DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

PENGARUH DOSIS KOAGULAN DAN pH PADA PROSES KOAGULASI-FLOKULASI MENGGUNAKAN KOAGULAN SERBUK BIJI HANJELI DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN

SKRIPSI

Oleh

Melinda Febrianti

NIM 181910601003

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2022

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

PENGARUH DOSIS KOAGULAN DAN pH PADA PROSES KOAGULASI-FLOKULASI MENGGUNAKAN KOAGULAN SERBUK BIJI HANJELI DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN

SKRIPSI

diajukan untuk melengkapi skripsi dan memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Studi S-1 Teknik Lingkungan dan mencapai gelar sarjana Teknik

Oleh

Melinda Febrianti

NIM 181910601003

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2022

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

PERSEMBAHAN

Rasa syukur Alhamdulillah yang sangat mendalam segala perjuangan saya hingga saat ini dan atas selesainya skripsi ini, saya mengucapkan banyak- banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT. yang yang selalu member rahmat, kasih, kekuatan, dan karunia-Nya dalam kehidupan saya.
2. Orang tua tercinta dan yang sangat saya sayangi Ibu Siti Muryani dan Bapak Darminto serta keluarga besar Mbah Jono (Alm.) dan Mbah Samud (Alm.) yang telah membantu baik secara moril maupun material serta do'a yang tiada henti untuk kelancaran kehidupan saya.
3. Bapak/Ibu guru sejak taman kanak-kanak hingga para dosen perguruan tinggi.
4. Perumdam Tirta Pandalungan yang telah mengizinkan dan menyediakan Laboratorium Uji dalam pelaksanaan skripsi.
5. Teman-teman angkatan 2018 yang selalu memberikan semangat dan saling memberi dukungan hingga berbagi ilmu dengan saya.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

MOTTO

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesangguapannya.

(QS. Al Baqarah : 286)

Hidup itu memang terkadang rumit, namun serumit apapun kehidupan ini tetap harus kita jalani, karena Tuhan punya rencana dibalik semua ini.

(Jefri Al Buchori)

Nasibmu telah ditulis dengan tinta cinta-Nya dan disegel dengan rahmat-Nya jadi jangan takut, percayakan dirimu kepada-Nya dan beharaplah pada ketetapan-Nya.

(Gems of Jannah)

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

nama : Melinda Febrianti

NIM : 181910601003

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa hasil skripsi yang berjudul "Pengaruh Dosis Koagulan dan pH pada Proses Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Serbuk Biji Hanjeli dalam Menurunkan Kekeruhan" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya cantumkan sumbernya dan referensi, belum pernah diajukan pada instutusi manapun, dan murni hasil pengujian atau bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa ada paksaan maupun tekanan dari pihak lainnya serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini salah.

Jember, 20 Juli 2022

Yang menyatakan,

Melinda Febrianti

NIM 181910601003

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Dipindai dengan CamScanner

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

TUGAS AKHIR

PENGARUH DOSIS KOAGULAN DAN pH PADA PROSES KOAGULASI-FLOKULASI MENGGUNAKAN KOAGULAN SERBUK BIJI HANJELI DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN

Oleh:

Melinda Febrianti

NIM 181910601003

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Noven Pramitasari, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Audiananti Meganandi Kartini, S.Si., M.T.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Pengaruh Dosis Koagulan dan pH pada Proses Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Serbuk Biji Hanjeli dalam Menurunkan Kekeruhan" telah disetujui dan disahkan pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 20 Juli 2022

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Pembimbing:

PEMBIMBING UTAMA	PEMBIMBING ANGGOTA
Noven Pramitasari, S.T., M.T.	Audiananti Meganandi Kartini, S.Si., M.T.
NIP 199211062019032017	NIP 198807272022032006

Tim Penguji:

PENGUJI UTAMA	PENGUJI ANGGOTA
Ir. Ririn Endah Badriani, S.T., M.T.	Abdur Rohman, S.T., M.Agr., Ph.D.
NIP 197205281998022001	NRP 760017221

Mengesahkan:

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

Dr.Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.
NIP 197008261997021001

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Dipindai dengan CamScanner

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

RINGKASAN

Pengaruh Dosis Koagulan dan pH pada Proses Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Serbuk Biji Hanjeli dalam Menurunkan Kekeruhan; Melinda Febrianti, 181910601003; 2022; 110 halaman; Program studi S-1 Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Jember.

Indonesia merupakan negara yang mempunyai potensi bencana alam yang sangat tinggi, terutama pada musim hujan. Banjir atau kekeringan adalah fenomena yang sering terjadi di berbagai wilayah. Kesulitan untuk mendapatkan air bersih paska bencana banjir, berpengaruh terhadap pencemaran yang menimbulkan berbagai penyakit (Putra, 2015). Paska bencana banjir air cenderung lebih keruh pada beberapa kondisi. Kondisi tersebut diakibatkan oleh lumpur-lumpur yang bercampur dengan air. Oleh sebab itu diperlukan suatu usaha atau solusi dalam mengatasi masalah mengenai proses pengolahan air bersih paska bencana sebagai pendegradasi kadar kekeruhan agar diperoleh kadar kekeruhan yang sesuai dengan baku mutu dan tidak berbahaya bagi manusia. Metode dalam pengolahan air salah satunya yaitu koagulasi-flokulasi. Biji hanjeli adalah salah satu koagulan alami dan memiliki keuntungan dapat mengurangi bakteri dalam partikel, kekeruhan hingga 94% dan menjernihkan air (Syarpin & Harianto, 2021). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui proses pembuatan koagulan alami dari serbuk biji hanjeli untuk proses koagulasi-flokulasi, mengetahui dosis koagulan dan pH air baku buatan optimum, mengetahui pengaruh dosis koagulan serbuk biji hanjeli dan pH air baku pada proses koagulasi-flokulasi dalam menurunkan kekeruhan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan dalam menangani kekeruhan pada air paska bencana yang nantinya air tersebut dapat dimanfaatkan dalam kegiatan masyarakat.

Penelitian dilaksanakan di Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tegal Gede, Kabupaten Jember. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah kekeruhan air baku buatan (50, 75, dan 100 NTU) dan pH air baku buatan (4,5,6,7,8,9). Variabel terikat penelitian ini yaitu kekeruhan (NTU) sedangkan variabel kontrol yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penentuan dosis

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

koagulan berdasarkan pada grafik dosis optimum yang didapatkan, dan jumlah sampel air sebanyak 200 ml. Penentuan nilai kekeruhan awal air baku dan nilai pH awal air baku buatan dilakukan sebelum proses koagulasi dengan kecepatan 50 rpm selama 90 detik dan flokulasi dengan kecepatan 50 rpm selama 25 menit, dilanjutkan dengan pengendapan 60 menit. Analisis data yang digunakan yaitu regresi polinomial menggunakan software R Studio.

Metode yang digunakan pada proses pembuatan koagulan alami dari biji Hanjeli adalah metode *Sun Drying* selama 2 hari. Biji Hanjeli yang sudah kering dihaluskan dan di ayak dengan ukuran 80 mesh. Hasil optimum penggunaan koagulan serbuk biji hanjeli yaitu 300 ppm dengan penurunan kekeruhan akhir terbaik 3,47 NTU, terjadi adanya kejenuhan pada dosis 400 ppm dan 500 ppm sehingga koagulan bertindak sebagai pengotor (Hendrawati *et al*., 2015). pH optimum koagulan bekerja lebih maksimal pada kondisi pH asam yaitu pH 4. Nilai parameter pH setelah dilakukan proses koagulasi-flokulasi mengalami kenaikan diakibatkan pengikatan ion hidrogen (H^+) oleh serbuk biji hanjeli tersebut. Protein akan bermuatan negatif dalam suasana basa yang menyebabkan terjadinya penurunan nilai pH seperti yang terjadi pada pH 9 yaitu turun menjadi 8,2 pada proses koagulasi-flokulasi dengan kekeruhan awal 100 NTU (Nasriyanti, 2020). Efisiensi penyisihan kekeruhan tertinggi diperoleh pada kondisi kekeruhan awal 100 pada pH 4 dengan dosis koagulan 300 ppm yaitu sebesar 96% sedangkan efisiensi penyisihan kekeruhan paling rendah yaitu terdapat pada kondisi kekeruhan awal 100 pada pH 9 dengan dosis koagulan 500 ppm yaitu sebesar 40%. Pengaruh dosis koagulan serbuk biji hanjeli dan pH air baku buatan pada proses koagulasi-flokulasi dalam menurunkan kekeruhan pada air yaitu berpengaruh terhadap kekeruhan karena pada hasil uji F dari analisis regresi polinomial menunjukan p-value yaitu $<2{,}2 \times 10^{-16} < \alpha = 0{,}05$

Kata kunci : Dosis koagulan optimum, Koagulan serbuk biji hanjeli, pH air baku optimum, Flokulasi, Koagulasi

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

SUMMARY

Effect Of Coagulant Doses and pH on The Process Coagulation-Flocculation using Coagulants Hanjeli Seed Powder in Lowering Turbidity. *Melinda Febrianti, 181910601003; 2022; 110 Pages; Environmental Engineering S-1 study program, Faculty of Engineering, University of Jember.*

Indonesia is a country that has a very high potential for natural disasters, especially in the rainy season. Floods or droughts are phenomena that often occur in different regions. The difficulty of obtaining clean water after flood disasters, affects pollution that causes various diseases (Putra, 2015). After a flood disaster, the water tends to be more murky in some conditions. This condition is caused by mud mixed with water. Therefore, an effort or solution is needed in overcoming the problem of the post-disaster clean water treatment process as a degradation of turbidity levels in order to obtain turbidity levels that are in accordance with quality standards and are not harmful to humans. One of the methods in water treatment is coagulation-flocculation. Hanjeli seeds are one of the natural coagulants and have the advantage of being able to reduce bacteria in particles, turbidity by up to 94% and purify water (Syarpin & Harianto, 2021). The purpose of this study is to determine the process of making natural coagulants from hanjeli seed powder for the coagulation-flocculation process, find out the dose of coagulants and the pH of the optimum artificial raw water, find out the effect of the dose of hanjeli seed powder coagulants and the pH of raw water on the coagulation-flocculation process in reducing turbidity. The results of this study are expected to be used in dealing with turbidity in post-disaster water, which later the water can be used in community activities.

The research was carried out at the Tegal Gede Water Treatment Plant (WTP), Jember Regency. The free variables used in this study were the turbidity of artificial raw water (50, 75, and 100 NTU) and the pH of artificial raw water (4.5,6,7,8.9). The bound variable of this study is turbidity (NTU) while the control variable used in this study is the determination of the dose of coagulants based on the optimum dose graph obtained, and the number of water samples as much as

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

200 ml. The determination of the initial turbidity value of raw water and the initial pH value of artificial raw water is carried out before the coagulation process at a speed of 50 rpm for 90 seconds and flocculation at a speed of 50 rpm for 25 minutes, followed by a deposition of 60 minutes. The data analysis used is a polynomial regretion using R Studio software.

The method used in the process of making natural coagulants from Hanjeli seeds is the Sun Drying method for 2 days. Dried Hanjeli seeds are mashed and sifted to a size of 80 mesh. The optimum result of the use of hanjeli seed powder coagulants is 300 ppm with a best final turbidity decrease of 3.47 NTU, there is saturation at doses of 400 ppm and 500 ppm so that the coagulant acts as an impurity (Hendrawati et al., 2015). The optimum pH of the coagulant works more optimally under acidic pH conditions, namely pH 4. The value of the pH parameter after the coagulation-flocculation process has increased due to the binding of hydrogen ions (H^+) by the hanjeli seed powder. Proteins will be negatively charged in an alkaline atmosphere which causes a decrease in the pH value as occurs in pH 9, which drops to 8.2 in the coagulation-flocculation process with an initial turbidity of 100 NTU (Nasriyanti, 2020). The highest turbidity removal efficiency was obtained at the initial turbidity condition of 100 at pH 4 with a coagulant dose of 300 ppm which was 96% while the lowest turbidity allowance efficiency was found in the initial turbidity condition of 100 at pH 9 with a coagulant dose of 500 ppm which was 40%. The effect of the dose of hanjeli seed powder coagulant and the pH of artificial raw water in the coagulation-flocculation process in reducing turbidity in water, which affects turbidity because the F test results from a polynomial regretion analysis showed the p-value is $<2{,}2 \times 10^{-16} < \alpha = 0.05$.

Keywords *: Optimum coagulant dose, Hanjeli seed powder coagulant, Flocculation, Coagulation, Optimum raw water pH*

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

PRAKATA

Puji dan puji yukur saya ucapkan pada Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-nya saya dapat menyelesaikan proposal tugas akhir dengan judul "Pengaruh Dosis Koagulan dan pH pada Proses Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Serbuk Biji Hanjeli dalam Menurunkan Kekeruhan".

Atas bimbingan serta arahan yang telah diberikan hingga terselesaikannya proposal tugas akhir, saya menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Dr. Ir. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan dan Dosen Pembimbing Akademik.
4. Noven Pramitasari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama.
5. Audiananti Meganandi Kartini, S.Si., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota.
6. Perumdam Tirta Pandalungan yang telah mengizinkan dan menyediakan Laboratorium Uji dalam pelaksanaan skripsi.
7. Keluarga saya yang selalu memberikan dukungan dan doa untuk kelancaran skripsi saya.
8. Teman-teman angkatan 2018 yang selalu memberikan semangat dan saling memberi dukungan hingga berbagi ilmu dengan saya.

Saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dalam penambahan wawasan ilmu pengetahuan dan berguna bagi lingkungan masyarakat.

Jember, 20 Juli 2022

Penulis

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ii
HALAMAN PERSEMBAHAN iii
HALAMAN MOTTO iv
HALAMAN PERNYATAAN v
HALAMAN PENGESAHAN vii
RINGKASAN viii
SUMMARY x
PRAKATA xii
DAFTAR ISI xiii
DAFTAR TABEL xvi
DAFTAR GAMBAR xvii
DAFTAR LAMPIRAN xviii
BAB 1. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Masalah 4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Penelitian Terdahulu 5
2.2 Air 6
2.3 Pencemaran Air 7
2.4 Parameter Air 7
2.5 Kriteria Baku Mutu Air 9
2.6 Koagulasi 11

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

2.7 Flokulasi 13
2.8 Tanaman Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L) 14
2.9 Koagulan 15
2.10 Koagulan Biji Hanjeli 17
2.11 Proses Pembuatan Koagulan Biji Hanjeli 18
BAB 3. METODE PENELITIAN 19
3.1 Jenis Penelitian 19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian 19
3.3 Variabel Penelitian 19
3.3.1 Variabel Bebas 19
3.3.2 Variabel Terikat 20
3.3.3 Variabel Kontrol 20
3.4 Rancangan Percobaan 20
3.5 Metode Pengumpulan Data 21
3.5.1 Data Primer 21
3.5.2 Data Sekunder 21
3.6 Prosedur Penelitian 22
3.6.1 Studi Literatur 23
3.6.2 Persiapan Alat dan Bahan 23
3.6.3 Proses Pembuatan Koagulan Biji Hanjeli 23
3.6.4 Proses Pengambilan Sampel 24
3.6.5 Prosedur Pengukuran Parameter Kualitas Air 24
3.6.6 Penentuan Nilai Kekeruhan Awal Air Baku Buatan 24
3.6.7 Penentuan Nilai pH Awal Air Baku Buatan 24
3.6.8 Proses Koagulasi-Flokulasi Air Baku PDAM 24
3.6.9 Proses Analisis dan Penyajian Data 25
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN 26
4.1 Proses Pembuatan Koagulan Serbuk Biji Hanjeli 26
4.2 Penentuan Kecepatan Pengadukan 28

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

4.3 Pembuatan Air Baku Buatan.....31

4.3.1 Penentuan Nilai Kekeruhan Awal 31

4.3.2 Penentuan Nilai pH Awal 32

4.4 Karakteristik Awal Air Sungai Bedadung 33

4.5 Proses Koagulasi-Flokulasi Air Baku PDAM.....34

4.5.1 Penentuan Dosis Optimum Koagulan dari Serbuk Biji Hanjeli pada Proses Koagulasi-Flokulasi.....35

4.5.2 Penentuan pH Optimum pada Proses Koagulasi-Flokulasi 42

4.6 Efisiensi Penyisihan Kekeruhan pada Air Baku Buatan Menggunakan Koagulan dari Serbuk Biji Hanjeli 47

4.7 Uji Persyaratan Analisis 55

1. Uji Normalitas.....55

2. Uji Homogenitas 56

4.8 Uji Anova *Two Way* (Dua Arah).....58

4.8.1 Pengaruh Dosis Koagulan Serbuk Biji Hanjeli pada Proses Koagulasi-Flokulasi terhadap Kekeruhan Akhir.....58

4.8.2 Pengaruh pH Air Baku Buatan pada Proses Koagulasi-Flokulasi Terhadap Kekeruhan Akhir 59

4.9 Uji Regresi Polinomial (*Non Linier*) 60

4.9.1 Pengaruh Dosis Koagulan Serbuk Biji Hanjeli pada Proses Koagulasi-Flokulasi terhadap Kekeruhan Akhir.....61

4.9.2 Pengaruh pH Air Baku Buatan pada Proses Koagulasi-Flokulasi Terhadap Kekeruhan Akhir 62

4.9.3 Mean Absolute Error (MAE).....62

BAB 5 . KESIMPULAN DAN SARAN 64

5.1 Kesimpulan 64

5.2 Saran.....65

DAFTAR PUSTAKA 66

LAMPIRAN 71

DOKUMENTASI 90

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu 5
Tabel 2.2 Persyaratan Kualitas Air Sungai dan Danau 10
Tabel 2.3 Persyaratan Kualitas Air Bersih 10
Tabel 2.4 Kandungan Unsur Kimia pada Biji Hanjeli 18
Tabel 3.1 Variabel Bebas 20
Tabel 3.2 Rancangan Percobaan Proses Koagulasi-Flokulasi 20
Tabel 4.1 Kriteria Pengadukan Cepat 29
Tabel 4.2 Kriteria Pengadukan Lambat.....30
Tabel 4.3 Spesifikasi *Jar Test*.....30
Tabel 4.4 Kriteria *Impeller* 31
Tabel 4.5 Karakteristik Awal Air Sungai Bedadung.....33
Tabel 4.6 Nilai Kekeruhan Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi pada Kekeruhan Awal 50 NTU 36
Tabel 4.7 Nilai Kekeruhan Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi pada Kekeruhan Awal 75 NTU 38
Tabel 4.8 Nilai Kekeruhan Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi pada Kekeruhan Awal 100 NTU 40
Tabel 4.9 Nilai pH Akhir pada Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Kekeruhan Awal 50 NTU 46
Tabel 4.10 Nilai pH Akhir pada Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Kekeruhan Awal 75 NTU 46
Tabel 4.11 Nilai pH Akhir pada Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Kekeruhan Awal 100 NTU 47
Tabel 4.12 Hasil Efisiensi Penyisihan Kekeruhan pada Kekeruhan Awal 50 NTU 47
Tabel 4.13 Hasil Efisiensi Penyisihan Kekeruhan pada Kekeruhan Awal 75 NTU 50
Tabel 4.14 Hasil Efisiensi Penyisihan Kekeruhan pada Kekeruhan Awal 100 NTU.....52
Tabel 4.15 Uji *Shapiro Wilk*.....56
Tabel 4.16 Uji *Bartlett* 58
Tabel 4.17 Hasil Analisis Anova Dua Arah dengan R Studio 58
Tabel 4.18 Uji F Dosis Koagulan terhadap Kekeruhan.....59
Tabel 4.19 Uji F pH Air Baku Buatan terhadap Kekeruhan.....60
Tabel 4.20 Regresi Polinomial Hubungan Dosis Koagulan dan pH Air Baku terhadap Kekeruhan Akhir.....61

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses pengikatan partikel koloid oleh koagulan 12
Gambar 2.2 Proses pengikatan partikel koloid oleh flokulan 14
Gambar 2.3 Tanaman Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L) 14
Gambar 2.4 Biji Hanjeli 18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 22
Gambar 4.1 Biji Hanjeli (a) Sebelum Proses Pengeringan (b) Sesudah Proses Pengeringan 27
Gambar 4.2 Koagulan Serbuk Biji Hanjeli Diameter 80 Mesh 27
Gambar 4.3 Bubuk Bentonit 32
Gambar 4.4 Penentuan Nilai Awal Kekeruhan (a) 50 NTU, (b) 75 NTU, dan (c) 100 NTU 32
Gambar 4.5 Penentuan Nilai pH Awal Air Baku PDAM (a) pH 4, (b) pH 5, (c) pH 6, (d) pH 7, (e) pH 8, (f) pH 9 33
Gambar 4.6 (a) Kecepatan Pengadukan Cepat (Proses Koagulasi) 100 rpm menggunakan *Jar Test*, (b) Kecepatan Pengadukan Lambat (Proses Flokulasi) 50 rpm menggunakan *Jar Test.* 35
Gambar 4.7 Nilai Kekeruhan Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi pada Kekeruhan Awal 50 NTU 37
Gambar 4.8 Nilai Kekeruhan Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi pada Kekeruhan Awal 75 NTU 39
Gambar 4.9 Nilai Kekeruhan Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi pada Kekeruhan Awal 100 NTU 41
Gambar 4.10 Nilai pH Optimum pada Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Kekeruhan Awal 50 43
Gambar 4.11 Nilai pH Optimum pada Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Kekeruhan Awal 75 44
Gambar 4.12 Nilai pH Optimum pada Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Kekeruhan Awal 100 NTU 45
Gambar 4.13 Hasil Efisiensi Penyisihan Kekeruhan pada Kekeruhan Awal 50 NTU 49
Gambar 4.14 Hasil Efisiensi Penurunan Kekeruhan pada Kekeruhan Awal 75 NTU 51
Gambar 4.15 Hasil Efisiensi Penurunan Kekeruhan pada Kkeruhan Awal 100 NTU 53
Gambar 4.16 Uji Normal QQ 56
Gambar 4.17 Uji Heteroskedastisitas 57
Gambar 4.18 Plot Hubungan Dosis Koagulan terhadap Kekeruhan Akhir 62
Gambar 4.19 Plot Hubungan pH Air Baku terhadap Kekeruhan Akhir 62

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Prosedur Pengambilan Sampel Air Permukaan (Sungai) 71
Lampiran 2 Prosedur Pengukuran Parameter 71
Lampiran 3 Hasil Pengujian Kontrol Proses Koagulasi-Flokulasi Air Baku PDAM.....72
Lampiran 4 Hasil Pengujian Proses Koagulasi-Flokulasi Air Baku PDAM 73
Lampiran 5 Uji Persyaratan Analisis 80
Lampiran 6 Hasil Analisis Anova Dua Arah Menggunakan R Studio.....80
Lampiran 7 Uji Regresi Polinomial 81
Lampiran 8 Mean Absolute Error (MAE) 81

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

BAB 1 . PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Elemen penting terhadap kehidupan manusia yaitu salah satunya air bersih. Hingga kini, tidak semua masyarakat khususnya Indonesia memiliki akses kelayakan ar bersih (Prihatinningtyas & Effendi, 2018). Indonesia merupakan negara yang mempunyai potensi bencana alam yang lumayan tinggi, utamanya pada musim hujan. Banjir atau kekeringan adalah fenomena yang sering terjadi di berbagai wilayah. Frekuensi bencana banjir di Indonesia meningkat signifikan setiap tahunnya. Peristiwa ini tidak hanya disebabkan oleh rusaknya lingkungan tetapi juga oleh perubahan iklim. Kesulitan untuk mendapatkan air bersih paska bencana banjir, berpengaruh terhadap pencemaran yang menimbulkan berbagai penyakit (Putra, 2015).

Pencemaran air merupakan salah satu dari penyebab kerusakan pada lingkungan. Sumber air untuk keperluan sehari-hari tidak terlepas dari pengaruh pencemar yang dihasilkan oleh kegiatan manusia. Beberapa kontaminan contohnya bahan mikroba, bahan organik (deterjen, pestisida) dan bahan kimia lain yang dapat ditemukan pada perairan (Utami, 2013). Berdasarkan Pasal 1 ayat 36 dalam Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 mengartikan pencemaran air sebagai makhluk hidup, zat, energi, serta komponen lain yang masuk atau dimasukkannya ke perairan dari aktivitas manusia, yang mengakibatkan terlampauinya kualitas air dari standar atau persyaratan yang telah ditetapkan (Pemerintah Republik Indonesia, 2021).

Air memiliki kandungan padatan terlarut serta bahan organik. Keberadaan TSS, kekeruhan, COD, dan BOD jika melebihi standar yang telah ditetapkan di badan air dapat mencemari dan membunuh organism perairan. Kekeruhan adalah suatu parameter yang wajib ada dalam persyaratan air bersih. Selain itu karena alasan pada estetika, kekeruhan menunjukkan adanya partikel padatan pada air

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

bersih. Kadar kekeruhan akibat adanya lumpur yang tinggi akan menurunkan kemampuan perairan untuk menjaga ekosistem (Setyawati *et al*., 2019).

Partikel koloid adalah partikel diskrit yang berada pada suspensi air baku, dan partikel inilah yang menyebabkan faktor utama dalam kekeruhan. Stabilitas koloid bergantung pada ukuran koloidnya dan muatan listrik, yang disebabkan dari kadar kimia didalam koloid serta medium dispersinya (misalnya kekuatan pada ion, nilai pH dan kadar organik dalam air). Beberapa wilayah memiliki kondisi pH air yang berbeda-beda, pada daerah yang tanahnya berupa gambut kemungkinan besar pH airnya cenderung lebih asam, sedangkan tanah yang mengandung kapur cenderung lebih basa. Derajat keasaman (pH) merupakan suatu indikator yang juga penting mempengaruhi suatu proses pengadukan cepat (koagulasi). Jika proses koagulasi tidak dilakukan pada kisaran pH optimum, hal ini mengakibatkan terjadinya kegagalan proses flokulasi serta kualitas air yang dihasilkan buruk. Proses koagulasi dengan tawas memiliki rentang pH yang efektif yaitu pH 5.5 hingga 8.0, maka dari itu pada penelitian ini diperlukan penentuan nilai pH optimum dalam proses koagulasi-flokulasi agar menghindari adanya kegagalan pada proses koagulasi dan flokulasi (Wardani *et al*., 2019). Paska bencana banjir air cenderung lebih keruh pada beberapa kondisi. Kondisi tersebut diakibatkan oleh lumpur-lumpur yang bercampur dengan air. Oleh sebab itu diperlukan suatu usaha atau solusi dalam mengatasi masalah mengenai proses pengolahan air bersih paska bencana sebagai pendegradasi kadar kekeruhan agar diperoleh kadar kekeruhan yang sesuai dengan baku mutu dan tidak berbahaya bagi manusia.

Metode dalam pengolahan air salah satunya yaitu koagulasi-flokulasi. Koagulasi adalah proses dimana terjadi perubahan partikel koloid hingga jadi flok yang lebih besar daripada sebelumnya dan penyerapan zat organik yang larut (Husaini *et al*., 2018), sedangkan flokulasi adalah proses dimana kelanjutan koagulasi yaitu mikroflok mulai menjadi gumpalan flok-flok yang lebih membesar yang bisa diendapkan. Ketika partikel dari koagulasi membesar, flok

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

membesar ini dapat mengendap serta proses ini disertai dengan pengadukan secara lambat atau disebut dengan proses flokulasi (Setyawati *et al*., 2019).

Biji hanjeli adalah bahan koagulan yang alami dan terdapat secara lokal dan tentunya tidak menimbulkan bahaya atau berdampak buruk terhadap kesehatan dan lingkungan. Keuntungan menggunakan koagulan alami bubuk biji hanjeli adalah dapat mengurangi bakteri dalam partikel, kekeruhan hingga 94% dan pada saat bersamaan dapat menjernihkan air, selain itu tanaman biji hanjeli dengan mudah didapatkan di daerah beriklim tropis (Syarpin & Harianto, 2021). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dosis koagulan serbuk biji hanjeli dan pH dalam menurunkan kekeruhan pada proses koagulasi-flokulasi pada air. Selain itu, metode pengolahan pada penelitian ini digunakan karena diketahui bahwa koagulan serbuk biji hanjeli merupakan koagulan alami yang ramah lingkungan dan mudah dioperasikan dalam menurunkan polutan air sungai (Utami, 2013).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan sebelumnya, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana proses pembuatan koagulan alami dari biji hanjeli untuk proses koagulasi-flokulasi dalam menurunkan kekeruhan pada air ?
2. Bagaimana dosis koagulan dan pH air baku buatan optimum pada proses koagulasi-flokulasi dalam menurunkan kekeruhan air ?
3. Bagaimana pengaruh dosis koagulan serbuk biji hanjeli pada proses koagulasi-flokulasi dalam menurunkan kekeruhan pada air ?
4. Bagaimana pengaruh pH pada proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan serbuk biji hanjeli dalam menurunkan kekeruhan pada air ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

1. Mengetahui proses pembuatan koagulan alami dari biji hanjeli untuk proses koagulasi-flokulasi dalam menurunkan kekeruhan pada air.
2. Mengetahui dosis koagulan dan pH air baku buatan optimum pada proses koagulasi-flokulasi dalam menurunkan kekeruhan air.
3. Mengetahui pengaruh dosis koagulan serbuk biji hanjeli pada proses koagulasi-flokulasi dalam menurunkan kekeruhan pada air.
4. Mengetahui pengaruh pH pada proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan serbuk biji hanjeli dalam menurunkan kekeruhan pada air.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini agar dapat berguna untuk semua pihak. Manfaat yang dapat diberikan antara lain:

1. Memberikan informasi mengenai pemanfaatan dan efektivitas serbuk biji hanjeli sebagai koagulan alami dalam menurunkan kekeruhan pada air.
2. Teknologi yang akan diperoleh dari hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan dalam menangani kekeruhan pada air paska bencana yang nantinya air tersebut dapat dimanfaatkan dalam kegiatan masyarakat.

1.5 Batasan Masalah

Batasan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Subjek penelitian yang digunakan adalah air sungai dan air baku buatan dengan kekeruhan 50, 75, 100 NTU.
2. Koagulan alami yang digunakan dalam menurunkan kekeruhan air adalah serbuk biji hanjeli.
3. Parameter yang diukur yaitu pH (derajat keasaman) dan kekeruhan.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

BAB 2 . TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu mengenai proses pengolahan air menggunakan metode koagulai-flokulasi dengan koagulan alami dalam penurunan kekeruhan dan perbedaan nilai pH. Berikut merupakan hasil ringkasan studi penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Nama dan Tahun Penulis	Judul Jurnal	Metode	Hasil
1.	Syarpin dan Bibit Harianto, (2021)	Pengolahan Air Sungai Kahayan Kalimantan Tengah Menggunakan Biji Hanjeli (Coix lacryma–jobi L) Sebagai Koagulan Alami	Metode koagulasi-flokulasi dalam penurunan kekeruhan dan pH dengan variasi ukuran bubuk koagulan dan ukuran koagulan.	Massa optimum koagulan dalam penyisihan kekeruhan air yaitu 0,2 gr/L. Diameter koagulan optimum dalam penyisihan kekeruhan air yaitu 80 mesh. Kekeruhan dapat disishkan hingga 94% sedangkan penurunan pH sebesar 3,6%.
2.	Eka Prihatinningtyas dan Agus Jatnika Effendi, (2018)	Karakterisasi Ekstrak Tapioka dan Tapioka Ionik sebagai Biokoagulan dalam Proses Pengolahan Air	Metode koagulasi-flokulasi dengan koagulan tepung tapioka untuk mengetahui pengaruh penurunan kekeruhan dan penentuan pH optimum.	Efisiensi penurunan nilai kekeruhan didapatkan pada tepung ionik yang lebih tinggi yaitu sebanyak 11,0% (pada 50 NTU); 2,4% (pada 150 NTU) dan 12,8% (pada 300 NTU) dan pH optimum yaitu pada kondisi pH 5 dikarenakan titik isoelektrik dihasilkan dari pH tersebut.
3.	Astrid Herawati, Riistika Asti, Bambang Ismuyanto , Juliananda, dan A.S. Dwi Saptati N. Hidayati, (2017)	Pengaruh pH dan Dosis Koagulan Ekstrak Biji Kelor dalam Koagulasi terhadap Pengurangan Kekeruhan Limbah Cair	Metode koagulasi-flokulasi menggunakan biji kelor untuk mengetahui pH optimum dalam penurunan kekeruhan.	Penurunan nilai kekeruhan yang terbaik terjadi dengan pH 6 dikarenakan berada pada titik isoelektrik kaolin (pH ±3) dan protein (pH ±11), sehingga memperoleh penetralan muatan yang negatif dari kaolin oleh muatan positif dari protein. Turunnya nilai kekeruhan terjadi pada pH limbah 3, 6, 10, serta 12 belum bisa dipastikan karena terdapat interferensi dari sifat settling kaolin.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

No.	Nama dan Tahun Penulis	Judul Jurnal	Metode	Hasil
4.	Riska Devi Purnamasari , Ani Iryani, Tri Aminingsih (2016)	Pemanfaatan Kacang Babi (Vicia faba) dan Biji Asam Jawa (Tamarindus indica L) Sebagai Koagulan Alami Pada Proses Perbaikan Kualitas Air	Metode koagulasi-flokulasi menggunakan biji kelor untuk mengetahui pH optimum dalam penurunan kekeruhan, TSS, DO, BOD, COD, dan bakteri *coliform.*	pH optimum suspensi kacang babi dan suspensi biji asam jawa berada dikondisi pH 3. Konsentrasi optimum suspensi kacang babi dan biji asam masing-masing yaitu kekeruhan (99,70 % dan 99.60 %), suspensi kacang babi dalam kadari optimum 0,06% dengan penurunan TSS sebanyak 99,27%, BOD sebanyak 83,30%, nilai COD sebanyak 98,93%, serta kenaikan DO sebanyak 72,83%. Suspensi biji asam jawa dengan kadar optimum 0,04% menurunkan TSS sebanyak 99,27%, BOD sebanyak 90,20 %, COD sebanyak 93,47%, serta kenaikan DO sebanyak 78,65 %.

2.2 Air

Air yaitu kebutuhan dasar dalam kehidupan serta merupakan sumber daya dapat bisa diperbarui. Air terdiri dari air minum, air bersih, air kolam renang, serta air pemandian umum. Sedangkan air bersih merupakan air yang dimanfaatkan dalam keperluan keseharian dengan kualitas memenuhi syarat kesehatan (bakut mutu) serta bisa diminum setelah dimasak. Penggunaan air dalam konsumsi harus sesuai baku mutu yang ditetapkan. Kualitas air meliputi unsur fisik, kimia, dan terhindar dari mikroorganisme. Akibat dari pemakaian air yang kotor dan tidak higienis bisa memeperburuk kesehatan bagi orang yang menggunakannya serta mengkonsumsinya (Mashadi *et al*., 2018).

Jenis-jenis air berdasarkan asal sumbernya menurut Effendi (2003) dapat dibedakan menjadi tiga (3) yaitu antara lain :

a. Air hujan, merupakan air yang diperoleh dari atmosfer akibat adanya pengendapan dari awan serta dari atmosfer yang terdapat uap airnya.
b. Air permukaan tanah, merupakan air yang berasal dari kali (sungai), danau, waduk, rawa serta badan air lainnya yang tidak meresap ke dalam tanah.
c. Air dalam tanah, merupakan air yang tepatnya berada di bawah permukaan tanah yang ditetapkan dalam akuifer (Riskianto, 2016).

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

2.3 Pencemaran Air

Polutan atau disebut dengan beban pencemar merupakan zat atau zat non alam yang asalnya dari alam tersebut, yang masuk ke dalam susunan suatu ekosistem sehingga menggangu ekosistem tersebut (Effendi, 2003). Sumber utama penyebab cemaran air menurut karakteristik limbah yang diperoleh dapat dibedakan menjadi dua (2) yaitu sumber limbah rumah tangga dan sumber limbah non rumah tangga. Bahan utama dari suatu limbah rumah tangga pada dasarnya sumbernya dari pemukiman masyarakat atau warga dan sumber limbah non rumah tangga sumbernya dari aktivitas dari bidang pertanian dan bidaang peternakan, atau aktivitas yang asalnya bukan dari areal pemukiman. Zat pencemaran yang masuk kedalam badan air asalnya dari buangan yang memiliki dua (2) klasifikasi yaitu :

a. Sumber titik (*Point Source Discharges*), merupakan sumber titik atau disebut juga sumber kontaminasi yang dapat diidentifikasi dengan pasti dan bisa berupa suatuu lokasi misalnya saluran pembuangan air limbah industri atau rumah tangga dan saluran pada drainase. Limbah cair merupakan sisa buangan suatu perusahaan dan/atau aktivitas yang wujudnya cair;
b. Sebaran menyebar (*Non Point Source*), bsumber asalnya tidak dapat diketahui secara benar atau pasti. Polutan memasuki badan air melalui limpasan atau run off yang sumbernya dari daerah pertanian, pemukiman serta perkotaan (Sahabuddin *et al*., 2014).

2.4 Parameter Air

Beberapa parameter penting pada kualitas air antara lain:

1. *Total Suspended Solid* (TSS)

TTS yaitu suatu bahan tidak larut dan melayang di air. Tingkat kekeruhan memiliki hubungan erat dengan padatan tersuspensi. Banyaknya suatu cahaya ditangkap dan di pancarkan dengan bahan-bahan yang ada di air menentukan kekeruhan yang digambarkan dengan sifat optik tersebut. Bahan organik dan an

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

organik yang terlarut dan tersuspensi menimbulkan kekeruhan. Zat tersuspensi apabila semakin tinggi akan jadi keruh (Effendi, 2003).

2. Derajat Keasaman (pH)

pH sangat penting saat proses pengolahan air limbah. Penurunan oksigen terlarut dipengaruhi apabila pH terlalu rendah, maka sebelum pengolahan air bersih perlu pengecekan pH serta penambahan larutan penyangga supaya tercapai optimal (Effendi, 2003).

Nilai pH adalah suatu faktor kontrol penentuan suatu biologis mikroalga untuk menmanfaatkan unsur hara. Aktifitas fotosintesis dari mikroalga berkurang apabila nilai pH terlalu tinggi. Proses pengambilan CO_2 yang akan larut di air merupakan proses fotosintesi dan mengakibatkan turunnya CO_2 yang larut pada air dan pemimgkatan pH. Ion bikarbonat pada saat basa akan membentuk ion karbonat dan ion hidrogen akan terlepas dan sebelumnya yang bersifat asam akan berubah menjadi netral. Ion karbonat akan terjadi hidrolisis menjadi ion bikarbonat apabila keadaan terlalu asam dan ion hidogen oksida akan dilepaskan yang bersifat basa hingga terjadi netral kembali, dengan reaksi sebagai berikut (Effendi, 2003).

$$HCO_{3(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + CO_3^-{}_{(aq)} \quad (2.1)$$

$$CO_3^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow HCO_3^-{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)} \quad (2.2)$$

3. Kekeruhan

Kekeruhan adalah suatu parameter yang penting dalam ukuran kualitas suatu air yang dilihat nilai kadarnya berdasarkan NTU dengan turbidimeter atau spektrofotometer. Kekeruhan dapat dibentuk karena hamburan partikel (mengambang) dan terurai halus menjadi media pendispersi.

Kekeruhan adalah sifat optik suatu air yang didapatkan melalui perbandingan cahaya yang akan di serap dengan cahaya yang di sinarkan dengan bahan yang kandungannya terdapat di air. Prinsip dari turbidimeter yaitu bahwa beberapa

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

cahaya dari partikel melalui proses penyerapan dan yang lain ditransmisikan sebagai dasar dalam pengukuran. Instrumen akan memancarkan cahaya ke suji contoh, sehingga cahaya diserap, dipantulkan, atau melewati semua sampel. Cahaya yang menembus ke sampel akan diukur dan diubah menjadi angka Tingkatan kekeruhan didapatkan dengan satuan ukuran, yaitu NTU. Sesuai ISO 7027, desain turbidimeter didasarkan pada teknologi nephelometric meskipun memanfaatkan inframerah untuk sumber cahaya monokromatik (Effendi, 2003).

2.5 Kriteria Baku Mutu Air

Standar mutu badan air merupakan ambang batas maupun kadar mikroorganisme, zat energi maupun komponen lainnya dan/atau harus ada dan pencemar yang ditoleransi keberadaanya di dalam air. Standar kualitas badan air dimanfaatkan dalam tolak ukur adanya cemaran perairan dan dapat dimanfaatkan dalam indikator atau penentu untuk memantau kegiatan atau aktivitas yang melakukan proses pembuangan limbah cair ke badan air. Tujuannya adalah pemenuhan standar mutu atau kualitas yang diperlukan agar kualitas air masih terjaga dalam kondisi alaminya (Rahayu, 2018). Penggolongan kualitas air berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 mengenai penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup ditetapkan klasifikasinya menjadi empat (4) kriteria standar mutu air yaitu :

a. Air kelas satu yaitu air pada peruntukanya bisa dimanfaatkan dalam air baku untuk air minum, dan/atau peruntukan lainnya yang mempersyaratkan standar air yang sama dalam penggunaanya tersebut
b. Air kelas dua yaitu air pada peruntukannya bisa dimanfaatkan sebagai prasarana serta sarana rekreasi perairan, sebagai pembudidayaan ikan air tawar, bidang peternakan, sumber air dalam pengairan tanaman, dan/atau peruntukan lainnya yang mempersyaratkan standar mutu air yang memiliki kesamaan dengan pemanfaatknya,
c. Air kelas tiga yaitu air pada peruntukannya dimanfaatkan sebagai kegiatan budidaya ikan perairan tawar, bidang peternakan, air dalam proses pengairan

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

tanaman dan/atau peruntukan lainnya yang syarat standar buku mutu airnya memiliki kesamaan pada pemanfaatnya,

d. Air kelas empat yaitu air pada peruntukannya dapat dimanfaatkan sebagai pengairan suatu tanaman dan/atau peruntukan lainnya yang syarat mutu airnya memiliki kesamaan pemanfaatnya.

Tabel 2.2 Persyaratan Kualitas Air Sungai dan Danau

Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya					
No.	**Parameter**	**Kelas 1**	**Kelas 2**	**Kelas 3**	**Kelas 4**
1.	TDS (Padatan terlarut total) [mg/L], tidak berlaku untuk muara	1000	1000	1000	1000
2.	TSS (Padatan tersuspensi total) [mg/L]	40	50	100	400
3.	pH (Derajat keasaman)	6-9			
4.	BOD (Kebutuhan oksigen biokimiawi) [mg/L]	2	3	6	12
5.	COD (Kebutuhan oksigen kimiawi) [mg/L)]	10	25	40	80
6.	DO (Oksigen terlarut) [mg/L]	6	4	3	1
Baku Mutu Air Danau dan Sejenisnya					
No.	**Parameter**	**Kelas 1**	**Kelas 2**	**Kelas 3**	**Kelas 4**
1.	TDS (Padatan terlarut total) [mg/L], tidak berlaku untuk muara	1000	1000	1000	1000
2.	TSS (Padatan tersuspensi total) [mg/L]	25	50	100	400
3.	pH (Derajat keasaman)	6-9			
4.	BOD (Kebutuhan oksigen biokimiawi) [mg/L]	2	3	6	12
5.	COD (Kebutuhan oksigen kimiawi) [mg/L)]	10	25	40	80
6.	DO (Oksigen terlarut) [mg/L]	6	4	3	1

(Sumber: Pemerintah Republik Indonesia, 2021)

Tabel 2.3 Persyaratan Kualitas Air Bersih

No.	**Parameter**	**Kadar Maksimum**
1.	*Parameter Fisik*	
a.	Kekeruhan	25 NTU
b.	Bau	Tidak berbau
c.	Total zat padat terlarut (TDS)	100 mg/L
d.	Warna	50 TCU
e.	Rasa	Tidak berasa
f.	Suhu	± 3˚ C
2.	*Parameter Kimiawi*	
a.	pH	6,5-8,5

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

No.	Parameter	Kadar Maksimum
b.	Besi	1 mg/L
c.	Kesadahan	500 mg/L
d.	Deterjen	0,05 mg/L
e.	Fluorida	1,5 mg/L
f.	Mangan	0,5 mg/L
3.	*Parameter Biologi*	
a.	Total coliform	50 CFU/100 ml
b.	E.coli	0 CFU/100 ml

(Sumber: Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2017)

2.6 Koagulasi

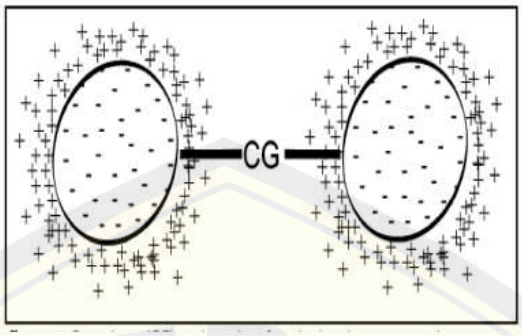
Koagulasi adalah suatu proses berubahnya partikel koloid yang akan jadi flok dengan ukuran lebih besar dan menyerap bahan organik yang larut pada flok sampai pengotor pada sampel dipisahkan dengan proses padat dan cair. Tahap dari proses koagulasi yaitu dalam membentuk inti flok, destabilisasi koloid, lalu perbesaran partikel. Prinsip ini merupakan proses penerapan dalam pengolahan limbah cair (Husaini *et al*., 2018). Koagulan memliki peran penting pada metode koagulasi pada proses pengolahan air yaitu dalam meremoval polutan limbah cair berupa penuruanan *total suspended solid* (TSS), total dissolved solid (TDS), dan kekeruhan. Kaogulan kimia yang sering digunakan dalam proses pengolahan air buangan antara lain alumunium sulfat, polyaluminium chloride (PAC), ferro sulfat ($FeSO_4$), dan ferri khlorida ($FeCl_3$). Namun, koagulan tersebut menyebabkan timbulnya penyakit bagi manusia yaitu Alzheimer. Selain koagulan kimia, terdapat koagulan alami yang tentunya lebih aman bagi kesehatan dan lebih ramah lingkungan yaitu salah satunya koagulan biji kelor (Maharani *et al*., 2020).

Partikel koloid pada koagulasi, akan mengikat ion-ion yang bermuatan positif dari suatu zat kimia yang telah dibubuhkan koagulan. Serbuk koagulan yang memiliki kandungan tinggi atau pekat akan terbentuk suatu bentuk lapisan pada permukaan partikel koloid. Ion-ion negatif berada disekitar lapisan itu lalu akan bercampur secara pelan terhadap suatu ion-ion yang positif. Ion yang bermuatan positif disebut dengan nama lapisan kuat, sedangkan lapisan yang ion positifnya dikelilingi disebut lapisan difus. Kontraksi akan terjadi pada lapisan

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

sehingga dapat menghilangkan lapisan kokoh, dan akan mengalami gaya tarik-menarik antar partikel-partikel koloid (Setyawati *et al*., 2019).



Gambar 2.1 Proses pengikatan partikel koloid oleh koagulan

(Sumber: Risdianti, 2007)

Menurut Nasriyanti (2020), proses koagulasi-flokulasi akan berhasil apabila dipengaruhi dari beberapa factor yang mendukung, antara lain sebagai berikut :

1. Dosis koagulan

   Koagulan yang ditambahkan lebih banyak tidak selalu memberikan hasil akhir yang optimum atau terbaik. Dosis koagulan yang diperlukan pada suatu proses pengolahan air tidak didasari dari nilai kekeruhan namun harus diuji secara laboratorium, apabila airnya keruh karena didominasi lumpur yang halus maupun kasar diperlukan koagulan dosis kecil, tetapi jika airnya keruh karena koloid koloid, maka diperlukan dosis besar.
2. pH

   pH mempunyai pengaruh yang sangat penting pada proses koagulasi dan flokulasi karena ada beberapa kondisi air yang hanya dapat aktif bekerja pada pH tertentu.
3. Pengadukan

   Pengadukan pada proses koagulasi-flokulasi membantu menetralkan muatan partikel di dalam air. Waktu detensi (td) pengadukan tergantung pada sasaran maupun target. Selain waktu, hasil koagulasi juga dipengaruhi oleh kecepatan

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

pengadukan, diperlukan kecepatan pengadukan yang tepat. Kecepatan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan flok-flok yang sebelumnya sudah terbentuk akan pecah kembali dan mengganggu proses pengendapan.

4. Alkalinitas

   Alkalinitas harus ada dalam air, hal ini bertanggung jawab untuk menghancurkan suatu asam yang dilepaskan dari koagulan pada air sehingga proses koagulasi berlangsung secara efektif.

5. Temperatur

   Koagulasi terbentuk lebih cepat dalam suhu kamar maupun suhu ruang. Temperatur yang tinggi dapat melarutkan kembali flok dalam koagulasi yang terbentuk, sedangkan temperature yang rendah dapat menghambat laju penggumpalan pada proses kogaulasi sehingga proses koagulasi menjadi lebih lama.

2.7 Flokulasi

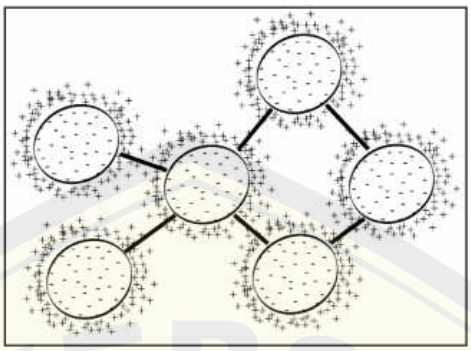
Flokulasi adalah proses lanjutan koagulasi, yang mana mikro flok dari koagulasi terjadi penggumpalan partikel koloid membentuk flok yang memiliki diameter lebih besar dan bisa di endapkan serta proses itu dilakukan dengan adukan secara lambat. Proses koagulasi-flokulasi dilakukan secara bersama dalam proses pengolahan limbah air buangan suatu industri. Tumbukan antar partikel koloid terajadi pada proses flokulasi ini (Setyawati *et al.*, 2019).

Prinsip dari flokulasi ialah pengadukan lama pada larutan serta penggabungan inti dari flok yang ukurannya kecil jadi lebih besar sehingga suatu partikel mengendap dengan kilat. Terdapatnya pengadukan lambat sepanjang flokulasi menimbulkan suatu gerakan secara lambat serta oleh sebab itu terjalin setelah itu terjalin kontak dengan air serta partikel, dan membentuk gabungan oleh partikel yang ukurannya lebih besar serta gampang diendapkan. Pembuatan flok-flok sepanjang koagulasi- flokulasi mengaitkan 3 fase, ialah fase destabilisasi partikel koloid, fase pembuatan mikropartikel serta fase pembuatan makropartikel. Sesi kesatu serta kedua terjalin sepanjang koagulasi, serta sesi ketiga terjalin

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

sepanjang flokulasi. Pembuatan makrofilik sepanjang proses flokulasi terjalin disebabkan tumbukan- tumbukan antara partikel koloid (Maharani *et al.*, 2020).



Gambar 2.2 Proses pengikatan partikel koloid oleh flokulan

(Sumber: Risdianti, 2007)

2.8 Tanaman Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L)

Tanaman hanjeli dapat dibagi dalam empat varietas antara lain hanjeli normal, hanjeli batu, hanjeli ketan, serta hanjeli batu-batu. Dari empat hanjeli itu bisa dibedakan dengan cara melihat visualnya berdasarkan warna dari kulit ari biji tersebut. Jika kulit ari itu terkelupas, maka akan terlihat warna biji Hanjeli yang putih. Biji hanjeli di indonesia itu sendiri terbagi menjadi 2 yaitu hanjeli ketan dan hanjeli batu. Hanjeli batu memili ciri biji dengan tekstur yang keras serta umumnya tumbuh secara liar, namun hanjeli ketan dikembangbiakan yang akan diambil biji tanamannya (Syarpin & Harianto, 2021).

Gambar 2.3 Tanaman Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L)

(Sumber: Syarpin & Harianto, 2021)

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Berikut klasifikasi hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L) menurut Syarpin & Harianto (2021) yaitu:

Divisi : *Spermatophyta*

Subdivisi : *Angiospermae*

Class : *Monocotyledoneae*

Ordo : *Poales*

Familia : *Poaceae*

Genus : *Coix*

Spesies : *Coix lacryma –jobi* L.

2.9 Koagulan

Koagulan merupakan suatu bahan pada yang digunakan pada proses pengolahan air dipergunakan untuk mengendapkan partikel ukuran kecil yang tidak bisa diendapkan dengan sendirinya. Koagulan yang sering dimanfaatkan pada industri pengolahan air yaitu ada dua yaitu koagulan alami dan kimia. Meskipun koagulan kimia memiliki keefektifan yang lebih tinggi daripada koagulan alamin namun koagulan kimia dapat mengakibatkan endapan yang sangat berbahaya bagi kesehatan maupun lingkungan yang pastinya sulit diatasi, sehingga koagulan berbahan alami merupakan alternatif yang bisa dimanfaatkan sebagai koagulan pengganti koagulan berbahan kimia. Koagulan berbahan alami yang umum dimanfaatkan pada pengolahan air adalah koagulan yang bahan dasarkan dari biji tanaman. Syarat dari bahan koagulan yaitu kation trivalent, non toksik, dan tidak akan larut pada batas pH netral (Coniwanti *et al*., 2013).

Koagulan alami yang asalnya dari tanaman (biji-bijian) harus memiliki kandungan bahan yang aktif yaitu antara lain protein, polisakarida, dan polifenol. Bahan aktif yang berupa protein paling umum dan banyak dimanfaatkan karena penanganan yang diperlukan sederhana. Sistem koagulasi-flokulasi yang terjadi dalam koagulan alami yaitu netralisasi muatan serta polymer bridging. pH larutan memiliki peran penting pada proses koagulasi, utamanya saat protein digunakan sebagai bahan aktif dalam koagulan. Protein mempunyai sifat yaitu molekul

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

amfoterik atau memiliki muatan positif dan negatif tergantung pada pH larutan. Biasanya, proses koagulasi berlangsung dibawah nilai pH isoelektrik (pI) sehingga protein yang bermuatan positif bisa menetralisasi koloid yang biasanya memiliki muatan negatif (Nasriyanti, 2020).

Penentuan persentase kadar air, persentase protein, persentase kadar abu, persentase lemak, dan persentase karbohidrat pada koagulan dapat dilakukan dengan uji proksimat. Pengujian persentase kadar air dapat ditemntukan dengan metode thermogravimetri yang dilakukan dengan cara menguapkan air oleh bahan dengan cara dipanaskan sampai massa tetap dan air dapat menguap dengan habis. Penentuan kadar abu dapat dilakukan dengan metode kering yaitu pemanasan pada temperatur 110 °C lalu dijadikan arang dalam temperatur 200-300 °C dan dijadikan abu pada temperatur 500°C hingga 600 °C. Penentuan kadar protein dapat dilakukan dengan analisa Kjeldahl yang terdiri dari tiga tahap, yaitu destruksi, destilasi, dan titrasi (Nasriyanti, 2020).

Jenis-jenis koagulan kimia dan alami antara lain sebagai berikut:

1. Tawas atau Alumunium Sulfat

   Tawas ($Al_2(SO_4)_3.18H_2O$) merupakan koagulan yang sering dimanfaatkan secara umum yang diketahui lebih murah serta mudah diperoleh. Alkalinitas pada air berekasi dengan alumunium sulfat dan diperoleh ulumunium hidroksida dan berikut reaksinya(Coniwanti *et al.*, 2013) :

   $$Al_2SO_4 + 6H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + 6H^+ + SO_4^{2-} \quad (2.3)$$

2. Polyaluminium chloride (PAC)

   Senyawa alumunium penting lainnya sebagai koagulasi yaitu *polyaluminium chloride,* beberapa metode yang dimanfaatkan untuk pembuatan *Polyaluminium chloride* dapat diperoleh dari hidrolisa parsial dari alumunium klorida yang dapat dilihat pada rekasi berikut (Margaretha: Mayasari, 2012) :

   $$nAlCl^3 + mOH^- . mNa^+ \rightarrow Al\ n\ (OH)\ mCl_{3n-m} + mNa^+ + mCl^- \quad (2.4)$$

3. Senyawa Besi

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Jenis hidrolisa yang sama untuk senyawa besi bisa berlangsung sebagai berikut:

$Fe_3+ + 3H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 + 3H^+$ (2.5)

Reaksi tersebut diteruskan dengan reaksi H^+ dengan alkalinita dan terdapat ion ferri hidrat $(Fe(H_2O)_6)^{3+}$ (Margaretha: Mayasari, 2012).

4. Biji Asam Jawa

   Asam jawa masuk tergolong dalam famili *Fabaceae*. Biji asam jawa berbentuk tak beraturan, bewarna coklat tua agak kehitaman yang mengkilat. Bijinya terbagi menjadi 3 bagian, yaitu kulit biji, epidermis tali pusat, serta inti biji. Kandungan bahan aktifnya berupa tannin, minyak atsiri, dan polimer alam seperti pati, getah, dan albuminoid (Coniwanti *et al*., 2013).

5. Biji Trembesi

   Biji trembesi dapat dimanfaatkan sebagai koagulan alami karena mengandung protein rantai pendek yang mampu larut dengan mudah pada air dan memiliki muatan positif yang akan mengikat molekul negatif seperti tanah liat, lumpur dan metabolism bakteri serta partikel beracun lainnya. Biji rembesi juga mengandung fitokimia, termasuk tannin yang dapat mengendapkan protein dan sebagai pengikat logam berat (Nurismasari, 2021).

6. Kitosan

   Kitosan adalah koagulan alami yang diperoleh dari kulit dan cangkang organism laut. Kitosan dalam senyawa kimia kitin, yang dimanfaatkan sebagai adsorben dalam menyerap logam berat seperti seng, kromium, tembaga, nikel, dan besi (Nurismasari, 2021).

2.10 Koagulan Biji Hanjeli

Prinsip perbedaan muatan antara koagulan dan koloid merupakan dasar dari proses koagulasi. Semakin tinggi perbedaan ionnya maka akan semakin cepat terjadi proses koagulasi. Manfaat digunakannya koagulan alami pada bubuk biji Hanjeli adalah tanaman ini mudah dicari pada daerah iklim yang tropis. Aliran turbulen pada saat proses koagulasi menggunakan koagulan alami tidak mempengaruhi gesekan koagulan tersebut dalam membentuk flok dibandingkan

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

dengan koagulan kimia. Koagulan biji Hanjeli mempunyai manfaat lain yaitu bersifat antimikroba. Pada penelitian sebelumnya pada proses penuruanan polutan air sungai efektif dalam mendegradasi turbiditas dan pH air yang paling baik yaitu dengan penyisihan kekeruhan sebesar (94%) dan penurunan pH sebesar (3,6%) (Syarpin & Harianto, 2021).

Gambar 2.4 Biji Hanjeli

Tabel 2.4 Kandungan Unsur Kimia pada Biji Hanjeli

No.	Komposisi	Kadar
1	Kadar air	11,46 %
2	Kadar lemak	1,28 %
3	Kadar protein	12,26 %
4	Kadar Karbohidrat	74,36 %
5	Abu	0,65 %

(Sumber: Syarpin & Harianto, 2021)

2.11 Proses Pembuatan Koagulan Biji Hanjeli

Biji hanjeli dapat dengan dapat diperoleh di daerah dengan iklim yang tropis seperti Indonesia. Penggunaan biji hanjeli sebagai koagulan alami yaitu yang sudah tua, secara fisik bijinya berwarna hitam atau putih secara merata, dan cangkang biji terlihat keras. Biji hanjeli yang diperoleh selanjutnya dilakukan penghancuran untuk memisahkan cangkang dan ampasnya. Penghalusan dilakukan dengan alat batu dan palu atau diblender. Sesudah bagian dalam biji hanjeli diperoleh, selanjutnya dijemur di bawah sinar matahari hingga kering. Pengeringan matahari adalah suatu proses pengeringan termurah dan termudah untuk dilakukan. Setelah kering, biji hanjeli ditumbuk dengan batu dan alu atau diblender kemudian diayak menggunakan saringan (Syarpin & Harianto, 2021).

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

BAB 3 . METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh gambaran tentang pengaruh dosis koagulan dan pH pada proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan serbuk biji hanjeli dalam penurunan kekeruhan air.

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yaitu penelitian eksperimental. Penelitian eksperimen yang disebut juga penelitian percobaan yaitu penelitian yang akan dilaksanakan dengan cara suatu percobaan yang digunakan dalam mencari suatu gejala atau pengaruh yang muncul, sebagai akibat dalam perlakuan tertentu pada eksperimen tersebut. Penelitian eksperimen ini memiliki ciri khusus yaitu adanya percobaan atau trial atau intervensi pada variabel yang bertujuan terjadinya perubahan maupun pengaruh pada variabel yang lainnya (Notoadmojo, 2010).

Deskripsi dari penelitian ini yaitu menguji efektivitas serbuk biji hanjeli sebagai koagulan pada proses koagulasi-flokulasi untuk mengetahui pengaruh dosis koagulan dan pH dalam proses penurunan kekeruhan.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Sampel air yang digunakan yaitu berasal dari air baku buatan yang berasal dari PDAM. Penelitian dilaksanakan di Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tegal Gede, Kabupaten Jember. Parameter pengamatan dilakukan pada bulan Maret 2022 sampai Juni 2022.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yaitu ukuran suatu ciri anggota-anggota suatu kelompok yang memiliki perbedaan dengan kelompok yang lain (Notoadmojo, 2010). Berikut merupakan variabel yang digunakan pada penelitian ini.

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas yang digunakan dalam penilitian ini yaitu dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah ini.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Tabel 3.1 Variabel Bebas

No.	pH	Kekeruhan Awal	Dosis Koagulan
1.	4 (A1)	50 NTU (B1)	C_i
2.	5 (A2)	75 NTU (B2)	
3.	6 (A3)	100 NTU (B3)	
4.	7 (A4)		
5.	8 (A5)		
6.	9 (A6)		

Keterangan : i = Dosis Koagulan belum diketahui (ppm)

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat yang ditetapkan dalam penelitian ini yaitu kekeruhan (NTU).

3.3.3 Variabel Kontrol

Variabel kontrol yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penentuan dosis koagulan berdasarkan pada grafik dosis optimum yang didapatkan, jumlah sampel air sebanyak 200 ml, pengadukan cepat 100 rpm selama 90 detik (Anggarani *et al*., 2015), pengadukan lambat 50 rpm selama 25 menit (Anggarani *et al*., 2015), dan lama pengendapan 60 menit (Nasriyanti, 2020).

3.4 Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan dengan cara triplo yaitu dilakukan 3 kali pengulangan untuk memperoleh nilai yang akurat. Berikut merupakan tabel rancangan penelitian.

Tabel 3.2 Rancangan Percobaan Proses Koagulasi-Flokulasi

Rancangan Percobaan Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Serbuk Biji Hanjeli						
	50 NTU (B1)	75 NTU (B2)	100 NTU (B3)	Kontrol Percobaan		
pH 4 (A1)	A1B1Ci	A1B2Ci	A1B3Ci	A1B1	A1B2	A1B3
pH 5 (A2)	A2B1Ci	A2B2Ci	A2B3Ci	A2B1	A2B2	A2B3
pH 6 (A3)	A3B1Ci	A3B2Ci	A3B3Ci	A3B1	A3B2	A3B3
pH 7 (A4)	A4B1Ci	A4B2Ci	A4B3Ci	A4B1	A4B2	A4B3
pH 8 (A5)	A5B1Ci	A5B2Ci	A5B3Ci	A5B1	A5B2	A5B3
pH 9 (A6)	A6B1Ci	A6B2Ci	A6B3Ci	A6B1	A6B2	A6B3

Keterangan :

A : pH

B : Kekeruhan (NTU)

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

C : Dosis Koagulan (ppm)

i : Dosis Koagulan belum diketahui (ppm)

3.5 Metode Pengumpulan Data

3.5.1 Data Primer

Data primer dalam penelitian ini meliputi hasil pengukuran derajat keasaman (pH) dan kekeruhan sesudah pengambilan sampel air dan sesudah penelitian mengenai proses koagulasi-flokulasi menggunakan biji hanjeli.

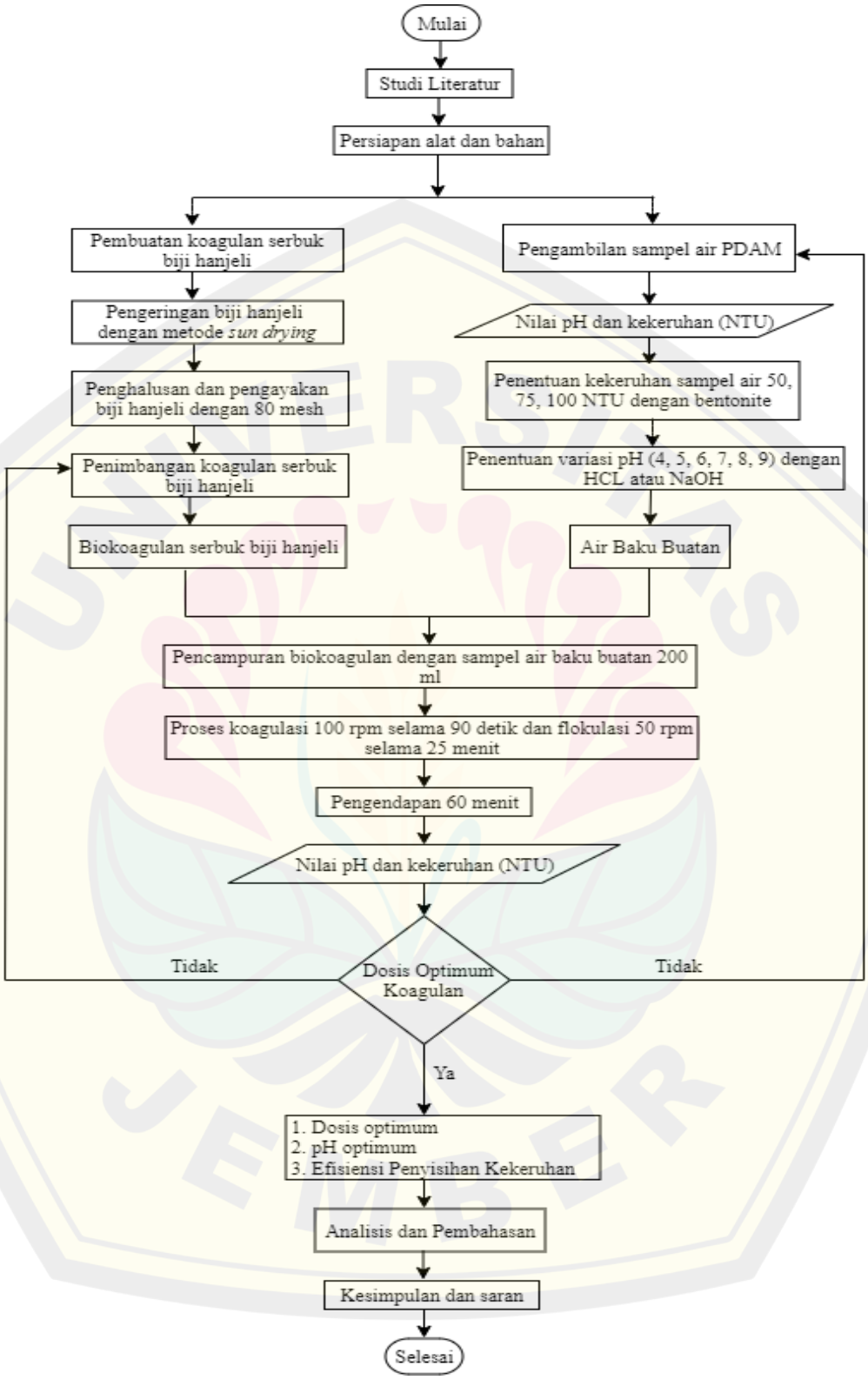
3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini yaitu standar baku mutu kekeruhan air berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solusi Per Aqua, dan Pemandian Umum, referensi jurnal-jurnal, dan buku.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

3.6 Prosedur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

3.6.1 Studi Literatur

Studi literatur dalam penelitian ini yaitu mencari sumber rujukan atau disebut referensi teori yang ada kaitannya dengan suatu permasalahan penelitian yang akan dilaksanakan. Referensi ini didapatkan dari jurnal, buku, artikel, penelitian terdahulu, dan situs-situs di internet.

3.6.2 Persiapan Alat dan Bahan

I. Alat

a. pH meter
b. Neraca Ohaus
c. Gelas beker 500 ml
d. Saringan 80 mesh
e. Jar Test
f. Batu dan alu
g. Pipet tetes
h. Batang pengaduk
i. Turbidimeter portabel *(Thermo Scientific Eutech Tn-100 Turbidity Meter)*

II. Bahan

a. Air baku PDAM
b. Biji hanjeli
c. Larutan NaOH dan HCl sebagai penentuan variasi pH
d. Serbuk Bentonite sebagai penentuan kekeruhan awal
e. *Aquadest*

3.6.3 Proses Pembuatan Koagulan Biji Hanjeli

Menurut Syarpin dan Hardianto (2021), tahap-tahap proses pembuatan koagulan biji hanjeli adalah sebagai berikut:

1) Diambil biji hanjeli yang diketahui sudah tua dan dikupas cangkangnya yang keras, lalu dikeringkan dibawah panas matahari.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

2) Dihaluskan menggunakan blender atau batu dan alu.
3) Sesudah dihaluskan, serbuk biji hanjeli tersebut lalu diayak menggunakan ayakan berukuran 80 mesh.

3.6.4 Proses Pengambilan Sampel

Sampel air yang digunakan dalam proses koagulasi-flokulasi yaitu sampel air baku PDAM. Sampel air diambil dari air PDAM yang mengalir yang dilakukan dengan cara pengambilan air sampel dengan wadah kosong, setelah terisi tutup dengan rapat.

3.6.5 Prosedur Pengukuran Parameter Kualitas Air

Prosedur pengukuran parameter yang diuji pada penelitian ini yaitu:

1. Derajat keasaman berdasarkan SNI 06-6989.11:2004
2. Kekeruhan berdasarkan Jurnal BTL. Vol.13 No.1 (Sumarno *et al*., 2015).

3.6.6 Penentuan Nilai Kekeruhan Awal Air Baku Buatan

Penentuan kekeruhan dibuat dengan mencampurkan sampel air PDAM dengan serbuk bentonit sebagai penentu nilai kekeruhan hingga kadar kekeruhan pada air sampel 50, 75, 100 NTU.

3.6.7 Penentuan Nilai pH Awal Air Baku Buatan

Penentuan nilai pH awal air baku dapat dilakukan sebagai berikut (Nasriyanti, 2020) :

1) Disiapkan gelas beker 500 ml yang berisi sampel air PDAM sebanyak 200 ml dan yang sudah ditentukan variasi kekeruhannya.
2) Sampel diatur dalam keadaan pH 4, 5, 6, 7, 8, 9 dengan penambahan larutan NaOH dan larutan HCl.

3.6.8 Proses Koagulasi-Flokulasi Air Baku PDAM

Menurut Faryandi (2020), tahapan proses koagulasi-flokulasi pada air menggunakan serbuk biji hanjeli adalah sebagai berikut:

1) Diambil sampel air 200 ml yang sudah disesuai dengan kekeruhan 50, 75, 100 NTU dan variasi pH 4,5,6,7,8,9 lalu dimasukkan ke dalam wadah.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

2) Beri label pada masing-masing sampel yang akan diujikan.
3) Tambahkan biokoagulan serbuk biji Hanjeli pada masing-masing gelas beaker.
4) Sampel kemudian diaduk dengan alat *jar test* dan dilakukan pengadukan cepat 100 rpm selama 90 detik, kemudian dilanjutkan dengan kecepatan 50 rpm selama 25 menit untuk pengadukan lambat.
5) Setelah pengadukan lambat selesai, diendapkan selama 60 menit.
6) Dilakukan analisis parameter pada sampel yaitu nilai pH dan kekeruhan (NTU) pada air sampel yang sudah dilakukan pengujian dengan proses koagulasi-flokulasi.

3.6.9 Proses Analisis dan Penyajian Data

Penyajian data adalah suatu proses yang dilakukan pada penyusunan laporan dari hasil suatu penelitianyang bertujuan agar laporan bisa dianalisis dan dipahami sesuai dengan tujuan, selanjutnya diambil kesimpulan hingga menggambarkan hasil penelitian. Data yang diperoleh berdasarkan penelitian pada tahap selanjutnya dilakukan analisis data (Notoadmojo, 2010). Penelitian ini dilakukan dengan teknik analisis deskriptif dan analitik. Analisis deskriptif menjelaskan hasil uji laboratorium yang datanya disajikan secara deskriptif dalam bentuk grafik.

Aplikasi statistik atau software yang digunakan untuk menganalisis hasil data penelitian untuk mengatuhi pengaruh dosis koagulan dan pH air baku optimum pada proses koagulasi-flokulasi dalam menurunkan kekeruhan yaitu RStudio. RStudio yaitu lingkungan untuk komputerisasi statistik dan grafik. RStudio juga menyediakan beberapa tool statistik dari *linier* dan *non linier*, analisis, klasifikasi, uji statistik klasik, *clustering*, *time series*, dan lain sebagainya (Purwadani *et al*., 2018).

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

BAB 4 . HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pembuatan Koagulan Serbuk Biji Hanjeli

Koagulan merupakan suatu bahan pada proses pengolahan air digunakan untuk mengendapkan partikel ukuran kecil yang tidak bisa diendapkan dengan sendiri nya. Koagulan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu koagulan alami dari biji hanjeli yang diketahui merupakan koagulan yang ramah lingkungan tanpa menimbulkan bahaya bagi lingkungan serta kesehatan manusia dalam pemanfaatannya. Tanaman hanjeli memiliki kandungan kimia yaitu persentase kadar air yaitu 11,46%, persentase kadar lemak yaitu 1,28%, persentase kadar protein yaitu 12,26%, dan persentase kadar karbohidrat yaitu 74,36%. Kandungan Protein pada biji hanjeli dapat dipertimbangkan sebagai koagulan dalam proses penjernihan air. Protein adalah suatu senyawa yang memiliki peran aktif sebagai koagulan dikarenakan polielektrolit sehingga dapat menetralkan koloidal pada air. Pada penelitian sebelumnya pada proses penurunan polutan air sungai efektif dalam mendegradasi turbiditas dan pH air yang paling baik yaitu dengan penyisihan kekeruhan sebesar 94% dan penurunan pH sebesar 3,6% (Syarpin & Harianto, 2021).

Metode yang digunakan pada proses pembuatan koagulan alami dari biji hanjeli adalah metode *Sun Drying* (pengeringan menggunakan bantuan sinar matahari secara langsung). Biji hanjeli yang digunakan sebagai koagulan yaitu biji yang sudah tua, secara fisik biji tersebut bewarna putih kekuningan serta cangkangnya tampak keras. Biji yang didapat dihancurkan dengan tujuan memisahkan cangkang dengan dagingnya yang bewarna putih kekuningan. Alat yang digunakan sebagai penghancur cangkangnya yaitu batu dan alu. Setelah didapatkan bagian dalam biji hanjeli kemudian dikeringkan dibawah panas matahari selama 2 hari. Pengeringan tersebut dilakukan untuk mengurangi kadar air atau kelembapan yang terdapat pada biji tersebut. Proses pengeringan dengan menggunakan cahaya matahari yaitu salah satunya dengan metode pengeringan yang paling ekomonis serta mudah untuk dilakukan.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

(a)

(b)

Gambar 4.1 Biji Hanjeli (a) Sebelum Proses Pengeringan (b) Sesudah Proses Pengeringan

Biji hanjeli yang sudah kering di tumbuk atau dihaluskan dengan menggunakan batu dan alu yang selanjutnya di ayak dengan menggunakan ukuran 80 mesh. Mesh merupakan ukuran dari jumlah lubang dalam suatu jaring dalam 1 inch persegi jarring yang dapat dilalui oleh material padat. 80 mesh artinya dalam 1 inch pada bidang jaring terdapat 80 lubang. Dalam penelitian Syarpin & Harianto (2021) menggunakan variasi ukuran 40 mesh, 60 mesh, dan 80 mesh. Variasi ukuran partikel tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan ukuran optimum dari koagulan biji hanjeli yang digunakan sebagai koagulan alami. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut yaitu pada ukuran partikel 80 mesh dapat menyisihkan turbiditas terbesar yaitu sebesar 94%. Hal tersebut dikarenakan ukuran suatu koagulan yang semakin kecil, maka luas permukaan suatu koagulan akan semakin besar juga dimana hal ini sejalan dengan semakin besar juga kontak koagulan dengan partikel yang muatannya berbeda. Menurut Istighfarini *et al.* (2017) bahwa ukuran diameter koagulan yang semakin kecil maka semakin besar pula luas permukaannya, dan luas permukaan berbanding lurus terhadap banyaknya pori yang di miliki per satuan partikel.

Gambar 4.2 Koagulan Serbuk Biji Hanjeli Diameter 80 Mesh

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

4.2 Penentuan Kecepatan Pengadukan

Nilai G (gradien kecepatan) dan td (waktu detensi) adalah suatu faktor penting dalam proses koagulasi-flokulasi. Gradien kecepatan (G) merupakan kecepatan relatif suatu partikel koloid terhadap jarak tertentu. Koagulan yang ditambahkan pada air, maka diperlukan pengadukan cepat agar tercampur koagulan hingga homogeny pada suatu air. Pengadukan cepat yang rendah bisa menyebabkan biokoagulan tidak bekerja secara optimal, sedangkan kecepatan pengadukan lambat memiliki pengaruh pada pembentukan suatu flok, apabila pengadukan dengan kecepatan terlalu yang terlalu cepat, maka flok yang terbentuk akan kembali pecah (Anggarani *et al*., 2015).

Pada penelitian Anggarani *et al*. (2015) dengan judul "*Peningkatan Efektifitas Proses Koagulasi-Flokulasi dengan menggunakan Aluminium Sulfat dan Superfloc"*, dalam penelitian ini mengidentifikasi mengenai penentuan nilai G dan td secara optimum. Penelitian menggunakan air baku buatan yaitu air sungai Jagir ditambahkan lumpur intake PDAM Ngagel dengan variasi kecepatan pengadukan proses koagulasi 100, 130, dan 160 rpm dan waktu detensinya 60, 90, 120 detik sedangkan variasi kecepatan pengadukan pada proses flokulasi yaitu 30, 40, 50 rpm dan waktu detensinya 900, 1200, 1500 detik. Air baku dengan kekeruhan 50,2 NTU didapatan hasil kecepatan pengadukan secara optimum pada proses koagulasi yaitu 100 rpm dengan waktu detensi (td) 90 detik dan proses flokulasi 50 rpm dengan waktu detensi (td) 50 menit. Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan Anggarani *et al*. (2015) didapatkan hasil optimum untuk kecepatan pengadukan pada proses koagulasi sebesar 100 rpm selama 90 detik dan kecepatan proses flokulasi sebesar 50 rpm selama 25 menit. Berikut rumus untuk nilai gradien kecepatannya (nilai G).

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu.V}} \tag{4.1}$$

$$P = K_T \times n^3 \times Di^5 \times \rho \tag{4.2}$$

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Keterangan :

P = suplai tenaga ke air (N.m/detik)

μ = viskositas absolut air (N.detik/m^2)

V = volume air yang diaduk (m^3)

K_T = konstanta pengaduk untuk aliran turbulen

ρ = massa jenis air (kg/m^3)

n = kecepatan putaran (rps)

Digunakan suhu 30ºC, maka

μ = 0,801 N.detik/m^2

Proses koagulasi menggunakan kecepatan pengadukan 100 rpm (1,67 rps) dengan waktu detensi (td) 90 detik. Proses flokulasi menggunakan kecepatan pengadukan 50 rpm (0,83 rps) dengan waktu detensi (td) 25 menit, untuk nilai gradien kecepatannya (nilai G) didapatkan pada persamaan (4.3)

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu.V}} \qquad (4.3)$$

$$= \sqrt{\frac{19\ N.m/detik}{0{,}801\ N.detik/m2.0{,}0002m3}} = 334/\text{detik}$$

- Koagulasi

G.Td = 334/detik x 90 detik = 30060

- Flokulasi

G.Td = 334/detik x 1500 detik = 51000

Nilai gradient kecepatan dari proses koagulasi-flokulasi untuk penelitian ini yaitu sebesar 334/detik. Nilai G.Td untuk koagulasi yaitu 30060, sedangkan nilai G,Td untuk proses flokulasi yaitu 51000.

Tabel 4.1 Kriteria Pengadukan Cepat

Pengadukan Cepat	Kriteria
G (*)	250-1500 det-1
Td (**)	60-180 det

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Pengadukan Cepat	Kriteria
G.Td (***)	10^4-10^5

*(Sumber : *)Ebeling et al., 2004; **)Samosir, 2009; ***)Hadi, 2012)*

Nilai gradien kecepatan (G) untuk proses koagulasi sudah memenuhi kriteria desain yaitu sebesar 334/detik dengan kriteria desain 250-1500/det.

Tabel 4.2 Kriteria Pengadukan Lambat

Pengadukan Lambat	Kriteria
G (*)	20-80 det-1
Td (**)	15-45 menit
G.Td (***)	10^4-10^5

*(Sumber : *) Lee dan Lin, 2000 ; **)Droste & Gehr, 1997)*

Waktu kecepatan pengadukan yang digunakan pada proses koagulasi yaitu selama 90 detik, sedangkan untuk proses flokulasi yaitu selama 25 menit. Kriteria waktu detensi pada pengadukan cepat menurut Samosir (2009) yaitu 60-180 detik dan untuk kriteria waktu detensi pada flokulasi menurut Droste & Gehr (1997) yaitu 15-45 menit, sehingga untuk waktu detensi pada pengadukan cepat dan lambat dalam penelitian ini sudah memenuhi kriteria.

Jar test yang digunakan proses koagulasi-flokulasi pada penelitian ini memiliki spesifikasi sebagai berikut.

Tabel 4.3 Spesifikasi *Jar Test*

Tipe JLT6	
Model	**Spesifikasi**
Pengaturan Kecepatan (rpm)	*from* 10 *to* 300
Pengaturan Waktu	0 + 999 min
Jenis Pengaduk	Flat Paddle (6 batang)
Dimensi (Lebar x Tinggi x Dalam) mm	935x347x260 mm (36.8x13.7x10.2 inc)
Berat Kg (lb)	17 kg (37.4 lb)
Power Supply	100÷240 V
Power	19W

Jar test yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan jenis pengaduk *Flat Paddle* sebanyak 6 batang. Kecepatan pengadukan pada *jar test*

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

harus sesuai dengan kriteria desain, berikut merupakan kriteria *impeller* yang terdapat pada proses pengadukan secara mekanis.

Tabel 4.4 Kriteria *Impeller*

Tipe *Impeller*	Kecepatan Putaran	Dimensi	Keterangan
Paddle	20-150 rpm	diameter : 50-80% lebar bak	
Turbine	10-150 rpm	diameter : 30-50% lebar bak	
Propeller	400-1750 rpm	diameter max. 45 cm	Jumlah *pitch* 1-2 buah

(Sumber :Reynolds & Richards, 1996)

Proses koagulasi pada penelitian ini menggunakan kecepatan pengadukan sebesar 100 rpm sedangkan untuk proses flokulasi menggunakan kecepatan pengadukan sebesar 50 rpm, sehingga kecepatan pengadukan pada *jar test* dengan menggunakan *impeller* jenis *paddle* sudah memenuhi kriteria desain yaitu sebesar 20 hingga 150 rpm.

4.3 Pembuatan Air Baku Buatan

Pembuatan air baku yang digunakan pada proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan serbuk biji hanjeli ini dilakukan dengan penentuan nilai kekeruhan awal dan pH air baku terlebih dahulu. Penentuan nilai kekeruhan awal awal dan pH air baku pada penelitian ini berguna untuk mengetahui dosis optimum penggunaan koagulan serbuk biji hanjeli pada beberuapa kondisi yang berbeda.

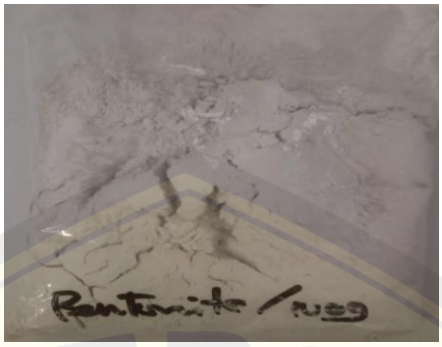
4.3.1 Penentuan Nilai Kekeruhan Awal

Penentuan nilai kekeruhan awal pada air baku yaitu menggunakan bubuk bentonit. Bentonit meruapakan tanah liat berbentuk bubuk yang asalnya dari abu vulkanis terdiri dari mineral dari tanah liat smektit yang memiliki sifat kolodial tinggi. Fisik dari bentonit yang digunakan yaitu berbentuk bubuk halus padat bewarna abu-abu, jenisnya lempung yang kandungannya dari kristoballit atau mineral kwarsa, gipsun, felispar, kalsit, dan lain sebagainya. Bentonit terdiri dari SiO_2 dan Al_2O_3 sebagai penyusun utama senyawa lain antara lain CaO, MgO,

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Fe_2O_3 dan K_2O yang memiliki kandungan air dan terikat secara kimia (Atikah, 2018).



Gambar 4.3 Bubuk Bentonit

Nilai awal kekeruhan yang digunakan yaitu 50, 75, dan 100 NTU. Proses penentuan nilai kekeruhan yaitu dengan melakukan penambahan bubuk bentonit sedikit demi sedikit kedalam air PDAM yang disertai pengadukan dengan jar test guna menghomogenkan bubuk bentonit dengan air PDAM dan dilakukan pengecekan kekeruhan secara terus menerus menggunakan turbidimeter hingga didapatkan hasil nilai kekeruhan awal yang telah ditentukan.

(a) (b) (c)

Gambar 4.4 Penentuan Nilai Awal Kekeruhan (a) 50 NTU, (b) 75 NTU, dan (c) 100 NTU

4.3.2 Penentuan Nilai pH Awal

Penentuan variasi pH yaitu menggunakan larutan Asam Klorida (HCl) dan Natrium Hidroksida (NaOH). Larutan asam Klorida (HCl) sebagai indikator asam sedangkan larutan Natrium Hidroksida (NaOH) sebagai indikator basa. Variasi pH

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

yang digunakan yaitu pH 4, 5, 6, 7, 8, dan 9. Pengaturan dilakukan menggunakan pH meter.

(a) (b) (c) (d) (e) (f)

Gambar 4.5 Penentuan Nilai pH Awal Air Baku PDAM (a) pH 4, (b) pH 5, (c) pH 6, (d) pH 7, (e) pH 8, (f) pH 9

4.4 Karakteristik Awal Air Sungai Bedadung

Air sungai Bedadung merupakan air baku yang digunakan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tegal Gede untuk kebetuhan air bersih. Proses dalam pengambilan air sungai yaitu dilakukan pada air yang mengalir yang berasal dari intake dan selama musim penghujan. Air sungai Bedadung diuji selama selama 3 (tiga hari) untuk mendapatkan hasil kekeruhan dan pH (derajat keasaman). Berikut merupakan hasil dari pengujian kondisi awal air sungai Bedadung.

Tabel 4.5 Karakteristik Awal Air Sungai Bedadung

Percobaan	Waktu	Parameter	
		Kekeruhan (NTU)	pH
Hari ke-1	Pagi	69,8	8,5
	Siang	53,5	8,3
	Sore	42,2	8,2
Hari ke-2	Pagi	34,5	8,5
	Siang	33,2	8,3
	Sore	35,8	8,5
Hari ke-3	Pagi	21,2	8,6
	Siang	22,2	8,6
	Sore	24,5	8,5

Hasil dari pengujian selama 3 hari secara berturut-turut air sungai Bedadung, Kabupaten Jember memiliki nilai pH air dengan rentang 8,2- 8,5. Nilai

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

kekeruhan akhir pada hari ke-1, hari ke-2, dan hari ke-3 memiliki nilai kekeruhan yang berbeda, hal tersebut dikarenakan adanya kondisi alam khususnya apabila saat kondisi hujan turun maka air akan lebih bersih atau tidak terlalu keruh dibandingkan saat kondisi tidak terjadi hujan.

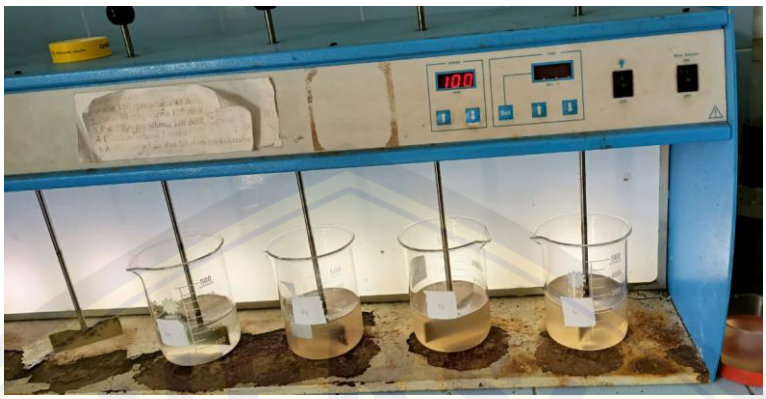
4.5 Proses Koagulasi-Flokulasi Air Baku PDAM

Proses koagulasi-flokulasi menggunakan air baku PDAM Tegal Gede, Jember dilakukan dengan penentuan kondisi air baku terlebih dahulu. Paska bencana banjir air cenderung lebih keruh pada beberapa kondisi. Kondisi tersebut diakibatkan oleh lumpur-lumpur yang bercampur dengan air. Nilai kekeruhan air paska bencana yaitu sekitar 50 NTU hingga 100 NTU, maka pada penelitian ini digunakan variasi kekeruhan awal air baku yaitu 50 NTU, 75 NTU, dan 100 NTU. pH yang digunakan yaitu pH 4, pH 5, pH 6, pH 7, pH 8, dan pH 9 dengan percobaan awal penggunaan dosis koagulan serbuk biji hanjeli sebanyak 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm. Variasi pH awal air baku dilakukan pada pH asam hingga basa dikarenakan beberapa wilayah memiliki kondisi pH air yang berbeda-beda, pada daerah yang tanahnya berupa gambut kemungkinan besar pH airnya cenderung lebih asam, sedangkan tanah yang mengandung kapur cenderung lebih basa. Proses koagulasi-flokulasi dilakukan menggunakan *Jar Test* dengan pengadukan cepat 100 rpm selama 90 detik, kemudian dilanjutkan dengan kecepatan 50 rpm selama 25 menit untuk pengadukan lambat, setelah itu dilakukan pengendapan selama 60 menit. Koagulasi merupakan proses berubahnya partikel koloid yang akan jadi flok dengan ukuran lebih besar dan menyerap bahan organik yang larut pada flok sampai pengotor pada sampel dipisahkan dengan proses padat dan cair. Tahap dari proses koagulasi yaitu dalam membentuk inti flok, destabilisasi koloid, lalu perbesaran partikel (Husaini *et al*., 2018). Flokulasi adalah proses lanjutan koagulasi, yang mana mikro flok dari koagulasi terjadi penggumpalan partikel koloid membentuk flok yang berukuran lebih besar dan bisa di endapkan serta proses itu dilakukan dengan adukan secara lambat (Setyawati *et al*., 2019). Sampel air yang digunakan yaitu sebanyak 200 ml

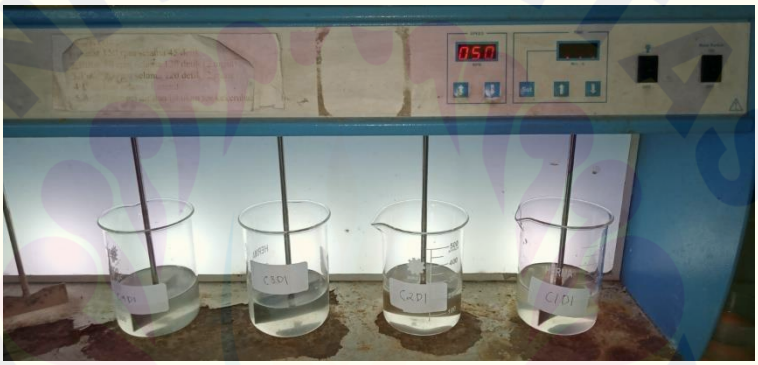
DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

menggunakan air baku PDAM. Setelah pengendapan dilakukan uji kekeruhan akhir menggunakan turbidimeter.



(a)



(b)

Gambar 4.6 (a) Kecepatan Pengadukan Cepat (Proses Koagulasi) 100 rpm menggunakan *Jar Test*, (b) Kecepatan Pengadukan Lambat (Proses Flokulasi) 50 rpm menggunakan *Jar Test.*

4.5.1 Penentuan Dosis Optimum Koagulan dari Serbuk Biji Hanjeli pada Proses Koagulasi-Flokulasi

Proses koagulasi-flokulasi dilakukan hingga mendapatkan dosis koagulan optimum, setelah didapatkan hasil yang terbaik dilanjutkan dengan penambahan dosis koagulan serbuk biji hanjeli sebanyak 400 ppm dan 500 ppm sebagai tren untuk mengetahui dosis biokoagulan yang paling optimum dalam penyisihan kekeruhan pada air. Dosis optimum koagulan adalah takaran atau kadar suatu biokoagulan yang akan ditambahkan ke dalam air baku pada proses koagulasi-flokulasi dihasilkan nilai yang terbaik atau yang tepat. Hasil dosis koagulan

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

optimum dapat dilihat dengan hasil grafik pada Gambar 4.7, Gambar 4.8, dan Gambar 4.9.

Tabel 4.6 Nilai Kekeruhan Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi pada Kekeruhan Awal 50 NTU

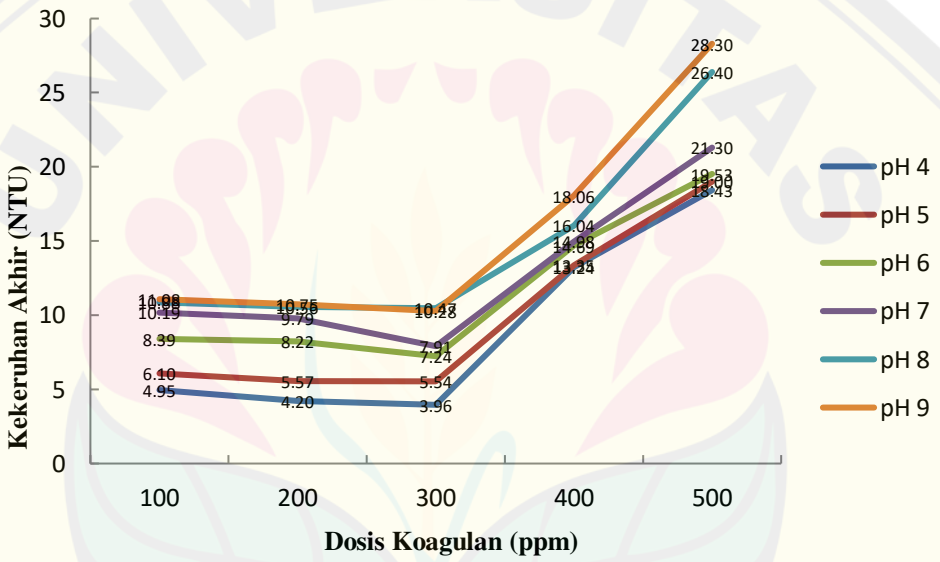
No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Kekeruhan Akhir (NTU)
1	A1B1C1	4	50	100	4,95
2	A1B1C2	4	50	200	4,20
3	A1B1C3	4	50	300	3,96
4	A1B1C4	4	50	400	13,24
5	A1B1C5	4	50	500	18,43
6	A2B1C1	5	50	100	6,10
7	A2B1C2	5	50	200	5,57
8	A2B1C3	5	50	300	5,54
9	A2B1C4	5	50	400	13,35
10	A2B1C5	5	50	500	19,00
11	A3B1C1	6	50	100	8,39
12	A3B1C2	6	50	200	8,22
13	A3B1C3	6	50	300	7,24
14	A3B1C4	6	50	400	14,69
15	A3B1C5	6	50	500	19,53
16	A4B1C1	7	50	100	10,19
17	A4B1C2	7	50	200	9,79
18	A4B1C3	7	50	300	7,91
19	A4B1C4	7	50	400	14,98
20	A4B1C5	7	50	500	21,30
21	A5B1C1	8	50	100	10,88
22	A5B1C2	8	50	200	10,56
23	A5B1C3	8	50	300	10,47
24	A5B1C4	8	50	400	16,04
25	A5B1C5	8	50	500	26,40
26	A6B1C1	9	50	100	11,08
27	A6B1C2	9	50	200	10,75
28	A6B1C3	9	50	300	10,28

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Kekeruhan Akhir (NTU)
29	A6B1C4	9	50	400	18,06
30	A6B1C5	9	50	500	28,30

Proses penentuan dosis koagulan optimum dilakukan pada kondisi pH air baku 4, 5, 6, 7, 8, 9 dengan penambahan dosis 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm dan kekeruhan awal 50 NTU. Dosis optimum koagulan didapatkan berdasarkan grafik pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Nilai Kekeruhan Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi pada Kekeruhan Awal 50 NTU

Gambar 4.7 menunjukan pada kondisi pH 4 dosis koagulan optimum dicapai pada dosis koagulan 300 ppm dengan kekeruhan akhir sebesar 3,96 NTU. pH 5 dosis koagulan optimum dicapai pada dosis koagulan 300 ppm dengan kekeruhan akhir sebesar 5,54 NTU. pH 6 dosis koagulan optimum dicapai pada dosis koagulan 300 ppm dengan kekeruhan akhir sebesar 7,24 NTU. pH 7 dosis koagulan optimum dicapai pada dosis koagulan 300 ppm dengan kekeruhan akhir sebesar 7,91 NTU. pH 8 dosis koagulan optimum dicapai pada dosis koagulan 300 ppm dengan kekeruhan akhir sebesar 10,47 NTU. pH 9 dosis koagulan optimum

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

dicapai pada dosis koagulan 300 ppm dengan kekeruhan akhir sebesar 10,28 NTU.

Tabel 4.7 Nilai Kekeruhan Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi pada Kekeruhan Awal 75 NTU

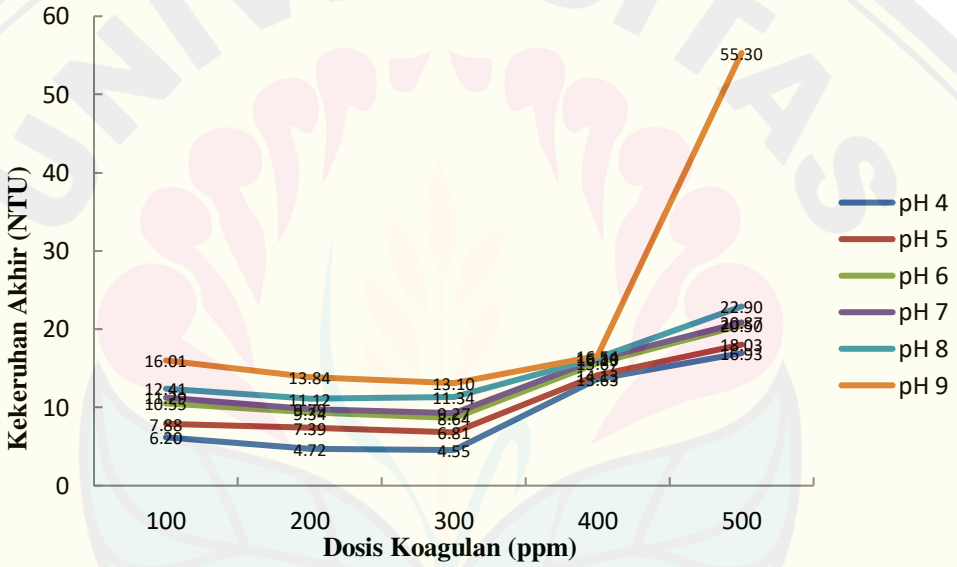
No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Kekeruhan Akhir (NTU)
1	A1B2C1	4	75	100	6,20
2	A1B2C2	4	75	200	4,72
3	A1B2C3	4	75	300	4,55
4	A1B2C4	4	75	400	13,63
5	A1B2C5	4	75	500	16,93
6	A2B2C1	5	75	100	7,88
7	A2B2C2	5	75	200	7,39
8	A2B2C3	5	75	300	6,81
9	A2B2C4	5	75	400	14,13
10	A2B2C5	5	75	500	18,03
11	A3B2C1	6	75	100	10,55
12	A3B2C2	6	75	200	9,34
13	A3B2C3	6	75	300	8,64
14	A3B2C4	6	75	400	15,67
15	A3B2C5	6	75	500	20,50
16	A4B2C1	7	75	100	11,29
17	A4B2C2	7	75	200	9,79
18	A4B2C3	7	75	300	9,27
19	A4B2C4	7	75	400	16,13
20	A4B2C5	7	75	500	20,87
21	A5B2C1	8	75	100	12,41
22	A5B2C2	8	75	200	11,34
23	A5B2C3	8	75	300	11,12
24	A5B2C4	8	75	400	16,30
25	A5B2C5	8	75	500	22,90
26	A6B2C1	9	75	100	16,01
27	A6B2C2	9	75	200	13,84
28	A6B2C3	9	75	300	13,10

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Kekeruhan Akhir (NTU)
29	A6B2C4	9	75	400	16,54
30	A6B2C5	9	75	500	55,30

Proses penentuan dosis koagulan optimum dilakukan pada kondisi pH air baku 4, 5, 6, 7, 8, 9 dengan penambahan dosis 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm dan kekeruhan awal 75 NTU. Dosis optimum koagulan didapatkan berdasarkan grafik pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Nilai Kekeruhan Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi pada Kekeruhan Awal 75 NTU

Gambar 4.8 menunjukan pada kondisi pH 4 dosis koagulan optimum dicapai pada dosis koagulan 300 ppm dengan kekeruhan akhir sebesar 4,55 NTU. pH 5 dosis koagulan optimum dicapai pada dosis koagulan 300 ppm dengan kekeruhan akhir sebesar 6,81 NTU. pH 6 dosis koagulan optimum dicapai pada dosis koagulan 300 ppm dengan kekeruhan akhir sebesar 8,64 NTU. pH 7 dosis koagulan optimum dicapai pada dosis koagulan 300 ppm dengan kekeruhan akhir sebesar 9,27 NTU. pH 8 dosis koagulan optimum dicapai pada dosis koagulan 300 ppm dengan kekeruhan akhir sebesar 11,34 NTU. pH 9 dosis koagulan optimum

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

dicapai pada dosis koagulan 300 ppm dengan kekeruhan akhir sebesar 13,10 NTU.

Tabel 4.8 Nilai Kekeruhan Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi pada Kekeruhan Awal 100 NTU

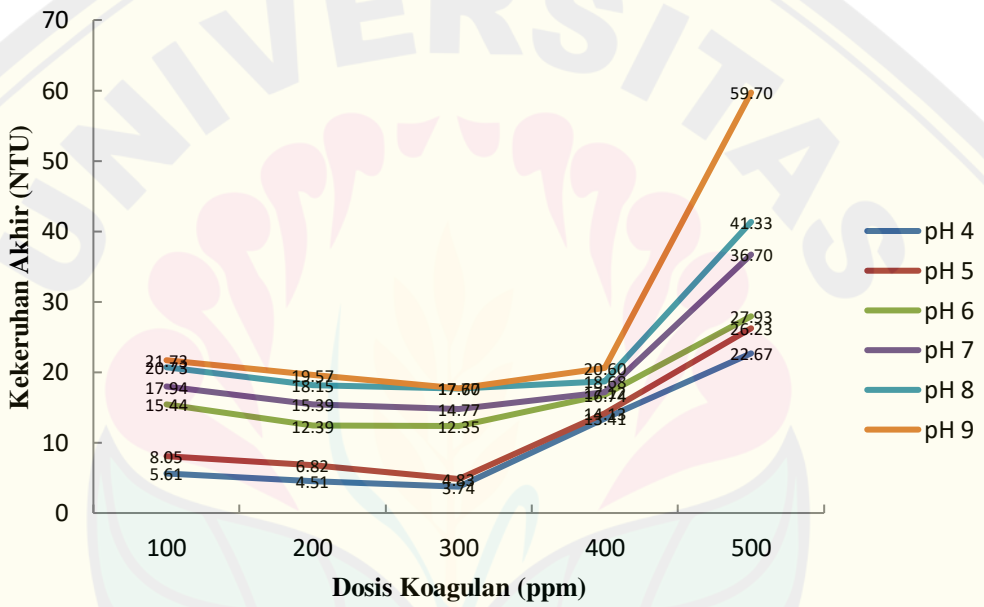
No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Kekeruhan Akhir (NTU)
1	A1B3C1	4	100	100	5,61
2	A1B3C2	4	100	200	4,51
3	A1B3C3	4	100	300	3,74
4	A1B3C4	4	100	400	13,41
5	A1B3C5	4	100	500	22,67
6	A2B3C1	5	100	100	8,05
7	A2B3C2	5	100	200	6,82
8	A2B3C3	5	100	300	4,83
9	A2B3C4	5	100	400	14,13
10	A2B4C5	5	100	500	26,23
11	A3B3C1	6	100	100	15,44
12	A3B3C2	6	100	200	12,39
13	A3B3C3	6	100	300	12,35
14	A3B3C4	6	100	400	16,74
15	A3B3C5	6	100	500	27,93
16	A4B3C1	7	100	100	17,94
17	A4B3C2	7	100	200	15,39
18	A4B3C3	7	100	300	14,77
19	A4B3C4	7	100	400	17,12
20	A4B3C5	7	100	500	36,70
21	A5B3C1	8	100	100	20,73
22	A5B3C2	8	100	200	18,15
23	A5B3C3	8	100	300	17,67
24	A5B3C4	8	100	400	18,68
25	A5B3C5	8	100	500	41,33
26	A6B3C1	9	100	100	21,73
27	A6B3C2	9	100	200	19,57
28	A6B3C3	9	100	300	17,70
29	A6B3C4	9	100	400	20,60

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Kekeruhan Akhir (NTU)
30	A6B3C5	9	100	500	59,70

Proses penentuan dosis koagulan optimum dilakukan pada kondisi pH air baku 4, 5, 6, 7, 8, 9 dengan penambahan dosis 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm dan kekeruhan awal 100 NTU. Dosis optimum koagulan didapatkan berdasarkan grafik pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Nilai Kekeruhan Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi pada Kekeruhan Awal 100 NTU

Gambar 4.9 menunjukan pada kondisi pH 4 dosis koagulan optimum dicapai pada dosis koagulan 300 ppm dengan kekeruhan akhir sebesar 3,74 NTU. pH 5 dosis koagulan optimum dicapai pada dosis koagulan 300 ppm dengan kekeruhan akhir sebesar 4,83 NTU. pH 6 dosis koagulan optimum dicapai pada dosis koagulan 300 ppm dengan kekeruhan akhir sebesar 12,35 NTU. pH 7 dosis koagulan optimum dicapai pada dosis koagulan 300 ppm dengan kekeruhan akhir sebesar 14,77 NTU. pH 8 dosis koagulan optimum dicapai pada dosis koagulan 300 ppm dengan kekeruhan akhir sebesar 17,67 NTU. pH 9 dosis koagulan

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

optimum dicapai pada dosis koagulan 300 ppm dengan kekeruhan akhir sebesar 17,70 NTU.

Penurunan kadar parameter kekeruhan pada air diakibat koagulan alami yang digunakan mengikat partikel-partikel yang tersuspensi pada air, dan partikel-partikel itu mengendap kebawah dan kekeruhannya berkurang (Faryandi, 2020). Dosis koagulan sangat berpengaruh terhadap penyisihan kekeruhan pada proses koagulasi-flokulasi dikarenakan dengan memberikan ketepatan dosis koagulan maka penyisihan kekeruhan pada air akan semakin optimum. Hasil dari penelitian ini terjadi adanya kejenuhan dikarenakan penambahan dosis yang berlebihan yaitu pada dosis koagulan 400 ppm dan 500 ppm sehingga flok yang akan direduksi atau yang mengalami penyusutan sudah mencapai minimum atau sudah habis dan koagulan bertindak sebagai pengotor yang dapat menyebabkan nilai kekeruhan akhir meningkat. Sedangkan ketiga grafik menunjukan hasil optimum penggunaan koagulan serbuk biji hanjeli yaitu pada dosis koagulan 300 ppm dengan penurunan kekeruhan akhir terbaik hingga 3,47 NTU dan sudah memenuhi batas baku mutu persyaratan kualitas air minum dengan nilai kekeruhan air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 yaitu 25 NTU. Penambahan koagulan alami yang melebihi batas optimum mengakibatkan kenaikan pada nilai kekeruhan karena banyaknya zat yang terlarut hingga nilai kekeruhan menyebabkan kenaikan, dan juga menyebabkan terjadinya penyerapan pada kation yang berlebih oleh partikel koloid didalam air sehingga partikel koloid akan bermuatan positif dan adanya gaya tolak menolak sesama partikel, hingga terjadi deflokulasi flok (Hendrawati *et al*., 2015).

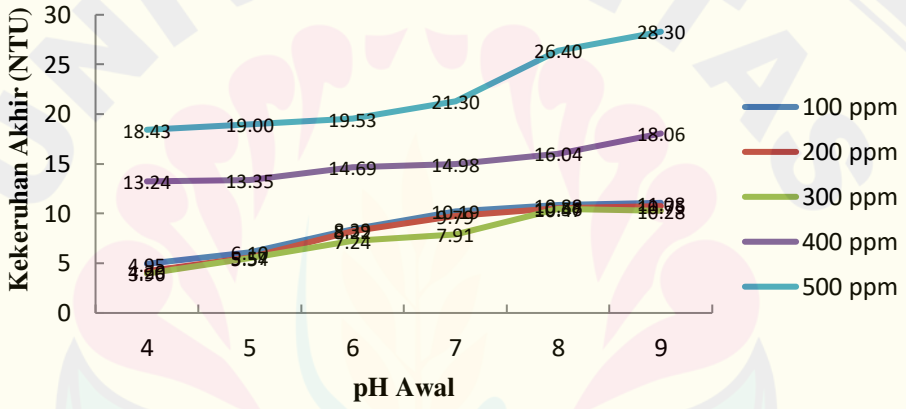
4.5.2 Penentuan pH Optimum pada Proses Koagulasi-Flokulasi

pH optimum adalah kondisi pH terbaik yang digunakan dalam proses koagulasi-flokulasi. Hasil yang terbaik dapat dilihat berdasarkan grafik nilai kekeruhan akhir yang terendah setelah proses koagulasi-flokulasi pada Gambar 4.10, Gambar 4.11, dan Gambar 4.12. Penentuan pH optimum terhadap kekeruhan air baku pada proses koagulasi-flokulasi dilakukan dengan proses *jartest*. Air baku yang digunakan terlebih dahulu di analisis kekeruhan awal. Proses *jartest*

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

dilakukan dengan *beaker glass* 500 ml diisi air baku buatan sebanyak 200 ml yang telah diatur kekeruhan awal 50 NTU, 75 NTU, dan 100 NTU, kemudian diatur juga tingkat keasamannya dengan variasi pH 4, 5, 6, 7, 8, dan 9 dengan cara menambahkan HCL sebagai indikator asam dan NaOH sebagai indikator basa. Masing – masing larutan yang sudah di atur pH nya ditambahkan biokoagulan dengan beberapa konsentrasi (ppm), kemudian diaduk dengan kecepatan tinggi 100 rpm selama 90 detik dan diikuti pengadukan lambat 50 rpm selama 25 menit, setelah itu dilakukan proses pengendapan selama 60 menit. Setelah mengendap diuji kekeruhan akhir untuk diketahui pH optimumnya berdasarkan grafik pada Gambar 4.10, Gambar 4.11, dan Gambar 4.12.



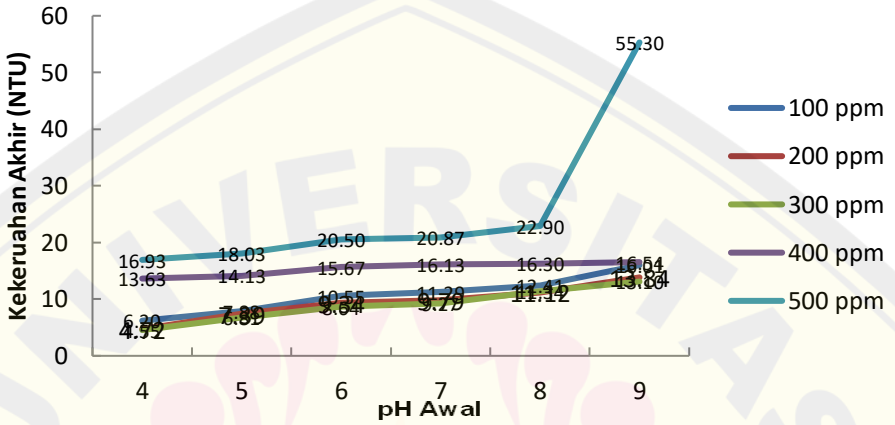
Gambar 4.10 Nilai pH Optimum pada Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Kekeruhan Awal 50

Gambar 4.10 menunjukan pada dosis koagulan serbuk biji hanjeli 100 ppm didapatkan pH optimum yaitu pH 4 dengan nilai kekeruhan akhir terendah sebesar 4,95 NTU, sedangkan nilai kekeruhan akhir tertinggi sebesar 11,08 NTU yaitu pada kondisi pH 9. Dosis koagulan serbuk biji hanjeli 200 ppm didapatkan pH optimum yaitu pH 4 dengan nilai kekeruhan akhir terendah sebesar 4,20 NTU, sedangkan nilai kekeruhan akhir tertinggi sebesar 10,75 NTU yaitu pada kondisi pH 9. Dosis koagulan serbuk biji hanjeli 300 ppm didapatkan pH optimum yaitu pH 4 dengan nilai kekeruhan akhir terendah sebesar 3,96 NTU, sedangkan nilai kekeruhan akhir tertinggi sebesar 10,28 NTU yaitu pada kondisi pH 9. Dosis koagulan serbuk biji hanjeli 400 ppm didapatkan pH optimum yaitu pH 4 dengan

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

nilai kekeruhan akhir terendah sebesar 13,24 NTU, sedangkan nilai kekeruhan akhir tertinggi sebesar 18,06 NTU yaitu pada kondisi pH 9. Dosis koagulan serbuk biji hanjeli 500 ppm didapatkan pH optimum yaitu pH 4 dengan nilai kekeruhan akhir terendah sebesar 18,43 NTU, sedangkan nilai kekeruhan akhir tertinggi sebesar 28,30 NTU yaitu pada kondisi pH 9.

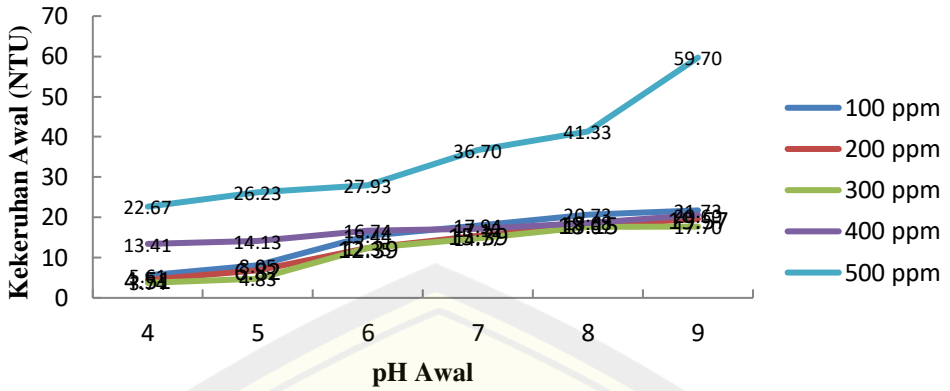


Gambar 4.11 Nilai pH Optimum pada Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Kekeruhan Awal 75

Gambar 4.11 menunjukan pada dosis koagulan serbuk biji hanjeli 100 ppm didapatkan pH optimum yaitu pH 4 dengan nilai kekeruhan akhir terendah sebesar 6,20 NTU, sedangkan nilai kekeruhan akhir tertinggi sebesar 16,01 NTU yaitu pada kondisi pH 9. Dosis koagulan serbuk biji hanjeli 200 ppm didapatkan pH optimum yaitu pH 4 dengan nilai kekeruhan akhir terendah sebesar 4,72 NTU, sedangkan nilai kekeruhan akhir tertinggi sebesar 13,84 NTU yaitu pada kondisi pH 9. Dosis koagulan serbuk biji hanjeli 300 ppm didapatkan pH optimum yaitu pH 4 dengan nilai kekeruhan akhir terendah sebesar 4,55 NTU, sedangkan nilai kekeruhan akhir tertinggi sebesar 13,10 NTU yaitu pada kondisi pH 9. Dosis koagulan serbuk biji hanjeli 400 ppm didapatkan pH optimum yaitu pH 4 dengan nilai kekeruhan akhir terendah sebesar 13,63 NTU, sedangkan nilai kekeruhan akhir tertinggi sebesar 16,34 NTU yaitu pada kondisi pH 9. Dosis koagulan serbuk biji hanjeli 500 ppm didapatkan pH optimum yaitu pH 4 dengan nilai kekeruhan akhir terendah sebesar 16,93NTU, sedangkan nilai kekeruhan akhir tertinggi sebesar 55,30 NTU yaitu pada kondisi pH 9.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER



Gambar 4.12 Nilai pH Optimum pada Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Kekeruhan Awal 100 NTU

Gambar 4.12 menunjukan pada dosis koagulan serbuk biji hanjeli 100 ppm didapatkan pH optimum yaitu pH 4 dengan nilai kekeruhan akhir terendah sebesar 5,61 NTU, sedangkan nilai kekeruhan akhir tertinggi sebesar 21,73 NTU yaitu pada kondisi pH 9. Dosis koagulan serbuk biji hanjeli 200 ppm didapatkan pH optimum yaitu pH 4 dengan nilai kekeruhan akhir terendah sebesar 4,51 NTU, sedangkan nilai kekeruhan akhir tertinggi sebesar 19,57 NTU yaitu pada kondisi pH 9. Dosis koagulan serbuk biji hanjeli 300 ppm didapatkan pH optimum yaitu pH 4 dengan nilai kekeruhan akhir terendah sebesar 3,74 NTU, sedangkan nilai kekeruhan akhir tertinggi sebesar 17,70 NTU yaitu pada kondisi pH 9. Dosis koagulan serbuk biji hanjeli 400 ppm didapatkan pH optimum yaitu pH 4 dengan nilai kekeruhan akhir terendah sebesar 13,41 NTU, sedangkan nilai kekeruhan akhir tertinggi sebesar 20,60 NTU yaitu pada kondisi pH 9. Dosis koagulan serbuk biji hanjeli 500 ppm didapatkan pH optimum yaitu pH 4 dengan nilai kekeruhan akhir terendah sebesar 22,67 NTU, sedangkan nilai kekeruhan akhir tertinggi sebesar 59,70 NTU yaitu pada kondisi pH 9.

Hasil penelitian berdasarkan Gambar 4.10, Gambar 4.11, dan Gambar 4.12 menunjukan pH optimum koagulan pada kondisi kekeruhan awal 50 NTU, 75 NTU, dan 100 NTU bekerja lebih maksimal pada kondisi pH asam yaitu pH 4. Kandungan dalam koagulan alami serbuk biji hanjeli adalah protein yang memiliki muatan ganda. Protein ketika suasana asam akan bermuatan positif

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

sehingga semakin besar kemampuan menetralkan partikel koloid dalam sampel (Nasriyanti, 2020).

Parameter pH setelah proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan serbuk biji hanjeli terdapat adanya peningkatan dan penurunan. Peningkatan nilai parameter dari pH diakibatkan adanya proses pengikatan ion hidrogen (H^+) oleh serbuk biji hanjeli dari proses koagulasi-flokulasi tersebut. Protein akan bermuatan negatif dalam suasana basa yang menyebabkan terjadinya penurunan nilai pH pada proses koagulasi-flokulasi dengan kekeruhan awal 100 NTU (Nasriyanti, 2020).

Tabel 4.9 Nilai pH Akhir pada Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Kekeruhan Awal 50 NTU

Dosis Koagulan \ pH Awal	pH 4	pH 5	pH 6	pH 7	pH 8	pH 9
100 ppm	4,1	5,4	6,4	7,5	8,4	9,2
200 ppm	4,4	5,7	6,4	7,4	8,2	9,4
300 ppm	4,4	5,6	6,4	7,4	8,2	9,1
400 ppm	4,4	5,7	6,3	7,4	8,1	9,1
500 ppm	4,4	5,3	6,7	7,5	8,3	9,1

Nilai akhir pH dengan kekeruhan awal 50 NTU , pH awal 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan dosis koagulan 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, dan 500 ppm mengalami peningkatan semua setelah dilakukan proses koagulasi-flokulasi. Kenaikan nilai akhir pH paling tinggi yaitu terjadi pada pH 5 dengan dosis koagulan 200 ppm dan 400 ppm yaitu sebesar 5,7, selain itu juga terjadi pada pH 6 dengan dosis koagulan 500 ppm yaitu sebesar 6,7.

Tabel 4.10 Nilai pH Akhir pada Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Kekeruhan Awal 75 NTU

Dosis Koagulan \ pH Awal	pH 4	pH 5	pH 6	pH 7	pH 8	pH 9
100 ppm	4,4	5,3	6,4	7,4	8,0	9,3
200 ppm	4,4	5,4	6,3	7,3	8,0	9,3
300 ppm	4,3	5,3	6,3	7,2	8,1	9,4
400 ppm	4,4	5,6	6,5	7,6	8,2	8,6
500 ppm	4,4	5,4	6,7	7,9	8,3	9,5

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Nilai akhir pH dengan kekeruhan awal 50 NTU , pH awal 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan dosis koagulan 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, dan 500 ppm mengalami peningkatan dan penurunan setelah dilakukan proses koagulasi-flokulasi. Kenaikan nilai akhir pH paling tinggi yaitu terjadi pada pH 7 dengan dosis koagulan 500 ppm yaitu sebesar 7,9, sedangkan penurunan nilai akhir pH terjadi pada pH 9 dengan dosis koagulan 400 ppm yaitu sebesar 8,6.

Tabel 4.11 Nilai pH Akhir pada Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Kekeruhan Awal 100 NTU

Dosis Koagulan \ pH Awal	pH 4	pH 5	pH 6	pH 7	pH 8	pH 9
100 ppm	4,3	5,4	6,2	7,0	8,3	9,0
200 ppm	4,4	5,1	6,5	7,4	8,1	9,2
300 ppm	4,4	5,4	6,4	7,4	8,0	8,2
400 ppm	4,0	5,6	6,5	7,4	8,3	9,3
500 ppm	4,3	5,5	6,5	7,5	8,3	9,1

Nilai akhir pH dengan kekeruhan awal 50 NTU , pH awal 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan dosis koagulan 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, dan 500 ppm mengalami peningkatan dan penurunan setelah dilakukan proses koagulasi-flokulasi. Kenaikan nilai akhir pH paling tinggi yaitu terjadi pada pH 5 dengan dosis koagulan 400 ppm yaitu sebesar 5,6, sedangkan penurunan nilai akhir pH terjadi pada pH 9 dengan dosis koagulan 300 ppm yaitu sebesar 8,2.

4.6 Efisiensi Penyisihan Kekeruhan pada Air Baku Buatan Menggunakan Koagulan dari Serbuk Biji Hanjeli

Uji efisiensi dilakukan pada koagulan serbuk biji Hanjeli terhadap efisiensi penyisihan kekeruhan air baku PDAM 50 NTU, 75 NTU, dan 100 NTU.

Tabel 4.12 Hasil Efisiensi Penyisihan Kekeruhan pada Kekeruhan Awal 50 NTU

No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Efisiensi Penyisihan Kekeruhan
1	A1B1C1	4	50	100	90%
2	A1B1C2	4	50	200	92%

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

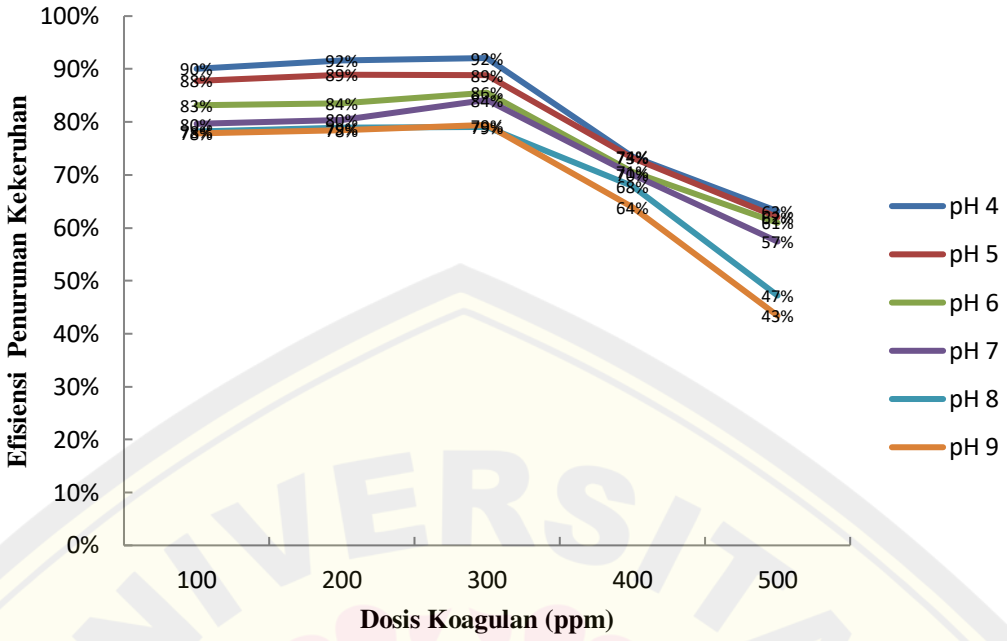
DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Efisiensi Penyisihan Kekeruhan
3	A1B1C3	4	50	300	92%
4	A1B1C4	4	50	400	74%
5	A1B1C5	4	50	500	63%
6	A2B1C1	5	50	100	88%
7	A2B1C2	5	50	200	89%
8	A2B1C3	5	50	300	89%
9	A2B1C4	5	50	400	73%
10	A2B1C5	5	50	500	62%
11	A3B1C1	6	50	100	83%
12	A3B1C2	6	50	200	84%
13	A3B1C3	6	50	300	86%
14	A3B1C4	6	50	400	71%
15	A3B1C5	6	50	500	61%
16	A4B1C1	7	50	100	80%
17	A4B1C2	7	50	200	80%
18	A4B1C3	7	50	300	84%
19	A4B1C4	7	50	400	70%
20	A4B1C5	7	50	500	57%
21	A5B1C1	8	50	100	78%
22	A5B1C2	8	50	200	79%
23	A5B1C3	8	50	300	79%
24	A5B1C4	8	50	400	68%
25	A5B1C5	8	50	500	47%
26	A6B1C1	9	50	100	78%
27	A6B1C2	9	50	200	78%
28	A6B1C3	9	50	300	79%
29	A6B1C4	9	50	400	64%
30	A6B1C5	9	50	500	43%

Efisiensi penyisihan kekeruhan pada proses koagulasi-flokulasi dilakukan pada kondisi pH air baku 4, 5, 6, 7, 8, 9 dengan penambahan dosis 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm dan kekeruhan awal 50 NTU. Efisiensi penyisihan terbaik dan terendah didapatkan berdasarkan grafik pada Gambar 4.13.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER



Gambar 4.13 Hasil Efisiensi Penyisihan Kekeruhan pada Kekeruhan Awal 50 NTU

Gambar 4.13 menunjukan pada kekeruhan awal 50 NTU dengan kondisi pH 4 bahwa % penurunan nilai kekeruhan cenderung naik hingga pada dosis koagulan 300 ppm dengan nilai efisiensi penyisihan kekeruhan sebesar 92% dan turun kembali pada dosis koagulan 400 ppm hingga 500 ppm. pH 5 menunjukkan % penyisihan kekeruhan cenderung naik hingga pada dosis koagulan 300 ppm dengan nilai efisiensi penyisihan kekeruhan sebesar 89% dan turun kembali pada dosis koagulan 400 ppm hingga 500 ppm. pH 6 menunjukan % penyisihan kekeruhan cenderung naik hingga pada dosis koagulan 300 ppm dengan nilai efisiensi penyisihan kekeruhan sebesar 86% dan turun kembali pada dosis koagulan 400 ppm hingga 500 ppm. pH 7 menunjukkan % penyisihan kekeruhan cenderung naik hingga pada dosis koagulan 300 ppm dengan nilai efisiensi penyisihan kekeruhan sebesar 84% dan turun kembali pada dosis koagulan 400 ppm hingga 500 ppm. pH 8 menunjukkan % penyisihan kekeruhan cenderung naik hingga pada dosis koagulan 300 ppm dengan nilai efisiensi penyisihan kekeruhan sebesar 79% dan turun kembali pada dosis koagulan 400 ppm hingga 500 ppm. pH 9 menunjukkan % penyisihan kekeruhan cenderung naik hingga

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

pada dosis koagulan 300 ppm dengan nilai efisiensi penyisihan kekeruhan sebesar 79% dan turun kembali pada dosis koagulan 400 ppm hingga 500 ppm.

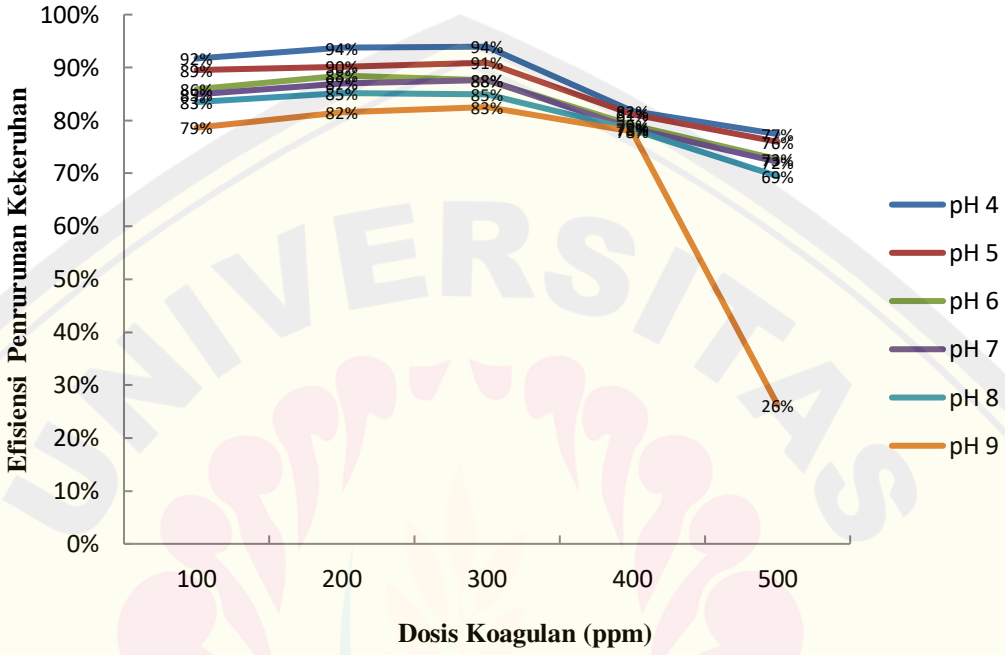
Tabel 4.13 Hasil Efisiensi Penyisihan Kekeruhan pada Kekeruhan Awal 75 NTU

No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Efisiensi Penurunan Kekeruhan
1	A1B2C1	4	75	100	92%
2	A1B2C2	4	75	200	94%
3	A1B2C3	4	75	300	94%
4	A1B2C4	4	75	400	82%
5	A1B2C5	4	75	500	77%
6	A2B2C1	5	75	100	89%
7	A2B2C2	5	75	200	90%
8	A2B2C3	5	75	300	91%
9	A2B2C4	5	75	400	81%
10	A2B2C5	5	75	500	76%
11	A3B2C1	6	75	100	86%
12	A3B2C2	6	75	200	88%
13	A3B2C3	6	75	300	88%
14	A3B2C4	6	75	400	79%
15	A3B2C5	6	75	500	73%
16	A4B2C1	7	75	100	85%
17	A4B2C2	7	75	200	87%
18	A4B2C3	7	75	300	88%
19	A4B2C4	7	75	400	78%
20	A4B2C5	7	75	500	72%
21	A5B2C1	8	75	100	83%
22	A5B2C2	8	75	200	85%
23	A5B2C3	8	75	300	85%
24	A5B2C4	8	75	400	78%
25	A5B2C5	8	75	500	69%
26	A6B2C1	9	75	100	79%
27	A6B2C2	9	75	200	82%
28	A6B2C3	9	75	300	83%
29	A6B2C4	9	75	400	78%
30	A6B2C5	9	75	500	26%

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Efisiensi penyisihan kekeruhan pada proses koagulasi-flokulasi dilakukan pada kondisi pH air baku 4, 5, 6, 7, 8, 9 dengan penambahan dosis 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm dan kekeruhan awal 75 NTU. Efisiensi penyisihan terbaik dan terendah didapatkan berdasarkan grafik pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Hasil Efisiensi Penurunan Kekeruhan pada Kekeruhan Awal 75 NTU

Gambar 4.14 menunjukan pada kekeruhan awal 75 NTU dengan kondisi pH 4 bahwa % penyisihan kekeruhan cenderung naik hingga pada dosis koagulan 300 ppm dengan nilai efisiensi penyisihan kekeruhan sebesar 94% dan turun kembali pada dosis koagulan 400 ppm hingga 500 ppm. pH 5 menunjukkan % penyisihan kekeruhan cenderung naik hingga pada dosis koagulan 300 ppm dengan nilai efisiensi penyisihan kekeruhan sebesar 91% dan turun kembali pada dosis koagulan 400 ppm hingga 500 ppm. pH 6 menunjukan % penyisihan kekeruhan cenderung naik hingga pada dosis koagulan 300 ppm dengan nilai efisiensi penyisihan kekeruhan sebesar 88% dan turun kembali pada dosis koagulan 400 ppm hingga 500 ppm. pH 7 menunjukkan % penyisihan kekeruhan cenderung naik hingga pada dosis koagulan 300 ppm dengan nilai efisiensi penurunan kekeruhan dengan nilai efisiensi penyisihan kekeruhan sebesar 88%

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

dan turun kembali pada dosis koagulan 400 ppm hingga 500 ppm. pH 8 menunjukkan % penyisihan kekeruhan cenderung naik hingga pada dosis koagulan 300 ppm dengan nilai efisiensi penyisihan kekeruhan sebesar 85% dan turun kembali pada dosis koagulan 400 ppm hingga 500 ppm. pH 9 menunjukkan % penyisihan kekeruhan cenderung naik hingga pada dosis koagulan 300 ppm dengan nilai efisiensi penyisihan kekeruhan sebesar 83% dan turun kembali pada dosis koagulan 400 ppm hingga 500 ppm.

Tabel 4.14 Hasil Efisiensi Penyisihan Kekeruhan pada Kekeruhan Awal 100 NTU

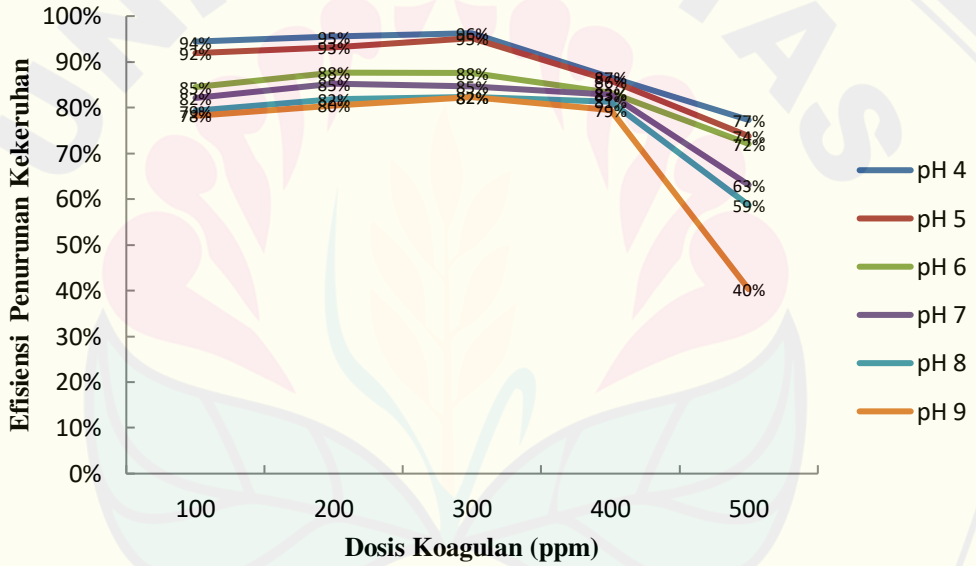
No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Efisiensi Penurunan Kekeruhan
1	A1B3C1	4	100	100	94%
2	A1B3C2	4	100	200	95%
3	A1B3C3	4	100	300	96%
4	A1B3C4	4	100	400	87%
5	A1B3C5	4	100	500	77%
6	A2B3C1	5	100	100	92%
7	A2B3C2	5	100	200	93%
8	A2B3C3	5	100	300	95%
9	A2B3C4	5	100	400	86%
10	A2B4C5	5	100	500	74%
11	A3B3C1	6	100	100	85%
12	A3B3C2	6	100	200	88%
13	A3B3C3	6	100	300	88%
14	A3B3C4	6	100	400	83%
15	A3B3C5	6	100	500	72%
16	A4B3C1	7	100	100	82%
17	A4B3C2	7	100	200	85%
18	A4B3C3	7	100	300	85%
19	A4B3C4	7	100	400	83%
20	A4B3C5	7	100	500	63%
21	A5B3C1	8	100	100	79%
22	A5B3C2	8	100	200	82%
23	A5B3C3	8	100	300	82%
24	A5B3C4	8	100	400	81%
25	A5B3C5	8	100	500	59%
26	A6B3C1	9	100	100	78%

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Efisiensi Penurunan Kekeruhan
27	A6B3C2	9	100	200	80%
28	A6B3C3	9	100	300	82%
29	A6B3C4	9	100	400	79%
30	A6B3C5	9	100	500	40%

Efisiensi penyisihan kekeruhan pada proses koagulasi-flokulasi dilakukan pada kondisi pH air baku 4, 5, 6, 7, 8, 9 dengan penambahan dosis 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm dan kekeruhan awal 100 NTU. Efisiensi penyisihan terbaik dan terendah didapatkan berdasarkan grafik pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Hasil Efisiensi Penurunan Kekeruhan pada Kkeruhan Awal 100 NTU

Gambar 4.15 menunjukan pada kekeruhan awal 100 NTU dengan kondisi pH 4 bahwa % penyisihan kekeruhan cenderung naik hingga pada dosis koagulan 300 ppm dengan nilai efisiensi penyisihan kekeruhan sebesar 96% dan turun kembali pada dosis koagulan 400 ppm hingga 500 ppm. pH 5 menunjukkan % penyisihan kekeruhan cenderung naik hingga pada dosis koagulan 300 ppm dengan nilai efisiensi penyisihan kekeruhan sebesar 95% dan turun kembali pada dosis koagulan 400 ppm hingga 500 ppm. pH 6 menunjukan % penyisihan

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

kekeruhan cenderung naik hingga pada dosis koagulan 300 ppm dengan nilai efisiensi penyisihan kekeruhan sebesar 88% dan turun kembali pada dosis koagulan 400 ppm hingga 500 ppm. pH 7 menunjukkan % penyisihan kekeruhan cenderung naik hingga pada dosis koagulan 300 ppm dengan nilai efisiensi penyisihan kekeruhan dengan nilai efisiensi penyisihan kekeruhan sebesar 85% dan turun kembali pada dosis koagulan 400 ppm hingga 500 ppm. pH 8 menunjukkan % penyisihan kekeruhan cenderung naik hingga pada dosis koagulan 300 ppm dengan nilai efisiensi penyisihan kekeruhan sebesar 82% dan turun kembali pada dosis koagulan 400 ppm hingga 500 ppm. pH 9 menunjukkan % penyisihan kekeruhan cenderung naik hingga pada dosis koagulan 300 ppm dengan nilai efisiensi penyisihan kekeruhan sebesar 82% dan turun kembali pada dosis koagulan 400 ppm hingga 500 ppm.

Penelitian ini menunjukan pada kondisi pH 4 hingga pH 9 pada dosis koagulan sebesar 300 ppm ketika ditambahkan pada air baku telah mengalami reaksi yang optimal. Penelitian ini semakin besar massa koagulan ditambahkan dalam air baku sebesar 400 ppm dan 500 ppm, maka % penyisihan kekeruhan cenderung turun. Menurut Syarpin & Harianto (2021), hal tersebut dikarenakan adanya penambahan dosis yang melebihi batas optimum, maka turbiditas kembali naik karena koloid telah dinetralkan semua dan mengendap dengan konsentrasi koagulan optimum, sehingga apabila kelebihan massa koagulan maka akan mengakibatkan kekeruhan karena tidak berinteraksi dengan partikel koloid lain yang berbeda muatan. Efisiensi penyisihan kekeruhan tertinggi diperoleh pada kondisi kekeruhan awal 100 pada pH 4 dengan dosis koagulan 300 ppm yaitu sebesar 96% sedangkan efisiensi penyisihan kekeruhan paling rendah yaitu terdapat pada kondisi kekeruhan awal 100 pada pH 9 dengan dosis koagulan 500 ppm yaitu sebesar 40%. Tingkat kekeruhan yang rendah menyebabkan proses destabilisasi akan menjadi sukar atau sulit terjadi. Sebaliknya apabila tingkat kekeruhan pada air tinggi maka proses destabilisasi tersebut akan berlangsung secara cepat (Rahimah *et al*., 2016).

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

4.7 Uji Persyaratan Analisis

Uji prasyarat analisis, yaitu konsep dasar dalam penetapan statistik uji yang mana diperlukan uji dengan statistik parametrik maupun non parametrik. Pengujian prasyarat antara lain uji homogenitas variansi populasi, uji normalitas untuk sebaran data hasil penelitian. Uji homogenitas dapat digunkan uji *Bartlett*, uji *Levene*, uji *Harley*, atau uji *Cohran*, sedangkan uji normalitas menggunakan statistik uji *Kolmogorov-Smirnov* atau uji *Lilliefors* (Usmadi, 2020).

1. Uji Normalitas

Uji adalah sebuah uji yang dilakukan dengan tujuan untuk menilai sebaran data pada sebuah kelompok data atau variabel, apakah sebaran data tersebut berdistribusi normal ataukah tidak. Distribusi peluang normal yang merupakan bagian dari distribusi peluang kontinu (Putri *et al*., 2021). Distribusi peluang normal memiliki karakteristik sebagai berikut :

a. Kurva distribusi normal hanya mempunyai satu puncak.
b. Nilai rata – rata tepat berada pada pusat (tengah) kurva.
c. Bentuk kurva distribusi normal adalah simetris sehingga nilai rata – rata = median = modus.
d. Kurva distribusi normal terhadap sumbu mendatar (kurva distribusi normal hampir menyentuh sumbu mendatar, tetapi tidak pernah menyentuh).

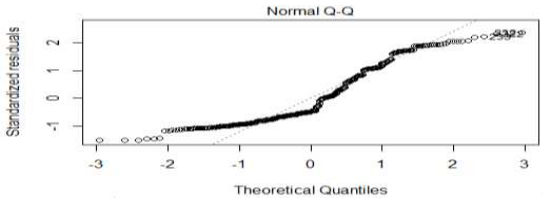
Salah satu uji normalitas yang dapat dilakukan dengan menggunakan uji *One Sample Kolmogorov Smirnov*, yaitu dengan ketentuan apabila nilai signifikansi diatas 5% atau 0,05 maka data memiliki distribusi normal, sedangkan apabila menghasilkan nilai signifikansi dibawah 5% maka data tidak memiliki distribusi normal (Sugiarto, 2021).

Analisis normalitas pada residual digunakan adalah grafik Normal QQ dan *Shapiro Wilk.*

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

a. Grafik Normal QQ



Gambar 4.16 Uji Normal QQ

Berdasarkan Normal QQ diatas, tampak bahwa plot tidak mengikuti garis diagonal sehingga residual berdistribusi tidak normal.

b. Uji Shapiro Wilk

Dalam uji *Kolmogorov Smirnov* hipotesis yang diajukan adalah:

Hipotesis uji:

H_0 = residual data berdistribusi normal

H_1 = residual data tidak berdistribusi normal

Tabel 4.15 Uji *Shapiro Wilk*

w	p-value
0.89639	4.619×10^{-14}

Berdasarkan hasil analisis diatas, nilai W sebesar 0.89639 dengan nilai p value 4.619×10^{-14} dimana < 0,05 sehingga H_0 ditolak yang artinya Residual berdistribusi tidak normal.

2. Uji Homogenitas

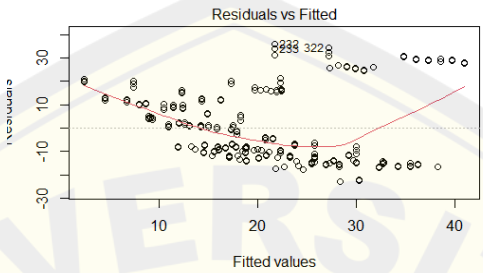
Uji homogenitas merupakan uji untuk mengetahui nilai variansi yang sama pada data sampel, atau untuk mengetahui karakteristik dari data sampel sama atau tidak yang terdiri dari dua atau lebih kelompok data. Sama seperti uji normalitas, uji homogenitas dilakukan untuk meyakinkan data sampel yang dianalisis tidak jauh berbeda dari populasi (Dahlan Abdullah & Fadlisyah, 2014). Cara uji homogenitas dalam R Studio ini, yaitu menggunakan grafik atau plot dan menggunakan uji Bartlett. Grafik yang digunakan adalah scatter plot antara residual dengan y prediksi (Grafik uji heteroskedastisitas). Uji

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Heteroskedastisitas mengukur apakah terjadi ketidaksamaan varians residual (heteroskedastisitas) dari data-data pengukuran dapat kita lakukan dengan melihat sebaran pada grafik Residuals vs Fitted dengan perintah yang sama pada uji normalitas (Putri *et al*., 2021).

a. Scatter plot antara residual dengan y prediksi (Uji Heteroskedastisitas)



Gambar 4.17 Uji Heteroskedastisitas

Hasil pada gambar diatas dapat dilihat pada grafik *Residuals vs Fitted* bahwa data-data tersebar dan tidak membentuk satu pola tertentu, sehingga dapat dikatakan tidak terjadi perbedaan varians residual dan model yang dihasilkan memenuhi uji asumsi heteroskedastisitas. *Scatter Plot* menunjukkan bahwa ada beberapa outlier yaitu sampel nomor 222, 233, dan 322. Dengan adanya outlier dalam diagram tersebut dapat menunjukkan bahwa terdapat heterogenitas sehingga asumsi homogenitas variance tidak terpenuhi. Namun untuk memastikan akan kita uji menggunakan Uji *Bartlett.*

b. Uji Bartlett

Uji prasyarat selanjutnya adalah uji homogenitas yang dilakukan dengan metode *Bartlett*. Uji *Bartlett* digunakan dalam menguji homogenitas dari 2 kelompok data maupun lebih (Maryanti, 2018).

Hipotesis uji:

H_0 = Data homogen

H_1 = Data tidak homogen

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Tabel 4.16 Uji *Bartlett*

Uji Bartlett	K-squared	Df	P-Value
pH terhadap Kekeruhan Akhir	19.218	5	0.8599
Dosis Koagulan terhadap Kekeruhan Akhir	213.68	5	2.2×10^{-16}

Hasil uji bartlett diatas menunjukkan bahwa nilai p-value pada uji pengaruh pH terhadap kekeruhan akhir sebesar 0.8599 dimana nilainya > 0,05 sehingga menerima H_0 yang artinya data homogenitas, sedangkan nilai p-value pada uji pengaruh dosis koagulan terhadap kekeruhan akhir sebesar 2.2×10^{-16} dimana nilainya < 0,05 sehingga menolak H_0 yang artinya data tidak homogenitas.

4.8 Uji Anova *Two Way* (Dua Arah)

Analisis data untuk mengetahui pengaruh dosis koagulan terhadap kekeruhan akhir yaitu menggunakan anova dua arah. Anova merupakan uji yang dimanfaatkan untuk menganalisis suatu perbedaan dari 2 populasi kelompok yang bebas atau independent. Konsep dasar dari anova dua jalur umumnya tidak ada suatu perbedaan antara uji hipotesis anova satu jalur maupun dua jalur, perbedaannya yaitu pada jumlah dari variabel bebas, anova oneway hanya ada satu variabel bebas, sedangkan pada anova twoway ada dua atau lebih variabel bebasnya (Rahmawati & Erina, 2020).

4.8.1 Pengaruh Dosis Koagulan Serbuk Biji Hanjeli pada Proses Koagulasi-Flokulasi terhadap Kekeruhan Akhir

Hasil dari analisis Anova Dua Arah untuk menentukan pengaruh dosis koagulan serbuk biji hanjeli dan pH air baku terhadap kekeruhan akhir menggunakan R Studio adalah sebagai berikut :

Tabel 4.17 Hasil Analisis Anova Dua Arah dengan R Studio

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
ujianova$`pH (Awal)`	1	4415	4415	18.370	2.42×10^{-05}
ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`	1	5497	5497	22.870	2.66×10^{-06}
ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`	1	10105	10105	42.044	3.43×10^{-10}

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`	1	554	554	2.304	0.1301
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`	1	719	719	2.993	0.0846
ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`	1	1142	1142	4.750	0.0300
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`	1	102	102	0.423	0.5159
Residuals	316	75951	240		
- - - Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Tabel 4.18 Uji F Dosis Koagulan terhadap Kekeruhan

Variabel	Pr(>F)
Dosis Koagulan	3.43×10^{-10}

Untuk taraf signifikasi atau (α) adalah 95% (0,05). Berdasarkan

Tabel 4.18 karena p-value dari dosis koagulan adalah $3.43 \times 10^{-10} < \alpha = 0,05$, maka model signifikan atau variabel independen (dosis kaoagulan) berpengaruh terhadap variabel dependen (kekeruhan).

4.8.2 Pengaruh pH Air Baku Buatan pada Proses Koagulasi-Flokulasi Terhadap Kekeruhan Akhir

Analisis data untuk mengetahui pengaruh pH air baku buatan terhadap kekeruhan akhir yaitu menggunakan anova dua arah. Uji F digunakan untuk mengetahui pengaruh atau hubungan variabel independen (bebas) terhadap variabel dependen (terikat).

Hipotesis uji yang diajukan adalah sebagai berikut (Wijayanti & Deniyanti, 2020) :

H_0 = Tidak ada pengaruh perbedaan model

H_1 = Ada Pengaruh perbedaan model.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Tabel 4.19 Uji F pH Air Baku Buatan terhadap Kekeruhan

Variabel	Pr(>F)
pH Air Baku Buatan	2.42×10^{-05}

Taraf signifikasi atau (α) adalah 95% (0,05). Berdasarkan Tabel 4.19 hasil uji F, p-value dari pH Air Baku Buatan adalah $2.42 \times 10^{-05} < \alpha = 0{,}05$, maka variabel independen (pH air baku buatan) berpengaruh terhadap variabel dependen (kekeruhan).

4.9 Uji Regresi Polinomial (*Non Linier*)

Analisis Anova dua arah untuk mengetahui pengaruh dosis koagulan serbuk biji hanjeli dan pH air baku buatan terhadapah kekeruhan akhir tidak memenuhi uji prasyarat analisis dikarenakan untuk uji normalitas tidak memenuhi sehingga diperlukan alternatif lain yaitu menggunkan uji analisis *non linier* dengan regresi polinomial. Regresi polinomial yaitu suatu bentuk analisa regresi yang mana hubungan antara variabel bebas (independen) dan variabel terikat (dependen) dimodelkan dalam suatu orde polinomial. Regresi polinomial adalah kasus khusus dari suatu regresi linier dimana dapat melakukan fitting persamaan polinomialnya ke dalam data hubungan curvilinier antara variabel dependen dan independennya. Model persamaannya adalah sebagai berikut (Susanto *et al*., 2018).

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_1^2 + \ldots + bnx_1^n \qquad (4.4)$$

dimana :

y = variabel terikat

x = variabel bebas

b = koefisien regresi

n = orde polynomial

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Tabel 4.20 Regresi Polinomial Hubungan Dosis Koagulan dan pH Air Baku terhadap Kekeruhan Akhir

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)
(Intercept)	4,93E+04	1,26E+03	39.24	<2e-16
poly(ujianova$"Dosis Koagulan (ppm)" + ujianova$`pH (Awal)`, 2, raw = TRUE)1	-3,08E+02	1,15E+01	-26.68	<2e-16
poly(ujianova$"Dosis Koagulan (ppm)" + ujianova$`pH (Awal)`, 2, raw = TRUE)2	5,37E-01	2,16E-02	24.81	<2e-16

Residual standard error	Multiple R-squared	Adjusted R-squared	Uji F (p-value)
9.721	0.692	0.6901	<2e-16

Model regresi dari *Adjusted R-Square* untuk orde 2 dapat dijelaskan sebesar 69,01% variabel dosis koagulan dan pH air baku dapat menjelaskan varians dari variabel terikat dalam model, sedangkan 30,99% sisanya dipengaruhi variabel lain diluar model.

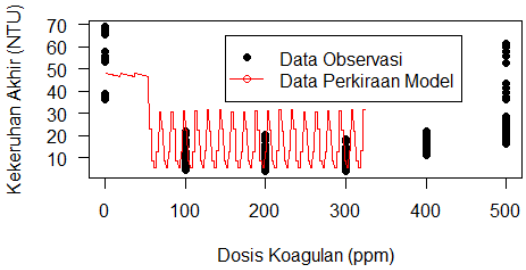
4.9.1 Pengaruh Dosis Koagulan Serbuk Biji Hanjeli pada Proses Koagulasi-Flokulasi terhadap Kekeruhan Akhir

Regresi polynomial dilakukan dengan menggunakan semua variabel secara individu. Analisis regresi dilakukan dengan polynomial dengan orde 2 untuk, sedangkan dalam menentukan adanya pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen yaitu dengan melakukan uji F.

Uji kecocokan model dilakukan menggunakan uji determinasi dan uji F. Uji- uji tersebut akan diketahui apakah dosis koagulan serbuk biji hanjeli memiliki pengaruh pada kekeruhan akhir (Ferryan et al., 2022). Berdasarkan Tabel 4.20 dapat terlihat uji F didapatkan hasil nilai dari p-value $<2.2 \times 10^{-16}$ tidak melebihi taraf signifikan (α) yaitu 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa dosis koagulan serbuk biji hanjeli memiliki pengaruh terhadap kekeruhan akhir.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

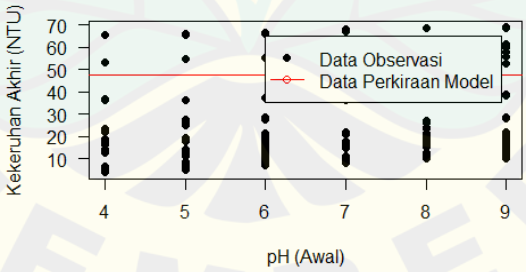


Gambar 4.18 Plot Hubungan Dosis Koagulan terhadap Kekeruhan Akhir

4.9.2 Pengaruh pH Air Baku Buatan pada Proses Koagulasi-Flokulasi Terhadap Kekeruhan Akhir

Regresi polynomial dilakukan dengan menggunakan semua variabel secara individu. Analisis regresi dilakukan dengan polynomial dengan orde 2 untuk, sedangkan dalam menentukan adanya pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen yaitu dengan melakukan uji F.

Uji kecocokan model dilakukan menggunakan uji determinasi dan uji F. Uji- uji tersebut akan diketahui apakah dosis koagulan memiliki pengaruh pada kekeruhan akhir (Ferryan *et al.*, 2022). Berdasarkan Tabel 4.20 dapat terlihat uji F didapatkan hasil nilai dari p-value $<2.2 \times 10^{-16}$ tidak melebihi taraf signifikan (α) yaitu 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa pH air baku buatan memiliki pengaruh terhadap kekeruhan akhir.



Gambar 4.19 Plot Hubungan pH Air Baku terhadap Kekeruhan Akhir

4.9.3 Mean Absolute Error (MAE)

Perhitungan peramalan dilakukan dengan menggunakan nilai dosis koagulan dan pH air baku sebagai variabel prediktor untuk melakukan peramalan pada nilai kekeruhan akhir dengan menggunakan orde 2 atau dosis koagulan dan

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

pH air baku adalah variabel bebas atau variabel X sedangkan kekeruhan akhir adalah variabel Y. Setelah dilakukan peramalan didapatkan persamaan orde 2 yaitu sebagai berikut :

$$Y = 4{,}93 \times 10^{+04} - 3{,}08 \times 10^{+02}.X + 5{,}37 \times 10^{+01}.X^2$$

Konstanta pada model persamaan diketahui sebesar $4{,}93 \times 10^{+04}$, apabila nilai x dan x2 bernilai 0 maka nilai Y dipengaruhi variabel lain. Y secara matematis diukur secara numerik sebesar $4{,}93 \times 10^{+04}$.

Hasil persamaan model yang dihasilkan dilakukan perbandingan terhadap data hasil pengujian dengan analisis Mean Absolute Error (MAE). Mean Absolut Error (MAE) merupakan salah satu metode untuk mengukur tingkat keakuratan suatu model peramalan. Nilai ini merepresentasikan rata-rata dari kesalahan (error) yang dikuadratkan. MAE merupakan nilai mutlak dari selisih antara nilai prakiraan dengan nilai sebenarnya. Untuk evaluasi model peramalan, MAE lebih intuitif dalam memberikan rata-rata error dari keseluruhan data. Semakin kecil nilai MAE yang dihasilkan, semakin baik pula model yang digunakan (Fahmi Dhimas Irnawan *et al.*, 2021). Analisis Mean Absolut Erro (MAE) pada uji polinomial ini didapatkan sebesar 7,599408.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

BAB 5 . KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil pembahasan penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Metode yang digunakan pada proses pembuatan koagulan alami dari biji Hanjeli adalah metode *Sun Drying* selama 2 hari. Biji Hanjeli yang sudah kering dihaluskan menggunakan batu dan di ayak dengan menggunakan ukuran 80 mesh. Koagulan serbuk biji hanjeli mampu menurunkan kekeruhan pada air dengan nilai efisiensi penyisihan tertinggi yaitu pada kondisi kekeruhan awal 100 NTU, pH 4, dosis koagulan serbuk bii hanjeli 300 ppm sebesar 96% yang nilai kekeruhan akhirnya yaitu 3,74 NTU.
2. Dosis optimum koagulan pada proses koagulasi-flokulasi dengan kekeruhan awal 50 NTU, 75 NTU, 100 NTU dan pH awal 4, 5, 6, 7, 8, 9 dalam menurunkan kekeruhan pada air didapatkan sebesar 300 ppm, dosis biokoagulan tersebut adalah takaran atau kadar yang tepat karena apabila penambahan koagulan alami melebihi batas optimum menyebabkan terjadinya penyerapan pada kation yang berlebih oleh partikel koloid didalam air sehingga partikel koloid akan bermuatan positif dan adanya gaya tolak menolak sesama partikel, hingga terjadi deflokulasi flok dan mengakibatkan kenaikan pada nilai kekeruhan (Hendrawati *et al*., 2015), sedangkan untuk pH optimum pada proses koagulasi-flokulasi kekeruhan awal 50 NTU, 75 NTU, 100 NTU dan pH awal 4, 5, 6, 7, 8, 9 dalam menurunkan kekeruhan pada air yaitu dalam kondisi pH 4 karena kandungan dalam koagulan alami serbuk biji hanjeli adalah protein yang memiliki muatan ganda. Protein ketika suasana asam akan bermuatan positif sehingga semakin besar kemampuan menetralkan partikel koloid dalam sampel (Nasriyanti, 2020).
3. Pengaruh dosis koagulan serbuk biji hanjeli pada proses koagulasi-flokulasi dalam menurunkan kekeruhan pada air yaitu siginifikan berpengaruh karena pada hasil uji F dari analisis regresi polinomial menggunakan software R

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Studio menunjukan p-value dari variabel dosis koagulan yaitu <2,2 x 10^{-16} dan kurang dari taraf signifikan (α) = 0,05.

4. Pengaruh pH air baku buatan pada proses koagulasi-flokulasi dalam menurunkan kekeruhan pada air yaitu berpengaruh karena pada hasil uji F dari analisis regresi polinomial menggunakan software R Studio menunjukan p-value dari variabel pH air baku buatan yaitu <2,2 x 10^{-16} dan kurang dari taraf signifikan (α) = 0,05.

5.2 Saran

Adanya permasalahan yang terjadi dalam penenelitian ini, maka saran dari penulis yaitu sebagai berikut :

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai beberapa variasi kecepatan pengadukan yang digunakan dalam proses koagulasi-flokulasi untuk mengetahui hasil yang optimum.
2. Diharapkan untuk kedepannya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan serbuk biji hanjeli dalam pengolahan air paska bencana untuk menghilangkan polutan dalam air antara lain TDS (*Total Dissolved Solid*), TSS (*Total Suspended Solid*), Total Coliform, E.Coli dan lain sebagainya pada air.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DAFTAR PUSTAKA

Anggarani, B. O., Karnaningroem, N., & Moesriati, A. (2015). Peningkatan Efektifitas Proses Koagulasi-Flokulasi Dengan Menggunakan Aluminium Sulfat Dan Superfloc. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXII*, 1–9.

Atikah. (2018). Peningkatan Mutu Minyak Goreng Bekas Dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Ca Bentonit. *Distilasi*, *3*(2), 22–32.

Coniwanti, P., Mertha, I. D., & Eprianie, D. (2013). Pengaruh Beberapa Jenis Koagulan Terhadap Pengolahan Limbah Cair Industri Tahun dalam Tinjauannya Terhadap Turbidity, TSS dan COD. *Jurnal Teknik Kimia*, *19*(3), 22–30.

Dahlan Abdullah, Mk., & Fadlisyah, Mk. (2014). *Statistika Terapannya Pada Bidang Informatika*. 1–219.

Droste, R. L., & Gehr, R. L. (1997). *Theory and practice of water and wastewater treatment*. John Wiley & Sons, Inc.

Ebeling, J. M., Ogden, S. R., Sibrell, P. L., & Rishel, K. L. (2004). Application of chemical coagulation aids for the removal of suspended solids (TSS) and phosphorus from the microscreen effluent discharge of an intensive recirculating aquaculture system. *North American Journal of Aquaculture*, *66*(3), 198–207.

Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan*. Penerbit Kanisius.

Fahmi Dhimas Irnawan, Indriana Hidayah, & Lukito Edi Nugroho. (2021). Metode Imputasi pada Data Debit Daerah Aliran Sungai Opak, Provinsi DI Yogyakarta. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, *10*(4), 301–310. https://doi.org/10.22146/jnteti.v10i4.2430

Faryandi, A. (2020). Proses Koagulasi-Flokulasi Fitoremediasi dalam Mendegradasi Polutan pada Limbah Cair Tahu. In *UIN Ar-Raniry Banda Aceh*. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Ferryan, D. A., Intan, P. K., & Surabaya, S. A. (2022). *Peramalan Harga Minyak Mentah Di Indonesia*. *19*, 13–18.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Hadi, W. (2012). *Perencanaan bangunan pengolahan air minum*. Surabaya: ITS Press.

Hendrawati, H., Sumarni, S., & Nurhasni, . (2015). Penggunaan Kitosan sebagai Koagulan Alami dalam Perbaikan Kualitas Air Danau. *Jurnal Kimia VALENSI*, *1*(1), 1–11. https://doi.org/10.15408/jkv.v0i0.3148

Husaini, H., Cahyono, S. S., Suganal, S., & Hidayat, K. N. (2018). Perbandingan Koagulan Hasil Percobaan Dengan Koagulan Komersial Menggunakan Metode Jar Test. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, *14*(1), 31–45. https://doi.org/10.30556/jtmb.vol14.no1.2018.387

Istighfarini, S. A. E., Daud, S., & Hs, E. (2018). Pengaruh massa dan ukuran partikel adsorben sabut kelapa terhadap efisiensi penyisihan Fe pada air gambut. *Jom FTEKNIK*, *4*(1), 1–8.

Maharani, A., Prambudi, A. R., & Udyani, K. (2020). Pengolahan air sumur di daerah Simolawang menggunakan metode koagulasi dengan koagulan aloevera. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, *1*(1), 315–322.

Margaretha: Mayasari, R. S. S. (2012). Pengaruh Kualitas Air Baku Terhadap Dosis Dan Biaya Koagulan Aluminium Sulfat Dan Poly Aluminium Chloride. *Jurnal Teknik Kimia*, *18*(4), 21–30.

Maryanti, S. (2018). Model Pembelajaran Kooperatif Co-Op Co-Op dengan Pendekatan Predict-Observe-Explain untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *Desimal: Jurnal Matematika*, *1*(3), 293–302. https://doi.org/10.24042/djm.v1i3.2680

Mashadi, A., Surendro, B., Rakhmawati, A., & Amin, M. (2018). Peningkatan Kualitas Ph, Fe Dan Kekeruhan Dari Air Sumur Gali Dengan Metode Filtrasi. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, *1*(2), 105. https://doi.org/10.20961/jrrs.v1i2.20660

Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2017). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum. In *Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia*.

Nasriyanti, D. (2020). Aktivitas Koagulasi Ekstrak NaCl Biji Lamtoro (Leucaena leucocephala) dan Biji Turi (Sesbania grandiflora) dalam Pengolahan Air

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Sungai Selokan Mataram. [Universitas Islam Indonesia]. In *Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Islam Indonesia*. https://dspace.uii.ac.id/123456789/31109

Notoadmojo, S. (2010). *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Rineka Cipta.

Nurismasari, S. A. H. (2021). Pemanfaatan Koagulan Alami Dari Campuran Biji Trembesi Dan Kitosan Pada Pengolahan Limbah Penyamakan Kulit. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, *7*(2), 543–551. https://doi.org/10.33795/distilat.v7i2.283

Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. In *Sekretariat Negara Republik Indonesia*. http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/

Prihatinningtyas, E., & Effendi, A. J. (2018). Karakterisasi Ekstrak Tapioka dan Tapioka Ionik sebagai Biokoagulan dalam Proses Pengolahan Air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, *19*(2), 165. https://doi.org/10.29122/jtl.v19i2.2041

Purwadani, Y., Manessa, M., & Apriyanti, D. (2018). Pembuatan Toolbox Arcgis 10.4.1 Untuk Extraksi Nilai Kedalaman Secara Simultan Menggunakan Citra Landsat 8 Dan Metode Regresi Linier Berganda. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Geodesi*, *8*, 1–11.

Putra, A. P. (2015). *Desain Mobile Unit Instalasi Pengolahan Air Minum Untuk Kondisi Darurat Bencana Banjir Menggunakan Membran Mikrofiltrasi* [Institut Teknologi Sepuluh Nopember]. https://repository.its.ac.id/id/eprint/62936

Putri, Y. N., Utomo, K. P., Desmaiani, H., Lingkungan, T., Tanjungpura, U., Reservoir, P., Berganda, R. L., & Ash, S. (2021). Analisis Dosis Optimum Soda Ash Pada Unit Pra Reservoir Pdam Gunung Poteng Singkawang Dengan Regresi Linier. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis*, *5*(November), 1–10.

Rahayu, P. (2018). Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Bedadung Kabupaten Jember Menggunakan Persamaan Streeter-Phelps (Segmen Desa Rowotamtu- Curahmalang) [Universitas Jember]. In *Skripsi*. http://repository.unej.ac.id//handle/123456789/96197

Rahimah, Z., Heldawati, H., & Syauqiah, I. (2016). Pengolahan limbah deterjen dengan metode koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan kapur dan PAC.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Konversi, *5*(2), 52–59.

Rahmawati, A. S., & Erina, R. (2020). Rancangan Acak Lengkap (Ral) Dengan Uji Anova Dua Jalur. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, *4*(1), 54–62. https://doi.org/10.37478/optika.v4i1.333

Reynolds, T. D., & Richards, P. A. (1996). Coagulation and flocculation. *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*, 166–179.

Riskianto, H. (2016). Perbedaan Kadar Fluor Pada Air Sumur Gali Setelah Pemberian Kapur (Cao) Dan Tawas (Al2 (So4) 3)(Studi Di Desa Gudang Kecamatan Asembagus Kabupaten Situbondo) [Universitas Jember]. In *Skripsi*. http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/78611

Sahabuddin, H., Harisuseno, D., & Yuliani, E. (2014). Analisa status mutu air dan daya tampung beban pencemaran sungai wanggu kota kendari. *Jurnal Teknik Pengairan, Volume 5, Nomor 1, Mei 2014, Hlm 19–28*, 19–28.

Samosir, A. (2009). Pengaruh Tawas Dan Diatomea (Diatomaceous Earth) Dalam Proses Pengolahan Air Gambut Dengan Metode Elektrokoagulasi, Skripsi, Departemen Kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara. In *Program Sarjana Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara., Medan*. Universitas Sumatera Utara.

Setyawati, H., LA, S. S., & Andjar Sari, S. (2019). Penerapan Penggunaan Serbuk Biji Kelor Sebagai Koagulan Pada Proses Koagulasi Flokulasi Limbah Cair Pabrik Tahu Di Sentra Industri Tahu Kota Malang. *Industri Inovatif : Jurnal Teknik Industri*, *8*(1), 21–31. https://doi.org/10.36040/industri.v8i1.669

Sugiarto, I. (2021). *Statistika Deskriptif & Konsep Peluang Aplikasi R-Stat*. Penerbit Andi.

Sumarno, D., Kusumaningtyas, D. I., & Sari, annisa Y. S. (2015). Teknik Pengukuran Nilai Total Suspended Solid (TSS) di Kabupaten Indramayu-Jawa Barat. *BTL*, *13*(1), 21–25.

Susanto, B. F., Rostianingsih, S., & Santoso, L. W. (2018). Analisa Audio Features dengan Membandingkan Metode Multiple Regression dan Polynomial Regression untuk Memprediksi Popularitas Lagu. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Geodesi*, *1*(1), 1–19.

Syarpin & Harianto. (2021). Pengolahan Air Sungai Kahayan Kalimantan Tengah

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Menggunakan Biji Hanjeli (Coix lacryma–jobi L) Sebagai Koagulan Alami. *Rafflesia Journal of Natural and Applied Sciences*, *1*(1), 20–28.

Usmadi, U. (2020). Pengujian Persyaratan Analisis (Uji Homogenitas Dan Uji Normalitas). *Inovasi Pendidikan*, *7*(1), 50–62. https://doi.org/10.31869/ip.v7i1.2281

Utami, A. R. (2013). Pengolahan limbah cair laundry dengan menggunakan biosand filter dan activated carbon. *Jurnal Teknik Sipil*, *13*(1), 59–72.

Wardani, R. S., Iswanto, B., & Winarni, W. (2019). Pengaruh Ph pada Proses Koagulasi dengan Koagulan Aluminum Sulfat dan Ferri Klorida. *Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti*, *5*(2), 40–45.

Wijayanti, D. A., & Deniyanti, P. (2020). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Means Ends Analysis terhadap Kemampuan Menalar Deduktif Mahasiswa ditinjau dari Kemampuan Awal Representasi Matematis. *Journal of Medives : Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, *4*(1), 151. https://doi.org/10.31331/medivesveteran.v4i1.899

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

LAMPIRAN

Lampiran 1 Prosedur Pengambilan Sampel Air Permukaan (Sungai)

1. Langkah-langkah persiapan wadah contoh berdasarkan SNI 6989.57:2008 yaitu sebagai berikut:
   1) Untuk menghindari kontaminasi contoh di lapangan, seluruh wadah contoh harus benarbenar dibersihkan di laboratorium sebelum dilakukan pengambilan contoh.
   2) Wadah yang disiapkan jumlahnya harus selalu dilebihkan dari yang dibutuhkan, untuk jaminan mutu, pengendalian mutu dan cadangan.
   3) Jenis wadah contoh dan tingkat pembersihan yang diperlukan tergantung dari jenis contoh yang akan diambil.
2. Langkah- langkah pengambilan contoh untuk pengujian kualitas air secara umum berdasarkan SNI 6989.57:2008 yaitu sebagai berikut:
   1) Siapkan alat pengambil contoh yang sesuai dengan keadaan sumber airnya.
   2) Bilas alat pengambil contoh dengan air yang akan diambil, sebanyak 3 (tiga) kali.
   3) Ambil contoh sesuai dengan peruntukan analisis dan campurkan dalam penampung sementara, kemudian homogenkan.
   4) Masukkan ke dalam wadah yang sesuai peruntukan analisis.
   5) Lakukan segera pengujian untuk parameter suhu, kekeruhan dan daya hantar listrik, pH dan oksigen terlarut yang dapat berubah dengan cepat dan tidak dapat diawetkan.
   6) Hasil pengujian parameter lapangan dicatat dalam buku catatan khusus.
   7) Pengambilan contoh untuk parameter pengujian di laboratorium dilakukan pengawetan.

Lampiran 2 Prosedur Pengukuran Parameter

1. Pengukuran derajat keasaman (pH) berdasarkan SNI-06-6989.11-2004

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Prosedur pengukuran derajat keasaman menggunakan alat pH meter dengan tahap sebagai berikut :

1. Kalibrasi pH meter sebelum digunakan dengan larutan yaitu larutan buffer pH 7.
2. Masukkan atau celup pH meter kedalam sampel uji untuk mengetahui pH nya.

2. Pengukuran Kekeruhan (NTU)

Prosedur pengukuran kekeruhan menggunakan alat turbidimeter portabel dengan tahapan sebagai berikut (Sumarno, Kusumaningtyas, & Sari, 2015) :

1) Air sampel dimasukkan ke dalam botol uji.
2) Botol uji yang bagian luar dibersihkan dengan *tissue* sampai kering.
3) Botol uji yang isinya sampel air dimasukkan dalam turbidimeter portabel.
4) Ditekan tombol *"read"* lalu diamkan hingga monitor pada alat tersebut menunjukan hasil nilai (NTU).
5) Nilai kekeruhan yang pada blanko pengamat dicatat.
6) Botol uji setiap pergantian sampel dibilas dengan *aquades* atau air sebanyak dua kali.

Lampiran 3 Hasil Pengujian Kontrol Proses Koagulasi-Flokulasi Air Baku PDAM

No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Kekeruhan Akhir (NTU)	pH (Akhir)
1	A1B1	4	50	0	36,11	4,0
					36,07	4,1
					36,91	4,0
2	A2B1	5	50	0	36,50	5,2
					36,39	5,1
					36,39	5,1
3	A3B1	6	50	0	37,48	6,0
					37,43	6,0
					37,48	6,0
4	A4B1	7	50	0	37,19	6,9
					37,28	7,0
					37,15	7,0
5	A5B1	8	50	0	37,13	8,0
					37,98	7,9
					37,90	8,0
6	A6B1	9	50	0	38,25	9,0
					38,82	8,9
					38,63	9,0
7	A1B2	4	75	0	52,97	4,0
					53,09	4,0
					52,91	4,1

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

8	A2B2	5	75	0	54,82	5,0
					54,90	5,0
					54,88	5,0
9	A3B2	6	75	0	55,17	6,1
					55,34	6,0
					55,06	6,0
10	A4B2	7	75	0	55,63	7,0
					55,17	6,9
					54,99	7,0
11	A5B2	8	75	0	55,25	8,0
					55,82	8,0
					55,63	8,0
12	A6B2	9	75	0	57,78	8,9
					57,83	9,0
					57,81	9,0
13	A1B3	4	100	0	65,28	4,0
					65,38	4,0
					65,22	4,0
14	A2B3	5	100	0	65,80	5,1
					65,50	5,0
					65,30	5,0
15	A3B3	6	100	0	66,50	6,0
					66,30	6,0
					66,10	6,1
16	A4B3	7	100	0	67,98	7,1
					67,01	7,0
					67,95	7,0
17	A5B3	8	100	0	68,77	8,0
					68,68	8,0
					68,52	8,0
18	A6B3	9	100	0	68,90	9,0
					68,80	9,0
					68,75	9,0

Lampiran 4 Hasil Pengujian Proses Koagulasi-Flokulasi Air Baku PDAM

No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Kekeruhan Akhir (NTU)	pH (Akhir)
1	A1B1C1	4	50	100	5,16	4,1
					4,96	4,1
					4,72	4,0
2	A1B1C2	4	50	200	3,99	4,3
					4,31	4,4
					4,31	4,4
3	A1B1C3	4	50	300	4,12	4,4
					3,83	4,4
					3,93	4,4
4	A1B1C4	4	50	400	12,83	4,4
					13,57	4,4
					13,79	4,3
5	A1B1C5	4	50	500	18,90	4,5
					18,67	4,4
					17,73	4,3

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Kekeruhan Akhir (NTU)	pH (Akhir)
6	A2B1C1	5	50	100	6,19	5,5
					6,03	5,4
					6,07	5,4
7	A2B1C2	5	50	200	5,55	5,6
					5,65	5,7
					5,50	5,7
8	A2B1C3	5	50	300	5,49	5,6
					5,57	5,6
					5,55	5,6
9	A2B1C4	5	50	400	11,16	5,8
					12,34	5,7
					11,56	5,7
10	A2B1C5	5	50	500	19,10	5,1
					18,98	5,4
					18,93	5,4
11	A3B1C1	6	50	100	8,18	6,3
					8,43	6,4
					8,57	6,4
12	A3B1C2	6	50	200	8,16	6,4
					8,27	6,4
					8,23	6,4
13	A3B1C3	6	50	300	7,47	6,5
					7,21	6,4
					7,03	6,4
14	A3B1C4	6	50	400	15,02	6,4
					14,94	6,2
					14,11	6,3
15	A3B1C5	6	50	500	19,19	6,6
					18,49	6,7
					20,9	6,7
16	A4B1C1	7	50	100	10,19	7,5
					10,23	7,5
					10,15	7,4
17	A4B1C2	7	50	200	9,94	7,5
					9,88	7,4
					9,54	7,4
18	A4B1C3	7	50	300	7,89	7,4
					7,95	7,4
					7,9	7,4
19	A4B1C4	7	50	400	14,85	7,4
					15,53	7,4
					14,56	7,5
20	A4B1C5	7	50	500	20,80	7,5

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Kekeruhan Akhir (NTU)	pH (Akhir)
					21,00	7,5
					22,10	7,5
21	A5B1C1	8	50	100	11,08	8,5
					10,75	8,4
					10,82	8,3
22	A5B1C2	8	50	200	10,12	8,3
					10,82	8,2
					10,73	8,2
23	A5B1C3	8	50	300	10,47	8,2
					10,50	8,2
					10,44	8,1
24	A5B1C4	8	50	400	16,34	9,1
					15,37	9,1
					16,41	9
25	A5B1C5	8	50	500	25,80	8,2
					26,80	8,3
					26,60	8,3
26	A6B1C1	9	50	100	11,14	9,2
					11,13	9,2
					10,97	9,3
27	A6B1C2	9	50	200	10,75	9,5
					10,73	9,4
					10,78	9,4
28	A6B1C3	9	50	300	10,18	9,1
					10,31	9,0
					10,35	9,1
29	A6B1C4	9	50	400	18,50	9,1
					17,98	9,1
					17,70	9,1
30	A6B1C5	9	50	500	28,1	9,1
					28,5	9,1
					28,5	9,0
31	A1B2C1	4	75	100	6,31	4,5
					6,21	4,4
					6,07	4,4
32	A1B2C2	4	75	200	4,69	4,5
					4,75	4,4
					4,72	4,4
33	A1B2C3	4	75	300	4,65	4,3
					4,51	4,3
					4,48	4,3
34	A1B2C4	4	75	400	13,64	4,5
					13,75	4,4

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Kekeruhan Akhir (NTU)	pH (Akhir)
					13,51	4,3
35	A1B2C5	4	75	500	17,46	4,3
					17,09	4,4
					16,31	4,5
36	A2B2C1	5	75	100	7,98	5,3
					7,84	5,2
					7,82	5,3
37	A2B2C2	5	75	200	7,49	5,5
					7,43	5,4
					7,26	5,4
38	A2B2C3	5	75	300	6,77	5,3
					6,84	5,3
					6,83	5,2
39	A2B2C4	5	75	400	14,06	5,6
					14,43	5,5
					13,91	5,6
40	A2B2C5	5	75	500	18,16	5,5
					18,15	5,4
					17,77	5,4
41	A3B2C1	6	75	100	10,07	6,5
					10,90	6,4
					10,67	6,4
42	A3B2C2	6	75	200	9,39	6,2
					9,25	6,3
					9,38	6,3
43	A3B2C3	6	75	300	8,71	6,3
					8,55	6,3
					8,66	6,2
44	A3B2C4	6	75	400	16,22	6,5
					15,42	6,5
					15,36	6,4
45	A3B2C5	6	75	500	20,40	6,7
					21,16	6,7
					20,00	6,7
46	A4B2C1	7	75	100	11,38	7,5
					11,36	7,4
					11,12	7,4
47	A4B2C2	7	75	200	9,66	7,3
					9,81	7,3
					9,90	7,3
48	A4B2C3	7	75	300	9,40	7,2
					9,31	7,2
					9,10	7,2

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Kekeruhan Akhir (NTU)	pH (Akhir)
49	A4B2C4	7	75	400	16,8	7,7
					16,48	7,6
					15,11	7,6
50	A4B2C4	7	75	500	20,70	7,9
					21,00	7,9
					20,90	7,9
51	A5B2C1	8	75	100	12,84	8,1
					12,51	8,0
					11,89	8,0
52	A5B2C2	8	75	200	11,25	7,9
					11,35	8,0
					11,41	8,1
53	A5B2C3	8	75	300	11,25	8,1
					11,33	8,0
					10,78	8,1
54	A5B2C4	8	75	400	16,85	8,2
					16,42	8,2
					15,64	8,2
55	A5B2C5	8	75	500	23,2	8,3
					21,6	8,3
					23,9	8,3
56	A6B2C1	9	75	100	16,08	9,4
					16,05	9,3
					15,89	9,3
57	A6B2C2	9	75	200	13,48	9,2
					13,90	9,3
					14,14	9,3
58	A6B2C3	9	75	300	12,83	9,4
					13,11	9,4
					13,37	9,3
59	A6B2C4	9	75	400	16,91	8,6
					16,63	8,6
					16,08	8,6
60	A6B2C5	9	75	500	57,6	9,4
					55,5	9,5
					52,8	9,5
61	A1B3C1	4	100	100	5,60	4,3
					5,59	4,3
					5,63	4,3
62	A1B3C2	4	100	200	4,52	4,4
					4,63	4,4
					4,38	4,4
63	A1B3C3	4	100	300	3,75	4,4

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Kekeruhan Akhir (NTU)	pH (Akhir)
					3,76	4,5
					3,70	4,4
64	A1B3C4	4	100	400	14,17	4,0
					13,38	4,0
					12,67	4,0
65	A1B3C5	4	100	500	22,70	4,3
					23,20	4,3
					22,10	4,3
66	A2B3C1	5	100	100	8,39	5,4
					7,88	5,4
					7,88	5,4
67	A2B3C2	5	100	200	7,06	5,0
					6,70	5,1
					6,71	5,1
68	A2B3C3	5	100	300	4,75	5,1
					4,96	5,1
					4,77	5,2
69	A2B3C4	5	100	400	14,06	5,6
					14,43	5,6
					13,91	5,6
70	A2B3C5	5	100	500	27,30	5,6
					26,50	5,5
					24,90	5,5
71	A3B3C1	6	100	100	15,60	6,2
					15,39	6,2
					15,32	6,2
72	A3B3C2	6	100	200	12,34	6,4
					12,36	6,5
					12,48	6,5
73	A3B3C3	6	100	300	12,72	6,5
					12,49	6,4
					11,85	6,4
74	A3B3C4	6	100	400	17,08	6,5
					16,71	6,5
					16,44	6,5
75	A3B3C5	6	100	500	27,40	6,5
					27,90	6,5
					28,50	6,4
76	A4B3C1	7	100	100	17,84	7,1
					17,99	7,0
					17,99	7,0
77	A4B3C2	7	100	200	15,18	7,4
					15,62	7,4

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Kekeruhan Akhir (NTU)	pH (Akhir)
					15,36	7,4
78	A4B3C3	7	100	300	14,91	7,4
					14,73	7,4
					14,66	7,3
79	A4B3C4	7	100	400	17,16	8,0
					16,93	8,0
					17,27	8,0
80	A4B3C5	7	100	500	36,40	7,5
					36,40	7,5
					37,30	7,4
81	A5B3C1	8	100	100	20,9	8,4
					20,9	8,3
					20,4	8,3
82	A5B3C2	8	100	200	18,31	8,1
					18,17	8,1
					17,96	8,1
83	A5B3C3	8	100	300	17,82	8,1
					17,42	8,0
					17,77	8,0
84	A5B3C4	8	100	400	19,4	8,3
					18,38	8,3
					18,25	8,3
85	A5B3C5	8	100	500	41,4	8,3
					43,5	8,3
					39,1	8,4
86	A6B3C1	9	100	100	21,7	9,0
					21,7	9,0
					21,8	8,9
87	A6B3C2	9	100	200	20,5	9,1
					19,0	9,2
					19,2	9,2
88	A6B3C3	9	100	300	18,38	8,2
					17,41	8,2
					17,30	8,3
89	A6B4C4	9	100	400	19,00	9,2
					22,10	9,3
					20,70	9,3
90	A6B4C5	9	100	500	61,5	9,1
					59,7	9,1
					57,9	9,1

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Lampiran 5 Uji Persyaratan Analisis

1. Uji Normalitas

- *Uji Shapiro Wilk*

```
> aov_residuals <-residuals(object = ujiaov)
> shapiro.test(x = aov_residuals)

        Shapiro-Wilk normality test

data:  aov_residuals
W = 0.89639, p-value = 4.619e-14
```

2. Uji Homogenitas

- *Uji Bartlett*

```
> bartlett.test(ujianova$`Kekeruhan Akhir (NTU)`~ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`, data = ujianova)

        Bartlett test of homogeneity of variances

data:  ujianova$`Kekeruhan Akhir (NTU)` by ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`
Bartlett's K-squared = 213.68, df = 5, p-value < 2.2e-16

> bartlett.test(ujianova$`Kekeruhan Akhir (NTU)`~ujianova$`pH (Awal)`, data = ujianova)

        Bartlett test of homogeneity of variances

data:  ujianova$`Kekeruhan Akhir (NTU)` by ujianova$`pH (Awal)`
Bartlett's K-squared = 1.9218, df = 5, p-value = 0.8599
```

Lampiran 6 Hasil Analisis Anova Dua Arah Menggunakan R Studio

```
> ujiaov <- aov(ujianova$`Kekeruhan Akhir (NTU)` ~ ujianova$`pH (Awal)`*ujianova$`Kekeruhan Awal
 (NTU)`*ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`, data = ujianova)
> summary(ujiaov)
                                                                                  Df
ujianova$`pH (Awal)`                                                               1
ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`                                                    1
ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`                                                    1
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`                               1
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`                               1
ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`                    1
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`  1
Residuals                                                                        316
                                                                                 Sum Sq
ujianova$`pH (Awal)`                                                               4415
ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`                                                    5497
ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`                                                   10105
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`                                554
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`                                719
ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`                    1142
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`   102
Residuals                                                                        75951
                                                                                 Mean Sq
ujianova$`pH (Awal)`                                                               4415
ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`                                                    5497
ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`                                                   10105
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`                                554
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`                                719
ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`                    1142
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`   102
Residuals                                                                          240
```

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER


```
                                                                                F value
ujianova$`pH (Awal)`                                                             18.370
ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`                                                  22.870
ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`                                                  42.044
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`                              2.304
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`                              2.993
ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`                   4.750
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`   0.423
Residuals
                                                                                Pr(>F
ujianova$`pH (Awal)`                                                           2.42e-0
ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`                                                2.66e-0
ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`                                                3.43e-1
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`                             0.130
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`                             0.084
ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`                  0.030
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`   0.515
Residuals

ujianova$`pH (Awal)`                                                           ***
ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`                                                ***
ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`                                                ***
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`                           .
ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`                *
ujianova$`pH (Awal)`:ujianova$`Kekeruhan Awal (NTU)`:ujianova$`Dosis Koagulan (ppm)`
Residuals
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1
```

Lampiran 7 Uji Regresi Polinomial

```
> ujipolinomial = lm(ujianova$`Kekeruhan Akhir (NTU)` ~ poly(ujianova$'Dosis Koagulan (ppm)'+ujianova
$`pH (Awal)`, 2, raw = TRUE), data = ujianova)
> summary(ujipolinomial)

Call:
lm(formula = ujianova$`Kekeruhan Akhir (NTU)` ~ poly(ujianova$"Dosis Koagulan (ppm)" +
    ujianova$`pH (Awal)`, 2, raw = TRUE), data = ujianova)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-18.349  -8.248   1.081   5.145  29.835

Coefficients:
                                                                    Estimate Std. Error t
 value Pr(>|t|)
(Intercept)                                                        4.929e+01  1.256e+00
 39.24   <2e-16
poly(ujianova$"Dosis Koagulan (ppm)" + ujianova$`pH (Awal)`, 2, raw = TRUE)1 -3.080e-01  1.154e-02  -
26.68   <2e-16
poly(ujianova$"Dosis Koagulan (ppm)" + ujianova$`pH (Awal)`, 2, raw = TRUE)2  5.371e-04  2.164e-05
 24.81   <2e-16

(Intercept)                                                        ***
poly(ujianova$"Dosis Koagulan (ppm)" + ujianova$`pH (Awal)`, 2, raw = TRUE)1 ***
poly(ujianova$"Dosis Koagulan (ppm)" + ujianova$`pH (Awal)`, 2, raw = TRUE)2 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 9.721 on 321 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.692,     Adjusted R-squared:  0.6901
F-statistic: 360.6 on 2 and 321 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Lampiran 8 Mean Absolute Error (MAE)

No.	Kombinasi	pH (Awal)	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis Koagulan (ppm)	Kekeruhan Akhir (NTU)	Perkiraan Kekeruhan Akhir	Selisih	Selisih Mutlak
1	A1B1	4	50	0	36,11	48,067863	-11,957863	11,957863
		4	50	0	36,07	48,067863	-11,997863	11,997863
		4	50	0	36,91	48,067863	-11,157863	11,157863
2	A2B1	5	50	0	36,50	47,764700	-11,264700	11,264700
		5	50	0	36,39	47,764700	-11,374700	11,374700

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

		5	50	0	36,39	47,764700	-11,374700	11,374700
3	A3B1	6	50	0	37,48	47,462611	-9,982611	9,982611
		6	50	0	37,43	47,462611	-10,032611	10,032611
		6	50	0	37,48	47,462611	-9,982611	9,982611
4	A4B1	7	50	0	37,19	47,161596	-9,971596	9,971596
		7	50	0	37,28	47,161596	-9,881596	9,881596
		7	50	0	37,15	47,161596	-10,011596	10,011596
5	A5B1	8	50	0	37,13	46,861656	-9,731656	9,731656
		8	50	0	37,98	46,861656	-8,881656	8,881656
		8	50	0	37,90	46,861656	-8,961656	8,961656
6	A6B1	9	50	0	38,25	46,562789	-8,312789	8,312789
		9	50	0	38,82	46,562789	-7,742789	7,742789
		9	50	0	38,63	46,562789	-7,932789	7,932789
7	A1B2	4	75	0	52,97	48,067863	4,902137	4,902137
		4	75	0	53,09	48,067863	5,022137	5,022137
		4	75	0	52,91	48,067863	4,842137	4,842137
8	A2B2	5	75	0	54,82	47,764700	7,055300	7,055300
		5	75	0	54,90	47,764700	7,135300	7,135300
		5	75	0	54,88	47,764700	7,115300	7,115300
9	A3B2	6	75	0	55,17	47,462611	7,707389	7,707389
		6	75	0	55,34	47,462611	7,877389	7,877389
		6	75	0	55,06	47,462611	7,597389	7,597389
10	A4B2	7	75	0	55,63	47,161596	8,468404	8,468404
		7	75	0	55,17	47,161596	8,008404	8,008404
		7	75	0	54,99	47,161596	7,828404	7,828404
11	A5B2	8	75	0	55,25	46,861656	8,388344	8,388344
		8	75	0	55,82	46,861656	8,958344	8,958344
		8	75	0	55,63	46,861656	8,768344	8,768344
12	A6B2	9	75	0	57,78	46,562789	11,217211	11,217211
		9	75	0	57,83	46,562789	11,267211	11,267211
		9	75	0	57,81	46,562789	11,247211	11,247211
13	A1B3	4	100	0	65,28	48,067863	17,212137	17,212137
		4	100	0	65,38	48,067863	17,312137	17,312137
		4	100	0	65,22	48,067863	17,152137	17,152137
14	A2B3	5	100	0	65,80	47,764700	18,035300	18,035300
		5	100	0	65,50	47,764700	17,735300	17,735300
		5	100	0	65,30	47,764700	17,535300	17,535300
15	A3B3	6	100	0	66,50	47,462611	19,037389	19,037389
		6	100	0	66,30	47,462611	18,837389	18,837389
		6	100	0	66,10	47,462611	18,637389	18,637389

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

16	A4B3	7	100	0	67,98	47,161596	20,818404	20,818404
		7	100	0	67,01	47,161596	19,848404	19,848404
		7	100	0	67,95	47,161596	20,788404	20,788404
17	A5B3	8	100	0	68,77	46,861656	21,908344	21,908344
		8	100	0	68,68	46,861656	21,818344	21,818344
		8	100	0	68,52	46,861656	21,658344	21,658344
18	A6B3	9	100	0	68,90	46,562789	22,337211	22,337211
		9	100	0	68,80	46,562789	22,237211	22,237211
		9	100	0	68,75	46,562789	22,187211	22,187211
19	A1B1C1	4	50	100	5,16	23,068514	-17,908514	17,908514
		4	50	100	4,96	23,068514	-18,108514	18,108514
		4	50	100	4,72	23,068514	-18,348514	18,348514
20	A1B1C2	4	50	200	3,99	8,810502	-4,820502	4,820502
		4	50	200	4,31	8,810502	-4,500502	4,500502
		4	50	200	4,31	8,810502	-4,500502	4,500502
21	A1B1C3	4	50	300	4,12	5,293830	-1,173830	1,173830
		4	50	300	3,83	5,293830	-1,463830	1,463830
		4	50	300	3,93	5,293830	-1,363830	1,363830
22	A1B1C4	4	50	400	12,83	12,518495	0,311505	0,311505
		4	50	400	13,57	12,518495	1,051505	1,051505
		4	50	400	13,79	12,518495	1,271505	1,271505
23	A1B1C5	4	50	500	18,90	30,484499	-11,584499	11,584499
		4	50	500	18,67	30,484499	-11,814499	11,814499
		4	50	500	17,73	30,484499	-12,754499	12,754499
24	A2B1C1	5	50	100	6,19	22,872764	-16,682764	16,682764
		5	50	100	6,03	22,872764	-16,842764	16,842764
		5	50	100	6,07	22,872764	-16,802764	16,802764
25	A2B1C2	5	50	200	5,55	8,722166	-3,172166	3,172166
		5	50	200	5,65	8,722166	-3,072166	3,072166
		5	50	200	5,50	8,722166	-3,222166	3,222166
26	A2B1C3	5	50	300	5,49	5,312907	0,177093	0,177093
		5	50	300	5,57	5,312907	0,257093	0,257093
		5	50	300	5,55	5,312907	0,237093	0,237093
27	A2B1C4	5	50	400	11,16	12,644986	-1,484986	1,484986
		5	50	400	12,34	12,644986	-0,304986	0,304986
		5	50	400	11,56	12,644986	-1,084986	1,084986
28	A2B1C5	5	50	500	19,10	30,718403	-11,618403	11,618403
		5	50	500	18,98	30,718403	-11,738403	11,738403
		5	50	500	18,93	30,718403	-11,788403	11,788403
29	A3B1C1	6	50	100	8,18	22,678088	-14,498088	14,498088

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

		6	50	100	8,43	22,678088	-14,248088	14,248088
		6	50	100	8,57	22,678088	-14,108088	14,108088
30	A3B1C2	6	50	200	8,16	8,634904	-0,474904	0,474904
		6	50	200	8,27	8,634904	-0,364904	0,364904
		6	50	200	8,23	8,634904	-0,404904	0,404904
31	A3B1C3	6	50	300	7,47	5,333058	2,136942	2,136942
		6	50	300	7,21	5,333058	1,876942	1,876942
		6	50	300	7,03	5,333058	1,696942	1,696942
32	A3B1C4	6	50	400	15,02	12,77255	2,247450	2,247450
		6	50	400	14,94	12,77255	2,167450	2,167450
		6	50	400	14,11	12,77255	1,337450	1,337450
33	A3B1C5	6	50	500	19,19	30,953381	-11,763381	11,763381
		6	50	500	18,49	30,953381	-12,463381	12,463381
		6	50	500	20,9	30,953381	-10,053381	10,053381
34	A4B1C1	7	50	100	10,19	22,484487	-12,294487	12,294487
		7	50	100	10,23	22,484487	-12,254487	12,254487
		7	50	100	10,15	22,484487	-12,334487	12,334487
35	A4B1C2	7	50	200	9,94	8,548716	1,391284	1,391284
		7	50	200	9,88	8,548716	1,331284	1,331284
		7	50	200	9,54	8,548716	0,991284	0,991284
36	A4B1C3	7	50	300	7,89	5,354283	2,535717	2,535717
		7	50	300	7,95	5,354283	2,595717	2,595717
		7	50	300	7,90	5,354283	2,545717	2,545717
37	A4B1C4	7	50	400	14,85	12,901189	1,948811	1,948811
		7	50	400	15,53	12,901189	2,628811	2,628811
		7	50	400	14,56	12,901189	1,658811	1,658811
38	A4B1C5	7	50	500	20,80	31,189433	-10,389433	10,389433
		7	50	500	21,00	31,189433	-10,189433	10,189433
		7	50	500	22,10	31,189433	-9,089433	9,089433
39	A5B1C1	8	50	100	11,08	22,291959	-11,211959	11,211959
		8	50	100	10,75	22,291959	-11,541959	11,541959
		8	50	100	10,82	22,291959	-11,471959	11,471959
40	A5B1C2	8	50	200	10,12	8,463602	1,656398	1,656398
		8	50	200	10,82	8,463602	2,356398	2,356398
		8	50	200	10,73	8,463602	2,266398	2,266398
41	A5B1C3	8	50	300	10,47	5,376582	5,093418	5,093418
		8	50	300	10,50	5,376582	5,123418	5,123418
		8	50	300	10,44	5,376582	5,063418	5,063418
42	A5B1C4	8	50	400	16,34	13,030902	3,309098	3,309098
		8	50	400	15,37	13,030902	2,339098	2,339098

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

		8	50	400	16,41	13,030902	3,379098	3,379098
43	A5B1C5	8	50	500	25,80	31,426559	-5,626559	5,626559
		8	50	500	26,80	31,426559	-4,626559	4,626559
		8	50	500	26,60	31,426559	-4,826559	4,826559
44	A6B1C1	9	50	100	11,14	22,100506	-10,960506	10,960506
		9	50	100	11,13	22,100506	-10,970506	10,970506
		9	50	100	10,97	22,100506	-11,130506	11,130506
45	A6B1C2	9	50	200	10,75	8,379562	2,370438	2,370438
		9	50	200	10,73	8,379562	2,350438	2,350438
		9	50	200	10,78	8,379562	2,400438	2,400438
46	A6B1C3	9	50	300	10,18	5,399956	4,780044	4,780044
		9	50	300	10,31	5,399956	4,910044	4,910044
		9	50	300	10,35	5,399956	4,950044	4,950044
47	A6B1C4	9	50	400	18,50	13,161689	5,338311	5,338311
		9	50	400	17,98	13,161689	4,818311	4,818311
		9	50	400	17,70	13,161689	4,538311	4,538311
48	A6B1C5	9	50	500	28,10	31,664759	-3,564759	3,564759
		9	50	500	28,50	31,664759	-3,164759	3,164759
		9	50	500	28,50	31,664759	-3,164759	3,164759
49	A1B2C1	4	75	100	6,31	23,068514	-16,758514	16,758514
		4	75	100	6,21	23,068514	-16,858514	16,858514
		4	75	100	6,07	23,068514	-16,998514	16,998514
50	A1B2C2	4	75	200	4,69	8,810502	-4,120502	4,120502
		4	75	200	4,75	8,810502	-4,060502	4,060502
		4	75	200	4,72	8,810502	-4,090502	4,090502
51	A1B2C3	4	75	300	4,65	5,293830	-0,643830	0,643830
		4	75	300	4,51	5,293830	-0,783830	0,783830
		4	75	300	4,48	5,293830	-0,813830	0,813830
52	A1B2C4	4	75	400	13,64	12,518495	1,121505	1,121505
		4	75	400	13,75	12,518495	1,231505	1,231505
		4	75	400	13,51	12,518495	0,991505	0,991505
53	A1B2C5	4	75	500	17,46	30,484499	-13,024499	13,024499
		4	75	500	17,09	30,484499	-13,394499	13,394499
		4	75	500	16,31	30,484499	-14,174499	14,174499
54	A2B2C1	5	75	100	7,98	22,872764	-14,892764	14,892764
		5	75	100	7,84	22,872764	-15,032764	15,032764
		5	75	100	7,82	22,872764	-15,052764	15,052764
55	A2B2C2	5	75	200	7,49	8,722166	-1,232166	1,232166
		5	75	200	7,43	8,722166	-1,292166	1,292166
		5	75	200	7,26	8,722166	-1,462166	1,462166

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

56	A2B2C3	5	75	300	6,77	5,312907	1,457093	1,457093
		5	75	300	6,84	5,312907	1,527093	1,527093
		5	75	300	6,83	5,312907	1,517093	1,517093
57	A2B2C4	5	75	400	14,06	12,644986	1,415014	1,415014
		5	75	400	14,43	12,644986	1,785014	1,785014
		5	75	400	13,91	12,644986	1,265014	1,265014
58	A2B2C5	5	75	500	18,16	30,718403	-12,558403	12,558403
		5	75	500	18,15	30,718403	-12,568403	12,568403
		5	75	500	17,77	30,718403	-12,948403	12,948403
59	A3B2C1	6	75	100	10,07	22,678088	-12,608088	12,608088
		6	75	100	10,90	22,678088	-11,778088	11,778088
		6	75	100	10,67	22,678088	-12,008088	12,008088
60	A3B2C2	6	75	200	9,39	8,634904	0,755096	0,755096
		6	75	200	9,25	8,634904	0,615096	0,615096
		6	75	200	9,38	8,634904	0,745096	0,745096
61	A3B2C3	6	75	300	8,71	5,333058	3,376942	3,376942
		6	75	300	8,55	5,333058	3,216942	3,216942
		6	75	300	8,66	5,333058	3,326942	3,326942
62	A3B2C4	6	75	400	16,22	12,77255	3,447450	3,447450
		6	75	400	15,42	12,77255	2,647450	2,647450
		6	75	400	15,36	12,77255	2,587450	2,587450
63	A3B2C5	6	75	500	20,40	30,953381	-10,553381	10,553381
		6	75	500	21,16	30,953381	-9,793381	9,793381
		6	75	500	20,00	30,953381	-10,953381	10,953381
64	A4B2C1	7	75	100	11,38	22,484487	-11,104487	11,104487
		7	75	100	11,36	22,484487	-11,124487	11,124487
		7	75	100	11,12	22,484487	-11,364487	11,364487
65	A4B2C2	7	75	200	9,66	8,548716	1,111284	1,111284
		7	75	200	9,81	8,548716	1,261284	1,261284
		7	75	200	9,90	8,548716	1,351284	1,351284
66	A4B2C3	7	75	300	9,40	5,354283	4,045717	4,045717
		7	75	300	9,31	5,354283	3,955717	3,955717
		7	75	300	9,10	5,354283	3,745717	3,745717
67	A4B2C4	7	75	400	16,80	12,901189	3,898811	3,898811
		7	75	400	16,48	12,901189	3,578811	3,578811
		7	75	400	15,11	12,901189	2,208811	2,208811
68	A4B2C4	7	75	500	20,70	31,189433	-10,489433	10,489433
		7	75	500	21,00	31,189433	-10,189433	10,189433
		7	75	500	20,90	31,189433	-10,289433	10,289433
69	A5B2C1	8	75	100	12,84	22,291959	-9,451959	9,451959

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

		8	75	100	12,51	22,291959	-9,781959	9,781959
		8	75	100	11,89	22,291959	-10,401959	10,401959
70	A5B2C2	8	75	200	11,25	8,463602	2,786398	2,786398
		8	75	200	11,35	8,463602	2,886398	2,886398
		8	75	200	11,41	8,463602	2,946398	2,946398
71	A5B2C3	8	75	300	11,25	5,376582	5,873418	5,873418
		8	75	300	11,33	5,376582	5,953418	5,953418
		8	75	300	10,78	5,376582	5,403418	5,403418
72	A5B2C4	8	75	400	16,85	13,030902	3,819098	3,819098
		8	75	400	16,42	13,030902	3,389098	3,389098
		8	75	400	15,64	13,030902	2,609098	2,609098
73	A5B2C5	8	75	500	23,20	31,426559	-8,226559	8,226559
		8	75	500	21,60	31,426559	-9,826559	9,826559
		8	75	500	23,90	31,426559	-7,526559	7,526559
74	A6B2C1	9	75	100	16,08	22,100506	-6,020506	6,020506
		9	75	100	16,05	22,100506	-6,050506	6,050506
		9	75	100	15,89	22,100506	-6,210506	6,210506
75	A6B2C2	9	75	200	13,48	8,379562	5,100438	5,100438
		9	75	200	13,90	8,379562	5,520438	5,520438
		9	75	200	14,14	8,379562	5,760438	5,760438
76	A6B2C3	9	75	300	12,83	5,399956	7,430044	7,430044
		9	75	300	13,11	5,399956	7,710044	7,710044
		9	75	300	13,37	5,399956	7,970044	7,970044
77	A6B2C4	9	75	400	16,91	13,161689	3,748311	3,748311
		9	75	400	16,63	13,161689	3,468311	3,468311
		9	75	400	16,08	13,161689	2,918311	2,918311
78	A6B2C5	9	75	500	57,60	31,664759	25,935241	25,935241
		9	75	500	55,50	31,664759	23,835241	23,835241
		9	75	500	52,80	31,664759	21,135241	21,135241
79	A1B3C1	4	100	100	5,60	23,068514	-17,468514	17,468514
		4	100	100	5,59	23,068514	-17,478514	17,478514
		4	100	100	5,63	23,068514	-17,438514	17,438514
80	A1B3C2	4	100	200	4,52	8,810502	-4,290502	4,290502
		4	100	200	4,63	8,810502	-4,180502	4,180502
		4	100	200	4,38	8,810502	-4,430502	4,430502
81	A1B3C3	4	100	300	3,75	5,293830	-1,543830	1,543830
		4	100	300	3,76	5,293830	-1,533830	1,533830
		4	100	300	3,70	5,293830	-1,593830	1,593830
82	A1B3C4	4	100	400	14,17	12,518495	1,651505	1,651505
		4	100	400	13,38	12,518495	0,861505	0,861505

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

		4	100	400	12,67	12,518495	0,151505	0,151505
83	A1B3C5	4	100	500	22,70	30,484499	-7,784499	7,784499
		4	100	500	23,20	30,484499	-7,284499	7,284499
		4	100	500	22,10	30,484499	-8,384499	8,384499
84	A2B3C1	5	100	100	8,39	22,872764	-14,482764	14,482764
		5	100	100	7,88	22,872764	-14,992764	14,992764
		5	100	100	7,88	22,872764	-14,992764	14,992764
85	A2B3C2	5	100	200	7,06	8,722166	-1,662166	1,662166
		5	100	200	6,70	8,722166	-2,022166	2,022166
		5	100	200	6,71	8,722166	-2,012166	2,012166
86	A2B3C3	5	100	300	4,75	5,312907	-0,562907	0,562907
		5	100	300	4,96	5,312907	-0,352907	0,352907
		5	100	300	4,77	5,312907	-0,542907	0,542907
87	A2B3C4	5	100	400	14,06	12,644986	1,415014	1,415014
		5	100	400	14,43	12,644986	1,785014	1,785014
		5	100	400	13,91	12,644986	1,265014	1,265014
88	A2B3C5	5	100	500	27,30	30,718403	-3,418403	3,418403
		5	100	500	26,50	30,718403	-4,218403	4,218403
		5	100	500	24,90	30,718403	-5,818403	5,818403
89	A3B3C1	6	100	100	15,60	22,678088	-7,078088	7,078088
		6	100	100	15,39	22,678088	-7,288088	7,288088
		6	100	100	15,32	22,678088	-7,358088	7,358088
90	A3B3C2	6	100	200	12,34	8,634904	3,705096	3,705096
		6	100	200	12,36	8,634904	3,725096	3,725096
		6	100	200	12,48	8,634904	3,845096	3,845096
91	A3B3C3	6	100	300	12,72	5,333058	7,386942	7,386942
		6	100	300	12,49	5,333058	7,156942	7,156942
		6	100	300	11,85	5,333058	6,516942	6,516942
92	A3B3C4	6	100	400	17,08	12,772550	4,307450	4,307450
		6	100	400	16,71	12,772550	3,937450	3,937450
		6	100	400	16,44	12,772550	3,667450	3,667450
93	A3B3C5	6	100	500	27,40	30,953381	-3,553381	3,553381
		6	100	500	27,90	30,953381	-3,053381	3,053381
		6	100	500	28,50	30,953381	-2,453381	2,453381
94	A4B3C1	7	100	100	17,84	22,484487	-4,644487	4,644487
		7	100	100	17,99	22,484487	-4,494487	4,494487
		7	100	100	17,99	22,484487	-4,494487	4,494487
95	A4B3C2	7	100	200	15,18	8,548716	6,631284	6,631284
		7	100	200	15,62	8,548716	7,071284	7,071284
		7	100	200	15,36	8,548716	6,811284	6,811284

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

96	A4B3C3	7	100	300	14,91	5,354283	9,555717	9,555717
		7	100	300	14,73	5,354283	9,375717	9,375717
		7	100	300	14,66	5,354283	9,305717	9,305717
97	A4B3C4	7	100	400	17,16	12,901189	4,258811	4,258811
		7	100	400	16,93	12,901189	4,028811	4,028811
		7	100	400	17,27	12,901189	4,368811	4,368811
98	A4B3C5	7	100	500	36,40	31,189433	5,210567	5,210567
		7	100	500	36,40	31,189433	5,210567	5,210567
		7	100	500	37,30	31,189433	6,110567	6,110567
99	A5B3C1	8	100	100	20,90	22,291959	-1,391959	1,391959
		8	100	100	20,90	22,291959	-1,391959	1,391959
		8	100	100	20,40	22,291959	-1,891959	1,891959
100	A5B3C2	8	100	200	18,31	8,463602	9,846398	9,846398
		8	100	200	18,17	8,463602	9,706398	9,706398
		8	100	200	17,96	8,463602	9,496398	9,496398
101	A5B3C3	8	100	300	17,82	5,376582	12,443418	12,443418
		8	100	300	17,42	5,376582	12,043418	12,043418
		8	100	300	17,77	5,376582	12,393418	12,393418
102	A5B3C4	8	100	400	19,40	13,030902	6,369098	6,369098
		8	100	400	18,38	13,030902	5,349098	5,349098
		8	100	400	18,25	13,030902	5,219098	5,219098
103	A5B3C5	8	100	500	41,40	31,426559	9,973441	9,973441
		8	100	500	43,50	31,426559	12,073441	12,073441
		8	100	500	39,10	31,426559	7,673441	7,673441
104	A6B3C1	9	100	100	21,70	22,100506	-0,400506	0,400506
		9	100	100	21,70	22,100506	-0,400506	0,400506
		9	100	100	21,80	22,100506	-0,300506	0,300506
105	A6B3C2	9	100	200	20,50	8,379562	12,120438	12,120438
		9	100	200	19,00	8,379562	10,620438	10,620438
		9	100	200	19,20	8,379562	10,820438	10,820438
106	A6B3C3	9	100	300	18,38	5,399956	12,980044	12,980044
		9	100	300	17,41	5,399956	12,010044	12,010044
		9	100	300	17,30	5,399956	11,900044	11,900044
107	A6B4C4	9	100	400	19,00	13,161689	5,838311	5,838311
		9	100	400	22,10	13,161689	8,938311	8,938311
		9	100	400	20,70	13,161689	7,538311	7,538311
108	A6B4C5	9	100	500	61,50	31,664759	29,835241	29,835241
		9	100	500	59,70	31,664759	28,035241	28,035241
		9	100	500	57,90	31,664759	26,235241	26,235241

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DOKUMENTASI

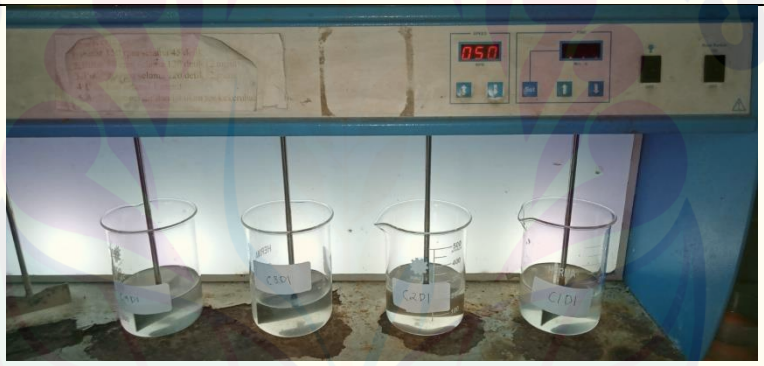
Proses penimbangan koagulan biji hanjeli menggunakan neraca analitik

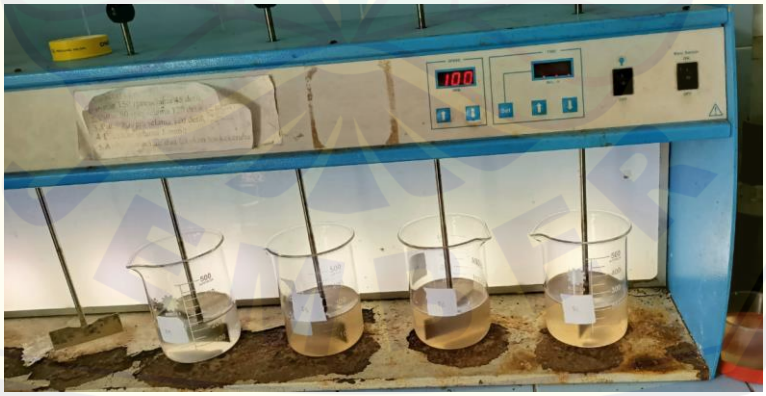
Proses pengujian dan penentuan kekeruhan air menggunakan turbidimeter portabel

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Proses pengujian dan penentuan pH air menggunakan pH meter

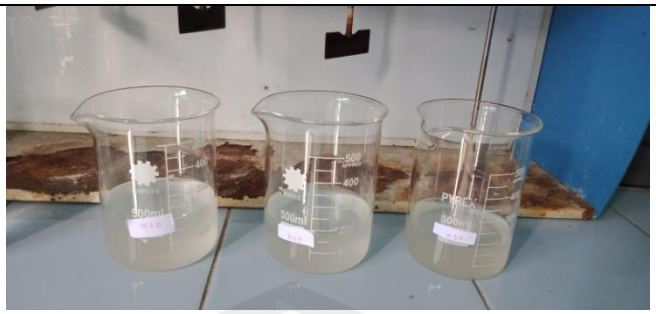


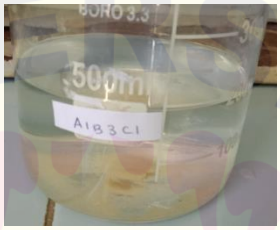


Proses koagulasi-flokulasi menggunakan *jar test* dengan pengadukan cepat sebesar 100 rpm selama 90 detik dan pengadukan lambat sebesar 50 rpm selama 50 rpm

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER





Proses pengendapan selesai 60 menit

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER