SINTESIS KOMPOSIT ADSORBEN LATEKS KARET ALAM-SELULOSA AMPAS TEBU UNTUK PENURUNAN *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* DAN MINYAK LEMAK DARI LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT

Desti Ranur[1]*, Titin Anita Zaharah[1], Ridho Brilliantoro[1]
[1]Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura,
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak
*e-mail : ranur.desti@gmail.com

ABSTRAK

Limbah lateks karet alam dan ampas tebu merupakan hasil buangan pabrik yang hanya dibuang ke lingkungan dan tidak dimanfaatkan secara optimal. Limbah lateks karet alam memiliki kandungan protein yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Ampas tebu berpotensi sebagai bahan pengisi pada komposit karena memiliki pori dan gugus -OH yang terkandung di dalam selulosanya. Penelitian ini telah dilakukan untuk mengetahui karakteristik adsorben komposit karet alam-selulosa ampas tebu menggunakan spektrofotometer FTIR serta efisiensi adsorpsinya pada limbah cair industri kelapa sawit untuk parameter COD dan minyak lemak. Hasil analisis FTIR menunjukkan adanya gugus -OH sebagai penyusun selulosa pada bilangan gelombang 3441,01 cm^{-1}dan gugus -C=C- penyusun lateks karet alam pada bilangan gelombang 1651,07 cm^{-1}. Efisiensi adsorpsi pada parameter COD dan minyak lemak dilakukan pada variasi massa karet:selulosa 1:1; 1:2 dan 2:1 serta waktu kontak 15;30;45;60 dan 75 menit. Adsorpsi untuk parameter COD dan minyak lemak optimum pada variasi perbandingan massa 1:1, dan waktu kontak 30 menit, dengan efisiensi 85,91 % untuk parameter COD dan 96,80 % untuk parameter minyak lemak.

Kata Kunci : *COD,* limbah cair kelapa sawit, *limbah lateks karet alam, minyak lemak, selulosa*

PENDAHULUAN

Perkembangan industri saat ini telah mengalami kemajuan yang sangat pesat. Sisi lain dari kemajuan tersebut adalah dihasilkannya limbah industri berupa limbah cair, padat maupun gas yang berpotensi menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Salah satu limbah padat dari proses industri adalah limbah lateks karet alam.

Limbah lateks karet alam terbentuk dari proses pra-vulkanisasi yang mengalami proses *overcured*. Lateks karet alam ini biasanya hanya dibuang ke lingkungan dan menimbulkan bau busuk serta dapat merusak struktur tanah, akan tetapi memiliki kandungan protein sehingga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Kandungan protein pada lateks karet alam sebesar 2-3% (Ali *et al*., 2017). Penelitian tentang pemanfaatan limbah lateks karet alam telah banyak dilakukan, antara lain sebagai adsorben minyak pelumas di dalam air (Tandy *et al*., 2012). Proses penggunaan lateks karet alam sebagai adsorben adalah dengan cara dikompositkan dengan tambahan bahan pengisi. Salah satu bahan pengisi yang biasa digunakan untuk komposit adalah selulosa dari ampas tebu.

Ampas tebu merupakan limbah padat yang dihasilkan dari industri gula maupun dari aktivitas pedagang es tebu yang akan dibuang sebagai sampah atau dibakar. Ampas tebu memiliki kandungan selulosa sebesar 52,70% yang berpotensi sebagai adsorben dan bahan pengsisi dalam komposit. Selulosa pada ampas tebu memiliki gugus -OH yang sifatnya reaktif, sehingga selulosa sering digunakan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi. Pemanfaatan selulosa sebagai adsorben diantaranya untuk mengadsorp logam Pb dan Cu (Ananda *et al.*, 2017) dan limbah cair laboratorium (Nurhayati *et al*., 2018), sedangkan pemanfaatan selulosa sebagai bahan pengisis yang sudah pernah dilakukan yaitu untuk adsorpsi tumpahan minyak di laut (*crude oil spils*) (Ali *et al*., 2017).

Adsorpsi merupakan proses perpindahan massa akibat dari fasa gerak ke permukaan adsorben yang terjadi akibat adanya gaya tarik menarik antara molekul adsorbat dengan gugus aktif di permukaan adsorben. Adsorpsi berdasarkan sifatnya terdiri dari adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisika apabila hanya terbentuk ikatan Van Deer Waals pada saat prodes adsorpsi sedangkan pada adsorpsi kimia terjadi ikatan antara adsorben dengan zat yang diserap (adsorbat) (Ali *et al*., 2017). Proses adsorpsi biasanya digunakan untuk mengadsorpsi limbah seperti limbah logam dan limbah industri.

Industri kelapa sawit merupakan salah satu jenis industri terbanyak di Kalimantan Barat. Limbah cair dari industri kelapa sawit mengandung *Chemical Oxcygen Demand* (COD) sebesar 21.280 mg/L dan minyak lemak sebesar 3.075 mg/L (Yulastri *et al*., 2013), sehingga apabila dibuang ke lingkungan akan memberikan dampak negatif, yaitu berkurangnya kadar oksigen terlarut di dalam air. Pengolahan limbah cair kelapa sawit saat ini hanya menggunakan sistem kolam terbuka (Yusuf and Nugrahini, 2019), akan tetapi sistem kolam terbuka memiliki kekurangan karena memerlukan lahan yang sangat luas untuk pembuatan kolam limbah dan memerlukan waktu yang lama untuk proses pengolahannya. Sehingga diperlukan suatu metode yang efektif untuk pengolahan limbah tersebut, salah satunya adalah metode adsorpsi.

Proses adsorpsi dapat terjadi apabila adsorben(Ali *et al*., 2017) yang digunakan memiliki kemampuan atau sifat yang dapat menarik adsorbat. Beberapa penelitin pemanfaatan komposit limbah lateks karet alam-selulosa ampas tebu sebagai adsorben terhadap pencemaran limbah minyak di lingkungan air, sehingga juga memiliki potensi untuk diaplikasikan pada limbah cair kelapa sawit, terutama untuk parameter COD dan minyak lemak. Hal ini didasarkan karena adsorben lateks karet alam-ampas tebu memiliki sifat *oleofilik*, *hidrofobik* dan *hidrofilik* yang berpotensi untuk menurunkan kadar COD dan minyak lemak pada limba cair kelapa sawit. Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan karakterisasi adsorben komposit lateks karet alam-selulosa ampas tebu untuk penurunan kadar COD dan minyak lemak pada limbah cair kepala sawit, serta mengetahui efisiensi adsorpsinya pada variasi massa adsorben optimum dan waktu kontak optimum adsorpsi.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat gelas (gelas beaker, labu ukur, pipet volume dan ukur), oven, seperangkat alat *refuks,* seperangkat alat titrasi, seperangkat alat ekstraksi, shaker dan spektrofotometer Infra Merah (IR) Shimadzu.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas tebu, asam klorida (HCl) Merck, asam oksalat ($H_2C_2O_4$)pa, asam sulfat (H_2SO_4), kalium permanganat ($KMnO_4$)pa, kertas saring, limbah lateks karet alam, limbah cair kelapa sawit, natrium hidroksida (NaOH) dan *n-heksan* (C_6H_{14}) teknis.

Prosedur Kerja

Preparasi sampel ampas tebu

Sampel ampas tebu dipotong kecil-kecil dan dicuci dengan air sampai bersih. Ampas tebu kemudian dijemur dibawah terik matahari selama 12 jam dan dihaluskan denga blender samapi halus seluruhnya.

Isolasi selulosa

Ampas tebu yang halus ditimbang sebanyak 12,5 g dan dimasukkan ke dalam labu leher tiga 500 mL. Selanjutnya ditambahkan NaOH 15% sebanyak 250 mL diaduk dengan magnetik strirer dan dipanaskan pada suhu 110 ºC selama 4 jam. Residu yang dihaluskan dihidrolisis menggunakan HCl 0,1 M sebanyak 250 mL dan dipanaskan pada suhu 105 ºC selama 1 jam dan selanjutnya di cuci dengan akuades hingga netral. Endapan selanjutnya dikeringkan.

Pre-treatment limbah lateks karet alam

Limbah lateks karet yang telah didapatkan dari pabrik karet dijemur selama ±1 hari hingga limbah karet tersebut kering. Limbah yang sudah kering kemudian dipotong kecil-kecil dan dilarutkan menggunakan minyak tanah sambil dipanaskan sampai membentuk gel.

Penentuan kadar COD dan minyak lemak

Sampel limbah cair industri kelapa sawit diambil dari kolam ke sembilan di perusahaan PT. XY. Sampel tersebut kemudian diukur kadar COD dan minyak lemaknya. Limbah cair yang sudah diketahui kadar COD dan minyak lemaknya kemudian dilakukan proses adsorpsi menggunakan adsorben komposit lateks karet alam-selulosa ampas tebu. Penentuan kadar COD merujuk pada SNI 06-6986.22-2004 dan penentuan kadar minyak lemak merujuk pada SNI 6989-10-2011.

Penentuan variasi optimum adsorben

Adsorben dibuat dari variasi massa limbah karet alam dan seluloa ampas tebu (%b/b) 1:1, 1:2, dan 2:1. Ketiga adsorben tersebut kemudian dikontakkan ke limbah cair kelapa sawit masing-masing selama 30 menit, sambil diaduk dengan kecepatan 300 rpm.

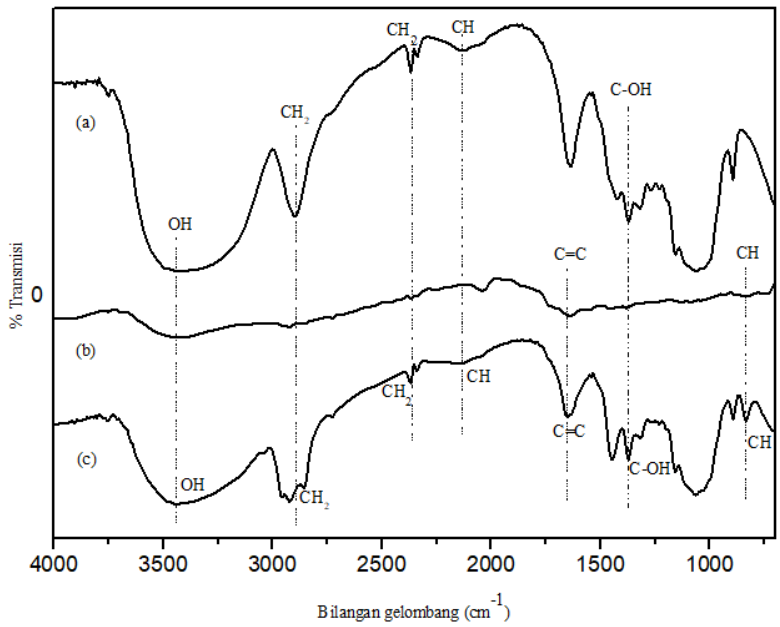
Penentuan waktu kontak optimum

Adsorben yang sudah dibuat dimasukkan ke dalam sampel limbah cair kelapa sawit dan dikontakkan dengan variasi waktu (15, 30, 45, 60 dan 75) menit. Setelah selesai dikontakkan, adsorben disaring, dikeringkan dan dihitung persentase efisiensi adsorpsinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi gugus fungsi komposit

Lateks karet alam dan selulosa ampas tebu dikompositkan dengan perbandingan massa adsorben 1:1, 1:2 dan 2:1. Adsorben yang sudah dikompositkan kemudian dianalisis menggunakan FTIR untuk menganalisa gugus fungsi yang terdapat didalamnya.



Gambar 1. Spektrum FTIR (a). Selulosa, (b). Karet alam dan (c). 1:1 (K:S)

Berdasarkan Gambar 1, menunjukkan spektrum FTIR dari selulosa, karet alam dan komposit hasil sintesis dengan perbandingan 1:1. Hasil spektrum pada komposit menunjukkan adanya gugus khas pembentuk selulosa, yaitu -OH pada bilangan gelombang 3441,01 cm^{-1} dan C-O-C pada bilangan gelombang 1373,32 cm^{-1}, dimana menurut Wiwien, *et al* (2012), mengatakan bahwa gugus -OH pada selulosa terdapat pada bilangan gelombang 3441,01 cm^{-1} . Gugus khas pembentuk karet alam yaitu C=C pada bilangan gelombang 1651,07 cm^{-1} dan gugus CH_3 pada bilangan gelombang 1540,47 cm^{-1}, dimana menurut Ibrahim, *et al.,* (2014) mengatakan bahwa gugus khas C=C penyusun karet alam terdapat pada bilangan gelombang 1663 cm^{-1}. Berdasarkan hasil FTIR, dapat dikatakan bahwa komposit karet alam dan ampas tebu sudah berhasil disintesis yang dibuktikan dengan adanya gugus-gugus penyusun selulosa dan karet alam yang terdapat pada adsorben tersebut.

Penentuan variasi optimum adsorben

Lateks karet alam dan selulosa ampas tebu disintesis dengan perbandingan 1:1; 1:2 dan 2:1. Adsorben tersebut kemudian dikontakkan dengan limbah cair kelapa sawit selama 30 menit dan diukur adsorpsinya pada parameter COD dan minyak lemak.

Tabel 1. Pengaruh Variasi Adsorben pada Parameter COD dan Minyak Lemak

Variasi massa (karet:selulosa)	COD sebelum adsorpsi (mg/L)	COD setelah adsorpsi (mg/L)	Efisiensi adsorben	Minyak lemak sebelum (mg/L)	Minyak lemak sesudah (mg/L)	Efisiensi adsorben
1:1		310,94	88,01%		38,67	92,27%
2:1		1.234,93	52,40%		16,00	96,80%
1:2	2593,60	1.778,45	31,48%	500	196,00	60,80%
0:1		2.376,32	8,41%		92,00	81,60 %
1:0		1.303,18	49,79%		120,00	76,00%

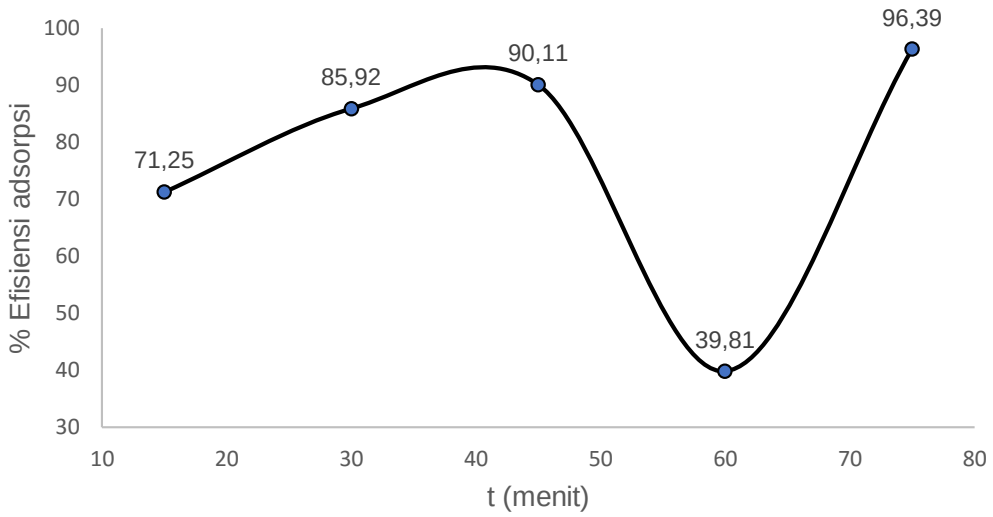
Berdasarkan Tabel 1, terlihat adanya penurunan nilai COD dan minyak lemak sebelum dengan sesudah dilakukan adsorpsi. Variasi adsorben optimum pada parameter COD adalah pada variasi massa 1:1 dengan nilai efisiensi sebesar 88,01%. Hal ini diperkirakan lateks karet alam dan selulosa sama-sama berperan aktif dalam proses penyerapan zat organik di dalam limbah cair kelapa sawit. Selulosa mengikat zat organik dengan gugus -OH, sehingga dapat mengadsorpsi kuat zat yang bersifat polar (Kusumawardani, *et al*., 2018), sedangkan karet yang bersifat *oleofilik* dan *hidrofobik* dapat mengikat zat organik yang bersifat nonpolar (Tandy, *et al*., 2012).Variasi adsorben optimum adsorpsi minyak lemak terdapat pada perbandingan 2:1 dengan efisiensi sebesar 96,80%. Hal ini dikarenakan pada perbandingan ini, kandungan lateks karet alam pada adsorben lebih banyak dibandingkan kandungan selulosanya, dimana karet bersifat *oleofilik* dan *hidrofobik* yang sama dengan minyak lemak (Tandy, *et al*., 2012).

Variasi adsorben optimum untuk adsorpsi limbah cair kelapa sawit pada parameter COD dan minyak lemak secara bersamaan terdapat pada perbandigan massa 1:1. Hal ini dikarenakan pada parameter COD, perbandingan massa adsorben 1:1 merupakan adsorpsi maksimum yang ditandai dengan nilai persentase efisiensinya paling tinggi, sedangkan pada minyak lemak nilai persentase efisiensi maksimum terdapat pada perbandingan 2:1. Akan tetapi, pada perbandingan massa 1:1 dengan 2:1 (92,27% dengan 96,80%) tidak memiliki perbedaan yang signifikan berdasarkan pengujian statistik melalui uji independen T-test. Sehingga pada parameter minyak lemak perbandingan massa 1:1 juga merupkan variasi optimum adsorben dalam mengadsorpsi.

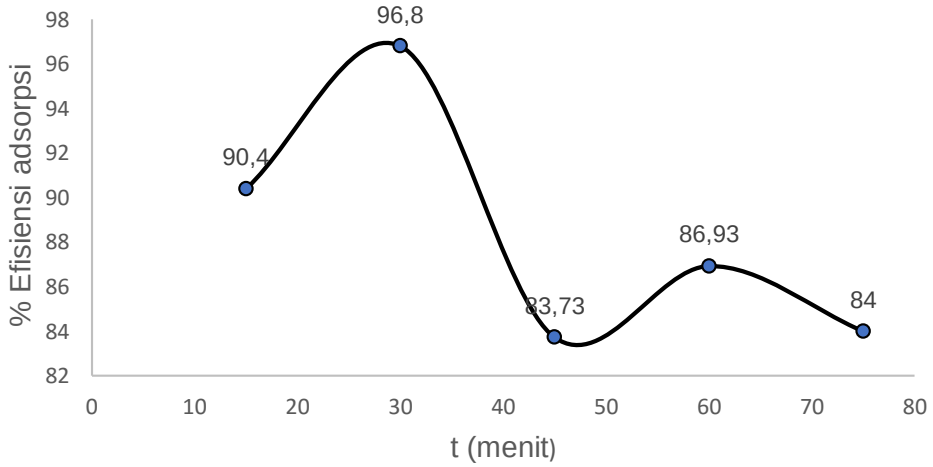
Variasi waktu kontak

Variasi waktu kontak pada adsorpsi dilakukan dengan mengontakkan adsorben ke limbah cair kelapa sawit pada waktu 15; 30; 45; 60 dan 75 menit. Variasi waktu kontak dilakukan untuk mengetahui waktu optimum adsorben dalam mengadsorpsi limbah cair kelapa sawit pada parameter COD dan minyak lemak.

Berdasarkan Gambar 1, diketahui bahwa waktu kontak optimum untuk parameter COD pada menit ke 45. Hal ini dikarenakan pada waktu tersebut, adsorben sudah terserap optimum dan belum mengalami proses desorpsi. Pada menit ke 75, terjadi proses adsorpsi maksimum dengan efisiensi sebesar 96,4 %, akan tetapi nilai efisiensi pada menit ke 75 dengan menit ke 45 memiliki nilai yang tidak berbeda signifikan berdasarkan uji statistik melalui uji independen sampel t-Test. Terjadinya adsorpsi kembali pada menit ke 75 dikarenakan proses pengadukan secara terus-menerus sehingga adsorbat yang sudah terlepas teradsorpsi kembali (Nurdila, *et al*., 2015). Proses desorpsi terjadi pada menit ke 60, hal ini dikarenakan adsorben sudah melewati batas penyerapan maksimum atau sudah jenuh, sehingga lebih cenderung untuk melepaskan adsorbat dibandingkan mengikatnya. Desorpsi merupakan peristiwa terlepasnya molekul, ion atau partikel yang terserap oleh adsorben (Supriyanto and Muzakky, 2010).



Gambar 1. Hubungan antara waktu kontak dengan persentase efisiensi adsorpsi



Gambar 2. Hubungan antara waktu kontak dengan efisiensi adsorpsi

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa waktu kontak optimum adsorpsi untuk parameter minyak lemak pada menit ke 30. Hal ini dikarenakan pada menit tersebut terjadi adsorpsi maksimum dengan efisiensi sebesar 96,8%. Proses adsorpsi mengalami penurunan pada menit ke 45, dikarenakan adsorben sudah melewati batas penyerapan maksimum atau sudah jenuh, sehingga lebih cenderung untuk melepaskan adsorbat dibandingkan mengikatnya.

Ikatan yang terjadi pada proses adsorpsi ini merupakan ikatan Van Der Waals, hal ini dikarenakan ikatan yang terbentuk sangatlah lemah, sehingga adsorbat yang sudah terikat mudah lepas kembali. Ikatan Van Der Waals yang terjadi dimungkinkan antara molekul-molekul non polar (gaya London), gaya dipol-dipol dan dipol-dipol terinduksi antara gugus -OH dan -C=C- pada komposit dengan senyawa organik dan anorganik di dalam limbah cair kelapa sawit.

Waktu kontak optimum untuk mengadsorpsi limbah cair kelapa sawit pada parameter COD dan minyak lemak secara bersamaan adalah pada waktu 30 menit. Hal ini dikarenakan untuk parameter minyak lemak, efisiensi maksimum terjadi pada menit ke 30. Efisiensi maksimum pada COD terjadi pada menit ke 45 sebesar 90,11%, akan tetapi efisiensinya ini berdasarkan uji statistik independen t-Test tidak berbeda signifikan dengan efisiensi pada menit ke 30 sebesar 85,92% sehingga, pada parameter COD nilai adsorpsi optimum juga terjadi pada menit ke 30.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa komposit lateks karet alam-selulosa ampas tebu telah berhasil disintesis dibuktikan dengan adanya gugus khas -OH penyusun selulosa dengan gugus khas -C=C- penyusun karet pada komposit. Variasi optimum adsorben

untuk mengadsorpsi limbah cair pada parameter COD dan minyak lemak adalah pada perbandingan massa 1:1 dan waktu kontak 30 menit, dengan efisiensi 85,92 % untuk parameter COD dan 96,80 % untuk parameter minyak lemak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada program beasiswa Bidikmisi yang telah membiayai pendidikan dan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, Farida., Fithri, A.R and Adhitya, R.H, 2017, Pemanfaatan Limbah Karet Alam dan Ampas Tebu Sebagai Adsorben Crude Oil Spills, *Jurnal Teknik Kimia*, Vol.1, 23:1-8.

Ananda, R.R., Susanawati, L.D., Suharto, B., Nur A dan Mustaqiman, 2017, Efektivitas Arang Ampas Tebu Sebagai Media Adsorben Ion Logam Pb dan Cu Air Lindi, *Prosiding Seminar Nasional* FKPT-TPI, 1-7.

Badan Standarisasi Nasional, 2011, SNI 6989-10-2011, *Air dan Limbah : Cara Uji Minyak Lemak Nabati dan Minyak Mineral Secara Gravimetri,* Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional, 2004, SNI 06-6989.22-2004, *Air dan Limbah : Cara Uji Nilai Permanganat Secara Titrimetri*, Badan Standasisasi Nasional, Jakarta.

Ibrahim, S., Daik, R., and Abdullah, I, 2014, Functionalization of Liquid Natural Rubber Via Oxidative Degradation of Natural Rubber*, Journal of Applied Polymer Science*, 103:3957-3963.

Kusumawardani, R., Zaharah, T.A dan Destiarti, L, 2018, Adsorpsi Kadmium (II) Menggunakan Adsorben Selulosa Ampas Tebu Teraktivasi Asam Nitrat, *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, Vol. 7, 3:75-83.

Nurdila, F.A., Asri, N.S dan Suharyadi, E, 2015, Adsorpsi Logam Tembaga (Cu), Besi (Fe), dan Nikel 9Ni) dalam Limbah Cair Buatan Menggunakan Nanopartikel *Cobalt Ferrite* ($CoFe_2O_4$), *Jurnal Fisika Indonesia*, Vol. 19, 55.

Nurhayati, I., Sutrisno, J dan Zainudin, M.S, 2018, Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Aktivasi Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Ampas Tebu dan Fungsinya Sebagai Adsorben pada Limbah Cair Labratorium, *Jurnal Teknik WAKTU*, Vol 16, 1:1-10.

Supriyanto, C dan Muzakky, 2010, Proses Desorpsi Logam Berat pada Sedimen Sungai Daerah Muria dengan Pelarut Asam, *Jurnal Iptek Nuklir Ganendra*, Vol. 13:11-18.

Tandy, E., Hasibuan, I.F and Harahap, H, 2012, Kemampuan Adsorben Limbah Lateks Karet Alam Terhadap Minyak Pelumas Dalam Air, *Jurnal Teknik Kimia* USU, Vol. 1,1:1-6.

Yulastri., Hazmi, Ariadi and Desmiarti, Reni, 2013, Aplikasi Plasma dengan Metoda Dielectric Barrier Discharge (DBD) untuk Pengolahan Limbah Cair kelapa Sawit, *Jurnal Nasional Teknik Elaktro*, Vol.2, 2:1-5.

Yusuf, A.S and P.F, Nugrahini, 2019, Pengaruh Penambahan NPK dalam Pendegradasian Limbah Cair Kelapa Sawit Menggunakan Biofiltrasi Anaerob dengan Reaktor *Fixed-Bed, Indonesia Journal of Chemical Science,* Vol. 8, 3.

Wiwien, Suyati and Ngasifudin, 2012, Pembuatan dan Karakterisasi Polimer Superadsorben dari Ampas Tebu, J*. Pusat teknologi Akselelator dan Proses Bahan*, Yogyakarta, 12:1-7.