



**PENURUNAN KROM (Cr) PADA LIMBAH CAIR BATIK DENGAN ARANG
SEKAM PADI
(Studi pada Industri Batik X di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe
Kabupaten Jember)**

SKRIPSI

**Oleh
Dyah Emma Fitria
NIM 102110101104**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PENURUNAN KROM (Cr) PADA LIMBAH CAIR BATIK DENGAN ARANG
SEKAM PADI**

**(Studi pada Industri Batik X di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe
Kabupaten Jember)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat dan mendapat gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Oleh
Dyah Emma Fitria
NIM 102110101104

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala pujian dan syukur atas karunia dan nikmat yang telah diberikan Allah SWT. Terima kasih atas jalan yang telah Engkau tunjukkan untukku hingga skripsi ini terselesaikan. Bismillahirrahmanirrahim, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Orang tua saya, Ibu Tutik Mariyah dan Ayah Edy Purwoko. Terima kasih atas jerih payah, kasih sayang dan curahan keringat serta doa yang tidak pernah putus diberikan untukku dan dalam setiap langkah hidupku;
2. Adik-adikku, Ruri Sucianah dan Lailya Safitri terima kasih atas semangat dan motivasi yang selama ini diberikan;
3. Guru-guruku yang terhormat sejak TK hingga Perguruan Tinggi, yang telah bersedia berbagi ilmu, waktu dan membimbing dengan penuh kesabaran; dan
4. Almamater Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

MOTTO

*Just because something doesn't do what you planned it to do doesn't mean it's
useless*)*

(Thomas Alva Edison)

*We must accept finite disappointment, but never lose infinite hope**)*

(Martin Luther King, Jr)

*) Anonim. Tanpa Tahun. *Thomas A. Edison Quotes*. [serial online] <http://www.brainyquote.com/quotes/quotes/t/thomasaed100430.html> (5 Januari 2015).

***) Anonim. Tanpa Tahun. *Martin Luther King, Jr Quotes*. [serial online] <http://www.brainyquote.com/quotes/quotes/m/martinluth297522.html> (5 Januari 2015).

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dyah Emma Fitria

NIM : 102110101104

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “Penurunan Krom (Cr) pada Limbah Cair Batik dengan Arang Sekam Padi (Studi pada Industri Batik X di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2015

Yang menyatakan,

Dyah Emma Fitria

NIM 102110101104

SKRIPSI

**PENURUNAN KROM (Cr) PADA LIMBAH CAIR BATIK DENGAN ARANG
SEKAM PADI
(Studi pada Industri Batik X di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe
Kabupaten Jember)**

Oleh

Dyah Emma Fitria

NIM 102110101104

Pembimbing

Pembimbing Utama : Prehatin Trirahayu N., S.KM., M.Kes

Pembimbing Anggota : Ellyke, S.KM., M.KL

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penurunan Krom (Cr) pada Limbah Cair Batik dengan Arang Sekam Padi (Studi pada Industri Batik X di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember)” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : Rabu, 21 Januari 2015

Tempat : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes
NIP. 19811120 200501 2 001

Ellyke, S.KM., M.KL
NIP. 19810429 200604 2 002

Anggota I,

Anggota II,

Prehatin Trirahayu Ningrum, S.KM., M.Kes
NIP. 19850515 201012 2 003

Erwan Widiyatmoko, ST
NIP. 19780205 200012 1 003

Mengesahkan
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat,

Drs. H. Husni Abdul Gani, MS.
NIP. 19560810 198303 1 003

*Reduction of Chromium (Cr) in Batik Water Waste by Rice Husk Charcoal
(Study at Batik Industry X in Sumberpakem village Sumberjambe subdistrict
Jember City)*

Dyah Emma Fitria

*Department of Environmental Health and Occupational Health and Safety,
Public Health Faculty, Jember University*

ABSTRACT

Batik industries produce wastewater that contains a lot of pollutants such as metals chromium (Cr) derived from the dye batik. Levels of Cr in research location had exceeded environmental quality standards. One of the effort to reduce levels of Cr is using rice husk charcoal adsorption method. The purpose of this study was to determine differences in the levels of chromium (Cr) in the batik water waste that was not given rice husk charcoal as a control group (K) with batik water waste that was given rice husk charcoal as much as 50 gr/L, 75 gr/L and 100 gr/L during an hour. This research was an experimental research Posttest Only Control Group Design. This study contained four treatment groups with each replication 6 times. The results showed that the best reduction of Cr levels in batik water waste was that given rice husk charcoal as much as 100 gr/L with a percentage decrease 51.41%. The results of statistical tests using One Way ANOVA showed a significant difference between the control group (K) with treatment group batik water waste that were given rice husk charcoal as much as 75 gr/L and 100 gr/L, each of significance value are 0.000 and 0.000 ($p < 0.05$). So, it can be concluded that the rice husk charcoal can reduce levels of Cr in batik water waste.

Keywords: *batik water waste, chromium (Cr), adsorption, rice husk charcoal*

RINGKASAN

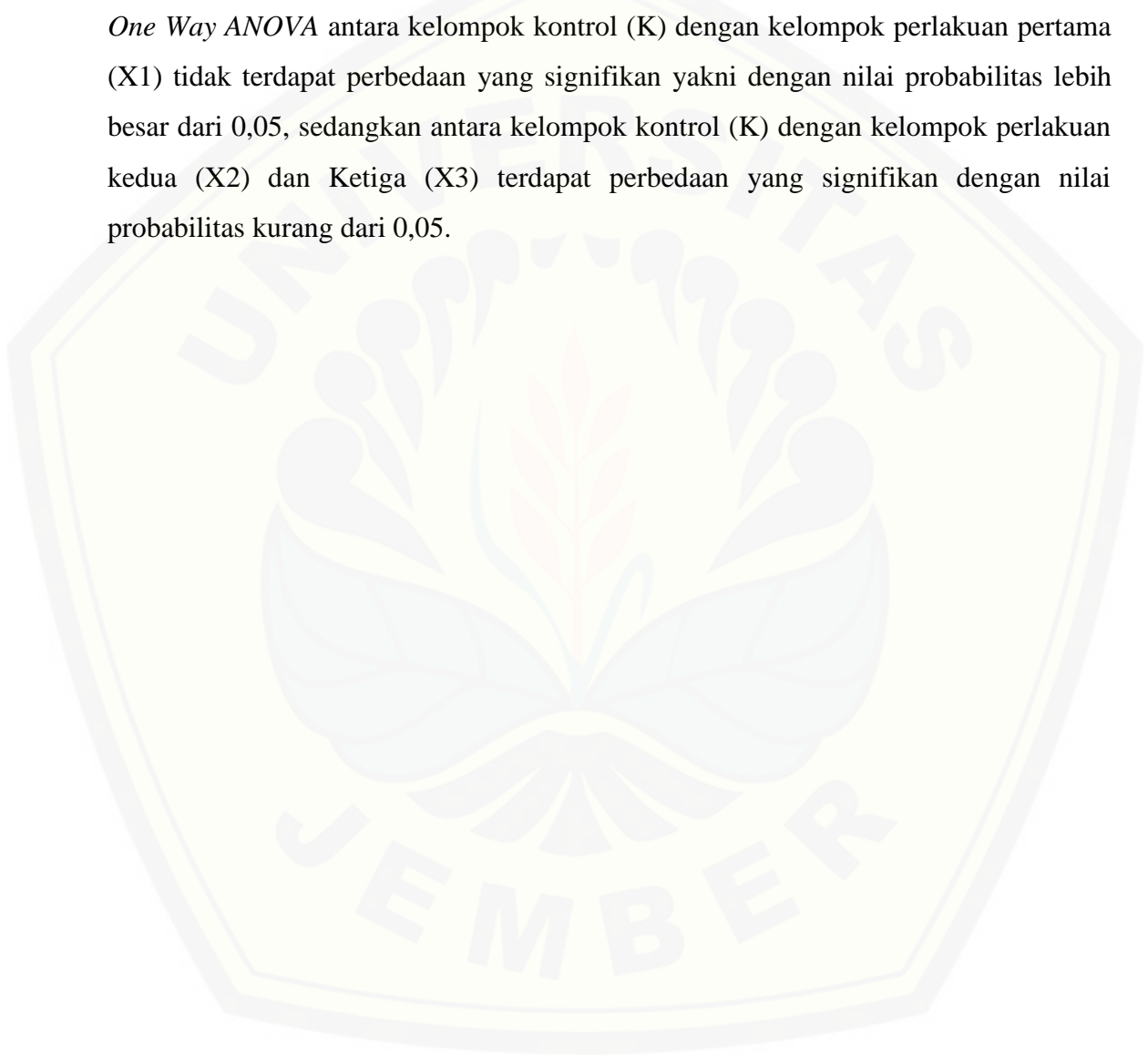
Penurunan Krom (Cr) pada Limbah Cair Batik dengan Arang Sekam Padi (Studi pada Industri Batik X di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember); Dyah Emma Fitria; 102110101104; 80 halaman; Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Industri batik menghasilkan limbah cair yang mengandung banyak polutan seperti logam krom (Cr) yang berasal dari zat pewarna batik. Logam Cr sulit teruraikan di lingkungan dan bersifat toksik dalam tubuh manusia. Salah satu usaha untuk menurunkan kadar Cr adalah menggunakan metode adsorpsi arang sekam padi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan kadar krom (Cr) pada limbah cair batik yang tidak diberi arang sekam padi sebagai kelompok kontrol (K) dengan limbah cair batik yang diberi arang sekam padi sebanyak 50 gr/L, 75 gr/L dan 100 gr/L selama 1 jam sebagai kelompok perlakuan (X).

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan desain penelitian *True Experimental Design* dengan bentuk *Posttest Only Control Group Design*. Sampel dalam penelitian terdapat 24 sampel yang terbagi atas satu kelompok kontrol (K) dan tiga kelompok perlakuan yang masing-masing terdiri dari 6 perlakuan. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini yaitu pada pengumpulan data primer dilakukan melalui uji laboratorium untuk mengetahui kadar krom (Cr) pada limbah cair batik yang tidak diberi arang sekam padi sebagai kontrol (K) dan limbah cair batik yang diberi arang sekam padi sebanyak 50 gr/L, 75 gr/L dan 100 gr/L selama 1 jam sebagai kelompok perlakuan (X), yang kemudian akan dianalisis menggunakan uji *One Way ANOVA*.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh hasil bahwa rata-rata kadar krom (Cr) pada kelompok kontrol (K), perlakuan pertama (X1), perlakuan kedua

(X2) dan perlakuan ketiga (X3) adalah masing-masing sebesar 27,85 mg/L, 24,83 mg/L, 18,37 mg/L dan 13,53 mg/L. Namun, hasil tersebut masih melebihi Baku Mutu Lingkungan (BML) yang telah ditetapkan menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 yakni sebesar 1 mg/L. Untuk hasil uji beda statistik menggunakan *One Way ANOVA* antara kelompok kontrol (K) dengan kelompok perlakuan pertama (X1) tidak terdapat perbedaan yang signifikan yakni dengan nilai probabilitas lebih besar dari 0,05, sedangkan antara kelompok kontrol (K) dengan kelompok perlakuan kedua (X2) dan Ketiga (X3) terdapat perbedaan yang signifikan dengan nilai probabilitas kurang dari 0,05.



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, hidayat dan karunia-Nya, sehingga terselesaikannya penyusunan skripsi dengan judul *Penurunan Krom (Cr) pada Limbah Cair Batik dengan Arang Sekam Padi (Studi pada Industri Batik X di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember)*, sebagai salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember dan untuk mengetahui kadar Krom (Cr) dalam limbah cair batik sebelum dan sesudah dilakukan pengelolaan dengan menggunakan arang sekam padi agar dapat meminimalkan terjadinya pencemaran lingkungan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan selesai dengan baik tanpa bantuan dan sumbangan pemikiran dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Prehatin Trirahayu Ningrum, S.KM., M.Kes dan Ibu Ellyke, S.KM., M.KL selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya dan dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan hingga skripsi ini dapat terselesaikan dan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Drs. Husni Abdul Gani, M.S., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
2. Ibu Anita Dewi P.S, S.KM, M.Sc., selaku Ketua Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
3. Ibu Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes., selaku Ketua Penguji dari Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
4. Bapak Erwan Widiatmoko, S.T., selaku penguji anggota dari UPT Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Jember;

5. Bapak Mawardi selaku pemilik industri batik yang memberikan ijin sebagai tempat penelitian;
6. Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Jember yang telah membantu dan bekerjasama demi terselesainya penelitian ini;
7. Sahabat saya Dini Febriyanti, Azifah Zaini, Maulia Afidah C., Susi Irmawati, Vara Youlga T., Uli Zulfa, Amiratul Adila A., Fenty Dwi F., Rika Kurniawati, Safarina kalian adalah sahabat yang tak akan bisa tergantikan oleh siapapun.
8. Sahabat seperjuangan di peminatan Kesling 2010 Naila, Eka, Ratna, Mb Iir, Dila, Noradila, Mb Ifa, Yeyen, Oksi, Venaya, Imayati, Winda, Udin, Hendra, Mahfud, Danur, Mas Bobby, Mas Angga, Mas Yudi), terima kasih untuk waktu canda dan tawa yang selalu kalian sempatkan disela kesibukan masing-masing dan terima kasih atas motivasi yang tak kunjung henti kita bangun bersama;
9. Teman-temanku angkatan 2010, terima kasih atas kebersamaan, semangat dan dukungan yang telah diberikan selama kuliah dan dalam penyusunan skripsi ini;
10. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi khasanah ilmu pengetahuan, terutama di bidang Kesehatan Masyarakat. Atas perhatian dan dukungannya, penulis menyampaikan terima kasih.

Jember, Januari 2015

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN BIMBINGAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
ABSTRACT	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRA	xvii
i	
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.3.1 Tujuan Umum.....	6
1.3.2 Tujuan Khusus	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.4.1 Manfaat Teoritis.....	7
1.4.2 Manfaat bagi Masyarakat	7

1.4.3 Manfaat bagi Mahasiswa	7
1.4.4 Manfaat bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat	7
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Limbah.....	8
2.1.1 Definisi Limbah Cair	8
2.1.2 Sumber dan Jenis Pencemar Limbah Cair	8
2.1.3 Karakteristik Air Limbah.....	9
2.2 Industri Batik	10
2.2.1 Definisi Industri Batik	10
2.2.2 Proses Pembuatan Batik	11
2.2.3 Karakteristik Limbah Cair Batik	14
2.3 Pewarna Sintetis dalam Pembuatan Batik	15
2.4 Kromium	18
2.4.1 Definisi Kromium.....	18
2.4.2 Kebutuhan Kromium bagi Tubuh.....	19
2.4.3 Efek Toksik Kromium	20
2.4.4 Kromium di Lingkungan	22
2.5 Sekam Padi	23
2.6 Arang.....	24
2.6.1 Definisi Arang	24
2.6.2 Kegunaan Arang Aktif.....	25
2.6.3 Proses Pembuatan Arang Sekam Padi	26
2.6.4 Arang Sekam Padi	27
2.7 Kerangka Konseptual.....	29
2.8 Hipotesis Penelitian.....	30
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Jenis Penelitian.....	31
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	33

3.2.1 Waktu Penelitian.....	33
3.2.2 Tempat Penelitian	33
3.3 Objek Penelitian.....	33
3.3.1 Sampel	33
3.3.2 Teknik Pengambilan Sampel	34
3.4 Variabel dan Definisi Operasional	35
3.4.1 Variabel Penelitian.....	35
3.4.2 Definisi Operasional	35
3.5 Alat dan Bahan Penelitian	36
3.5.1 Perlakuan Arang Aktif Sekam Padi pada Limbah Cair Batik ...	36
3.5.2 Uji Laboratorium	37
3.6 Prosedur Penelitian.....	37
3.6.1 Arang Sekam Padi	37
3.6.2 Prosedur Aktivasi Arang Sekam Padi.....	38
3.6.3 Prosedur Perlakuan Arang Sekam Padi pada Limbah Cair Batik	38
3.6.4 Prosedur Pengujian Krom (Cr) pada Limbah Cair Batik.....	38
3.7 Data dan Sumber Data	41
3.7.1 Data Primer	41
3.7.2 Data Sekunder.....	41
3.8 Teknik Penyajian dan Analisis Data.....	41
3.9 Kerangka Alur Penelitian	42
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
4.1 Gambaran Industri Batik X Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember	43
4.2 Kadar Krom (Cr) pada Limbah Cair Batik Tanpa Arang Sekam Padi.....	44

4.3 Kadar Krom (Cr) pada Limbah Cair Batik yang diberi Arang Sekam Padi	46
4.3.1 Kadar Krom (Cr) pada Limbah Cair Batik dengan Arang Sekam Padi Sebanyak 50 gr/L Selama 1 Jam	47
4.3.2 Kadar Krom (Cr) pada Limbah Cair Batik dengan Arang Sekam Padi Sebanyak 75 gr/L Selama 1 Jam	49
4.3.3 Kadar Krom (Cr) pada Limbah Cair Batik dengan Arang Sekam Padi Sebanyak 100 gr/L Selama 1 Jam	51
4.4 Perbedaan Penambahan Kadar Arang Sekam Padi Terhadap Penurunan Kadar Krom (Cr) dalam Limbah Cair Batik	54
BAB 5. PENUTUP.....	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67

DAFTAR TABEL

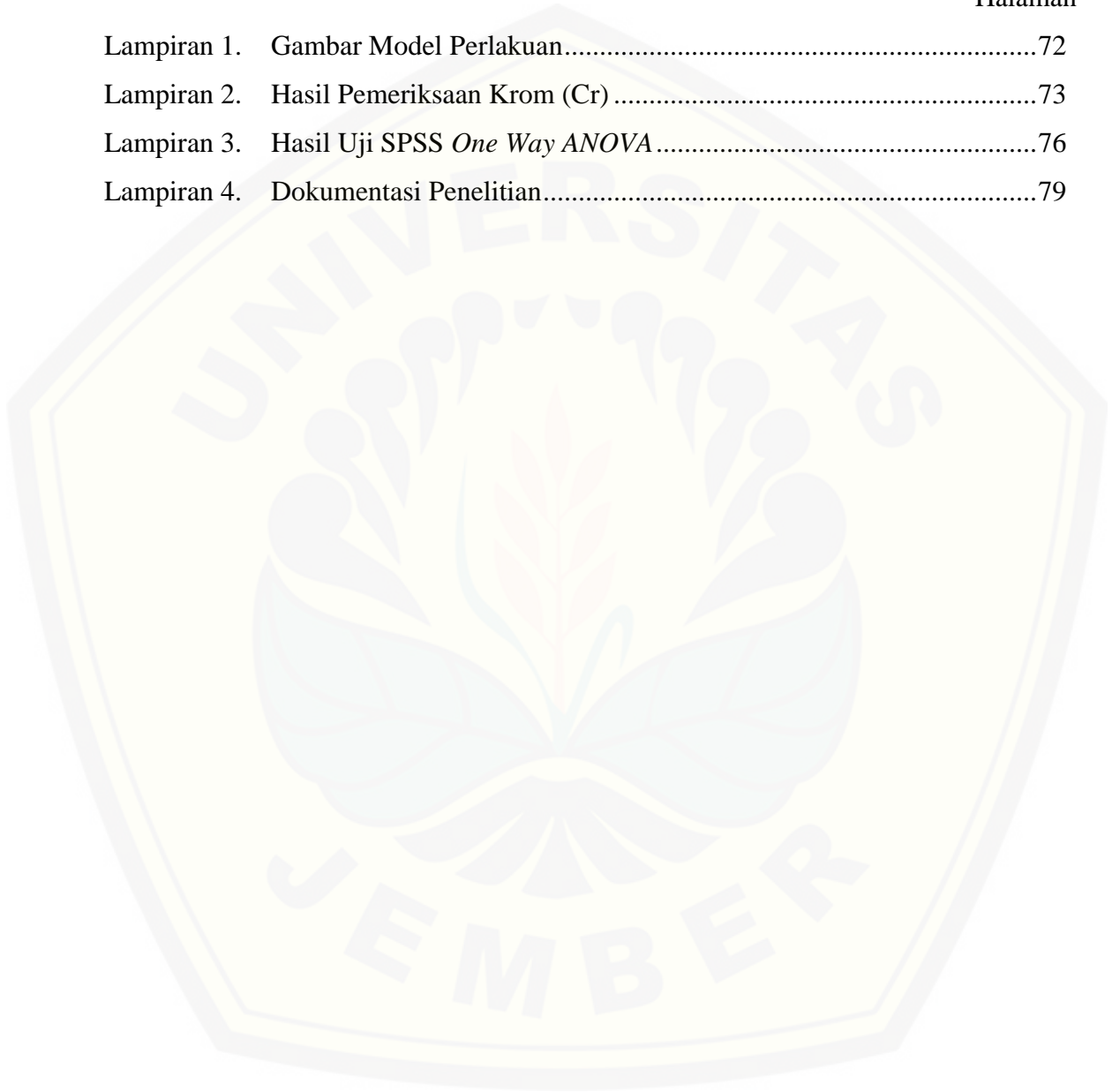
	Halaman
2.1 Kebutuhan Cr per hari berdasarkan umur	20
2.2 Komposisi sekam padi	24
3.1 Tata Letak RAL Penelitian	33
3.2 Definisi Operasional	36
4.1 Kemampuan Penurunan Kadar Krom (Cr) pada Tiap Perlakuan	46
4.2 Perbedaan Kelompok Kontrol dengan Kelompok X1, X2 dan X3.....	55
4.3 Perbedaan Kelompok X1 dengan Kelompok K, X2 dan X3	56
4.4 Perbedaan Kelompok X2 dengan Kelompok K, X1 dan X3	57
4.5 Perbedaan Kelompok X3 dengan Kelompok K, X1 dan X2	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Pemotongan kain.....	11
2.2 Pembuatan pola.....	11
2.3 Pemberian lilin pada kain.....	12
2.4 Pewarnaan batik	13
2.5 Penghilangan lilin	14
2.6 Kerangka Konseptual	29
3.1 Rancangan Penelitian	31
3.2 Pembuangan air limbah.....	34
3.3 Kerangka Operasional.....	40
3.4 Alur Penelitian	42
4.1 Grafik Kadar Krom (Cr) pada Limbah Cair Batik Tanpa Diberi Arang Sekam Padi	45
4.2 Grafik Kadar Krom (Cr) pada Limbah Cair Batik yang Diberi Arang Sekam Padi Sebanyak 50 gr/L Selama 1 Jam.....	48
4.3 Grafik Kadar Krom (Cr) pada Limbah Cair Batik yang Diberi Arang Sekam Padi Sebanyak 75 gr/L Selama 1 Jam.....	49
4.4 Grafik Kadar Krom (Cr) pada Limbah Cair Batik yang Diberi Arang Sekam Padi Sebanyak 100 gr/L Selama 1 Jam.....	51
4.5 Grafik Kadar Krom (Cr) pada Limbah Cair Batik yang Diberi Arang Sekam Padi Selama 1 Jam	53

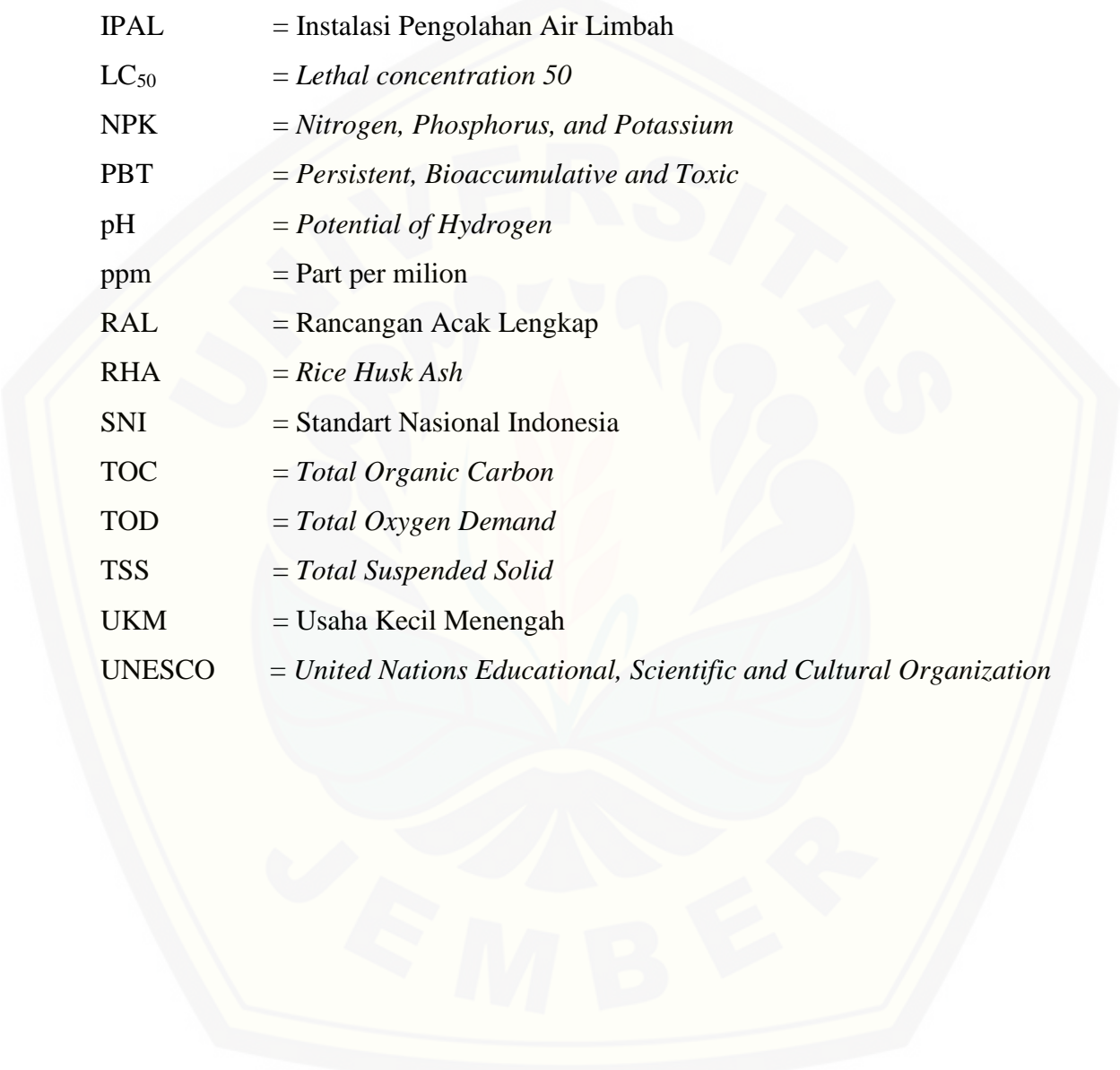
DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Gambar Model Perlakuan.....	72
Lampiran 2. Hasil Pemeriksaan Krom (Cr).....	73
Lampiran 3. Hasil Uji SPSS <i>One Way ANOVA</i>	76
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....	79



DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

%	= Persen
°C	= Derajat Celcius
-	= Sampai dengan, dikurangi
=	= Sama dengan
+	= Tambah
±	= Kurang lebih
/	= Per, atau
≥	= Lebih dari samadengan
≤	= Kurang dari samadengan
>	= Lebih dari
α	= Alfa
cc	= <i>Cubic centimetre</i>
µg/hari	= mikrogram per hari
cm ²	= Centimeter kuadrat
gr	= Gram
g/cm ³	= Gram per centimeter kubik
gr/L	= Gram per liter
Ha	= Hektar
kkalori	= Kilokalori
Kg	= Kilogram
Kg/m ³	= Kilogram per meter kubik
L	= Liter
mg	= Miligram
mg/L	= Miligram per liter
B3	= Bahan Barbahaya dan Beracun
BLH	= Badan Lingkungan Hidup



BOD	= <i>Biochemical Oxygen Demand</i>
BTU	= <i>British Thermal Unit</i>
COD	= <i>Chemical Oxygen Demand</i>
IPAL	= Instalasi Pengolahan Air Limbah
LC ₅₀	= <i>Lethal concentration 50</i>
NPK	= <i>Nitrogen, Phosphorus, and Potassium</i>
PBT	= <i>Persistent, Bioaccumulative and Toxic</i>
pH	= <i>Potential of Hydrogen</i>
ppm	= Part per milion
RAL	= Rancangan Acak Lengkap
RHA	= <i>Rice Husk Ash</i>
SNI	= Standart Nasional Indonesia
TOC	= <i>Total Organic Carbon</i>
TOD	= <i>Total Oxygen Demand</i>
TSS	= <i>Total Suspended Solid</i>
UKM	= Usaha Kecil Menengah
UNESCO	= <i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batik merupakan salah satu kekayaan budaya bangsa Indonesia yang telah mendapat pengakuan internasional dari UNESCO pada tahun 2009. Sejak dicanangkan hari batik nasional pada tanggal 2 Oktober 2009 omset pengusaha batik naik hingga 50% (Suhendra, 2009). Berdasarkan data Kementerian Perindustrian, pada tahun 2010 jumlah konsumen batik tercatat 72,86 juta orang (Kompas, 2011). Meningkatnya permintaan dan pembelian batik berdampak tumbuh dan berkembangnya sentra-sentra industri batik di berbagai daerah di Indonesia. Berdasarkan penelitian Purwaningsih (2008), proses pembatikan secara garis besar terdiri dari pemolaan, pembatikan tulis, pewarnaan/pencelupan, pelodoran/penghilangan lilin, dan penyempurnaan.

Industri batik Jember sesungguhnya mempunyai kualitas yang cukup baik dan volume produksinya juga tergolong tinggi. Namun, karena belum dikenal oleh masyarakat, para pengrajin kain batik di Jember kurang diketahui dan kalah bersaing dengan pengrajin batik yang lain. Kain batik yang diperkenalkan dengan nama Batik Sumber Jambe oleh Dinas Koperasi dan Usaha Kecil Menengah (UKM) Jember di kelolah oleh 100 pengrajin batik di Kecamatan Sumberjambe. Dinas UKM Jember juga mengklaim industri rumah tangga ini merupakan batik asli Jember karena motifnya berbeda dengan beberapa kain batik yang telah lebih dulu dikenal seperti batik Pekalongan atau Solo (Anonim, 2009). Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe merupakan sentra industri batik di Kabupaten Jember. Pada industri batik X di desa Sumberpakem produk batik yang dihasilkan berupa batik tulis dan cetak, dalam sehari produksi ini mencapai 25 kain batik yang sudah jadi. Proses pembuatan batik tidak terlepas dari adanya limbah, limbah cair merupakan limbah yang paling banyak dihasilkan. Sumber limbah cair dalam industri batik berasal dari proses pencelupan batik pada pewarna dan penghilangan lilin. Limbah cair tersebut

dibiarkan mengalir ke selokan yang menuju sungai tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Apabila hal tersebut dibiarkan tanpa adanya pengolahan yang tepat maka akan berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan serta dapat mempengaruhi kondisi kesehatan masyarakat sekitar.

Proses produksi industri batik banyak menggunakan bahan-bahan kimia dan air. Penggunaan bahan kimia biasanya digunakan pada proses pewarnaan atau pencelupan. Proses persiapan bahan, pewarnaan dan pelodoran menghasilkan limbah cair. Menurut Siregar (2005), limbah cair industri batik cetak mempunyai karakteristik berwarna keruh, berbusa, pH tinggi, konsentrasi BOD tinggi, kandungan lemak alkali dan zat warna dimana di dalamnya terdapat kandungan logam berat. Menurut Mahida (1984) (dalam Muljadi, 2009), senyawa logam berat yang bersifat toksik yang terdapat pada buangan industri batik cetak, diduga krom (Cr), Timbal (Pb), Nikel (Ni), tembaga (Cu), dan mangan (Mn). Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, khusus untuk industri tekstil baku mutu limbah cair untuk parameter COD 250 mg/L, parameter BOD 85 mg/L, parameter TSS 60 mg/L, Fenol Total 1,0 mg/L dan Krom Total (Cr) 2,0 mg/L.

Zat warna adalah salah satu bahan yang diperlukan dalam proses pembuatan batik dan merupakan sumber pembawa krom. Zat warna merupakan senyawa yang dipergunakan pada suatu bahan sehingga berwarna, dan warnanya tidak hilang/melekat pada saat pencucian dan penggosokan (Ahmad, 2008 dalam Permana, 2011). Sumber logam berat Krom (Cr) dapat berasal dari zat pewarna (CrCl_3 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) maupun sebagai mordan yaitu merupakan pengikat zat warna meliputi $\text{Cr}(\text{NO}_3)_2$ (Suharty, 1999).

Kromium merupakan salah satu logam berat dan salah satu bentuk kromium yang paling banyak berada di lingkungan adalah kromium trivalen. Kromium trivalen dibutuhkan untuk kebutuhan manusia, karena bersama-sama dengan insulin dapat menjaga kadar gula darah. Jumlah kromium rata-rata yang masuk ke dalam tubuh

orang dewasa sehari-hari berkisar antara 0,03-0,1 mg, lebih dari 90% berasal dari makanan. Apabila terjadi kekurangan kromium akan mengganggu pertumbuhan dan proses metabolisme lemak dan protein. Pada tingkat yang lebih tinggi dapat menimbulkan keracunan secara akut ditandai dengan gejala mual, sakit perut, kejang, dan koma. Keracunan secara kronis dapat mengenai organ-organ tertentu seperti efek pada paru-paru, ginjal, dan hati (Kusnoputranto, 1996). Kromium di dalam lingkungan tidak mampu terurai, sulit diuraikan dan akhirnya diakumulasi dalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Kromium (Cr) (III) bersifat kurang toksik dibandingkan Cr (VI), tidak bersifat iritatif serta tidak korosif. Namun, senyawa Cr (III) lebih toksik pada ikan dan binatang air lainnya dibandingkan Cr (VI). Toksisitas Cr pada ikan dipengaruhi oleh sifat fisika – kimia perairan, yaitu pH, kadar Ca dan Mg (Widiowati et al., 2008).

Pada industri tekstil bahaya keracunan juga dapat muncul saat pewarnaan dan penyelesaian akhir. Pada proses pewarnaan dan pencetakan motif, pekerja seringkali terpapar pada zat yang dipakai untuk pewarna. Penyakit kulit seperti dermatitis umum ditemukan pada pekerja di bagian pemutihan, pewarnaan dan *finishing*. Beberapa zat pewarna dapat menyebabkan kanker kandung kemih. Ekzema krom atau keracunan krom merupakan hazard yang muncul akibat penggunaan kalium atau natrium bikromat dalam industri tekstil (Widyastuti, 2002).

Pada banyak negara berkembang seperti di Indonesia, karena keterbatasan dana dan kompetisi dengan sektor pembangunan yang lain, pengelolaan air limbah biasanya menempati prioritas yang rendah. Kalaupun ada usaha pengelolaan air limbah, karena kurangnya dasar pengetahuan dan penguasaan teknologi, banyak negara berkembang yang mengelola air limbahnya dengan meniru konsep dan teknologi pengelolaan air limbah dari negara maju. Teknologi pengelolaan air limbah yang dilakukan oleh negara maju seperti *activated sludge* atau *tertiary nutrients removal* cenderung menggunakan teknologi yang padat modal dan memerlukan tenaga operator yang terlatih. Penyesuaian teknologi tersebut perlu dilakukan karena

selain memerlukan biaya yang besar, teknologi tersebut juga tidak memberikan peluang untuk memanfaatkan kembali energi dan nutrien yang terdapat pada air limbah (Veenstra, 2000). Usaha-usaha pengendalian limbah ion logam belakangan ini semakin berkembang yang mengarah pada upaya pencarian metode-metode baru yang murah, efektif dan efisien (Hariani, 2009). Salah satunya dengan menggunakan arang aktif sebagai media untuk menyerap logam.

Arang aktif adalah suatu bentuk karbon yang dapat berfungsi sebagai penjernihan larutan, penghisap gas/racun dan penghilang warna (Sudrajat, 1985). Arang aktif dapat dibuat dari semua bahan yang mengandung karbon, baik organik maupun anorganik asal bahan tersebut memiliki struktur berpori (Sudrajat dan Salim, 1994). Arang aktif dapat dibuat dari arang biasa yang berasal dari tumbuhan, ataupun barang tambang. Bahan-bahan tersebut adalah berbagai jenis kayu, serbuk gergaji, sekam padi, dan batu bara (Pari, 1995).

Sekam padi sebagai limbah pertanian masih memungkinkan untuk dimanfaatkan dengan adanya kandungan bahan-bahan organiknya. Senyawa utama dinding sel sekam padi adalah polisakarida yaitu serat kasar atau selulosa, lignin, dan hemiselulosa yang memiliki gugus hidroksil yang dapat berperan dalam proses adsorpsi (Bachtiar, 2007). Diketahui bahwa sekam padi mempunyai nilai karbon dan silika yang cukup tinggi sebagai kandungan utamanya, bersifat porous dan struktur amorf. Dari sifat sekam padi tersebut, menunjukkan bahwa sekam padi mempunyai kemampuan menyerap ion-ion logam berat (Albari, 2014).

Saat ini, umumnya sekam padi digunakan sebagai alas kandang pada peternakan ayam, arang untuk media tanam, atau dibuang begitu saja. Manfaat lain dari sekam dapat digunakan sebagai arang. Singhania (2005) menyatakan bahwa setiap ton produksi padi akan menghasilkan 220 kg (22%) sekam padi, dan apabila dibakar akan menghasilkan 55 kg (25%) abu sekam padi atau *Rice Husk Ash* (RHA) yang mengandung hampir 85-90% silika yang memiliki kemampuan menyerap yang sangat besar terhadap molekul-molekul air.

Kabupaten Jember memiliki luas lahan tanaman padi terluas se-Jawa Timur dengan luas lahan 148.657 Ha dengan kapasitas produksi sebesar 968.505 ton (Dinas Pertanian Jatim dalam BLH Jatim, 2012). Padi memiliki hasil sampingan yang dihasilkan dari industri penggilingan padi yang tersedia dalam jumlah besar yakni sekam padi yang merupakan bagian terluar (kulit) dari batang padi. Berat sekam yang dihasilkan adalah 22% dari 1 ton berat gabah kering giling (Pakpahan, 2006 dalam Yulianti dan Susanto, 2011). Dengan demikian, jumlah sekam padi yang dihasilkan dari 968.505 ton padi di Kabupaten Jember adalah 213.071 ton.

Berdasarkan hasil uji laboratorium pada tanggal 4 Juli 2014, kadar krom (Cr) pada air limbah batik yang diambil dari 1 bak pembilasan kain pada tahap pewarnaan di industri batik X Desa Sumberpakem, diketahui bahwa kadar krom (Cr) pada air limbah sebesar 3,27 mg/L. Kadar krom (Cr) pada air limbah batik tersebut melebihi batas maksimum yang diperbolehkan menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 yaitu 1 mg/L. Penentuan massa sekam padi berdasarkan atas penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Messayu (2009) yang melakukan penelitian tentang penurunan ion Cr (III) dan Cr (VI) dengan menggunakan arang sekam padi, dalam penelitian tersebut disebutkan bahwa penggunaan variasi berat arang sekam padi sebanyak 0,5 gr, 1 gr dan 1,5 gr dalam 100 ml larutan Cr (III) dan Cr (VI) dengan waktu kontak 30, 60 dan 90 menit. Hasil tertinggi penurunan Cr pada penelitian ini yakni dari 150 ppm menjadi 13,62 ppm pada massa arang sekam padi 1 gr dan dalam waktu kontak 60 menit dengan efisiensi penurunan sebesar 90,92%. Namun, hasil tersebut masih lebih tinggi dari standart baku mutu yang diperbolehkan yaitu 1 mg/L sehingga penulis bermaksud menambah pemberian massa arang sekam padi dan menjadikan dosis 1 gr sebagai acuan. Agar diperoleh hasil yang signifikan maka penulis menambahkan variasi kadar arang sekam padi sebanyak 50 gr/L, 75 gr/L dan 100 gr/L.

Berdasarkan hasil tersebut, maka arang sekam padi berpotensi dijadikan media adsorben krom (Cr) pada limbah cair batik dan menurut uraian di atas, maka

penulis bermaksud melakukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui kemampuan arang aktif sekam padi dalam menurunkan krom (Cr) pada limbah cair batik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut: “Apakah terdapat perbedaan kadar krom (Cr) pada limbah cair batik yang tidak diberi arang sekam padi sebagai kelompok kontrol (K) dengan limbah cair batik yang diberi arang sekam padi sebanyak 50 gr/L, 75 gr/L dan 100 gr/L sebagai kelompok perlakuan (X) selama 1 jam?”.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah menganalisis perbedaan kadar krom (Cr) pada limbah cair batik yang tidak diberi arang sekam padi sebagai kelompok kontrol (K) dengan limbah cair batik yang diberi arang sekam padi sebanyak 50 gr/L, 75 gr/L dan 100 gr/L selama 1 jam sebagai kelompok perlakuan (X).

1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mengukur kadar krom (Cr) pada limbah cair batik yang tidak diberi arang sekam padi sebagai kontrol (K).
- b. Mengukur penurunan kadar krom (Cr) pada limbah cair batik yang diberi arang sekam padi sebanyak 50 gr/L (X1) selama 1 jam.
- c. Mengukur penurunan kadar krom (Cr) pada limbah cair batik yang diberi arang sekam padi sebanyak 75 gr/L (X1) selama 1 jam.

- d. Mengukur penurunan kadar krom (Cr) pada limbah cair batik yang diberi arang sekam padi sebanyak 100 gr/L (X1) selama 1 jam.
- e. Menganalisis perbedaan kadar krom (Cr) pada limbah cair batik yang tidak diberi arang sekam padi sebagai kelompok kontrol (K) dengan limbah cair batik yang diberi arang sekam padi sebanyak 50 gr/L, 75 gr/L dan 100 gr/L sebagai kelompok perlakuan (X) selama 1 jam.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah dan mengembangkan ilmu pengetahuan tentang kesehatan masyarakat dalam bidang lingkungan, terutama mengenai penurunan kadar krom (Cr) pada limbah cair batik dengan arang sekam padi.

1.4.2 Manfaat bagi Masyarakat

Menambah informasi kepada masyarakat mengenai penggunaan arang sekam padi yang dapat dimanfaatkan untuk menurunkan kadar krom (Cr) pada limbah cair batik.

1.4.3 Manfaat bagi Mahasiswa

Menambah pengetahuan dan pengalaman tentang penggunaan arang sekam padi yang dapat dimanfaatkan untuk menurunkan kadar krom (Cr) pada limbah cair batik.

1.4.4 Manfaat bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat

Menambah referensi tentang penggunaan arang sekam padi yang dimanfaatkan untuk menurunkan kadar krom (Cr) pada limbah cair batik.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah

2.1.1 Definisi Limbah Cair

Limbah adalah buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomi. Limbah yang mengandung bahan polutan yang memiliki sifat racun dan berbahaya dikenal dengan limbah B3, yang dinyatakan sebagai bahan yang dalam jumlah relatif sedikit tetapi berpotensi untuk merusak lingkungan hidup dan sumber daya. Bila ditinjau secara kimiawi, bahan-bahan ini terdiri dari bahan kimia organik dan anorganik (Kristanto, 2002). Pengertian limbah menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 82 Tahun 2001, limbah adalah sisa suatu usaha atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya atau beracun yang karena sifat atau konsentrasinya dan jumlahnya baik secara langsung atau tidak langsung akan dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk lain.

Limbah cair adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri yang dibuang ke lingkungan dan diduga dapat mencemari lingkungan. Mutu limbah cair adalah keadaan limbah cair yang dinyatakan dengan debit, kadar dan bahan pencemar. Debit maksimum adalah debit tertinggi yang masih diperbolehkan dibuang ke lingkungan (Suharto, 2011).

2.1.2 Sumber dan Jenis Pencemar Limbah Cair

a. Sumber pencemar fisik

Pencemar fisik misalnya suhu, nilai pH, warna, bau dan total padatan tersuspensi.

b. Sumber pencemar senyawa kimia organik dan anorganik

- 1) Pencemar senyawa kimia organik misal karbohidrat, lemak, protein, minyak, pelumas, BOD, COD, TOC, TOD, alkalinitas.
 - 2) Pencemar senyawa kimia anorganik misal logam berat, N, P, klorida, sulfur, hidrogen sulfit, dan gas terlarut dalam limbah cair.
- c. Sumber Pencemar Mikrobiologi
- Sumber pencemar mikrobiologi misal mikroba patogen yaitu *typhus-cholera-dysentri*, poliovirus, virus hepatitis B, *Salmonella typhi*, cacing parasit, bakteri, *algae*, *protozoa*, *virus*, dan *coliform* (Suharto, 2011).

2.1.3 Karakteristik Air Limbah

Menurut Djabu (1991), karakteristik air limbah ada tiga yaitu :

- a. Karakteristik Fisik
Karakteristik fisik yang sangat penting dari air limbah adalah kandungan total solid yang tersusun dari zat terapung, zat suspensi, zat koloidal dan zat dalam salutin, karakteristik yang lain termasuk bau, temperatur dan warna.
- b. Karakteristik Kimia
Karakteristik kimia air limbah meliputi :
 - 1) Zat organik, termasuk di dalamnya adalah protein, karbohidrat, lemak, fenol, pestisida dan surfactan.
 - 2) Zat anorganik, termasuk didalamnya adalah pH, klorida, alkali, nitrogen, sulfur dan lain- lain.
- c. Karakteristik Biologi
Adanya mikroorganisme dalam air limbah baik yang bersifat patogen maupun non patogen. Organisme patogen biasanya menimbulkan penyakit gastrointestinal seperti *typhoid* dan *paratyphoid fever*, disentri, kolera dan lain- lain.

2.2 Industri Batik

2.2.1 Definisi Industri Batik

Industri adalah kumpulan dari perusahaan-perusahaan yang menghasilkan barang-barang yang homogen, atau barang-barang yang mempunyai sifat saling mengganti yang erat (Hasibuan, 1993). Sedangkan menurut Dumairy (1995) istilah industri mempunyai dua arti. Pertama, industri dapat berarti himpunan perusahaan-perusahaan sejenis. Dalam konteks ini sebutan industri Batik, misalnya, berarti himpunan atau kelompok perusahaan penghasil batik. Kedua, industri dapat pula merujuk ke suatu sektor ekonomi yang di dalamnya terdapat kegiatan produktif yang mengolah bahan mentah menjadi barang setengah jadi atau barang jadi.

Menurut bahasa Jawa kata batik berasal dari kata ‘ambatik’, yaitu kata ‘amba’ yang berarti menulis dan akhiran ‘tik’ yang diartikan sebuah proses menahan warna memakai lilin malam secara berulang-ulang di atas kain. Teknik membuat batik adalah proses-proses pekerjaan dari permulaan yaitu dari mori batik sampai menjadi kain batik, jadi diartikan sebuah proses atau teknik menahan warna dengan menggunakan lilin malam (Susanto, 1990). Menurut Petter (2005), batik adalah suatu teknik pembuatan desain (gambar) pada permukaan kain dengan cara menutupi bagian-bagian tertentu dengan menggunakan malam atau lilin kemudian warna diberikan setelahnya dengan cara dicelup atau dicolet menggunakan kuas.

Menurut Djumena (1990) seni batik adalah salah satu kesenian khas Indonesia yang telah sejak berabad-abad lamanya hidup dan berkembang, sehingga merupakan salah satu bukti peninggalan sejarah budaya bangsa Indonesia. Banyak hal yang dapat terungkap dari seni batik, diantaranya adalah latar belakang kebudayaan, kepercayaan, adat istiadat, sifat, tata kehidupan, lingkungan alam, cita rasa, tingkat ketrampilan dan lain-lain. Pada dasarnya, batik termasuk salah satu jenis seni lukis. Bentuk-bentuk yang dilukiskan diatas kain tersebut disebut dengan ragam hias. Ragam hias yang terdapat pada batik pada umumnya berhubungan erat dengan beberapa faktor, antara lain letak geografis, adat istiadat, dan kondisi alam. Pulau

Jawa merupakan pusat batik di Indonesia. Daerah-daerah seperti Pekalongan, Yogyakarta, Surakarta, Garut, Indramayu, Banyumas dan Madura merupakan sentra penghasil batik yang terkenal di Indonesia. Sesuai dengan perkembangan jaman batik juga mulai berkembang jenisnya, yang awalnya hanya berupa batik tulis sekarang sudah terdapat banyak batik, antara lain adalah batik ikat celup, batik cap, batik *printing* dan batik sablon.

2.2.2 Proses Pembuatan Batik

Dalam pembuatan batik tulis harus melalui beberapa tahapan, tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut (Kurniadi, 1996) :

a. Tahap persiapan

Dalam tahap persiapan ini juga terbagi dari beberapa tahap, tahapan-tahapan tersebut adalah:

- 1) Pemotongan kain
- 2) Mencuci kain atau *ngirah*
- 3) Menganji mori atau *ngloyor*
- 4) *Ngempleng*



Gambar 2.1 Pemotongan kain



Gambar 2.2 Pembuatan pola

b. Tahap pelekatan atau pemberian lilin batik

Agar bagian-bagian tertentu tidak terkena warna, maka diperlukan perintang terhadap warna, yaitu dengan cara pemberian lilin batik. Pemberian lilin batik dapat dilakukan bertahap, yaitu tahap awal *ngrengreng* sampai tahap akhir sebelum *dilorod*.



Gambar 2.3 Pemberian lilin pada kain (Sumber: Anonim, 2010)

c. Tahap pewarnaan batik

Menurut Susanto (1980) ada beberapa macam cara pewarnaan pada pembuatan kain batik, antara lain adalah :

1) *Medel*

Medel adalah memberi warna biru tua pada kain setelah kain selesai dicanting. Untuk kain *sogan kerokan* maka *medel* adalah warna pertama yang diberikan pada kain. *Medel* ini dilakukan dengan cara dicelup.

2) Celupan warna dasar

Tujuan pemberian warna dasar adalah agar warna dasar berikutnya tidak berubah atau tidak *tetumpangan* warna lainnya.

3) *Menggadung*

Menggadung adalah menyiram kain batik dengan larutan zat warna. Caranya adalah kain dibentangkan pada papan atau meja kemudian disiram dengan zat warna, dengan cara ini akan menghemat zat warna tetapi hasilnya kurang merata.

4) Coletan atau *dulitan*

Pewarnaan dengan cara coletan atau *dulitan* adalah memberi warna pada kain batik dengan zat warna yang dikanvaskan atau dilukiskan dimana daerah yang diwarnai itu dibatasi oleh garis-garis lilin, sehingga warna tidak meluas ke daerah yang lainya.

5) *Menyoga*

Menyoga adalah memberi warna pada kain batik. *Menyoga* kain batik ini biasanya dilakukan pada akhir.



Gambar 2.4 Pewarnaan batik (Sumber: Data primer)

d. Tahap penghilangan lilin atau *finishing*

Penghilangan lilin atau malam batik dilakukan untuk mendapatkan corak atau gambar pada kain agar terbuka atau tidak tertutup malam, dengan cara sebagai berikut (Kurniadi, 1996):

1) Menghilangkan sebagian lilin atau malam batik

Menghilangkan sebagian lilin pada kain ini dengan cara “dikerok”, yaitu menggaruk lilin pada kain dengan menggunakan pisau atau palet.

2) Menghilangkan keseluruhan lilin atau malam batik

Cara untuk menghilangkan malam keseluruhan adalah dengan proses perebusan kain atau disebut *nglorod*. Pada proses ini sebaiknya perebusan air

dalam keadaan mendidih dan ditambahkan \pm 10 gram bubuk soda untuk 1 liter air.



Gambar 2.5 Penghilangan lilin (Sumber: Data primer)

2.2.3 Karakteristik Limbah Cair Batik

Limbah adalah buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomi. Limbah yang mengandung bahan polutan yang memiliki sifat racun dan berbahaya dikenal dengan limbah B3, yang dinyatakan sebagai bahan yang dalam jumlah relatif sedikit tetapi berpotensi untuk merusak lingkungan hidup dan sumberdaya (Kristanto, 2002).

Beberapa kerancuan dalam mengidentifikasi limbah cair atau air limbah, dimana limbah cair yaitu buangan air yang digunakan untuk mendinginkan mesin suatu pabrik, sehingga dapat dikatakan untuk mendinginkan mesin dapat dipakai sumber air yang mungkin sudah tercemar sebelum digunakan untuk mendinginkan mesin. Disamping itu terdapat bahan baku yang mengandung air, sehingga dalam pengolahannya air tersebut harus dibuang. Misalnya ketika digunakan untuk mencuci suatu bahan sebelum proses lanjut, pada air tersebut ditambahkan unsur-unsur kimia, kemudian diproses dan setelah itu dibuang, sehingga akan mengakibatkan adanya air buangan yang mengandung sejumlah partikel baik yang mengendap maupun yang larut (Kristanto, 2002).

Sektor sandang dan kulit seperti pencucian batik, batik *printing*, penyamakan kulit dapat mengakibatkan pencemaran karena dalam proses pencucian memerlukan air sebagai mediumnya dalam jumlah yang besar. Proses ini menimbulkan air buangan (bekas proses) yang besar pula, dimana air buangan mengandung sisa-sisa warna, BOD tinggi, kadar minyak tinggi dan beracun (mengandung limbah B3 yang tinggi). Zat warna tekstil maupun batik merupakan suatu senyawa organik yang akan memberikan nilai COD dan BOD. Penghilangan zat warna dari air limbah tekstil maupun batik akan menurunkan COD dan BOD air limbah tersebut. Sebagai contoh dari air limbah tekstil maupun batik yang mengandung beberapa zat warna reaktif sebanyak 225 mg/L mempunyai COD 534 mg/L dan BOD 99 mg/L, setelah dikoagulasi dengan penambahan larutan Fero (Fe^{2+}) 500 mg/L dan kapur (Ca^{2+}) 250 mg/L air limbah tinggal mengandung zat warna 0,17 mg/L dengan COD 261 mg/L dan BOD 69 mg/L (Kristanto, 2002).

2.3 Pewarna Sintetis dalam Pembuatan Batik

Zat pewarna sintetis (buatan), berasal dari bahan kimia yang terpilih. Biasanya zat kimia yang dipilih yaitu zat yang jika dipanaskan tidak akan merusak malam dan tidak menyebabkan kesulitan pada proses selanjutnya. Pewarna batik ini digunakan ketika batik sudah dalam keadaan dingin. Zat pewarna sintetis lebih mudah diperoleh di pasaran, ketersediaan warna terjamin, jenis warna bermacam-macam, dan lebih praktis dalam penggunaannya. Zat warna yang biasa dipakai untuk mewarnai batik antara lain:

a. Naphthol

Zat warna ini merupakan zat warna yang tidak larut dalam air. Untuk melarutkannya diperlukan zat pembantu kostik soda. Pencelupan naphthol dikerjakan dalam 2 tingkat. Pertama pencelupan dengan larutan naphtholnya sendiri (penaphtholan). Pada pencelupan pertama ini belum diperoleh warna atau warna belum

timbul. Kemudian dicelup tahap kedua/dibangkitkan dengan larutan garam diazodium akan diperoleh warna yang dikehendaki. Tua muda warna tergantung pada banyaknya naphthol yang diserap oleh serat. Dalam pewarnaan batik zat warna ini digunakan untuk mendapatkan warna-warna tua/dop dan hanya dipakai secara pencelupan. Untuk menghasilkan warna turunan dibutuhkan percampuran warna. Berikut ini beberapa contoh resep:

1) Warna merah mengkudu (merah tua)

Untuk 1 kain (2 meter) = 3 liter air (larutan) 9 gram Naphthol AS-BO + 3 gram TRO + 6 gram kostik 24 gram Garam diazo merah 3 GL + 3 gram Garam diazo mearah B

2) Warna biru dongker

Untuk 1 kain (2 meter) = 3 liter air (larutan) 10 gram Naphthol AS + 3 gram TRO + 6 gram kostik 20 gram Garam diazo biru BB

b. Zat warna indigosol

Zat warna indigosol adalah jenis zat warna Bejana yang larut dalam air. Larutan zat warnanya merupakan suatu larutan berwarna jernih. Pada saat kain dicelupkan ke dalam larutan zat warna belum diperoleh warna yang diharapkan. Harus dijemur di bawah sinar matahari untuk membantu membangkitkan warna. Kemudian dioksidasi/ dimasukkan ke dalam larutan asam (HCl atau H_2SO_4) akan diperoleh warna yang dikehendaki. Obat pembantu yang diperlukan dalam pewarnaan dengan zat warna indigosol adalah Natrium Nitrit ($NaNO_2$) sebagai oksidator. Warna yang dihasilkan cenderung warna-warna lembut/pastel. Dalam pematikan zat warna indigosol dipakai secara celupan maupun coletan. Contoh resep warna coklat muda adalah untuk 1 kain (2 meter) = 3 liter air (larutan) untuk celupan + 10 gram Indigo Brown IRRD + 14 gram Nitrit + 20 cc HCL.

Untuk indigosol sebaiknya jangan memakai HCL, jika ukurannya tidak pas akan berbahaya dan mudah menyobekkan kain. HCL bisa diganti dengan nitrit plus asam sulfat. Tetapi kalau ingin ramah lingkungan dan kesehatan bisa menggunakan

cuka dapur, cuka apel atau sake. Untuk warna lain resepnya sama. Namun jika proses pewarnaan dengan cara coletan, ukuran warna bisa disesuaikan. Macam warnanya yaitu *Yellow IGK, Yellow IRK, Orange HR, Brown IRRD, Blue 048, Grey IRL, Violet 24R, Rose IR, Green IB*.

c. Zat Warna Remazol

Zat warna reaktif umumnya dapat bereaksi dan mengadakan ikatan langsung dengan serat sehingga merupakan bagian dari serat tersebut. Jenisnya cukup banyak dengan nama dan struktur kimia yang berbeda tergantung pabrik yang membuatnya. Remazol dapat digunakan secara pencelupan, coletan maupun kuwasan. Zat warna ini mempunyai sifat antara lain larut dalam air, mempunyai warna yang brilliant dengan ketahanan luntur yang baik, daya afinitasnya rendah, untuk memperbaiki sifat tersebut pada pewarnaan batik diatasi dengan cara kuwasan. Sebelum difiksasi menggunakan Natrium silikat atau *waterglass* sebaiknya kain diamkan selama semalam agar warna meresap rata. Resep warna celupan untuk 1 meter kain adalah 25 gram remazol + soda kue dicampur dengan air hangat + 20 cc *waterglass* di tambah air dingin tidak kental dan tidak cair.

d. Zat warna rapid

Zat warna ini adalah naphthol yang telah dicampur dengan garam diazodium dalam bentuk yang tidak dapat bergabung (koppelen). Untuk membangkitkan warna difiksasi dengan asam sulfat atau asam cuka. Tanpa difiksasi juga bisa, caranya hanya diangin-anginkan selama semalam sampai berubah warna. Dalam pewarnaan batik, zat warna rapid hanya dipakai untuk pewarnaan secara coletan. Warna yang tersedia adalah merah dan biru. Resep warna untuk coletan: Campurkan 3 gram rapid dengan 20 cc air hangat.

e. Direk

Zat warna ini jarang digunakan. Prosesnya biasanya kain dimasukkan dalam rebusan pewarna direk, diamkan sebentar lalu tiriskan. Fiksasinya menggunakan

refanol. Direk biasa digunakan untuk mewarna kain jeans. Warna yang tersedia adalah kuning, merah, biru, hitam, ungu, dan coklat (Anonim, 2012).

2.4 Kromium

2.4.1 Definisi Kromium

Kromium (Cr) merupakan salah satu logam berat yang termasuk dalam unsur transisi golongan VI-B periode 4. Kromium mempunyai nomor atom 24 dan nomor massa 51,996 merupakan logam berwarna putih perak dan lunak jika dalam keadaan murni dengan massa jenis $7,9 \text{ g/cm}^3$ mempunyai titik didih 2.658°C (Sugiyarto, 2003). Kromium merupakan unsur yang melimpah yang terdapat di alam dengan bentuk oksida, yaitu Cr (0), Cr (III), atau Cr trivalent, Cr (VI) atau Cr heksavalen. Kromium secara alami bisa ditemukan di batuan, tumbuhan, hewan, tanah dan gas, serta debu gunung berapi. Kromium Cr (III) secara alami terjadi di alam, sedangkan Cr (0) dan Cr (VI) pada umumnya berasal dari proses industri (Widowati et al., 2008).

Logam Cr murni tidak pernah ditemukan, tetapi biasanya sudah berbentuk persenyawaan padat atau mineral dengan unsur-unsur lain. Sebagai bahan mineral, Cr paling banyak ditemukan dalam bentuk kromit (FeOCr_2O_3). Galian tambang Cr bernama kromit bisa diperoleh dengan reduksi dan elektrolisis. Kadang-kadang pada batuan mineral kromit juga ditemukan logam Mg, Al dan senyawa silika (SiO_3). Mineral lain yang mengandung kromium adalah tanah krom (Cr_2O_3). Kromitit ($\text{Fe}_2\text{O}_3, 2\text{Cr}_2\text{O}_3$) dan krokoisit (PbCrO_4). Kromium berkarbon tinggi memiliki kandungan kromium minimal 86% dengan 8-11% karbon (C) dengan jumlah besi (Fe) dan silika (Si) masing-masing sekitar 0,5% (Widowati et al., 2008).

Kromium terdapat di alam dalam bentuk batuan. Kromium yang berbentuk mineral digunakan dalam pembuatan baja tahan karat, logam campuran tahan panas, baja paduan berkekuatan tinggi, untuk plat elektro tahan arus, sebagai campuran pada

pigmen kimia, serta pada bahan-bahan yang tahan api atau panas. Pencemaran logam krom di lingkungan bisa berasal dari kegiatan industri baja, tekstil, penyamakan, pencelupan, fotografi, zat pewarna, bahan peledak, korek api, pembakaran dan mobilisasi bahan bakar (Widowati et al., 2008).

2.4.2 Kebutuhan Kromium bagi Tubuh

Krom merupakan elemen berbahaya di permukaan bumi dan dijumpai dalam kondisi oksida antara Cr (I) sampai Cr (VI), tetapi hanya krom bervalensi tiga dan enam memiliki kesamaan sifat biologinya. Krom bervalensi tiga umumnya merupakan bentuk yang umum dijumpai di alam dan dalam material biologis krom selalu berbentuk Cr (III). Cr (VI) merupakan salah satu material organik pengoksidasi tinggi (Suhendrayatna, 2001).

Kromium (Cr) (III) merupakan mikronutrien bagi makhluk hidup, tetapi bersifat toksik dalam dosis tinggi. Cr (III) dibutuhkan untuk metabolisme hormon insulin dan pengaturan kadar glukosa darah. Defisiensi Cr (III) bisa menyebabkan hiperglisemia, glukosuria, meningkatnya cadangan lemak tubuh, menurunnya berat badan tubuh, munculnya penyakit kardiovaskuler, menurunnya jumlah sperma dan menyebabkan infertilitas. *The National Academy of Sciences* menetapkan kebutuhan intake Cr (III) untuk orang dewasa sebesar 50-200 µg/hari. Menurut *State of Ohio Environmental Protection Agency*, kromium (Cr) terlibat dalam produksi insulin dan menghasilkan energi dan glukosa, Cr (III) dibutuhkan untuk metabolisme karbohidrat pada mamalia dan Cr (III) merupakan kofaktor insulin. Kadar Cr dalam makanan cukup rendah dan diperkirakan intake Cr oleh manusia kurang dari 100 µg/hari sebagian besar berasal dari makanan, air dan udara. Diperkirakan kebutuhan Cr untuk manusia adalah sebesar 1 µg/hari dan hanya 1-3% Cr (III) yang diabsorpsi. Kebutuhan Cr pada manusia dipengaruhi oleh umur dan kondisi wanita (hamil dan menyusui) (Widowati et al., 2008).

Tabel 2.1 Kebutuhan Cr per hari berdasarkan umur

No.	Usia	Kebutuhan Cr/hari (μg)
1.	0 – 6 bulan	0,2
2.	7 – 12 bulan	5,5
3.	1 -3 tahun	11
4.	4 – 8 tahun	15
5.	9 – 13 tahun	21 – 25
6.	14 – 50 tahun	24 – 35
7.	Wanita hamil	29 – 30
8.	Ibu menyusui	44 - 45

Sumber: *Hidgon, 2003 dalam Widowati et al., 2008*

Kromium (Cr) (III) banyak ditemukan pada berbagai jenis makanan segar dan air minum. Makanan sumber Cr antara lain roti, biji-bijian, buah segar, daging, ikan, makanan yang belum diproses (biji-bijian, buah, sayur), lemak dan minyak nabati. Kromium (Cr) merupakan nutrisi esensial yang membantu tubuh dan dapat dikonsumsi menggunakan gula, protein dan lemak. Cr (III) banyak terdapat dan ditemukan di alam serta merupakan materi biologis. Belum ada bukti Cr (III) bisa diubah menjadi Cr (VI) di dalam sistem biologi (Widowati et al., 2008).

2.4.3 Efek Toksik Kromium

Logam kromium (Cr) adalah bahan kimia yang bersifat persisten, bioakumulatif dan toksik (*Persistent, Bioaccumulative and Toxic (PBT)*) yang tinggi serta tidak mampu terurai di dalam lingkungan, sulit diuraikan dan akhirnya diakumulasi dalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Kestabilan kromium akan mempengaruhi toksisitasnya terhadap manusia secara berurutan, mulai dari tingkat toksisitas rendah, yakni Cr (0), Cr (III) dan Cr (VI). Cr (VI) pada umumnya 1.000 kali lipat lebih toksik dibandingkan Cr (III). Kromium (Cr) (III) bersifat kurang toksik dibandingkan Cr (VI), tidak bersifat iritatif serta tidak korosif. Namun,

senyawa Cr (III) lebih toksik pada ikan dan binatang air lainnya dibandingkan Cr (VI). $LC_{50}Cr$ (III) pada ikan sebesar 2 – 7,5 mg/L, sedangkan $LC_{50}Cr$ (VI) sebesar 35 – 75 mg/L. Toksisitas Cr pada ikan dipengaruhi oleh sifat fisika – kimia perairan, yaitu pH, kadar Ca dan Mg. Toksisitas Cr ditentukan oleh bilangan oksida Cr. Paparan Cr (VI) bersifat karsinogenik dan bisa menyebabkan kanker paru Cr (III) memiliki potensi yang sama dengan Cr (VI) dan menimbulkan kanker dikarenakan oleh intake Cr (III) yang secara aktif akan dimetabolisme dan berikatan genetik sehingga menyebabkan mutagenesis (Widowati et al., 2008).

Beberapa efek toksik kromium (Cr) pada tubuh manusia menurut Widowati et al., (2008) antara lain:

a. Efek toksik terhadap alat pencernaan

Toksisitas akut Cr melalui alat pencernaan bisa menyebabkan nekrosis tubulus renalis. Pada pekerja yang bekerja di industri krom menunjukkan tingginya kadar Cr darah, terutama sel darah merah. Mencerna makanan yang mengandung kadar Cr (VI) tinggi bisa menyebabkan gangguan pencernaan berupa sakit lambung, muntah dan pendarahan, luka pada lambung, konvulsi, kerusakan ginjal dan hepar, bahkan dapat menyebabkan kematian.

b. Efek toksik terhadap alat pernapasan

Alat pernapasan merupakan organ target utama dari Cr (VI), baik akut maupun kronis, melalui paparan inhalasi. Gejala toksisitas akut Cr (VI) meliputi napas pendek, batuk-batuk serta kesulitan bernapas. Sementara itu, toksisitas kronis Cr (VI) berupa lubang dan ulserasi septum nasal, bronkitis, penurunan fungsi paru dan berbagai gejala pada alat pernapasan. Ulserasi kronis permukaan kulit bisa menyebabkan kanker paru-paru. Apabila terinhalasi Cr lewat saluran pernapasan, maka akibatnya adalah iritasi dan kanker paru-paru.

c. Efek toksik terhadap kulit dan mata

Kulit yang alergi terhadap Cr akan cepat bereaksi dengan adanya paparan Cr meskipun dalam dosis rendah. Kromium (Cr) bisa menyebabkan kulit gatal dan

luka yang tidak lekas sembuh. Senyawa Cr (VI) bisa menyebabkan iritasi mata, luka pada mata, iritasi kulit dan membran mukosa. Paparan Cr melalui kulit bisa menyebabkan kemerahan dan pembengkakan pada kulit. Cr (VI) lebih toksik dibanding Cr (III), baik paparan akut maupun kronis. Paparan akut melalui kulit bisa menyebabkan terbakarnya kulit.

2.4.4 Kromium di Lingkungan

Air sering tercemar oleh komponen-komponen anorganik, diantaranya berbagai macam logam berat anorganik berbahaya (Palar, 1994). Dijelaskan lebih lanjut oleh Palar (1994) bahwa salah satu logam berat adalah krom. Logam krom dapat masuk ke dalam badan perairan melalui dua cara, yaitu secara alamiah dan non alamiah. Masuknya krom secara alamiah dapat terjadi disebabkan oleh beberapa faktor fisika, seperti erosi (pengikisan) yang terjadi pada batuan mineral. Di samping itu debu-debu dan partikel krom di udara akan dibawa turun oleh hujan.

Masukan krom yang terjadi secara non alamiah lebih merupakan dampak dari aktivitas yang dilakukan manusia, yang berupa limbah atau buangan industri dan limbah rumah tangga. Krom biasanya digunakan dalam industri penyamakan, industri tekstil, industri elektroplating, sebagai radiator tahan karat dan lain-lain. Dalam industri tekstil, krom biasanya banyak digunakan dalam proses pencelupan baik sebagai zat warna maupun sebagai mordan (pengikat warna) (Sajidan, 2006).

Krom merupakan elemen berbahaya di permukaan bumi dan dijumpai dalam kondisi oksida antara Cr (I) sampai Cr (VI), tetapi hanya krom bervalensi tiga dan enam memiliki kesamaan sifat biologinya. Krom bervalensi tiga umumnya merupakan bentuk yang umum dijumpai di alam dan dalam material biologis krom selalu berbentuk Cr (III). Cr (VI) merupakan salah satu material organik pengoksidasi tinggi (Suhendrayatna, 2001).

Logam Cr dapat masuk ke dalam semua strata lingkungan, baik pada strata perairan, tanah ataupun udara (lapisan atmosfer). Kromium yang masuk ke dalam strata lingkungan dapat datang dari bermacam-macam sumber, tetapi sumber-sumber masukan logam Cr ke dalam strata lingkungan yang umum dan diduga paling banyak adalah dari kegiatan-kegiatan perindustrian, kegiatan rumah tangga dan dari pembakaran serta mobilitas bahan-bahan bakar (Palar, 1994).

2.5 Sekam Padi

Sekam padi adalah bagian terluar dari butir padi yang merupakan hasil samping saat proses penggilingan padi dilakukan. Sekitar 20% dari bobot padi adalah sekam padi dan kurang lebih 15% dari komposisi sekam padi adalah abu sekam yang selalu dihasilkan setiap kali sekam dibakar (Hara, 1986 dalam Sitanggang, 2010). Sekam memiliki kerapatan jenis (bulk densil) 1125 kg/m³, dengan nilai kalori 1 kg sekam sebesar 3300-3600 kkalori, serta memiliki bulk density 0,100 g/ ml, sekam dengan konduktivitas panas 0,271 BTU (Houston, 1972).

Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi kariopsis yang terdiri dari dua bentuk daun yaitu sekam kelopak dan sekam mahkota, dimana pada proses penggilingan padi, sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Dari penggilingan padi akan menghasilkan sekitar 25% sekam, 8% dedak, 2% bekatul dan 65% beras. Sekam tersusun dari jaringan serat-serat selulosa yang mengandung banyak silika dalam bentuk serabut-serabut yang sangat keras. Pada keadaan normal, sekam berperan penting melindungi biji beras dari kerusakan yang disebabkan oleh serangan jamur secara tidak langsung, melindungi biji dan juga menjadi penghalang terhadap penyusupan jamur. Selain itu sekam juga dapat mencegah reaksi ketengikan karena dapat melindungi lapisan tipis yang kaya minyak terhadap kerusakan mekanis selama pemanenan, penggilingan dan pengangkutan (Haryadi. 2006).

Sekam padi menduduki 7% dari produksi total padi yang biasanya hanya ditimbun dekat penggilingan padi sebagai limbah sehingga mencemari lingkungan, kadang-kadang juga dibakar. Sekam padi juga dapat digunakan sebagai pupuk, bahan tambahan untuk media tumbuh tanaman sayuran secara hidroponik. Penumpukan sekam padi ditanah dapat membantu mempercepat proses dalam peningkatan hasil tanaman. Hasil analisis sekam padi adalah sebagai berikut (Suharno, 1979 dalam Chandra et al, 2012):

Tabel 2.2 Komposisi sekam padi

Komponen	Kandungan (%)
Air	9,02
Protein kasar	3,03
Lemak	1,18
Serat kasar	35,68
Abu	17,71
Karbohidrat kasar	33,71

Sumber: Suharno, 1979 dalam Chandra et al., 2012

Secara umum penggunaan sekam di Indonesia masih terbatas yaitu sebagai media tanaman hias, pembakaran bata merah, alas ternak untuk unggas, kuda, sapi, kambing, dan kerbau. Di Indonesia dan Filipina, sekam padi juga dipakai dalam penetasan telur itik. Sebagai pupuk, sekam padi mempunyai nilai yang rendah karena kadar NPK yang rendah (Tangendjaja, 1991). Pemanfaatan sekam padi secara tidak langsung dapat memperbaiki sifat fisik tanah karena dapat mempengaruhi sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Pengaruh utama terhadap struktur tanah yaitu berhubungan dengan pemadatan, aerasi dan perkembangan akar. Apabila persentase kandungan sekam padi berkurang/menurun maka konsekuensinya terjadi penurunan aerasi yang akan menghambat perkembangan akar, menurunkan kemampuan akar untuk menyerap dan menghambat aktivitas mikroorganisme (Sutanto, 2002).

2.6 Arang

2.6.1 Definisi Arang

Arang adalah suatu bahan padat yang berpori dan merupakan hasil pembakaran dari bahan yang mengandung karbon melalui proses pirolisis. Sebagian dari pori-porinya masih tertutup dengan hidrokarbon, ter dan senyawa organik lain. Komponennya terdiri dari karbon terikat (*fixed carbon*), abu, air, nitrogen dan sulfur (Djarmiko dkk, 1985).

Proses pirolisis terdiri dari dua tingkat yaitu pirolisis primer dan pirolisis sekunder. Pirolisis primer adalah proses pirolisis yang terjadi pada suhu 150-300°C (proses lambat) dan pada suhu 300-400°C (proses cepat). Hasil dari proses primer lambat adalah arang, H₂O, CO dan CO₂, sedangkan hasil pirolisis primer cepat adalah arang, gas, H₂O dan uap. Pirolisis sekunder adalah proses pirolisis yang terjadi pada gas-gas hasil dan terjadi pada suhu lebih dari 600°C dan hasil prosesnya adalah CO, H₂ dan hidrokarbon. Umumnya proses pirolisis sekunder ini digunakan untuk gasifikasi (Djarmiko dkk, 1985).

Arang yang merupakan residu dari peruraian bahan yang mengandung karbon sebagian besar komponennya adalah karbon dan terjadi akibat peruraian panas. Proses pemanasan ini dapat dilakukan dengan jalan memanasi bahan langsung atau tidak langsung di dalam timbunan, kiln, retort dan tanur (Djarmiko dkk, 1985).

2.6.2 Kegunaan Arang Aktif

Ada dua macam jenis arang aktif yang dibedakan menurut fungsinya (Setyaningsih, 1995):

a. Arang penyerap gas (*gas adsorbent carbon*)

Jenis arang ini digunakan untuk menyerap kotoran berupa gas. Pori-pori yang terdapat pada arang jenis ini adalah mikropori yang menyebabkan molekul gas akan mampu melewatinya, tetapi molekul dari cairan tidak bisa melewatinya.

b. Arang fasa cair (*liquid-phase carbon*)

Arang jenis ini digunakan untuk menyerap kotoran/zat yang tidak diinginkan dari cairan atau larutan. Jenis pori-pori dari karbon ini adalah makropori yang memungkinkan molekul besar untuk masuk. Arang jenis ini biasanya berasal dari batubara dan selulosa.

Saat ini arang aktif telah digunakan secara luas dalam industri kimia, pangan dan farmasi. Umumnya arang aktif digunakan sebagai bahan penyerap dan pemurni, dalam jumlah kecil juga digunakan sebagai katalis. Kemampuan arang aktif sebagai bahan penyerap tidak sama antara satu dengan yang lainnya, karena suatu penyerapan belum tentu baik untuk proses penyerapan lainnya. Perbedaan ukuran partikel pori dan tingkat aktivasi dapat mempengaruhi optimalisasi penggunaan arang aktif (Pari, 2004).

Kegunaan arang aktif sebagai adsorben sangat luas. Arang aktif dapat digunakan untuk menyerap senyawa organik non polar seperti mineral minyak fenol oliaromatik hidrokarbon, menyerap substansi halogenasi, bau, rasa, produk-produk fermentasi dan substansi non polar yang tidak larut dalam air. Dalam proses penjernihan air, arang aktif selain mengadsorpsi logam-logam seperti besi, tembaga, nikel, juga dapat menghilangkan bau, warna dan rasa yang terdapat dalam larutan atau buangan air. Karena arang aktif lebih bersifat non polar, maka komponen non polar dengan berat molekul tinggi (4 sampai 20 atom karbon) yang terdapat dalam air buangan pabrik dapat diadsorpsi oleh arang aktif (Buekens et al., 1985).

2.6.3 Proses Pembuatan Arang Sekam Padi

a. Pembuatan arang sekam dengan cara disangrai

Pada prinsipnya pembuatan arang sekam dengan cara ini adalah dengan cara disangrai. Peralatan yang diperlukan adalah tungku dan seng. Caranya, sekam padi diletakkan di atas seng yang telah ditempatkan di atas tungku. Selanjutnya

sekam disangrai sambil diaduk. Dengan cara ini akan diperoleh arang sekam sebanyak 40-50 kg dari 100 kg sekam segar.

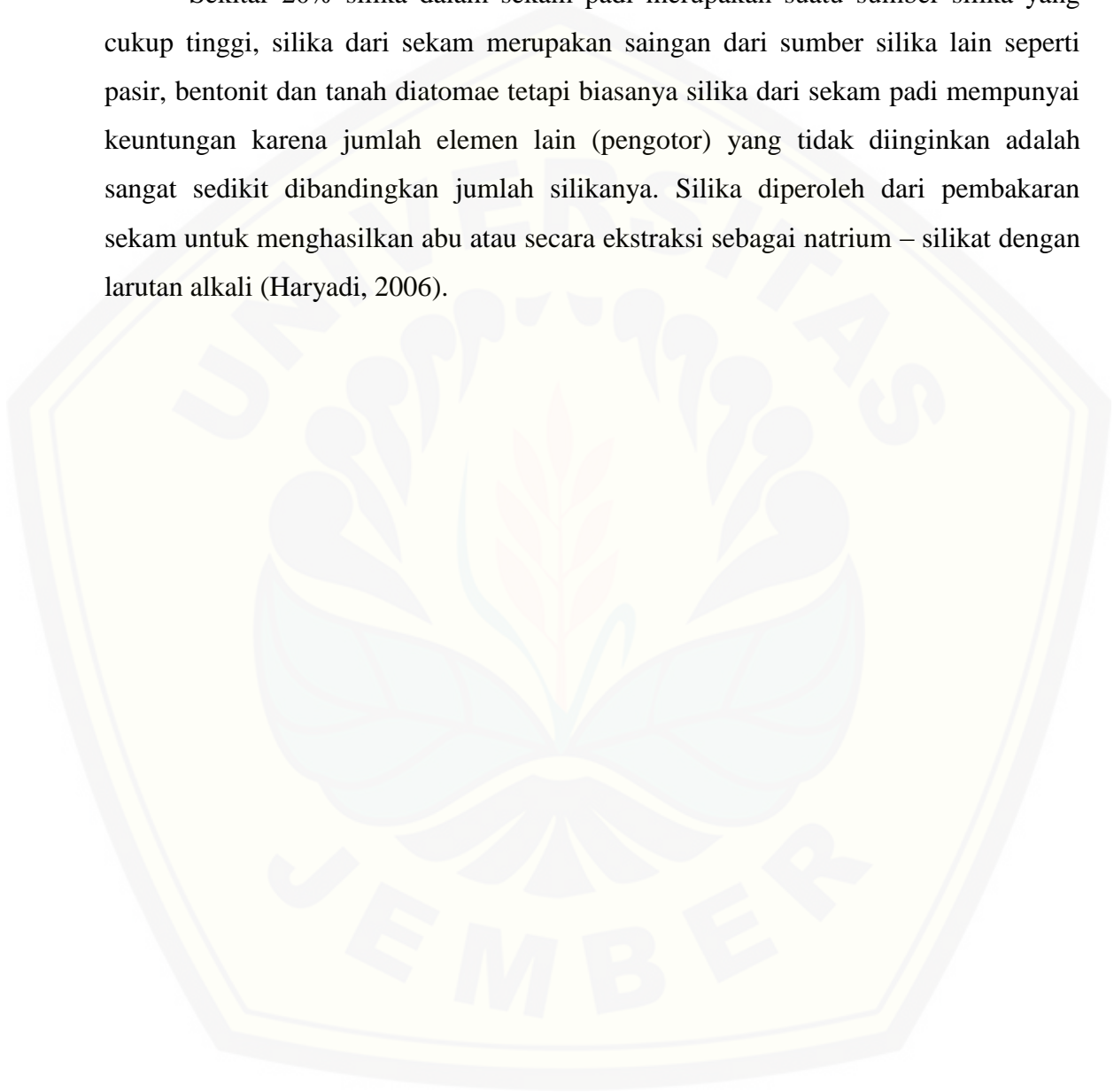
- b. Pembuatan arang sekam dengan cara dibakar dalam tong perlahan-lahan
Caranya, masukkan sekam ke dalam tong sampai tinggi sekitar 20 cm. Tuang oli ke dalam tong dan bakar. Jika asap dari pembakaran berkurang maka sekam ditambah sedikit demi sedikit hingga tong penuh. Kemudian tong ditutup karung basah dan di atasnya diberi tutup hingga rapat. Biarkan sekam menjadi dingin. Setelah itu pisahkan arang sekam dengan abunya melalui penyaringan. Jumlah arang sekam yang diperoleh juga sekitar 40-50 kg dari 100 kg sekam segar. Cara ini kurang efisien karena memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan cara disangrai.
- c. Pembuatan arang sekam dengan cara dibakar bersamaan dalam drum
Letakkan pralon atau bambu ditengah drum. Tuangkan sekam disekeliling bambu tadi sambil dipadatkan hingga drum terisi penuh dengan sekam. Cabut bambu/pralon tadi. Buatlah sumber api dilubang tadi menggunakan kayu bakar atau yang lain. Biarkan asap mengepul hingga sekam menjadi arang semua (Anonim, 2011).

2.6.4 Arang Sekam Padi

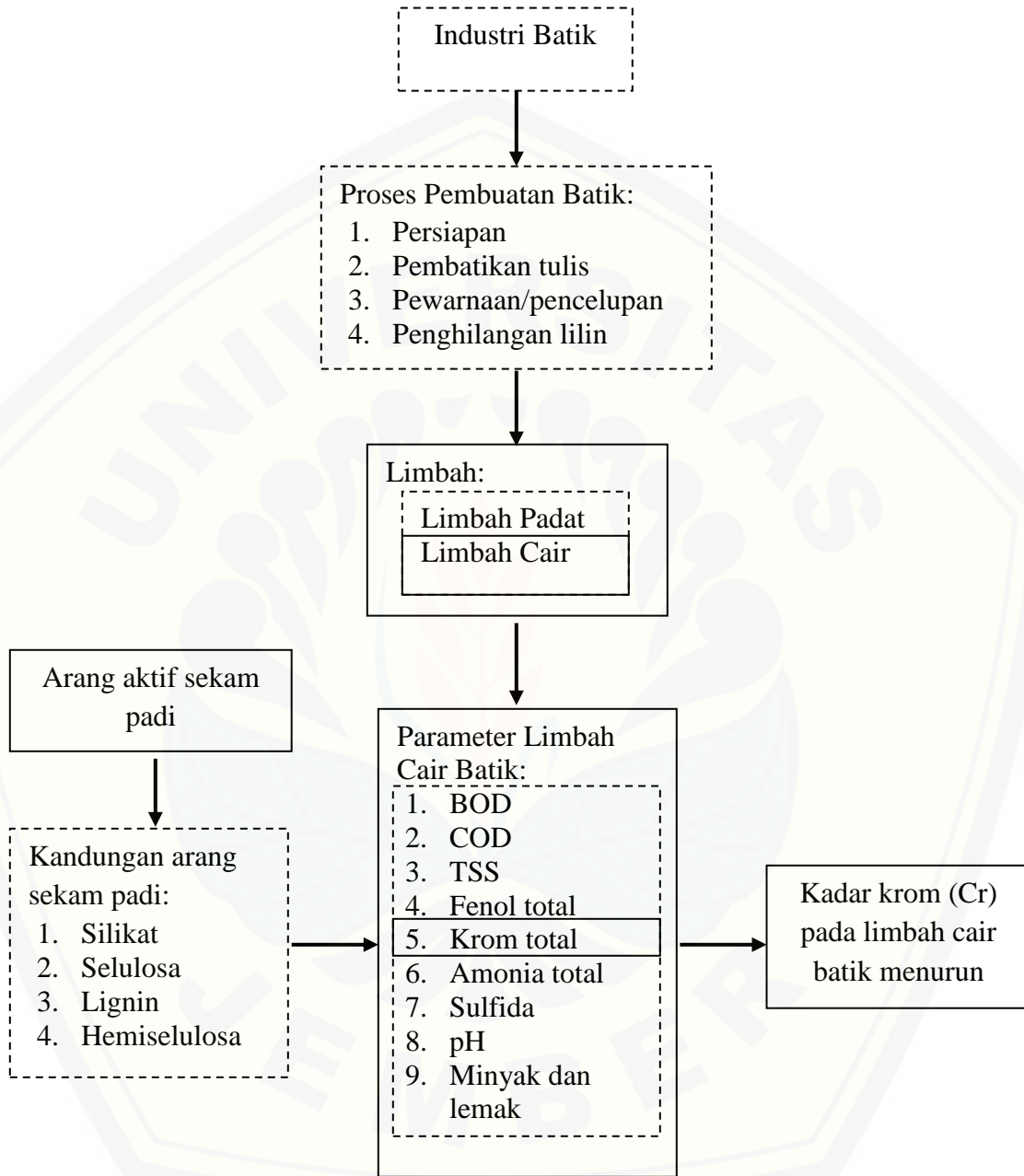
Sekam dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak dan energi atau bahan bakar ataupun sebagai adsorpsi pada logam-logam berat. Sekam tersusun dari jaringan serat-serat selulosa yang mengandung banyak silika dalam bentuk serabut-serabut yang sangat keras (Haryadi, 2006). Sekam padi yang dihasilkan dari proses penggilingan sebesar 20% dari produksi padi, sedangkan abu sekam mencapai 18% dari jumlah sekam. Komposisi abu sekam padi didominasi oleh silika sebesar 94,4% (Folleto et al., 2006). Karbon yang terkandung didalam sekam padi berfungsi sebagai

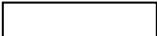
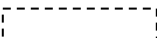
koagulan pembantu dengan menyerap atau menurunkan logam-logam pada air yang tercemar.

Sekitar 20% silika dalam sekam padi merupakan suatu sumber silika yang cukup tinggi, silika dari sekam merupakan saingan dari sumber silika lain seperti pasir, bentonit dan tanah diatomae tetapi biasanya silika dari sekam padi mempunyai keuntungan karena jumlah elemen lain (pengotor) yang tidak diinginkan adalah sangat sedikit dibandingkan jumlah silikanya. Silika diperoleh dari pembakaran sekam untuk menghasilkan abu atau secara ekstraksi sebagai natrium – silikat dengan larutan alkali (Haryadi, 2006).



2.7 Kerangka Konseptual



 : Variabel yang diteliti
 : Variabel yang tidak diteliti

Secara umum proses pembuatan batik terdiri dari pemolaan, pembatikan tulis, pewarnaan/pencelupan, peledoran/penghilangan lilin dan penyempurnaan. Proses pembuatan batik menghasilkan limbah padat dan cair, dimana limbah cair dari proses pembuatan batik langsung dibuang tanpa adanya pengolahan. Limbah cair pembuatan batik mengandung sisa bahan organik tersuspensi dan terlarut yang tinggi yakni BOD, COD, TSS, fenol total, krom total, amonia total, sulfida, pH, minyak dan lemak. Pemberian arang sekam padi diharapkan dapat mengurangi kadar krom (Cr) pada limbah cair batik. Menurut Singhanian (2005) menyatakan bahwa setiap ton produksi padi akan menghasilkan 220 kg (22%) sekam padi, dan apabila dibakar akan menghasilkan 55 kg (25%) abu sekam padi atau *rice husk ash* (RHA) yang mengandung hampir 85-90% silika yang memiliki kemampuan menyerap yang sangat besar terhadap molekul-molekul air. Dengan adanya pemberian arang sekam padi pada limbah cair batik maka kemungkinan pencemaran krom (Cr) di lingkungan masih bisa diminimalkan.

2.8 Hipotesis Penelitian

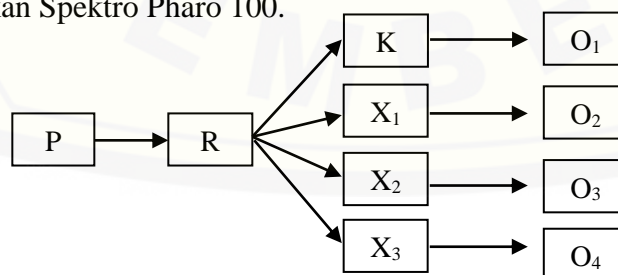
Berdasarkan latar belakang, tinjauan pustaka, dan kerangka konseptual, hipotesis penelitian ini adalah “Terdapat perbedaan kadar krom (Cr) pada limbah cair batik yang tidak diberi arang sekam padi sebagai kelompok kontrol (K) dengan limbah cair batik yang diberi arang sekam padi sebanyak 50 gr/L, 75 gr/L dan 100 gr/L selama 1 jam sebagai kelompok perlakuan (X)”.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah suatu bentuk penelitian eksperimental. Ciri khusus dari penelitian eksperimental adalah adanya percobaan/*trial*. Penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian serta adanya kontrol (Nazir, 2003). Desain penelitian ini adalah *True Experimental Design* dengan bentuk *Posttest Only Control Group Design*. Pada desain ini terdapat dua kelompok yang masing-masing dipilih secara random (R), yaitu kelompok pertama yang diberi perlakuan (X) dan kelompok yang tidak diberi perlakuan disebut kelompok kontrol (K), pengaruh dari ada tidaknya perlakuan (*treatment*) (O). Dalam penelitian dengan desain ini untuk melihat suatu pengaruh *treatment*, dianalisis menggunakan uji beda (Sugiyono, 2010).

Pada penelitian ini dibagi menjadi empat kelompok, yaitu satu kelompok kontrol (K) dan tiga kelompok perlakuan (X1, X2 dan X3). Kelompok kontrol (K) adalah limbah cair batik yang tidak diberi arang sekam padi. Kelompok perlakuan pertama (X1) limbah cair batik diberi arang sekam padi dengan kadar 50 gr/L, kelompok perlakuan kedua (X2) limbah cair batik diberi arang sekam padi dengan kadar 75 gr/L dan kelompok perlakuan ketiga (X3) limbah cair batik diberi arang sekam padi dengan kadar 100 gr/L. Setelah pemberian perlakuan (X1, X2 dan X3) dan direndam selama 1 jam, limbah cair kemudian diperiksa kadar kromnya menggunakan Spektro Pharo 100.



Gambar 3.1 Rancangan Penelitian

Keterangan:

- P : Populasi
- R : Random
- K : Limbah cair batik yang tidak diberi arang sekam padi
- X1 : Limbah cair batik yang diberi arang sekam padi dengan kadar 50 gr/L selama 1 jam
- X2 : Limbah cair batik yang diberi arang sekam padi dengan kadar 75 gr/L selama 1 jam
- X3 : Limbah cair batik yang diberi arang sekam padi dengan kadar 100 gr/L selama 1 jam
- O : Perbedaan dari ada tidaknya perlakuan

Penentuan banyaknya pengulangan untuk setiap perlakuan yang akan dilakukan dalam penelitian ini diperoleh berdasarkan rumus pengulangan untuk desain RAL (Rancangan Acak Lengkap) yakni dengan menggunakan rumus menurut Kemas (1995):

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

Keterangan:

- t : perlakuan/*treatment*, yaitu = 4
- r : pengulangan/replikasi
- 15 : faktor nilai derajat kebebasan

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

$$(4-1)(r-1) \geq 15$$

$$(3)(r-1) \geq 15$$

$$r \geq 18/3$$

$$r \geq 6$$

Diketahui nilai r adalah 6, artinya setiap perlakuan dilakukan pengulangan/replikasi sebanyak 6 kali. Jumlah pengulangan/replikasi ditetapkan dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Total replikasi} &= r \times t \\ &= 6 \times 4 \\ &= 24 \end{aligned}$$

Setelah ditetapkan jumlah t dan r , maka untuk menentukan RAL dibuat tabel dengan rumus $r \times t$. Tabel ukuran 4×6 tersebut kemudian di isi dengan kode perlakuan yang akan dilakukan dan ke-24 kode tersebut diambil secara acak dan kemudian diisikan sesuai urutan pengambilan. Maka hasil RAL adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Tata Letak RAL Penelitian

X12	K3	X22	X13
K2	X25	X26	X15
X14	X21	X31	K6
X33	X16	X11	X32
X23	X34	K5	K4
X35	K1	X36	X24

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

3.2.1 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2014.

3.2.2 Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Industri batik X Desa Sumberpakem Jember dan identifikasi dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Jember.

3.3 Objek Penelitian

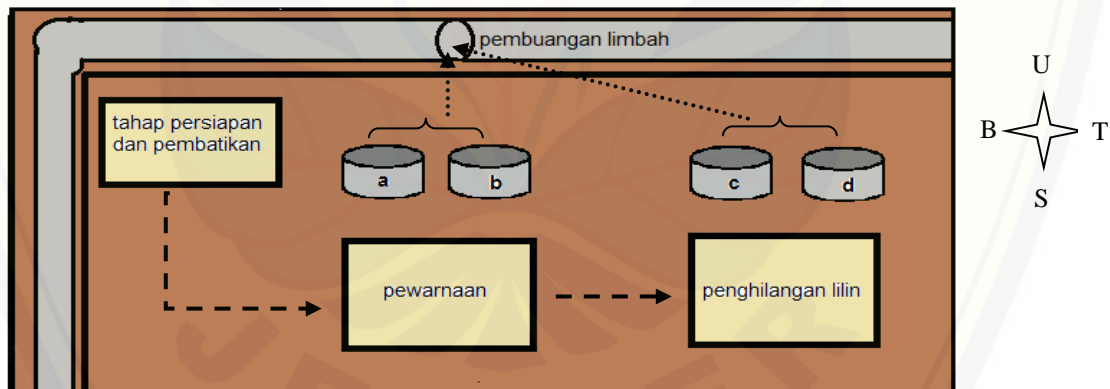
3.3.1 Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair batik yang dicampur dengan arang sekam padi. Jumlah sampel limbah sebanyak 24 L yang dibagi menjadi empat kelompok, yaitu satu kelompok kontrol (K) dan tiga kelompok

perlakuan (X1, X2 dan X3). Kelompok kontrol (K) adalah limbah cair batik yang tidak diberi arang sekam padi sebanyak 6 sampel. Kelompok perlakuan pertama (X1) limbah cair batik diberi arang sekam padi dengan kadar 50 gr/L sebanyak 6 sampel, kelompok perlakuan kedua (X2) limbah cair batik diberi arang sekam padi dengan kadar 75 gr/L sebanyak 6 sampel dan kelompok perlakuan ketiga (X3) limbah cair batik diberi arang sekam padi dengan kadar 100 gr/L sebanyak 6 sampel, sedangkan untuk total arang sekam padi yang dibutuhkan sebanyak 1350 gr.

3.3.2 Teknik Pengambilan Sampel

Air limbah berasal dari tahap pewarnaan dan penghilangan lilin yang masing-masing terdiri dari 2 bak penampungan air limbah. Sampel pada penelitian ini diambil dari bak-bak penampungan air limbah yang kemudian dihomogenkan, karena kondisi selokan yang tertutup. Jadi, air limbah diambil sebelum di buang ke selokan.



Gambar 3.2 Pembuangan air limbah

Keterangan:

a dan b : limbah cair dari pewarnaan dengan volume masing-masing bak 20 L

c dan d : limbah cair dari penghilangan lilin dengan volume masing-masing bak 20 L

— —> : alur proses pembuatan batik

.....> : pembuangan limbah cair

3.4 Variabel dan Definisi Operasional

3.4.1 Variabel Penelitian

Variabel adalah ukuran atau ciri yang dimiliki oleh anggota-anggota suatu kelompok yang berbeda dengan yang dimiliki oleh kelompok yang lain (Notoadmodjo, 2005). Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

a. Variabel Terikat

Variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2011). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kadar krom (Cr) pada limbah cair batik.

b. Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel terikat (Sugiyono, 2011). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah arang sekam padi yaitu dengan kadar 50 gr/L, 75 gr/L dan 100 gr/L dengan lama kontak selama 1 jam.

3.4.2 Definisi Operasional

Definisi operasional adalah suatu definisi yang diberikan kepada suatu variabel atau konstruk dengan cara memberikan arti atau menspesifikasikan kegiatan, ataupun memberikan suatu operasional yang diperlukan untuk mengukur konstruk atau variabel tersebut (Nasir, 2003). Definisi operasional yang diberikan kepada variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Pengukuran	Satuan	Skala Data
1.	Krom (Cr)	Kromium (Cr) merupakan salah satu logam berat yang mempunyai nomor atom 24 dan nomor massa 51,996 dan merupakan logam yang terkandung dalam zat pewarna pembuatan batik.	Uji laboratorium menggunakan Spektro Pharo 100	mg/L	Rasio
2.	Limbah cair batik	Semua bahan buangan yang berbentuk cair yang kemungkinan mengandung mikroorganisme patogen, bahan kimia beracun, dan radioaktivitas yang berasal dari proses pembuatan batik.	Observasi	Liter (L)	Rasio
3.	Arang sekam padi	Suatu bahan padat berpori dan merupakan hasil pembakaran tidak sempurna dari sekam padi yang mengandung karbon serta yang digunakan sebagai bahan penyerap Cr dengan kadar yang digunakan yakni 50 gr, 75 gr dan 100 gr.	Timbangan	Gram (gr)	Rasio
4.	Waktu kontak	Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk proses penyerapan krom (Cr) oleh arang sekam padi yakni selama 1 jam.	<i>Stopwatch</i>	Jam	Rasio

3.5 Alat dan Bahan Penelitian

3.5.1 Perlakuan Arang Aktif Sekam Padi pada Limbah Cair Batik

a. Bahan

- 1) 24 L limbah cair batik
- 2) 1350 gr arang sekam padi

b. Alat

- 1) Penumbuk
- 2) Ayakan
- 3) Timbangan
- 4) Gelas ukur 1 liter
- 5) 24 botol plastik 1,5 liter
- 6) Pengaduk
- 7) *Stopwatch*

3.5.2 Uji Laboratorium

a. Bahan

- 1) Serbuk reagen Cr-1
- 2) Cairan reagen Cr-2

b. Peralatan

- 1) *Beaker glass*
- 2) Tabung reaksi dan tutupnya
- 3) Pipet 5 ml
- 4) Bulp
- 5) Kuvet
- 6) Spektro Pharo 100
- 7) *Stopwatch*

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Arang Sekam Padi

Proses pembuatan arang sekam padi dilakukan oleh pembuat arang di Desa Sumberpakem, tahap pembuatannya sebagai berikut:

- a. Tumpuk sekam padi bakar bagian puncak tumpukan dengan menggunakan sabut kelapa yang sudah ditambah sedikit minyak tanah.
- b. Api yang dihidupkan akan membakar sekam sekelilingnya hingga menjadi bara, tunggu hingga sekam berubah menjadi arang semua.
- c. Setelah semua sekam menjadi arang, siram segera dengan air agar tidak menjadi abu.

3.6.2 Prosedur Aktivasi Arang Sekam Padi

- a. Tumbuk arang sekam padi dengan alat penumbuk.
- b. Kemudian arang sekam padi diayak dengan menggunakan ayakan.
- c. Arang sekam padi direndam dalam cairan asam sulfat selama 30 menit.
- d. Saring arang sekam padi untuk memisahkannya dari cairan.
- e. Kemudian dioven dalam suhu 105 °C sampai kering selama 4,5 jam.

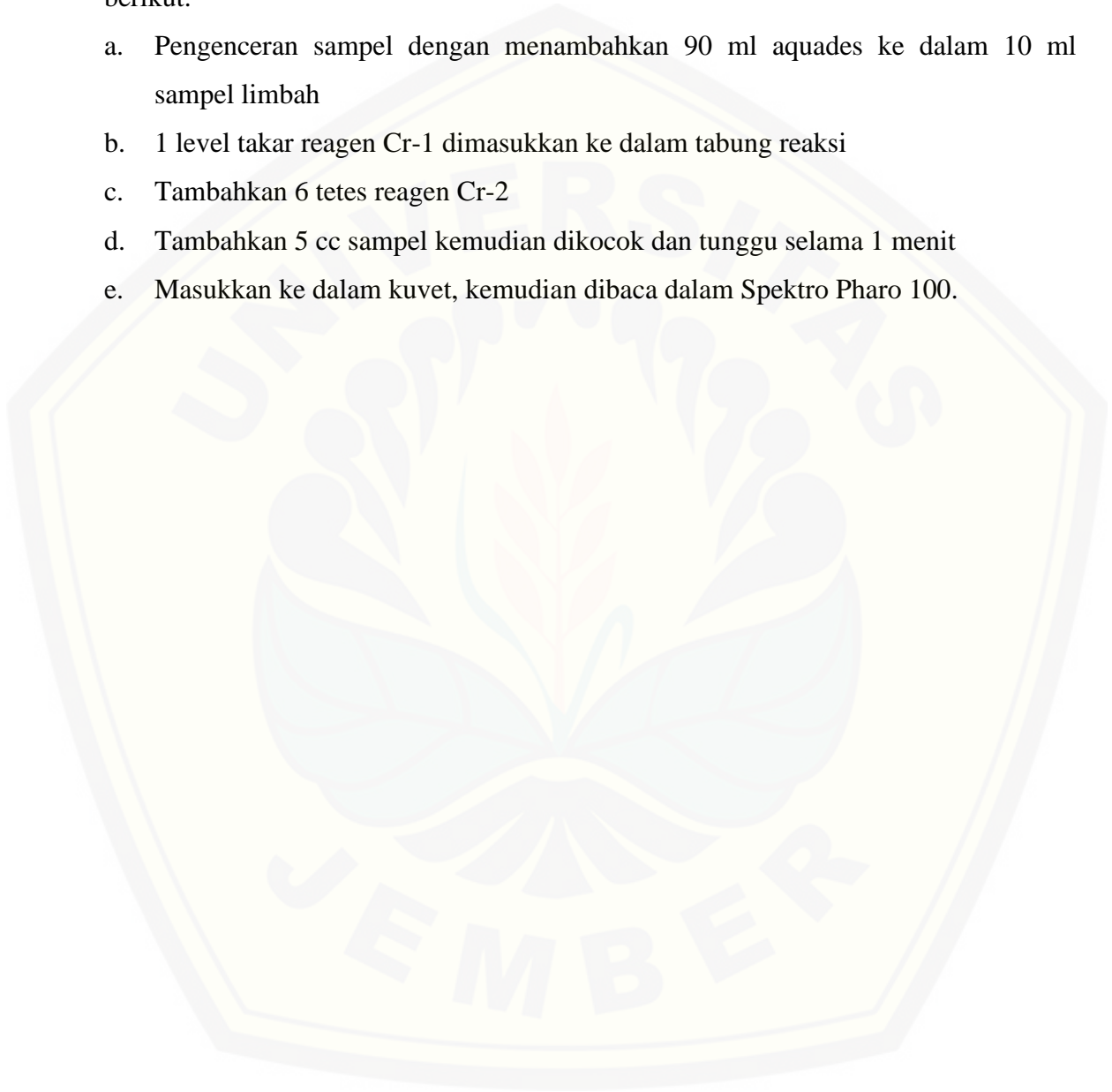
3.6.3 Prosedur Perlakuan Arang Sekam Padi pada Limbah Cair Batik

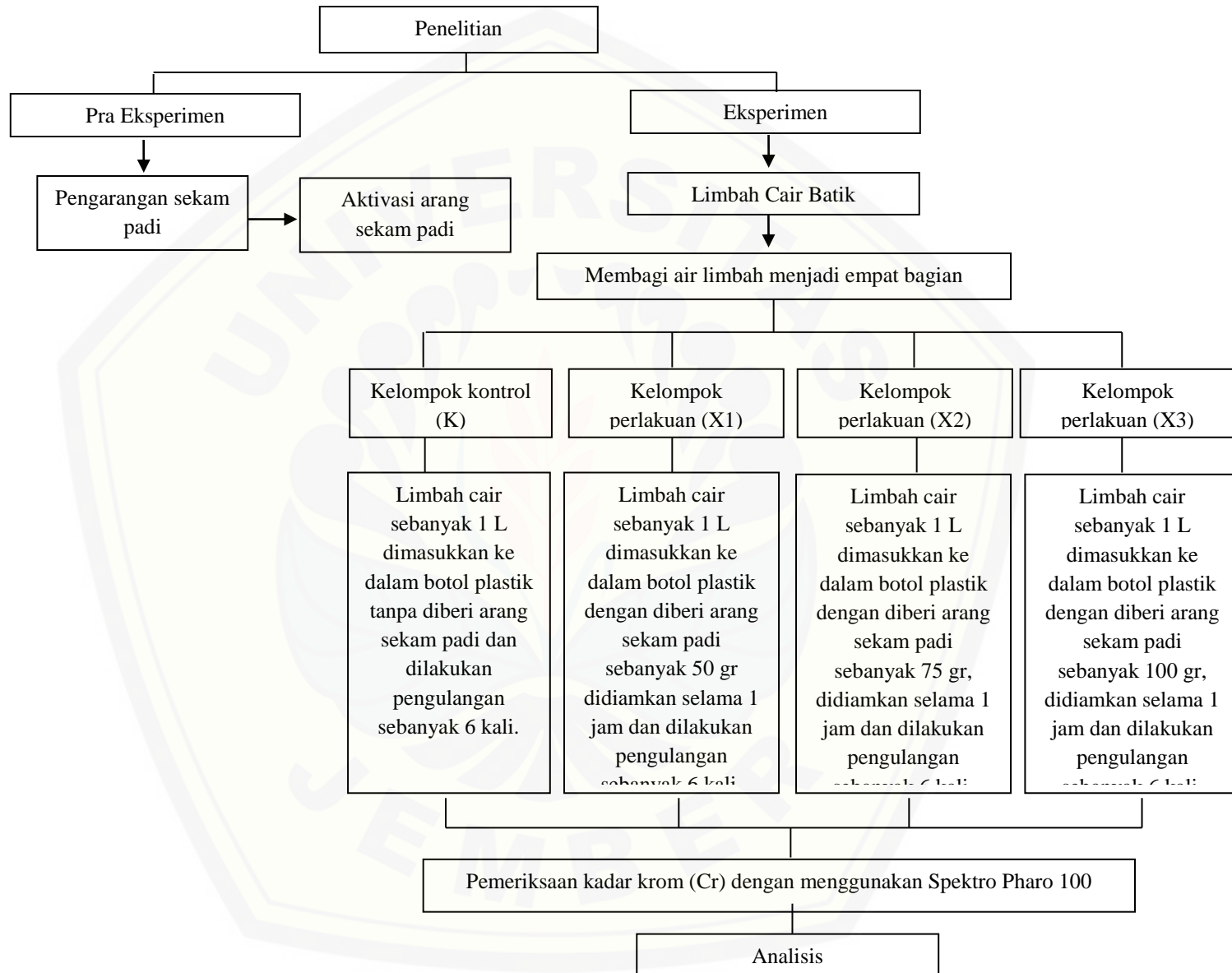
- a. Siapkan gelas ukur dengan volume 1 liter.
- b. Masukkan limbah cair batik ke dalam botol plastik sebanyak 1 liter.
- c. Masukkan arang sekam padi dengan massa 50 gr, 75 gr dan 100 gr, aduk sebentar kemudian diamkan atau rendam selama 1 jam.
- d. Kemudian mengukur kadar krom (Cr) pada limbah cair batik.
- f. Prosedur Pengujian Krom (Cr) pada Limbah Cair Batik

3.6.4 Prosedur Pengujian Krom (Cr)

Setelah 1 jam perendaman arang sekam padi pada limbah cair batik, lakukan langkah-langkah tentang cara uji krom total dengan Spektro Pharo 100 sebagai berikut:

- a. Pengenceran sampel dengan menambahkan 90 ml aquades ke dalam 10 ml sampel limbah
- b. 1 level takar reagen Cr-1 dimasukkan ke dalam tabung reaksi
- c. Tambahkan 6 tetes reagen Cr-2
- d. Tambahkan 5 cc sampel kemudian dikocok dan tunggu selama 1 menit
- e. Masukkan ke dalam kuvet, kemudian dibaca dalam Spektro Pharo 100.





Gambar 3.3 Kerangka Operasional

3.7 Data dan Sumber Data

3.8.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang langsung memberikan kepada pengumpul data (Sugiyono, 2011). Data primer dalam penelitian ini didapatkan dari uji laboratorium penurunan kandungan krom (Cr) pada limbah cair batik dengan arang sekam padi.

3.8.2 Data Sekunder

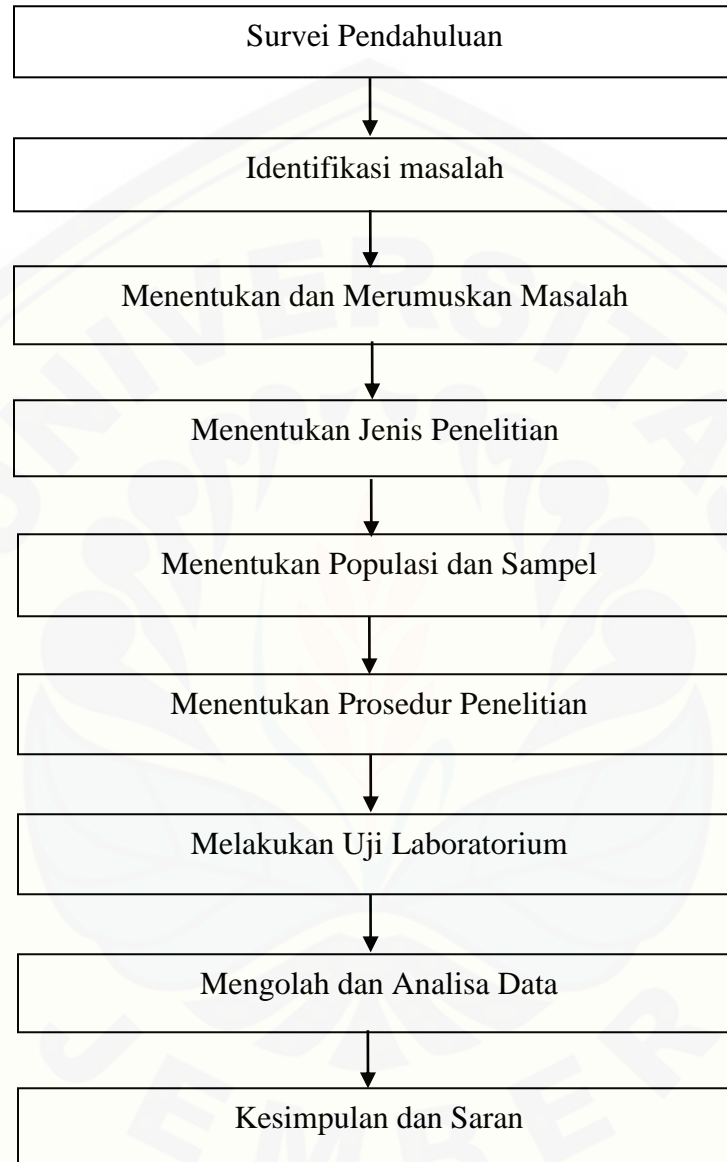
Data sekunder merupakan data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau dokumen (Sugiyono, 2011). Data sekunder dikumpulkan melalui referensi seperti buku-buku dan jurnal serta berdasarkan baku mutu lingkungan.

3.8 Teknik Penyajian dan Analisis Data

Cara penyajian data penelitian dilakukan melalui berbagai bentuk pada umumnya dikelompokkan menjadi tiga, yaitu penyajian dalam bentuk teks, penyajian dalam bentuk tabel dan penyajian dalam bentuk grafik (Notoadmodjo, 2005). Dalam penelitian ini, data disajikan dalam bentuk grafik disertai dengan narasi sebagai penjelasan.

Analisa data menggunakan analisis deskriptif dan analitik. Analisis deskriptif menggambarkan hasil uji laboratorium. Data disajikan secara deskriptif dan dalam bentuk grafik. Uji statistik dilakukan untuk melihat perbedaan penambahan arang sekam padi terhadap penurunan kandungan krom (Cr) pada limbah cair batik yang tidak diberi arang sekam padi dengan limbah cair yang diberi arang sekam padi. Uji statistik dilakukan dengan menggunakan uji *One Way Anova* dengan $\alpha = 0,05$ untuk melihat perbedaan masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat.

3.9 Kerangka Alur Penelitian



Gambar 3.4 Alur Penelitian