

**EFEKTIVITAS FITOREMEDIASI *Iris pseudacorus* DALAM MENURUNKAN KADAR BOD, COD, DAN WARNA PADA LIMBAH CAIR BATIK TULIS LASEM REMBANG**

**SKRIPSI**

Disusun untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana S1  
dalam Bidang Biologi



oleh:

Athiyyah Misykat Elmiyyah  
NIM: 1808016025

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Athiyyah Misykat Elmiyyah

NIM : 1808016025

Jurusan : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**Efektivitas Fitoremediasi *Iris pseudacorus* Dalam Menurunkan Kadar BOD, COD, dan Warna Pada Limbah Cair Batik Tulis Lasem Rembang**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 13 April 2022

Pembuat Pernyataan,



Athiyyah Misykat Elmiyyah  
1808016025



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus 2 Ngaliyan Semarang 50185 Telp. (024) 76433366

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **EFEKTIVITAS FITOREMEDIASI *Iris pseudacorus* DALAM  
MENURUNKAN KADAR BOD, COD, DAN WARNA PADA LIMBAH CAIR  
BATIK TULIS LASEM REMBANG**

Nama : Athiyah Misykat Elmiyyah

NIM : 1808016025

Jurusan : Biologi

Telah diujikan dalam sidang munaqosah oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan  
Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh  
gelar sarjana dalam Biologi

Semarang, 14 Juni 2022

DEWAN PENGUJI

Ketua

**Abdul Malik, M.Si**  
NIP. 198911032018011001

Penguji I

**Dr. Ling Rusmadi, M.Si**  
NIDN. 202601832

Pembimbing I

**Abdul Malik, M.Si**  
NIP. 198911032018011001

Sekretaris

**Noor Amalia Chusna, M.Ling**  
NIP. 19950512201903022

Penguji II

**Eko Purnomo, S.Si, S.Pd, M.Si**  
NIP. 198604232029031006

Pembimbing II

**Noor Amalia Chusna, M.Ling**  
NIP. 19950512201903022

## NOTA PEMBIMBING

Semarang, 13 April 2022

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo  
di Semarang

*Assalamu'alaikum wr.wb*

Dengan ini di beritahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul : **Efektivitas Fitoremediasi *Iris pseudacorus* dalam Menurunkan Kadar BOD, COD, dan Warna pada Limbah Cair Batik Tulis Lasem Rembang**

Penulis : Athiyyah Misykat Elmiyyah

NIM : 1808016025

Jurusan : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang *Munaqasyah*.

*Wassalamu'alaikum wr.wb*

Pembimbing I,



**Abdul Malik, M.Si**

NIP. 198911032018011001

## NOTA PEMBIMBING

Semarang, 13 April 2022

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo  
di Semarang

*Assalamu'alaikum wr.wb*

Dengan ini di beritahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul : **Efektivitas Fitoremediasi *Iris pseudacorus* dalam Menurunkan Kadar BOD, COD, dan Warna pada Limbah Cair Batik Tulis Lasem Rembang**

Penulis : Athiyyah Misykat Elmiyyah

NIM : 1808016025

Jurusan : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang *Munaqasyah*.

*Wassalamu'alaikum wr.wb*

Pembimbing II,



**Noor Amalia Chusna, M.Ling**

NIP. 199505122019032022

## ABSTRAK

Kegiatan industri batik di Indonesia didominasi oleh industri-industri skala kecil dengan modal yang terbatas, sehingga sebagian besar industri batik tidak memiliki unit pengolahan limbah sendiri. Setiap limbah memiliki karakteristik tersendiri. Limbah yang dihasilkan dibuang langsung ke selokan atau badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu. Limbah cair batik tulis mengandung zat kimia seperti soda api (NaOH) dan sodium nitrit ( $\text{NaNO}_2$ ) yang mengakibatkan kadar oksigen dalam air menurun tajam. Selain itu terdapat beberapa kandungan kimia lain yang membahayakan. Tingginya kadar BOD, COD dan warna yang dihasilkan dapat menurunkan kualitas kehidupan biota perairan. Tanaman *Iris pseudacorus* memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar BOD, COD dan warna limbah cair batik tulis dengan sistem fitoremediasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik limbah cair batik tulis, mengetahui efektivitas dan pengaruh jumlah tanaman *Iris pseudacorus* dengan teknik fitoremediasi untuk menurunkan kadar BOD, COD dan warna limbah batik tulis lasem dalam skala rumah tangga, dan terdapat beberapa parameter tambahan seperti DO, TDS, serta pH. Kemudian untuk mengetahui morfologi tanaman *Iris pseudacorus* setelah perlakuan. Metode penelitian ini yaitu menggunakan metode eksperimen dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari lima variasi jumlah tanaman *Iris pseudacorus* yaitu 0 batang (kontrol), 1 batang, 2 batang, 3 batang, dan 4 batang dengan 3 kali ulangan selama 28 hari. Analisis yang digunakan adalah Anova dan dilanjutkan dengan uji duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah cair batik memiliki karakteristik kandungan BOD, COD, warna, DO, TDS

dan pH yang tinggi melebihi baku mutu. Selain itu tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif dalam menurunkan BOD, COD, warna, serta parameter tambahan seperti DO, TDS, dan pH pada fitoremediasi limbah cair batik tulis lasem. Serta perubahan morfologi yang sangat terlihat. Tanaman menjadi layu dan tidak terdapat pertumbuhan akar serta bakal bunga.

**Kata Kunci: BOD, COD, Efektivitas, Fitoremediasi.**

## **ABSTRACT**

The activities of the batik industry in Indonesia are dominated by small-scale industries with limited capital, so that most of the batik industry does not have its own waste treatment unit. Each waste has its own characteristics. The resulting waste is disposed of directly into sewers or water bodies without prior treatment. Hand-drawn batik liquid waste contains chemicals such as caustic soda (NaOH) and sodium nitrite (NaNO<sub>2</sub>) which causes oxygen levels in the water to decrease sharply. In addition, there are several other harmful chemicals. The high levels of BOD, COD and the resulting color can reduce the quality of life of aquatic biota. *Iris pseudacorus* has the ability to reduce the levels of BOD, COD and the color of written batik wastewater using a phytoremediation system. The purpose of this study was to determine the characteristics of written batik liquid waste, to determine the effectiveness and effect of the number of *Iris pseudacorus* plants with phytoremediation techniques to reduce BOD, COD and color of lasem batik waste in household scale, and there are several additional parameters such as DO, TDS, as well as pH. Then to determine the morphology of *Iris pseudacorus* after treatment. This research method is an experimental method with a completely randomized design (CRD) consisting of five variations in the number of *Iris*

pseudacorus plants, namely 0 stems (control), 1 stem, 2 stems, 3 stems, and 4 stems with 3 replications for 28 days. The analysis used was Anova and continued with Duncan's test. The results showed that batik wastewater had characteristics of high BOD, COD, color, DO, TDS and pH content that exceeded the quality standard. In addition, the Iris pseudacorus plant was not effective in reducing BOD, COD, color, and additional parameters such as DO, TDS, and pH in the phytoremediation of lasem batik liquid waste. As well as very visible morphological changes. The plant wilts and there is no root growth and will flower.

**Keywords: BOD, COD, Effectiveness, Phytoremediation.**

## PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB – LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huuf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI, masing-masing No. 158 Tahun 1987 dan No. 0543b/U/1987 dengan beberapa adaptasi.

Aksara Arab		Aksara Latin	
Simbol	Nama (Bunyi)	Simbol	Nama (Bunyi)
ا	<i>Alif</i>	tidak dilambangkan	tidak dilambangkan
ب	<i>Ba</i>	b	Be
ت	<i>Ta</i>	t	Te
ث	<i>Sa</i>	š	Es dengan titik di atas
ج	<i>Ja</i>	j	Je
ح	<i>Ha</i>	ḥ	Ha dengan titik di bawah
خ	<i>Kha</i>	kh	Ka dan Ha
د	<i>Dal</i>	d	De
ذ	<i>Zal</i>	ẓ	Zet dengan titik di atas
ر	<i>Ra</i>	r	Er
ز	<i>Zai</i>	z	Zet
س	<i>Sin</i>	s	Es
ش	<i>Syin</i>	sy	Es dan Ye
ص	<i>Sad</i>	ṣ	Es dengan titik di bawah
ض	<i>Dad</i>	ḍ	De dengan titik di bawah
ط	<i>Ta</i>	ṭ	Te dengan titik di bawah
ظ	<i>Za</i>	ẓ	Zet dengan titik di bawah
ع	<i>'Ain</i>	`	Apostrof terbalik
غ	<i>Ga</i>	g	Ge
ف	<i>Fa</i>	f	Ef

ق	<i>Qaf</i>	q	Qi
ك	<i>Kaf</i>	k	Ka
ل	<i>Lam</i>	l	El
م	<i>Mim</i>	m	Em
ن	<i>Nun</i>	n	En
و	<i>Waw</i>	w	We
ه	<i>Ha</i>	h	Ha
ء	<i>Hamzah</i>	'	Apostrof
ي	<i>Ya</i>	y	Ye

*Hamzah* (ء) yang terletak di awal kata mengikuti vokalnya tanpa diberi tanda apapun. Jika terletak di tengah atau di akhir, maka ditulis dengan tanda (').

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Sholawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW, semoga kita diakui sebagai umatnya dan mendapatkan syafaatnya baik di dunia maupun di akhirat.

Penulisan skripsi ini disusun guna memenuhi tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana (S1) Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, perlu disadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik dan lancar tanpa adanya bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu, dengan penuh rasa hormat penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. H. Ismail, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang beserta seluruh staf.
2. Baiq Farhatul Wahidah, M.Si, selaku Ketua Prodi Prodi Biologi dan selaku dosen wali beserta seluruh dosen yang telah memotivasi dan memberi arahan kepada penulis.
3. Abdul Malik, M.Si. dan Noor Amalia Chusna, M.Ling. selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Abah dan Ummi tercinta, Abah Nur Salam Abdullah dan Ummi Niswatus Sholihah yang telah memberikan do'a, nasehat, dukungan, semangat dan kasih sayang yang tulus kepada penulis.
5. Adik-adikku tersayang: Aimmah Misykat Mahanani dan In'am Fadhiel Been Noor yang telah mendo'akan dan memberikan dukungan, semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Abi Amin Syamsul Arifin dan Umi Siti Mariana Shofa selaku pengasuh Rumah Tahfidz Al-Amna, selayak orang

- tua kedua di Semarang yang selalu memberikan do'a, arahan, motivasi dan dukungan kepada penulis.
7. Dewi Nur Syahida, Khofifah Yuniasari, Septi Nur Lailia, Ichwan Cholil Maulana, Hilmatuzzulfa, Diah Ayu Nur Cahyani sebagai teman yang selalu memberi semangat dan dukungan kepada penulis.
  8. Fretty Anandita Normala selaku kakak yang memberi motivasi terkait penelitian penulis.
  9. Teman-teman seperjuangan Prodi Biologi 2018 yang selalu memberikan semangat dan pengalaman berharga kepada penulis selama perkuliahan.
  10. Teman-temanku di Rumah Tahfidz Al-Amna yang selalu menemani penulis dalam suka maupun duka. Terima kasih atas semangat dan kasih sayangnya yang selayak keluarga selama ini.
  11. Semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu namanya.

Semoga Allah SWT membalas semua jasa-jasanya dengan balasan yang lebih. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Namun penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya.  
Terima kasih

Semarang, 13 April 2022

Penulis,



Athiyah Misykat Elmiyyah

1808016025

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN .....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING . <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
NOTA PEMBIMBING .....	iii
NOTA PEMBIMBING .....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB – LATIN .....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR GAMBAR.....	xxii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian .....	7
D. Manfaat Penelitian.....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Deskripsi Teori.....	9
1. Limbah Cair .....	9
2. Limbah Cair Batik.....	10
3. Karakteristik Limbah Batik.....	12
4. Kadar BOD, COD dan Warna Limbah Cair Batik.....	17
5. Dampak Limbah Cair Batik .....	19
6. Teknik Fitoremediasi .....	20
7. Tanaman <i>Iris pseudacorus</i> .....	23
4. Unity of Scientis (UoS) .....	26
B. Kerangka Berpikir.....	28

### **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Jenis Penelitian.....	29
B. Tahapan Penelitian.....	30
C. Variable Penelitian .....	31
D. Desain Penelitian.....	31
E. Tempat dan Waktu Penelitian .....	33
F. Teknik Pengumpulan Data .....	34
G. Persiapan Penelitian.....	35
H. Analisis Data.....	36

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Deskripsi Hasil.....	37
1. Kandungan Limbah Cair Batik Tulis Lasem ...	37
2. Pengukuran BOD.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
a. Pengukuran Kualitas BOD Limbah Cair Pelorodan Batik.....	39
b. Uji Homogenitas BOD Limbah Cair Pelorodan.....	40
c. Analisis Sidik Ragam BOD Limbah Cair Pelorodan.....	41
d. Uji Duncan BOD Limbah Cair Pelorodan...	41
e. Pengukuran Kualitas BOD Limbah Cair Pewarnaan.....	42
f. Uji Homogenitas BOD Limbah Cair Pewarnaan.....	43
g. Analisis Sidik Ragam BOD Limbah Cair Pewarnaan.....	44
3. Pengukuran Kadar COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ).....	45
a. Pengukuran Kualitas COD Limbah Cair Pelorodan.....	45

c.	Analisis Sidik Ragam COD Limbah Cair	
	Pelorodan.....	47
d.	Uji Duncan COD Limbah Cair Pelorodan...	48
e.	Pengukuran Kualitas COD Limbah Cair	
	Pewarnaan.....	48
f.	Analisis Sidik Ragam COD Limbah Cair	
	Pewarnaan.....	51
g.	Uji Duncan COD Limbah Cair Pewarnaan.	51
4.	Pengukuran Kadar Warna.....	52
a.	Pengukuran Kualitas Warna Limbah Cair	
	Pelorodan.....	52
b.	Uji Homogenitas Warna Limbah Cair	
	Pelorodan.....	53
c.	Analisis Sidik Ragam Warna Limbah Cair	
	Pelorodan.....	54
d.	Uji Duncan Warna Limbah Cair Pelorodan	55
f.	Uji Homogenitas Warna Limbah Cair	
	Pewarnaan.....	57
g.	Analisis Sidik Ragam Warna Limbah Cair	
	Pewarnaan.....	57
h.	Uji Duncan Warna Limbah Cair Pewarnaan	
	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
5.	Pengukuran Kadar DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> )	
	..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
a.	Pengukuran Kualitas DO Limbah Cair	
	Pelorodan.....	58
b.	Uji Homogenitas DO Limbah Cair	
	Pelorodan.....	59
c.	Analisis Sidik Ragam Kadar DO Limbah Cair	
	Pelorodan.....	60
d.	Uji Duncan DO Limbah Cair Pelorodan.....	61

e.	Pengukuran Kualitas DO Limbah Cair	
	Pewarnaan.....	61
f.	Uji Homogenitas DO Limbah Cair	
	Pewarnaan.....	63
g.	Analisis Sidik Ragam DO Limbah Cair	
	Pewarnaan.....	63
h.	Uji Duncan DO Limbah Cair	
	Pewarnaan.....	64
6.	Pengukuran Kadar TDS ( <i>Total Dissolved Solid</i> ).....	64
a.	Pengukuran Kualitas TDS Limbah Cair Pelorodan .....	64
b.	Uji Homogenitas TDS Limbah Cair Pelorodan.....	66
c.	Analisis Sidik Ragam TDS Limbah Cair Pelorodan .....	66
d.	Uji Duncan TDS Limbah Cair Pelorodan... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
e.	Pengukuran Kualitas TDS Limbah Cair Pewarnaan .....	67
f.	Uji Homogenitas TDS Limbah Cair Pewarnaan.....	69
g.	Analisis Sidik Ragam TDS Limbah Cair Pewarnaan .....	69
h.	Uji Duncan TDS Limbah Cair Pewarnaan.....	70
7.	Pengukuran Kadar pH.....	70
a.	Pengukuran Kualitas pH Limbah Cair Pelorodan.....	70
	Tanda (-) terjadi penurunan setelah fitoremediasi.....	71

b. Uji Homogenitas pH Limbah Cair Pelorodan.....	72
c. Analisis Sidik Ragam pH Limbah Cair Pelorodan.....	73
d. Uji Duncan pH Limbah Cair Pelorodan	<b>Error! Bookmark</b>
e. Pengukuran Kualitas pH Limbah Cair Pewarnaan.....	73
f. Uji Homogenitas pH Limbah Cair Pewarnaan.....	75
g. Analisis Sidik Ragam pH Limbah Cair Pewarnaan.....	76
h. Uji Duncan pH Limbah Cair Pewarnaan.....	76
8. Perubahan Morfologi Tanaman .....	76
B. Pembahasan .....	89
1. Kandungan Limbah Cair Batik Tulis Lasem ...	89
2. Pengukuran BOD .....	91
3. Pengukuran COD .....	96
4. Pengukuran Warna .....	99
5. Pengukuran DO.....	102
6. Pengukuran TDS.....	105
7. Pengukuran pH.....	107
8. Perubahan Morfologi Tanaman .....	110
9. Hubungan Antara Kadar BOD, COD, Warna, DO, TDS, dan pH dengan Morfologi Tumbuhan .	113
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan.....	115
B. Saran.....	116
DAFTAR PUSTAKA.....	117
LAMPIRAN 1.....	124
LAMPIRAN 2.....	125
RIWAYAT HIDUP.....	127

## DAFTAR TABEL

Tabel 2 1	Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Tekstil.....	16
Tabel 2 2	Hasil Karakteristik Limbah Pewarnaan Batik Jetis.....	19
Tabel 2 3	Klasifikasi <i>Iris pseudacorus</i> .....	26
Tabel 4 1	Hasil Uji Karakteristik Limbah Pelorodan Batik.....	38
Tabel 4 2	Hasil Uji Karakteristik Limbah Pewarnaan Batik.....	38
Tabel 4 3	Kualitas BOD Limbah Cair Pelorodan Selama Perlakuan.....	39
Tabel 4 4	Uji Homogenitas BOD Limbah Cair Pelorodan .....	40
Tabel 4 5	Analisis Sidik Ragam BOD Limbah Cair Pelorodan .....	41
Tabel 4 6	Uji Duncan BOD Limbah Cair Pelorodan .....	41
Tabel 4 7	Kualitas BOD Limbah Cair Pewarnaan Selama Perlakuan.....	42
Tabel 4 8	Uji Homogenitas BOD Limbah Cair Pelorodan .....	43
Tabel 4 9	Analisis Sidik Ragam BOD Limbah Cair Pelorodan .....	44
Tabel 4 10	Uji Duncan BOD Limbah Cair Pewarnaan .....	44

Tabel 4 11	Kualitas COD Limbah Cair Pelorodan Selama Perlakuan.....	45
Tabel 4 12	Uji Homogenitas COD Limbah Cair Pelorodan .....	46
Tabel 4 13	Analisis Sidik Ragam COD Limbah Cair Pelorodan .....	47
Tabel 4 14	Uji Duncan COD Limbah Cair Pelorodan .....	48
Tabel 4 15	Kualitas COD Limbah Cair Pewarnaan Selama Perlakuan.....	49
Tabel 4 16	Uji Homogenitas COD Limbah Cair Pewarnaan .....	50
Tabel 4 17	Analisis Sidik Ragam COD Limbah Cair Pewarnaan .....	51
Tabel 4 18	Analisis Sidik Ragam COD Limbah Cair Pewarnaan .....	51
Tabel 4 19	Pengukuran Kualitas Warna Limbah Cair Pelorodan .....	52
Tabel 4 20	Uji Homogenitas Warna Limbah Cair Pelorodan .....	53
Tabel 4 21	Analisis Sidik Ragam Warna Limbah Cair Pelorodan .....	54
Tabel 4 22	Uji Duncan Warna Limbah Cair Pelorodan.....	55
Tabel 4 23	Pengukuran Kualitas Warna Limbah Cair Pewarnaan .....	55
Tabel 4 24	Uji Homogenitas Warna Limbah Cair Pewarnaan .....	57
Tabel 4 25	Analisis Sidik Ragam Warna Limbah Cair Pewarnaan .....	57
Tabel 4 26	Uji Duncan Warna Limbah Cair Pewarnaan	<b>Error! Bookmark</b>

Tabel 4 27	Pengukuran Kualitas DO Limbah Cair Batik Pelorodan .....	58
Tabel 4 28	Uji Homogenitas DO Limbah Cair Pelorodan.....	59
Tabel 4 29	Analisis Sidik Ragam Kadar DO Limbah Cair Pelorodan .....	60
Tabel 4 30	Uji Duncan DO Limbah Cair Pelorodan .....	61
Tabel 4 31	Pengukuran Kualitas DO Limbah Cair Pewarnaan .....	61
Tabel 4 32	Uji Homogenitas DO Limbah Cair Pewarnaan .....	63
Tabel 4 33	Analisis Sidik Ragam DO Limbah Cair Pewarnaan .....	63
Tabel 4 34	Uji Duncan DO Limbah Cair Pewarnaan .....	64
Tabel 4 35	Pengukuran Kualitas TDS Limbah Cair Pelorodan .....	65
Tabel 4 36	Uji Homogenitas TDS Limbah Cair Pelorodan .....	66
Tabel 4 37	Analisis Sidik Ragam TDS Limbah Cair Pelorodan .....	66
Tabel 4 38	Uji Duncan TDS Limbah Cair Pelorodan	<b>Error! Bookmark not</b>
Tabel 4 39	Pengukuran Kualitas TDS Limbah Cair Pewarnaan .....	67
Tabel 4 40	Uji Homogenitas TDS Limbah Cair Pewarnaan .....	69
Tabel 4 41	Analisis Sidik Ragam TDS Limbah Cair Pewarnaan .....	69
Tabel 4 42	Uji Duncan TDS Limbah Cair Pewarnaan.....	70
Tabel 4 43	Pengukuran Kualitas pH Limbah Cair Pelorodan .....	71

Tabel 4 44	Uji Homogenitas TDS Limbah Cair Pelorodan .....	72
Tabel 4 45	Analisis Sidik Ragam TDS Limbah Cair .....	73
Tabel 4 46	Uji Duncan pH Limbah Cair Pelorodan	<b>Error! Bookmark not c</b>
Tabel 4 47	Pengukuran Kualitas pH Limbah Cair Pewarnaan .....	74
Tabel 4 48	Uji Homogenitas pH Limbah Cair Pewarnaan .....	75
Tabel 4 49	Tabel Analisis Sidik Ragam pH Limbah Cair Pewarnaan .....	76
Tabel 4 50	Uji Duncan Limbah Cair Pewarnaan.....	76
Tabel 4 51	Rata-Rata Panjang Tanaman Pada Minggu 0 (Hari Pertama Perlakuan) .....	77
Tabel 4 52	Rata-Rata Panjang Tanaman Pada Minggu 1 (Hari Ke-7 Perlakuan) .....	78
Tabel 4 53	Rata-Rata Panjang Tanaman Pada Minggu 2 (Hari Ke-14 Perlakuan) .....	79

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1	Skema Proses Produksi Batik dan Sumber Asal Limbah.....	13
Gambar 2 2	Limbah Cair Pelorodan.....	15
Gambar 2 3	Limbah Cair Pewarnaan.....	15
Gambar 2 4	Tanaman <i>Iris pseudacorus</i> .....	26
Gambar 3 1	Peta Lokasi Industri Batik.....	34
Gambar 3 2	Lokasi Pengambilan Sampel Limbah Cair Batik.....	34
Gambar 4 1	Grafik Persentase Penurunan Kadar BOD Limbah Cair Pelorodan Batik.....	40
Gambar 4 2	Grafik Persentase Penurunan Kadar BOD Limbah Cair Pewarnaan Batik.....	43
Gambar 4 3	Grafik Persentase Penurunan Kadar COD Limbah Cair Pelorodan Batik.....	46
Gambar 4 4	Grafik Persentase Penurunan Kadar COD Limbah Cair Pewarnaan Batik.....	49
Gambar 4 5	Grafik Persentase Penurunan Kadar Warna Limbah Cair Pelorodan Batik.....	53
Gambar 4 6	Grafik Persentase Penurunan Kadar Warna Limbah Cair Pewarnaan Batik.....	56
Gambar 4 7	Grafik Persentase Penurunan Kadar DO Limbah Cair Pelorodan Batik.....	59
Gambar 4 8	Grafik Persentase Penurunan Kadar DO Limbah Cair Pewarnaan Batik.....	62
Gambar 4 9	Grafik Persentase Penurunan Kadar TDS Limbah Cair Pelorodan Batik.....	65
Gambar 4 10	Grafik Persentase Penurunan Kadar TDS Limbah Cair Pewarnaan Batik.....	68

Gambar 4 11	Grafik Persentase Penurunan pH Limbah Cair Pelorodan Batik.....	72
Gambar 4 12	Grafik Persentase Penurunan pH Limbah Cair Pewarnaan Batik.....	74
Gambar 4 13	Morfologi Iris pseudacorus (a) sebelum perlakuan; (b) setelah perlakuan.....	87
Gambar 4 14	Morfologi akar Iris pseudacorus (a) sebelum perlakuan; (b) setelah perlakuan .....	88

## DAFTAR LAMPIRAN

		<b>Halaman</b>
Lampiran 1	Dokumentasi Penelitian	119
Lampiran 2	Hasil Uji Laboratorium	120

# BAB I

## PENDAHULUAN

### **A. Latar Belakang**

Batik diakui oleh UNESCO secara resmi sebagai warisan budaya tak benda (Kemanusiaan untuk Budaya Lisan dan Nonbendawi (*Masterpieces of the Oral and the Intangible Heritage of Humanity*) pada tahun 2009. Sejak saat itu perkembangan batik menjadi lebih cepat, begitu pula dengan industrinya. Menurut Subekti (2020) hingga tahun 2020 diperkirakan terdapat 6.120 unit industri batik di Indonesia dan menghasilkan produksi sebesar 407,5 miliar rupiah per bulan.

Salah satu batik yang terkenal adalah Batik Tulis Lasem. Batik Tulis Lasem terkenal dengan motif akulturasi antara dua etnis budaya, motifnya merupakan perpaduan antara Jawa dan Tionghoa. Industri batik di Lasem tidak sebesar industri batik di kota penghasil batik lainnya. Industri batik di Lasem ini banyak berupa UMKM berskala rumah tangga. Hingga saat ini terdapat sekitar 114 usaha batik di Lasem. Menurut Tangahu dan Ningih (2016) umumnya industri batik skala rumah tangga dapat menghasilkan limbah cair dengan jumlah yang banyak dan dibuang ke lingkungan sekitar tanpa proses pengolahan. UMKM produksi batik di Lasem memiliki modal yang terbatas, sehingga industri batik di Lasem belum

memiliki unit pengolah limbah sendiri. Kemudian limbah cair yang dihasilkan dibuang ke selokan tanpa diolah terlebih dahulu. Hal ini menyebabkan pencemaran pada alam sekitar, terutama pada ekosistem sungai dan sekitarnya karena limbah yang dibuang ke selokan akan mengalir ke aliran sungai.

Bahan baku proses pembuatan batik seperti damar mata kucing, gondokukom (resina colophonium), kote (lilin lebah), parafin, microwax, lilin bekas (residu pematangan). Proses ini umumnya dengan menambahkan bahan kimia sebagai bahan tambahan seperti zat pewarna, minyak, lilin, soda api (NaOH), deterjen kanji dan lain sebagainya. Sebagian besar bahan-bahan ini memiliki sifat tidak dapat terurai secara alami. Malam merupakan bahan perintang warna yang berasal dari bahan organik sintetis maupun bukan sintetis. Zat pewarna alami dari tumbuhan indigofera untuk menghasilkan warna biru, Sp Bixa orellana untuk menghasilkan warna orange purple, morinda citrifolia untuk menghasilkan warna kuning. Sedangkan contoh zat warna alami dari hewan adalah kerang (*Tyran purple*). Zat-zat yang terkandung dalam limbah cair apabila dialirkan langsung ke sungai maka dapat menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan, baik untuk biota air maupun untuk manusia (Pandey, V. C., *et al*, 2016).

Berdasarkan Peraturan Daerah Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang baku mutu air limbah di Jawa Tengah,

baku mutu air limbah industri tekstil dan batik untuk parameter *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) adalah 60 mg/L dan parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) 150 mg/L. Agar memenuhi baku mutu industri batik yang telah ditetapkan diperlukan suatu proses pengolahan limbah yang baik sebelum limbah dilepaskan ke lingkungan bebas. Penelitian kandungan kadar BOD dan COD perlu dilakukan selain kandungan logam berat, karena kadar oksigen mempengaruhi kualitas kehidupan biota di dalam air.

Fitoremediasi merupakan upaya pemanfaatan tanaman terpilih dan bagian tanaman tersebut untuk proses dekontaminasi limbah serta pencemaran lingkungan lainnya. Teknik fitoremediasi merupakan metode yang berkonsentrasi pada kandungan zat-zat yang berbahaya di dalam tanah atau air dan juga menjadi teknologi peningkatan kualitas lingkungan tercemar yang ramah lingkungan. Fitoremediasi potensial dan aman untuk diterapkan, memiliki dampak negatif yang relatif lebih kecil, mempunyai dampak positif yang beragam bagi masyarakat dan lingkungan, biaya yang relatif murah, serta mampu mereduksi volume dari kontaminan (Nur, 2013).

Mekanisme fitoremediasi air limbah dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi lahan basah buatan. Lahan basah buatan merupakan perlakuan limbah cair menggunakan kolam atau tempat dangkal yang ditanam

dengan tumbuhan air dan mengandalkan proses fisika, kimia dan biologi untuk mengolah air limbah (Ariyantini, 2017). Penelitian pencemaran dalam air limbah ada lahan basah buatan telah dilakukan oleh banyak peneliti dengan menggunakan bermacam-macam jenis tanaman, salah satunya adalah tanaman *Iris pseudacorus*. Beberapa penelitian yang telah dilakukan tentang tanaman *Iris pseudacorus* dalam sistem lahan basah buatan yang di Cina, menunjukkan bahwa serapan hara maksimum tanaman ini untuk menghapuskan N adalah 51.89% dan untuk menghapuskan unsur P adalah 34.17%. Tanaman *Iris pseudacorus* memiliki serapan hara yang lebih tinggi dari tanaman *Thypha o*. *Iris pseudacorus* juga dapat menurunkan BOD, COD, dan logam berat dalam air limbah (Haiming Wu, 2011).

Perubahan morfologi tanaman *Iris pseudacorus* selama fitoremediasi berlangsung tentu mengalami perubahan. Struktur morfologi suatu tanaman merupakan salah satu ciri yang mudah diamati. Karakteristik morfologi tanam sangat penting untuk mendeteksi sifat khusus yang diinginkan, dan penataan populasi untuk keperluan konservasi. Struktur morfologi yang dapat diamati seperti akar, batang, dan daun. Akar memiliki fungsi menambatkan tumbuhan ke tanah, menyerap dan menghantarkan air dan mineral, serta menyimpan makanan. Akar *Iris pseudacorus* merupakan akar tunggang. Struktur akar tunggang memungkinkan akar dapat

mengambil molekul-molekul air yang berada jauh di bawah tanah. Batang memiliki fungsi di antaranya menegakkan dan menguatkan tanaman, serta menjadi transportasi zat karena dengan adanya struktur jaringan-jaringan pembuluh. Daun tanaman *Iris pseudacorus* merupakan jenis daun tunggal dan organ daun berbentuk lanset serta memanjang dengan bagian ujung daun taaman yang meruncing(Rusyani, 2014).

Penelitian tentang efektivitas tanaman *Iris pseudacorus* dalam menurunkan pencemaran air limbah pencelupan dan pewarnaan Batik Tulis Lasem yang terkenal akan warnanya yang cukup kompleks masih sangat sedikit untuk dilakukan.

Tanaman *Iris pseudacorus* di Indonesia disebut juga sebagai tanaman bendera kuning yang berasal dari Eropa. Spesies ini merupakan tanaman air yang dapat berguna untuk restorasi vegetasi dan fitoremediasi logam berat. Spesies ini juga memiliki kemampuan penyebaran benih yang tinggi melalui air (hidrokori) dan perbanyak vegetatif dari organ bawah tanah. *Iris pseudacorus* mampu tumbuh dan hidup pada lingkungan yang tercemar dan dapat digunakan untuk mengolah kembali limbah. Spesies ini mampu menyerap zat berbahaya di lingkungan khususnya badan air yang tergenang air limbah. Spesies ini mampu mereduksi dan mengolah kembali limbah organik, anorganik atau logam berat yang ada di dalam badan air sehingga dapat digunakan sebagai fitoremediator untuk mengolah limbah air cair hasil industri.

Menurut Nikho (2020) *Iris pseudacorus* mampu menurunkan kadar BOD dan COD lebih baik dibanding dengan tanaman air lainnya. Namun tanaman ini kurang baik apabila digunakan untuk menurunkan kadar pH dan kadar TSS, serta turbiditas pada limbah cair.

Tanaman *Iris pseudacorus* merupakan tanaman invasif, namun spesies ini juga memiliki efektivitas sebagai fitotreatment. Fitotreatment merupakan pemanfaatan tumbuhan untuk membersihkan kontaminan yang terkandung dalam air maupun tanah. Menurut penelitian Dwi (2017) yang mengatakan bahwa tanaman *Scirpus grossus* dan *Iris psudacorus* dalam reaktor mixed dengan sistem pemaparan intemittent F/D 2:1 mampu menyisihkan COD sebesar 89%, BOD 97% dan merubah warna 99%.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas tanaman *Iris pseudacorus* dalam menurunkan kadar BOD dan COD limbah cair industri batik skala rumah tangga dengan harapan mendapatkan hasil yang dapat dimanfaatkan untuk mengolah limbah yang dihasilkan dari proses industri sehingga industri tersebut dapat terus berkelanjutan dan turut berpartisipasi dalam usaha melestarikan lingkungan.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dituliskan di atas, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana karakteristik limbah cair batik tulis lasem?
2. Bagaimana efektivitas tanaman *Iris pseudoacorus* dengan teknik fitoremediasi untuk menurunkan kadar BOD, COD dan merubah warna limbah cair batik tulis lasem dengan skala rumah tangga?
3. Bagaimana morfologi tanaman *Iris pseudacorus* setelah perlakuan?

### **C. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui karakteristik limbah cair batik tulis lasem.
2. Mengetahui efektivitas *Iris pseudacorus* dengan teknik fitoremediasi untuk menurunkan kadar BOD, COD, dan merubah warna limbah cair batik tulis lasem dengan skala rumah tangga.
3. Mengetahui morfologi tanaman *Iris pseudacorus* setelah perlakuan.

### **D. Manfaat Penelitian**

#### **1. Manfaat Teoritis**

Manfaat teoritis dari penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan tentang cara menurunkan kadar BOD dan COD dalam limbah cair batik serta tulisan ini dapat menjadi panduan fitoremediasi limbah cair batik dengan memanfaatkan tumbuhan *Iris pseudacorus*.

#### **2. Manfaat Praktis**

- a. Bagi pemerintah, penelitian ini diharapkan menjadi data yang bermanfaat dalam mengolah limbah cair yang dihasilkan dari industri tekstil terutama batik.
- b. Bagi Universitas, penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih tambahan ilmu pengetahuan, khususnya untuk Program Studi Biologi, serta menjadi sumber rujukan bagi para peneliti di bidang botani dan bioremediasi.
- c. Bagi penulis, penelitian ini merupakan implementasi dari ilmu pengetahuan yang telah didapat selama perkuliahan dalam bidang yang terkait dengan lingkungan dan bioremediasi. Penelitian ini juga menambah pengetahuan dan pengalaman dalam menerapkan pengetahuan terhadap hal yang dihadapi secara nyata.
- d. Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat dipergunakan masyarakat untuk mengolah limbahnya sehingga usaha dapat terus berjalan dan dapat berpartisipasi dalam memelihara lingkungan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Deskripsi Teori**

##### **1. Limbah Cair**

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu air Limbah, limbah cair sisa yang dibuang dalam bentuk cair dan mengandung mikroorganisme patogen, bahkan zat kimia yang beracun dan radioaktif. Sedangkan menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, limbah cair merupakan limbah berbentuk cair dari kegiatan produksi industri dan dibuang tanpa pengolahan yang berpotensi menurunkan kualitas lingkungan di sekitarnya. Pendapat lainnya menurut Suharto (2011) limbah cair merupakan sisa dari suatu usaha yang berbentuk cair yang harus diolah sesuai baku mutu yang telah ditentukan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa limbah cair merupakan semua buangan dalam bentuk cair baik dalam keadaan terlarut atau tersuspensi yang dibuang dari sumber produksi dan industri yang kemungkinan mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan radioaktif yang memiliki kemampuan menurunkan kualitas lingkungan.

Dalam proses produksi industri atau pabrik memanfaatkan air dengan jumlah banyak dalam prosesnya.

Logam berat yang banyak ditemukan di dalam limbah cair batik seperti Cd, Pb, Cr dan Zn bersifat fitotoksik meskipun dalam konsentrasi yang rendah dapat terdeteksi dalam kandungan limbah (Sukono *et al.*, 2020). Limbah yang tidak diolah dengan baik dapat menimbulkan dampak yang buruk bagi lingkungan dan menjadi sumber penyakit bagi manusia. Teknik pengolahan yang dipilih harus sesuai dan dipelihara oleh masyarakat.

## **2. Limbah Cair Batik**

Industri batik merupakan teknik pelukisan gambar pada kain dengan cara celup dan rintang warna menggunakan lilin atau disebut juga untuk media perintangnya. Industri batik menjadi salah satu industri yang menghasilkan limbah cair dari proses pewarnaan dan pencelupan. Menurut Al-Kdasi (2004) Industri batik menjadi salah satu industri yang menghasilkan limbah cair dari proses pewarnaannya dengan memiliki zat warna cukup tinggi, limbah cair batik mengandung zat sintetik yang tidak mudah larut maupun diurai, limbah yang dihasilkan berwarna keruh dan pekat. Limbah cair organik industri tekstil dihasilkan dengan volume yang cukup besar memiliki kandungan suhu, derajat keasaman (pH), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) yang cukup tinggi. Kandungan ini berasal dari bahan kimia dan zat

warna yang digunakan selama produksi. Suhu tinggi dapat membuat kandungan oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* (DO) dalam air menurun sehingga akan merusak keseimbangan ekosistem air. Limbah cair ini berbahaya jika dibuang langsung ke lingkungan tanpa proses pengolahan sebelumnya (Kurniawan, *et.al.*, 2013).

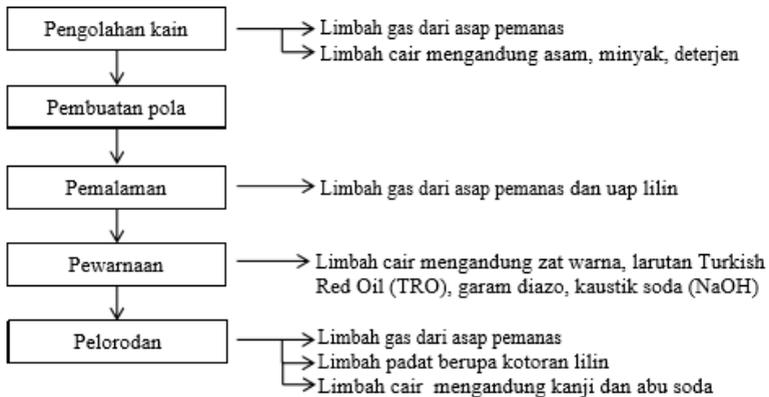
Sejak UNESCO mengakui batik sebagai warisan budaya tak benda (Kemanusiaan untuk Budaya Lisan dan Non-bendawi (*Masterpieces of the Oral and the Intangible Heritage of Humanity*) secara resmi pada tahun, perkembangan batik menjadi lebih cepat, begitu pula dengan industrinya. Namun masyarakat Indonesia mengembangkan industri batik tanpa memperhatikan bagaimana dampak yang ditimbulkan akibat limbah yang dihasilkan terhadap lingkungan. Industri batik di Indonesia rata-rata merupakan industri kecil berskala rumah tangga, masih minim sekali pengolahan industri terhadap limbah yang dihasilkan sebelum akhirnya dibuang ke lingkungan.

Berdasarkan Peraturan Daerah Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang baku mutu air limbah di Jawa Tengah, baku mutu air limbah industri tekstil dan batik untuk parameter BOD adalah 60 mg/L dan parameter COD 150 mg/L. Batik Tulis Lasem memiliki karakter tersendiri yang sangat terkenal, yaitu pemanfaatan warnanya yang berani. Pengrajin batik tradisional dahulu menggunakan warna biru

dan merah yang terbuat dari akar mengkudu yang ditambahkan dengan akar jiruk dan menggunakan air Lasem dengan kandungan mineral yang khas (Ignacia *et al.*, n.d.). Namun sekarang pengrajin Batik Tulis Lasem banyak menggunakan pewarna indigosol yang merupakan pewarna sintetis yang tahan luntur, sifat warnanya yang rata dan tergolong berwarna cerah.

### **3. Karakteristik Limbah Batik**

Limbah cair batik merupakan hasil dari proses pengolahan kain, pewarnaan, dan pelorotan. Hal ini dapat dilihat pada skema yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. Limbah cair yang dihasilkan dari proses pengolahan kain dan proses pewarnaan memiliki kandungan zat kimia yang memiliki potensi dapat meningkatkan nilai COD dan mengubah warna air. Pada proses pelorotan batik, kandungan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) pada air limbah dapat meningkat (Kurniawan, *et.al.*, 2013).



**Gambar 2.1 Skema Proses Produksi Batik dan Sumber Asal Limbah**

Sumber: Sembiring, 2008

Terdapat dua golongan karakteristik limbah cair industri batik yang menjadi acuan dalam penelitian ini, yaitu:

a. Karakteristik Fisik

Karakter fisik seperti warna, suhu, bau, dan padatan. Zat pewarna yang digunakan dalam industri batik merupakan zat pewarna sintetik karena pewarna ini dapat berikatan dengan serat kain yang kemudian membentuk ikatan kovalen sehingga warna yang dihasilkan tidak mudah luntur. Warna dalam limbah cair disebabkan karena adanya partikel yang terlarut. Selain itu warna limbah cair ditimbulkan karena sisa zat warna yang masih ada dalam bekas larutan proses pencelupan. Kekeruhan disebabkan oleh sifat kain yang menyerap dan membaut dengan sinar matahari oleh partikel koloidal.

Suhu limbah cair merupakan salah satu parameter penting bagi kehidupan makhluk air, reaksi kimia, kegunaan air, dan kecepatan reaksi. Suhu dalam air limbah dapat memberikan pengaruh kenaikan kadar *Dissolved Oxygen* (DO). Suhu naik sebesar 10°C dapat menjadikan kadar oksigen turun berkisar hingga 10%. Bau limbah cair merupakan indikasi adanya pelepasan gas yang berbau akibat proses pembuatan batik. Beberapa zat kimia yang digunakan dapat memberikan bau yang kurang sedap, seperti: asam cuka, asam klorida, hidrosulfit, dan kanji yang membusuk (Esnani, 2005).

Padatan di dalam limbah cair akan membuat air lebih keruh dan berbau menyengat. Indikator ini dapat memperlihatkan bahwa tingkat pencemaran pada limbah cukup tinggi. Padatan tersuspensi dapat mengendap sendiri tanpa bantuan koagulan dan padatan berasal dari lumpur yang berasal dari proses sedimentasi. Padatan total dapat berisi padatan terlarut, koloidal, tersuspensi (Apriyani, 2018). Karakter fisik dari limbah cair batik tulis proses pelorodan dan pewarnaan dapat dilihat dari Gambar 2.2 dan Gambar 2.3



Gambar 2 2 Limbah Cair Pelorodan



Gambar 2 3 Limbah Cair Pewarnaan

b. Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia limbah cair batik merupakan parameter yang sering digunakan untuk mengukur besar pencemaran yang terjadi dalam ekosistem air, yaitu seperti pH, BOD, COD, dan DO. Limbah cair industri batik memiliki kandungan kadar BOD dan COD yang cukup tinggi, sedangkan kadar DO yang rendah. Oksigen terlarut menjadi hal yang penting bagi kelangsungan hidup biota air. Kandungan oksigen dalam air yang menurun dapat menjadi salah satu

pertanda air tercemar yang menyebabkan kematian biota air (Santoso, 2018).

Suatu limbah diatur oleh pemerintah tentang ambang batas atau kadar yang harus dipenuhi sebelum dibuang ke lingkungan. Kadar ini disebut juga dengan baku mutu. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.16 Tahun 2019 tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah, baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan industri tekstil ditunjukkan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Tekstil**

Parameter	Kadar Paling Tinggi (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Tinggi (kg/ton)
BOD <sub>5</sub>	60	6
COD	150	15
TSS	50	5
Fenol Total	0,5	0,05
Krom Total (Cr)	1,0	0,1
Amonia Total (NH <sub>3</sub> -N)	8,0	0,8
Sulfida (S)	0,3	0,03
Minyak dan Lemak	3,0	0,3
pH		6,0-9,0
Debit Limbah Paling Tinggi	100 m <sup>3</sup> /ton produk tekstil	

Sumber: PerMen LH No. 5 Tahun 2014

Sedangkan menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 menyatakan bahwa

baku mutu warna pada limbah cair industri tekstil adalah 200. Berdasarkan Perda DIY Nomor 7 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah, menyatakan bahwa baku mutu TDS pada limbah cair industri tekstil adalah 1000.

#### **4. Kadar BOD, COD dan Warna Limbah Cair Batik**

*Biochemical Oxygen Demand* (BOD) merupakan jumlah total oksigen dibutuhkan oleh mikroorganisme air untuk mendegradasi bahan organik di dalam air (Purnama, 2007). BOD dalam limbah cair batik berkisar 100-1000 mg/L. Kadar BOD hanya untuk mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mendekomposisikan zat organik yang ada. Kadar BOD perlu diperiksa untuk menentukan beban pencemaran air limbah dan untuk menentukan sistem pengolahan secara biologis. Kadar BOD diperiksa berdasarkan reaksi oksidasi zat organik dengan oksigen di dalam air. Proses ini berlangsung karena bantuan bakteri aerob. Kebutuhan oksigen oleh mikroba menjadi ukuran tidak langsung dari zat organik dalam limbah cair (Dwi Agustiang, 2017).

*Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk senyawa organik air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Hal ini dikarenakan semua jenis zat organik di dalam air diuraikan secara kimia sehingga mudah teroksidasi. Nilai COD menjadi ukuran pencemaran air karena zat organik yang dapat dioksidasi dengan proses

mikrobiologi dan menjadikan oksigen berkurang (Hariyadi, 2004). Nilai COD biasanya lebih besar dibandingkan nilai BOD. Hal ini karena COD adalah total zat organik sedangkan BOD hanyalah zat organik yang mudah didegradasi. Kadar COD pada limbah cair batik berkisar 1000-5000 mg/L. Sedangkan warna limbah cair batik berwarna biru kehitaman dengan kandungan DO berkisar 8-9 ppm.

Warna merupakan salah satu senyawa yang digunakan dalam proses produksi batik. Warna organik yang mudah larut dan di dalamnya mengandung beberapa ion logam disebut sebagai warna sejati. Kekeruhan air limbah yang disebabkan oleh warna sejati dapat disebut sebagai warna semu karena adanya zat-zat yang tersuspensi (Yulianto *et al.*, 2009). Warna menurun dikarenakan adanya proses adsorpsi, proses adsorpsi berfungsi untuk menyisihkan senyawa organik yang terlarut.

Kadar DO yang menunjukkan air dalam keadaan baik yaitu berkisar 5-7 ppm, apabila DO nilainya kurang dari 4 ppm maka dapat dikatakan bahwa air memiliki kelebihan zat organik, yang berarti air tersebut memiliki masalah pencemaran cukup berat. Menurut Jannah (2019), limbah cair batik memiliki pH basa, yaitu berkisar 11. pH yang dapat ditoleransi oleh mikroorganisme dan tanaman air berkisar antara 5-9, maka apabila limbah cair tidak diolah terlebih dahulu dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Dalam

penelitian ini, BOD, COD, dan warna menjadi parameter yang akan diamati perubahannya sebelum dan sesudah dilakukan penelitian.

Sedangkan menurut penelitian yang telah dilakukan Agustiang (2017), limbah yang diambil dari sentra batik Jetik, Sidoarjo memiliki hasil karakteristik BOD dan COD limbah pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2 Hasil Karakteristik Limbah Pewarnaan Batik Jetis**

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Baku Mutu
1	BOD	Mg/L O <sub>2</sub>	2710	150
2	COD	Mg/L O <sub>2</sub>	3855	60

Sumber: Agustiang, 2017

## 5. Dampak Limbah Cair Batik

Limbah cair memiliki kandungan padatan yang terlarut dan akan mengalami perubahan fisika maupun kimia sehingga mampu menghasilkan zat beracun. Apabila limbah dibiarkan begitu saja akan menimbulkan bau busuk dan menjadikan perubahan warna pada air limbah. Air sumur tidak dapat digunakan lagi jika air limbah merembes ke dalam tanah dekat daerah sumur. Sanitasi lingkungan menjadi tidak sehat dan dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti diare, kolera dan gatal. Penyakit ini bisa terserbar luas di masyarakat sekitar apabila dibuang langsung di daerah sungai (Sembiring, 2008).

Limbah cair industri batik dapat menimbulkan gangguan terhadap kehidupan biotik. Kualitas air yang turun karena meningkatnya kandungan bahan organik, dapat terpecahkan oleh aktivitas organisme menjadi zat-zat organik yang lebih sederhana. Zat-zat anorganik seperti nitrat dan ion fosfat dapat digunakan sebagai makanan bagi tumbuhan yang sedang melakukan proses fotosintesis. Proses metabolisme banyak mengkonsumsi oksigen, sehingga jika zat organik dalam air sedikit, oksigen yang berkurang dari air akan diganti oleh oksigen hasil fotosintesis. Sebaliknya jika jumlah zat organik terlalu tinggi, maka akan menjadi lingkungan anaerobik yang membuat produk dekomposisi seperti amonia, asam asetat, karbondioksida dan metana. Senyawa tersebut merupakan senyawa yang sangat toksik bagi makhluk hidup di air dan dapat mengurangi keindahan air seperti bau dan rasa yang tidak sedap (Kaswinarni, 2007).

## **6. Teknik Fitoremediasi**

Fitoremediasi terdiri dari bahasa Yunani *phyto* yang memiliki arti tumbuhan dan dilekatkan dengan bahasa Latin *remedium* yang memiliki arti memperbaiki (Ali, *et.al.*, 2013). Fitoremediasi merupakan usaha pemanfaatan tanaman terpilih dan bagian tumbuhan untuk dekontaminasi limbah serta masalah pencemaran lingkungan. Teknik fitoremediasi merupakan metode yang berkonsentrasi pada kandungan zat-

zat yang berbahaya di dalam tanah atau air serta menjadi teknologi peningkatan kualitas lingkungan yang telah tercemar dan ramah lingkungan. Fitoremediasi menjadi teknologi in-situ yang hemat biaya dan ramah lingkungan. Tanaman mampu membersihkan berbagai jenis polusi dan membantu mencegah angin, hujan, dan air tanah yang membawa zat berbahaya dari satu tempat ke tempat lain (Pandey, *et.al.*, 2016).

Efektivitas menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), efektivitas adalah daya guna, keaktifan, serta adanya kesesuaian dalam suatu kegiatan antara seseorang yang melaksanakan tugas dengan tujuan yang ingin dicapai. Sedangkan menurut beberapa ahli, sebagai berikut:

- a. Efektivitas adalah penilaian yang dibuat sehubungan dengan prestasi individu, kelompok, dan organisasi. Semakin dekat prestasi mereka terhadap prestasi yang diharapkan, maka mereka dinilai semakin efektif (Ravianto, 2014).
- b. Efektivitas adalah suatu ukuran yang menyatakan seberapa jauh target (kuantitas, kualitas dan waktu) telah tercapai. Dimana semakin besar persentase yang dicapai, maka semakin tinggi efektivitasnya (Muhidin, 2009).

Beberapa hal yang menjadi faktor efektivitas fitoremediasi adalah jenis kontaminan, sifat tanah, dan ketersediaan hayati. Penyerapan polutan oleh tanaman

berlangsung dalam sistem akar yang menjadi mekanisme utama dalam mencegah toksisitas. Luas permukaan sistem akar berukuran besar yang berfungsi untuk menyerap serta mengakumulasi nutrisi-nutrisi yang penting (Sukono, *et.al.*, 2020).

Salah satu mekanisme pengolahan limbah yaitu secara *phytotreatment* yang merupakan metode untuk membersihkan kontaminan yang terkandung dalam air maupun tanah (Dwi Agustiang, 2017). Tanaman dimanfaatkan untuk menyerap kontaminan melalui akar dengan melakukan proses translokasi bioakumulasi serta proses degradasi.

Terdapat beberapa tahapan mekanisme kerja fitoremediasi dalam mereduksi berbagai polutan, diantaranya:

- a. *Phytoaccumulation/phytoextraction* yaitu proses tanaman dalam menyerap zat kontaminan dan kemudian diakumulasikan di sekitar akar lalu diteruskan ke bagian tanaman lain seperti akar, batang dan daun.
- b. *Rhizofiltration*, yaitu proses akar tanaman dalam mengadsorpsi zat kontaminan sehingga menempel di akar.
- c. *Phytostabilization*, yaitu proses tumbuhan dalam menarik zat kontaminan ke bagian akar tanaman karena tidak dapat diteruskan ke bagian tanaman yang lain. Zat

tersebut menempel erat pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air.

- d. *Rhizodegradation*, yaitu proses tanaman dalam mengurangaikan zat-zat kontaminan dengan adanya mikroba di sekitar akar.
- e. *Phytodegradation/phyto-transformation*, yaitu proses penyerapan zat kontaminan oleh tanaman untuk proses metabolisme tanaman. Proses ini berlangsung di daun, batang, akar dan di luar akar dengan bantuan ezim yang dikeluarkan oleh tanaman.
- f. *Phytovalatization*, yaitu proses penyerapan zat kontaminan oleh tanaman dan merubahnya menjadi bersifat volatil sehingga tidak berbahaya lagi ketika diuapkan ke atmosfer.

## **7. Tanaman *Iris pseudacorus***

*Iris pseudacorus* di Indonesia sering dikenal iris kuning. Merupakan tanaman terna berumpun dengan rimpang. Daun tumbuh langsung dari batang di dalam tanah, berpelepah dan tegak. Bunga tumbuh dari batang, mahkota berwarna kuning dan kelopak bunga berwarna hijau. *Iris pseudacorus* merupakan tanaman asal Eropa dan Kepulauan Britania. Kini spesies ini sudah tersebar luas ke seluruh penjuru dunia. Spesies ini masih sering ditemukan tumbuh meliar di alamdan banyak di tanam sebagai tanaman hias. Menurut

data IUCN *redlist* (2016), jenis ini termasuk kategori *Least Concern* ver 3.1. (Munawaroh, 2017).

*Iris pseudacorus* merupakan tanaman invasif. Tanaman invasif memiliki kemampuan untuk mematikankecambah dari tanaman lain dengan mencegah tanaman tersebut mendapatkan air, cahaya dan nutrisi lainnya. Kompetisi perebutan dapat dimenangkan oleh tanaman invasif apabila tanamanaan invasif lebih tinggi dengan kanopi daun yang rapat dan sistem akar yang ekstensif serta tumbuh pada saat bersamaan. Namun perbedaan dalam pemanfaatan lahan harus dipertimbangkan. Tanaman insvasif dapat mengganggu apabila tumbuh pada lahan tumbuhan lain dan tidak terkendalikan. Tetapi apabila tanaman invasif seperti *Iris pseudacorus* ditanaman secara khusus dengan sistem yang terkendali maka tanaman ini akan memperlihatkan manfaat dari dirinya (Tjitrosoedirdjo, 2017).

Tanaman iris sering digunakan dalam pengolahan limbah karena dapat menyerap logam berat dari air limbah, membantu pengendalian erosi dan pewarna tekstil. Hal ini dikarenakan spesies ini dapat beradaptasi dengan kondisi oksigen yang rendah. Spesies ini mampu hidup di beberapa jenis tanah seperti tanah yang berkerikil di pantai yang akarnya dapat menembus tanah tersebut, atau hidup di tanah liat yang tergenang air. Tanaman iris juga mampu hidup pada tempat dengan kandungan zat organik terlarut yang cukup

tinggi serta mampu menurunkannya hingga 25% dalam waktu yang cukup singkat. Tanaman *Iris pseudacorus* dapat ditemukan di daerah rawa-rawa dengan kadar pH 3,6 – 7,7 serta memerlukan nitrogen yang cukup tinggi (Jacobs *et al.*, 2010).

Tanaman iris memiliki tiga mekanisme dalam bioremediasi air limbah, yaitu fitostabilisasi (*Phytostabilization*) sebagai proses imobilisasi kontaminan dalam air. Mekanisme kedua adalah rizofiltrasi (*Rhizofiltration*) berhubungan dengan adsorpsi atau presipitasi kontaminan di dalam akar. Mekanisme yang ketiga adalah rizodegradasi (*Rhizodegradation*) dimana terjadi penguraian kontaminan dalam air oleh aktivitas mikroba pada perakaran tanaman (Suswati *et al.*, 2012).

Menurut Nikho (2020) tanaman *Iris pseudacorus* dapat menurunkan kadar BOD dan COD lebih baik dibanding dengan tanaman air lainnya. Namun tanaman ini kurang baik diuntuk menurunkan kadar pH dan kadar TSS, serta turbiditas pada limbah cair. Sedangkan menurut penelitian Suswati (2012) *Iris pseudacorus* dapat menurunkan persentase nilai BOD dalam air limbah cukup signifikan dibandingkan dengan reaktor tanpa tanaman. Klasifikasi *Iris pseudacorus* ditunjukkan pada Tabel 2.3 berikut:

### Tabel 2 3 Klasifikasi *Iris pseudacorus*

Gambar	Klasifikasi
	Kingdom : <i>Plantae</i> Divisi : <i>Tracheophyta</i> Kelas : <i>Magnoliopsida</i> Ordo : <i>Asparagales</i> Familia : <i>Iridaceae</i> Genus : <i>Iris</i> Spesies : <i>Iris pseudacorus</i> ( <i>ITIS (Integrated Taxonomic Information System), 2010</i> ).

Gambar 24 Tanaman *Iris pseudacorus*

Sumber: (*ITIS (Integrated Taxonomic Information System), 2010*).

#### 4. Unity of Scientis (UoS)

##### 1. Ayat Tentang Tumbuhan

Allah berfirman dalam QS Al Baqoroh: 11-12

وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ قَالُوا إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ  
 أَلَا إِنَّهُمْ هُمُ الْمُفْسِدُونَ وَلَكِن لَّا يَشْعُرُونَ

Terjemahan:

"Dan bila dikatakan kepada mereka: "Janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi". Mereka menjawab: "Sesungguhnya kami orang-orang yang mengadakan perbaikan" (11) "Ingatlah, sesungguhnya mereka itulah orang-orang yang membuat kerusakan, tetapi mereka tidak sadar." (12). (Kementerian Agama RI, 2002).

Ayat tersebut menjelaskan pentingnya nilai tanaman bagi kehidupan manusia. Tanaman merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi manusia dan juga hewan. Karena itu sangat penting untuk mempelajari hal-

hal yang berkaitan dengan tanaman untuk dapat melestarikan dan mengembangbiakkannya, sehingga kehidupan di bumi akan selalu terjamin.

## 2. Hadits Tentang Lingkungan

عَنْ جَابِرٍ مَرْفُوعًا مَأْمُونٌ مُسْلِمٌ يَعْرِسُ عَرَسًا لِأَمَّاكِلَ مِنْهُ لَهُ  
 صَدَقَةٌ وَمَأْسَرَقٌ مِنْهُ لَهُ صَدَقَةٌ. وَمَا أَكَلَتِ الطَّيْرُ فَهُوَ لَهُ صَدَقَةٌ ،  
 وَلَا يَزِرُ عَوْهَ – أَي يَنْقُصُهُ وَيَأْخُذُ مِنْهُ – أَحَدٌ إِلَّا كَانَ لَهُ صَدَقَةٌ .  
 إِلَى يَوْمِ الْقِيَامَةِ

Terjemahan:

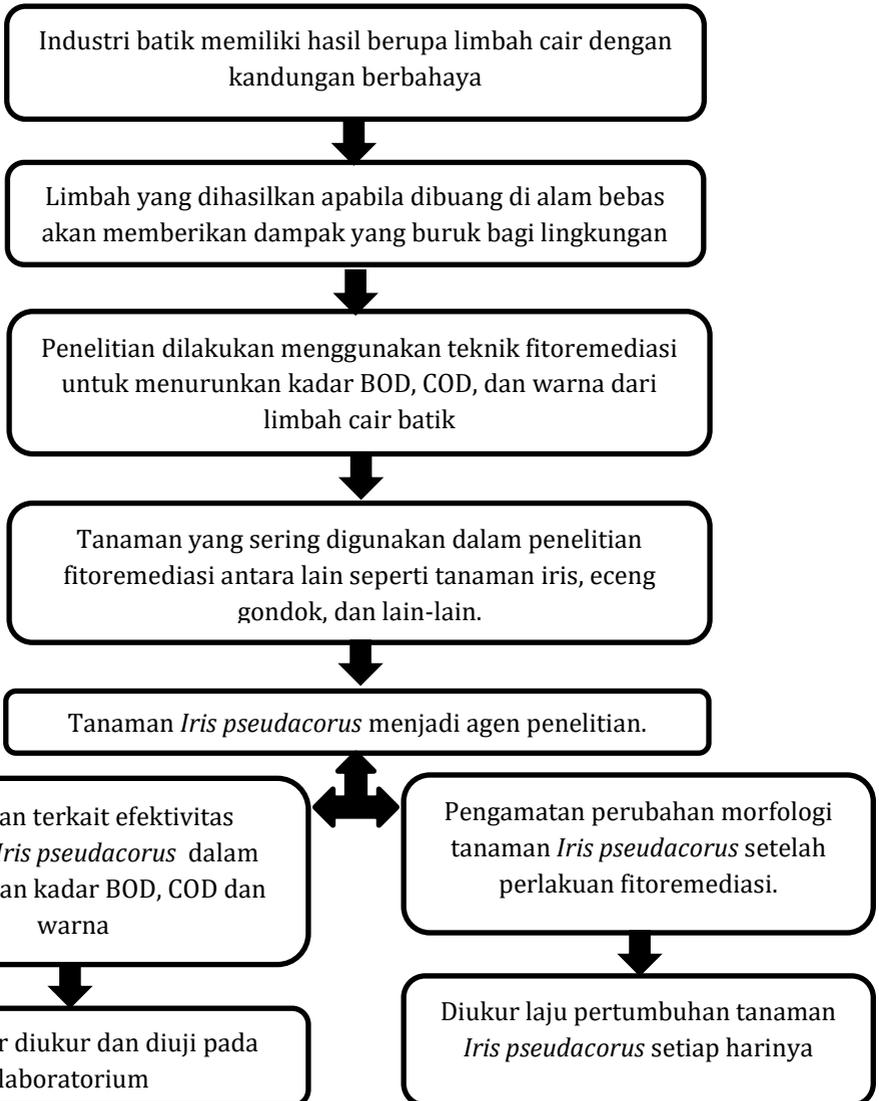
“Dari Jabir berkata, Rasulullah SAW bersabda: “Seorang muslim tidak menanam tanaman kecuali apa yang dimakan dari tanaman itu menjadi sedekah baginya. Apa yang dicuri dari tanaman itu menjadi sedekah baginya. Apa yang dimakan binatang buas menjadi sedekah baginya. Apa yang dimakan burung menjadi sedekah baginya. Dan tidaklah orang lain mengambil manfaat (dari pohon itu) kecuali menjadi sedekah (penanamnya) hingga hari kiamat” (HR Muslim dari Ibnu Numair).

Hadits ini menekankan pentingnya menanam. Para penanam pohon adalah para penyedekah dengan pahala yang mengalir. Namun ketika al-Quran dan hadits mengajarkan tentang pelestarian dan pemeliharaan lingkungan, di sisi lain pencemaran dan perusakan terhadap lingkungan semakin merajalela. Alam menjadi kehilangan kemampuan untuk memurnikan pencemaran yang terjadi. Seperti pencemaran logam berat, sampah, zat seperti plastik, dan detergen. Padahal Allah telah

banyak memperingatkan makhluk-Nya untuk tidak membuat kerusakan di bumi.

## B. Kerangka Berpikir

Guna memperjelas alur penelitian maka dapat dilihat pada kerangka berpikir berikut:



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yaitu metode eksperimen dengan menganalisa BOD, COD, dan mengamati perubahan warna dari limbah cair batik. Selain itu, beberapa parameter tambahan yang diamati yaitu DO, TDS, pH dan morfologi tanaman. Metode kuantitatif merupakan metode yang telah memenuhi kaidah ilmiah. Pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen dilakukan karena penelitian ini dilakukan secara langsung baik di lapangan dan laboratorium serta terdapat perlakuan (Sugiyono, 2017).

Sedangkan eksperimen menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Metode RAL merupakan rancangan atau susunan dimana semua satuan percobaan ditata secara homogen. Dari metode rancangan yang ada, metode RAL adalah yang paling sederhana. Dalam RAL, banyaknya satuan percobaan tidak dibatasi. Keragaman yang digunakan hanya perlakuan. Maka dari itu, RAL cocok digunakan untuk kondisi lingkungan, alat, dan media yang homogen (Sunandi *et al.*, 2013).

Metode uji perhitungan hasil penelitian menggunakan aplikasi SPSS ver 26, dengan metode uji homogenitas, analisis sidik ragam, dan uji duncan. Uji homogenitas berfungsi untuk

mengetahui apakah beberapa varian populasi sama atau tidak. Analisis sidik ragam atau *Analysis of variance (Anova)* merupakan metode analisis untuk menguji signifikansi perbedaan beberapa kelompok dalam sebuah populasi. Sedangkan lanjut yang digunakan adalah uji duncan, uji duncan didasarkan pada sekumpulan nilai beda nyata yang ukurannya semakin besar, tergantung pada jarak di antara pangkat dari dua nilai tengah yang dibandingkan. Nilai a, b, c dan d merupakan lambang dari nilai beda nyata di antara perlakuan yang telah ditentukan.

## **B. Tahapan Penelitian**

Terdapat lima tahap dalam penelitian ini yaitu studi

### **1. Pendahuluan**

Studi pendahuluan merupakan tahap peneliti mengumpulkan data terkait penelitian yang akan dilakukan menggunakan jurnal dan buku terkait.

### **2. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data yang dilakukan yaitu dengan observasi di tempat pengrajin batik, wawancara dengan pengrajin batik mengenai limbah dan proses pembuatan batik.

### **3. Sampling**

Pengambilan sampel limbah dilakukan dengan cara mengambil limbah dari aliran proses produksi sebanyak satu kali dimasukkan dalam satu wadah

#### 4. Laboratorium

Tahap laboratorium melakukan aklimatisasi dan eksperimen fitoremediasi selama 28 hari di greenhouse, kemudian hasil limbah diujikan di laboratorium.

#### 5. Analisis Data

Data yang telah didapat diolah menggunakan spss.

### **C. Variable Penelitian**

1. Variable Bebas pada penelitian ini adalah jumlah tanaman *Iris pseudacorus* sebagai agen fitoremediasi
2. Variable Terikat pada penelitian ini adalah kadar BOD dan COD limbah cair industri batik
3. Variable Kontrol pada penelitian ini adalah volume limbah cair industri batik.

### **D. Desain Penelitian**

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang disusun menurut variasi jumlah tanaman *Iris pseudacorus*. Pelakuan terdiri atas variasi tumbuhan yang digunakan adalah 5 lahan basah buatan berisi limbah cair pencucian batik tulis, terdiri dari 0 batang (kontrol), 1 batang, 2 batang, 3 batang, dan 4 batang dan 5 lahan basah buatan berisi limbah cair pewarnaan batik tulis terdiri dari 0 batang (kontrol), 1 batang, 2 batang, 3 batang, dan 4 batang berbobot 10-13 gran dan memiliki

jumlah daun sebanyak 6 helai sedangkan volume limbah adalah 600 ml dengan perbandingan air 1:1 untuk tiap perlakuan dengan 3 kali ulangan dan disusun secara acak dengan undian. Penelitian ini dilakukan selama 28 hari. Pengukuran BOD, COD dan Warna menggunakan SNI yang berlaku yaitu pengukuran BOD SNI 6989.72 2009, pengukuran COD SNI 06-6989.2 2004, dan pengukuran warna SNI 06-6989.24 2005. Serta dilakukan pula pengukuran laju pertumbuhan tanaman *Iris pseudacorus* pada setiap harinya.

Perlakuan Limbah Cair Pencucian Batik Tulis :

$P_{0-4}$  = *Iris pseudacorus* 0-4 batang

Perlakuan Limbah Cair Pewarnaan Batik Tulis :

$P_{0.1}$  = *Iris pseudacorus* 0 batang limbah naphtol

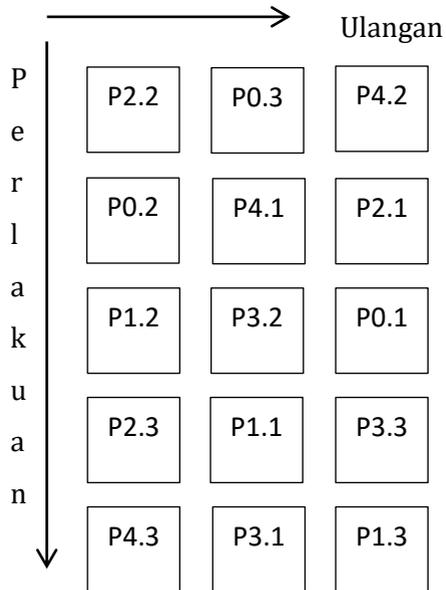
$P_{0.2-P0.3}$  = *Iris pseudacorus* 0 batang limbah garam

$P1-P2$  = *Iris pseudacorus* 1-2 batang limbah garam

$P3-P4$  = *Iris pseudacorus* 3-4 batang limbah naphtol

Guna memperjelas desain penelitian, berikut adalah denah eksperimen :

**Gambar 3.1. Denah Eksperimen Perlakuan Limbah Cair Pencucian dan Pewarnaan Batik Tulis**



## E. Tempat dan Waktu Penelitian

### 1. Tempat

Tempat pengambilan sampel industri batik “Kidang Kencana” di desa Sumbergirang, Kecamatan Lasem, Kabupaten Rembang pada saat menguji kadar parameter BOD, COD, dan perubahan warna dilaksanakan di Laboratorium UIN Walisongo Semarang.



**Gambar 3 2 Peta Lokasi Industri Batik**

Sumber: Google Earth, 2021; Peta Kabupaten Rembang, 2021.



**Gambar 3 3 Lokasi Pengambilan Sampel Limbah Cair Batik**

## 2. Waktu

Penelitian dilakukan pada bulan 6 Desember 2021-3 Januari 2022.

## F. Teknik Pengumpulan Data

### 1. Data Primer

Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung dan hasil eksperimen di laboratorium terkait dengan objek penelitian.

## 2. Data Sekunder

Data sekunder yang didapat melalui pengkajian teori yang dilakukan dari berbagai sumber, yaitu jurnal, artikel yang dapat dari website dengan hubungan yang erat dengan topik permasalahan penelitian.

### **G. Persiapan Penelitian**

#### 1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a. Bak plastik kotak berukuran volume 35 L (38 cm X 28 cm X 25 cm).
  - b. Gelas ukur
  - c. Gelas beaker 250 mL
  - d. Kamera
  - e. Alat pengukur BOD dan COD
  - f. Kertas label
  - g. Pisau/silet/*cutter*
  - h. Spektrofotometri
  - i. pH meter
  - j. Isolatif
  - k. Spidol
  - l. Selang air
  - m. Penggaris
- #### 2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a. Air
  - b. Tanaman *Iris pseudacorus*
  - c. Sampel limbah cair pencucian dan pewarnaan batik.
3. Persiapan Media

Persiapan media yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

- a. Menyiapkan dan memilih tanaman Iris dengan berat minimal 10-13 g dengan jumlah daun 6 helai.
- b. Aklimatisasi pada setiap tanaman selama 7 hari sampai tanaman benar-benar siap digunakan.
- c. Detensi waktu yang diperlukan 28 hari.
- d. Mengukur laju tanaman setiap hari.

#### **H. Analisis Data**

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisa efektivitas unit pengolahan dilihat dari nilai penurunan kadar BOD, COD, dan perubahan warna. Selain itu terdapat parameter lain seperti DO, TDS, pH dan pengukuran morfologi tanaman. Data tersebut dianalisis dengan Uji *One-way Anova* dan uji lanjutan duncan. Data yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu limbah cair bagi industri tekstil.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Deskripsi Hasil**

##### **1. Kandungan Limbah Cair Batik Tulis Lasem**

Air limbah yang digunakan pada penelitian ini diambil dari UMKM Batik Kidang Kencana CH Lasem. Pengambilan sampel limbah dilakukan dengan cara mengambil limbah dari aliran proses produksi sebanyak satu kali dimasukkan dalam satu wadah. Air limbah pada UMKM Batik Kidang Kencana CH Lasem dibuang padasaluran utama dan berakhir di sungai. Limbah yang digunakan berasal dari proses pelorodan dan pewarnaan berjenis garam dan naphtol.

UMKM Batik Kidang Kencana Lasem pengambilan sampel belum memiliki instalasi penanganan limbah (IPAL), hal ini dapat (Badan Standardisasi Nasional, 2009) menimbulkan masalah pencemaran lingkungan yang berbahaya, khususnya di ekosistem air sungai dan sekitarnya. Uji karakter awal limbah dilakukan untuk mengetahui kandungan awal limbah cair batik tulis lasem dari parameter yang akan digunakan. Hasil uji karakteristik limbah dari limbah pelorodan dapat dilihat dari Tabel 4.1

**Tabel 4 1 Hasil Uji Karakteristik Limbah Pelorodan Batik**

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Baku Mutu
1	BOD	mg/L	526	60
2	COD	mg/L	4623	150
3	Warna	TCU	1159	200
4	DO	mg/L	5	4
5	TDS	Mg/L	1991	1000
6	pH		9,98	6-9

Limbah cair pelorodan dapat memberikan dampak yang cukup berbahaya kepada lingkungan. Limbah yang dihasilkan dari limbah cair pelorodan antara lain seperti limbah gas asap pemanas, limbah padat berupa kotoran lilin, dan limbah cair yang mengandung kanji dan abu soda.

**Tabel 4 2 Hasil Uji Karakteristik Limbah Pewarnaan Batik**

No	Garam			Naphtol			Baku Mutu
	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	
1	BOD	mg/L	449	BOD	mg/L	589	60
2	COD	mg/L	2363	COD	mg/L	4416	150
3	Warna	TCU	37,5	Warna	TCU	4496,5	200
4	DO	mg/L	6	DO	mg/L	7,6	4
5	TDS	mg/L	1998	TDS	mg/L	1996	200
6	pH		5,07	pH		10,94	6-9

Hasil analisa limbah cair pewarnaan batik tulis lasem melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Limbah pewarnaan yang digunakan yaitu berasal dari pewarna garam dan naphtol.

## 2. Pengukuran BOD

### a. Pengukuran Kualitas BOD Limbah Cair Pelorodan Batik

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh data hasil uji efektivitas tanaman *Iris pseudacorus* terhadap penurunan kadar BOD dalam limbah cair Batik Tulis Lasem proses pelorodan dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut:

**Tabel 4 3 Kualitas BOD Limbah Cair Pelorodan Selama Perlakuan**

Baku Mutu	Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata	% Penurunan
		U1	U2	U3			
60 Mg/L	P0	523	530	525	1578	526	0%
	P1	513	506	509	1528	509,3	-3%
	P2	428	453	419	1300	433,3	-18%
	P3	471	489	470	1430	476,6	9%
	P4	534	530	531	1595	531,6	10%

Keterangan :

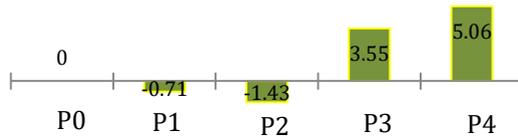
P0-P4 : *Iris pseudacorus* 0-4 batang

U1-U3 : Ulangan 1-3

Tanda (-) terjadi penurunan setelah fitoremediasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* dapat menurunkan kadar BOD pada limbah cair batik tulis lasem dengan perbandingan jumlah tanaman yang digunakan dalam penelitian 0 batang, 1 batang, 2 batang, 3 batang, dan 4 batang memiliki hasil yang berbeda. Seperti dijelaskan pada Gambar 4.1 berikut:

**Persentase Penurunan Kadar BOD  
Limbah Cair Pelorodan Batik (%)**



**Gambar 4 1 Grafik Persentase Penurunan Kadar BOD  
Limbah Cair Pelorodan Batik**

Persentase BOD perlakuan P3 dan P4 naik lebih besar dan tidak mengalami penurunan seperti pada perlakuan P1 dan P2.

**b. Uji Homogenitas BOD Limbah Cair Pelorodan**

**Tabel 4 4 Uji Homogenitas BOD Limbah Cair Pelorodan**

Levene Statistic	Df1	Df2	Sig.
0.636	2	12	0.546

Homogenitas varians yang dihasilkan dengan nilai *levene statistic* 0,636 dan nilai sig 0,546 > 0,05 pada level probabilitas, artinya keempat perlakuan uji efektivitas fitoremediasi tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang sama atau identik.

**c. Analisis Sidik Ragam BOD Limbah Cair Pelorodan**

**Tabel 4 5 Analisis Sidik Ragam BOD Limbah Cair Pelorodan**

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%	F Tabel 1%
Perlakuan	4	19946	4986.7	54.8	3.47	5.99
Galat	10	908.6	90.8			
Total	14	20855				

Berdasarkan tabel diketahui bahwa  $F_{hitung} (54.87) > F_{tabel} 5\% (3.47)$  dan  $> F_{tabel} 1\% (5.99)$ . Hal ini menunjukkan bahwa  $H_0$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan ditolak, maka  $H_1$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif digunakan sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan diterima.

**d. Uji Duncan BOD Limbah Cair Pelorodan**

**Tabel 4 6 Uji Duncan BOD Limbah Cair Pelorodan**

Perlakuan	Rerata	Nilai Duncan 1%	Beda Nyata(Symbol)
P0	526.00	3	cd
P1	509.33	3	c
P2	433.33	3	a
P3	476.67	3	b
P4	531.67	3	d

Hasil uji duncan menjelaskan bahwa uji BOD perlakuan limbah pelorodan menghasilkan beda nyata yang signifikan. Nilai a, b, c dan d merupakan lambang dari nilai beda nyata di antara perlakuan yang telah ditentukan. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan P4 yang ditandai dengan huruf d, perlakuan ini merupakan perlakuan dengan jumlah tanaman *Iris pseudacorus* yang terbanyak.

#### e. Pengukuran Kualitas BOD Limbah Cair Pewarnaan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh data hasil uji efektivitas tanaman *Iris pseudacorus* terhadap penurunan kadar BOD dalam limbah cair Batik Tulis Lasem proses pelorodan dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut:

**Tabel 4 7 Kualitas BOD Limbah Cair Pewarnaan Selama Perlakuan**

Baku Mutu	Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata	% Penurunan
		U1	U2	U3			
60	P0Garam	449	451	580	1480	493.3	0.00%
Mg/L	P0Naphthol	580	583	585	1748	582,7	0.00%
	P1	479	476	479	1434	478	-3.21%
	P2	508	503	519	1530	510	6.27%
	P3	601	609	600	1810	603.3	3.43%
	P4	604	600	601	1805	601.6	-0.28%

Keterangan :

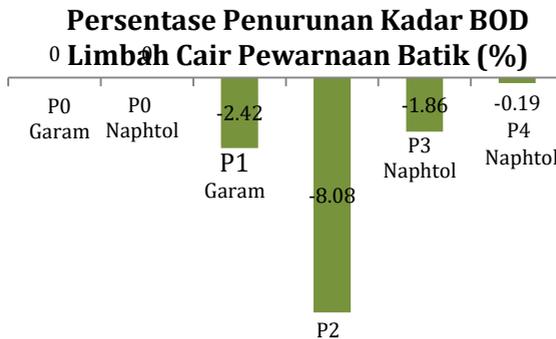
P0-P4 : *Iris pseudacorus* 0-4 batang

U1-3 : Ulangan 1-3

Tanda (-) terjadi penurunan setelah fitoremediasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* dapat menurunkan kadar BOD pada limbah cair

pewarnaan batik tulis lasem dengan perbandingan jumlah tanaman yang digunakan dalam penelitian 0 batang, 1 batang, 2 batang, 3 batang, dan 4 batang memiliki hasil yang berbeda.



**Gambar 4 2 Grafik Persentase Penurunan Kadar BOD  
Limbah Cair Pewarnaan Batik**

Perlakuan P1 dan P2 ini menggunakan limbah cair pewarnaan jenis garam. Perlakuan P3 dan P4 ini menggunakan limbah cair pewarnaan jenis naphtol.

#### f. Uji Homogenitas BOD Limbah Cair Pewarnaan

**Tabel 4 8 Uji Homogenitas BOD Limbah Cair Pelorodan**

Levene Statistic	Df1	Df2	Sig.
1.612	2	15	0.232

Homogenitas varians yang dihasilkan dengan nilai *levene statistic* 1,612 dan nilai sig 0,232 > 0,05 pada level probabilitas, artinya keempat perlakuan uji efektivitas

fitoremediasi tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang sama atau identik.

**g. Analisis Sidik Ragam BOD Limbah Cair Pewarnaan**

**Tabel 4 9 Analisis Sidik Ragam BOD Limbah Cair Pelorodan**

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	14383	35958	3276	3.47	5.99
Galat	10	10974	10974			
Total	14	14				

Berdasarkan tabel diketahui bahwa  $F_{hitung} (3276) > F_{tabel} 5\% (3.47)$  dan  $> F_{tabel} 1\% (5.99)$ . Hal ini menunjukkan bahwa  $H_0$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan ditolak, maka  $H_1$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* efektif digunakan sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan diterima.

**h. Tabel 4 10 Uji Duncan BOD Limbah Cair Pewarnaan**

Perlakuan	Rerata	Nilai Duncan	Beda Nyata (Simbol)
		1%	
P0 Garam	493,3	3	a
P0 Naphtol	582,7		b
P1	478	3	a
P2	510	3	a
P3	603,3	3	b
P4	601,7	3	b

Hasil uji duncan menjelaskan bahwa uji BOD perlakuan limbah pewarnaan menghasilkan beda nyata yang signifikan di antara jenis pewarnaan. Nilai a, b, c dan d merupakan lambang dari nilai beda nyata di antara perlakuan yang telah ditentukan. Perlakuan dengan nilai a menunjukkan pada limbah cair pewarnaan garam, dan perlakuan dengan nilai b menunjukkan nilai dari limbah pewarnaan naphtol.

### 3. Pengukuran Kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*)

#### a. Pengukuran Kualitas COD Limbah Cair Pelorodan

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan data uji efektivitas tanaman *Iris pseudacorus* terhadap penurunan kadar COD dalam limbah cair Batik Tulis Lasem proses pelorodan dapat dilihat dari tabel berikut:

**Tabel 4 11 Kualitas COD Limbah Cair Pelorodan Selama Perlakuan**

Baku Mutu	Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata	% Penurunan
		U1	U2	U3			
150 Mg/L	P0	4623	4621	4626	13870	4.623,3	0.00%
	P1	3689	3680	3696	11065	3.688,3	-25%
	P2	2831	2827	2835	8493	2831	-30%
	P3	2837	2824	2831	8493	2831	-30%
	P4	3168	3160	3178	9506	3.168,6	11%

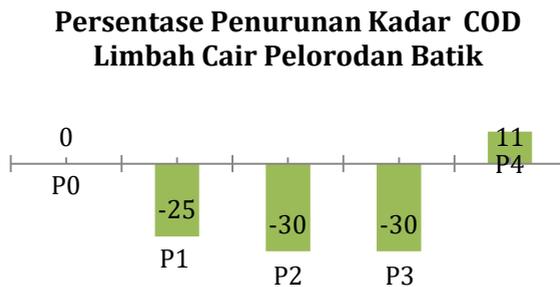
Keterangan :

P0-P4 : *Iris pseudacorus* 0-4 batang

U1-3 : Ulangan 1-3

Tanda (-) terjadi penurunan setelah fitoremediasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* dapat menurunkan kadar COD pada limbah cair batik tulis lasem dengan perbandingan jumlah tanaman yang digunakan dalam penelitian 0 batang, 1 batang, 2 batang, 3 batang, dan 4 batang memiliki hasil yang berbeda.



**Gambar 4 3 Grafik Persentase Penurunan Kadar COD  
Limbah Cair Pelorodan Batik**

Perilaku P4 tidak mengalami penurunan karena terdapat daun yang telah rusak. Daun yang rusak dan terendam air akan membusuk. Pembusukan tersebut dapat menambah jumlah bahan organik dalam air limbah sehingga oksigen yang terlarut akan berkurang dan menambah nilai COD.

#### **b. Uji Homogenitas COD Limbah Cair Pelorodan**

**Tabel 4 12 Uji Homogenitas COD Limbah Cair Pelorodan**

Levene Statistic	Df1	Df2	Sig.
0	2	12	1.0

Homogenitas varians yang dihasilkan dengan nilai *levene statistic* 0 dan nilai sig 1,0 > 0,05 pada level probabilitas, artinya keempat perlakuan uji efektivitas fitoremediasi tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang sama atau identik.

### c. Analisis Sidik Ragam COD Limbah Cair Pelorodan

**Tabel 4 13 Analisis Sidik Ragam COD Limbah Cair Pelorodan**

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%	F Tabel 1%
Perlakuan	4	98402	24600	-2,68	3.47	5.99
Galat	10	91578	-91578			
Total	14	68247				

Berdasarkan tabel diketahui bahwa  $F_{hitung} (2,686) > F_{tabel 5\%} (3.47)$  dan  $> F_{tabel 1\%} (5.99)$ . Hal ini menunjukkan bahwa  $H_0$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan ditolak, maka  $H_1$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif digunakan sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan diterima.

#### d. Uji Duncan COD Limbah Cair Pelorodan

**Tabel 4 14 Uji Duncan COD Limbah Cair Pelorodan**

Perlakuan	Rerata	Nilai Duncan 1%	Beda Nyata(Symbol)
P0	4623,3	3	d
P1	3688,3	3	c
P2	2831	3	a
P3	2830,7	3	a
P4	3168,7	3	b

Hasil uji duncan menjelaskan bahwa uji COD perlakuan limbah pelorodan menghasilkan beda nyata yang signifikan. Nilai a, b, c dan d merupakan lambang dari nilai beda nyata di antara perlakuan yang telah ditentukan. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan P0 yang ditandai dengan huruf d, perlakuan ini merupakan perlakuan kontrol.

#### e. Pengukuran Kualitas COD Limbah Cair Pewarnaan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh data hasil uji efektivitas tanaman *Iris pseudacorus* terhadap penurunan kadar COD dalam limbah cair Batik Tulis Lasem proses pewarnaan dapat dilihat dari tabel berikut:

**Tabel 4 15 Kualitas COD Limbah Cair Pewarnaan Selama Perlakuan**

Baku Mutu	Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata	% Penurunan
		U1	U2	U3			
150 Mg/L	P0 Garam	2363	2361	2367	7091	2.363,3	0%
	P0 Naphtol	4.416	4.409	4.421	13246	4415,3	%
	P1	1196	1191	1197	3584	194,6	-97%
	P2	1739	1742	1711	5221	1740,3	89%
	P3	2285	2282	2290	6857	2285,6	-93%
	P4	2598	2593	2601	7792	2597,3	12%

Keterangan :

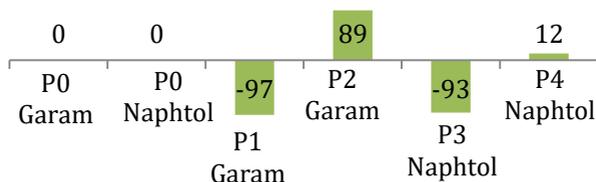
P0-P4 : *Iris pseudacorus* 0-4 batang

U1-3 : Ulangan1-3

Tanda (-) terjadi penurunan setelah fitoremediasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* dapat menurunkan kadar COD pada limbah cair pewarnaan batik tulis lasem dengan perbandingan jumlah tanaman yang digunakan dalam penelitian 0 batang, 1 batang, 2 batang, 3 batang, dan 4 batang memiliki hasil yang berbeda.

**Persentase Penurunan Kadar COD Limbah Cair Pewarnaan Limbah Batik (%)**



**Gambar 4 4 Grafik Persentase Penurunan Kadar COD Limbah Cair Pewarnaan Batik**

Perlakuan P1 dan P2 ini menggunakan limbah cair pewarnaan jenis garam. Perlakuan P3 dan P4 ini menggunakan limbah cair pewarnaan jenis naphtol. Penurunan terbesar tidak terjadi pada perlakuan dengan jumlah tanaman yang lebih banyak karena kemampuan tanaman perlakuan P2 garam dan P4 naphtol kurang dapat beradaptasi dengan baik sehingga mengganggu proses fotosintesis dan suplai oksigen yang dihasilkan untuk mengurai bahan organik dalam limbah kurang. Uji Homogenitas COD Limbah Cair Pewarnaan

**Tabel 4 16 Uji Homogenitas COD Limbah Cair Pewarnaan**

<b>Levene Statistic</b>	<b>Df1</b>	<b>Df2</b>	<b>Sig.</b>
0.5	1	6	0.506

Homogenitas varians yang dihasilkan dengan nilai *levene statistic* 0,5 dan nilai sig 0,506 > 0,05 pada level probabilitas, artinya keempat perlakuan uji efektivitas fitoremediasi tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang sama atau identik.

#### f. Analisis Sidik Ragam COD Limbah Cair Pewarnaan

**Tabel 4 17 Analisis Sidik Ragam COD Limbah Cair Pewarnaan**

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	64907	16226	-1,615	3.47	5.99
Galat	10	91578	-10046			
Total	14	-35557				

Berdasarkan tabel diketahui bahwa  $F_{hitung} (-1,615) < F_{tabel} 5\% (3.47)$  dan  $< F_{tabel} 1\% (5.99)$ . Hal ini menunjukkan bahwa  $H_0$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan diterima, maka  $H_1$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif digunakan sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan ditolak.

#### g. Uji Duncan COD Limbah Cair Pewarnaan

**Tabel 4 18 Analisis Sidik Ragam COD Limbah Cair Pewarnaan**

Perlakuan	Rerata	Nilai Duncan 1%	Beda Nyata (Simbol)
P0 Garam	2363,7	3	a
P0 Naphtol	4415,3		d
P1	4050,3	3	c
P2	4409	3	d
P3	4421	3	d
P4	2597,3	3	b

Hasil uji duncan menjelaskan bahwa uji COD perlakuan limbah pewarnaan menghasilkan beda nyata yang signifikan. Nilai a, b, c dan d merupakan lambang dari nilai beda nyata di antara perlakuan yang telah ditentukan. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan P0 Naphtol, P2 dan P3 yang ditandai dengan huruf d.

#### 4. Pengukuran Kadar Warna

##### a. Pengukuran Kualitas Warna Limbah Cair Pelorodan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh data hasil uji efektivitas tanaman *Iris pseudacorus* terhadap penurunan kadar warna dalam limbah cair Batik Tulis Lasem proses pelorodan dengan menggunakan metode uji SM 2120 C, 23<sup>rd</sup> edisi 2017 dapat dilihat pada Tabel 4.19 berikut:

**Tabel 4 19 Pengukuran Kualitas Warna Limbah Cair Pelorodan**

Baku Mutu	Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata	% Penurunan
		U1	U2	U3			
200	P0	1159	1143	1151	3453	1151	0%
TCU	P1	968	958,5	949	2875,5	958,5	-20,08%
	P2	2831	2827	2835	8493	2831	66,14%
	P3	1631	1610	1616	4857	1619	-74,86%
	P4	1948	1939	1930	5817	1939	16,50%

Keterangan :

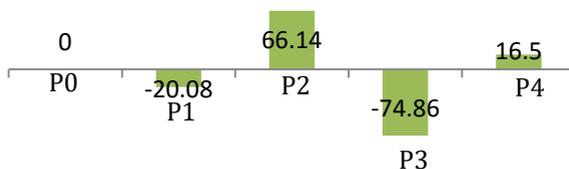
P0-P4 : *Iris pseudacorus* 0-4 batang

U1-3 : Ulangan 1-3

Tanda (-) terjadi penurunan setelah fitoremediasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* dapat menurunkan kadar warna pada limbah cair batik tulis lasem dengan perbandingan jumlah tanaman yang digunakan dalam penelitian 0 batang, 1 batang, 2 batang, 3 batang, dan 4 batang memiliki hasil yang berbeda.

### Persentase Penurunan Warna Limbah Cair Pelorodan Batik (%)



**Gambar 4 5 Grafik Persentase Penurunan Kadar Warna Limbah Cair Pelorodan Batik**

Persentase penurunan kadar warna tidak menunjukkan hasil yang optimal pada perlakuan P4 karena kurang dapat beradaptasi dengan baik sehingga mengganggu proses fotosintesis dan dekomposisi bahan organik dalam limbah.

#### b. Uji Homogenitas Warna Limbah Cair Pelorodan

**Tabel 4 20 Uji Homogenitas Warna Limbah Cair Pelorodan**

Levene Statistic	Df1	Df2	Sig.
0	2	12	1.0

Homogenitas varians yang dihasilkan dengan nilai *levene statistic* 0 dan nilai sig 1,0 > 0,05 pada level probabilitas,

artinya keempat perlakuan uji efektivitas fitoremediasi tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang sama atau identik.

### c. Analisis Sidik Ragam Warna Limbah Cair Pelorodan

**Tabel 4 21 Analisis Sidik Ragam Warna Limbah Cair Pelorodan**

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	-97003	-24250	-32927	3.47	5.99
Galat	10	736,5	73,65			
Total	14	-97003				

Berdasarkan tabel diketahui bahwa  $F_{hitung} (-3292) < F_{tabel} 5\% (3.47)$  dan  $< F_{tabel} 1\% (5.99)$ . Hal ini menunjukkan bahwa  $H_0$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan diterima, maka  $H_1$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif digunakan sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan ditolak.

#### d. Uji Duncan Warna Limbah Cair Pelorodan

**Tabel 4 22 Uji Duncan Warna Limbah Cair Pelorodan**

Perlakuan	Rerata	Nilai Duncan 1%	Beda Nyata (Simbol)
P0	1151	3	b
P1	958,5	3	a
P2	2831	3	e
P3	1619	3	c
P4	1939	3	d

Hasil uji duncan menjelaskan bahwa uji warna perlakuan limbah pelorodan menghasilkan beda nyata yang signifikan. Nilai a, b, c dan d merupakan lambang dari nilai beda nyata di antara perlakuan yang telah ditentukan. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan P4 dengan jumlah tanaman *Iris pseudacorus* terbanyak.

#### e. Pengukuran Kualitas Warna Limbah Cair Pewarnaan

**Tabel 4 23 Pengukuran Kualitas Warna Limbah Cair Pewarnaan**

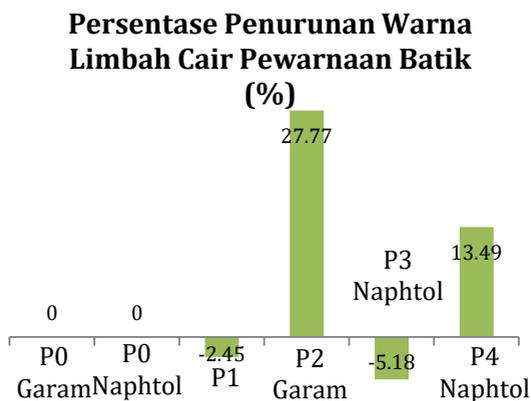
Baku Mutu	Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata	% Penurunan
		U1	U2	U3			
200	P0 Garam	937,5	938	937	2812,5	937,5	0%
TCU	P0 Naphtol	4496,5	4.489	4.491	13476,5	4492,1	0%
	P1	916	915	914,3	2745,3	915,1	-2,45%
	P2	184	1267	1250	3801	1267	27,77%
	P3	4271,2	4271	4270,3	12812,5	4270,8	-5,18%
	P4	4954	4925	4930,5	14809,5	4936,5	13,49%

Keterangan :

P0-P4 : *Iris pseudacorus* 0-4 batang

U1-3 : Ulangan 1-3

Tanda (-) terjadi penurunan setelah fitoremediasi Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* dapat menurunkan kadar warna pada limbah cair pewarnaan batik tulis lasem dengan perbandingan jumlah tanaman yang digunakan dalam penelitian 0 batang, 1 batang, 2 batang, 3 batang, dan 4 batang memiliki hasil yang berbeda.



**Gambar 4 6 Grafik Persentase Penurunan Kadar Warna Limbah Cair Pewarnaan Batik**

Grafik yang menurun menandakan perilaku tersebut mengalami penurunan kadar warna, sedangkan grafik yang naik mengalami peningkatan kadar. Perlakuan P1 dan P2 ini menggunakan limbah cair pewarnaan jenis garam. Perlakuan P3 dan P4 ini menggunakan limbah cair pewarnaan jenis naphtol. Persentase penurunan kadar warna tidak menunjukkan hasil yang optimal pada perlakuan P2 pada limbah pewarnaan garam dan perlakuan P4 pada limbah

pewarnaan naphtol karena kemampuan tanaman dalam dekomposisi bahan organik limbah warna kurang baik pada jumlah tersebut dan karena kemampuan beradaptasi tanaman terhadap limbah pelorodan kurang baik.

#### f. Uji Homogenitas Warna Limbah Cair Pewarnaan

**Tabel 4 24 Uji Homogenitas Warna Limbah Cair Pewarnaan**

Levene Statistic	Df1	Df2	Sig.
4,402	2	15	0,031

Homogenitas varians yang dihasilkan dengan nilai *levene statistic* 4,402 dan nilai sig 0,031 > 0,05 pada level probabilitas, artinya keempat perlakuan uji efektivitas fitoremediasi tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang sama atau identik.

#### g. Analisis Sidik Ragam Warna Limbah Cair Pewarnaan

**Tabel 4 25 Analisis Sidik Ragam Warna Limbah Cair Pewarnaan**

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	-37990	-94976	4350,3	3.47	5.99
Galat	10	-21832	-21832			
Total	14	-38012				

Berdasarkan tabel diketahui bahwa  $F_{hitung} (4350,3) > F_{tabel} 5\% (3.47)$  dan  $> F_{tabel} 1\% (5.99)$ . Hal ini menunjukkan bahwa  $H_0$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik

tulis lasem pada proses pelorodan ditolak, maka H1 yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* efektif digunakan sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan diterima.

## 5. Pengukuran Kadar DO (*Dissolved Oxygen*)

### a. Pengukuran Kualitas DO Limbah Cair Pelorodan

DO (*Dissolved Oxygen*) merupakan oksigen terlarut di dalam air yang berasal dari fotosintesis dan absorbs udara. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh data hasil uji efektivitas tanaman *Iris pseudacorus* terhadap penurunan kadar DO dalam limbah cair Batik Tulis Lasem proses pelorodan dapat dilihat pada Tabel 4.27 berikut:

**Tabel 4 26 Pengukuran Kualitas DO Limbah Cair Batik Pelorodan**

Baku Mutu	Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata	% Penurunan
		U1	U2	U3			
4 Mg/L	P0	5	5	5	15	5	0%
	P1	4.4	4.5	4.3	13.2	4.4	-13.64%
	P2	3.8	3.9	3.7	11.4	3.8	-15.79%
	P3	3	3.1	2.9	9	3	-26.67%
	P4	3	3	3	9	3	-26.67%

Keterangan :

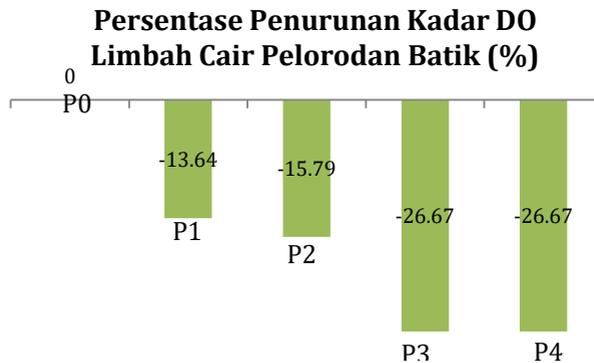
P0-P4 : *Iris pseudacorus* 04 batang

U1-3 : Ulangan 1-3

Tanda (-) terjadi penurunan setelah fitoremediasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* dapat menurunkan kadar warna pada limbah cair batik tulis lasem dengan perbandingan jumlah tanaman

yang digunakan dalam penelitian 0 batang, 1 batang, 2 batang, 3 batang, dan 4 batang memiliki hasil yang berbeda.



**Gambar 4 7 Grafik Persentase Penurunan Kadar DO  
Limbah Cair Pelorodan Batik**

Pada penelitian ini didapatkan hasil yang efektif sesuai dengan jumlah tanaman paling banyak menurunkan kadar DO pada limbah pelorodan dengan persentase terbesar. Hal ini karena tanaman *Iris pseudacorus* dapat mengurangi kadar oksigen terlarut dengan baik pada limbah pelorodan dengan kandungan limbah pelorodan yang tidak terlalu tinggi seperti pewarnaan.

#### **b. Uji Homogenitas DO Limbah Cair Pelorodan**

**Tabel 4 27 Uji Homogenitas DO Limbah Cair Pelorodan**

Levene Statistic	Df1	Df2	Sig.
0,002	2	12	0,9

Homogenitas varians yang dihasilkan dengan nilai *levene statistic* 0,002 dan nilai sig 0,9 > 0,05 pada level probabilitas, artinya keempat perlakuan uji efektivitas fitoremediasi tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang sama atau identik.

### c. Analisis Sidik Ragam Kadar DO Limbah Cair Pelorodan

**Tabel 4 28 Analisis Sidik Ragam Kadar DO Limbah Cair Pelorodan**

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	-49536	-12384	-2064	3.47	5.99
Galat	10	0.06	0.006			
Total	14	-49535.9				

Berdasarkan tabel diketahui bahwa  $F_{hitung} (-2064) < F_{tabel 5\%} (3.47)$  dan  $< F_{tabel 1\%} (5.99)$ . Hal ini menunjukkan bahwa  $H_0$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan diterima, maka  $H_1$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif digunakan sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan ditolak.

#### d. Uji Duncan DO Limbah Cair Pelorodan

**Tabel 4 29 Uji Duncan DO Limbah Cair Pelorodan**

Perlakuan	Rerata	Nilai Duncan 1%	Beda Nyata (Simbol)
P0	5000	3	d
P1	4400	3	c
P2	3800	3	b
P3	3000	3	a
P4	3000	3	a

Hasil uji duncan menjelaskan bahwa uji DO perlakuan limbah pelorodan menghasilkan beda nyata yang signifikan. Nilai a, b, c dan d merupakan lambang dari nilai beda nyata di antara perlakuan yang telah ditentukan. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan P0 sebagai perlakuan kontrol.

#### e. Pengukuran Kualitas DO Limbah Cair Pewarnaan

**Tabel 4 30 Pengukuran Kualitas DO Limbah Cair Pewarnaan**

Baku Mutu	Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata	% Penurunan
		U1	U2	U3			
4 Mg/L	P0 Garam	6	6.1	5.9	18	6	0%
	P0 Naphtol	7.6	7.4	7.8	22.8	7.6	0%
	P1	6.6	6.9	6.3	19.8	6.6	9.09%
	P2	6.8	6.7	6.9	20.4	6.8	2.94%
	P3	7.2	7.1	7.3	21.6	7.2	-5.56%
	P4	7.8	8	7.6	23.4	7.8	7.69%

Keterangan :

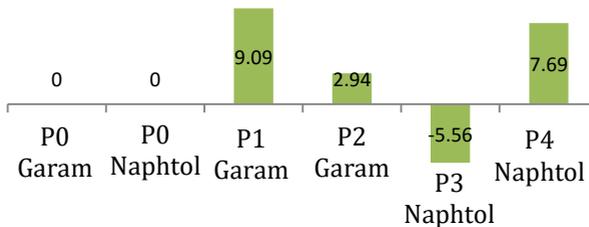
P0-P4 : *Iris pseudacorus* 0=4 batang

U1-3 : Ulangan 1-3

Tanda (-) terjadi penurunan setelah fitoremediasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* dapat menurunkan kadar DO pada limbah cair pewarnaan batik tulis lasem dengan perbandingan jumlah tanaman yang digunakan dalam penelitian 0 batang, 1 batang, 2 batang, 3 batang, dan 4 batang memiliki hasil yang berbeda.

### **Persentase Penurunan Kadar DO Limbah Cair Pewarnaan Batik (%)**



**Gambar 4 8 Grafik Persentase Penurunan Kadar DO  
Limbah Cair Pewarnaan Batik**

Perlakuan P1 dan P2 ini menggunakan limbah cair pewarnaan jenis garam. Perlakuan P3 dan P4 ini menggunakan limbah cair pewarnaan jenis naphtol. Persentase penurunan kadar DO limbah pewarnaan tidak menunjukkan hasil yang optimal pada perlakuan P4 karena suplai oksigen yang diberikan ke dalam limbah terbaik di dapatkan pada jumlah tanaman 3 dan menyerap hasil dekomposisi hasil bahan organik dengan lebih baik dalam kadar limbah yang telah ditentukan.

#### f. Uji Homogenitas DO Limbah Cair Pewarnaan

**Tabel 4 31 Uji Homogenitas DO Limbah Cair Pewarnaan**

Levene Statistic	Df1	Df2	Sig.
0.207	2	15	0.815

Homogenitas varians yang dihasilkan dengan nilai *levene statistic* 0,207 dan nilai sig 0,815 > 0,05 pada level probabilitas, artinya keempat perlakuan uji efektivitas fitoremediasi tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang sama atau identik.

#### g. Analisis Sidik Ragam DO Limbah Cair Pewarnaan

**Tabel 4 32 Analisis Sidik Ragam DO Limbah Cair Pewarnaan**

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	-23725	-59312	-14828	3.47	5.99
Galat	10	0.4	0.04			
Total	14	-23725				

Berdasarkan tabel diketahui bahwa  $F_{hitung} (-1482) < F_{tabel 5\%} (3.47)$  dan  $< F_{tabel 1\%} (5.99)$ . Hal ini menunjukkan bahwa  $H_0$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan ditolak, maka  $H_1$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif digunakan sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan diterima.

## h. Uji Duncan DO Limbah Cair Pewarnaan

**Tabel 4 33 Uji Duncan DO Limbah Cair Pewarnaan**

<b>Perlakuan</b>	<b>Rerata</b>	<b>Nilai Duncan 1%</b>	<b>Beda Nyata (Simbol)</b>
P0 Garam	6000	3	a
P0 Naphtol	7600		d
P1	6600	3	b
P2	6800	3	b
P3	7200	3	c
P4	7800	3	d

Hasil uji duncan menjelaskan bahwa uji DO perlakuan limbah pelorodan menghasilkan beda nyata yang signifikan. Nilai a, b, c dan d merupakan lambang dari nilai beda nyata di antara perlakuan yang telah ditentukan. Perlakuan terbaik tedapat pada perlakuan P0Naphtol sebagai perlakuan kontrol dari jenis limbah pewarnaan naphtol.

## 6. Pengukuran Kadar TDS (*Total Dissolved Solid*)

### a. Pengukuran Kualitas TDS Limbah Cair Pelorodan

TDS (*Total Dissolved Solid*) merupakan padatan yang berukuran lebih kecil dari padatan tersuspensi dan terlarut di dalam limbah. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh data hasil uji efektivitas tanaman *Iris pseudacorus* terhadap penurunan kadar TDS dalam limbah cair Batik Tulis Lasem proses pelorodan dapat dilihat pada Tabel 4.35 berikut.

**Tabel 4 34 Pengukuran Kualitas TDS Limbah Cair Pelorodan**

Baku Mutu	Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata	% Penurunan
		U1	U2	U3			
200 Mg/L	P0	1991	1992	1990	5973	1991	0%
	P1	1993	1990	1996	5979	1993	0.10%
	P2	1996	1993	1999	5988	1996	0.15%
	P3	1994	1992	1990	5976	1992	-0.20%
	P4	1990	1998	1994	5982	1994	0.10%

Keterangan :

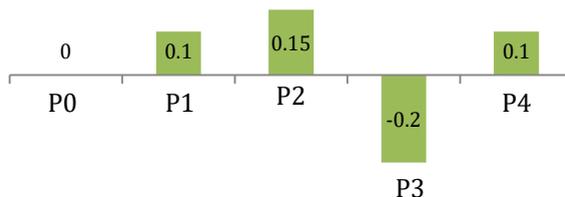
P0-P4 : *Iris pseudacorus* 0-4 batang

U1-3 : Ulangan 1-3

Tanda (-) terjadi penurunan setelah fitoremediasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* dapat menurunkan kadar TDS pada limbah cair batik tulis lasem dengan perbandingan jumlah tanaman yang digunakan dalam penelitian 0 batang, 1 batang, 2 batang, 3 batang, dan 4 batang memiliki hasil yang berbeda.

**Persentase Penurunan Kadar TDS Limbah Cair Pelorodan Batik (%)**



**Gambar 4 9 Grafik Persentase Penurunan Kadar TDS Limbah Cair Pelorodan Batik**

Persentase penurunan kadar TDS limbah pelorodan tidak menunjukkan hasil yang optimal pada perlakuan P4 karena kualitas kemampuan tanaman dalam menyerap endapan dan koloid serta bahan terlarut dalam bentuk padat, dekomposisi bahan organik dan hasil endapan bahan organik di limbah pewarnaan naphtol yang besar, dan karena kemampuan beradaptasi tanaman terhadap limbah pelorodan kurang baik.

#### b. Uji Homogenitas TDS Limbah Cair Pelorodan

**Tabel 4 35 Uji Homogenitas TDS Limbah Cair Pelorodan**

Levene Statistic	Df1	Df2	Sig.
0	2	15	1.0

Homogenitas varians yang dihasilkan dengan nilai *levene statistic* 0 dan nilai sig 1,0 > 0,05 pada level probabilitas, artinya keempat perlakuan uji efektivitas fitoremediasi tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang sama atau identik.

#### c. Analisis Sidik Ragam TDS Limbah Cair Pelorodan

**Tabel 4 36 Analisis Sidik Ragam TDS Limbah Cair Pelorodan**

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	-13348	-33371	-42784	3.47	5.99
Galat	10	78	7.8			
Total	14	-13348				

Berdasarkan tabel diketahui bahwa  $F_{hitung} (-4278) < F_{tabel 5\%} (3.47)$  dan  $< F_{tabel 1\%} (5.99)$ . Hal ini menunjukkan bahwa  $H_0$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan diterima, maka  $H_1$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* efektif digunakan sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan ditolak.

#### d. Pengukuran Kualitas TDS Limbah Cair Pewarnaan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh data hasil uji efektivitas tanaman *Iris pseudacorus* terhadap penurunan kadar TDS dalam limbah cair Batik Tulis Lasem proses pelorodan dapat dilihat pada Tabel 4.39 berikut:

**Tabel 4 37 Pengukuran Kualitas TDS Limbah Cair Pewarnaan**

Baku Mutu	Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata	% Penurunan
		U1	U2	U3			
200 Mg/L	P0 Garam	1998	1997	1999	5994	1998	0%
	P0 Naphtol	1996	1993	1999	5988	1996	0%
	P1	1997	1995	1993	5985	1995	-0.05%
	P2	1995	1996	1994	5985	1995	-0.05%
	P3	1995	1993	1997	5985	1995	-0.05%
	P4	1985	1988	1982	5955	1985	0.50%

Keterangan :

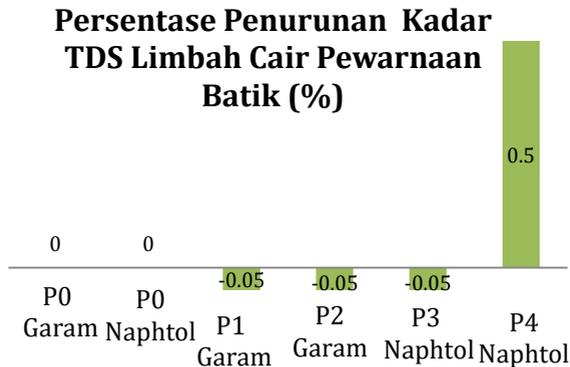
P0-P4 : *Iris pseudacorus* 0-4 batang

U1-3 : Ulangan1-3

Tanda (-) terjadi penurunan setelah fitoremediasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* dapat menurunkan kadar DO pada limbah cair

pewarnaan batik tulis lasem dengan perbandingan jumlah tanaman yang digunakan dalam penelitian 0 batang, 1 batang, 2 batang, 3 batang, dan 4 batang memiliki hasil yang berbeda.



**Gambar 4 10 Grafik Persentase Penurunan Kadar TDS Limbah Cair Pewarnaan Batik**

P0 limbah pewarnaan garam diperoleh rata-rata 1998 dengan persentase penurunan 0%. Sedangkan pada P0 limbah pewarnaan naphtol diperoleh rata-rata 1996 dengan persentase penurunan 0%. Perlakuan P1 menunjukkan rata-rata 1995 dengan persentase penurunan 0.05%. Perlakuan P2 menunjukkan rata-rata 1995 dengan persentase penurunan 0.05%. Perlakuan P1 dan P2 ini menggunakan limbah cair pewarnaan jenis garam. Perlakuan P3 menunjukkan rata-rata 1995 dengan persentase penurunan 0.05%. Dan pada perlakuan P4 menunjukkan rata-rata 1998 dengan persentase penurunan 0.50%. Perlakuan P3 dan P4 ini menggunakan

limbah cair pewarnaan jenis naphtol. Pada perlakuan P4 tidak mengalami kenaikan kadar TDS karena kualitas kemampuan tanaman dalam menyerap endapan dan koloid serta bahan terlarut dalam bentuk padat, dekomposisi bahan organik dan hasil endapan bahan organik di limbah pewarnaan naphtol yang besar, dan karena kemampuan beradaptasi tanaman terhadap limbah pelorodan kurang baik.

#### e. Uji Homogenitas TDS Limbah Cair Pewarnaan

**Tabel 4 38 Uji Homogenitas TDS Limbah Cair Pewarnaan**

Levene Statistic	Df1	Df2	Sig.
0.560	2	15	0.583

Homogenitas varians yang dihasilkan dengan nilai *levene statistic* 0.506 dan nilai sig 0.583 > 0,05 pada level probabilitas, artinya keempat perlakuan uji efektivitas fitoremediasi tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang sama atau identik.

#### f. Analisis Sidik Ragam TDS Limbah Cair Pewarnaan

**Tabel 4 39 Analisis Sidik Ragam TDS Limbah Cair Pewarnaan**

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	-19251	-48129	-85946	3.47	5.99
Galat	10	56	5.6			
Total	14	-19251				

Berdasarkan tabel diketahui bahwa Fhitung (-8594) < Ftabel 5% (3.47) dan < Ftabel 1% (5.99). Hal ini menunjukkan

bahwa H0 yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan ditolak, maka H1 yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif digunakan sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan ditolak.

#### g. Uji Duncan TDS Limbah Cair Pewarnaan

**Tabel 4 40 Uji Duncan TDS Limbah Cair Pewarnaan**

Perlakuan	Rerata	Nilai Duncan 1%	Beda Nyata (Simbol)
P0 Garam	1998	3	b
P0 Naphtol	1996	3	b
P1	1995	3	b
P2	1995	3	b
P3	1995	3	b
P4	1985	3	a

Hasil uji duncan menjelaskan bahwa uji TDS perlakuan limbah pelorodan menghasilkan beda nyata yang tidak signifikan. Nilai a, b, c dan d merupakan lambang dari nilai beda nyata di antara perlakuan yang telah ditentukan. Perlakuan yang berbeda dengan nilai terendah terdapat pada perlakuan P4 dengan jenis limbah pewarnaan naphtol.

### 7. Pengukuran Kadar pH

#### a. Pengukuran Kualitas pH Limbah Cair Pelorodan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh data hasil uji efektivitas tanaman *Iris pseudacorus* terhadap

penurunan kadar pH dalam limbah cair Batik Tulis Lasem proses pelorodan dapat dilihat pada Tabel 4.43 berikut:

**Tabel 4 41 Pengukuran Kualitas pH Limbah Cair Pelorodan**

Baku Mutu	Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata	% Penurunan
		U1	U2	U3			
6-9	P0	9.98	9.97	9.99	29.94	9.98	0.00%
	P1	9.9	9.91	9.92	29.73	9.91	-0.71%
	P2	9.77	9.8	9.74	29.31	9.77	-1.43%
	P3	10.1	10.13	10.16	30.39	10.13	3.55%
	P4	10.64	10.67	10.7	30.01	10.67	5.06%

Keterangan :

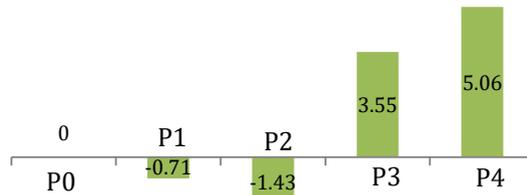
P0-P4 : *Iris pseudacorus* 0-4 batang

U1-3 : Ulangan 1-3

Tanda (-) terjadi penurunan setelah fitoremediasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* dapat menurunkan kadar pH pada limbah cair batik tulis lasem dengan perbandingan jumlah tanaman yang digunakan dalam penelitian 0 batang, 1 batang, 2 batang, 3 batang, dan 4 batang memiliki hasil yang berbeda.

**Persentase Penurunan pH  
Limbah Cair Pelorodan Batik (%)**



**Gambar 4 11 Grafik Persentase Penurunan pH Limbah Cair Pelorodan Batik**

Persentase penurunan kadar warna tidak menunjukkan hasil yang optimal pada perlakuan P4. Penurunan kadar pH tertinggi terjadi pada perlakuan P2.

**b. Uji Homogenitas pH Limbah Cair Pelorodan**

**Tabel 4 42 Uji Homogenitas TDS Limbah Cair Pelorodan**

Levene Statistic	Df1	Df2	Sig.
0	2	15	1.0

Homogenitas varians yang dihasilkan dengan nilai *levene statistic* 0 dan nilai sig 1,0 > 0,05 pada level probabilitas, artinya keempat perlakuan uji efektivitas fitoremediasi tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang sama atau identik.

### c. Analisis Sidik Ragam pH Limbah Cair Pelorodan

**Tabel 4 43 Analisis Sidik Ragam TDS Limbah Cair**

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	-333228	-83307	-20145.6	3.47	5.99
Galat	10	41.35247	4.135247			
Total	14	27784.79				

Berdasarkan tabel diketahui bahwa  $F_{hitung} (-20145.6) < F_{tabel} 5\% (3.47)$  dan  $< F_{tabel} 1\% (5.99)$ . Hal ini menunjukkan bahwa  $H_0$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan diterima, maka  $H_1$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif digunakan sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan ditolak.

### d. Pengukuran Kualitas pH Limbah Cair Pewarnaan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh data hasil uji efektivitas tanaman *Iris pseudacorus* terhadap penurunan kadar pH dalam limbah cair Batik Tulis Lasem proses pewarnaan dapat dilihat pada Tabel 4.47 berikut:

**Tabel 4 44 Pengukuran Kualitas pH Limbah Cair Pewarnaan**

Baku Mutu	Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata	% Penurunan
		U1	U2	U3			
6-9	P0 Garam	5.09	5.07	5.05	15.21	5.07	0.00%
	P0 Naphtol	10.94	10.95	10.96	32.85	10.95	0.00%
	P1	4.92	4.95	4.98	14.85	4.95	-2.42%
	P2	4.59	4.6	4.58	13.74	4.58	-8.08%
	P3	10.75	10.8	10.7	32.25	10.75	-1.86%
	P4	10.73	10.71	10.75	32.19	10.73	-0.19%

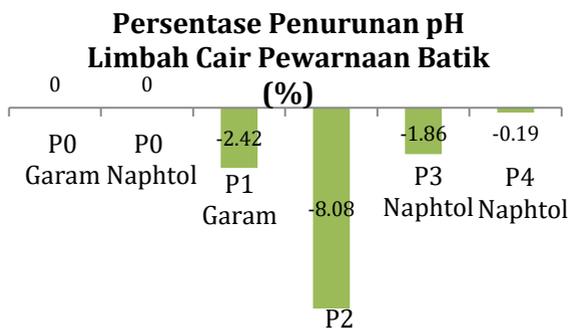
Keterangan :

P0-P4 : *Iris pseudacorus* 0-4 batang

U1-3 : Ulangan 1-3

Tanda (-) terjadi penurunan setelah fitoremediasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* dapat menurunkan kadar DO pada limbah cair pewarnaan batik tulis lasem dengan perbandingan jumlah tanaman yang digunakan dalam penelitian 0 batang, 1 batang, 2 batang, 3 batang, dan 4 batang memiliki hasil yang berbeda.



**Gambar 4 12 Grafik Persentase Penurunan pH Limbah Cair Pewarnaan Batik**

Perlakuan P1 dan P2 ini menggunakan limbah cair pewarnaan jenis garam. Perlakuan P3 dan P4 ini menggunakan limbah cair pewarnaan jenis naphtol. Persentase penurunan kadar pH menunjukkan hasil yang optimal pada perlakuan P2 pada limbah pewarnaan garam karena jumlah tanaman yang lebih banyak efektif dalam menurunkan kadar pH limbah pewarnaan garam juga karena kandungan limbah garam yang tidak terlalu tinggi seperti naphtol. Sedangkan perlakuan P4 pada limbah pewarnaan naphtol.

#### e. Uji Homogenitas pH Limbah Cair Pewarnaan

**Tabel 4 45 Uji Homogenitas pH Limbah Cair Pewarnaan**

Levene Statistic	Df1	Df2	Sig.
0.002	2	15	0.998

Homogenitas varians yang dihasilkan dengan nilai *levene statistic* 0.002 dan nilai sig 0.998 > 0,05 pada level probabilitas, artinya keempat perlakuan uji efektivitas fitoremediasi tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang sama atau identik.

#### f. Analisis Sidik Ragam pH Limbah Cair Pewarnaan

**Tabel 4 46 Tabel Analisis Sidik Ragam pH Limbah Cair Pewarnaan**

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	-297330	-74332	-26182	3.47	5.99
Galat	10	0.2839	0.028			
Total	14	-297330				

Berdasarkan tabel diketahui bahwa  $F_{hitung} (-2618) < F_{tabel 5\%} (3.47)$  dan  $< F_{tabel 1\%} (5.99)$ . Hal ini menunjukkan bahwa  $H_0$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan diterima, maka  $H_1$  yang menyatakan tanaman *Iris pseudacorus* efektif digunakan sebagai agen fitoremediator pada limbah cair batik tulis lasem pada proses pelorodan ditolak.

#### g. Uji Duncan pH Limbah Cair Pewarnaan

**Tabel 4 47 Uji Duncan Limbah Cair Pewarnaan**

Perlakuan	Rerata	Nilai Duncan	Beda Nyata (Simbol)
		1%	
P0 Garam	5070	3	c
P0 Naphtol	10950	3	e
P1	4950	3	b
P2	4590	3	a
P3	10750	3	d
P4	10730	3	d

Hasil uji duncan menjelaskan bahwa uji pH perlakuan limbah pelorodan menghasilkan beda nyata yang signifikan.

Nilai a, b, c dan d merupakan lambang dari nilai beda nyata di antara perlakuan yang telah ditentukan. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan P3 dan P4 dengan variasi jumlah tanaman terbanyak.

## 8. Perubahan Morfologi Tanaman

Beberapa hal yang diamati dalam perubahan morfologi tanaman *Iris pseudacorus* adalah panjang batang, perubahan daun, akar tanaman.

### a. Batang

Batang memiliki fungsi di antaranya menegakkan dan menguatkan tanaman, serta menjadi transportasi zat karena dengan adanya struktur jaringan-jaringan pembuluh. Pengamatan batang meliputi penambahan panjang tanaman selama penelitian dan perubahan morfologi batang. Pertumbuhan daun tanaman pada hari ke-0 atau sebelum perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.51

**Tabel 4 48 Rata-Rata Panjang Tanaman Pada Minggu 0  
(Hari Pertama Perlakuan)**

Panjang Tanaman (cm) dalam Perlakuan											
P1			P2			P3			P4		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
35,0	34,8	35,2	34,7	35,5	35,3	35,6	34,9	35,8	35,3	35,0	35,3
			35,0	35,1	34,9	35,2	35,4	35,8	34,7	35,4	35,1
						35,0	35,5	34,7	35,6	35,6	35,4
									35,0	34,8	35,4

Keterangan:

P1-P4 : *Iris pseudacorus* 1-4 batang

1, 2, 3 : Ulangan

\*P0 tidak dicantumkan karena tidak terdapat tanaman

Panjang tanaman pada minggu 0 atau hari pertama merupakan panjang awal tanaman setelah proses aklimatisasi. Panjang tanaman pada hari pertama penelitian rata-rata 35cm.

**Tabel 4 49 Rata-Rata Panjang Tanaman Pada Minggu 1  
(Hari Ke-7 Perlakuan)**

Panjang Kecambah (cm) dalam Perlakuan											
P1			P2			P3			P4		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
36,1	35,8	36,1	35,7	36,5	36,6	36,6	35,9	36,8	36,3	36,1	36,3
			36,1	36,3	35,9	36,3	36,8	36,9	35,8	36,4	36,1
						36,2	36,5	35,6	36,6	36,6	36,4
									36,0	35,9	36,3

Keterangan:

P1-P4 : *Iris pseudacorus* 1-4 batang

1, 2, 3 : Ulangan

\*P0 tidak dicantumkan karena tidak terdapat tanaman

Minggu pertama atau hari ke-7 panjang tanaman mengalami penambahan panjang rata-rata 1 cm. Panjang tanaman Panjang tanaman pada hari ke-14 atau minggu kedua dapat dilihat pada Tabel 4.53

**Tabel 4 50 Rata-Rata Panjang Tanaman Pada Minggu 2  
(Hari Ke-14 Perlakuan)**

Panjang Kecambah (cm) dalam Perlakuan											
P1			P2			P3			P4		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
37,2	38,9	37,1	36,7	37,5	37,7	37,6	36,9	37,8	37,3	37,1	37,3
			37,1	37,3	36,9	37,3	37,8	37,9	36,8	37,5	37,1
						37,2	37,5	36,6	37,6	37,7	37,4
									37,0	36,9	37,3

Keterangan:

P1-P4 : *Iris pseudacorus* 1-4 batang

1, 2, 3 : Ulangan

\*P0 tidak dicantumkan karena tidak terdapat tanaman

Panjang tanaman *Iris pseudacorus* pada minggu ke-2 atau hari ke-14 mengalami penambahan panjang rata-rata 1 cm dari minggu pertama. Namun pada minggu ke-3 dan minggu ke-4 tanaman tidak mengalami penambahan tinggi lagi.

Perubahan morfologi tanaman pada hari pertama atau minggu ke-0 ke hari ke-28 atau minggu ke-4 dapat dilihat pada Tabel 4.54:

**Tabel 4.54 Perubahan Morfologi Tanaman Pada  
Hari Pertama dan Hari Ke-28**

Tanaman Hari ke-0



Pelorodan P0.1

Tanaman Hari ke-28



Pelorodan P0.1



Pelorodan P0.2



Pelorodan P0.2



Pelorodan P0.3



Pelorodan P0.3



Pelorodan P1.1



Pelorodan P1.1



Pelorodan P1.2



Pelorodan P1.2



Pelorodan P1.3



Pelorodan P1.3



Pelorodan P2.1



Pelorodan P2.1



Pelorodan P2.2



Pelorodan P2.2



Pelorodan P2.3



Pelorodan P2.3



Pelorodan P3.1



Pelorodan P3.1



Pelorodan P3.2



Pelorodan P3.2



Pelorodan P3.3



Pelorodan P3.3



Pelorodan P4.1



Pelorodan P4.1



Pelorodan P4.2



Pelorodan P4.2



Pelorodan P4.3



Pelorodan P4.3



Naphtol P0.1



Naphtol P0.1



Garam P0.2



Garam P0.2



Garam P0.3



Garam P0.3



Garam P1.1



Garam P1.1



Garam P1.2



Garam P1.2



Garam P1.3



Garam P1.3



Garam P2.1



Garam P2.1



Garam P2.2



Garam P2.2



Garam P2.3



Garam P2.3



Naphtol P3.1



Naphtol P3.1



Naphtol P3.2



Naphtol P3.2



Naphtol P3.3



Naphtol P3.3



Naphtol P4.1



Naphtol P4.1



Naphtol P4.2



Naphtol P4.2



Naphtol P4.3



Naphtol P4.3

### b. Daun

Daun menjadi salah satu bagian tanaman yang penting. Daun tumbuh pada ranting atau batang. Daun umumnya memiliki warna hijau dikarenakan daun memiliki klorofil. Perubahan morfologi daun tanaman *Iris pseudacorus* sebelum dan sesudah digunakan untuk proses fitoremediasi pada limbah cair batik tulis lasem pada gambar 4.13, sebagai berikut:



(a)



(b)

**Gambar 4 13** Morfologi *Iris pseudacorus* (a) sebelum perlakuan; (b) setelah perlakuan

Pada Gambar 4.13 dapat dilihat bahwa sebelum perlakuan (hari ke-0) tanaman memiliki daun yang berwarna hijau segar namun setelah perlakuan tanaman terlihat menguning dan layu. Menurut (Apsari et al., 2018) perubahan pada daun disebabkan karena beban polutan yang tinggi sehingga kualitas dan kuantitas klorofil menurun dan menyebabkan perubahan warna.

### c. Akar

Akar memiliki fungsi menambatkan tumbuhan ke tanah, menyerap dan menghantarkan air dan mineral, serta menyimpan makanan. Akar *Iris pseudacorus* merupakan akar tunggang. Struktur akar tunggang memungkinkan akar dapat mengambil molekul-molekul air yang berada jauh di bawah tanah. Perubahan morfologi selama penelitian dapat dilihat pada gambar 4.14 :



(a)

(b)

Gambar 4 14 Morfologi akar *Iris pseudacorus* (a) sebelum perlakuan; (b) setelah perlakuan

Akar tanaman *Iris pseudacorus* tidak mengalami penambahan panjang, namun pada hari terakhir perlakuan akar mulai layu, berbeda dari pada awal perlakuan.

## **B. Pembahasan**

### **1. Kandungan Limbah Cair Batik Tulis Lasem**

Limbah cair batik mengandung berbagai macam zat pencemar yang memiliki potensi untuk menimbulkan pencemaran air dan lingkungan di sekitarnya. Beberapa kandungan dalam limbah cair batik tersebut kandungan bahan organik, padatan tersuspensi, minyak atau lemak, dan kadar oksigen yang tinggi, serta kandungan logam berat yang berbahaya seperti Zn, dan Pb.

Pencemaran yang dihasilkan dari limbah cair berupa zat yang dihasilkan dari sisa proses pewarnaan, proses pelorodan dan pembilasan kain batik. Pewarna yang digunakan merupakan pewarna sintetik karena mudah didapatkan oleh para pengrajin batik. Selain itu juga dapat menghasilkan warna-warna yang cerah. Dalam penelitian ini digunakan limbah cair pelorodan dan limbah pewarnaan garam dan pewarnaan naphtol.

Limbah pelorodan merupakan limbah yang dihasilkan dari hasil pembilasan dari proses pencucian malam. Limbah pelorodan menyebabkan adanya limbah gas dari asap pemanas, padatan yang berupa kotoran lilin dan limbah cair

yang mengandung kanji dan abu soda. Hasil uji awal karakteristik limbah pelorodan batik tulis lasem dihasilkan hasil analisa yang jauh melebihi baku mutu. Menurut (Hariyadi, 2004) tingginya kadar BOD dan COD disebabkan karena adanya kelimpahan substrat organik dalam limbah. BOD digunakan untuk mengukur aktivitas mikroorganisme dalam pemakaian oksigen untuk degradasi bahan organik, sehingga menimbulkan terjadinya delesi oksigen, hal ini ditunjukkan dengan angka DO yang tidak terlalu tinggi. Penurunan kadar oksigen berdampak pada kelangsungan biota perairan. Kenaikan BOD akan sejalan dengan kenaikan COD. Kenaikan COD dapat mempengaruhi berkurangnya oksigen terlarut dalam perairan. TDS merupakan banyaknya zat padat terlarut. TDS pada sampel tinggi karena banyaknya materi yang berupa partikel halus dalam limbah.

Pada perlakuan pewarnaan digunakan dua jenis warna batik, yaitu garam dan naphtol. Garam berfungsi untuk pembangkit dan pengunci warna, sedangkan menurut wawancara naphtol dapat memberikan warna sesuai yang dikehendaki apabila ditambah dengan menggunakan NaOH. Naphtol memiliki dua komponen, yaitu komponen Azoic Kopling Component (Naphtol-AS) dan Azoic Diazo Component (Garam Diazonium). Apabila kedua komponen ini bertemu

maka menghasilkan senyawa berwarna yang dinamakan naphthol (Hias, 2015).

Penelitian ini membuktikan bahwa limbah pelorodan memiliki warna yang coklat kehitaman yang cukup pekat. Sedangkan warna dari limbah pewarnaan garam memiliki warna yang hitam dan terdapat banyak komponen kecil halus seperti pasir di dalamnya, limbah pewarnaan naphthol warnanya coklat kemerahan.

## **2. Pengukuran BOD**

### **a. Pengukuran Kualitas BOD Limbah Cair Pelorodan Batik**

BOD (*Biological Oxygen Demand*) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme dalam air untuk mendegradasi bahan organik yang ada dalam air (Tangahu & Ningsih, 2016). Tanaman *Iris pseudacorus* merupakan salah satu tanaman yang dapat menurunkan kadar BOD pada limbah cair batik. Pada penelitian ini dilakukan uji fitoremediasi tanaman *Iris pseudacorus* pada limbah cair batik tulis lasem dengan perbandingan jumlah tanaman yang digunakan dalam penelitian 0 batang, 1 batang, 2 batang, 3 batang, dan 4 batang serta memiliki hasil yang berbeda.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh jumlah *Iris pseudacorus* pada limbah cair batik

proses pelorodan tidak menjamin dapat menurunkan kadar BOD pada limbah cair pelorodan dan pewarnaan batik tulis lasem berbeda. Pada limbah cair pelorodan penurunan kadar BOD tertinggi terdapat pada perlakuan 2 (*Iris pseudacorus* 2 batang) dengan hasil persentase penurunan -18% serta rata-rata 433,3. Sedangkan pada perlakuan 0 (0 batang), perlakuan 1 (1 batang), perlakuan 3(3 batang), dan perlakuan 4(4 batang) dapat menurunkan kadar BOD namun tidak setinggi penurunan pada perlakuan 2.

Kualitas BOD limbah pelorodan batik pada hari terakhir menunjukkan hasil yang kurang efektif. Perlakuan dengan jumlah tanaman terbanyak tidak menunjukkan hasil penurunan yang lebih tinggi dibanding perlakuan yang lain. Persentase BOD perlakuan P3 dan P4 naik lebih besar tidak mengalami penurunan seperti pada perlakuan P1 dan P2 karena menurunnya kandungan bahan organik di dalam limbah, dan jumlah 2 tanaman memberikan suplai oksigen ke dalam limbah dan menyerap hasil dekomposisi hasil bahan organik dengan lebih baik dalam kadar limbah yang telah ditentukan. Hal ini bertolak belakang dengan pendapat (Fachrurozi *et al.*, 2010), nilai BOD dipengaruhi adanya tanaman yang menutupi permukaan limbah. Tanaman menyerap zat organik dalam air limbah. Semakin banyak tanaman maka bahan organik yang terserap semakin

tinggi. Oksigen terlarut dalam air limbah semakin banyak karena suplai oksigen dari hasil fotosintesis. Maka semakin banyak tanaman nilai BOD dalam limbah semakin kecil.

Menurut (Hariyadi, 2004) penurunan BOD berhubungan dengan menurunnya kadar bahan organik dalam air limbah pelorodan batik, suplai oksigen dari *Iris pseudacorus* ke air limbah dan menyerap hasil dekomposisi bahan organik.

Tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang identik. H<sub>0</sub> yang mengatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediasi ditolak, dan H<sub>1</sub> yang mengatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* sebagai agen fitoremediasi diterima. Uji duncan untuk menguji apakah ada perbedaan perlakuan, masing-masing mengalami perbedaan. Hasil uji duncan menjelaskan bahwa uji BOD perlakuan limbah pelorodan menghasilkan beda nyata yang signifikan. Nilai a, b, c dan d merupakan lambang dari nilai beda nyata di antara perlakuan yang telah ditentukan. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan P<sub>4</sub> yang ditandai dengan huruf d, perlakuan ini merupakan perlakuan dengan jumlah tanaman *Iris pseudacorus* yang terbanyak. Seperti menurut Mika (2013) jumlah tanaman memiliki pengaruh terhadap penurunan kadar BOD pada limbah.

## **b. Pengukuran Kualitas BOD Limbah Cair Pewarnaan Batik**

Limbah cair pewarnaan pada penelitian ini menggunakan jenis warna garam dan naphtol. Limbah cair pewarnaan garam digunakan pada perlakuan P1 dan P2, sedangkan limbah cair pewarnaan naphtol digunakan pada perlakuan P3 dan P4. Persentase BOD perlakuan P2 limbah pewarnaan garam efektif yang artinya limbah pewarnaan garam efektif dengan jumlah tanaman yang lebih banyak dan pada limbah pewarnaan naphtol perilaku P3 lebih baik dari P4 karena banyaknya bahan organik yang tersedia dalam limbah pewarnaan naphtol meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme. Apabila senyawa toksik banyak maka akan menurunkan jumlah mikroorganisme. Keberadaan mikroorganisme berfluktuasi dan mempengaruhi jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme aerobik (Fachrurozi et al., 2010).

Limbah cair batik pewarnaan didapatkan hasil penurunan terbanyak pada perlakuan P1 (1 batang) jenis limbah pewarnaan garam dengan penurunan sebesar 15% dan rata-rata 603.3. Dan untuk limbah pewarnaan jenis naphtol nilai turun terbanyak pada perlakuan 4 (4 batang) dengan persentase -0.28% dan rata-rata 601.6. Hal ini membuktikan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* kurang efektif

dalam menurunkan kadar BOD pada limbah cair batik tulis lasem.

Tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang identik. H0 yang mengatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediasi ditolak, dan H1 yang mengatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* sebagai agen fitoremediasi diterima. Uji duncan menunjukkan beda nyata yang signifikan di antara perlakuan warna garam dan naphtol. Perlakuan dengan nilai a menunjukkan pada limbah cair pewarnaan garam, dan perlakuan dengan nilai b menunjukkan nilai dari limbah pewarnaan naphtol. Garam yang berfungsi untuk mengunci warna pada batik, dan warna naphtol merupakan zat pewarna yang tidak dapat larut dalam air, agar dapat larut naphtol biasanya ditambah dengan kostik dalam kadar tertentu (Fidiastuti, 2018).

Menurut (Rukmi, 2014) penurunan BOD terjadi dikarenakan tanaman memiliki kemampuan dalam menyerap bahan organik dalam bentuk ion hasil pemecahan mikroorganisme dan dapat membebaskan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk proses oksidasi mikroorganisme pengurai. Semakin banyak tanaman maka akan semakin banyak suplai oksigen dari proses fotosintesis untuk menguraikan bahan organik pada limbah. Namun pada penelitian ini penurunan terbesar bukan dari perlakuan P4

atau perlakuan dengan jumlah tanaman terbanyak. Hal ini karena adanya tekanan dari luar berupa intensitas cahaya di *greenhouse* dan suhu yang kurang optimal, serta kandungan bahan kimia dari limbah yang sangat tinggi. Dan banyaknya bahan organik yang tersedia dalam limbah pewarnaan naphtol meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme.

### **3. Pengukuran COD**

#### **a. Pengukuran Kualitas COD Limbah Cair Pelorodan Batik**

*Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk senyawa organik air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Hal ini dikarenakan semua jenis zat organik di dalam air diuraikan secara kimia sehingga mudah teroksidasi. Nilai COD menjadi ukuran pencemaran air karena zat organik yang dapat dioksidasi dengan proses mikrobiologi dan menjadikan oksigen berkurang (Hariyadi, 2004).

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kadar COD pada limbah cair batik proses pelorodan paling besar ditunjukkan pada perlakuan P2 (*Iris pseudacorus* 2 batang) dan P3 (*Iris pseudacorus* 3 batang) dengan persentase penurunan yang sama yaitu -30%. Sedangkan pada perlakuan 0 (0 batang), perlakuan 1 (1

batang) dan perlakuan 4 (4 batang) dapat menurunkan kadar COD namun tidak setinggi penurunan pada perlakuan 2 dan 3. Perilaku P4 tidak mengalami penurunan karena terdapat daun yang telah rusak. Daun yang rusak dan terendam air akan membusuk. Pembusukan tersebut dapat menambah jumlah bahan organik dalam air limbah sehingga oksigen yang terlarut akan berkurang dan menambah nilai COD.

Tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang identik. H0 yang mengatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediasi ditolak, dan H1 yang mengatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* sebagai agen fitoremediasi diterima. Hasil uji duncan menjelaskan bahwa uji BOD perlakuan limbah pelorodan menghasilkan beda nyata yang signifikan. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan P0 yang ditandai dengan huruf d, perlakuan ini merupakan perlakuan kontrol. Hal ini dikarenakan inkonsistensi hasil yang diperoleh, berbeda dengan pernyataan Tangahu & Ningsih (2016) yang mengatakan bahwa jumlah tanaman terbanyak dapat menurunkan kadar COD dengan lebih baik.

#### **b. Pengukuran Kualitas COD Limbah Cair Pewarnaan Batik**

Pada limbah cair batik proses pewarnaan hasil penurunan tertinggi terjadi pada perlakuan P1 (*Iris*

*pseudacorus* 1 batang) dengan jenis limbah pewarnaan garam sebesar -97% dengan rata-rata 194.6. Dan pada limbah pewarnaan jenis naphtol penurunan terbesar terjadi pada P3(*Iris pseudacorus* 3 batang) sebesar -93% dan rata-rata 2285.6. Sedangkan pada perlakuan 0(0 batang), perlakuan 2(2 batang), dan perlakuan 4(4 batang) dapat menurunkan kadar COD namun tidak setinggi penurunan pada perlakuan 1 dan 3 di masing-masing jenis limbah pewarnaan. Hal ini membuktikan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* kurang efektif dalam menurunkan kadar COD pada limbah cair batik tulis lasem.

Tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang identik. H0 yang mengatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediasi diterima, dan H1 yang mengatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* sebagai agen fitoremediasi ditolak. Uji duncan untuk menguji apakah ada beda nyata pada masing-masing perlakuan. Hasil uji duncan menjelaskan bahwa uji COD perlakuan limbah pewarnaan menghasilkan beda nyata yang signifikan. Salah satu perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan P2 yang ditandai dengan huruf d. Hal ini menunjukkan kemungkinan terdapat inkonsistensi hasil. Perlakuan P2 merupakan perlakuan dengan jumlah tanaman *Iris pseudacorus* terbanyak dari limbah cair pewarnaan garam.

Keberadaan tanaman dapat menurunkan kadar COD dengan menyerap bahan-bahan organik oleh tanaman tersebut. Adanya tanaman juga dapat menaikkan kadar COD adaptasi tanaman yang buruk juga dengan adanya daun yang telah rusak jatuh dan terendam sehingga bahan organik dalam air akan meningkat dan nilai COD akan naik (Fachrurozi *et al.*, 2010).

#### **4. Pengukuran Warna**

##### **a. Pengukuran Kualitas Warna Limbah Cair Pelorodan Batik**

Warna limbah ditimbulkan karena adanya bahan organik dan bahan non organik, keberadaan plankton, ion logam, atau bahan lainnya. Warna dapat diamati secara langsung dengan mata atau diukur berdasarkan skala platinum cobalt (PtCo). Air yang memiliki nilai kekeruhan rendah biasanya memiliki nilai warna tampak dan warna sesungguhnya yang sama standart. Intensitas warna cenderung meningkat dengan nilai pH (Dwi Ratnani *et al.*, 2010).

Persentase penurunan kadar warna limbah cair pelorodan tertinggi terlihat pada perlakuan P3 yaitu sebesar 74.86%. Persentase penurunan kadar warna tidak menunjukkan hasil yang optimal pada perlakuan P4 karena kurang dapat beradaptasi dengan baik sehingga mengganggu

proses fotosintesis dan dekomposisi bahan organik dalam limbah.

Hasil uji homogenitas menunjukkan tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang identik. Analisis sidik ragam mendapati hasil minus dikarenakan nilai kuadrat tengah galat lebih besar dari nilai kuadrat tengah sumber variansi.  $H_0$  yang menyatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediasi diterima. Dan  $H_1$  yang menyatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif sebagai agen fitoremediasi ditolak. Uji duncan menunjukkan masing-masing perlakuan memiliki perbedaan. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan P4 dengan variasi jumlah tanaman *Iris pseudacorus* terbanyak.

#### **b. Pengukuran Kualitas Warna Limbah Cair Pewarnaan Batik**

Hasil penelitian limbah cair batik proses pewarnaan penurunan tertinggi terjadi pada perlakuan P1(*Iris pseudacorus* 1 batang) dengan jenis limbah pewarnaan garam sebesar -2.45% dengan rata-rata 915.1. Dan pada limbah pewarnaan jenis naphtol penurunan terbesar terjadi pada P3 (*Iris pseudacorus* 3 batang) sebesar -5.18% dan rata-rata 4270.8. Sedangkan pada perlakuan 0(0 batang), perlakuan 2(2 batang), dan perlakuan 4(4 batang) dapat menurunkan kadar warna namun tidak setinggi penurunan pada perlakuan

1 dan 3 di masing-masing jenis limbah pewarnaan. Hal ini membuktikan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* kurang efektif dalam menurunkan kadar warna pada limbah cair batik tulis lasem.

Tanaman *Iris pseudacorus* memiliki variansi yang identik. H<sub>0</sub> yang menyatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediasi ditolak, sedangkan H<sub>1</sub> yang menyatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif sebagai agen fitoremediasi diterima.

Perubahan warna apabila dilihat dengan mata telanjang kurang terlihat. Pasalnya hingga minggu ke-4 atau pada hari ke 28 warna limbah pelorodan mengalami perubahan yang sangat sedikit. Dari warna yang cenderung hitam kecoklatan berubah menjadi coklat pekat. Dan pada limbah pewarnaan garam warna tetap hitam serta pada limbah pewarnaan naphtol warna tetap merah hanya saja berkurang tingkat kepekatannya. Pada penelitian ini, jenis warna yang diuji adalah garam yang berfungsi untuk mengunci warna pada batik, dan warna naphtol merupakan zat pewarna yang tidak dapat larut dalam air, agar dapat larut naphtol biasanya ditambah dengan kostik dalam kadar tertentu. Metode uji yang digunakan adalah metode uji SM 2120. C, 23<sup>rd</sup> edisi 2017.

Menurut (Luftinor, 2011) warna naphtol memiliki ketuaan warna yang kuat serta memiliki ketahanan luntu yang lebih baik disbanding dengan zat warna reaktif.

## **5. Pengukuran DO**

### **a. Pengukuran Kualitas DO Limbah Cair Pelorodan Batik**

DO (*Dissolved Oxygen*) merupakan oksigen terlarut di dalam air yang berasal dari fotosintesis dan absorbs udara. Oksigen terlarut menentukan kesesuaian jenis air sebagai sumber kehidupan hewan dan tumbuhan di suatu daerah.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kadar DO pada limbah cair batik proses pelorodan paling besar ditunjukkan pada perlakuan P3 (*Iris pseudacorus* 3 batang) dan perlakuan P4 (*Iris pseudacorus* 4 batang) dengan persentase penurunan -26.67% dan rata-rata 3. Sedangkan pada perlakuan 0 (0 batang) dan perlakuan 1 (1 batang), dan 2(2 batang) dapat menurunkan kadar DO namun tidak setinggi penurunan pada perlakuan 3 dan 4.

Hasil uji homogenitas menunjukkan tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang identik. Analisis sidik ragam mendapati hasil minus dikarenakan nilai kuadrat tengah galat lebih besar dari nilai kuadrat tengah sumber variansi. H0 yang menyatakan bahwa tanaman *Iris*

*pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediasi diterima. Dan H1 yang menyatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif sebagai agen fitoremediasi ditolak. Uji duncan menunjukkan masing-masing perlakuan memiliki perbedaan. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan P0 sebagai perlakuan kontrol. Hal ini dapat terjadi karena adanya inkonsistensi hasil.

#### **b. Pengukuran Kualitas DO Limbah Cair Pewarnaan Batik**

Pada limbah cair batik proses pewarnaan garam tidak mengalami penurunan dan terus mengalami peningkatan. Dan pada limbah pewarnaan jenis naphtol penurunan terbesar terjadi pada P3 (*Iris pseudacorus* 3 batang) sebesar - 5.56% dan rata-rata 7.2. Sedangkan pada perlakuan 0(0 batang), perlakuan 1(1 batang), 2(2 batang), dan perlakuan 4(4 batang) dapat menurunkan kadar warna namun tidak setinggi penurunan pada perlakuan 3 di masing-masing jenis limbah pewarnaan. Hal ini membuktikan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* kurang efektif dalam menurunkan kadar warna pada limbah cair batik tulis lasem.

Nilai DO terhadap *Iris pseudacorus* tinggi pada perlakuan kontrol atau tanpa tanaman karena tidak terjadi penutupan permukaan air oleh tanaman sehingga nilai oksigen terlarut lebih tinggi. Namun pada penelitian ini

penurunan kadar DO terbesar tidak terjadi pada perlakuan P4 dengan jumlah tanaman terbanyak. Persentase penurunan kadar DO limbah pewarnaan tidak menunjukkan hasil yang optimal pada perlakuan P4 karena suplai oksigen yang diberikan ke dalam limbah terbaik di dapatkan pada jumlah tanaman 3 dan menyerap hasil dekomposisi hasil bahan organik dengan lebih baik dalam kadar limbah yang telah ditentukan. Hal ini berbeda dengan (Apsari et al., 2018) bahwa pada perlakuan dengan tanaman, luas permukaan air yang terkena udara bebas lebih sedikit sehingga nilai oksigen terlarut lebih cepat menurun.

Hasil uji homogenitas menunjukkan tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang identik. Analisis sidik ragam mendapati hasil minus dikarenakan nilai kuadrat tengah galat lebih besar dari nilai kuadrat tengah sumber variansi. H0 yang menyatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediasi diterima. Dan H1 yang menyatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif sebagai agen fitoremediasi ditolak. Uji duncan menunjukkan masing-masing perlakuan memiliki perbedaan. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan P4 sebagai perlakuan dengan variasi jumlah tanaman *Iris pseudacorus* terbanyak.

## 6. Pengukuran TDS

### a. Pengukuran Kualitas TDS Limbah Cair Pelorodan Batik

TDS (*Total Dissolved Solid*) merupakan padatan yang berukuran lebih kecil dari padatan tersuspensi dan terlarut di dalam limbah. Padatan yang terurai dan terlarut di dalam air seperti semua mineral, garam, logam dan kation-anion. (Fidiastuti, 2018).

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kadar TDS pada limbah cair batik proses pelorodan paling besar ditunjukkan pada perlakuan P3 (*Iris pseudacorus* 3 batang) dengan persentase penurunan -0.20% dan rata-rata 1992. Sedangkan pada perlakuan 0 (0 batang) dan perlakuan 1 (1 batang), 2(2 batang), dan 4(4 batang) dapat menurunkan kadar TDS namun tidak setinggi penurunan pada perlakuan 3. Persentase penurunan kadar TDS limbah pelorodan tidak menunjukkan hasil yang optimal pada perlakuan P4 karena kualitas kemampuan tanaman dalam menyerap endapan dan koloid serta bahan terlarut dalam bentuk padat, dekomposisi bahan organik dan hasil endapan bahan organik di limbah pewarnaan naphtol yang besar, dan karena kemampuan beradaptasi tanaman terhadap limbah pelorodan kurang baik.

Hasil uji homogenitas menunjukkan tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang identik. Analisis sidik ragam mendapati hasil minus dikarenakan nilai kuadrat tengah galat lebih besar dari nilai kuadrat tengah sumber variansi. H<sub>0</sub> yang menyatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediasi ditolak. Dan H<sub>1</sub> yang menyatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif sebagai agen fitoremediasi diterima.

#### **b. Pengukuran Kualitas TDS Limbah Cair Pewarnaan Batik**

Pada limbah cair batik proses pewarnaan garam mengalami penurunan yang sama pada perlakuan P1(1 batang), P2 (2 batang) garam, dan P3(3 batang) dengan penurunan sebesar -0.05% dan rata-rata 1995. Sedangkan pada perlakuan 0(0 batang), dan perlakuan 4(4 batang) dapat menurunkan kadar warna namun tidak setinggi penurunan pada perlakuan 1, 2, dan 3 di masing-masing jenis limbah pewarnaan. Hal ini membuktikan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* kurang efektif dalam menurunkan kadar warna pada limbah cair batik tulis lasem. Material terlarut mempunyai efek yang tidak baik terhadap kualitas bahan karena dapat menurunkan kejernihan air dan mempengaruhi kemampuan ikan dalam melihat dan menangkap makanan (Fachrurozi et al., 2010).

Hasil uji homogenitas menunjukkan tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang identik. Analisis sidik ragam mendapati hasil minus dikarenakan nilai kuadrat tengah galat lebih besar dari nilai kuadrat tengah sumber variansi.  $H_0$  yang menyatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediasi ditolak. Dan  $H_1$  yang menyatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif sebagai agen fitoremediasi diterima. Dan uji duncan menunjukkan masing-masing tidak memiliki perbedaan dapat dilihat dari jarak yang tertera. Perlakuan yang berbeda dengan nilai terendah terdapat pada perlakuan P4 dengan jenis limbah pewarnaan naphtol. Hal ini menurut Pratama (2021) dikarenakan karena peningkatan aktivitas tanaman dengan jumlah terbanyak (4 batang) yang kurang baik hidup dalam limbah cair pewarnaan naphtol.

## **7. Pengukuran pH**

### **a. Pengukuran Kualitas pH Limbah Cair Pelorodan Batik**

pH merupakan derajat asam atau basa suatu larutan, yang menyatakan logaritma negatif konsentrasi ion H dengan bilangan pokok 10 (Nur, 2013). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kadar pH pada limbah cair batik proses pelorodan paling besar ditunjukkan pada

perlakuan P2 (*Iris pseudacorus* 2 batang) dengan persentase penurunan yang sama yaitu -1.43% dan rata-rata 9.77. Sedangkan pada perlakuan 0 (0 batang), perlakuan 1 (1 batang), 3(3 batang), dan perlakuan 4 (4 batang) dapat menurunkan kadar pH namun tidak setinggi penurunan pada perlakuan 2.

Persentase penurunan kadar warna tidak menunjukkan hasil yang optimal pada perlakuan P4 karena proses fotosintesis dari tanaman yang dapat menyebabkan kenaikan pH, perbandingan jumlah antara anion (nutrisi bermuatan ion negatif) dan kation (nutrisi bermuatan positif) yang diproduksi pada pagi dan siang hari meningkatkan kadar pH serta letak perlakuan P3 dan P4 yang berada di dekat jendela sehingga lebih banyak terkena terik matahari. Selain itu pH air dipengaruhi juga oleh total aktivitas respirasi semua organisme dalam limbah (Sari et al., 2015).

Hasil uji homogenitas menunjukkan tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang identik. Analisis sidik ragam mendapati hasil minus dikarenakan nilai kuadrat tengah galat lebih besar dari nilai kuadrat tengah sumber variansi. H<sub>0</sub> yang menyatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediasi diterima. Dan H<sub>1</sub> yang menyatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif sebagai agen fitoremediasi ditolak. Dan uji duncan

menunjukkan masing-masing perlakuan tidak memiliki perbedaan yang signifikan karena jaraknya yang berdekatan.

#### **b. Pengukuran Kualitas pH Limbah Cair Pewarnaan Batik**

Pada limbah cair batik proses pewarnaan hasil penurunan tertinggi terjadi pada perlakuan P2 (*Iris pseudacorus* 2 batang) dengan jenis limbah pewarnaan garam sebesar -8.08% dengan rata-rata 4.58. Dan pada limbah pewarnaan jenis naphtol penurunan terbesar terjadi pada P3(*Iris pseudacorus* 3 batang) sebesar -1.86% dan rata-rata 10.74. Sedangkan pada perlakuan 0(0 batang), perlakuan 2(2 batang), dan perlakuan 4(4 batang) dapat menurunkan kadar pH namun tidak setinggi penurunan pada perlakuan 1 dan 3 di masing-masing jenis limbah pewarnaan. Hal ini membuktikan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* kurang efektif dalam menurunkan kadar COD pada limbah cair batik tulis lasem. Sebagian besar biota akuatik sensitive terhadap perubahan pH. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi. Dalam (Effendi, 2003) pH <4 sebagian besar pertumbuhan air mati karena tidak dapat bertoleransi terhadap pH yang rendah. Tanaman menyukai kadar pH sekitar 7-8.5.

Meningkatnya nilai pH dikarenakan proses fotosintesis yang dilakukan oleh tanaman. Proses fotosintesis dapat

menghasilkan CO<sub>2</sub> dan melepaskan ion OH<sup>-</sup> ke dalam air. Proses fotosintesis juga mengambil ion H<sup>+</sup> pada air. Sedangkan proses penurunan pH dapat terjadi karena ion H<sup>+</sup> yang disebabkan oleh pembusukan bagian tanaman dan proses oksidasi pembentukan sulfat (Rahadian *et al.*, 2017).

Hasil uji homogenitas menunjukkan tanaman *Iris pseudacorus* memiliki varian yang identik. Analisis sidik ragam mendapati hasil minus dikarenakan nilai kuadrat tengah galat lebih besar dari nilai kuadrat tengah sumber variansi. H<sub>0</sub> yang menyatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* efektif sebagai agen fitoremediasi diterima. Dan H<sub>1</sub> yang menyatakan bahwa tanaman *Iris pseudacorus* tidak efektif sebagai agen fitoremediasi ditolak. Dan uji duncan menunjukkan masing-masing perlakuan memiliki perbedaan. Perlakuan terbaik terjadi pada perlakuan P3 dan P4 dengan variasi jumlah tanaman terbanyak.

## **8. Perubahan Morfologi Tanaman**

### **a. Batang**

Menurut Rosanti (2013) batang merupakan bagian tanaman dan memiliki kedudukan yang penting. Pertumbuhan batang dapat dilihat dari percabangan. Morfologi batang yang dapat dilihat adalah pada pertumbuhan batang pokoknya.

Tanaman *Iris pseudacorus* memiliki batang yang horizontal, kuat, berwarna hijau dan tidak bercabang. Pengamatan batang meliputi penambahan panjang tanaman selama penelitian dan perubahan morfologi batang. Panjang tanaman pada minggu 0 atau hari pertama merupakan panjang awal tanaman setelah proses aklimatisasi. Panjang tanaman pada hari pertama penelitian rata-rata 35cm.

Minggu pertama atau hari ke-7 panjang tanaman mengalami penambahan panjang rata-rata 1 cm. Kemudian pada minggu ke-2 atau hari-14 mengalami penambahan panjang rata-rata 1 cm dari minggu sebelumnya. Sedangkan pada minggu ke-3 dan minggu ke-4 tanaman *Iris pseudacorus* tidak mengalami penambahan tinggi. Tanaman mulai layu dan menguning. Tanaman tidak mengalami pertumbuhan dan bahkan mengalami penurunan hingga layu karena tanaman kurang mampu beradaptasi dengan air limbah yang mengandung polutan sehingga menyebabkan daun batang mengering. Menurut (Rusyani, 2014) proses penyerapan zat-zat yang terdapat dalam media tanam dilakukan oleh ujung akar dengan jaringan meristem terjadi karena adanya gaya tarik menarik oleh molekul air yang terdapat pada tanaman. Tanaman yang berada dalam kondisi air yang terbatas proses fotosintesis maka akan berdampak pada penurunan jumlah asimilat yang dibentuk oleh tanaman sehingga berpengaruh pada jumlah daun.

**b. Daun**

Daun tanaman *Iris pseudacorus* merupakan jenis daun tunggal dan organ daun berbentuk lanset serta memanjang dengan bagian ujung daun taaman yang meruncing (Rusyani, 2014).

Pada perlakuan (hari ke-0) tanaman memiliki daun yang berwarna hijau segar namun setelah perlakuan tanaman terlihat menguning dan layu. Daun tanaman mengalami peristiwa klorosis, menurut Caroline (2015) klorosis dapat disebabkan oleh senyawa logam berat yang menghentikan sistem kerja enzim untuk mengakatalis sintesis klorofil. Selama penelitian tidak ditemukan bakal daun yang baru.

**c. Akar**

Akar memiliki fungsi menambatkan tumbuhan ke tanah, menyerap dan meghantarkan air dan mineral, serta menyimpan makanan. Akar *Iris pseudacorus* merupakan akar tunggang. Struktur akar tunggang memungkinkan akar dapat mengambil molekul-molekul air yang berada jauh di bawah tanah.

Akar tanaman *Iris pseudacorus* tidak mengalami penambahan panjang, namun pada hari terakhir perlakuan akar mulai layu, berbeda dari pada awal perlakuan.

Tidak bertambahnya panjang akar karena air limbah batik tulis ini minim mengandung akan senyawa organik yang dapat digunakan pertumbuhan tanaman. Penyerapan zat yang

terkandung dalam limbah cair dilakukan oleh pucuk akar menggunakan jaringan meristem sehingga menimbulkan gaya tarik-menarik dengan molekul air dalam tanaman (Rusyani, 2014). Selain itu tanaman kurang mampu beradaptasi dengan air limbah yang mengandung polutan. Serta dipengaruhi pula oleh lingkungan sekitar green house.

Tanaman iris memiliki tiga mekanisme dalam bioremediasi air limbah, yaitu fitostabilisasi (*Phytostabilization*) sebagai proses imobilisasi kontaminan dalam air. Mekanisme kedua adalah rizofiltrasi (*Rhizofiltration*) berhubungan dengan adsorpsi atau presipitasi kontaminan di dalam akar. Mekanisme yang ketiga adalah rizodegradasi (*Rhizodegradation*) dimana terjadi penguraian kontaminan dalam air oleh aktivitas mikroba pada perakaran tanaman (Suswati *et al.*, 2012).

## **9. Hubungan Antara Kadar BOD, COD, Warna, DO, TDS, dan pH dengan Morfologi Tumbuhan**

Hasil pengukuran persentase penurunan kadar BOD, COD, warna, DO, TDS, dan pH pada limbah cair batik tulis lasem dengan perlakuan fitoremediasi tanaman *Iris pseudacorus* memperlihatkan hasil yang bervariasi. Dari semua parameter hanya kadar DO di limbah pelorodan yang mengalami penurunan, sedangkan parameter lain mengalami tidak mengalami penurunan bahkan mengalami kenaikan persentase. Tanaman *Iris pseudacorus* mengalami penyusutan

mulai hari ke-21 dan bahkan banyak yang layu hingga hari ke-28.

Peningkatan kadar parameter yang diteliti dikarenakan konsentrasi limbah cair batik yang diabsorpsi melebihi batas maksimum, sehingga terjadi kejenuhan pada tanaman sebagai adsorben yang mengakibatkan kadar parameter semakin meningkat. Selain itu selama penelitian berlangsung, kadar air menyusut diserap oleh tanaman. Hal ini yang mengakibatkan tanaman layu karena kekurangan air untuk proses fotosintesis dan menyebabkan kadar BOD, COD, warna, DO, TDS, dan pH sudah tidak dapat turun lagi. Jumlah tanaman yang diberikan untuk menurunkan limbah cair batik tulis lasem kurang, seperti menurut Nurfadillah *et al.*, 2017, semakin besar massa tanaman yang diberikan untuk limbah maka penurunan kandungan kimia akan semakin besar pula, sedangkan pada kontrol tidak terjadi penurunan dikarenakan tidak diberikan perlakuan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Limbah cair batik mengandung berbagai macam zat pencemar yang memiliki potensi untuk menimbulkan pencemaran air dan lingkungan di sekitarnya. Beberapa kandungan dalam limbah cair batik tersebut kandungan bahan organik, padatan tersuspensi, minyak atau lemak, dan kadar oksigen yang tinggi, serta kandungan logam berat yang berbahaya seperti Zn, dan Pb.
2. Teknik fitoremediasi dengan menggunakan variasi jumlah tanaman *Iris pseudacorus* kurang efektif untuk menurunkan kadar BOD, COD dan merubah warna limbah cair batik tulis lasem. Selain itu pada beberapa parameter lain seperti DO, TDS dan pH tanaman ini juga kurang efektif dikarenakan kadar penurunan paling tinggi tidak terdapat pada perlakuan dengan jumlah tanaman terbanyak (P4= 4 tanaman). Namun pada parameter DO di limbah pelorodan mengalami penurunan yang cukup signifikan yaitu 26.67%. Tanaman *Iris pseudacorus* kurang efektif dikarenakan konsentrasi limbah cair batik yang diabsorpsi melebihi batas maksimum, sehingga terjadi

kejenuhan pada tanaman sebagai adsorben yang mengakibatkan kadar parameter semakin meningkat.

3. Morfologi tanaman *Iris pseudacorus* setelah perlakuan selama 28 hari sangat berbeda dengan sebelum perlakuan. Batang dan daun tanaman menjadi menguning dan layu, serta pertumbuhan tanaman berhenti ketika memasuki hari ke-21 atau minggu ke-3. Akar tanaman *Iris pseudacorus* tidak mengalami penambahan panjang, namun pada hari terakhir perlakuan akar mulai layu. Serta tidak menunjukkan pertumbuhan bakal bunga baru.

## **B. Saran**

1. Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut mengenai efektivitas tanaman *Iris pseudacorus* terhadap penurunan kadar senyawa kimia pada limbah cair batik tulis lasem dengan variasi jumlah tanaman dan variasi waktu yang berbeda.
2. Diperlukan adanya penelitian menggunakan agen fitoremediasi lain sehingga diharapkan dapat menghasilkan inovasi baru dan dapat memberikan solusi bagi industri dalam pengolahan limbah secara alami.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Kdasi, A., Idris, A., Saed, K. dan Guan, C.T. (2004). Treatment of textile wastewater by advanced oxidation processesle. *Global Nest the Int.*, 6, 222–230.
- Ali, H., Khan, E., & Sajad, M. A. (2013). Phytoremediation of heavy metals—Concepts and applications. *Chemosphere*, 91(7), 869–881.
- Apriyani, N. (2018). Industri Batik: Kandungan Limbah Cair dan Metode Pengolahannya. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 3(1), 21–29.  
<https://doi.org/10.33084/mitl.v3i1.640>
- Apsari, L., Kusumawati, E., & Susanto, D. (2018). Fitoremediasi Limbah Cair Laundry Menggunakan Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) dan Eceng Padi (*Monochoria vaginalis*). *BIOPROSPEK: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(2), 29.
- Ariyantini, M. D. (2017). Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Staphylococcus aureus Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember. In *Skripsi*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *Air dan Air Limbah – Bagian 2: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (KOK) dengan Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri [Water and Waste Water - Chapter 2: Method of Chemical Oxygen Demand by Spectrophotometry with Closed Reflux]*. SNI 06-6989.2-2004.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). SNI 6968.72:2009 Air dan Air Limbah : Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD). *Sni 6968.72:2009*, 28.
- Caroline, J. (2015). *Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Melati Air (Echinoforus palaefolius) Pada Limbah Industri Peleburan Tembaga*

- dan Kuningan*. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Dwi Agustiang. (2017). *PEWARNAAN BATIK MENGGUNAKAN Scirpus*. 1-149.
- Dwi Ratnani, R., Hartati, I., & Kurniasari, L. (2010). Laporan penelitian terapan pemanfaatan eceng gondok (*eichornia crassipes*) untuk menurunkan kandungan COD(chemical oxygen demond), ph, bau, dan warna pada limbah cair tahu. *Jurnal Lingkungan*, 2, 1-49.  
<https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/LPPM/article/view/837/950>
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air*. Kanisius.
- Esnani. (2005). *60573-ID-efektivitas-pengolahan-air-limbah-batik.pdf*.
- Fachrurozi, M., Utami, L. B., & Suryani, D. (2010). PENGARUH VARIASI BIOMASSA *Pistia stratiotes* L. TERHADAP. *Jurnal KES MAS UAD*, 4(1), 1-16.
- Fidiastuti, H.S & Lathifah, A. S. (2018). Uji Karakteristik Limbah Cair Industri Batik Tulungagung: Penelitian Pendahuluan. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Saintek Iii*, 296-300. <https://publikasiilmiah.ums.ac.id>
- Haiming Wu, Jian Zhang, Peizhi Li, J. Z. (2011). Nutrient removal in constructed microcosm wetlands for treating polluted river water in northern China. *Ecological Engineering Journal*, 37(4), 560-568.
- Hariyadi, S. (2004). BOD DAN COD SEBAGAI PARAMETER PENCEMARAN AIR DAN BAKU MUTU AIR LIMBAH Sigid Hariyadi. *Falsafah Sains*, 1(1), 1-12.
- Hias, D. T. (2015). *Jurnal Pertanian Tropik ISSN Online No : 2356-4725*. 2(2), 178-186.
- Ignacia, Z., Pk, A., Studi, P., Komunikasi, D., Seni, F., & Petra, U. K. (n.d.). *Perancangan Buku Tentang Batik Tulis Khas Lasem Design of a Book about Batik Tulis Lasem*. 1-11.

- ITIS (Integrated Taxonomic Information System)*. (2010).  
www.itis.gov
- J, R. (2014). Produktivitas dan Pengukuran. *Blnaman Aksara*.
- Jacobs, J., Graves, M., & Mangold, J. (2010). Plant guide for paleyellow iris (*Iris pseudacorus*). *USDA-Natural Resources Conservation Service, Montana State Office*.
- Jannah, I. N., & Muhimmatin, I. (2019). Pengelolaan Limbah Cair Industri Batik menggunakan Mikroorganisme di Kecamatan Cluring Kabupaten Banyuwangi. *Warta Pengabdian*, 13(3), 106–115.  
<https://doi.org/10.19184/wrtp.v13i3.12262>
- Kaswinarni, F. (2007). Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat Dan Cair Industri Tahu (Studi Kasus Industri Tahu Tandang Semarang, Sederhana Kendal, dan Gagak Sipat Boyolali). *Tesis*, 1–83.
- Kementerian Agama RI. (2002). *Al-quran dan Terjemahannya*.
- KLHK. (2019). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.16/Menlhk/Setjen/Kum.1/4/2019 Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.  
file:///C:/Users/User/Downloads/fvm939e.pdf
- Kurniawan, Asep, F. B. Y. (2013). Pengaruh Variasi Campuran Acacia mangium dan Eucalyptus pelita terhadap Kualitas brownstock Pulp. *Akademi Teknologi Pulp dan Kertas Jalan Raya Dayeuhkolot*, 132.
- Luftinor. (2011). Perbandingan Penggunaan Beberapa Jenis Zat Warna Dalam Proses Pewarnaan Serat Nanas. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 22(1), 28–35.
- Mika, S. (2013). *Penurunan Limbah Cair BOD dan COD Pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail*

*(Thypha Angustifolia) Dengan Sistem Constructed Wetland.* Universitas Negeri Semarang.

- Muhidin, A. (2009). Konsep Efektivitas Pembelajaran. *Pustaka Setia*.
- Munawaroh, E. et. a. (2017). *Koleksi Kebun Raya Liwa, Lampung Tumbuhan Berpotensi Sebagai Tanaman Hias.* LIPI Press.
- Nikho, M. A. (2020). *Perbandingan Efektivitas Tanaman Cattail (Thypha Angustifolia) dan Tanaman Iris (Iris Pseudacorus) Pada Constructed Wetland Terhadap Limbah Cair Industri Tahu.* <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/13303/>
- Nur, F. (2013). Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd). *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 1(1), 74–83. <https://doi.org/10.24252/bio.v1i1.450>
- Nurfadillah, B, N. A. A., & NURINSA. (2017). FITOREMEDIASI LIMBAH DOMESTIK ( Detergent ) MENGGUNAKAN ECENG GONDOK ( Eichorniacrassipes ) UNTUKMENGATASI. *Jurnal PENA*, 3, 577–590.
- Pandey, V. C., Bajpai, O., & Singh, N. (2016). *Energy crops in sustainable phytoremediation. Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 54, 58–73.
- Perda DIY, D. (2016). Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah. *Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah*, 53(9), 1689–1699.
- Peta Kabupaten Rembang.* (2021). [www.rembangkab.go.id](http://www.rembangkab.go.id)
- Pratama, A. (2021). Fluktuasi Kualitas Air Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Beberapa Variasi Sistem Resirkulasi). *Current Trends in Aquatic Science*, IV(1), 102–107.

- Purnama, P. (2007). *Pra -rancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah Tahu Studi Kasus Pabrik Tahu Desa Tempel Sari Kecamatan Kalikajar Kabupaten Wonosobo*. UGM.
- Rahadian, R., Sutrisno, E., & Sumiyati, S. (2017). Efisiensi penurunan cod dan tss dengan fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu (. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(3), 1–8.
- Rosanti, D. (2013). *Morfologi Tumbuhan*. Erlangga.
- Rukmi, D. P. (2014). *Efektivitas Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) Dalam Menurunkan Kadar Deterjen, BOD, dan COD Pada Air Limbah Laundry*.
- Rusyani, R. (2014). Potensi Tumbuhan Genjer sebagai Agen Fitoremediasi Pada Limbah yang Mengandung Logam Timbal (Pb). In *Skripsi*. Universitas Negeri Gorontalo.
- Santoso, A. D. (2018). Keragaan Nilai DO, BOD Dan COD Di Danau Bekas Tambang Batu Barastudi Kasus Pada Danau Sangatta North Pt. Kpc Di Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 166–175.
- Sari, P., Sudarno, & Wisnu, I. (2015). Pengaruh Jumlah Tanaman Cyperus Alternifolius dan Waktu Tinggal Limbah dalam Penyisihan Kadar Ammoniak, Nitrit, Dan Nitrat (Studi Kasus : Pabrik Minyak Kayu Putih). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(2), 3–6.
- Sembiring, H. (2008). *Penurunan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) dan Konsentrasi Warna Limbah Cair Proses Pewarnaan Pada Industri Batik Dengan Metode Proses Oksidasi Lanjut (Advanced Oxidation Processes)*. Universitas Gajah Mada.
- Subekti, P., Hafiar, H., & Komariah, K. (2020). WORD OF MOUTH SEBAGAI UPAYA PROMOSI BATIK SUMEDANG OLEH PERAJIN BATIK (Studi Kasus pada Sanggar Batik Umimay). *Dinamika Kerajinan dan Batik: Majalah Ilmiah*, 37(1), 41–54. <https://doi.org/10.22322/dkb.V36i1.4149>

- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suharto. (2011). *Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air*. 313–317.
- Sukono, G. A. B., Hikmawan, F. R., Evitasari, E., & Satriawan, D. (2020). Mekanisme Fitoremediasi: Review. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 2(2), 40–47. <https://doi.org/10.35970/jppl.v2i2.360>
- Sunandi, E., Nugroho, S., & Rizal, J. (2013). Rancangan Acak Lengkap Dengan Subsampel. *e-Jurnal Statistika*, 80–101. <http://repository.unib.ac.id/id/eprint/2654>
- Suswati, A. C. S. P., Wibisono, G., Masrevaniah, A., & Arfiati, D. (2012). Analisis Luasan Constructed Wetland Menggunakan Tanaman Iris dalam Mangolah Air Limbah Domestik (Greywater). *Indonesian Green Technology Journal*, 1(3), 1–7.
- Tangahu, B. V., & Ningsih, D. A. (2016). Uji Penurunan Kandungan COD, BOD pada Limbah Cair Pewarnaan Batik Menggunakan Scirpus Grossus dan Iris Pseudacorus dengan Sistem Pemaparan Intermitent. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 8(2), 121–130. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol8.iss2.art6>
- Tjitrosoedirdjo, S. (2017). Pedoman Analisis Risiko Tumbuhan Asing Invasif (Post Border). *FORIS Indonesia*, 110(9), 1689–1699.
- Yulianto, A., Hakim, L., Purwaningsih, I., & Pravitasari, V. A. (2009). Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Pada Skala Laboratorium Dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti*, 5(1), 6–11.



**LAMPIRAN 1****DOKUMENTASI PENELITIAN**

Penataan Tanaman di Green House



Pengukuran Lingkungan dengan Termometer Digri



Denah Penataan Tanaman

## LAMPIRAN 2

## HASIL UJI LABORATORIUM



BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI  
BALAI BESAR TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI  
CENTER OF INDUSTRIAL POLLUTION PREVENTION TECHNOLOGY  
LABORATORIUM PENELITIAN DAN KALIBRASI BBTPPI  
BBTPPI TESTING AND CALIBRATION LABORATORY  
Jl. Kimangsarkoro No. 6 Telp.8316315 Fax. (024) 8414811  
E-mail : [bbtppi.kemendin@gmail.com](mailto:bbtppi.kemendin@gmail.com) Trolol Pos. 829  
Semarang-50136

Malaman : 1 dari 1  
Page

**LAPORAN PENGUJIAN**  
**REPORT OF ANALYSIS**

**Nomor Contoh** : 13186 2022/LA2 3846  
**Sample Number**

**Jenis Contoh** : Air limbah baik  
**Material**

**CAR merk** :

**Kode** : PD Garam  
**Code**

**Parameter** : -  
**Parameters**

**Asal Contoh** : Abnyyah Masykat Elmiyah  
**Sample's Origin** : Jl. Taman Jeruk II Blok A1023A Perumahan Jatiasri Permai, Mijen, Semarang

**Dibuat Untuk** : Abnyyah Masykat Elmiyah  
**Executed** : Jl. Taman Jeruk II Blok A1023A Perumahan Jatiasri Permai, Mijen, Semarang

**Tgl. Pengambilan Contoh** : -  
**Sample Taken on**

**Tgl. Penerimaan Contoh** : 06/01/2022  
**Sample Received on**

**HASIL PENGUJIAN**  
**TEST RESULT**

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
1	Warna	Skala TCU	937,5	SM 2120 C, 23 <sup>rd</sup> Edisi : 2017

**NETERANGAN :**

- 1 Contoh dikirim
- 2 Parameter uji sesuai permintaan pengirim contoh
- 3 Pengirim contoh bertanggungjawab atas kebenaran prosedur pengambilan dan penanganan contoh sebelum diterima Laboratorium Pengujian.



Semarang, 18 Januari 2022  
Pl. Kepala Seksi Pengujian dan  
Kalibrasi

**Chaidi Syahroni**  
197309022002121002

-Dilarang menyalin/menerip, mendata, memodifikasi, atau sebarang bentuk lain tanpa izin Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri  
-It is prohibited to copy, transfer or publish parts of this report without permission of Center for Industrial Pollution Control Technology  
-Hindari penjiplakan ini karena hal ini adalah contoh yang ilegal.  
- This text should refer to the actual sample only.  
- Hasil pengujian ini tidak boleh digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan yang bersifat hukum.  
- Permission to reuse this report may be granted, but it is subject to the terms and conditions of the IPR of this document.

Contoh Hasil Kadar Warna dari Pengujian di BBTPPI



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH  
DINAS KESEHATAN  
**BALAI LABORATORIUM KESEHATAN DAN  
PENGUJIAN ALAT KESEHATAN**

Jalan Sookarno Halla Nomor 185 Semarang Kode Pos 50196 Telepon 024-6710662  
Faksimile 024-6715241 Surat Elektronik : labkes\_jateng@yahoo.co.id

DINKES/BALAI LABKES PAK/PIKK/FORM/008

**LAPORAN HASIL PEMERIKSAAN**

Nama : ATHIYYAH MISYKAT ELMIYAH  
Alamat : Jl. Taman Jeruk II Blok A 10/234 Perumahan Mijen, Kel. Jatisari, Kec. Mijen, KOTA SEMARANG, JAWA TENGAH  
Tgl Penerimaan : 06/01/2022 Tgl Pengujian : 06/01/2022 - 19/01/2022  
Kode Sampel : ALK2010043 Jenis Sampel : Air Limbah Tekstil dan Batik  
Petugas Sampling : Athiyah Misykat Elmiyah Pengambilan Sampel : Eksternal  
Tgl/Lokasi Sampling : 06-01-2022 10:40:006. P4 Napthol (Limbah Pewarnaan).  
Baku Mutu : Perda Prov Jateng No. 5 Tahun 2012

Keterangan :

No	Nama Parameter	Hasil	Baku Mutu	Satuan	Metode
1	COD*	7792	150	mg/L	SNI 6989.73:2019

Tanda \* : Sudah masuk ruang lingkup Akreditasi KAN ISO/IEC 17025:2017

Keterangan :

- Hasil analisis hanya berlaku untuk sampel yang diuji.
- Pemeriksaan logam berat adalah logam terlarut.
- Dilarang menggandakan sebagian laporan hasil pengujian tanpa persetujuan tertulis Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa Tengah.

Kepala Balai Laboratorium Kesehatan  
dan Pengujian Alat Kesehatan Provinsi Jawa Tengah

**Sukanto, SKM, M.Kes.**  
NIP. 19680414 198803 1 004

Semarang, 19 Januari 2022  
Penanggung Jawab Teknis

**Eka Sudarsana, SKM, M.Kes.**  
NIP. 19681111198803 1 003

Contoh Hasil Kadar COD dari Pengujian di Balai Laboratorium  
Kesehatan dan Pengujian Alat Kesehatan

## RIWAYAT HIDUP

### A. Identitas Diri

1. Nama : Athiyyah Misykat Elmiyyah
2. TTL : Rembang, 01 Juni 2000
3. Jenis kelamin : Perempuan
4. Agama : Islam
5. Alamat Rumah : Ds. Soditan RT 04 RW 02  
Kec. Lasem Kab. Rembang  
59271
6. No. HP : 085741088805
7. E-mail : [mia.immida@gmail.com](mailto:mia.immida@gmail.com)

### B. Riwayat Pendidikan

1. TK Muslimat NU 3 Lasem
2. MI An-Nashriyyah Lasem
3. MTs N 1 Rembang
4. MAN 2 Kudus

Semarang, 13 April 2022

Pembuat Pernyataan,



Athiyyah Misykat Elmiyyah  
1808016025