

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumah Makan/Restoran

Saat ini, rumah makan merupakan usaha yang berkembang pesat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan kebutuhan masyarakat, baik untuk memenuhi kebutuhan, untuk sarana hiburan maupun sebagai sarana bisnis. Peningkatan usaha rumah makan menimbulkan pencemaran lingkungan akibat kontaminan yang berasal dari air limbah, dimana pada umumnya rumah makan tidak melakukan pengolahan sendiri sebelum membuang air limbah [2]. Apabila kondisi ini terus berlanjut tanpa pengolahan air limbah dan dibuang terus menerus ke lingkungan maka mikroorganisme akan berkembang biak secara berlebihan. Hal ini dapat menyebabkan proses dekomposisi air limbah tidak maksimal, sehingga mengurangi kualitas lingkungan [11].

Sumber limbah cair rumah makan berasal dari operasional rumah makan, dimulai dari proses memasak, termasuk grading dan pembersihan bahan, proses pengolahan makanan, dan proses pembersihan peralatan masak dan makan [12]. Polutan utama dalam limbah cair rumah makan adalah karbohidrat, protein, lemak dan minyak. Semakin banyak jenis makanan yang dijual rumah makan, maka semakin banyak juga jumlah dan jenis limbahnya. Pada umumnya limbah rumah makan memiliki kandungan kadar COD dan TSS yang tinggi. Oleh karena itu, air limbah rumah makan harus diolah dan dikelola secara sederhana dan tepat [13].

2.2 Air Limbah Domestik

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik [14], air limbah adalah air sisa dari suatu hasil usaha dan/atau kegiatan dan air limbah domestik adalah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air. Kegiatan yang dapat menghasilkan air limbah antara lain rumah tangga, usaha dagang, perkantoran, industri, dan tempat umum lainnya. Air limbah biasanya

mengandung zat yang dapat membahayakan kesehatan dan mengganggu kelestarian lingkungan [15]. Berdasarkan sumbernya, berikut karakteristik limbah cair [16]:

1. Karakteristik Fisik

Bagian air limbah terdiri dari air dan zat tersuspensi. Air limbah cenderung keruh dan berbau. Hal ini dikarenakan air limbah mengandung minyak dan lemak, sisa makanan, dan deterjen dari bekas peralatan makanan yang dicuci.

2. Karakteristik Kimia

Secara kimiawi, air limbah rumah makan banyak mengandung zat organik dari proses pencucian alat, seperti kandungan minyak dan lemak.

3. Karakteristik Biologi

Air limbah yang tidak diolah mengandung mikroorganisme berbahaya yang dapat menyebabkan masalah kesehatan masyarakat dan lingkungan hidup, diantaranya:

1. Sebagai media transmisi atau penyebaran berbagai penyakit terutama kolera dan disentri.
2. Sebagai media tempat berkembangnya mikroorganisme patogen.
3. Sebagai sumber pencemaran udara.
4. Sebagai sumber pencemaran air.

Karakteristik air limbah sangat bervariasi tergantung pada sumbernya, faktor waktu, dan metode pengambilan sampel [17]. Berikut merupakan data baku mutu air limbah domestik menurut PermenLHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik:

Tabel 2.1 Standar baku mutu air limbah domestik [14]

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/l	30
COD	mg/l	100
TSS	mg/l	30
Minyak dan Lemak	mg/l	5
Amoniak	mg/l	10
Total Coliform	Jumlah/100 ml	3000

2.3 Parameter Limbah Cair

Berbagai parameter yang digunakan untuk menganalisis pengukuran kualitas limbah menurut PermenLHK No. 68 Tahun 2016 adalah sebagai berikut:

2.3.1 pH (Derajat Keasaman)

pH adalah parameter yang digunakan untuk menentukan keasaman atau kebasaan suatu larutan, yang dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen terlarut. Pada instalasi pengolahan air buangan secara biologi, pH harus dikontrol agar berada dalam kisaran yang sesuai untuk organisme tertentu yang digunakan. Baku mutu pH berkisar pada 6 - 9. Hal ini tidak berarti bahwa perubahan pH yang terjadi kisaran tersebut sama sekali tidak terpengaruh oleh organisme atau lingkungan sekitar [18].

Mengukur pH adalah suatu keharusan dalam pengolahan air limbah. Karena pH menunjukkan konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan, semakin tinggi nilai pH, semakin rendah konsentrasi ion hidrogen, yang berarti larutan menjadi basa. Sebaliknya, semakin rendah pH semakin asam larutan tersebut [19].

2.3.2 Biochemical Oxygen Demand

Biochemical Oxygen Demand (BOD) adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan organik [20]. Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, melainkan hanya mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mendekomposisi bahan organik tersebut [21]. BOD dapat mencerminkan tingkat pencemaran suatu badan air oleh kandungan limbah organik, semakin tinggi nilai BOD berarti semakin besar tingkat pencemaran.

2.3.3 Chemical Oxygen Demand

Chemical Oxygen Demand adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh senyawa kimia untuk menguraikan bahan organik dalam air [22]. Adanya COD di lingkungan dapat mempengaruhi keadaan lingkungan, diantaranya dapat mengakibatkan kematian biota laut akibat berkurangnya ketersediaan konsentrasi oksigen terlarut dan semakin susah untuk mendapatkan air sungai yang memenuhi kriteria sebagai bahan baku air minum [23]. COD dapat disebut juga kebutuhan oksigen kimia berada di

dalam air sehingga dapat teroksidasi melalui reaksi kimia [24]. Kadar COD dalam limbah cair rumah makan dapat melebihi 100 mg/l atau sekitar 2-3 kali lebih tinggi dari air limbah pemukiman [11].

2.3.4 *Total Suspended Solid*

Total Suspended Solid (TSS) adalah ukuran jumlah dan padatan tersuspensi dalam badan air. Jumlah TSS menunjukkan keadaan sedimentasi dalam air [25]. TSS mempengaruhi tingkat kekeruhan warna air limbah, dimana semakin keruh warna air limbah, semakin tinggi nilai kandungan TSS didalamnya. Menurut Sugiharto [26], padatan pada air limbah terdiri dari padatan tak terlarut atau tersuspensi serta padatan terlarut.

2.3.5 *Total N*

Nitrat menunjukkan hasil akhir degradasi bahan organik (nitrogen). Nitrat dapat berasal dari limbah domestik, sisa pupuk pertanian, atau dari nitrit yang mengalami proses nitrifikasi. Nitrat pada limbah menunjukkan jumlah dari senyawa nitrogen organik yang mengalami oksidasi sehingga dapat menimbulkan eutrofikasi yang menyebabkan pencemaran [27].

2.3.6 *Minyak dan Lemak*

Proses pengolahan makanan banyak menghasilkan minyak dan lemak. Pembuangan kadar minyak juga berasal dari proses pencucian alat masak dan alat makan. Hal ini dapat menyebabkan pencemaran badan air dan mengganggu kehidupan biota air [28].

2.4 *Pengolahan Limbah Cair*

Pencemaran air dapat menyebabkan rendahnya tingkat kesehatan manusia di lingkungan itu sendiri. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan air limbah yang tepat dan terstruktur baik dalam penyaluran maupun pengolahan [21]. Proses pengolahan limbah cair dapat diolah dengan menggunakan teknik secara fisika, kimia, biologi, dan kombinasi ketiganya [29].

2.4.1 Pengolahan secara Fisika

Pengolahan ini merupakan pengolahan di tahap awal, dimana sampah-sampah atau padatan tersuspensi yang berukuran besar dapat disisihkan terlebih dahulu. Beberapa metode secara fisika antara lain [30]:

1. Penyaringan (*screening*)

Penyaringan merupakan tahap awal pada proses pengolahan air limbah. Proses ini bertujuan untuk memisahkan sampah-sampah besar yang dapat mengganggu proses pengolahan [31].

2. Proses flotasi

Flotasi atau sering disebut pengapungan merupakan proses pemisahan berdasarkan konsep massa jenis padatan dan air. Penggunaan unit flotasi dilakukan jika massa jenis partikel lebih kecil dibandingkan dengan massa jenis air sehingga cenderung mengapung, dimana dalam proses ini perlu di tambahkan gaya ke atas dengan memasukan udara ke dalam air [31].

3. Proses filtrasi

Filtrasi merupakan bagian unit pengolahan utama yang digunakan dalam pengolahan air limbah. Pada perancangan filter dan kinerjanya, harus didasarkan pada pemahaman variabel atau karakteristik limbah yang diolah [20].

4. Proses adsorpsi

Proses adsorpsi menggunakan adsorben yang berguna untuk memisahkan senyawa pencemar dalam limbah cair. Proses adsorpsi merupakan proses pengumpulan senyawa kimia pada permukaan adsorben padat [32].

2.4.2 Pengolahan secara Biologi

Proses pengolahan air limbah dengan aktivitas mikroorganisme biasa disebut dengan proses biologi. Menurut Metcalf & Eddy [33], prinsip pengolahan biologi dibagi menjadi dua kategori yaitu proses biologi dengan reaktor pertumbuhan tersuspensi yang metode pengolahannya dengan mikroorganisme yang digunakan dibiakkan secara tersuspensi di dalam suatu reaktor, dan proses biologi dengan reaktor

pertumbuhan melekat, dimana mikroorganisme yang digunakan dibiakkan pada suatu media sehingga mikroorganisme tersebut melekat pada permukaan media. Proses ini disebut juga dengan proses biofilm [34].

Pengolahan air limbah secara biologi dapat dilakukan pada kondisi aerobik (dengan udara), anaerobik (tanpa udara) atau kombinasi. Proses biologi secara aerobik biasanya digunakan untuk mengolah air limbah dengan beban BOD yang rendah, sedangkan proses biologi anaerobik digunakan untuk beban BOD yang tinggi [35].

2.4.3 Pengolahan secara Kimia

Pengolahan limbah cair secara kimia merupakan bagian yang penting dalam proses pengolahan. Bahkan di dalam proses fisika dan biologi pun di dalamnya sering terjadi proses kimia secara bersamaan. Untuk kandungan COD yang tinggi pada limbah, dapat dilakukan secara kimia. Pengolahan kimia dapat menetralkan limbah asam dan basa, meningkatkan pemisahan lumpur, memisahkan padatan yang tidak larut, mengurangi konsentrasi minyak dan lemak, dan meningkatkan efisiensi peralatan flotasi, dan filter, yang digunakan untuk mengoksidasi warna dan racun [31]. Proses pengolahan secara kimia perlu penambahan bahan kimia tertentu sesuai dengan kadar yang diperlukan.

1. Koagulasi

Koagulasi merupakan proses penambahan koagulan ke dalam air baku dengan kecepatan pengadukan yang tinggi dan dalam waktu yang singkat. Koagulan adalah bahan kimia yang dibutuhkan untuk membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil. Koagulasi merupakan proses destabilisasi pada pengolahan air sehingga terjadi pembentukan flok-flok dengan cara penambahan zat koagulan, sehingga dapat diendapkan [19].

2. Flokulasi

Flokulasi merupakan proses pembentukan flok akibat proses destabilisasi pada proses koagulasi. Tujuan dilakukan flokulasi pada air limbah selain lanjutan dari proses koagulasi adalah:

- a. Penyisihan padatan tersuspensi;
- b. Meningkatkan efisiensi penyisihan pada *secondary clarifier* dan proses lumpur aktif; dan
- c. Sebagai *pre-treatment* untuk proses pembentukan *secondary effluent* dalam filtrasi [36].

2.5 Spektroskopi Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Spektroskopi Fourier Transform Infra Red (FTIR) adalah metode spektroskopi inframerah yang mencakup transformasi *Fourier* untuk mendeteksi dan menganalisis hasil spektrumnya. Pada dasarnya Spektroskopi FTIR adalah sama dengan spektroskopi IR dispersi, tetapi pengembangan pada sistem optiknya sebelum berkas sinar inframerah melewati sampel [37]. Spektroskopi secara otomatis membaca sejumlah radiasi yang melewati sampel dengan rentang frekuensi tertentu dan merekam pada kertas berapa persen radiasi yang ditransmisikan. Radiasi yang diserap oleh molekul muncul sebagai pita pada spektrum. Spektrum inframerah yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas energi, panjang gelombang (μm) atau bilangan gelombang (cm^{-1}) [38].

FTIR digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dan senyawa yang terdapat pada biokoagulan. Analisis gugus fungsi suatu sampel dilakukan dengan membandingkan pita absorpsi yang terbentuk pada spektrum inframerah menggunakan tabel korelasi dan menggunakan spektrum senyawa pembanding (yang sudah diketahui).

Tabel 2.2 Frekuensi regangan inframerah untuk beberapa jenis ikatan [39]

Jenis Ikatan	Gugus	Golongan Senyawa	Kisaran frekuensi (cm^{-1})
Ikatan tunggal dengan hidrogen	C–H	Alkana	2300 – 3000
	=C–H	Alkena dan senyawa aromatik	3030 – 3140
	$\equiv\text{C}$ –H	Alkuna	3300
	O–H	Alkohol dan fenol	3500 – 3700 (bebas)

Jenis Ikatan	Gugus	Golongan Senyawa	Kisaran frekuensi (cm^{-1})
			3200 – 3500 (berikatan H)
		Asam karboksilat	2500 – 3000
	N–H	Amina	3200 – 3600
Ikatan rangkap	C=C	Alkena	1600 – 2100
	C=O	Aldehid, keton, ester, asam karboksilat	1640 – 1780
Ikatan rangkap tiga	C $\equiv$ C	Alkuna	2100 – 2260
	C $\equiv$ N	Nitril	2200 – 2400

2.6 Jar Test

Jar test atau uji jar merupakan metode standar yang digunakan untuk menguji proses koagulasi dengan menganalisis kinerja koagulan yang digunakan untuk mendapatkan dosis optimum [40]. Metode pengujian koagulasi dan flokulasi dengan cara *jar test* ditetapkan dalam SNI 19-6449-2000 [36]. *Jar test* memberikan data yang mengenai kondisi optimum untuk parameter–parameter proses seperti:

1. Dosis koagulan;
2. pH;
3. Metode pembubuhan beberapa bahan kimia secara bersamaan;
4. Kepekatan larutan;
5. Waktu dan intensitas pengadukan; dan
6. Waktu pengendapan.

2.7 Koagulan Alami (Biokoagulan)

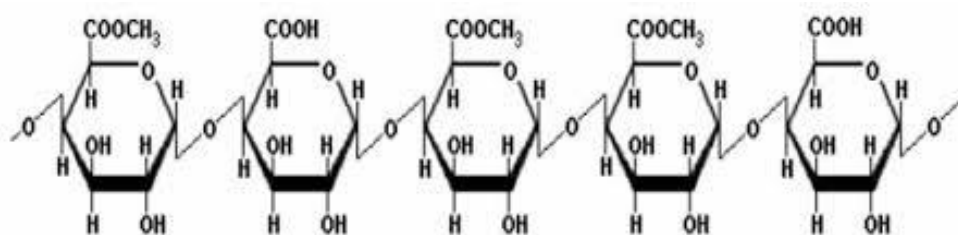
Penggunaan koagulan bahan alami dilakukan semaksimal mungkin untuk meminimalisir penggunaan koagulan sintetis yang menimbulkan efek samping saat penggunaannya. Menggunakan koagulan alam lebih murah dibandingkan dengan koagulan sintetis yang biasa digunakan untuk penjernihan air [5].



Gambar 2.1 Lidah buaya (*Aloe vera* L.)

Sumber: *bp-guide.id*

Lidah buaya termasuk tanaman golongan *Liliaceae* [9] dan merupakan salah satu koagulan alami atau sering disebut dengan biokoagulan. Lidah buaya mengandung karbohidrat kompleks dan gula yang dapat mengikat partikel di dalam air, sehingga dapat mengurangi kekeruhan. Pernyataan tersebut diperkuat karena lidah buaya mengandung *mucilago* yang terdapat polisakarida utama, yaitu asam poligalakturonat. Kandungan asam poligalakturonat mirip dengan tumbuhan kaktus yang mengandung *mucilago*, yang telah terbukti dalam penjernihan [6]. Analisis pada peneliti terdahulu yaitu Hamman [41] menunjukkan bahwa asam poligalakturonat pada kandungan *mucilago* dapat mengurangi tingkat pencemaran pada air limbah. Dapat dilihat pada gambar di bawah ini struktur molekul asam poligalakturonat:



Gambar 2.2 Struktur molekul asam poligalakturonat [42]

2.8 Analisis Data Statistik

Statistika adalah studi tentang bagaimana data direncanakan, dikumpulkan, dianalisis, ditafsirkan, dan disajikan. Statistik banyak diterapkan dalam program SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) [43]. Analisis data bertujuan untuk

menjawab rumusan masalah dan menguji hipotesis penelitian. jenis hipotesis penelitian adalah deskriptif (satu atau lebih hipotesis variabel independen), komparatif (perbandingan dua atau lebih sampel) dan asosiatif (hubungan antara dua atau lebih variabel), dimana dalam hipotesis komparatif meliputi sampel yang independen dan berkorelasi [44]. Interpretasi hasil analisis nantinya digunakan sebagai landasan dalam pengambilan keputusan hipotesis dan penarikan kesimpulan.

2.8.1 Teori Hipotesis

Data penelitian dianalisis dengan menggunakan suatu analisis tertentu dengan tujuan apakah ada dan seberapa besar pengaruh/asosiasi/perbedaan signifikan data yang dianalisis. Untuk menjawab analisis tersebut diperlukan penyusunan hipotesis. Hipotesis adalah jawaban sementara atas kesimpulan empiris tentang parameter populasi. Sebuah hipotesis dinyatakan sebagai pernyataan yang secara eksplisit atau implisit satu variabel dengan variabel lain. Hipotesis yang benar selalu memenuhi dua persyaratan, yakni menggambarkan hubungan antar variabel dan memberikan petunjuk tentang cara menguji hubungan [45].

Ada dua hipotesis dalam pengujian ini, yaitu hipotesis nol (h_0) dan hipotesis alternatif (h_1), dimana hipotesis nol (h_0) digunakan sebagai dasar pengujian statistic. Ada dua tipe kesalahan yang mungkin dilakukan, yaitu tipe I dan tipe II. Kesalahan tipe I terjadi jika menolak hipotesis nol (h_0) dengan syarat h_1 benar. Di sisi lain, kesalahan tipe II jika menerima hipotesis nol (h_0) dengan syarat h_1 salah. h_0 perlu diuji terhadap h_1 untuk membuat keputusan tentatif tentang perbedaan, dimana h_0 merupakan pernyataan yang diterima jika h_1 ditolak dan sebaliknya [46].

2.8.2 Uji Normalitas

Uji Normalitas adalah pengujian yang dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi apakah sebaran data dalam suatu kelompok data atau variabel berdistribusi normal atau tidak. Salah satu uji normalitas adalah *Kolmogorov Smirnov* [47]. Pada uji *Kolmogorov Smirnov* dilihat dari nilai Sig (signifikansi). Nilai signifikansi kurang dari 0,05 bermakna bahwa data terdistribusi tidak normal, sedangkan jika nilai

signifikansi lebih dari 0,05 dapat dinyatakan bahwa data berdistribusi normal dan h_0 dapat diterima [48].

2.8.3 Uji Linearitas

Uji linearitas dilakukan dengan mencari persamaan garis regresi dari variabel bebas x ke variabel terikat y [47]. Secara umum uji linearitas bertujuan untuk mengetahui hubungan antar dua variabel yang linear signifikan atau tidak. Berikut dasar pengambilan keputusan uji linearitas [49]:

1. Membandingkan nilai signifikansi (*Sig.*): Jika nilai *Sig.* $> 0,05$, maka terdapat hubungan yang linear signifikan antara variabel bebas dengan variabel terikat, dan sebaliknya jika nilainya $< 0,05$, maka tidak ada hubungan yang linear signifikan.
2. Membandingkan nilai F hitung dengan F tabel: Jika F hitung $< F$ tabel, maka terdapat hubungan yang linear secara signifikansi antara variabel bebas dengan variabel terikat, dan sebaliknya jika F hitung $> F$ tabel, maka tidak ada hubungan yang linear.

2.8.4 Uji Korelasi

Uji korelasi bertujuan untuk mengetahui hubungan antar variabel. Persyaratan pengujian data pada uji korelasi adalah berdistribusi normal, artinya data yang diperoleh memiliki distribusi normal. Selanjutnya adanya hubungan linear antar variabel [50]. Uji korelasi memiliki nilai koefisien korelasi. Koefisien korelasi merupakan angka yang mewakili kekuatan hubungan antara dua variabel atau lebih, atau dapat digunakan untuk penentuan arah kedua variabel. Nilai korelasi yang didapat dapat bersifat positif dan negatif. Hal ini terlihat dari nilai koefisien korelasi hasil analisis, dimana jika bernilai positif maka hubungan yang terbentuk antar variabel bersifat positif, begitu juga sebaliknya [51].

Hubungan positif dan negatif tersebut diartikan dengan perbandingan lurus atau tidak. Dalam hubungan positif salah satu variabel mengalami perubahan, maka variabel lain mengalami perubahan juga. Sementara sebaliknya jika hubungannya negatif, maka

tidak pengaruh antar variabel. Untuk kategori hubungan atau korelasi atau koefisien antar variabel dapat dilihat berdasarkan pembagian pada Tabel 2.3 di bawah ini:

Tabel 2.3 Korelasi koefisien antar variabel [52]

No.	Koefisien Korelasi	Kategori Hubungan
1	0,00 – 0,20	Sangat Lemah
2	0,21 – 0,40	Lemah
3	0,41 – 0,70	Kuat
4	0,71 – 0,90	Sangat Kuat
5	0,91 – 0,99	Kuat Sekali
6	1,00	Sempurna

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu bertujuan untuk mendapatkan bahan perbandingan, sebagai acuan, dan untuk menghindari anggapan kesamaan dengan penelitian ini. Maka dalam kajian pustaka ini peneliti mencantumkan hasil-hasil penelitian terdahulu sebagai berikut:

Tabel 2.4 Penelitian terdahulu

No.	Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1	Mujariah, Paulus Hengky Abram dan Minarni Rama Jura	2016	Penggunaan Gel Lidah Buaya (<i>Aloe vera L.</i>) sebagai Koagulan Alami dalam Penjernihan Air Sumur di Desa Sausu Tambu, Kecamatan Sausu	Nilai”kekeruhan air turun dari 18 NTU menjadi 5 NTU sedangkan kesadahan turun dari 314,28 mg/l menjadi 114,77 mg/l. Untuk warna turun dari 187 TCU menjadi 58,67 TCU diperoleh pada perbandingan optimum 0,5 ml dalam 500 mL air sampel. pH awal air yaitu 6,9 menjadi 5,5.

No.	Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
2	Tiara Prabandaru	2018	Efektivitas Lidah Buaya sebagai Koagulan Alami untuk Penjernihan Air Limbah Rumah Tangga	Variasi konsentrasi lidah buaya yang paling efektif untuk penjernihan air limbah rumah tangga yaitu 0,6 ml/l sebesar 71,39%.
3	Dara Puspitasari, Adhi Setiawan, dan Tanti Utami Dewi	2018	Penggunaan Lidah Buaya sebagai Biokoagulan di Industri Minyak	Konsentrasi optimal biokoagulan lidah buaya untuk mereduksi TSS, kekeruhan, dan COD pada sampel air limbah minyak adalah 60 ml dengan efisiensi removal sebesar 45,29%, 79,51%, dan 77,51%.
4	Aprilia Maharani, Arif Rakhmad Prambudi, Kartika Udyani	2020	Pengolahan Air Sumur Di Daerah Simolawang Menggunakan Metode Koagulasi Menggunakan Lidah Buaya (<i>Aloe vera L.</i>)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase penurunan kekeruhan tertinggi pada koagulan dengan dosis 1,6 % (80 ml) dengan persen <i>removal</i> sebesar 74,56 %.