

Analisis Efektivitas Adsorben Campuran *Crumb Rubber Sludge* dengan Tatal Karet untuk Penyisihan Parameter Pencemar Air Limbah Industri *Crumb Rubber*

Monik Kasman¹, Dwi Puspita Rani²
1,2, Teknik Lingkungan, Universitas Batanghari, Jambi, Indonesia
Email : monik.kasman@unbari.ac.id, kasmanengine@gmail.com

ABSTRAK

Pengolahan air limbah industri *crumb rubber* dengan sistem lumpur aktif menghasilkan limbah berupa lumpur padat (*Crumb Rubber Sludge*) yang membutuhkan penanganan. Industri *crumb rubber* juga menghasilkan limbah padat lainnya berupa tatal karet yang tidak diolah kembali. Pada proses pengolahannya, selain industri *crumb rubber* yang menghasilkan limbah padat, terdapat industri kelapa sawit yang juga menghasilkan limbah padat berupa abu sawit. Salah satu cara untuk mengatasi dampak yang ditimbulkan oleh limbah padat industri adalah dengan memanfaatkan limbah tersebut sebagai adsorben. Adsorben adalah suatu padatan yang memiliki fungsi untuk menyerap suatu komponen tertentu dari suatu larutan. Air limbah industri *crumb rubber* merupakan salah satu penyebab terjadinya pencemaran lingkungan. Parameter kunci air limbah industri *crumb rubber* salah satunya BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*). Apabila parameter tersebut nilainya melebihi baku mutu dan tidak dilakukan pengolahan, berpotensi menyebabkan pencemaran khususnya sungai sebagai badan air penerima. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorben modifikasi *Crumb Rubber Sludge* dan tatal karet (CT) dapat dijadikan adsorben dengan daya serap yang tinggi, sehingga nilai persentase penyisihan berada diatas 80% dengan menggunakan variasi massa 0.5 gr, 1gr, dan 1,5 gr dengan waktu kontak 90 menit pada kecepatan pengadukan 120 rpm.

Kata Kunci: *Crumb Rubber Sludge*, Tatal Karet, Abu Sawit, Adsorben, Air Limbah Industri Kelapa Sawit.

ABSTRACT

Crumb rubber industrial wastewater treatment with an active sludge system produces waste in the form of solid sludge (Crumb Rubber Sludge) that requires handling. The crumb rubber industry also produces other solid waste in the form of rubber scrap that is not reprocessed. In the processing process, in addition to the crumb rubber industry, which produces solid waste, there is also the palm oil industry, which produces solid waste in the form of palm oil. One way to overcome the impact caused by the solid waste industry is to use the waste as an adsorbent. An adsorbent is a solid that absorbs a certain component of a solution. Crumb rubber industrial wastewater is one of the causes of environmental pollution. Crumb rubber industrial wastewater key parameters include BOD (Biological Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand) and TSS (Total Suspended Solid). If the parameters exceed quality standards and are not processed, it can cause pollution, especially in rivers as receiving water bodies. The results showed that crumb rubber sludge and rubber total (CT) adsorbents can be used as adsorbents with high absorption so that the percentage value of the allowance is above 80% using mass variations of 0.5 gr, 1gr, and 1.5 gr within a contact time of 90 minutes and at a stirring speed of 120 rpm.

Keywords: *Crumb Rubber Sludge, Rubber Scrap, Palm Oil, Palm Oil Industry Wastewater.*

Pendahuluan

Dalam setiap pengolahan 100 kg bahan baku karet (lateks) akan menghasilkan 85% karet bersih, 10% limbah cair dan 3% - 5% limbah padat. Limbah cair industri karet mengandung senyawa organik yaitu senyawa karbon, nitrogen, air cucian lateks, protein, lipid, dan karoten. Maka, sistem pengolahan air limbah karet pada umumnya dilakukan dengan menggunakan proses lumpur aktif (Resti Haryani, dkk. 2013). Proses pengolahan lumpur aktif akan menghasilkan limbah padat berupa lumpur (*Crumb Rubber Sludge*) (Resti Haryani, dkk. 2013). Selain menghasilkan limbah padat *crumb rubber sludge*, dalam proses pengolahan *crumb rubber* juga menghasilkan limbah padat lainnya berupa tatal karet. Tatal karet merupakan limbah padat yang mengandung pasir, serpihan kayu, daun-daun dan serpihan karet (Katry, 2012).

Salah satu cara untuk mengatasi dampak yang ditimbulkan oleh limbah padat *crumb rubber* adalah dengan memanfaatkannya sebagai adsorben. Hal ini didasari karena limbah padat *crumb rubber* masih mengandung berbagai jenis mikroorganisme yang dapat berfungsi sebagai pengurai limbah organik. (Salmariza, Sy, 2012). Adsorben adalah suatu padatan yang memiliki fungsi untuk menyerap suatu komponen tertentu dari suatu larutan. *Crumb rubber sludge* dan tatal karet merupakan adsorben yang dapat menyisihkan parameter pada air limbah karena adsorben ini memiliki struktur berpori yang mampu mengadsorpsi kandungan pencemar pada air limbah. (Rahmayani, F dan Siswarni, M.Z, 2013).

Air limbah industri karet merupakan salah satu penyebab terjadinya pencemaran lingkungan. Menurut penelitian Sarengat (2015), industri karet menghasilkan limbah cair dengan konsentrasi BOD₅ 94 – 9433 mg/l, COD 120 – 15069 mg/l dan TSS 30 – 525 mg/l. Jika limbah cair tersebut tidak diolah secara optimal dan dibuang langsung ke lingkungan mengakibatkan pencemaran pada lingkungan. Beberapa penelitian terdahulu yang telah memanfaatkan *crumb rubber sludge* sebagai adsorben yaitu penelitian milik Salmariza, Sy. dkk. (2016) yang memanfaatkan *crumb rubber sludge* dari industri *crumb rubber* sebagai adsorben untuk mengadsorpsi ion Cr (VI).

Pada penelitian ini CRS dan tatal dimanfaatkan sebagai adsorben untuk menyisihkan parameter air limbah industri karet dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas variasi massa dan variasi waktu kontak adsorben CT (*crumb rubber sludge* dan tatal) dalam menyisihkan parameter air limbah industri karet.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif yaitu metode eksperimen, dengan membuat adsorben yang terdiri dari dua jenis, yaitu adsorben C dan T. Adsorben CT merupakan adsorben campuran dari *crumb rubber sludge* dengan tatal karet. Ke dua jenis adsorben tersebut digunakan untuk menganalisis konsentrasi pencemar BOD, COD dan TSS pada air limbah industri karet sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan.

Efisiensi adsorpsi dapat dihitung berdasarkan persamaan 1.

$$EP (\%) = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100 \quad (1)$$

Dimana, EP = Efisiensi Adsorpsi (%), C_0 = Konsentrasi *Influen* Adsorbat (mg/l), dan C_e = Konsentrasi *Effluen* Adsorbat (mg/l).

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik air limbah industry karet sebelum dilakukan proses pengolahan dengan menggunakan adsorpsi adsorben CT meliputi parameter BOD, COD, dan TSS dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2 hasil uji karakteristik air limbah karet

No	Parameter	Satuan	Hasil uji Awal	Baku Mutu Lateks Pekat (Permen LH No. 5 Tahun 2014 Lampiran IV)
1	BOD	mg/L	266,74	100
2	COD	mg/L	793,54	250
3	TSS	mg/L	208	100

Hasil untuk parameter BOD memiliki konsentrasi pencemar sebesar 266,74 mg/L, konsentrasi pencemar COD sebesar 793, 54 mg/L dan konsentrasi pencemar TSS sebesar 208,00 mg/L. Dalam proses pengolahannya, industri karet menggunakan bahan-bahan kimia sebagai bahan koagulan lateks dan membutuhkan air dalam jumlah yang besar untuk proses pencucian tangki-tangki tempat *lateks* serta untuk proses penggilingan sehingga limbah cair industri karet mengandung komponen karet (protein, lipid, karotenoid, dan garam anorganik). Adanya bahan-bahan organik tersebut menyebabkan nilai BOD, COD dan TSS menjadi tinggi (Sarengat dkk, 2015). Hal inilah yang menjadi dasar dilakukannya pengolahan air limbah karet sehingga kandungan pencemar pada air limbah karet aman saat dibuang ke badan air penerima (BAP).

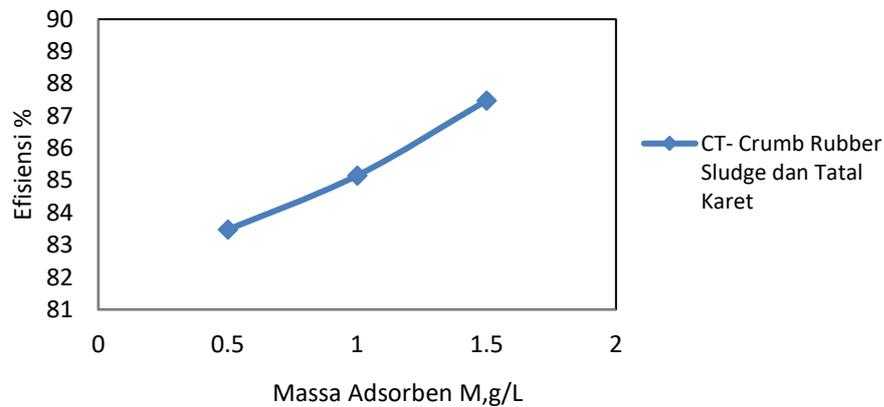
Pengaruh massa adsorben terhadap parameter pencemar BOD, COD dan TSS

Penelitian ini dibedakan berdasarkan variasi massa adsorben yaitu 0,5 gr, 1 gr, dan 1,5 gr dengan waktu kontak selama 90 menit dan kecepatan pengadukan sebesar 120 rpm. Berikut adalah tabel 2 tentang hasil uji parameter BOD air limbah industri karet terhadap variasi massa adsorben.

Tabel 2. Hasil uji parameter BOD terhadap variasi massa adsorben

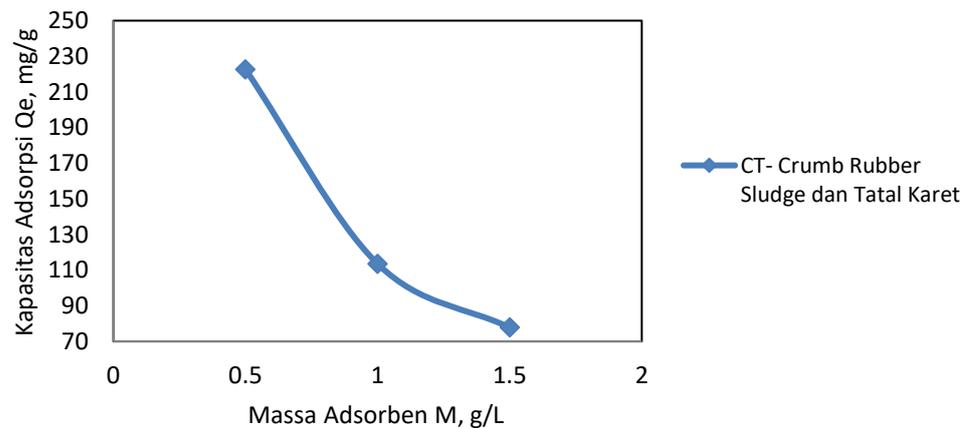
Adsorben	Variasi Dosis (gr)	Baku Mutu (mg/L)	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)	Kapasitas x/m (mg/g)
CT	0,5	100	266,74	44,07	83	222,67
	1	100	266,74	39,60	85	113,57
	1,5	100	266,74	33,40	87	77,78

Berdasarkan tabel 2 dan gambar 1, dinyatakan bahwa konsentrasi pencemar air limbah karet yang teradsorpsi semakin meningkat seiring dengan bertambahnya massa adsorben. Kondisi optimum massa adsorben berada pada penggunaan dosis adsorben seberat 1,5 gr/500 ml. Diketahui adsorben CT mampu mereduksi konsentrasi pencemar BOD sebesar 33,40 mg/l.



Gambar 1. Hasil uji parameter BOD terhadap variasi massa adsorben

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Salmariza, Sy (2012) yang menyatakan bahwa massa adsorben sangat mempengaruhi persentase reduksi pada air limbah karet. Hal ini dikarenakan dengan semakin meningkatnya massa adsorben maka luas permukaan adsorben akan lebih banyak tersedia, sehingga terjadi peningkatan bidang aktif pada adsorben yang menyebabkan banyaknya polutan yang akan terserap.



Gambar 2. Kapasitas adsorpsi parameter BOD terhadap variasi massa adsorben

Dapat diamati pada gambar 2 efisiensi penyisihan parameter BOD semakin meningkat seiring dengan bertambahnya massa adsorben CT. Efisiensi penyisihan konsentrasi pencemar BOD tertinggi dicapai pada massa adsorben sebesar 1,5 gr dengan efisiensi penyisihan sebesar 87% . Dengan meningkatnya massa adsorben maka luas permukaan adsorben akan lebih banyak tersedia, sehingga terjadi peningkatan bidang aktif pada adsorben yang menyebabkan banyaknya polutan yang akan terserap (Salmariza, Sy 2012).

Hasil analisa pada gambar 2 menyatakan kapasitas optimum adsorpsi pada parameter BOD dicapai dengan massa adsorben CT seberat 0,5 gr dengan hasil penyerapan sebesar 222,67 mg/gr. Semakin tinggi massa adsorben maka kapasitas adsorpsi pada parameter BOD akan semakin rendah. Hal ini disebabkan karena adanya sisi aktif adsorben yang semuanya belum berikatan dengan adsorbat sehingga menyebabkan peningkatan kapasitas penyerapan berbanding terbalik dengan massa yang digunakan. Kapasitas penyerapan hanya mengukur banyaknya konsentrasi

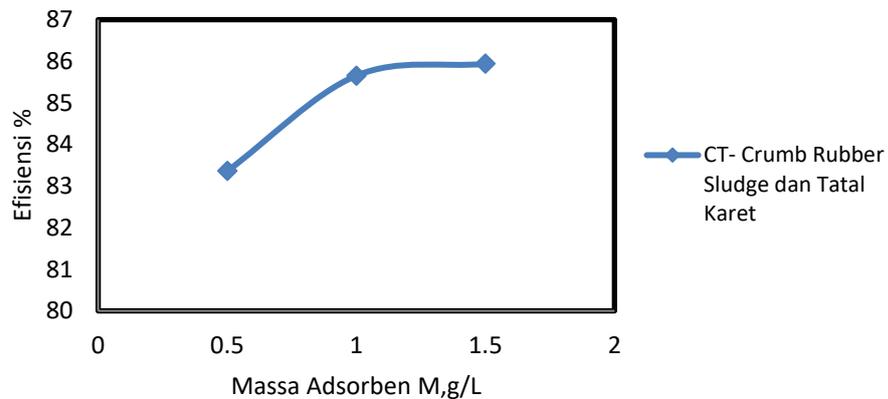
pencemar BOD yang diserap pada setiap unit berat adsorben (Putri, D.I dkk, 2019).

Hasil uji parameter COD air limbah industri karet terhadap variasi massa adsorben dapat dilihat di tabel 3, gambar 3 dan gambar 4.

Tabel 3. Hasil uji parameter COD terhadap variasi massa adsorben

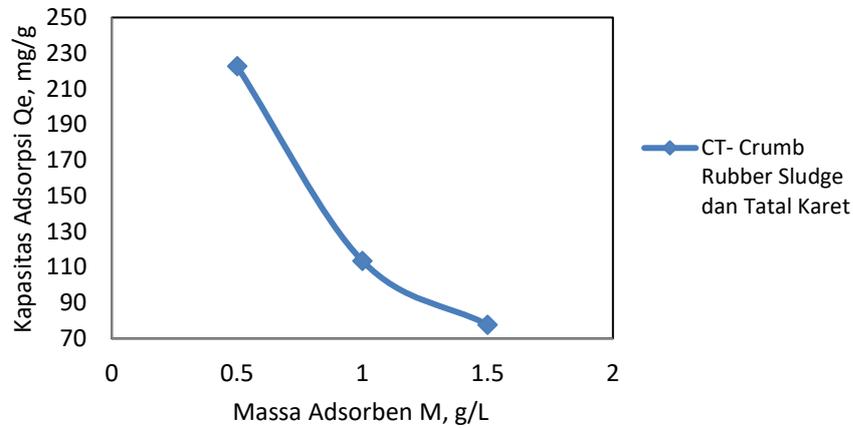
Adsorben	Variasi Dosis (gr)	Baku Mutu (mg/L)	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)	Kapasitas x/m (mg/g)
CT	0,5	100	266,74	44,07	83	661,50
	1	100	266,74	39,60	86	339,85
	1,5	100	266,74	33,40	86	227,32

Hasil uji parameter COD terhadap variasi massa adsorben CT mengalami penurunan dikondisi optimum massa adsorben seberat 1,5 gr/500 ml. Pada massa optimum tersebut adsorben CT mampu menurunkan konsentrasi pencemar sebesar 111,58 mg/l. Semakin besarnya perbandingan massa adsorben maka akan menghasilkan situs aktif yang lebih besar pada luas permukaan adsorben dan menjadikan pori-pori karbon aktif pada adsorben dalam menyerap zat-zat organik pada air limbah industri karet semakin besar (Swastha, 2010).



Gambar 3. Efisiensi parameter COD terhadap variasi massa adsorben

Efisiensi penyisihan konsentrasi pencemar COD semakin meningkat seiring dengan bertambahnya massa adsorben CT. Penyisihan tertinggi dicapai pada massa adsorben sebesar 1,5 gr dengan efisiensi penyisihan sebesar 86%. Kapasitas adsorpsi optimum pada parameter COD terjadi pada massa adsorben 0,5 gr. Pada adsorben CT kapasitas adsorpsi yang mampu di serap sebesar 661,50 mg/g.

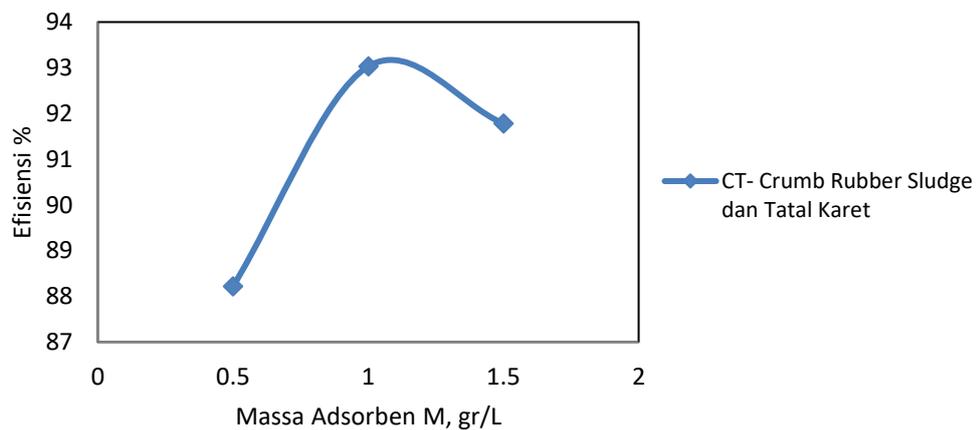


Gambar 4. Kapasitas adsorpsi parameter COD terhadap variasi massa adsorben

Hasil Uji Parameter TSS Terhadap Variasi Massa Adsorben.ditampilkan di tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji parameter TSS terhadap variasi massa adsorben

Adsorben	Variasi Dosis (gr)	Baku Mutu (mg/L)	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)	Kapasitas x/m (mg/g)
CT	0,5	100	266,74	44,07	88	183,50
	1	100	266,74	39,60	93	96,75
	1,5	100	266,74	33,40	92	63,63

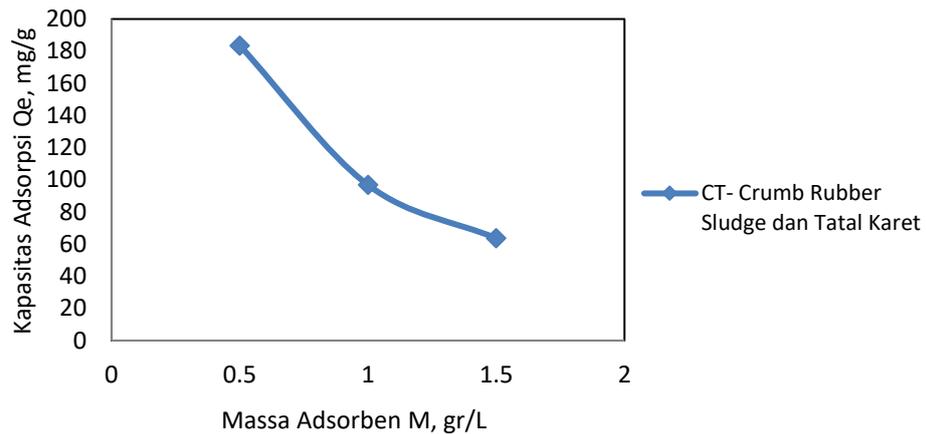


Gambar 5. Efisiensi parameter TSS terhadap variasi massa adsorben

Kondisi optimum massa adsorben CT tercapai pada penggunaan dosis adsorben seberat 1,5 gr/500 ml (gambar 5). Dimana adsorben CT mampu mereduksi konsentrasi pencemar TSS sebesar 14,50 mg/l. Hal ini disebabkan semakin besar perbandingan massa adsorben dalam air limbah membuat pori-pori adsorben lebih banyak tersedia, maka luas permukaan adsorben akan lebih meningkat sehingga terjadinya interaksi

antara zat-zat organik dalam air limbah dengan adsorben akan lebih besar (Swastha, J.T, 2010).

Hasil analisa pada penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan tertinggi dicapai pada massa 1,5 gr dengan efisiensi penyisihan TSS sebesar 93%. Bertambahnya jumlah adsorben sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan adsorben CT sehingga menyebabkan jumlah tempat mengikat polutan juga bertambah dan efisiensi penyisihan pun meningkat (S, Irfan, 2017).



Gambar 6. Kapasitas adsorpsi parameter TSS terhadap variasi massa adsorben

Kapasitas adsorpsi TSS tertinggi dicapai pada massa adsorben 0,5 gr dengan nilai kapasitas sebesar 183,50 mg/g. Semakin tinggi massa adsorben kapasitas adsorpsinya akan menurun. Penurunan kapasitas ini disebabkan oleh adanya sisi aktif adsorben yang belum semuanya terikat dengan adsorbat, karena pori-pori adsorben dapat tertutup dengan adsorben lainnya mengakibatkan luas permukaan menjadi sempit sehingga proses penyerapan tidak bekerja maksimal (Puspita M, 2017)

Simpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah hasil adsorpsi adsorben yang paling efektif terhadap pengaruh massa adsorben yaitu, adsorben CT mengadsorpsi konsentrasi pencemar BOD pada massa optimum seberat 1,5 gr dengan penyisihan sebesar 33.4 mg/l (87%), adsorben CT mampu mengadsorpsi pencemar COD dimassa optimum 1.5 gr dengan penyisihan sebesar 111.58 mg/l (86%), dan pada parameter TSS adsorben CA mampu mengadsorpsi polutan dimassa optimum 1 gr dengan penyisihan sebesar 13.00 mg/l (94%).

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih pada semua pihak yang telah membantu penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Ahmad, M. R., et al. (2011). *Oil Palm Biomass-Based Adsorbents For The Removal Of Water Pollutans A Review*. Penang: Universitas Sains Malaysia; Penang.
- Daud D. (2012). Pemanfaatan Limbah Padat Industri Karet Remah Sebagai Bahan Tambahan Pada Pembuatan Kompon Karet. *Laporan Penelitian*. Palembang: Balai Riset dan Standardisasi Industri.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup. (2014). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Iimbah. Jakarta. Sekertariat LH.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Puspita. M., dkk. (2017). Pemanfaatan Arang Aktif Sabut Kelapa Sawit Sebagai Adsorben Zat Warna Sintesis *Reactive Red-120* dan *Direct Green-26*. *Alotrop*. 1(1), 75-79.
- Hariyani, R., dkk. (2013). Pemanfaatan Limbah Lumpur Industri *Crumb Rubber* Sebagai Adsorben Ion Cr (VI) Yang Diaktivasi Dengan H₂PO₄. *Jurnal Penelitian Ilmu Kimia*. 2(2), 101-105.
- Salmariza, Sy, dkk. (2016). Adsorpsi Ion Cr (VI) Menggunakan Adsorben dari Limbah Padat Lumpur Aktif Industri *Crumb Rubber*. *Jurnal Litbang Industri*, 6 (4), 135-145.
- Salmariza. Sy (2012). Pemanfaatan Limbah Lumpur Proses *Activated Sludge* Industri Karet Remah Sebagai Adsorben. *Jurnal Litbang Industri*, 2.(2), 59-66. .
- Sarengat, Nursamsi dkk. (2015). Pengaruh Penggunaan Adsorben Terhadap Kandungan Amonia (NH₃-N) Pada Limbah Cair Industri Karet RSS. Yogyakarta: Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik.
- Zian, dkk. (2016). Pengaruh Waktu Kontak pada Adsorpsi Remazol Violet 5R Menggunakan Adsorben Nata de Coco. *Jurnal Sains dan Seni ITS*,5(2).