

Pengaruh Dosis Bahan Kimia Terhadap pH, Total Dissolved Solids (TDS), Klorida, Dan Alkali Dalam Proses Penjernihan Air

Effect of Chemical Dose on pH, Total Dissolved Solids (TDS), Chloride, and Alkali in the Water Purification Process

Nurul Ikhsana^{1*}

¹Agroindustri Pangan, Jurusan Agrobisnis, Politeknik Negeri Sambas, Indonesia.

*Email Corresponding Author: nurulikhhsana06@gmail.com

Submitted: 11 Oct 2025; Received in revised form: 22 Oct 2025; Accepted: 29 Oct 2025; Published regularly: 31 Oct 2025

Abstrak. Air yang digunakan dalam proses pengolahan di industri, khususnya pada pabrik kelapa sawit, harus memenuhi standar air bersih agar mendukung efektivitas proses seperti sterilisasi, pengolahan bahan, dan boiler. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis bahan kimia seperti alum, soda ash dan flokulan terhadap parameter air meliputi pH, total dissolved solids (TDS), klorida dan alkalinitas dalam proses penjernihan air. Metode yang digunakan yaitu eksperimen dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Adapun analisis data yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap (RAL). Proses penjernihan dilakukan menggunakan metode jar test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi bahan kimia memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap parameter yang diuji. Dosis terbaik dari penelitian ini adalah perlakuan dengan kombinasi 50 ppm alum, 50 ppm soda ash, dan 0,4 ppm flokulan yang mampu menghasilkan air dengan pH 6,3, TDS 68, klorida 11,05 dan alkali 34,6 dan flok yang menyatu sehingga sesuai standar penjernihan air. Dengan demikian, kombinasi dosis tersebut dapat dijadikan sebagai alternatif yang efektif dan optimal dalam unit pengolahan air untuk mendukung berbagai kebutuhan proses di industri kelapa sawit, seperti sterilisasi, pengolahan bahan baku, dan umpan boiler.

Kata Kunci: tes jar, penjernihan air, instalasi pengolahan air.

Abstract. Water used in industrial processing, especially in palm oil mills, must meet clean water standards to support the effectiveness of processes such as sterilization, material processing, and boilers. This study aims to determine the effect of chemical dosages such as alum, soda ash, and flocculant on water parameters including pH, total dissolved solids (TDS), chloride, and alkalinity in the water purification process. The method used is an experiment with 4 treatments and 3 replications. The data analysis used is a completely randomized design (CRD). The purification process was carried out using the jar test method. The results showed that the combination of chemicals had a very significant effect on the parameters tested. The best dosage from this study was a treatment with a combination of 50 ppm alum, 50 ppm soda ash, and 0.4 ppm flocculant which was able to produce water with a pH of 6.3, TDS 68, chloride 11.05 and alkali 34.6 and flocs that were united so that they met water purification standards. This study recommends this dosage combination as an alternative optimal dosage for water purification in the palm oil industry.

Keywords: jar test, water purification, water treatment plant.

This is an open access article under CC-BY-SA 4.0 license.



Copyright © 2025 The Author(s)

1. PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor strategis di Indonesia yang memerlukan pasokan air dalam jumlah besar dan berkualitas tinggi untuk menunjang proses produksi *crude palm oil* (CPO). Air digunakan pada berbagai tahap, mulai dari sterilisasi, pengolahan tandan buah segar (TBS), hingga pengolahan limbah. Pada pabrik kelapa sawit (PKS), penggunaan air meliputi 60-65% untuk umpan boiler, 20-24% untuk pengenceran proses, 5-10% untuk regenerasi *softener/demin plant*, dan sisanya untuk kebutuhan domestik (Syahputra, 2022). Kualitas air yang tidak sesuai standar dapat menyebabkan masalah seperti korosi, pembentukan kerak, dan penurunan efisiensi perpindahan panas pada peralatan (Pamungkas, 2024; Tarigan et al., 2023).

Sumber air baku di PKS umumnya berasal dari sungai, anak sungai, atau waduk yang masih mengandung kotoran, lumpur, dan mineral terlarut. Air tersebut perlu diolah melalui *water treatment plant* (WTP) dengan proses koagulasi-flokulasi dan sedimentasi menggunakan bahan kimia seperti alum, soda ash, dan flokulan agar memenuhi standar mutu. Pengolahan air dibedakan menjadi *external water treatment* untuk padatan tersuspensi dan *internal water treatment* untuk mengurangi ion terlarut (Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-}) serta gas terlarut (O_2 , CO_2 , H_2S) (Syahputra, 2022).

Perubahan cuaca menjadi salah satu permasalahan dalam pengolahan air PKS seperti fluktuasi kualitas air baku, terutama pada musim hujan yang meningkatkan kekeruhan dan memengaruhi pH. Kondisi ini menuntut penentuan dosis bahan kimia yang tepat agar parameter seperti pH, *total dissolved solids* (TDS), alkalinitas dan klorida memenuhi standar. Penelitian terdahulu seperti Haghiri et al. (2018) menunjukkan bahwa metode *jar test* efektif menentukan dosis optimum koagulan dan flokulan, namun sebagian besar fokus pada air permukaan umum, bukan pada air waduk PKS dengan kondisi musim hujan yang memiliki karakteristik berbeda, seperti tingkat kekeruhan tinggi dan variasi parameter kimia.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini memiliki kebaruan berupa analisis parameter pH, TDS, alkali dan klorida pada variasi dosis alum, soda ash, dan flokulan menggunakan metode *jar test* pada air waduk PKS pada musim hujan. Pendekatan ini diharapkan memberikan rekomendasi dosis yang efektif dan efisien untuk meningkatkan kualitas air sesuai standar industri kelapa sawit, sekaligus meminimalkan penggunaan bahan kimia dan biaya operasional.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret - Juni 2025. Lokasi ini dipilih karena memiliki sistem pengolahan air baku yang bersumber dari waduk dengan kapasitas 2.000 m³, yang digunakan untuk berbagai proses pabrik kelapa sawit seperti sterilisasi, pengolahan bahan baku, dan kebutuhan *boiler*. Tahap penelitian ini meliputi persiapan, pelaksanaan uji coba, pengukuran parameter kualitas air, dan analisis data. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi air baku dari waduk sebagai sampel utama, alum (*aluminium sulfate*) sebagai koagulan, soda ash untuk penyesuaian pH, dan flokulan sebagai bahan bantu penggumpalan partikel. Adapun bahan kimia analisis yaitu larutan metil *orange* untuk analisis alkali, larutan perak nitrat (AgNO₃) dan larutan kalium kromat (K₂CrO₄) untuk analisis klorida. Peralatan yang digunakan antara lain flocculator, *beaker glass* 500 mL, pH meter, TDS meter, timbangan, peralatan titrasi, dan akuades.

Rancangan penelitian yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap (RAL) dengan kombinasi dosis alum, soda ash dan flokulan sebagai perlakuan. Setiap kombinasi perlakuan diulangi tiga kali untuk mengurangi kesalahan percobaan dan meningkatkan akurasi data. Parameter yang diamati meliputi pH, *total dissolved solids* (TDS), alkalinitas dan kadar klorida.

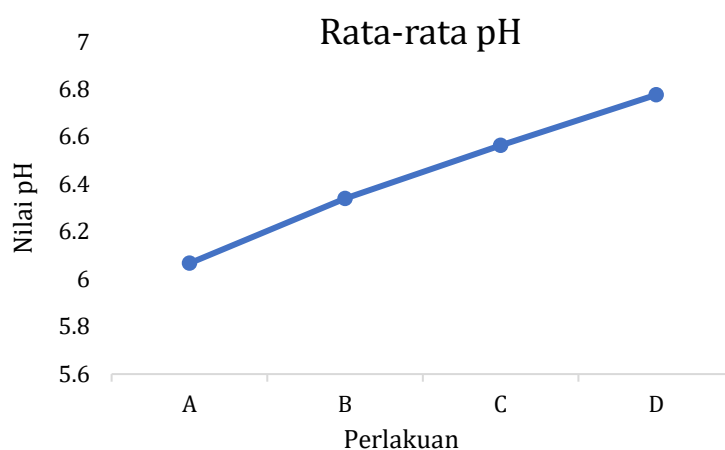
Prosedur penelitian diawali dengan pengambilan sampel air baku dari *raw water tank*. Sampel dimasukkan ke dalam empat *beaker glass* berkapasitas 500 mL. Dosis alum ditambahkan sesuai perlakuan, diikuti dengan pengadukan dengan kecepatan 100-120 rpm selama 1-2 menit. Selanjutnya, soda ash ditambahkan untuk menyesuaikan pH, lalu dilakukan pengadukan selama 1 menit. Kemudian masukan flokulan dengan kecepatan pengadukan 30-40 rpm selama 10 menit. Setelah itu, larutan diendapkan selama 10-15 menit hingga flok mengendap di dasar *beaker glass*, dan air di bagian atas diambil untuk dianalisis.

Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter yang dikalibrasi sebelum digunakan. TDS diukur menggunakan TDS meter. Alkalinitas diukur melalui titrasi dengan metil orange. Kadar klorida diukur menggunakan titrasi perak nitrat dan kalium kromat. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam atau sering disebut ANOVA.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh (Alum, Soda Ash, Flokulan) Terhadap pH

Berdasarkan [Gambar 1](#) hasil pengujian pengaruh alum, *soda ash* dan flokulan terhadap pH diperoleh adanya peningkatan disetiap perlakuan. Perlakuan A dan B menghasilkan pH rendah yaitu dengan rata-rata 6,06 dan 6,34. Hasil kedua perlakuan menunjukkan pH bersifat asam yang akan menyebabkan korosi pada peralatan logam, pipa, tangki, dan *boiler*. Sedangkan perlakuan C menghasilkan rata-rata (6,5) dan perlakuan D dengan hasil rata-rata (6,7) menghasilkan pH netral, maka terdapat keseimbangan asam dan basa, sehingga korosi pada logam dapat dicegah karena air tidak bersifat asam. Serta kerak (*scaling*) ataupun endapan tidak mudah terbentuk karena pH tidak terlalu basa yang bisa mengendapkan kalsium atau magnesium. Berdasarkan standar pH yang telah ditetapkan oleh perusahaan yaitu 6,50-7,5 menunjukkan bahwa pH air pada perlakuan A dan B belum memenuhi standar sedangkan pH perlakuan C dan D sudah memenuhi standar. Dosis yang lebih tinggi pada perlakuan C dan D cenderung menghasilkan nilai pH yang berada dalam standar optimal.



Gambar 1. Grafik Pengaruh Alum, *Soda Ash* dan Flokulan Terhadap pH

Keterangan :

A = alum 40 ppm, *soda ash* 40 ppm, flokulan 0,4 ppm

B = alum 50 ppm, *soda ash* 50 ppm, flokulan 0,4 ppm

C = alum 60 ppm, *soda ash* 60 ppm, flokulan 0,4 ppm

D = alum 70 ppm, *soda ash* 70 ppm, flokulan 0,4 ppm

Aluminium hidroksida ($\text{Al}(\text{OH})_3$) akan membentuk endapan sehingga ion H^+ akan terbentuk disetiap reaksinya, maka terjadi penurunan pH ([Syahputra, 2022](#)). Penurunan pH dapat dibantu dengan penambahan bahan kimia berupa *soda ash* karena sifat *soda ash* yang basa. Alum dan *soda ash* ketika dilarutkan dalam air akan pecah menjadi asam lemah yaitu asam karbonat (H_2CO_3) dan alkali kuat yaitu natrium hidroksida (NaOH) ([Syahputra, 2022](#)). Penggunaan flokulan untuk penjernihan air yaitu berfungsi untuk membantu penggumpalan atau flokulasi partikel-partikel, sehingga partikel tersebut dapat membentuk gumpalan (flok) yang lebih besar dan mudah dihilangkan dari air melalui proses sedimentasi atau penyaringan. Dari percobaan diatas flokulan memiliki dosis yang sama yaitu 0,4 ppm dikarenakan flokulan

tidak terlalu mempengaruhi pH. Hal ini sejalan dengan penelitian [Fajrin et al. \(2016\)](#), yang mengatakan bahwa polimer anionik (flokulan) tidak terlalu mempengaruhi pH.

Menurut [Nisa dan Aminudin \(2019\)](#), pH memiliki pengaruh terhadap proses pengolahan air, apabila pH air optimum dapat mempengaruhi efektifitas koagulasi dan flokulasi serta kualitas hasil akhir air baku. Kondisi pH yang tidak sesuai standar seperti pH rendah, maka dosis bahan kimia akan ditambah, sedangkan pH tinggi maka dihentikan pemakaian dosis bahan kimia yang tinggi dan dilakukan *blowdown*. Kombinasi bahan kimia yang digunakan mampu meningkatkan pH air secara bertahap. Untuk mengetahui apakah ketiga bahan tersebut memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pH air, maka dilakukan analisis sidik ragam sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Analisis Sidik Ragam pH

SK	DB	JK	KT	F _{hitung}	F _{Tabel}		Ket
					5%	1%	
Perlakuan	3	0,83	0,27	31,75	4,06	7,59	**
Galat	8	0,07	0,008				
Total	11	0,91					

Keterangan:

TN: Tidak Berbeda Nyata

*: Berbeda Nyata

** : Sangat Berbeda Nyata

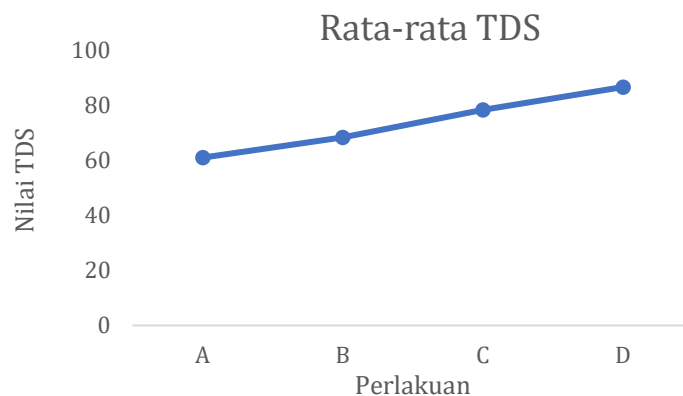
KK : 1,45%

Berdasarkan hasil sidik ragam pada [Tabel 1](#) diperoleh nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ 1% dan 5% yang menunjukkan pengaruh sangat nyata. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan yang diberikan sehingga dapat diketahui alum, *soda ash* dan flokulan memiliki dampak yang nyata terhadap kondisi keasaman atau kebasaaan air dalam proses penjernihan air. Untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan secara rinci maka dilakukan uji lanjut berupa uji beda nyata jujur (BNJ) pada taraf 5%, karena nilai KK sebesar 1,45%.

Berdasarkan uji BNJ menghasilkan perlakuan A menunjukkan hasil berbeda nyata dengan B, C, dan D. Sedangkan perlakuan B dan C menunjukkan hasil yang tidak berbeda signifikan. Hasil pengamatan dapat diketahui bahwa dosis yang sesuai dengan pH standar yaitu pada perlakuan C dengan dosis alum 60 ppm, *soda ash* 60 ppm, dan flokulan 0,4 ppm dengan hasil pH 6,5 sudah memenuhi standar pH perusahaan PT. XYZ dengan rentang 6,5-7,5.

Pengaruh (Alum, Soda Ash, Flokulan) Terhadap TDS

Pengujian TDS dilakukan setelah perlakuan penjernihan air dengan menggunakan empat kombinasi bahan kimia seperti alum, *soda ash* dan flokulan. Percobaan dilakukan dengan menggunakan metode *jar test* dengan dosis yang telah ditentukan. Terdapat 4 perlakuan dan 3 kali ulangan dalam penelitian ini sehingga memperoleh 12 kali percobaan. Adapun hasil yang diperoleh dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. Grafik Pengaruh (Alum, Soda Ash, Flokulan) Terhadap TDS

Keterangan:

A = alum 40 ppm, soda ash 40 ppm, flokulan 0,4 ppm

B = alum 50 ppm, soda ash 50 ppm, flokulan 0,4 ppm

C = alum 60 ppm, soda ash 60 ppm, flokulan 0,4 ppm

D = alum 70 ppm, soda ash 70 ppm, flokulan 0,4 ppm

Berdasarkan **Gambar 2** menunjukkan perubahan TDS (*Total Dissolved Solid*) setelah dilakukan perlakuan menggunakan kombinasi dosis bahan kimia, nilai TDS mengalami peningkatan setiap penambahan dosis. Perlakuan A menghasilkan TDS terendah yaitu 61 dan perlakuan D menghasilkan TDS tertinggi yaitu 86. Pemberian bahan kimia dengan dosis yang lebih tinggi memberikan pengaruh nyata terhadap kenaikan TDS, sehingga kombinasi bahan kimia perlu diatur dengan baik agar proses penjernihan tidak menyebabkan peningkatan TDS yang melebihi ambang batas standar kualitas air bersih. Penambahan kadar koagulan yang berlebihan dapat membentuk partikel koloid dalam larutan akibat adanya deflokulasi (pemisahan partikel) yang mengakibatkan kadar TDS naik ([Budiman et al., 2008](#); Nisa & Aminudin, 2019).

Tabel 2. Analisis Sidik Ragam TDS

K	DB	JK	KT	F _{Hitung}	F _{Tabel}		Ket
					5%	1%	
Perlakuan	3	1.138,92	379,63	54,23	4,06	7,59	**
Galat	8	56	7				
Total	11	1.194,92					

Keterangan :

TN : Tidak Berbeda Nyata

* : Berbeda Nyata

** : Sangat Berbeda Nyata

KK : 3,59%

Penambahan alum dan *soda ash* sebagai koagulan dapat membantu menstabilkan pH namun dapat meningkatkan padatan terlarut (TDS). Peningkatan disebabkan oleh *soda ash* dan alum digunakan sebagai pengatur pH untuk mempertahankan alkalinitas stabil yang dilarutkan dalam air dapat terpecahnya senyawa ionik (terdisosiasi) menjadi asam lemah seperti asam

karbonat dan alkali kuat natrium hidroksida. Alum bermuatan positif dapat mengikat partikel koloid negatif sehingga terjadi kenaikan TDS. *Soda ash* juga dapat larut dalam air sehingga dapat meningkatkan TDS (Syahputra, 2022). Untuk melihat pengaruh bahan kimia terhadap TDS dalam proses penjernihan air, maka dilakukan analisis sidik ragam sebagai berikut:

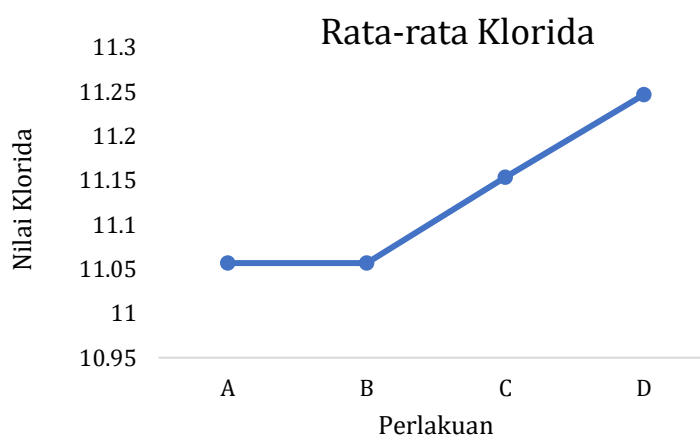
Berdasarkan hasil sidik ragam pada Tabel 2 menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ 1% dan 5% yang berarti adanya perbedaan yang sangat nyata. Hasil ini menunjukkan bahwa perbedaan dosis bahan kimia memiliki pengaruh signifikan terhadap TDS. Dengan demikian, penggunaan alum, *soda ash*, dan flokulan dapat menyebabkan variasi jumlah padatan terlarut dalam air hasil penjernihan. Untuk menentukan komposisi dosis yang baik maka dilakukan uji lanjut berupa uji BNJ pada signifikansi 5%.

Berdasarkan uji BNJ diketahui bahwa perlakuan A, B, C, D menunjukkan hasil yang berbeda signifikan, menunjukkan bahwa keempat perlakuan mempengaruhi kenaikan TDS. Perlakuan pertama menghasilkan nilai TDS yang paling rendah yaitu 61 pada perlakuan A, sedangkan nilai paling tinggi dengan nilai 86,66 pada perlakuan D. Hasil pengamatan dapat diketahui dosis yang sesuai dengan standar TDS perusahaan terdapat pada perlakuan A (61) dan B (68) sudah memenuhi standar TDS perusahaan yaitu <70 . Perlakuan C (78) dan D (86) dianggap tidak memenuhi dikarenakan sudah melebihi batas standar yang ditentukan. Meskipun TDS meningkat, nilai tersebut masih berada di bawah batas maksimum yang ditetapkan untuk air bersih yaitu 1000 mg/l (Kemenkes, 1990).

Nilai TDS yang rendah dapat mengurangi pembentukan kerak yang menandakan ion-ion terlarut sangat sedikit sehingga daya panas pada pipa sangat baik. Sedangkan TDS yang tinggi dapat menimbulkan kerusakan pada *boiler*, yang akan menimbulkan endapan pada pipa-pipa *boiler* sehingga dapat menyumbat *boiler* dan akan terjadi *overheating* (suhu berlebihan). Perlu dilakukan pengecekan secara berkala pada umpan air *boiler* dan melakukan *blowdown* secara teratur untuk menghilangkan TDS di dalam *boiler* (Tarigan et al., 2023).

Pengaruh (Alum, Soda Ash, Flokulan) Terhadap Klorida

Penambahan bahan kimia untuk proses koagulasi-flokulasi pada air baku akan dilakukan dengan metode *jar test* sebanyak 4 perlakuan dengan 3 kali ulangan sehingga terdapat 12 kali percobaan. Hasil yang diperoleh dari percobaan dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini:



Gambar 3. Pengaruh (Alum, Soda Ash, Flokulan) Terhadap Klorida.

Keterangan:

A = alum 40 ppm, soda ash 40 ppm, flokulan 0,4 ppm

B = alum 50 ppm, soda ash 50 ppm, flokulan 0,4 ppm

C = alum 60 ppm, soda ash 60 ppm, flokulan 0,4 ppm

D = alum 70 ppm, soda ash 70 ppm, flokulan 0,4 ppm

Berdasarkan [Gambar 3](#) grafik kadar klorida setiap perlakuan tidak terlihat adanya perbedaan secara signifikan, semua perlakuan memiliki potensi yang sama dalam mempengaruhi kadar klorida meskipun dosis kimia ditingkatkan. Perlakuan A dan B dengan rata-rata terendah yaitu 11,05. Sedangkan perlakuan D menghasilkan kadar klorida sebesar 11,24 yang merupakan hasil klorida tertinggi dari perlakuan lainnya. Semua perlakuan mengalami penurunan kadar klorida yang mana hasil awal sebelum dilakukan percobaan kadar klorida berada di angka 11,34.

Kandungan klorida sebelum diberikan bahan kimia lebih tinggi dibandingkan dengan sebelum diberikan bahan kimia disebabkan karena air sampel diambil dari (*raw water*) yang berasal dari sungai dan waduk secara langsung tanpa ada *treatment* sebelumnya. Menurut [Pamungkas \(2024\)](#), kandungan *chloride* pada *raw water* berasal dari sungai atau tanah mengandung *chloride* yang lebih tinggi. Kandungan klorida yang menurun disebabkan air sudah melalui proses pengolahan dengan menambahkan bahan kimia koagulan dan flokulan dan nantinya akan melalui proses lebih lanjut di instalasi air di WTP. Adanya penurunan ini karena adanya senyawa hasil reaksi antara koagulan dan zat dalam air yang melepaskan ion Cl^- .

Klorida (Cl^-) adalah senyawa yang terkandung dalam tanah yang terdapat dalam bentuk senyawa natrium klorida ($NaCl$), kalium klorida (KCl) dan kalsium klorida ($CaCl_2$). Kadar klorida dalam air tidak dapat dihilangkan sepenuhnya oleh proses koagulasi dan flokulasi, akan tetapi dapat mengalami perubahan akibat interaksi dengan bahan kimia yang digunakan. Kandungan klorida bisa rendah disebabkan oleh air sudah melalui proses pengolahan dengan menambahkan bahan kimia koagulan dan flokulan ([Pamungkas, 2024](#)). Untuk melihat pengaruh bahan kimia dalam proses penjernihan air, maka dilakukan analisis sidik ragam terhadap kadar klorida. Adapun hasil sidik ragam kadar klorida dalam air dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. Sidik Ragam Analisis Klorida

SK	DB	JK	KT	F _{hitung}	F _{Tabel}		Ket
					5%	1%	
Perlakuan	3	0,07	0,02	0,46	4,06	7,59	TN
Galat	8	0,42	0,05				
Total	11	0,50					

Keterangan:

TN : Tidak Berbeda Nyata

* : Berbeda Nyata

** : Sangat Berbeda Nyata

KK : 2,08%

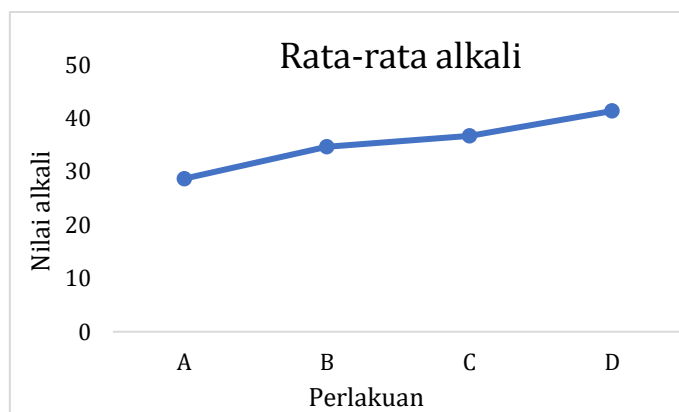
Berdasarkan [Tabel 3](#) hasil sidik ragam menyatakan $F_{hitung} < F_{tabel}$ 1% dan 5% menunjukkan bahwa tidak berpengaruh nyata. Hal tersebut menyatakan bahwa dosis bahan

kimia tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kadar klorida air baku. Parameter klorida yang ditetapkan perusahaan yaitu <300 mg/L yang berarti keempat perlakuan masuk dalam standar perusahaan. Kadar klorida dalam air masih diambang batas aman dan memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan oleh Keputusan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416 tahun 1990, yaitu 600 mg/L tentang persyaratan kualitas air bersih (Kemenkes, 1990). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan tidak adanya hasil yang berbeda nyata maka tidak dilakukan uji lanjut.

Kadar klorida yang terlalu tinggi dapat mempercepat korosi dan merusak sistem perpipaan. Korosi merupakan perubahan atau perusakan yang disebabkan oleh reaksi kimia. Menurut (Supriyadi, 2020), korosi akibat klorida pada baja karbon akan mengakibatkan penurunan logam (*deteriorasi*) yang membahayakan seperti *stress corrosion cracking (SCC)* merupakan retakan korosi akibat tegangan tarik dan lingkungan, *crevice corrosion* merupakan korosi yang terjadi di celah sempit antar dua besi atau logam, *pitting corrosion* merupakan korosi yang terjadi pada permukaan logam yang membentuk lubang kecil, *uniform corrosion* merupakan korosi yang terjadi secara seragam atau merata pada logam. Akibat adanya reaksi korosi, material akan mengalami perubahan sifat yang akan membuat kemampuan material akan berkurang.

Pengaruh (Alum, Soda ash, Flokulan) Terhadap Alkali

Penambahan bahan kimia alum, *soda ash*, flokulan sebagai koagulan-flokulan akan dilakukan menggunakan metode *jar test*. Pengujian akan dilakukan sebanyak 12 kali percobaan dengan kombinasi dosis bahan kimia yang berbeda. Hasil setelah percobaan dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. Pengaruh (Alum, Soda Ash, Flokulan) Terhadap Alkali.

Keterangan :

A = alum 40 ppm, soda ash 40 ppm, flokulan 0,4 ppm

B = alum 50 ppm, soda ash 50 ppm, flokulan 0,4 ppm

C = alum 60 ppm, soda ash 60 ppm, flokulan 0,4 ppm

D = alum 70 ppm, soda ash 70 ppm, flokulan 0,4 ppm

Berdasarkan Gambar 4 hasil pengukuran kadar alkalinitas terdapat peningkatan seiring peningkatan dosis bahan kimia. Kadar alkali terendah terdapat pada perlakuan rata-rata terendah yaitu 28,66. Sedangkan perlakuan D menghasilkan alkali tertinggi yaitu 41,3.

Diketahui alkali sebelum diberikan perlakuan yaitu 24. Peningkatan kadar alkali berkaitan dengan penambahan *soda ash* yang mengandung natrium karbonat (Na_2CO_3) yang berfungsi sebagai penambah alkalinitas.

Penambahan *soda ash* dapat menetralkan asam sehingga alkalinitas bisa naik. *Soda ash* menaikkan alkalinitas dengan menyediakan ion karbonat (CO_3^{2-}) sedangkan alum cenderung menurunkan alkalinitas akibat reaksi hidrolisis yang menghasilkan ion H^+ (Nisa & Aminudin, 2019). *Soda ash* memiliki peran besar dalam meningkatkan kapasitas penyangga air. Sedangkan flokulan bersifat netral terhadap alkalinitas. Alkalinitas yang cukup dibutuhkan untuk menjaga kestabilan pH air dan mengurangi fluktuasi selama proses produksi (Syahputra, 2022). Untuk melihat pengaruh bahan kimia dalam proses penjernihan air, maka dilakukan analisis sidik ragam alkali.

Berdasarkan hasil sidik ragam pada Tabel 4 diperoleh $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan sangat nyata. Artinya, perbedaan dosis bahan kimia memiliki pengaruh yang signifikan antar perlakuan yang diberikan terhadap alkali. Untuk mengetahui perlakuan yang menunjukkan perbedaan nyata, maka dilakukan uji lanjut. Diketahui nilai KK pada percobaan ini adalah sebesar 8,64%, maka dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT) dengan signifikansi 5%.

Uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan A (28,66) berbeda nyata dengan perlakuan B (34,66). Sedangkan perlakuan C (34,66) dan D (36,66) tidak berbeda nyata. Perlakuan A dan B menjadi pilihan dalam menentukan dosis karena hasil yang menunjukkan kadar alkali yang rendah dan memenuhi standar dari perusahaan yaitu < 35 . Apabila alkalinitas tinggi akan terjadi pembentukan kerak atau endapan kimia yang akan menyumbat pipa atau kerak pada filter atau sistem penukaran peralatan lainnya sehingga dapat mengganggu efisiensi pemanasan. Hasil analisis alkali disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4. Sidik Ragam Analisis Alkali

SK	DB	JK	KT	F_{Hitung}	F_{Tabel}		Ket
					5%	1%	
Perlakuan	3	248	82,66	8,85	4,06	7,59	**
Galat	8	74,66	9,33				
Total	11	322,66					

Keterangan:

TN : Tidak Berbeda Nyata

* : Berbeda Nyata

** : Sangat Berbeda Nyata

KK : 8,64%

Menjaga takaran bahan kimia alkalinity *booster* dan melakukan monitoring secara teratur sangat diperlukan sebagai bentuk pencegahan terjadinya *foaming* dan *carryover* yang dapat menimbulkan kerak dan karat pada *boiler* yang dapat mempengaruhi kualitas uap *boiler* yang dihasilkan (Siti, 2021). Alkalinitas adalah kapasitas air untuk menetralkan tambahan asam, tanpa menurunkan pH larutan. Alkalinitas merupakan *buffer* terhadap pengaruh

pengasaman (Sitanggang & Amanda, 2019). Oleh karena itu, alkalinitas air sangat diperhatikan untuk mengontrol potensi air untuk menimbulkan gangguan.

Penjernihan Air Dengan Jar test

Kebutuhan air tidak hanya untuk proses pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi minyak, tetapi juga untuk keperluan sterilisasi, pendinginan, pencucian dan sebagai air umpan boiler. Oleh karena itu, kualitas air yang digunakan harus memenuhi standar agar tidak mengganggu proses produksi maupun merusak peralatan pabrik. Maka dilakukan penjernihan air untuk menghilangkan kotoran, lumpur maupun zat-zat terlarut. Sumber utama air baku berasal dari waduk yang dibangun khusus untuk menampung air hujan dan aliran sungai yang memiliki kapasitas yang cukup untuk kebutuhan produksi maupun non produksi. Dikarenakan waduk bersifat terbuka air rentan untuk terkena pencemaran, sehingga proses penjernihan menjadi sangat penting (Silitonga et al., 2023).

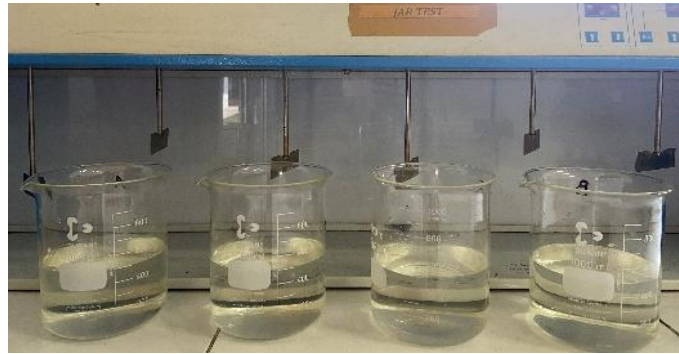
Penjernihan air berfungsi untuk menghilangkan kekeruhan dan zat pencemar agar air menjadi layak untuk digunakan bahkan dikonsumsi. Pencemaran air juga biasanya berasal dari lingkungan yang tercemar, seperti pencemaran limbah rumah tangga maupun limbah industri. Pencemaran yang harus diperhatikan untuk ketersediaan air yaitu bakteri patogen, kekeruhan, warna, rasa, bau maupun senyawa-senyawa organik yang terkandung dalam air (Rahman, 2023). Melalui proses penjernihan air, air akan diolah menjadi air yang bersih, jernih dan memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan oleh perusahaan. Penjernihan air memerlukan bahan kimia untuk proses koagulasi-flokulasi dan sedimentasi untuk memperoleh air yang jernih dan sesuai standar yang diinginkan.

Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alum, *soda ash*, dan flokulan. Alum ($Al_2(SO_4)_3$) berfungsi sebagai koagulan yang membantu menggumpalkan partikel halus dalam air namun alum bersifat asam sehingga dapat menurunkan pH. Maka ditambahkan *soda ash* (Na_2CO_3) yang bersifat basa untuk menaikkan pH dan menjaga alkalinitas. Flokulan berfungsi sebagai bahan pembentuk flok besar yang berfungsi untuk mempercepat pengendapan (Syahputra, 2022). Selanjutnya proses sedimentasi yaitu proses flok yang terbentuk akan mengendap ke dasar tangki sehingga menghasilkan air yang lebih jernih pada bagian tangki.

Metode *jar test* merupakan satu teknik percobaan proses koagulasi dan flokulasi dalam skala kecil sebelum diterapkan secara luas pada instalasi pengolahan air. Penggunaan metode *jar test* dilakukan untuk menentukan dosis optimum bahan kimia koagulan dan flokulan dalam proses pengolahan air yang bertujuan untuk mengendapkan partikel koloid dan kotoran tersuspensi (Syahputra, 2022). Sampel air berasal dari *raw water tank* akan dilakukan pengujian di laboratorium. Sebelum diberikan perlakuan bahan kimia parameter pH, TDS, alkali dan klorida akan diuji terlebih dahulu untuk dijadikan perbandingan sebelum dan sesudah diberikan perlakuan. Proses selanjutnya membuat larutan bahan kimia alum dengan konsentrasi 1%, *soda ash* 1% dan flokulan 0,02%. Berikut merupakan sampel air baku yang belum diberikan perlakuan (Gambar 5).

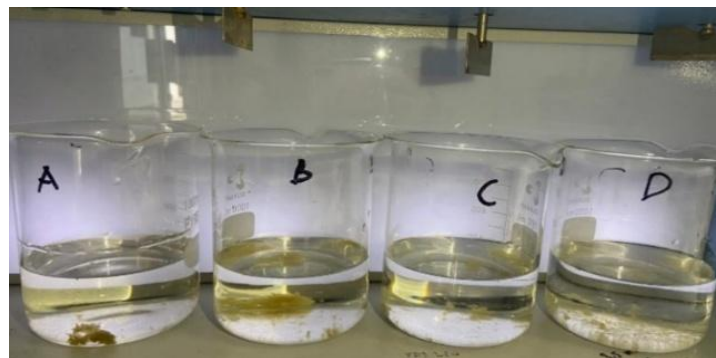
Proses *jar test* pertama kali ditambahkan alum sesuai dengan dosis yang ditentukan lalu tunggu selama 2-3 menit. Selanjutnya ditambahkan *soda ash* kemudian tunggu 4-5 menit. Kemudian tambahkan flokulan, tunggu hingga flok mengendap. Setelah flok mengendap,

lakukan pengujian pada parameter yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut merupakan hasil proses penjernihan menggunakan *jar test* (Gambar 6).



Gambar 5. Air Baku Sebelum Diberikan Perlakuan

Berdasarkan Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan adanya perubahan warna air yang awalnya keruh menjadi jernih dan terdapat endapan akibat proses koagulasi-flokulasi. Proses *jar test* menunjukkan hasil yang efektif, seluruh sampel air mengalami perubahan signifikan dari keruh menjadi jernih setelah penambahan bahan dengan dosis yang sesuai. Kejernihan air yang merata ada semua perlakuan menandakan bahwa proses koagulasi dan flokulasi berjalan dengan baik, membentuk flok yang mudah mengendap sehingga menghasilkan air bersih yang layak untuk proses selanjutnya. Hasil ini sejalan dengan pendapat Nisa dan Aminudin (2019), yang menjelaskan bahwa efektivitas *jar test* sangat dipengaruhi oleh jenis dan dosis koagulan yang tepat, serta waktu pengadukan dan pengendapan yang optimal.



Gambar 6. Air Baku Setelah Diberikan Perlakuan

Penurunan kekeruhan pada keempat perlakuan menunjukkan bahwa koagulasi-flokulasi bekerja dengan baik dalam percobaan ini. Kejernihan ini menjadi indikator keberhasilan proses penjernihan air yang dapat diaplikasikan dalam pengolahan air skala besar. Keempat sampel memiliki tingkat kejernihan yang hampir sama hanya saja hasil flok-flok yang mengendap terlihat berbeda. Hasil sampel pertama menunjukkan hasil flok yang bagus dengan gumpalan paling besar dan menyatu. Sedangkan hasil flok yang kecil-kecil dan tidak menyatu berada di sampel terakhir.

Penggunaan bahan kimia dalam proses penjernihan air memiliki peran penting terhadap efisiensi biaya operasional di pabrik kelapa sawit. Apabila dosis yang digunakan berlebihan maka akan terjadi peningkatan kandungan zat terlarut dalam air dan akan

menambah biaya pengeluaran perusahaan untuk pembelian bahan kimia. Sedangkan, dosis yang terlalu sedikit juga akan mempengaruhi proses penjernihan menjadi tidak optimal dan air tidak memenuhi standar kualitas. Diketahui bahwa kombinasi dosis terbaik alum 50 ppm, *soda ash* 50 ppm dan flokulan 0,4 ppm pada perlakuan B.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dosis yang diberikan secara langsung mempengaruhi nilai pH, TDS, alkali dan klorida pada air hasil penjernihan. Peningkatan bahan kimia menunjukkan meningkatnya pH, TDS, dan alkali secara bertahap. Sedangkan kadar klorida memperoleh hasil yang stabil di setiap perlakuan. Kombinasi dosis terbaik yang paling mendekati standar perusahaan adalah dosis alum 50 ppm, *soda ash* 50 ppm dan flokulan 0,4 ppm pada perlakuan (B). Dosis ini menghasilkan pH 6,3, TDS 68, klorida 11,05 dan alkali 34,66. Dengan standar perusahaan yaitu pH 6,5-7,5, TDS <70, klorida <300 dan alkali <35. Penggunaan dosis yang tepat tidak hanya meningkatkan kualitas air, tetapi juga dapat mengurangi biaya operasional dan mencegah kerusakan pada sistem *boiler* akibat kerak ataupun korosi. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi terhadap optimalisasi pengolahan air di industri kelapa sawit.

5. DAFTAR PUSTAKA

- 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. <https://doi.org/10.33508/wt.v7i1.1258>
- Fajrin, J., Pathurahman, P., & Pratama, L. G. (2016). Aplikasi Metode Analysis of Variance (Anova) untuk Mengkaji Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Mortar. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 12(1), 11–24. <https://doi.org/10.25077/jrs.12.1.11-24.2016>
- Haghiri, S., Daghighi, A., & Moharramzadeh, S. (2018). Optimum coagulant forecasting by modeling jar test experiments using ANNs. *Drinking Water Engineering and Science*, 11(1), 1–8. <https://doi.org/10.5194/dwes-11-1-2018>
- Kementerian Kesehatan. (1990). *Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air*. Permenkes No. 416 Tahun 1990.
- Nisa, N. I. F., & Aminudin, A. (2019). Pengaruh Penambahan Dosis Koagulan Terhadap Parameter Kualitas Air dengan Metode Jarrest. *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)*, 3(2), 61–67. <https://doi.org/10.30595/jrst.v3i2.4500>
- Pamungkas, A. (2024). *Analisis Efektivitas Water Treatment Plant (WTP) terhadap Kualitas Air Boiler* [Undergraduate thesis, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta]. Repository Institut Pertanian Stiper Yogyakarta.
- Rahman, A. (2023). *Pengaruh Faktor Penambahan Bahan Chemical terhadap Penjernihan Air Eksternal dengan Aplikasi Microsoft Excel di Pmks PT. Beurata Subur Persada* [Undergraduate thesis, Universitas Islam Sumatera Utara]. Institutional Repository Universitas Islam Sumatera Utara. <https://repository.uisu.ac.id/handle/123456789/2379>

- Silitonga, Y. (2023). *Analisa Efektifitas Proses Pengolahan Air Umpan Boiler di Pabrik Kelapa Sawit* [Undergraduate thesis, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta]. Repository Institut Pertanian Stiper Yogyakarta.
- Sitanggang, L. P., & Amanda, L. (2019). Analisa Kualitas Air Alkalinitas dan Kesadahan (Hardness) pada Pembesaran Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*) di Laboratorium Animal Health Service binaan PT. Central Proteina Prima Tbk. Medan. *TAPIAN NAULI: Jurnal Penelitian Terapan Perikanan dan Kelautan*, 1(1), 29–35.
- Siti, S. (2021). *Uji kualitas air boiler pada proses pengolahan tandan buah segar di pabrik kelapa sawit* [Undergraduate thesis, Universitas Jambi]. Repository Universitas Jambi.
- Supriyadi, S. (2020). Pengaruh Konsentrasi Klorida terhadap Laju Korosi Internal Pipa Baja Api 5L Grade Menggunakan Metode Pengukuran Metal Loss dengan Ultrasonic. *Simetris*, 14(1), 43–47. <https://doi.org/10.33319/piltek.v4i2.43>
- Syahputra, A., Utama, D. W., & Harahap, U. N. (2022). Efektivitas Pemberian Koagulan Dan Flokulan Terhadap Proses Penjernihan Air Di Pabrik Kelapa Sawit Pt. Palmaris Raya Mandailing Natal. *MeSTERI Journal*, 1(1), 54–61.
- Tarigan, M. R., Supriyanto, G., & Hermantoro. (2023). Analisis kualitas air dan pemakaian air pada water tube boiler di Pabrik Kelapa Sawit. *AGROFORETECH*, 1(1), 663–671.