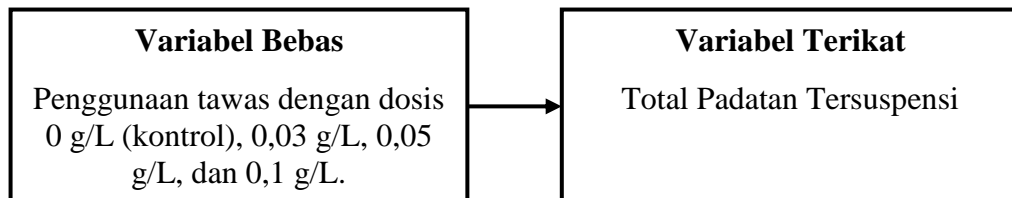


BAB III

METODE PENELITIAN

A. Kerangka Konsep



Gambar 3. 1 Kerangka Konsep Penelitian

B. Hipotesis Penelitian

1. Terdapat efektivitas penggunaan tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ terhadap penurunan kadar Total Padatan Tersuspensi (*Total Suspended Solid*) pada limbah cair industri tahu setelah perlakuan.
2. Terdapat dosis efektif penggunaan tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ terhadap penurunan kadar Total Padatan Tersuspensi (*Total Suspended Solid*) pada limbah cair industri tahu.

C. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Menurut Sugiyono (2019), variabel bebas merupakan variabel yang memiliki pengaruh atau menjadi penyebab dari perubahan atau munculnya variabel dependen (terikat). Dalam konteks penelitian ini, variabel bebas adalah dosis tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Variabel bebas ini merupakan faktor yang dapat diubah atau dimanipulasi oleh peneliti dalam eksperimen untuk mengevaluasi dampaknya terhadap variabel terikat. Dalam eksperimen ini,

dosis tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dibagi menjadi beberapa tingkat, yaitu dosis 0 g/L (kontrol), 0,03 g/L, 0,05 g/L, dan 0,1 g/L.

2. Variabel Terikat

Sugiyono (2019) menjelaskan bahwa variabel terikat merupakan variabel yang terpengaruh atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas. Dalam konteks penelitian ini, variabel terikat adalah penurunan kadar Total Padatan Tersuspensi (*Total Suspended Solid*) dalam limbah cair industri tahu.

D. Definisi Operasional

Tabel 3. 1
Definisi Operasional

Variabel Penelitian	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Skala	Hasil Ukur
Variabel Bebas					
Dosis Tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	Dosis tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ adalah jumlah tawas yang ditambahkan ke dalam volume air tertentu sebagai bagian dari proses penjernihan. Dosis serbuk tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dapat diatur sesuai dengan kebutuhan dan efektivitas	Ditimbang sesuai dengan dosis yang telah ditentukan	Neraca analitik dengan ketelitian 0,01 gram	Nominal	Dosis tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$: 1. 0 g/L (kontrol) 2. 0,03 g/L, 3. 0,05 g/L, dan 0,1 g/L.

yang diinginkan dalam menurunkan kadar pencemar pada air limbah industri.

Variabel Terikat

Total Padatan Tersuspensi (<i>Total Suspended Solid</i>) pada limbah cair industri tahu	Kadar <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) merupakan bahan-bahan tersuspensi yang memiliki diameter >1 μm tertahan pada saringan milipore dengan diameter pori 0,45 μm . TSS berperan dalam membatasi penetrasi cahaya yang diperlukan untuk fotosintesis serta visibilitas di dalam perairan (Afridon & Irfan, 2023).	Uji laboratorium di UPTD Laboratorium Kabupaten Ciamis	Menggunakan metode gravimetri sesuai SNI 6989.3:2019	Rasio	Nilai TSS pada limbah cair industri tahu
---	--	--	--	-------	--

E. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *true experimental* dengan *posttest-only control group design*. Dalam desain ini, terdapat dua kelompok penelitian yang

dipilih secara *random*, yaitu kelompok yang diberi perlakuan (eksperimen) dan kelompok tidak diberi perlakuan (kontrol). Desain *Post-test only control group* digunakan untuk mengukur efek perlakuan pada kelompok eksperimen dengan membandingkannya dengan kelompok kontrol (Sugiyono dan Puspanhahi, M. E., 2020). Metode ini digunakan untuk menilai efektivitas penggunaan tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dalam menurunkan kadar pencemar *Total Suspended Solid* (TSS) pada limbah cair industri tahu.

F. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Menurut Sugiyono (2019), populasi merujuk pada wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek atau subyek yang memiliki jumlah dan karakteristik khusus yang telah ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari, dan kemudian ditarik kesimpulannya dari hasil penelitian tersebut. Populasi dalam penelitian ini adalah limbah cair yang dihasilkan oleh industri tahu X di Kecamatan Baregbeg, Kabupaten Ciamis.

2. Sampel

Menurut Sugiyono (2019), dalam penelitian kuantitatif sampel merupakan bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. Limbah cair dari industri pembuatan tahu digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini, karena pabrik tahu X belum dilengkapi dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan limbahnya dibuang langsung ke sungai dengan kadar TSS yang melebihi baku mutu air limbah. Sampel ini kemudian dijernihkan menggunakan tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ untuk menurunkan

kadar TSS, sampel limbah cair tahu yang diambil adalah sebanyak 24 liter. Perlakuan dalam penelitian mencakup pemberian tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dengan dosis 0,03 g/L, 0,05 g/L, dan 0,1 g/L pada masing-masing sampel. Sebagai kontrol, satu sampel tidak diberi perlakuan tambahan dengan dosis tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ sebesar 0 g/L.

Pemilihan dosis tersebut didasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Rahma, C dan Rahminiani C. (2021), dimana penambahan tawas sebanyak 0,03 g/L mampu menurunkan TSS sekitar 65,47%, sedangkan penambahan tawas 0,05 g/L menghasilkan penurunan TSS sekitar 73,68%. Oleh karena itu, dosis 0,03 g/L dan 0,05 g/L digunakan. Selain itu, dalam pra-eksperimen yang dilakukan peneliti menggunakan dosis 0,1 g/L tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, sehingga dosis tersebut juga digunakan.

Perlakuan penggunaan tawas dengan berbagai dosis dilakukan tiga kali pada setiap variasi dosis dalam setiap pengulangan dan satu kelompok kontrol. Jumlah pengulangan ditentukan melalui perhitungan menggunakan rumus Federer sebagai berikut:

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

Keterangan:

t (*treatment*) = Banyaknya perlakuan

r (*replication*) = Banyaknya pengulangan

15 = Konstanta (bilangan tetap)

Perhitungan:

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

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

$$3r - 3 \geq 15$$

$$3r \geq 18$$

$$r \geq 6$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, jumlah pengulangan untuk setiap dosis minimal dilakukan sebanyak 6 kali. Oleh karena itu, jumlah sampel dalam penelitian ini adalah $3 \times 6 = 18$ sampel perlakuan, ditambah dengan 6 sampel kontrol. Secara keseluruhan, maka total jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebanyak 24 sampel.

Penempatan seluruh wadah sampel sesuai dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dalam penelitian yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 2
Layout Penelitian

A1	B1	C1	K1
A2	B2	C2	K2
A3	B3	C3	K3
A4	B4	C4	K4
A5	B5	C5	K5
A6	B6	C6	K6

Keterangan:

A = Perlakuan dosis 0,1 g/L	2 = Pengulangan ke-2
B = Perlakuan dosis 0,05 g/L	3 = Pengulangan ke-3
C = Perlakuan dosis 0,03 g/L	4 = Pengulangan ke-4
K = Kelompok Kontrol	5 = Pengulangan ke-5
1 = Pengulangan ke-1	6 = Pengulangan ke-6

G. Teknik Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data primer pada penelitian ini adalah variabel kadar Total Padatan Tersuspensi (*Total Suspended Solid*) dalam limbah cair industri tahu. Data tersebut diperoleh melalui proses pengukuran menggunakan metode gravimetri, sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam SNI 6989.3:2019.

2. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari hasil pemantauan kualitas air limbah yang dilakukan oleh UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Perumahan Rakyat, Kawasan Permukiman, dan Lingkungan Hidup Kabupaten Ciamis pada bulan Januari 2024. Selain itu, data juga diambil dari survei awal yang dilakukan oleh peneliti pada bulan Mei 2024, serta dari studi literatur yang relevan.

H. Instrumen Penelitian

1. Alat Penelitian

- a. Gravimetri, untuk menentukan kuantitas TSS dalam limbah cair.
- b. Gelas ukur, untuk mengukur volume sampel limbah cair tahu secara akurat dalam laboratorium.
- c. Corong, untuk memindahkan limbah cair tahu ke dalam wadah dengan lubang kecil untuk menghindari tumpahan.
- d. Penyaring vakum, untuk mempercepat proses penyaringan dengan menarik cairan melalui saringan menggunakan tekanan negatif.

- e. Penjepit, untuk menjepit cawan atau alat lain yang panas atau risiko jika dipegang langsung.
- f. Cawan petri, tempat untuk menyimpan sampel hasil penyaringan untuk keperluan observasi atau analisis lanjutan.
- g. Pipet volume 25 mL, untuk mengambil volume cairan dengan presisi tinggi.
- h. Cawan porselen, untuk memanaskan sampel pada suhu tinggi selama proses analisis gravimetri.
- i. Oven, untuk mengeringkan sampel padat setelah pemisahan, sehingga beratnya dapat diukur dengan akurat dalam analisis gravimetri pada suhu 103°C sampai dengan 105°C.
- j. Desikator yang berisi silika gel, untuk menjaga sampel padat tetap kering dan bebas dari kelembaban setelah dikeringkan di oven sebelum dilakukan penimbangan.
- k. Neraca analitik keterbacaan 0,1 mg, untuk menimbang sampel dengan presisi tinggi, penting dalam menentukan berat TSS dan menentukan dosis tawas secara akurat.
- l. Batang pengaduk, untuk mencampur larutan tawas dengan sampel limbah cair tahu sehingga distribusi bahan kimia merata dan reaksi koagulasi lebih efektif.
- m. Spektrofotometer, untuk mengukur absorbansi atau transmitansi sampel cair, membantu dalam menganalisis konsentrasi total padatan tersuspensi dalam limbah cair tahu setelah proses penjernihan.

- n. Wadah, untuk mencampur larutan tawas dengan sampel limbah cair selama proses perlakuan.
- o. Gelas takar, untuk mengukur volume larutan tawas dan sampel limbah cair tahu secara akurat, dengan memastikan proporsi yang tepat untuk proses pengolahan.

2. Bahan Penelitian

- a. Sampel air limbah industri tahu X Kecamatan Baregbeg, Kabupaten Ciamis, sebagai bahan utama penelitian untuk menguji efektivitas koagulan tawas dalam menurunkan kadar total padatan tersuspensi.
- b. Tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, digunakan sebagai koagulan kimia dalam proses penjernihan air, untuk menggumpalkan partikel tersuspensi sehingga dapat menurunkan kadar total padatan tersuspensi pada limbah cair tahu.
- c. *Aquadest*, digunakan sebagai pelarut dalam proses pengenceran tawas.
- d. Kertas saring, digunakan untuk menyaring partikel-partikel padat yang tersuspensi dalam air.

I. Prosedur Penelitian

1. Tahap Pra Penelitian

- a. Melakukan survei awal ke Dinas Perumahan Rakyat, Kawasan Permukiman dan Lingkungan Hidup dan UPTD Laboratorium Lingkungan Kabupaten Ciamis untuk memperoleh data mengenai pemantauan kualitas air limbah dari industri tahu.
- b. Melaksanakan studi literatur dengan mengumpulkan bahan pustaka yang relevan dengan topik penelitian ini sebagai bahan referensi.

- c. Melakukan survei awal ke industri tahu bertujuan untuk memastikan bahwa variabel yang diambil dapat dijadikan sebagai komponen penelitian.
- d. Mengambil sampel air limbah dari pabrik tahu di Desa Saguling, Kecamatan Baregbeg, Kabupaten Ciamis dengan cara menampung sampel menggunakan jerigen dari pembuangan pertama. Volume sampel limbah cair tahu yang diambil sebanyak 24 liter.

2. Tahap Pelaksanaan Penelitian

- a. Analisis Parameter *Total Suspended Solid* (TSS) Sebelum Perlakuan

Di UPTD Laboratorium Lingkungan Kabupaten Ciamis, analisis *Total Suspended Solids* (TSS) dilakukan sesuai dengan SNI 6989.3:2019 melalui serangkaian langkah yang terstruktur dan teliti. Berikut adalah prosedur tentang bagaimana proses analisis TSS dilakukan di laboratorium tersebut sesuai dengan standar yang berlaku:

- 1) Lakukan penyaringan dengan peralatan penyaring, basahi media penyaring dengan sedikit *aquadest*.
- 2) Aduk contoh uji yang akan diuji hingga homogen lalu takar dengan menggunakan gelas ukur 100 mL, kemudian masukan ke dalam media penyaring dan nyalakan sistem vakum.
- 3) Bilas media penyaring menggunakan *aquadest* 10 mL sebanyak 3 kali, kemudian dilanjutkan penyaringan hingga tiris.
- 4) Pindahkan media penyaring secara hati-hati dari peralatan penyaring ke dalam cawan petri menggunakan pinset.

- 5) Cawan petri yang berisi kertas saring dikeringkan ke dalam oven pada kisaran suhu 103°C sampai dengan 105°C selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit, setelah dingin ditimbang menggunakan media penyangga gelas beker 50 mL pada neraca analitik dengan keterbacaan 0,1 mg.
- 6) Ulangi langkah tersebut hingga memperoleh berat yang tetap (catat sebagai W_1). Hitung TSS sesuai dengan rumus pada SNI 6989.3:2019.

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(W_1 - W_0) \times 1000}{V}$$

Keterangan:

W_0 = Berat media penyaring awal (mg)

W_1 = Berat media penyaring akhir (mg)

V = Volume contoh uji (mL)

1000 = Konversi mililiter ke liter

b. Penjernihan Air

Tahap penjernihan air dengan menggunakan perlakuan tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ melibatkan beberapa langkah sebagai berikut:

- 1) Siapkan 3 buah wadah.
- 2) Gunakan neraca analitik untuk menimbang koagulan tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ sesuai dengan dosis yang telah ditentukan.
- 3) Masukkan sampel ke dalam masing-masing wadah sebanyak 1 liter.

- 4) Tambahkan tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ke dalam masing-masing wadah yang berisi sampel dengan dosis masing-masing 0,03 g/L, 0,05 g/L, dan 0,1 g/L.
 - 5) Setelah tawas ditambahkan ke dalam sampel, aduk secara merata.
 - 6) Setelah proses pengadukan, diamkan hingga mengendap selama 1 jam.
 - 7) Setelah didiamkan hingga mengendap, air jernih dipisahkan dari endapan atau lumpur yang terbentuk di bagian bawah. Proses ini dilakukan dengan cara penyaringan.
 - 8) Selanjutnya, setelah air jernih berhasil dipisahkan, sampel dibawa ke UPTD Laboratorium Lingkungan Kabupaten Ciamis untuk dilakukan pemeriksaan kadar *Total Suspended Solids* (TSS) setelah perlakuan menggunakan tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.
- c. Analisis Parameter *Total Suspended Solid* (TSS) Setelah Perlakuan
- 1) Lakukan penyaringan dengan peralatan penyaring, basahi media penyaring dengan sedikit *aquadest*.
 - 2) Aduk contoh uji yang akan diuji hingga homogen lalu takar dengan menggunakan gelas ukur 100 mL, kemudian masukan ke dalam media penyaring dan nyalakan sistem vakum.
 - 3) Bilas media penyaring menggunakan *aquadest* 10 mL sebanyak 3 kali, kemudian dilanjutkan penyaringan hingga tiris.
 - 4) Pindahkan media penyaring secara hati-hati dari peralatan penyaring ke dalam cawan petri menggunakan pinset.

- 5) Cawan petri yang berisi kertas saring dikeringkan ke dalam oven pada kisaran suhu 103°C sampai dengan 105°C selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit, setelah dingin ditimbang menggunakan media penyangga gelas beker 50 mL pada neraca analitik dengan keterbacaan 0,1 mg.
- 6) Ulangi langkah tersebut hingga memperoleh berat yang tetap (catat sebagai W_1). Hitung TSS sesuai dengan rumus pada SNI 6989.3:2019.

3. Tahap Akhir Penelitian

Setelah melakukan pengukuran *Total Suspended Solid* (TSS), langkah berikutnya yaitu melakukan pengolahan dan analisis data yang telah diperoleh dari pengukuran tersebut. Setelah dianalisis, selanjutnya adalah melakukan penyusunan laporan berdasarkan hasil analisis tersebut.

J. Pengolahan dan Analisis Data

1. Pengolahan Data

a. *Editing*

Editing data melibatkan proses pemeriksaan dan memperbaiki data yang dikumpulkan untuk memastikan konsistensi dan kelengkapan. Pemeriksaan data tersebut dilakukan pada lembar observasi yang mencakup informasi mengenai koagulan tawas $Al_2(SO_4)_3$ dan hasil pengukuran parameter TSS pada sampel limbah cair industri tahu.

b. *Coding*

Coding merupakan tahap di mana data mentah diubah menjadi format yang dapat dianalisis. Proses ini biasanya melibatkan pemberian kode numerik atau simbol untuk jawaban atau observasi tertentu sehingga data dapat diinput ke dalam sistem komputer untuk analisis lebih lanjut. Dalam penelitian ini, *coding* hanya dilakukan pada variabel bebas, yaitu:

- 1 = Kontrol atau tanpa perlakuan dosis tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 0 g/L.
- 2 = Koagulan tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dosis 0,03 g/L.
- 3 = Koagulan tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dosis 0,05 g/L.
- 4 = Koagulan tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dosis 0,1 g/L.

c. *Entry*

Data *entry* merupakan proses memasukkan data yang telah melalui tahap *editing* dan *coding* ke dalam perangkat lunak komputer atau basis data untuk analisis statistik dengan menggunakan program SPSS yaitu memasukkan data hasil pengukuran parameter TSS pada sampel limbah cair industri tahu.

d. *Cleaning*

Data *cleaning* merupakan proses mengidentifikasi dan memperbaiki, atau penghapusan data yang salah, duplikat, atau tidak relevan dari dataset. Semua data hasil pengukuran yang telah dimasukkan perlu diperiksa kembali untuk menemukan beberapa kemungkinan adanya kesalahan kode, ketidaklengkapan, dan

sebagainya. Selanjutnya dilakukan perbaikan atau koreksi sesuai kebutuhan (Notoatmodjo, 2010). Tahap ini sangat penting untuk memastikan kualitas data dan keakuratan analisis.

2. Analisis Data

Analisis data dilakukan secara kuantitatif dengan tujuan untuk menentukan perbedaan yang signifikan dalam nilai Total Padatan Tersuspensi (*Total Suspended Solid*) sebelum dan sesudah penggunaan tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Penelitian ini menggunakan dua jenis statistik, yaitu deskriptif dan inferensial.

a. Analisis Deskriptif

Menurut Sugiyono (2019), statistik deskriptif adalah metode statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul apa adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi. Rata-rata kadar *Total Suspended Solid* (TSS) sebelum penambahan tawas memberikan informasi penting tentang konsentrasi awal padatan tersuspensi dalam air limbah tahu sebelum dilakukan pengolahan, dengan menghitung rata-rata TSS sebelum perlakuan dapat menjadi pembanding dengan rata-rata TSS setelah penambahan tawas untuk membantu menilai efektivitas koagulan tawas dalam mengurangi kandungan padatan tersuspensi dalam air limbah tahu.

b. Analisis Inferensial

Setelah analisis statistik deskriptif dilakukan, langkah berikutnya yaitu melakukan analisis inferensial. Menurut Sugiyono (2019), statistik inferensial merupakan teknik statistik yang digunakan untuk menguji hipotesis penelitian, yaitu apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dalam hal penurunan kadar pencemar pada limbah cair industri tahu.

Terdapat dua metode yang umum digunakan dalam menguji hipotesis, yaitu metode parametrik dan non-parametrik. Oleh karena itu, penting untuk melakukan uji normalitas data guna memastikan apakah variabel independen dan dependen berdistribusi normal. Uji normalitas ini umumnya dilakukan dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk*, karena metode ini secara spesifik sesuai untuk sampel data yang relatif kecil (biasanya kurang dari 50 sampel).

Tabel 3. 3
Hasil Uji Normalitas

	Dosis Tawas	<i>Shapiro-Wilk</i>
		<i>p value</i>
Penurunan Kadar TSS Limbah Cair Tahu	Dosis 0 g/L	0,369
	Dosis 0,03 g/L	0,024
	Dosis 0,05 g/L	0,567
	Dosis 0,1 g/L	0,743

Tabel 3.2 menunjukkan bahwa data penurunan kadar TSS pada limbah cair tahu dengan dosis 0 g/L (kelompok kontrol), 0,05 g/L, dan 0,1 g/L data berdistribusi normal dengan *p-value* > 0,05. Sedangkan, pada dosis 0,03 g/L data tidak berdistribusi normal karena *p-value* ≤ 0,05. Karena penurunan kadar TSS pada limbah cair tahu dengan dosis

0,03 g/L tidak berdistribusi normal, maka untuk menentukan apakah terdapat efektivitas dan dosis efektif penggunaan tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ terhadap penurunan kadar Total Padatan Tersuspensi (*Total Suspended Solid*) pada limbah cair tahu menggunakan uji *Kruskal-Wallis* dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*. Dengan pengambilan keputusan untuk uji hipotesis adalah sebagai berikut:

- 1) Jika $p\text{-value} > 0,05$, artinya tidak terdapat dosis efektif penggunaan tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ terhadap penurunan kadar Total Padatan Tersuspensi (*Total Suspended Solid*) pada limbah cair industri tahu.
- 2) Jika $p\text{-value} \leq 0,05$, artinya terdapat efektivitas penggunaan tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ terhadap penurunan kadar Total Padatan Tersuspensi (*Total Suspended Solid*) pada limbah cair industri tahu setelah perlakuan.