# JOICHE

Journal of Industrial Process and Chemical Engineering

Jurnal homepage : ejurnal.itats.ac.id/JOICHE


# Pengolahan Limbah Cair Industri Pewarna Makanan Secara Koagulasi dan Adsorpsi


Kartika Udyani*, Fitria Nanda Febrianti, dan Fendi Fradana

*Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Jl. Arif Rahman Hakim No. 100 Surabaya, Indonesia*



**INFORMASI ARTIKEL**

**Halaman:**
7 - 12

**Tanggal penyerahan:**

**15 Januari 2023**

**Tanggal diterima:**

**30 Mei 2023**

**Tanggal terbit:**

**30 Juni 2023**



**EMAIL**

kudyani@itats.ac.id

*corresponding author



***ABSTRACT***

*The liquid waste produced by the food coloring industry contains quite dense colors, so it needs to be processed before being discharged into the environment. The study aims to determine the effect of aloe vera coagulant doses on removal, to determine the effect of activated carbon on color removal. Liquid waste is waste or residue from an activity or business that is in liquid form and contains various kinds of materials that can pose a hazard to water if disposed of immediately. The research method consisted of making aloe vera solution followed by coagulation using aloe vera solution and adsorption of color waste using activated carbon. The results showed that the addition that produced the highest color removal in the coagulation process was 1.2% coagulant dose. The mass of activated carbon which produced the highest removal was 62.5% with a removal of 95%.*



***Keywords** : Aloevera, activated carbon , coagulation, adsorption, removal*



**ABSTRAK**

Limbah cair yang dihasilkan industri pewarna makanan mengandung warna yang cukup pekat sehingga perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis koagulan lidah buaya terhadap removal, untuk mengetahui pengaruh karbon aktif terhadap removal warna. Limbah cair merupakan buangan atau sisa dari suatu kegiatan atau usaha yang berbentuk cair serta mengandung berbagai macam bahan yang dapat menimbulkan bahaya terhadap air jika langsung dibuang. Metode penelitian terdiri dari pembuatan larutan lidah buaya (*Aloevera*) dilanjutkan dengan koagulasi menggunakan larutan lidah buaya dan adsorbsi limbah warna menggunakan karbon aktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan yang menghasilkan removal warna tertinggi pada proses koagulasi adalah dosis koagulan 1,2%. Massa karbon aktif yang menghasilkan removal tertinggi adalah 62,5% dengan removal sebesar 95%.



**Kata kunci:** lidah buaya, karbon aktif , koagulasi, adsorpsi, removal

## PENDAHULUAN

Industri pewarna makanan meghasilkan buangan berupa limbah cair yang mengandung warna sesuai proses produksi yang sedang berlangsung. Air limbah merupakan salah satu masalah dalam pengendalian dampak lingkungan karena memberikan dampak terhadap lingkungan yang disebabkan oleh karakteristik fisik maupun karakteristik kimianya. Air buangan yang dihasilkan dari kegiatan industri pewarna makanan dan minuman besar terdiri dari zat-zat organi dan anorganic yang tidak berbahaya. Akan tetapi apabila air limbah dibuang ke lingkungan secara langsung,akan mengganggu kehidupan di perairan penerima limbah karena limbah tersebut mempunyai zat padat terlarut, zat padat tersuspensi, COD dan BOD yang cukup tinggi. Oleh karena itu diperlukan langkah penanganan terhadap limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan atau digunakan kembali sebagai air pendukung aktivitas industri. Beberapa proses pengolahan limbah cair antara lain proses kimia, fisika dan biologi. Proses kimia yang dilakukan pada pengolahan limbah cair meliputi netralisasi dan koagulasi. Netralisasi merupakan proses penetralan limbah cair. Apabila limbah bersifat asam maka ditambahkan basa sedangkan untuk limbah yang bersifat basa ditambahkan asam. Koagulasi adalah proses penambahan bahan kimia ke dalam air limbah mengurangi daya penolakan partikel dalam air limbah. Dengan penambahan bahan kimia sebagai koagulan partikel pengotor dalam air limbah akan menggumpal dan mengendap. Adapun pengolahan limbah secara fisika dilakukan dengan pengendapan, penyaringan dan penyerapan. Penyerapan atau adsorpsi merupakan proses pemisahan molekul-molekul gas atau cair yang diserap oleh padatan dan terjadi secara langsung. Dalam proses ini terdapat 2 komponen yakni zat yang menyerap (adsorben) dan zat yang diserap (adsorbat). Metode lain yang dapat digunakan dalam pengolahan limbah yaitu metode gabungan koagulasi dan adsorpsi. Hasil dari penggabungan dua metode diharapkan bisa menyelesaikan permasalaahan limbah industry.

Beberapa penelitian tentang penggunaan koakulasi dan adsorpsi pada pengolahan limbah cair antara lain pengolahan limbah pewarna sintetis menggunakan adsorben karbon aktif[1], penggunaan lidah buaya untuk menjernihkan air sumur[2]. Lidah buaya juga digunakan sebagai koagulan alami pada proses penurunan kekeruhan pada sumur di daerah Banyuasin[3]. Adsorpsi warna sky blue menggunakan adsorben karbon aktif dari pelepah pisang[4]. Arang aktif dari limbah pertanian mempu menyerap warna dalam limbah cair[5].

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan limbah cair industry pewarna makanan menggunakan metode gabungan koagulasi dan adsorpsi. Koagulan yang digunakan adalah lidah buaya dengan adsorben yang digunakan pada proses adsorpsi adalah karbon aktif. Berdasarkan penelusuran pustaka penelitian ini belum pernah dilakukan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Limbah Cair

Limbah cair merupakan buangan atau sisa dari suatu kegiatan atau usaha yang berbentuk cair serta mengandung berbagai macam bahan yang dapat menimbulkan bahaya terhadap air jika langsung dibuang. Sebelum melakukan pembuangan lebih baik diolah terlebih dahulu sehingga segala macam kandungan yang berbahaya dalam limbah cair tersebut dapat diminimalisir agar dapat sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan. Limbah cair industri yang akan dibuang harus dilakukan pengolahan sesuai baku mutu limbah minuman. Peraturan yang akan digunakan adalah Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.

### Koagulasi

Koagulasi merupakan proses terjadinya penggumpalan dari partikel-partikel koloid dalam suatu larutan dengan cara penambahan senyawa kimia yang disebut sebagai koagulan. Dengan demikian partikel-partikel koloid akan membentuk endapan dan memiliki sifat netral. Pada proses ini menyebabkan destabilisasi (mentidakstabilkan partikel koloid) terhadap larutan sehingga partikel koloid secara tidak langsung akan berkumpul dan menjadi sangat besar.

**Adsorpsi**

Adsorpsi merupakan proses pemisahan molekul-molekul gas atau cair yang diserap oleh padatan dan terjadi secara langsung. Dalam proses ini terdapat 2 komponen yakni zat yang menyerap (adsorben) dan zat yang diserap (adsorbat). Adsorben merupakan suatu padatan yang mempunyai kemampuan untuk menyerap fluida ke dalam bagian permukaan sedangkan adsorbat dapat berupa zat pelembab maupun zat warna. Adsorpsi merupakan suatau fenomena yang melibatkan interaksi antar molekul baik cairan maupun gas. Hal ini terjadi akibat adanya gaya tarik oleh atom atau permukaan yang ditutupi oleh molekul. Kapasitas adsorpsi dari karbon aktif tergantung pada jenis pori dan jumlah permukaan yang mungkin dapat digunakan
untuk mengadsorpsi.

***Aloevera***

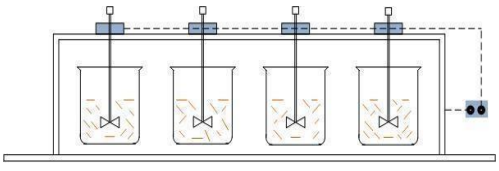
Pada penelitian ini lidah buaya dipilih sebagai koagulan, karena lidah buaya merupakan tanaman yang mudah tumbuh sehingga jika dibudidayakan dalam skala besar juga tidak akan sulit. Lidah buaya memiliki banyak keuntungan yakni digunakan sebagai bahan baku minuman selain itu lidah buaya juga tidak bersifat
beracun. Penggunaan lidah buaya sebagai koagulan alami merupakan pengganti koagulan bahan sintetik atau kimia. Penggunaan lidah buaya sebagai koagulan sangat mudah didapatkan dibandingkan dengan koagulan bahan sintetis atau kimia. Terdapat kandungan karbohidrat komples dan gula yang berfungsi sebagai pengikat partikel padatan dalam air, ini terjadi disebabkan karena adanya kandungan *mucilage* atau suatu gel yang dapat mengurangi kadar kekeruhan pada air sehingga menjadi jernih dan dapat diterapkan pada proses pemurnian air. Pada tanaman lidah buaya memiliki kandungan *mucilage* atau gel yang mengandung asam poligarakturonat yang sudah terbukti dapat meninimalisir tingkat kekeruhan pada air.[2]

**Karbon Aktif**

Karbon aktif adalah suatu padatan yang memiliki pori didalamnya mengandung karbon sekitar 85% - 95%. Karbon aktif dapat dihasilkan dari beberapa bahan yang mengandung karbon yaitu dengan cara dipanaskan pada suhu yang tinggi sehingga pori-pori yang terdapat pada karbon aktif tersebut dapat dijadikan sebagai adsorben. Dalam hal ini proses aktivasi dilakukan agar daya adsorpsi semakin meningkat, dalam proses aktivasi ini terjadi penghilangan hidrogen, gas serta air yang berasal dari permukaan karbon sehingga pada permukaannya terlihat perubahan fisik. Selain terjadinya penghilangan hidrogen, gas-gas serta air pada permukaan karbon pada proses ini juga menghasilkan bentuk pori baru akibat dari adanya pengikisan atom karbon melalui pemanasan. Kemampuan adsorpsi karbon aktif dipengaruhi oleh luas permukaan aktifnya, jika permukaan pori adsorben semakin luas maka semakin besar pula daya adsorpsinya. Pada hal ini dapat disimpulkan bahwa karbon aktif yang memiliki permukaan yang luas bisa digunakan dalam berbagai macam aplikasi antara lain sebagai pemurni dalam industry, penghilang rasa, penghilang warna pada limbah cair . Bahan yang dapat digunakan sebagai karbon aktif antara lain, tempurung kelapa, ampas kopi, ampas tebu,batang jagung, tongkol jagung dan kayu pohon bakau. Disamping itu limbah sampah plastic juga dapat digunakan sebagai bahan untuk karbon aktif[7]

**METODE**

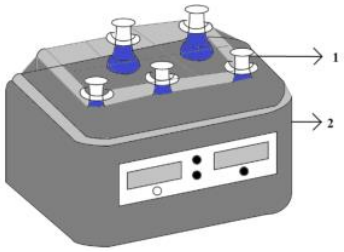
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *Aloevera*, karbon aktif dan limbah cair pindustri pewarna makanan. Adapun peralatan penelitian dibedakan menjadi peralatan untuk tahap koagulasi dan peralatan untuk tahap adsorpsi.



Keterangan:

1. Pengatur kecepatan pengadukan
2. Pengaduk
3. Stirer
4. *Beaker Glass* 1000 ml

Gambar 1. Peralatan koagulasi




Keterangan:
*1. Erlenmeyer Glass*
*2. Shaker*

Gambar 2. Peralatan Adsorpsi

Penelitian ini dilakukan dalam 3 (tiga) tahapan yaitu tahap pembuatan koagulan, tahap koagulasi dan tahan adsorpsi limbah cair.

**Tahap pembuatan koagulan**

Pada tahap ini daun lidah buaya yang telah dipetik dan dikeringkan lalu dicuci menggunakan air dilanjutkan dengan pengupasan. Daging yang diperoleh dihancurkan menggunakan *stomacher* hingga *m*enjadi bubur. Selanjutnya dilakukan penyaringan bubur lidah buaya hingga diperoleh gel lidah buaya. Gel lidah buaya kemudian diencerkan dengan air dari 10 ml menjadi 100 ml.

**Tahap Koagulasi**

Pada tahap koagulasi limbah cair industri pewarna makanan diambil dengan *volume* 500 ml kemudian ditambahkan larutan lidah buaya dengan dosis penambahan koagulan 1,2% volum. Selanjutnya dilakukan pengadukan cepat 100 rpm selama 1 menit diikuti pengadukan lambat 60 rp selama 15 menit. Campuran kemudian didiamkan selama 1 jam agar terjadi pengendapan. Setelah terjadi endapat dilakukan peisahan endapan dengan larutan yang jernih.

**Tahap Adsorpsi**

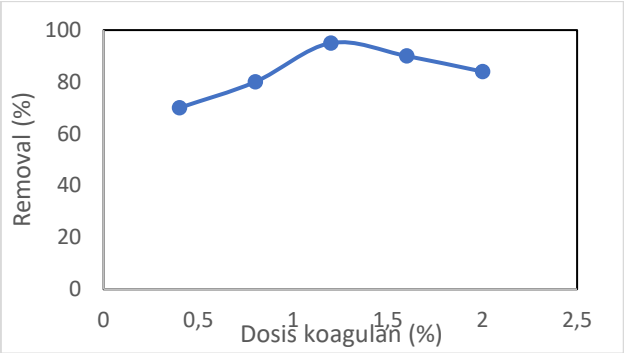
Pada tahap adsorpsi dilakukan penyerapan warna yang masih tersisa dalam limbah. Larutan yang telah didiamkan dan dipisahkan endapannya pada tahap koagulasi diambil 200 ml lalu ditambahkan karbon aktis dengan masa sesuai variable penelitian. Selanjutnya dilakukan pengadukan menggunakan shaker selama 2,5 jam kemudian didiamkan dan disaring. Hasil yang diperoleh dianalisa intensitas warna.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini pengolahan limbah industry pewarna makananan menggunakan metode koagulasi dan adsorpsi. Bahan yang digunakan sebagai koagulan adalah lidah buaya (*Aloevera*) berfungsi untuk menetralkan muatan pada impuritis yang ada dalam limbah sehingga dapat menggumpal dan mengendap. Pada proses adsorpsi digunakan adsorben karbon aktif. Hasil pengolahan dengan proses adsorpsi selanjutnya dianalisa intensitas warna. Data yang diperoleh digunakan untuk menghitung removal warna.

**Pengaruh Dosis Koagulan Terhadap Removal Warna**

Pada penelitian ini tahap koagulasi dilakukan penambahan koagulan alami lidah buaya (*Aloevera*) dengan yang telah dicampur air sehinggha memiliki konsentrasi 10%. Dosis koagulan yang digunakan adalah 0,4; 0,8;1,2; 1,6 dan 2 %. Selanjutnya diketahui pengaruh dosis koagulan terhadap removal warna yang disajikan pada Gambar 3.




**Gambar 3. Pengaruh dosis koagulan terhadap removal warna**

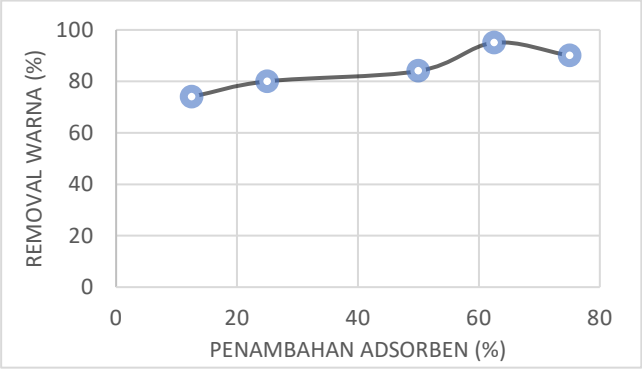
Gambar 3 menunjukkan bahwa pada rentang penambahan 0,4 sampai 1,2% semakin banyak koagulan yang ditambahkan maka removal warna semakin meningkat. Penambahan koagulan ke dalam air limbah bertujuan untuk menetralkan muatan listrik yang ada pada partikel sehingga antar partikel dalam limbah pewarna makanan akan saling berdekatan membentuk gumpalan. Dengan pengadukan lambat gumpalan akan semakin besar dan memiliki kecepatan pengendapan yang besar sehingga mengendap. Hal ini dapat menurunkan kandungan warna dalam limbah. Tetapi pada dosis penambahan 1,6 dan 2% terjadi penurunan removal warna karena jumlah koagulan dalam limbah terlalu banyak sehingga proses penggumpalan tidak dapat berlangsung dengan maksimal.

Penggunaan koagulan lidah buaya juga dilakukan pada pengurangan kekeruhan air sumur diperoleh penurunan 13,9% pada dosis penambahan koagulan 0,3%[3]. *Aloevera* mengandung mengandung karbohidrat kompleks dan *mucilage* yang dapat menetralkan muatan pada partikel dalam air llimbah sehingga dapat digunakan sebagai koagulan.[2]. Pada pengolahan air sumur di daerah Sausu Tambu penggunaan lidah buaya (*Aloevera*) sebagai koagulan dapat mengurangi warna dengan removal 68%[2].

Pada penelitian ini removal warna tertinggi yang diperoleh adalah 95% pada dosis penambahan koagulan 1,2%. Nilai ini lebih tinggi disbanding dengan penelitian terdahulu. Hal ini menunjukkan bahwa dosis yang ditambahkan lebih sesuai sehingga removal yang diperoleh lebih tinggi.

**Pengaruh Rasio Massa Karbon Aktif Terhadap Volume Limbah Terhadap Removal Warna**

Hasil yang diperoleh dari proses koagulasi masih menggandung warna meskipun ditinjau dari removal warna tinggi tetapi limbah masih mengandung warna. Hal ini dikarenakan warna yang tersisa terdapat dalam limbah tidak disebabkan oleh partikel dalam limbah sehingga tidak ikut menggumpal. Untuk itu dilakukan proses lanjutan yaitu adsorpsi yang bertujuan untuk menyerap pengotor dalam limbah yang menyebabkan adanya warna dalam limbah. Adsorben yang digunakan dalam penelitian ini adalah karbon aktif dengan massa 25, 50, 75, 100, 125 gram untuk volume limbah 200 ml. Pengaruh persen penambahan adsorben terhadap removal disajikan pada Gambar 4.




**Gambar 4. Pengaruh penambahan adsorben terhadap removal warna**

Gambar 4 menunjukkan bahwa pada rentang penambahan 25 sampai 62,5% semakin banyak adsorben yang digunakan maka removal warna semakin tinggi. Hal ini disebabkan semakin banyak adsorben yng digunakan maka permukaan aktif adsorben semakin banyak sehingga warna dalam limbah yang dapat diserap semakin banyak ditunjukkan dengan kenaikan persen removal. Jumlah karbon aktif yang ditambahkan mempengaruhi kemampuan penyerapan warna dalam limbah dan berarti pula meningkatkan efektifitas penyerapan karbon aktif dalam penurunan warna dalam limbah cair pewarna makanan. [8]. Akan tetapi pada penambahan adsorben 75% terjadi penurunan removal warna. Hal ini disebabkan jumlah karbon aktif terlalu banyak dan jenuh sehingga menurunkan penyerapan. Persen removal tertinggi pada penelitian ini adalah 95 % pada penambahan adsorben 62,5%.

Pada penyerapan warna merah pada limbah cair pembuatan kain songket menggunakan karbon aktif berbahan ampas tebu diperoleh removal 70%[8]. Sedangkan penggunaan metode adsorpsi dengan adsorben karbon aktif pada pengolahan limbah warna congo red menggunakan karbon aktif berbahan ampas tahu diperoleh persen removal sebesar 71,71%.[9] Pengolahan limbah warna dalam limbah cair menggunakan metode gabungan koagulasi dan adsorpsi memberikan hasil yang lebih baik.

## KESIMPULAN

Berdaasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pada rentang dosis penambahan koagulan 0,4 sampai 1,2% semakin banyak koagulan yang ditambahkan maka removal warna semakin besar dengan removal tertinggi 85% pada dosis koagulan 1,2%. Pada rentang penambahan karbon aktif pada proses adsorpsi 25 sampai 62,5% semakin banyak adsorben yang digunakan maka removal warna semakin tinggi dengan removal tertinggi 95% pada massa adsorben 62,5%.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] N. Nurlela, “Pengolahan Air Limbah Pewarna Sintetis Dengan Metode Adsorpsi Dan Ultraviolet,” *J. Redoks*, vol. 3, no. 2, p. 44, 2018, doi: 10.31851/redoks.v3i2.2388.

[2] M. Mujariah, P. H. Abram, and M. R. Jura, “Penggunaan Gel Lidah Buaya (Aloe vera) Sebagai Koagulan Alami Dalam Penjernihan Air Sumur Di Desa Sausu Tambu Kecamatan Sausu,” *J. Akad. Kim.*, vol. 5, no. 1, p. 16, 2017, doi: 10.22487/j24775185.2016.v5.i1.7995.

[3] E. January, H. S. C. Putra, and Z. Zairinayati, “PENGGUNAAN LIDAH BUAYA (Aloe vera) SEBAGAI KOAGULAN ALAMI UNTUK MENURUNKAN KEKERUHAN AIR,” *Ruwa Jurai J. Kesehat. Lingkung.*, vol. 15, no. 1, p. 23, 2021, doi: 10.26630/rj.v15i1.2152.

[4] T. W. Intani, E. K. Dewi, and F. E. Soetaredjo, “Adsorpsi Zat Warna Sky Blue dan Rhodamine B menggunakan Pelepah Pisang dan Kulit Manggis,” vol. l, pp. 62–68, 2005.

[5] A. Muamar, K. Nisah, and R. S. Nasution, “Kajian Arang Aktif Dari Limbah Pertanian Sebagai Bioadsorben Zat Warna,” *Amina*, vol. 2, no. 2, pp. 59–63, 2020.

[6] Nurlela, “Pengolahan Air Limbah Pewarna Sintetis,” *J. Redoks*, vol. 3, no. 2006, pp. 44–50, 2019.

[7] K. Udyani, E. Ningsih, and S. Umar, “Pengolahan Sampah Plastik Kemasan Minyak Goreng dan Tutup Botol menjadi Karbon Aktif Jurusan Teknik Kimia , Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya,” pp. 176–182.

[8] M. F. P. Sari, P. Loekitowati, and R. Mohadi, “Penggunaan Karbon Aktif Dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Zat Warna Procion Merah Limbah Cair Industri Songket,” *J. Nat. Resour. Environ. Manag.*, vol. 7, no. 1, pp. 37–40, 2017, doi: 10.19081/jpsl.2017.7.1.37.

[9] S. E. Putra, K. Khairuddin, D. J. Puspitasari, and H. Sosidi, “PEMANFAATAN KARBON AKTIF AMPAS TAHU TERAKTIVASI NaCl SEBAGAI PENYERAP ZAT WARNA CONGO RED,” *KOVALEN J. Ris. Kim.*, vol. 5, no. 1, pp. 109–115, 2019, doi: 10.22487/kovalen.2019.v5.i1.11474.