



Efektivitas tepung tapioka sebagai koagulan alami untuk menurunkan kadar kekeruhan pada pengolahan air bersih

Marzelina Zainuddin^{1✉}, Ruslan Kalla¹, Andi Artiningsih¹

Fakultas Teknik Kimia, Universitas Muslim Indonesia, Makassar⁽¹⁾

DOI: 10.31004/jutin.v8i1.41573

✉ Corresponding author:

[\[marzelina.zainuddin@gmail.com\]](mailto:marzelina.zainuddin@gmail.com)

Article Info

Abstrak

Kata kunci:
Koagulan Alami;
Tepung Tapioka;
Uji Jarrest;

Salah satu proses penting dalam proses pengolahan air bersih adalah koagulasi. Parameter yang memengaruhi proses koagulasi adalah pH dan konsentrasi koagulan. Tepung tapioka dapat digunakan sebagai koagulan alami dalam menurunkan kekeruhan. Pada penelitian ini digunakan Air sungai sebagai sumber air baku yang digunakan dalam proses pengolahan air bersih yang memiliki kekeruhan sebesar 13,36 NTU. Uji jarrest telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi koagulan dan pH terhadap penurunan kekeruhan. Proses koagulasi dilakukan dengan dengan variasi konsentrasi koagulan (1,2,3,4,5 dan 6 ppm) dan 4 variasi pH (3,5,7 dan 9). Hasil penelitian menunjukkan besarnya penurunan kekeruhan bervariasi pada setiap pH yang digunakan. Proses koagulasi yang berlangsung pada kondisi yang sangat asam (pH = 3) menghasilkan jumlah penurunan kekeruhan air yang lebih besar yaitu 3.20 NTU. Tingkat penurunan kekeruhan hampir sama juga terlihat pada proses koagulasi yang berlangsung pada pH 5 dan 7 yaitu 5.22 NTU dan 4.30 NTU. Sedangkan koagulasi pada kondisi basa (pH = 9) akan menghasilkan jumlah penurunan kekeruhan lebih cenderung kecil yaitu 11.43 NTU. Berdasarkan hasil pengukuran kekeruhan akhir, terlihat bahwa besarnya penurunan kekeruhan juga sangat dipengaruhi oleh konsentrasi koagulan.

Abstract

Keywords:
Natural Coagulant;
Tapioca Flour;
Jarrest Test;

One of the important processes in the clean water treatment process is coagulation. Parameters that influence the coagulation process are pH and coagulant concentration. Tapioca flour can be used as a natural coagulant to reduce turbidity. In this research, river water was used as a source of raw water used in the clean water processing process which has a turbidity of 13.36 NTU. The jar test was carried out to determine the effect of coagulant concentration and pH on reducing turbidity. The coagulation process was carried out using variations in coagulant concentration (1,2,3,4,5 and 6 ppm) and 4 variations in pH

(3,5,7 and 9). The results showed that the amount of turbidity reduction varied at each pH used. The coagulation process which takes place in very acidic conditions (pH = 3) results in a greater reduction in water turbidity, namely 3.20 NTU. Almost the same level of turbidity reduction was also seen in the coagulation process which took place at pH 5 and 7, namely 5.22 NTU and 4.30 NTU. Meanwhile, coagulation under alkaline conditions (pH = 9) will result in a smaller decrease in turbidity, namely 11.43 NTU. Based on the final turbidity measurement results, it can be seen that the amount of turbidity reduction is also greatly influenced by the coagulant concentration.

1. INTRODUCTION

Air merupakan salah satu kebutuhan utama bagi makhluk hidup khususnya bagi manusia. Pencemaran lingkungan sangat merugikan kehidupan makhluk hidup. Pencemaran dapat terjadi pada atmosfer, tanah dan perairan (Jaida et al. 2021). Ketersediaan air bersih, sehat dan aman merupakan kebutuhan hajat vital bagi manusia (Lumajang 2014). Umumnya air digunakan untuk keperluan sehari – hari seperti: mencuci, memasak, mandi, minum dan kebutuhan lainnya. Namun belum semua penduduk Indonesia mendapatkan akses air bersih. Penurunan kualitas air baku yang akan diolah menjadi air bersih juga merupakan suatu kendala. Kondisi air yang bersih sangat dipengaruhi oleh aktivitas manusia baik skala rumah tangga maupun industri. Sumber air yang biasa digunakan oleh Instalasi Pengolahan Air Bersih untuk mengolah air baku menjadi air bersih yaitu mata air, air sungai, sumur dangkal, dan sumur dalam. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan nomor 32 tahun 2017, standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk kebutuhan hygiene sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia. Parameter fisika meliputi kekeruhan, TDS, suhu, rasa, dan bau. Sedangkan parameter kimia meliputi pH, kadar logam Fe dan Mn (Putri 2020). Kekeruhan merupakan salah satu parameter wajib yang terdapat dalam standar baku mutu air minum (Menkes 2010). Selain karena alasan estetika, kekeruhan menunjukkan keberadaan partikel padatan dalam air bersih. Oleh karena itu, diperlukan suatu pembaharuan atau inovasi dalam hal teknologi, proses maupun bahan aditif yang digunakan dalam pengolahan air bersih.

Metode konvensional fisikokimia yang biasa digunakan untuk pengolahan air bersih adalah koagulasi/flokulasi, dan sedimentasi (Magaji et al. 2015). Koagulasi merupakan proses pengolahan air bersih dengan penambahan dan pencampuran suatu koagulan. Koagulan adalah bahan kimia yang ditambahkan ke dalam air untuk mengendapkan partikel-partikel koloid yang sulit terhilangkan di dalam air. Penggunaan koagulan pada proses koagulasi untuk destabilisasi muatan dengan menekan/ menghilangkan lapisan diffused layer sehingga yang tersisa adalah gaya tarik menarik antarpartikel. Kualitas air dapat diperbaiki dengan menambahkan suatu bahan kimia yang disebut koagulan. Koagulan berfungsi untuk mengikat partikel atau kotoran yang terkandung di dalam air menjadi gumpalan yang mempunyai ukuran lebih besar sehingga lebih cepat mengendap (Hatma 2021). Dalam pengolahan air minum atau air bersih, koagulan ditambahkan ke air dan bereaksi dengan partikel-partikel kecil dan bahan organik untuk membentuk gumpalan-gumpalan besar yang disebut flok. Kemudian, flok ini dapat diendapkan atau disaring untuk menghilangkan partikel-partikel tersebut dari air (Rachman 2024). Dalam proses koagulasi, konsentrasi koagulan sangat penting karena dapat mempengaruhi efektifitas pembentukan flok, yang mana dengan pemberian bahan kimia koagulan partikel-partikel yang lebih besar dan berat dapat diendapkan. Apabila konsentrasi koagulan kurang, tumbukan antar partikel berkurang sehingga mempersulit pembentukan flok. Sebaliknya, jika konsentrasi koagulan terlalu banyak, flok tidak terbentuk dengan baik dan dapat menimbulkan kekeruhan kembali (Kristijarti et al. 2013).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fatma dan Nisa (2021) menjelaskan bahwa pH mempengaruhi proses koagulasi flokulasi. Kecocokan pH akan berpengaruh pada kestabilan koloid dalam merubah bentuknya menjadi flok pada saat proses pengadukan. Menurut Asmadi dan Suharno (2012) disebutkan bahwa kinerja koagulan yang digunakan akan dipengaruhi oleh pH karena koagulan hanya bekerja pada pH tertentu. Sehingga, jika pH yang diberikan sesuai dengan pH optimum dari bahan koagulan yang digunakan, maka koagulan akan bekerja lebih maksimal dalam membentuk flok-flok untuk menurunkan kadar baik itu TDS maupun kekeruhan (Hutabarat et al. 2022). Koagulan yang umum digunakan adalah garam alumunium antara lain poly alumunium chloride (PAC), garam besi dan termasuk polimer anorganik dengan berat molekul besar. Beberapa studi melaporkan bahwa senyawa alumunium dapat memicu penyakit Alzheimer. Selain itu, monomer beberapa polimer organik sintetik seperti PAC dan alumunium memiliki sifat neurotoksisitas (Ihda et al. 2019). Namun, saat

ini sedang dikembangkan pemanfaatan bahan alami sebagai koagulan karena memiliki beberapa keuntungan antara lain bersifat biodegradable, lebih aman terhadap kesehatan manusia dan bebas racun (Putra et al. 2020). Penggunaan biokoagulan dalam penyediaan air bersih mampu menurunkan kekeruhan.

Keberadaan koagulan alami antara lain pada mikroorganisme, hewan, dan tumbuhan yang aman bagi kesehatan manusia (Kristianto et al. 2019). Dalam pengolahan air bersih yaitu dalam hal menurunkan kekeruhan, total dissolved solid (TDS) dan total suspended solid (TSS) koagulan memegang peranan cukup penting. Pemanfaatan bahan alami sebagai koagulan memiliki beberapa keuntungan antara lain bersifat biodegradable, lebih aman terhadap kesehatan manusia dan lebih ekonomis, sehingga perlu dikembangkan penggunaan biokoagulan alami yang tersedia dari bahan alam yang mudah didapatkan, mudah pengoprasiaannya, yang memenuhi standar lingkungan dan ekonomis dalam penerepannya (Rahmat et al. 2021). Koagulan alami dapat dijumpai dengan mudah karena dapat diambil atau diekstrak dari bahan lokal berupa tumbuhan dan hewan.

Koagulan alami bisa didapatkan dari tepung yang diperoleh dari berbagai jenis tumbuhan. Koagulan alami dari tumbuh-tumbuhan relatif lebih mudah diperoleh sehingga berpotensi untuk dikembangkan dan digunakan (Kristianto et al. 2019). Koagulan alami yang berasal dari tumbuh-tumbuhan memiliki bahan aktif berupa polisakarida, polifenol, atau protein. Kelarutan protein dalam air paling kecil sehingga protein akan menggumpal dan mengendap. Salah satu koagulan alami yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yaitu, tepung tapioka yang terbuat dari jagung. Eka dan Agus (2013) melalui penelitian pada pengolahan air bersih mengungkapkan bahwa tepung jagung (*Zea mays*) mampu digunakan sebagai koagulan karena bersifat polielektrolit yang memiliki gugus karboksil, hidroksil, dan amida yang mampu mengikat partikel-partikel koloid di dalam air (E. K. A. Prihatinnyas et al. 2018). Produksi dan konsumsi jagung mengalami kenaikan setiap tahun. Produksi jagung di Indonesia sudah mengalami surplus sejak tahun 2008. Diprediksikan jumlah produksi jagung akan semakin tinggi dibandingkan dengan jumlah konsumsinya. Dari uraian di atas dilakukan penelitian menggunakan tepung tapioka sebagai koagulan alami. Pemanfaatan tepung tapioka saat ini masih terbatas pada industri. Parameter yang memengaruhi proses koagulasi adalah pH dan konsentrasi koagulan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pH dan penambahan konsentrasi koagulan terhadap penurunan kekeruhan pada proses koagulasi.

2. METHODS

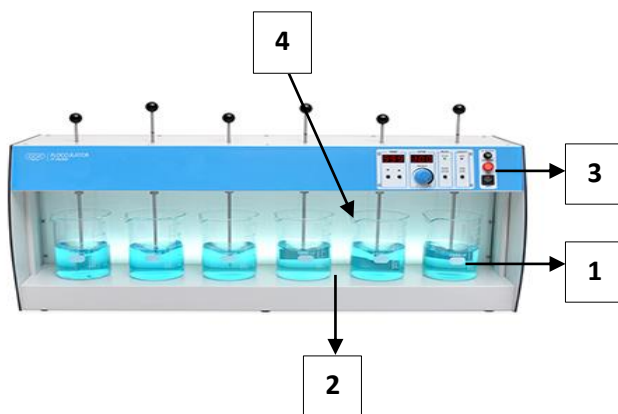
Penelitian dilakukan di Laboratorium Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau Dan Penyuluhan Perikanan Maros pada bulan Oktober hingga November 2024.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Alat Penelitian

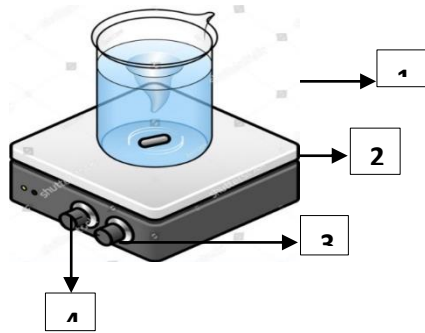
Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik, gelas piala 100 & 1000 ml, turbidimeter Mi 415, Hot Plate, Stirer, pH meter, Multiparameter TDS Instrument, Pipet tetes, Pipet ukur 10 ml, thermometer, labu semprot, Alat jartest.



Keterangan :

1. Test Water
2. Test Jar
3. Speed Control Stirer

Gambar 3.1 Alat Jartest



Keterangan :

1. Tepung Tapioka + NaCl
2. Stirer

Gambar 3.2 Alat Aktivasi Koagulan

Bahan Penelitian

Bahan- bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Tepung Tapioka (Merk Maizena), Aquadest, Air Baku (Air Sungai), NaCl 1 M, NaOH encer, HCL encer.

Variabel Penelitian

Pada penelitian ini, menggunakan 2 variabel yaitu variabel tetap dan variabel bebas.

1. Variabel tetap : Tepung Tapioka
2. Variabel bebas :
 - a. Konsentrasi koagulan yaitu : 1,2,3,4,5,dan 6 ppm
 - b. Variasi pH larutan induk yang telah ditambah koagulan yaitu : 3,5,7, dan 9

Prosedur Penelitian

Aktivasi Koagulan Alami. Penelitian ini diawali dengan aktivasi koagulan alami, aktivasi koagulan alami dilakukan dengan cara sentrifugasi. Sebanyak 5 gram tepung tapioka dilarutkan dalam 100 mL larutan NaCl 1 M kemudian diaduk selama 30 menit menggunakan stirrer pada suhu ruang. Proses pemisahan dilakukan dengan sentrifugasi pada kecepatan 800 rpm selama 10 menit. Supernatan yang diperoleh selanjutnya dinamakan biokoagulan(E. Prihatinningtyas 2013).

Persiapan Larutan Induk

Sampel air diambil langsung dari sungai berasal dari bendungan Batu Bassi Bantimurung. Sampel air yang diambil sebanyak ± 40 liter kemudian dilakukan pengujian di Penelitian dilakukan di Laboratorium Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau Dan Penyuluhan Perikanan Maros.

Uji Jar Test

Sebelum melakukan pengujian jar test, terlebih dahulu dilakukan pengukuran parameter air yang akan diolah yaitu kekeruhan, pH dan TDS. Selanjutnya dilakukan uji jar test terhadap sampel air baku mengikuti aturan sebagai berikut:

1. Sampel air yang akan diolah, dibagi kedalam 6 buah gelas kimia ukuran 1000 ml atau biasa disebut dengan gelas jar test.
2. Masing – masing gelas jar test kemudian diberi koagulan Tepung Tapioka dengan konsentrasi yang berbeda-beda.
3. Sebanyak 0,1 mL koagulan ditambahkan ke dalam larutan induk. Nilai tersebut mewakili konsentrasi sebesar 1 ppm(E. Prihatinningtyas 2021). hal yang sama dilakukan pada konsentrasi yang lain n (2, 3, 4, 5, dan 6 ppm), dilakukan pengkondisian pH dengan menambahkan larutan HCL encer untuk menurunkan pH sedangkan larutan NaOH encer untuk menaikkan pH. Penambahan larutan HCL encer dan NaOH encer dilakukan dengan menggunakan pipet tetes sampai dengan mendapatkan nilai pH yang diinginkan.
4. Larutan induk yang telah ditambah koagulan dan dikondisikan pH selanjutnya diaduk dengan kecepatan tinggi 200 rpm selama 1 menit, dilanjutkan dengan kecepatan rendah 60 rpm, selama 15 menit. Proses pengendapan dilakukan selama 10 menit.

5. Pada tahap selanjutnya adalah sedimentasi atau pengendapan. Proses sedimentasi berlangsung selama 30 menit Supernatan atau cairan yang lebih jernih akan terbentuk di bagian atas larutan.
6. Setelah proses pengendapan selama 10 menit, dilakukan beberapa pengukuran parameter kualitas air antara lain.

Pengukuran Kekeruhan

Kekeruhan di dalam air disebabkan karena adanya zat tersuspensi, seperti lumpur, zat organik, plankton dan zat – zat lainnya. Kekeruhan diukur menggunakan alat turbidimeter. Pengukuran kekeruhan dilakukan sebelum dan setelah proses koagulasi-flokulasi. Kekeruhan (turbidity) adalah keadaan dimana transparansi suatu zat cair berkurang akibat kehadiran zat-zat tak terlarut (Rachmansyah et al. 2014). Sebagaimana kita ketahui, air keruh merupakan salah satu ciri air yang tidak bersih dan tidak sehat. Standar mutu untuk kekeruhan pada air bersih 5 NTU, alat yang digunakan untuk mengukur kekeruhan Turbidity Meter. Posedur kerja yang dilakukan yaitu :

- Bilas (2 kali) dan isi sel dengan sampel
 - Tuang sampel ke dalam sel hingga pada garis
 - Atur sel dengan tepat sesuai tanda segitiga
 - Hasil akan muncul secara otomatis
- Bilas sel dengan aquades atau air bersih sebanyak 2 kali

Pengukuran pH

pH diukur menggunakan alat pH meter. Pengukuran pH dilakukan sebelum dan setelah proses koagulasi-flokulasi. Derajat keasamaan (pH) juga merupakan salah satu bagian dari kualitas kimia yang dapat menurunkan kualitas air. pH air netral adalah berkisar antara 6,8-7,0 jika pH air berada dibawah pH 7 maka air berada dalam keadaan asam. Standar mutu air bersih untuk pH adalah 6,5-8,5. Alat yang di gunakan pH meter Hanna, prosedur kerja yang dilakukan yaitu :

- Mengambil sampel air baku dan air bersih
- Tekan on/off pada alat (mode pengukuran normal)
- Rendam elektroda langsung ke dalam sampel
- Menunggu 30 detik
- Membaca hasil

TDS (Total Dissolved Solid)

TDS diukur menggunakan TDS meter. Pengukuran TDS dilakukan sebelum dan setelah proses koagulasi-flokulasi. TDS merupakan nilai total padatan terlarut menunjukkan banyaknya bahan – bahan terlarut dalam air. Berdasarkan standar air bersih kadar TDS maksimal 500 mg/l. Alat yang di gunakan yaitu TDS Meter, prosedur kerja yang dilakukan yaitu :

- Mengambil sampel air baku dan air bersih
- Buka tutup bawah dari TDS Meter
- Tekan tombol on/off sampai TDS menunjukkan angka 000
- Celupkan TDS ke dalam sampel
- Lihat nilai yang ditunjukkan pada penunjuk nilai TDS
- Membaca hasil

3. RESULT AND DISCUSSION

Persiapan Larutan Induk

Sampel air diambil langsung dari sungai yang berasal dari bendungan Batu Bassi Bantimurung. Sampel air yang diambil sebanyak ± 40 liter kemudian dilakukan pengujian parameter kualitas air antara lain pH, TDS dan kekeruhan.



Gambar 4.1 Air Sungai (Larutan Induk)

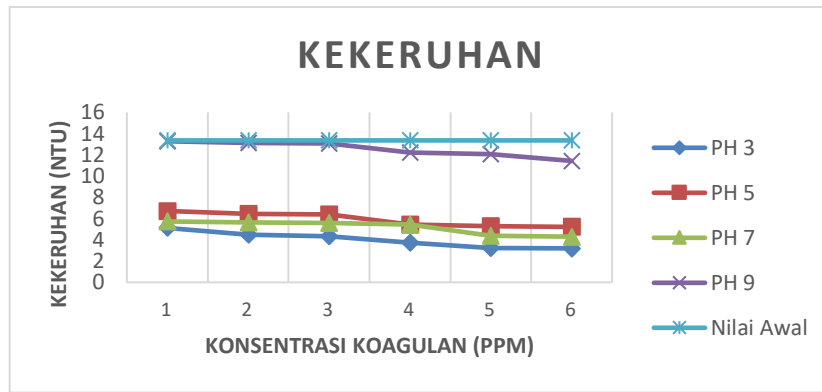
Tabel 4.1 Hasil Uji Parameter Kualitas Air

Analisis	Hasil Uji
pH	7.52
TDS	134 mg/l
Kekeruhan	13.36 NTU

Pada tabel 4.1 didapatkan hasil pengukuran parameter kualitas air sungai untuk parameter pH yaitu 7.52, pH atau derajat keasaman menunjukkan sifat basa atau asam dalam air. Untuk sungai di Indonesia rata – rata memiliki nilai 6 – 8,5. Nilai pH dipengaruhi oleh faktor oksigen terlarut, aktivitas organisme, dan peningkatan suhu air. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 memiliki standar baku 6,5-8,5. pH yang netral dapat mendukung proses pengolahan dapat dilakukan secara efektif. Kegunaan pH dalam instalasi pengolahan air bertujuan mengendalikan korosif perpipaan dalam sistem distribusi(Reri Afrianita , Puti Sri Komala 2016). Air adalah bahan pelarut yang baik sekali sehingga apabila pHnya tidak netral dapat melarutkan berbagai elemen kimia yang dilaluinya meyebabkan kualitas air produksi menjadi berkurang. Pada hasil TDS Air sungai (Larutan Induk) didapatkan 134 mg/l, Kandungan TDS (Total Dissolved Solid) atau lebih sering dikenal dengan kandungan unsur mineral dalam air. Dimana air yang layak dikonsumsi adalah air yang bebas bakteri dan virus akan tetapi faktor yang sangat penting adalah menentukan bahwa air yang layak konsumsi dapat dilihat dari kandungan TDS. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 kadar maksimum TDS adalah 500 mg/l. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010, syarat nilai kekeruhan air bersih yaitu 5 NTU. Sedangkan pada hasil kekeruhan Air Sungai (Larutan Induk) didapatkan hasil sebesar 13.36 NTU, hasil tersebut melebihi standar baku mutu. Air dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna / rupa yang berlumpur atau kotor(Mayasari et al. 2018). Kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan – bahan organik dan anorganik seperti lumpur dan buangan, dari permukaan tertentu yang menyebabkan air sungai menjadi keruh. Kekeruhan walaupun hanya sedikit dapat menyebabkan warna air lebih tua dari warna sesungguhnya. Air yang mengandung kekeruhan tinggi akan mengalami kesulitan bila diproses untuk sumber air bersih. Kesulitannya antara lain dalam proses penyaringan. Hal lain yang tidak kalah pentingnya adalah bahwa air dengan kekeruhan tinggi akan sulit untuk didisinfeksi, yaitu proses pembunuhan terhadap kandungan mikroba yang tidak diharapkan. Tinggi rendahnya nilai kekeruhan suatu air juga dapat mempengaruhi proses fotosintesis dalam air hal ini berhubungan dengan tinggi rendahnya tingkat cahaya matahari yang masuk kedalam air. Nilai kekeruhan yang tinggi juga dapat disebabkan oleh erosi tanah pada pinggir sungai yang terbawa ke aliran air deras dan juga karena pengaruh hujan sehingga menyebabkan tanah – tanah disekitar sungai menjadi terkikis dan terbawa ke dalam air.

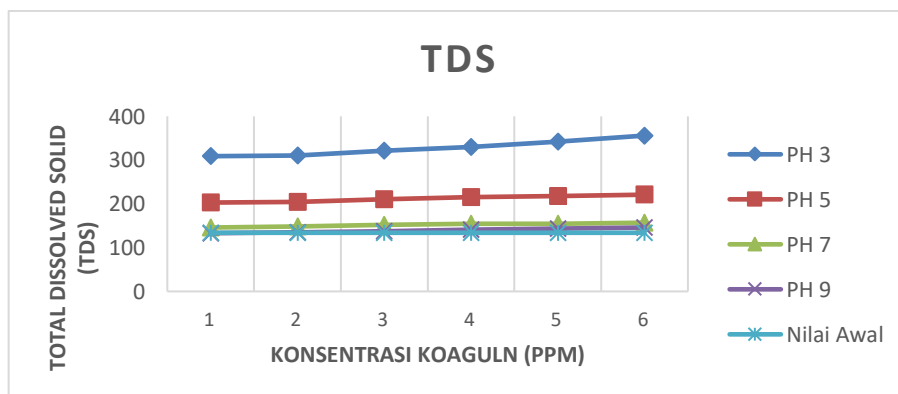
Pengaruh Konsentrasi Koagulan Terhadap Penurunan Kekeruhan dan Nilai TDS

Hasil pengujian jartest dengan menggunakan koagulan dari tepung tapioka dengan variasi konsentrasi 1,2,3,4,5,6 ppm menunjukkan pengaruh nyata terhadap hasil pengukuran kekeruhan dan TDS.



Gambar 4.2 Pengaruh Konsentrasi Koagulan Terhadap Penurunan Kekeruhan

Larutan Induk memiliki kekeruhan awal sebesar 13.36 NTU Gambar 4.2 menunjukkan hasil pengukuran kekeruhan akhir setelah penambahan variasi konsentrasi koagulan dilanjutkan dengan proses koagulasi dimana proses destabilisasi muatan partikel koloid dengan penambahan koagulan disertai dengan pengadukan cepat untuk mendispersikan koagulan secara merata, kemudian dilanjutkan dengan proses flokulasi dimana partikel yang terdestabilisasi akan membentuk partikel yang lebih besar dengan pengadukan cepat. Setelah pengendapan atau sedimentasi dilanjutkan dengan pengukuran kekeruhan. Berdasarkan hasil pengukuran kekeruhan akhir, terlihat bahwa besarnya penurunan kekeruhan juga sangat dipengaruhi oleh konsentrasi koagulan. Perubahan penurunan kekeruhan terhadap variasi konsentrasi koagulan bervariasi. Berdasarkan Gambar 4.2 perubahan paling besar terjadi pada konsentrasi 6 ppm, dengan koefisien regresi penurunan kekeruhan sebesar 3.20 NTU pada pH 3, Sedangkan pada pH 5 dan 7 tingkat penurunannya hampir sama yaitu 5.22 NTU dan 4.30 NTU sedangkan pada larutan dengan pH 9, terjadi penurunan kekeruhan yang sangat kecil yaitu 11.43 NTU, dari data diatas menunjukkan bahwa setelah penambahan koagulan Tepung Tapioka maka nilai kekeruhan akan semakin berkurang seiring dengan semakin banyak konsentrasi koagulan yang ditambahkan. Pada konsentrasi 6 ppm pada pH 3 dan 7 hasil kekeruhan menunjukkan nilai 3.20 NTU dan 4.30 NTU, nilai tersebut memenuhi standar baku air bersih yaitu 5 NTU yang artinya penggunaan koagulan dari Tepung Tapioka efektif dalam menurunkan kekeruhan larutan induk.

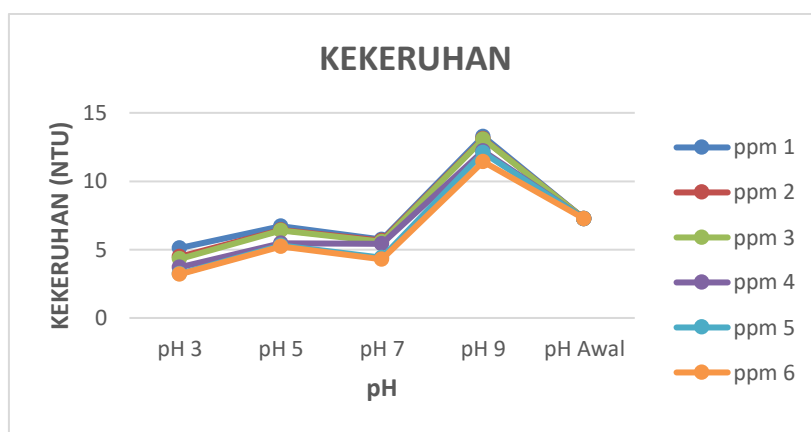


Gambar 4.3 Pengaruh Konsentrasi Koagulan Terhadap Nilai TDS

Larutan induk memiliki nilai TDS awal sebesar 134 mg/l Berdasarkan Gambar 4.3 dapat dilihat pada konsentrasi koagulan 6 ppm pada pH 3 menunjukkan hasil TDS sebesar 356 mg/l, pada pH 5 sebesar 221 mg/l, pH 7 sebesar 157 mg/l dan pH 9 sebesar 146 mg/l. Peningkatan nilai TDS akan semakin besar seiring dengan penambahan konsentrasi koagulan, semakin besar nilai TDS maka nilai kekeruhan akan semakin kecil (Nurani 2015). Setelah penambahan Koagulan Tepung Tapioka pada larutan induk akan terjadi flokulasi, sehingga terbentuk kembali partikel koloid dalam air, hal ini memungkinkan TDS semakin menjadi besar.

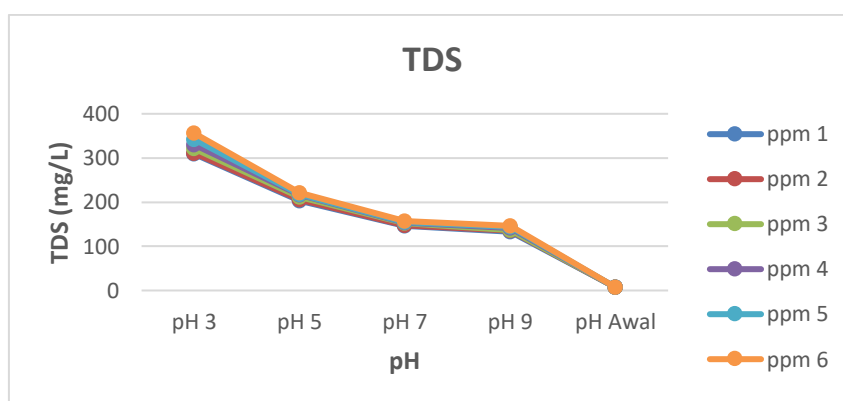
Pengaruh pH Terhadap Penurunan Kekeruhan dan Nilai TDS

Hasil pengujian jarrest dengan menggunakan koagulan dari tepung tapioka dengan variasi pH 3,5,7,9 menunjukkan pengaruh nyata, dapat dilihat pada Gambar 4.4 Pengaruh pH Terhadap Penurunan Kekeruhan.



Gambar 4.4 Pengaruh pH Terhadap Penurunan Kekeruhan

Besarnya penurunan kekeruhan bervariasi pada setiap pH yang digunakan. Proses koagulasi yang berlangsung pada kondisi yang sangat asam (pH = 3) menghasilkan jumlah penurunan kekeruhan yang lebih besar. Kondisi yang sama juga terlihat pada proses koagulasi yang berlangsung pada pH 5 dan 7. Sedangkan koagulasi pada pH 9 akan menghasilkan jumlah penurunan kekeruhan lebih cenderung kecil. Salah satu parameter yang mempengaruhi koagulasi adalah pH, Dalam penelitian yang dilakukan oleh Fatma dan Nisa (2021) menjelaskan bahwa pH mempengaruhi proses koagulasi flokulasi. Kecocokan pH akan berpengaruh pada kestabilan koloid dalam merubah bentuknya menjadi flok pada saat proses pengadukan. Menurut Asmadi dan Suharno (2012) disebutkan bahwa kinerja koagulan yang digunakan akan dipengaruhi oleh pH karena koagulan hanya bekerja pada pH tertentu. Sehingga, jika pH yang diberikan sesuai dengan pH optimum dari bahan koagulan yang digunakan, maka koagulan akan bekerja lebih maksimal dalam membentuk flok-flok untuk menurunkan kadar baik itu TDS maupun kekeruhan (Hutabarat et al. 2022). Proses koagulasi sangat dipengaruhi oleh kadar keasaman. Berdasarkan Gambar 4.4 dapat dikatakan bahwa nilai penurunan kekeruhan akan berkurang pada kondisi yang semakin asam dapat dilihat pada pH 3 kadar kekeruhan sangat rendah dari hasil kekeruhan awal larutan induk. Secara teori, tepung tapioka yang digunakan sebagai koagulan alami mengandung gugus karboksil (-COOH), hidroksil (-OH) dan amida (-CONH₂) yang mampu mengikat partikel-partikel koloid di dalam air (Eka dan Agus 2013). Ketiga gugus tersebut adalah penyusun senyawa polimer organik (protein) (E. Prihatinnytyas 2013). Hal ini juga didasarkan pada sifat tepung tapioka yang polielektrolit.



Gambar 4.5 Pengaruh pH Terhadap Nilai TDS

Pada Gambar 4.5 dapat dilihat nilai TDS pada pH 3 dan 5 cenderung mengalami kenaikan, pH yang asam akan meningkatkan nilai TDS dan berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 memiliki standar baku pH yaitu 6,5-8,5 standar baku sehingga pH 3 dan 5 tidak memenuhi standar baku. Kadar padatan terlarut (TDS) yang tinggi dapat mempengaruhi kualitas dan rasa pada air, ketika pH air sangat asam maka nilai TDS juga sangat tinggi kondisi ini juga dapat mempengaruhi kerusakan dan korosi pada pipa meskipun nilai TDS yang didapatkan masih dalam standar, pada pH 7 didapatkan nilai TDS yang tidak terlalu tinggi, pH yang netral dapat mendukung proses pengolahan dan dapat dilakukan secara efektif. Kegunaan pH dalam instalasi pengolahan air bertujuan mengendalikan korosif perpipaan dalam sistem distribusi (Reri Afrianita, Puti Sri Komala 2016). Sedangkan pada pH 9 didapatkan nilai TDS yang tidak jauh berbeda dengan nilai TDS

dari larutan induk, hal ini membuktikan bahwa pH larutan yang basa tidak efektif dalam penggunaan koagulan Tepung Tapioka dan Kecocokan pH akan berpengaruh pada kestabilan koloid dalam merubah bentuknya menjadi flok pada saat proses pengadukan. Nilai pH yang basa akan menyebabkan rasa pahit, dan menyebabkan pipa air dan peralatan yang digunakan akan berkerak oleh endapan (Asrafuzzaman et al. 2011)

4. CONCLUSION

Besarnya penurunan kekeruhan bervariasi pada setiap pH yang digunakan, Proses koagulasi yang berlangsung pada kondisi yang sangat asam ($\text{pH} = 3$) menghasilkan jumlah penurunan kekeruhan air yang lebih besar yaitu 3.20 NTU. Tingkat penurunan kekeruhan hampir sama juga terlihat pada proses koagulasi yang berlangsung pada pH 5 dan 7 yaitu 5.22 NTU dan 4.30 NTU. Sedangkan koagulasi pada kondisi basa ($\text{pH} = 9$) akan menghasilkan jumlah penurunan kekeruhan lebih cenderung kecil yaitu 11.43 NTU. Berdasarkan hasil pengukuran kekeruhan akhir, terlihat bahwa besarnya penurunan kekeruhan juga sangat dipengaruhi oleh konsentrasi koagulan. Perubahan penurunan kekeruhan terhadap variasi konsentrasi koagulan bervariasi di setiap pH yang digunakan. Pada pH 3,5,7 dan 9 penurunan kekeruhan akan semakin besar pada konsentrasi 6 ppm. Tepung tapioka dapat dimanfaatkan sebagai koagulan alami untuk menurunkan kekeruhan pada proses pengolahan air bersih. Proses koagulasi dipengaruhi oleh pH dan konsentrasi koagulan. Kombinasi penambahan konsentrasi koagulan sebesar 6 ppm dan pH 7 memberikan nilai efisiensi penurunan kekeruhan paling optimum.

5. ACKNOWLEDGMENTS (Optional)

Penulis menyampaikan apresiasi yang mendalam kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dan dukungan dalam penelitian ini. Bantuan dan dorongan mereka sangat berharga untuk mewujudkan penelitian ini. Terima kasih atas waktu, saran, dan bimbingan yang diberikan. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat kepada semua pihak.

6. REFERENCES

- Abidin, Z., Kalla, R., & Yani, S. (2020). Zeolit dan silika sekam padi sebagai adsorben untuk ion logam pada limbah cair industri smelter nikel. *ILTEK: Jurnal Teknologi*, 15(02), 73-77.
- Asrafuzzaman, M., Fakhruddin, A. N. M., & Hossain, M. A. (2011). Reduction of turbidity of water using locally available natural coagulants. *ISRN Microbiology*, 2011, 1-6.
- Budiman, A., Wahyudi, C., Irawati, W., & Hindarso, H. (2008). Kinerja koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) dalam penjernihan air Sungai Kalimas Surabaya menjadi air bersih. *Widya Teknik*, 7(1), 25-34.
- Suryanto, A. (2021). Optimalisasi penggunaan kitosan limbah kulit udang vannamei sebagai koagulan dalam perbaikan kualitas air danau. *Journal Indonesia Sosial Sains (JISS)*, 2(2), 300-310.
- Husnah, H. (2017). Pengaruh Proses Koagulasi dengan Koagulan Pac dan Sodium Alginate pada Hasil Filtrasi Air Sungai Musi. *Jurnal Redoks*, 2(1), 12-21.
- Hutabarat, D. M., Witasari, W. S., & Baskoro, R. (2022). Pengaruh Jenis Koagulan dan Variasi pH terhadap Kualitas Limbah Cair Di Instalasi Pengolahan Air Limbah PT Kawasan Industri Intiland. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 8(3), 588-594.
- Nisa, N. I. F., & Aminudin, A. (2019). Pengaruh Penambahan Dosis Koagulan Terhadap Parameter Kualitas Air dengan Metode Jartest. *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)*, 3(2), 61-67.
- Yani, S., Jaida, H., & Sabara, Z. (2021). Efektifitas Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao L*) Sebagai Antibakteri Terhadap *Escherichia Coli* (*E. Coli*) dan Biosorben Terhadap Logam Cd dalam Air Menggunakan Aktivator Asam Nitrat (HNO_3). *Jurnal Geomine*, 9(02), 168-178.
- Kristianto, H., Prasetyo, S., & Sugih, A. K. (2019). Pemanfaatan ekstrak protein dari kacang-kacangan sebagai koagulan alami. *Jurnal Rekayasa Proses*, 13(2), 65-80.
- Fajariyah, C. (2017). Studi Literatur Pengolahan Lindi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah dengan Teknik Constructed Wetland Menggunakan Tumbuhan Air. Final Project. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Kristijarti, A. P., Suharto, I., & Marieanna, M. (2013). Penentuan jenis koagulan dan dosis optimum untuk meningkatkan efisiensi sedimentasi dalam instalasi pengolahan air limbah pabrik jamu X. *Research Report-Engineering Science*, 2.

- Oktavianto, A., Nurhayati, N., & Suswati, E. (2014). Evaluasi Keamanan Sumber Air Minum Desa Mojo Kecamatan Padang Kabupaten Lumajang. *Jurnal Agroteknologi*, 8(02), 185-191.
- Oktavianto, A., Nurhayati, N., & Suswati, E. (2014). Evaluasi Keamanan Sumber Air Minum Desa Mojo Kecamatan Padang Kabupaten Lumajang (Safety Evaluation of Drinking Water Resource at Mojo Village Padang Distric Lumajang Regency).
- Magaji, U. F., Sahabi, D. M., Abubakar, M. K., & Muhammad, A. B. (2015). Biocoagulation activity of Moringa oleifera seeds for water treatment. *IJES*, 4, 19-26.
- Sutapa, I. D. (2014). Optimalisasi Dosis Koagulan Aluminium Sulfat Dan Poli-Aluminium Klorida (Pac) Untuk Pengolahan Air Sungai Tanjung Dan Krueng Raya. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 5(1), 29-42.
- Mayasari, R., & Hastarina, M. (2018). Optimalisasi dosis koagulan aluminium sulfat dan poli aluminium klorida (Pac)(studi kasus pdam Tirta Musi Palembang). *Integrasi: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 3(2), 28-36.
- Prihatinningtyas, Eka, and Agus Jatnika Effendi. "Karakterisasi Ekstrak Tapioka dan Tapioka Ionik sebagai Biokoagulan dalam Proses Pengolahan Air." *Jurnal Teknologi Lingkungan* 19.2 (2018): 165-172.
- Prihatinningtyas, E., & Jasalesmana, T. (2021). Studi penurunan kekeruhan dengan aplikasi ekstrak tapioka sebagai koagulan alam pada pengolahan air bersih the study of turbidity removal by using tapioca extract as natural coagulant on water treatment. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 15(2), 200-208.
- Putra, W. B., Dewi, N. I. K., & Busono, T. (2020). Penyediaan Air Bersih Sistem Kolektif: Analisis Kebutuhan Air Bersih Domestik pada Perumahan Klaster. *Jurnal Arsitektur TERRACOTTA*, 1(2).