,2	6,5
	II	6,8	6,0	6,1	6,3
100	I	5,4	5,9	5,8	6,0
	II	6,0	5,8	5,8	6,1

Sumber : data primer 2006

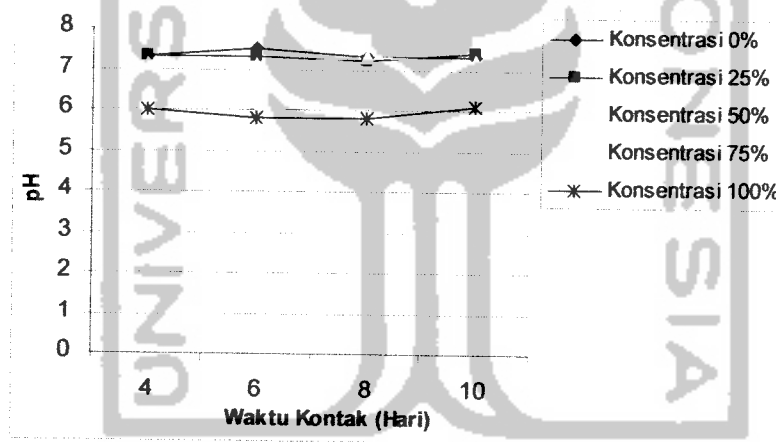
Berdasarkan tabel di atas dapat dibuat grafik hubungan antara variasi konsentrasi limbah dan variasi waktu kontak dengan pH. Hubungan ini dapat dilihat pada Gambar 4.5 di bawah ini :



**Gambar 4.5. Hubungan pH Dengan Variasi Konsentrasi Limbah dan Variasi Waktu Kontak pada Ulangan I**

Pada Gambar 4.5 di atas menunjukkan hubungan antara pH dengan variasi konsentrasi limbah dan variasi waktu kontak pada limbah setelah perlakuan dengan tanaman pada ulangan I. Semakin besar konsentrasi limbahnya maka pH-nya semakin kecil, ini menunjukkan bahwa air limbah pada penyamakan kulit bersifat asam.

Sedangkan pada Gambar 4.6 di bawah ini menunjukkan hubungan antara pH dengan variasi konsentrasi limbah dan variasi waktu pada limbah penyamakan kulit setelah perlakuan dengan tanaman Kiapu pada ulangan II. Pada grafik ini juga terlihat bahwa semakin besar konsentrasi limbah maka nilai pH-nya semakin kecil, hal ini berarti bahwa limbah pada penyamakan kulit bersifat asam.



Gambar 4.6. Hubungan pH Dengan Variasi Konsentrasi Limbah dan Variasi Waktu Kontak pada Ulangan II

#### 4.1.5 Hasil Penelitian Terhadap Fisik Tanaman Kiapu

Sedang pertumbuhan Kiapu yang diamati selama 10 hari yang meliputi panjang akar, jumlah daun, lebar daun, warna daun, warna akar dan pertambahan jumlah daun. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel 4.8 di bawah ini :

**Tabel 4.8. Hasil Penelitian Pertumbuhan Tanaman Kiapu Selama 10 Hari**

Fisik	Konsentrasi Limbah (%)	Sebelum Penelitian		Setelah Penelitian	
		Ulangan I	Ulangan II	Ulangan I	Ulangan II
Panjang Akar (cm)	0	10	10	25	24
	25	10	10	22	22
	50	10	10	19	17
	75	10	10	19	18
	100	10	10	15	14
Panjang Daun (cm)	0	5,5	5,5	9	8
	25	5,5	5,5	6	7
	50	5,5	5,5	7	7
	75	5,5	5,5	6	7
	100	5,5	5,5	6	6,5
Lebar Daun (cm)	0	4	4	5	5
	25	4	4	5	5
	50	4	4	5	5
	75	4	4	5	4,5
	100	4	4	4,5	5
Warna Daun	0	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau
	25	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau terdapat bintik kuning, ujungnya mulai layu
	50	Hijau	Hijau	Hijau terdapat bintik kuning	Hijau terdapat bintik kuning
	75	Hijau	Hijau	Hijau pinggir daun mulai layu	Hijau terdapat bintik kuning
	100	Hijau	Hijau	Hijau kekuningan, pinggir daun mulai layu	Hijau kekuningan, pinggir daun mulai layu
Warna Akar	0	Putih kehijauan	Putih kehijauan	Putih kehijauan	Putih kehijauan
	25	Putih kehijauan	Putih kehijauan	Kuning kehijauan terdapat partikel hijau khrom	Kuning kehijauan terdapat partikel hijau khrom
	50	Putih kehijauan	Putih kehijauan	Kuning kehijauan terdapat partikel hijau khrom	Kuning kehijauan terdapat partikel hijau khrom
	75	Putih kehijauan	Putih kehijauan	Kuning kehijauan terdapat	Kuning kehijauan terdapat

	100	Putih kehijauan	Putih kehijauan	partikel hijau khrom	partikel hijau khrom
				Kuning kehijauan terdapat partikel hijau khrom	Kuning kehijauan terdapat partikel hijau khrom
Pertambahan Jumlah Daun (buah)	0	7	7	11	10
	25	9	8	12	10
	50	10	9	12	12
	75	10	10	13	14
	100	8	10	10	13

Sumber : Data primer, 2006

Dari tabel di atas terlihat bahwa pertumbuhan tanaman Kiapu pada masing-masing konsentrasi terjadi pertumbuhan yang berbeda-beda pada setiap tanaman, ini dapat dilihat dari perubahan panjang akar, daun, lebar daun dan penambahan jumlah daun pada tanaman Kiapu. Hal ini disebabkan karena setiap tanaman memiliki tingkat kemampuan untuk tumbuh yang berbeda-beda setelah tanaman tersebut menyerap logam berat khrom.

#### 4.1.6 Konsentrasi Logam Cr Dalam Morfologi Tanaman Kiapu

Untuk mengetahui konsentrasi logam pada bagian tanaman dilakukan pengukuran kapasitas serapan logam khrom pada bagian akar dan daun. Pengukuran kapasitas serapan logam Cr pada sampel tidak dapat langsung dianalisis, karena sampel berbentuk padatan yaitu akar dan daun. Maka sebelum dianalisis sampel didestruksi terlebih dahulu, destruksi yang digunakan adalah destruksi basah dengan penambahan  $\text{HNO}_3$  pekat. Mula-mula sampel akar yang sudah kering dipotong kecil-kecil kemudian ditimbang dalam krusibel. Gram sampel yang sudah diketahui dimasukkan ke dalam gelas beker 100 ml dan di tambah  $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$  (1:1) sebanyak 3 ml, kemudian ditutup rapat dan

diamkan selama 48 jam. Setelah itu suspensi dipanaskan sambil diaduk dengan magnetik stirrer pada suhu  $66^{\circ}\text{C}$  dengan kecepatan 200 rpm selama 1 jam. Lalu suspensi didinginkan pada suhu kamar, kemudian ditambah dengan 25 ml aquadest. Kemudian dipanaskan kembali sambil diaduk selama 5 menit. Kandungan suspensi disaring dengan kertas whatman 41. larutan yang telah jernih dimasukkan kedalam gelas beker dan dipanaskan diatas kompor listrik sehingga volume larutan tersisa 10 ml, larutan yang tersisa 10 ml tadi dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml dan ditambah aquadest sampai tanda batas. Kemudian dimasukkan ke dalam botol kaca dan ditutup rapat simpan pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$  untuk dianalisis. (Sastre, dkk, 2002)

Dari hasil pemeriksaan laboratorium kandungan khrom terhadap tanaman Kiapu yaitu pada akar dan daun, pada konsentrasi limbah 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% setelah 10 hari dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

**Tabel 4.9. Hasil Penelitian Kandungan Khrom Dalam Akar Kiapu**

Akar Dalam Konsentrasi Limbah (%)	Hasil Pengukuran ( $\mu\text{g/g}$ )		Rata-tata ( $\mu\text{g/g}$ )
	ulangan I	ulangan II	
0	421,181	421,181	421,181
25	36747,840	26295,097	31521,469
50	11179,493	13391,672	12285,583
75	8359,027	10486,754	9422,891
100	4052,711	5120,444	4586,578

Sumber : Data Primer 2006

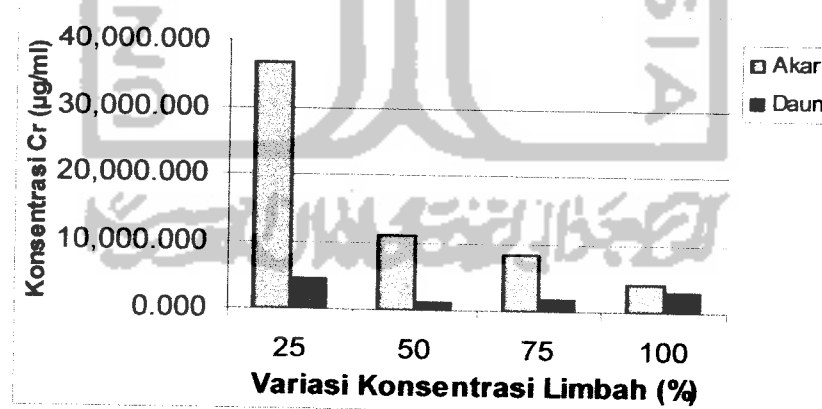
**Tabel 4.10. Hasil Penelitian Kandungan Khrom Dalam Daun Kiapu**

Daun dalam konsentrasi limbah (%)	Hasil pengukuran ( $\mu\text{g/g}$ )		Rata-rata ( $\mu\text{g/g}$ )
	Ulangan I	Ulangan II	
0	737,790	734,790	736,290
25	4493,066	12385,660	8439,376
50	1285,090	3930,099	2607,620
75	1773,499	5614,127	3,693,851
100	3115,025	7325,257	5220,191

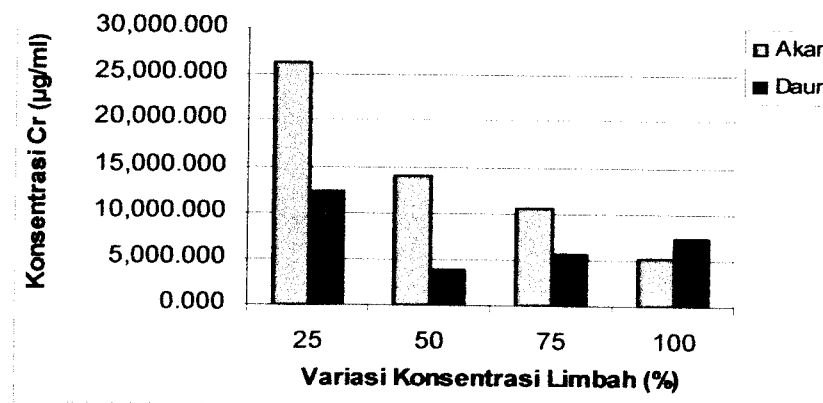
Sumber : Data Primer 2006

Pada Tabel 4.9 dan 4.10 di atas menunjukkan besarnya kandungan khrom dalam akar Kiapu dan daun Kiapu setelah ditanaman dalam limbah penyamakan kulit dengan variasi konsentrasi 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% sebanyak 5 liter.

Dari tabel di atas maka dapat dibuat grafik rata-rata kapasitas serapan logam Cr pada bagian tanaman seperti pada Gambar 4.7 dan 4.8 di bawah ini :



Gambar 4.7. Kandungan Khrom Dalam Kiapu Pada Ulangan I



Gambar 4.8 Kandungan Khrom Dalam Kiapu Pada Ulangan II

Gambar di atas menunjukkan bahwa kapasitas serapan logam Cr pada akar dan daun kapasitas serapan terbesar adalah pada akar, ini dikarenakan akar merupakan media pertama yang dilalui oleh logam khrom. Kapasitas serapan logam Cr dalam akar pada masing-masing konsentrasi adalah, pada ulangan I : 25% (36747,840 µg/g ± 14,699 mg/ml); 50% (11179,493 µg/g ± 28,820 µg/ml); 75% (8359,027 µg/g ± 31,229 µg/ml); 100% (4052,710 µg/g ± 19,412 µg/ml), pada ulangan II : 25% (27020,479 µg/g ± 13,564 µg/ml); 50% (13931,671 µg/g ± 28,866 µg/ml); 75% (10486,75 µg/g ± 26,278 µg/ml); 100% (5120,444 µg/g ± 22,202 µg/ml). Sedang kapasitas serapan logam dalam daun pada masing-masing konsentrasi adalah, pada ulangan I : 25% (4493,065 µg/g ± 10,244 µg/ml); 50% (1285,090 µg/g ± 12,503 µg/ml); 75% (1773,498 µg/g ± 17,022 µg/ml); 100% (3115,025 µg/g ± 21.549µg/ml), pada ulangan II : 25% (12385,660 µg/g ± 11,345 µg/ml); 50% (3930,099 µg/g ± 19,854 µg/ml); 75% (5614,127 µg/g ± 23,972 µg/ml); 100% (7325,257 µg/g ± 39,219 µg/ml). Dari hasil di atas terlihat bahwa kemampuan tanaman dalam menyerap logam Cr berbeda-beda pada setiap variasi konsentrasi limbah, hal ini disebabkan oleh kondisi fisik tanaman yang berbeda

antara tanaman yang satu dengan tanaman yang lain. Konsentrasi kadar Cr dalam tanaman akan menjadi lebih besar dibandingkan kadar Cr dalam air limbah, ini terjadi karena kadar Cr yang terserap dalam tanaman akan mengalami pemekatan. Semakin kecil volume tanaman maka kadar Cr dalam tanaman tersebut akan semakin besar/semakin pekat.

Penyerapan logam pada konsentrasi 75% dan 100% mengalami penurunan, karena mengalami kejenuhan tanaman sehingga sehingga tanaman tidak mampu lagi menyerap cemarannya.

#### 4.1.7 Kapasitas Serapan Logam Cr Oleh Tanaman Kiapu

Dari hasil penelitian diatas maka dapat dicari besarnya serapan logam khrom pada limbah cair penyamakan kulit setelah perlakuan dengan tanaman Kiapu dengan cara yang dapat dilihat pada lampiran 3 dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4.11. Hasil Pengukuran Serapan Logam Khrom Oleh Tanaman Pada Ulangan I**

Sampel	Konsentrasi Limbah %	Hasil Pengukuran awal ( $\mu\text{g/g}$ )	Hasil Pengukuran Hari ke-10 ( $\mu\text{g/g}$ )	Serapan Logam Pada Tanaman ( $\mu\text{g/g}$ )	Serapan Logam Pada Tanaman ( $\mu\text{g/ml}$ )
Akar	25	435.625	36747.840	36312.215	14.524
	50	435.625	11179.493	10743.868	27.697
	75	435.625	8359.027	7923.402	29.601
	100	435.625	4052.710	3617.085	17.325
Daun	25	632.789	4493.065	3860.276	8.801
	50	632.789	1285.09	652.301	6.346
	75	632.789	1773.498	1140.709	10.948
	100	632.789	3115.025	2482.236	17.172

Sumber : Data Primer



**Tabel 4.12. Pengukuran Serapan Logam Khrom Oleh Tanaman Pada Ulangan II**

Sampel	Konsentrasi limbah (%)	Hasil Pengukuran awal ( $\mu\text{g/g}$ )	Hasil Pengukuran Hari ke-10 ( $\mu\text{g/g}$ )	Serapan Logam Pada Tanaman ( $\mu\text{g/g}$ )	Serapan Logam Pada Tanaman ( $\mu\text{g/ml}$ )
Akar	25	435.625	27020.479	26584.854	13.345
	50	435.625	13931.671	13496.046	27.963
	75	435.625	10486.750	10051.125	25.188
	100	435.625	5120.444	4684.819	20.313
Daun	25	632.789	12385.66	11752.871	10.765
	50	632.789	3930.099	3297.31	16.658
	75	632.789	5614.127	4981.338	21.27
	100	632.789	7325.257	6692.468	40.275

Sumber : Data Primer

Dari tabel di atas terlihat bahwa tidak semua Cr yang ada dalam limbah penyamakan kulit terserap oleh tanaman. Hal ini dikarenakan oleh kondisi tanaman yang sudah tidak mampu lagi menyerap logam karena setiap jaringan tanaman mempunyai kapasitas maksimal untuk menyerap logam yang berbeda-beda. Selain karena proses penyerapan oleh tanaman, penurunan logam Cr juga terjadi karena proses pengendapan. Hal ini dikarenakan logam khrom yang digunakan dalam penelitian ini termasuk khrom valensi 3, yang mana  $\text{Cr}^{3+}$  dapat mengendap dalam bentuk hidroksida.

#### 4.1.8 Efisiensi Serapan Logam Cr Oleh Tanaman Kiapu

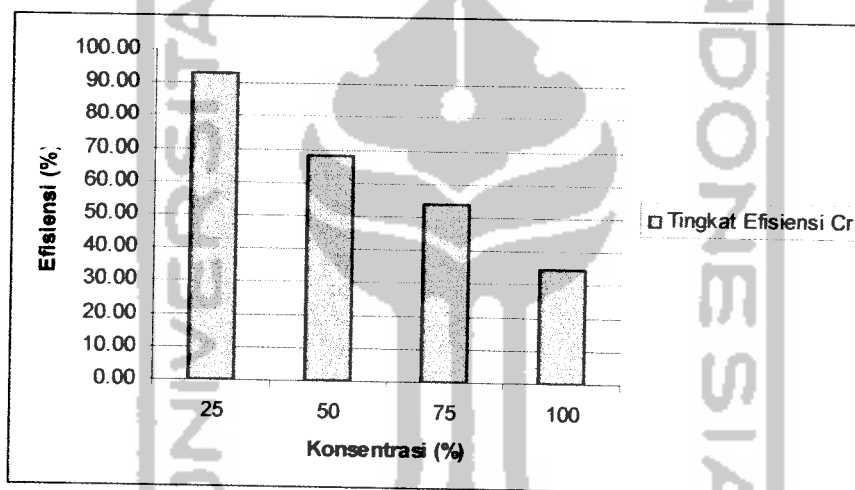
Dari hasil penelitian besarnya serapan logam Cr oleh tanaman maka dapat dicari efisiensinya dengan cara yang dapat dilihat pada lampiran 3 dan hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

**Tabel 4.13. Efisiensi Penyerapan Logam Khrom Oleh Tanaman Pada Ulangan I**

Konsentrasi limbah (%)	Konsentrasi Cr pada akar ( $\mu\text{g/ml}$ )	Konsentrasi Cr pada daun ( $\mu\text{g/ml}$ )	Total Cr pada tanaman ( $\mu\text{g/ml}$ )	Efisiensi Penyerapan (%)
25	14.524	8.801	23.325	93.30
50	27.697	6.346	34.043	68.09
75	29.601	10.948	40.549	54.07
100	17.325	17.172	34.497	34.50

Sumber : Data Primer

Dari tabel di atas maka dapat dibuat grafik efisiensi penyerapan logam khrom oleh tanaman Kiapu yang dapat dilihat pada Gambar 4.9 di bawah ini :



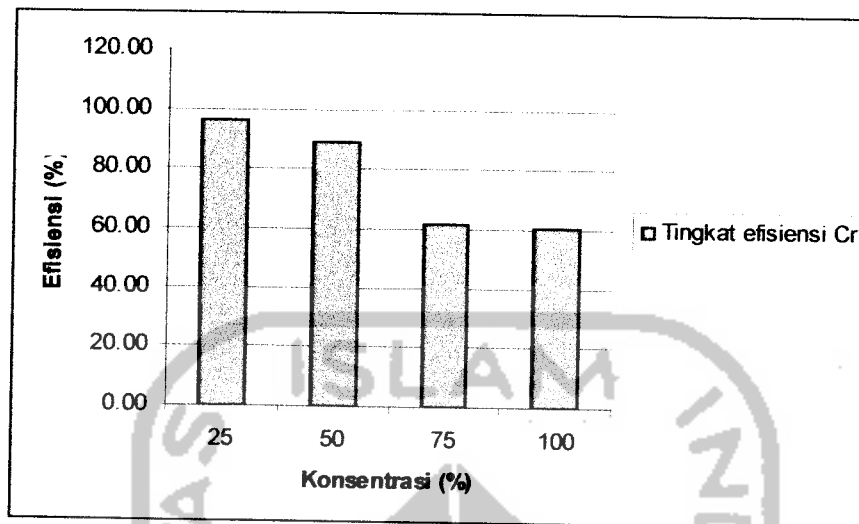
Gambar 4.9 Grafik efisiensi (%) penyerapan Krom pada ulangan I

**Tabel 4.14. Efisiensi Penyerapan Logam Khrom Oleh Tanaman Pada Ulangan II**

Konsentrasi limbah (%)	Konsentrasi Cr Pada Akar ( $\mu\text{g/ml}$ )	Konsentrasi Cr pada daun ( $\mu\text{g/ml}$ )	Total Cr pada Tanaman ( $\mu\text{g/ml}$ )	Efisiensi Penyerapan (%)
25	13.345	10.765	24.11	96.44
50	27.963	16.658	44.621	89.24
75	25.188	21.27	46.458	61.94
100	20.313	40.275	60.588	60.59

Sumber : Data Primer

Dari tabel di atas maka dapat dibuat grafik efisiensi penyerapan logam khrom oleh tanaman Kiapu yang dapat dilihat pada Gambar 4.10 di bawah ini :



Gambar 4.10 Grafik efisiensi (%) penyerapan Krom pada ulangan II

Dari Gambar 4.9 dan 4.10 di atas dapat dilihat bahwa efisiensi serapan logam khrom oleh tanaman efisien terbesar adalah pada konsentrasi 25%. Hal ini dikarenakan semakin kecil konsentrasi limbah maka daya serap tanaman semakin besar.

#### 4.1.9 Pengolahan Data Dengan Metode Statistik ANOVA

Analisis data dengan metode ANOVA ini digunakan untuk menguji apakah penyerapan logam Cr pada semua variasi memiliki perbedaan yang signifikan atau tidak signifikan. Berdasarkan hasil perhitungan pada lampiran 4 maka dapat diketahui perbedaan pada masing-masing variasi.

##### 1. Uji Hipotesis pada Ulangan I

###### a. Analisis satu faktor

### Uji hipotesis antar variasi konsentrasi limbah :

Analisis satu faktor ini digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan rata-rata penurunan kadar Cr pada ulangan I perlakuan dengan tanaman dengan menggunakan variasi konsentrasi limbah 25%, 50%, 75% dan 100%.

Dengan menggunakan tingkat signifikansi  $\alpha = 0.05$  maka  $H_0$  ditolak jika probabilitas  $F < 0.05$  dan  $H_0$  diterima jika probabilitas  $F > 0.05$ . Berdasar hasil uji statistik dengan memakai uji F, maka didapat bahwa F hitung adalah 5097.497 dengan probabilitas 0,000. Karena nilai probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak atau rata-rata penurunan kadar Cr pada ulangan I perlakuan dengan tanaman adalah berbeda.

Jadi dengan tingkat kepercayaan 5% dari data yang ada, ternyata menunjukkan bahwa rata-rata penurunan kadar Cr pada ulangan I perlakuan dengan tanaman terdapat perbedaan yang signifikan.

### Uji hipotesis antar variasi waktu kontak :

Analisis satu faktor ini digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan rata-rata penurunan kadar Cr pada ulangan I perlakuan dengan tanaman dengan menggunakan variasi waktu kontak, yaitu 4, 6, 8 dan 10 hari.

Dengan menggunakan tingkat signifikansi  $\alpha = 0.05$  maka  $H_0$  ditolak jika probabilitas  $F < 0.05$  dan  $H_0$  diterima jika probabilitas  $F > 0.05$ . Berdasar hasil uji statistik dengan memakai uji F, maka didapat bahwa F hitung adalah 2722.290 dengan probabilitas

0,000. Karena nilai probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak atau rata-rata penurunan kadar Cr pada ulangan I perlakuan dengan tanaman dengan variasi waktu kontak adalah berbeda.

Jadi dengan tingkat kepercayaan 5% dari data yang ada, ternyata menunjukkan bahwa rata-rata penurunan kadar Cr pada ulangan I perlakuan dengan tanaman dengan variasi waktu kontak terdapat perbedaan yang signifikan.

b. Analisis dua faktor

Analisis dua faktor ini digunakan untuk melihat apakah ada interaksi atau hubungan antara penurunan kadar Cr pada ulangan I dengan variasi konsentrasi limbah dan variasi waktu kontak.

Dengan menggunakan tingkat signifikansi  $\alpha = 0.05$  maka  $H_0$  ditolak jika probabilitas  $F < 0.05$  dan  $H_0$  diterima jika probabilitas  $F > 0.05$ . Berdasar hasil uji statistik dengan memakai uji F, maka didapat bahwa F hitung adalah 1183.452 dengan probabilitas 0,000. Karena nilai probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak atau ada interaksi atau hubungan antara penurunan kadar Cr pada ulangan I perlakuan dengan tanaman dengan variasi konsentrasi limbah dan variasi waktu kontak.

Jadi dengan tingkat kepercayaan 5% dari data yang ada, ternyata menunjukkan bahwa ada interaksi atau hubungan antara penurunan kadar Cr pada ulangan I perlakuan dengan tanaman dengan variasi konsentrasi limbah dan variasi waktu kontak.

## 2. Uji Hipotesis pada Ulangan II

### a. Analisis satu faktor

#### Uji hipotesis antar variasi konsentrasi limbah :

Analisis satu faktor ini digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan rata-rata penurunan kadar Cr pada ulangan II perlakuan dengan tanaman dengan menggunakan variasi konsentrasi limbah 25%, 50%, 75% dan 100%.

Dengan menggunakan tingkat signifikansi  $\alpha = 0.05$  maka  $H_0$  ditolak jika probabilitas  $F < 0.05$  dan  $H_0$  diterima jika probabilitas  $F > 0.05$ . Berdasar hasil uji statistik dengan memakai uji F, maka didapat bahwa F hitung adalah 11300.718 dengan probabilitas 0,000. Karena nilai probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak atau rata-rata penurunan kadar Cr pada ulangan II perlakuan dengan tanaman adalah berbeda.

Jadi dengan tingkat kepercayaan 5% dari data yang ada, ternyata menunjukkan bahwa rata-rata penurunan kadar Cr pada ulangan II perlakuan dengan tanaman terdapat perbedaan yang signifikan.

#### Uji hipotesis antar variasi waktu kontak :

Analisis satu faktor ini digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan rata-rata penurunan kadar Cr pada ulangan II perlakuan dengan tanaman dengan menggunakan variasi waktu kontak, yaitu 4, 6, 8 dan 10 hari.

Dengan menggunakan tingkat signifikansi  $\alpha = 0.05$  maka  $H_0$  ditolak jika probabilitas  $F < 0.05$  dan  $H_0$  diterima jika probabilitas

$F > 0.05$ . Berdasar hasil uji statistik dengan memakai uji F, maka didapat bahwa F hitung adalah 4570.931 dengan probabilitas 0,000. Karena nilai probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak atau rata-rata penurunan kadar Cr pada ulangan II perlakuan dengan tanaman dengan variasi waktu kontak adalah berbeda.

Jadi dengan tingkat kepercayaan 5% dari data yang ada, ternyata menunjukkan bahwa rata-rata penurunan kadar Cr pada ulangan II perlakuan dengan tanaman dengan variasi waktu kontak terdapat perbedaan yang signifikan.

b. Analisis dua faktor

Analisis dua faktor ini digunakan untuk melihat apakah ada interaksi atau hubungan antara penurunan kadar Cr pada ulangan II dengan variasi konsentrasi limbah dan variasi waktu kontak.

Dengan menggunakan tingkat signifikansi  $\alpha = 0.05$  maka  $H_0$  ditolak jika probabilitas  $F < 0.05$  dan  $H_0$  diterima jika probabilitas  $F > 0.05$ . Berdasar hasil uji statistik dengan memakai uji F, maka didapat bahwa F hitung adalah 1940.470 dengan probabilitas 0,000. Karena nilai probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak atau ada interaksi atau hubungan antara penurunan kadar Cr pada ulangan II perlakuan dengan tanaman dengan variasi konsentrasi limbah dan variasi waktu kontak.

Jadi dengan tingkat kepercayaan 5% dari data yang ada, ternyata menunjukkan bahwa ada interaksi atau hubungan antara penurunan

kadar Cr pada ulangan II perlakuan dengan tanaman dengan variasi konsentrasi limbah dan variasi waktu kontak.

### 3. Uji Hipotesis pada Kontrol

#### a. Analisis satu faktor

##### Uji hipotesis antar variasi konsentrasi limbah :

Analisis satu faktor ini digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan rata-rata penurunan kadar Cr pada kontrol perlakuan tanpa tanaman dengan menggunakan variasi konsentrasi limbah 25%, 50%, 75% dan 100%.

Dengan menggunakan tingkat signifikansi  $\alpha = 0.05$  maka  $H_0$  ditolak jika probabilitas  $F < 0.05$  dan  $H_0$  diterima jika probabilitas  $F > 0.05$ . Berdasar hasil uji statistik dengan memakai uji F, maka didapat bahwa F hitung adalah 5956.761 dengan probabilitas 0,000. Karena nilai probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak atau rata-rata penurunan kadar Cr pada ulangan I perlakuan dengan tanaman adalah berbeda.

Jadi dengan tingkat kepercayaan 5% dari data yang ada, ternyata menunjukkan bahwa rata-rata penurunan kadar Cr pada kontrol perlakuan tanpa tanaman terdapat perbedaan yang signifikan.

##### Uji hipotesis antar variasi waktu kontak :

Analisis satu faktor ini digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan rata-rata penurunan kadar Cr pada kontrol perlakuan



tanpa tanaman dengan menggunakan variasi waktu kontak, yaitu 4, 6, 8 dan 10 hari.

Dengan menggunakan tingkat signifikansi  $\alpha = 0.05$  maka  $H_0$  ditolak jika probabilitas  $F < 0.05$  dan  $H_0$  diterima jika probabilitas  $F > 0.05$ . Berdasar hasil uji statistik dengan memakai uji F, maka didapat bahwa F hitung adalah 1073.500 dengan probabilitas 0,000. Karena nilai probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak atau rata-rata penurunan kadar Cr pada kontrol perlakuan tanpa tanaman dengan variasi waktu kontak adalah berbeda.

Jadi dengan tingkat kepercayaan 5% dari data yang ada, ternyata menunjukkan bahwa rata-rata penurunan kadar Cr pada kontrol perlakuan dengan tanaman dengan variasi waktu kontak terdapat perbedaan yang signifikan.

b. Analisis dua faktor

Analisis dua faktor ini digunakan untuk melihat apakah ada interaksi atau hubungan antara penurunan kadar Cr pada kontrol dengan variasi konsentrasi limbah dan variasi waktu kontak.

Dengan menggunakan tingkat signifikansi  $\alpha = 0.05$  maka  $H_0$  ditolak jika probabilitas  $F < 0.05$  dan  $H_0$  diterima jika probabilitas  $F > 0.05$ . Berdasar hasil uji statistik dengan memakai uji F, maka didapat bahwa F hitung adalah 446.021 dengan probabilitas 0,000. Karena nilai probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak atau ada interaksi atau hubungan antara penurunan kadar Cr pada kontrol

perlakuan tanpa tanaman dengan variasi konsentrasi limbah dan variasi waktu kontak.

Jadi dengan tingkat kepercayaan 5% dari data yang ada, ternyata menunjukkan bahwa ada interaksi atau hubungan antara penurunan kadar Cr pada kontrol perlakuan tanpa tanaman dengan variasi konsentrasi limbah dan variasi waktu kontak.

## **4.2 Pembahasan**

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan pada proses pengolahan limbah cair penyamakan kulit dengan menggunakan tanaman Kiapu dengan berbagai variasi limbah dan waktu pengambilan sampel, menunjukkan adanya penurunan kandungan khrom pada limbah penyamakan kulit. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan dengan variasi konsentrasi limbah dan variasi waktu pengambilan sampel dapat mempengaruhi penurunan kandungan khrom dalam limbah cair penyamakan kulit.

### **4.2.1 Proses Penurunan**

Proses penurunan kadar khrom disamping terjadi karena proses penyerapan dan adsorpsi juga terjadi karena proses pengendapan. Hal ini dapat diketahui pada kelompok perlakuan tanpa tanaman terjadi penurunan kadar logam khrom pada masing-masing konsentrasi dari 25 – 0.091  $\mu\text{g/ml}$ ; 50 – 0.087  $\mu\text{g/ml}$ ; 75 – 0.266  $\mu\text{g/ml}$ ; 100 – 4.652  $\mu\text{g/ml}$  karena selama penelitian ember didiamkan, sehingga dapat diketahui bahwa dalam hal ini telah terjadi proses pengendapan khrom secara alami. Proses penyerapan dan adsorpsi yang terjadi pada proses

penurunan kadar khrom pada penelitian dengan menggunakan Kiapu dengan variasi konsentrasi limbah 25%, 50%, 75%, 100% dan variasi waktu kontak 4, 6, 8, 10 hari berturut-turut pada ulangan I dari 25 – 0,048  $\mu\text{g/ml}$ ; 50 – 0,076  $\mu\text{g/ml}$ ; 75 – 0,155  $\mu\text{g/ml}$ ; 100 – 2,006  $\mu\text{g/ml}$ , sedang pada ulangan II dari 25 – 0,068  $\mu\text{g/ml}$ ; 50 – 0,077  $\mu\text{g/ml}$ ; 75 – 0,182  $\mu\text{g/ml}$ ; 100 – 3,218  $\mu\text{g/ml}$ .

Penurunan kadar khrom karena proses penyerapan dan transpirasi dipengaruhi oleh luas permukaan daun dan jumlah akar yang dimiliki Kiapu. Proses transpirasi karena adanya proses penguapan air dari permukaan sel misofil yang basah dan uapnya akan dikeluarkan melalui stomata yang terdapat dua belah permukaan daun. Proses transpirasi yang tinggi akan diikuti proses penyerapan yang tinggi pula oleh akar-akar Kiapu.

#### **4.2.2 Distribusi Logam Khrom Pada Bagian Tanaman Kiapu**

Pada waktu kontak 4 hari logam khrom mulai diserap oleh akar tanaman yang kemudian logam akan naik kebagian tanaman lain melalui floem dan xylem. Pada waktu kontak ini sudah mulai terganggu fungsi fisiologi pada akar dan daun. Ada akar dapat dilihat dengan adanya serabut/bulu akar yang mulai rontok, sedangkan pada daun dapat dilihat adanya bintik kuning pada daun dan perbedaan pertumbuhan antara tanaman yang satu dengan yang lainnya. Hal ini disebabkan oleh konsentrasi logam yang telah terakumulasi pada bagian-bagian tanaman mempengaruhi fisiologi dan perkembangan tanaman selanjutnya. Ion logam sudah terlalu banyak masuk ke dalam tubuh tumbuhan, maka metabolisme terganggu akibat toksisitas logam tersebut sehingga kemampuan penyerapan dapat berkurang.

Logam berlebih yang tertimbun pada bagian tanaman akan mengganggu metabolisme tanaman. Berkurangnya serapan logam disebabkan oleh jaringan tanaman yang sudah tidak dapat menyimpan zat-zat dari luar, karena setiap jaringan tanaman mempunyai kapasitas maksimal untuk menyimpan zat-zat dari luar. Penyerapan logam khrom oleh Kiapu banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis tanaman, umur tanaman, media, konsentrasi limbah dan lamanya waktu perlakuan. (Page, dkk, 1981)

#### **4.2.3 Pengaruh Konsentrasi Limbah Pada Tanaman Kiapu**

##### **1. Pengaruh Konsentrasi Air Limbah Penyamakan Kulit Terhadap Daya Serap Akar tanaman.**

Pengaruh konsentrasi air limbah terhadap pertumbuhan dan daya serap akar secara umum memberikan dampak negatif, dibandingkan dengan pertumbuhan akar tanaman yang tidak diberi air limbah. Hal ini terjadi dikarenakan kandungan khrom pada air limbah relatif tinggi yaitu dari 25 ppm – 100 ppm yang mana pengaruh keberadaan khrom akan mematikan tanaman ataupun mikroorganisme air. Pada penelitian awal limbah penyamakan kulit dengan konsentrasi kandungan khrom sebesar 2118,3 ppm dan konsentrasi 1000 ppm akan mampu melumpuhkan tanaman yang ada dalam air limbah tersebut dalam waktu 24 jam.

Efisiensi daya serap akar tanaman terhadap air limbah penyamakan kulit ini sangat tergantung dari tingkat konsentrasi air limbah yang digunakan, di mana semakin kecil konsentrasi air limbah penyamakan kulit yang digunakan maka semakin besar daya serap akar terhadap kandungan zat organik pada limbah.

Pengaruh konsentrasi air limbah pada akar terlihat dari perubahan warna dan kesegaran akar tanaman. Akar tanaman Kiapu yang normal berwarna putih kehijauan, sedangkan pada penelitian ini pada waktu kontak 6 hari untuk konsentrasi 50%, 75% dan 100% akar tanaman berwarna kuning kehijauan.

## **2. Pengaruh Konsentrasi Air Limbah Penyamakan Kulit Terhadap Pertumbuhan Daun.**

Adanya air limbah penyamakan kulit membarikan dampak negatif terhadap pertumbuhan dan perkembangan daun Kiapu. Hal ini terlihat selama proses penanaman Kiapu yaitu selama 10 hari proses penelitian, pertumbuhan daun Kiapu dari setiap variasi waktu tidak mengalami pertumbuhan yang baik dibandingkan dengan tanaman yang ditanam pada ember tanpa air limbah penyamakan kulit. Pengaruh konsentrasi air limbah pada Kiapu sangat tinggi, yaitu untuk konsentrasi 50%, 75% dan 100% pertumbuhan Kiapu menjadi terhambat sedangkan pada konsentrasi air limbah 25% hanya sedikit mempengaruhi pertumbuhan Kiapu. Bentuk fisik perubahan dari daun Kiapu dapat dilihat pada tabel 4.10 hasil penelitian pertumbuhan tanaman Kiapu selama 10 hari.

Terhambatnya pertumbuhan Kiapu ini dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut, tingginya kandungan racun khrom air limbah penyamakan kulit yang menghambat pertumbuhan dari akar Kiapu sehingga berpengaruh pada pertumbuhan daunnya

#### 4.2.4 Fitotoksisitas

Kemampuan Kiapu dalam menyerap logam berat terbatas, karena semakin banyak ion logam menumpuk dalam jaringan tumbuhan semakin tinggi pula daya toksisitasnya sehingga mengganggu proses metabolisme yang dilakukan oleh tumbuhan tersebut. (Handi kris, 2005)

Indikator yang menunjukkan toksisitas pada morfologi tanaman adalah :

1. Pada bagian akar tanaman, rambut akar terlihat jarang dan bewarna kuning kehijauan dan sebagian bulu akar rontok.
2. Pengaruh toksisitas dapat juga terlihat pada daun terlihat dari warna daun hijau kekuningan . daun yang bewarna hijau terlihat ujung-ujungnya pucat , layu. Kuncup daun tidak dapat berkembang dengan baik.

Fitotoksisitas ini dialami oleh tanaman pada tiap konsentrasi dengan gejala-gejala sebagai berikut :

1. Tanaman pada konsentrasi 0% (Kontrol)

Pada konsentrasi 0% ini tidak terjadi keracunan logam pada tanaman, ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.11.

Kondisi Kiapu pada hari ke-4



Gambar 4.12.

Kondisi Kiapu pada hari ke-10

2. Tanaman pada konsentrasi 25%

Pada konsentrasi 25% ini pada waktu kontak 4 hari belum tampak gejala-gejala keracunan logam. Ini dilihat pada daun yang masih berwarna hijau, demikian juga pada akar yang berwarna putih kehijauan. Sedang pada waktu kontak 10 hari tampak gejala-gejala keracunan logam, yang dapat dilihat dengan adanya perubahan pada daun terdapat bintik kuning serta ujungnya mulai layu dan pada akar terjadi perubahan warna akar menjadi kuning kehijauan.



Gambar 4.13 Kondisi Kiapu pada Konsentrasi 25% hari ke-4



Gambar 4.14. Kondisi Kiapu pada Konsentrasi 25% hari ke-10

3. Tanaman pada konsentrasi 50%

Pada konsentrasi 50% ini pada waktu kontak 4 hari belum tampak gejala-gejala keracunan logam, akar yang berwarna putih kehijauan namun pada daun terdapat bintik kuning. Sedangkan pada waktu kontak 10 hari tampak gejala-gejala keracunan logam, yang dapat dilihat dengan adanya perubahan pada daun terdapat bintik kuning serta ujungnya mulai layu dan pada akar terjadi perubahan warna akar menjadi kuning kehijauan serta terdapat rambut akar yang mulai rontok.

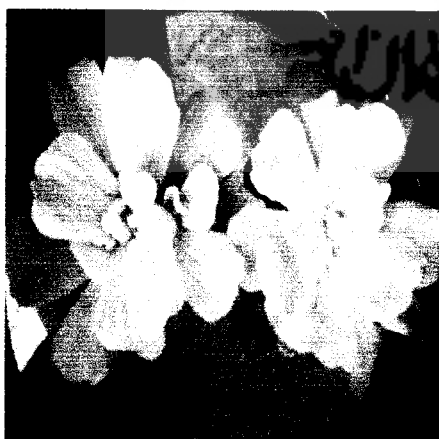


Ulangan I



Ulangan II

Gambar 4.15. Kondisi Kiapu pada Konsentrasi 50% hari ke-4



Ulangan I



Ulangan II

Gambar 4.16. Kondisi Kiapu pada Konsentrasi 50% hari ke-10



4. Tanaman pada konsentrasi 75%

Pada konsentrasi 75% ini sudah mulai tampak gejala keracunan logam pada waktu kontak 4 hari yaitu dengan munculnya bintik kuning pada daun, namun pada akar masih berwarna putih kehijauan. Sedang pada waktu kontak 10 hari pada ujung daun mulai layu dan akar berwarna kuning kehijauan serta terdapat rambut akar yang mulai rontok.



Ulangan I



Ulangan II

Gambar 4.17. Kondisi Kiapu pada Konsentrasi 75% hari ke-4



Ulangan I

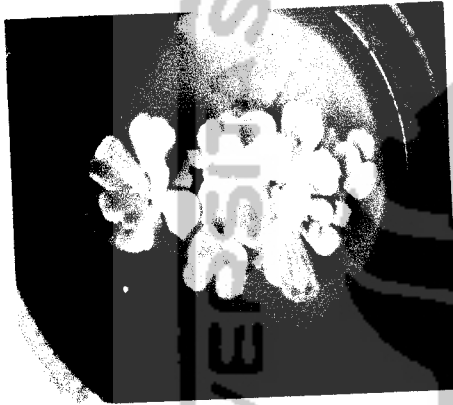


Ulangan II

Gambar 4.18. Kondisi Kiapu pada Konsentrasi 75% hari ke-10

5. Tanaman pada konsentrasi 100%

Pada konsentrasi limbah 100% ini pada waktu kontak 4 hari telah terjadi gejala keracunan logam yaitu pada daun yang terdapat bintik kuning namun akar masih tetap bewarna putih kehijauan. Sedang pada waktu kontak 10 hari pada ujung daun mulai layu dan akar bewarna kuning kehijauan serta terdapat rambut akar yang rontok.



Ulangan I



Ulangan II

Gambar 4.19. Kondisi Kiapu pada Konsentrasi 100% hari ke-4



Ulangan I



Ulangan II

Gambar 4.20. Kondisi Kiapu pada Konsentrasi 100% hari ke-10