



PENGARUH PENAMBAHAN SENYAWA NaCl PADA PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI LIMBAH AMPAS TEBU (*BAGASSE*) TERHADAP AIR BUANGAN RUMAH TANGGA DENGAN PARAMETER pH DAN TSS

Melati Ireng Sari¹, Tiara Riski²

Teknik Analisis Laboratorium Migas Politeknik Akamigas Palembang

Email: melatiireng@pap.ac.id

Abstract

Bagasse waste is a residue from the sugarcane milling process so that it is used as activated carbon. The production of activated carbon is carried out in 3 stages, namely the dehydration process, the carbonization process, and the activation process. The addition of NaCl compounds was carried out with the aim of testing whether salt can be used as an activator or not, with NaCl concentrations of 5%, 10%, 15%. The carbonization process was carried out at 300°C for 30 minutes and the size obtained was 80 mesh. The parameters of activated carbon tested were moisture content and ash content. While the domestic water samples are pH, and TSS. The test results obtained were pH 7 and TSS 5 – 45 mg/L. This value does not indicate a decrease in raw wastewater content. So it can be concluded that salt compounds cannot be used as activators because they cannot open the pores in activated carbon.

Keywords: Bagasse Waste, Activated Carbon, Waste Water

Abstrak

Limbah ampas tebu merupakan residu dari proses penggilingan tanaman tebu sehingga dimanfaatkan menjadi karbon aktif. Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan 3 tahap yaitu proses dehidrasi, proses karbonisasi, dan proses aktivasi. Penambahan senyawa NaCl dilakukan dengan tujuan untuk menguji apakah garam dapat dijadikan aktivator atau tidak, dengan konsentrasi NaCl 5%, 10%, 15%. Proses karbonisasi dilakukan pada temperatur 300°C selama 30 menit dan ukuran yang diperoleh yaitu 80 *mesh*. Parameter karbon aktif yang di uji yaitu kadar air, dan kadar abu. Sedangkan pada sample air domestik yaitu pH, dan TSS. Adapun hasil pengujian yang diperoleh yaitu nilai pH 7 dan TSS 5 – 45 mg/L. Nilai tersebut tidak menyatakan penurunan kadar air limbah baku. Sehingga dapat disimpulkan bahwa senyawa yang bersifat garam tidak dapat dijadikan sebagai aktivator karena tidak dapat membuka pori- pori yang ada pada karbon aktif.

Kata kunci: Ampas tebu, Karbon Aktif, Limbah Cair

PENDAHULUAN

Air limbah domestik adalah air yang berasal dari usaha atau kegiatan permukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, dan perumahan. Beberapa contoh dari air limbah ini yaitu tinja, air seni, air detergen, dan juga sisa kegiatan dapur rumah tangga (Pujiyanto, 2010). Jumlah air limbah yang dibuang akan selalu bertambah dengan meningkatnya jumlah penduduk dengan segala kegiatannya. Meningkatnya kegiatan manusia dalam rumah tangga mengakibatkan bertambahnya jumlah limbah cair. Sumber limbah cair rumah tangga bersifat organik yaitu dari sisa-sisa makanan dan detergen yang salah satu kandungannya adalah fosfat. Limbah cair juga dapat mempengaruhi kualitas air, sehingga terjadi pencemaran terhadap air misalkan air bekas mandi dan air cucian. Air yang tercemar tidak dapat digunakan lagi untuk keperluan rumah tangga dan tidak dapat digunakan lagi sebagai penunjang kehidupan manusia (Hasibuan, 2016)

Karbon aktif merupakan salah satu adsorben yang paling sering digunakan pada

proses adsorpsi. Hal ini disebabkan karena karbon aktif mempunyai daya adsorpsi dan luas permukaan yang lebih baik dibandingkan adsorben lainnya. Karbon aktif yang baik haruslah memiliki luas area permukaan yang besar sehingga daya adsorpsinya juga akan besar. Adsorpsi menggunakan karbon aktif adalah salah satu cara untuk yang potensial dalam mengatasi limbah cair. Bahan dasar karbon aktif adalah material organik dengan kandungan karbon yang tinggi, seperti ampas tebu yang memiliki kandungan selulosa lebih dari 30% (Pujiyanto, 2010).

Ampas tebu merupakan residu dari proses penggilingan tanaman tebu setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya. Ketersediaan ampas tebu cukup melimpah sejalan dengan banyaknya pabrik gula tebu (Silva dkk.2016). Selain itu komposisi kimia ampas tebu terdiri dari adanya selulosa (37,65%), lignin (22,09%), pentosa (27,97%), SiO₂ (3,01%), abu (3,82%), dan sari (1,81%). Adanya kandungan selulosa dan lignin pada ampas tebu berpotensi untuk dikonversi menjadi sumber karbon sehingga berperan penting pada proses adsorpsi (Yoseva, 2015).

Pada dasarnya limbah ampas tebu ini belum dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat, padahal limbah ini bisa juga dimanfaatkan sebagai bahan baku karbon aktif. Selain itu, penambahan NaCl dapat menghilangkan tar yang terbentuk selama karbonisasi (Tarmidzi dkk, 2021). Oleh karena itu perlu dilakukannya penelitian mengenai “Pengaruh Penambahan NaCl pada Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Ampas Tebu (*Bagasse*) terhadap Air Buangan Rumah Tangga dengan parameter pH (*Power Of Hydrogen*) dan TSS (*Total Suspended Solids*).

TINJAUAN PUSTAKA

Tebu

Tebu (*Saccharum officinarum L.*) merupakan salah satu tanaman yang sangat berguna bagi masyarakat karena sebagai bahan baku untuk membuat gula pasir, dan sumber utama dalam pada sebagian besar makanan dan minuman. Tanaman tebu merupakan tanaman yang saat ini memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan tanaman ini dapat mudah ditemukan di Indonesia. Di Indonesia tebu banyak dibudidayakan di Pulau Jawa dan Sumatera. Perkebunan tebu hampir menempati luas areal ± 321 ribu hektar yang 64,74%. Perkebunan tersebut tersebar di Medan, Lampung, Semarang, Solo, dan Makassar (Emi, 2015).

Ampas tebu atau *Bagasse* ini adalah limbah padat industri gula tebu yang mengandung serat lignin, selulosa dan hemiselulosa yang merupakan hasil samping dari proses ekstraksi tanaman tebu. Ampas tebu juga dapat dikatakan sebagai produk pendamping, karena ampas tebu sebagian besar dipakai langsung oleh pabrik gula untuk memproduksi energi keperluan proses. Ampas tebu juga memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi yaitu sebesar 42,67% sehingga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben (Aryani, 2020).

Limbah

Limbah adalah sisa usaha atau kegiatan. Limbah cair adalah bahan-bahan pencemar

berbentuk cair, atau air yang membawa sampah (limbah) dari rumah tangga, perkantoran, rumah makan, dan industri. Meskipun air sisa namun volumenya besar karena lebih kurang 80% dari air yang digunakan bagi kegiatan-kegiatan manusia sehari-hari selanjutnya air limbah ini akhirnya akan mengalir ke sungai, laut dan akan digunakan oleh manusia. Oleh sebab itu, air buangan ini harus dikelola atau diolah secara baik (Wardani, 2020). Air buangan berasal dari berbagai sumber, yang akan dijelaskan lebih lanjut pada pembahasan dibawah ini :

- a. Limbah cair yang bersumber dari rumah tangga (*Domestic Wastes Water*), yaitu limbah air yang berasal dari pemukiman penduduk. Pada umumnya air limbah ini terdiri dari *excreta* (tinja dan air seni), air bekas cucian dapur dan kamar mandi, dan umumnya terdiri dari bahan-bahan organik.
- b. Limbah cair industri (*Industrial Wastes Water*), yang berasal dari berbagai jenis industri akibat proses produksi. Zat-zat yang terkandung didalamnya sangat bervariasi sesuai dengan bahan baku yang dipakai oleh masing-masing industri
- c. Limbah cair kotapraja (*Municipal Wastes Water*), yaitu air buangan yang berasal dari daerah : perkotaan, perindustrian, hotel, restoran, tempat-tempat

Karakteristik Fisik dan Kimia Limbah Cair

a. Karakteristik Fisik

- Padatan terlarut TDS
Yaitu total impurities yang tidak terlarut di dalam air berupa natrium klorida, kalsium bikarbonat, kalsium sulfat dan magnesium bikarbonat.
- Padatan Tersuspensi TSS
Yaitu total impurities yang tidak terlarut di dalam air, berupa partikel yang menyebabkan air keruh, gas terlarut, dan mikroorganisme penyebab bau dan rasa.

b. Karakteristik Kimia

- Bahan organik
Dalam air limbah terdapat kandungan berupa protein sekitar 65%, karbohidrat 25%, dan lemak 10%.
- BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)
Adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam lingkungan air untuk mengubah bahan organik yang ada di lingkungan air tersebut. Air buangan dengan kadar BOD tinggi dapat menimbulkan polusi jika langsung dibuang ke air.
- DO (*Dissolved Oxygen*)
DO dapat disebut juga sebagai oksigen terlarut yang mana merupakan kebutuhan dasar dari kehidupan tanaman dan hewan didalam air. Keadaan DO berlawanan dengan keadaan BOD. Semakin tinggi BOD maka semakin rendah DO. Keadaan DO dalam air menunjukkan tanda-tanda kehidupan organisme dalam perairan. Angka DO yang tinggi menunjukkan keadaan air yang semakin baik.
- COD (*Chemical Oxygen Demand*)
Adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik

secara kimiawi yang terdapat di dalam air dengan sempurna.

- pH (*Power of Hydrogen*)
Adalah ukuran yang menunjukkan kadar asam atau basa dalam suatu larutan. Larutan bersifat netral memiliki $pH = 7$, basa $pH > 7$, asam $pH < 7$. pH air limbah tidak tentu, bisa asam, bisa basa ataupun netral. Hal ini tergantung dari kandungannya.
- Logam berat

Karbon Aktif

Karbon aktif atau arang aktif merupakan senyawa *amorf* dari bahan yang mengandung karbon untuk menghasilkan daya adsorpsi yang besar. Karbon aktif juga merupakan padatan berpori yang mengandung 85% - 95% karbon. Karbon aktif dengan luas permukaan yang besar dapat digunakan untuk berbagai aplikasi yaitu sebagai penghilang warna, penghilang rasa, penghilang bau dan agen pemurnian air baik dalam proses produksi air minum maupun dalam penanganan limbah. Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-3500 m²/g dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Pada karbon aktif berupa bubuk, semakin besar luas area permukaan pori adsorben maka daya adsorpsinya juga semakin besar (Idrus, 2013). Karbon aktif berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa dan mempunyai daya serap besar. Karbon aktif dilakukan perlakuan khusus berupa proses aktivasi secara fisika dan kimia. Aktivasi ini berfungsi untuk membuka pori-pori pada struktur molekul agar pada saat karbon aktif digunakan dan mempunyai daya serap yang besar pada bahan yang berfase cair atau gas (Anike, 2020).

Pembuatan Karbon Aktif

Secara umum, proses pembuatan karbon aktif terdiri dari 3 tahap yaitu dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi.

- Proses Dehidrasi
Dehidrasi adalah proses penghilangan kandungan air yang terdapat dalam bahan baku karbon aktif dengan tujuan untuk menyempurnakan proses karbonisasi dan dilakukan dengan cara menjemur bahan baku di bawah sinar matahari atau memanaskannya dalam oven.
- Proses Karbonisasi
Karbonisasi adalah suatu proses pembakaran material organik pada bahan baku. Karbonisasi akan menyebabkan terjadinya dekomposisi material organik bahan baku atau pengeluaran pengotor. Sebagian besar unsur non-karbon akan hilang pada tahap ini. Pelepasan unsur-unsur yang volatil ini akan membuat struktur pori-pori mulai terbentuk / pori-pori akan terbuka. Seiring karbonisasi, struktur pori awal akan berubah.
- Proses Aktivasi
Aktivasi adalah bagian dalam proses pembuatan karbon aktif yang bertujuan untuk membuka, menambah atau mengembangkan volume pori dan memperbesar diameter pori yang telah terbentuk pada proses karbonisasi (Wirani, 2020).

Kadar Abu

Kadar abu akan mempengaruhi kualitas karbon aktif sebagai adsorben. Kadar abu juga merupakan presentase abu yang dihasilkan dari pembakaran sempurna dari suatu bahan organik. Kandungan abu berupa bahan organik maupun mineral yang tidak dapat dibakar atau sisa yang tetap tertinggal setelah pembakaran, misalnya silika dan oksida. Penentuan kadar abu bertujuan untuk mengetahui oksida yang terkandung dalam karbon aktif (Nurhayati dkk, 2018).

Kadar Air

Salah satu sifat dari karbon aktif yang mempengaruhi kualitas karbon aktif yaitu kadar air. Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam karbon aktif setelah bahan baku karbon melalui tahapan karbonisasi dan aktivasi, baik yang terikat secara kimiawi maupun akibat pengaruh kondisi luar seperti iklim, ukuran butiran maupun proses penyaringan. Penetapan ini bertujuan mengetahui sifat higroskopis karbon aktif (Idrus, 2013).

Karbonisasi

Karbonisasi adalah suatu proses mengubah bahan baku asal menjadi karbon berwarna hitam melalui pembakaran dalam ruang yang tertutup dengan udara terbatas atau seminimal mungkin. Karbonisasi atau pengarangan juga merupakan suatu proses pemanasan pada suhu tertentu dari bahan-bahan organik dengan jumlah oksigen sangat terbatas, biasanya dilakukan di dalam *furnace*. Proses ini menyebabkan terjadinya penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk hidrokarbon. Material padat yang tinggal setelah karbonisasi adalah karbon dalam bentuk arang dengan pori-pori yang sempit (Dewi dkk, 2009)

Adsorpsi

Adsorpsi biasa diartikan sebagai proses yang terjadi ketika gas atau cairan terlarut terakumulasi pada permukaan suatu padatan atau cairan (adsorben) dan membentuk lapisan molekul atau atom (adsorbat). Istilah adsorpsi biasa digunakan untuk menggambarkan keberadaan suatu bahan tertentu (cairan atau padatan) dengan konsentrasi yang lebih tinggi pada permukaan dari pada di dalam fasa ruahnya. Secara singkat, adsorpsi menunjukkan kelebihan konsentrasi pada permukaan. Zat yang terakumulasi pada permukaan disebut adsorbat, sedangkan material permukaan/cairan disebut adsorben (Syauqiah dkk, 2012).

Adsorben

Adsorben merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida. Kebanyakan adsorben adalah bahan-bahan yang sangat berpori dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding pori-pori biasanya sangat kecil atau pada letak-letak tertentu di dalam partikel itu. Oleh karena itu biasanya pori-pori sangat kecil maka luas permukaan luar dan bisa mencapai 2000 m²/gr. Pemisahan ini terjadi karena perbedaan bobot molekul atau karena perbedaan polaritas yang menyebabkan sebagian molekul

melekat pada permukaan tersebut lebih erat dari pada molekul lainnya (Wardani, 2020).

METODE

Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan observasi di laboratorium antara lain:

Pembuatan Karbon Aktif

a. Tahap Dehidrasi

Diawali dengan menyiapkan sampel limbah ampas tebu lalu memperkecil ukuran menjadi 10-15 mm dan di jemur selama 2 hari sampai mengering.

b. Tahap Karbonisasi

Ampas tebu yang telah dihaluskan kemudian di *furnace* selama 30 menit pada suhu 300°C hingga bahan baku kering dan menjadi arang. Haluskan sehingga ukuran karbon menjadi 80 *mesh*.

c. Tahap Aktivasi

Karbon yang telah dihaluskan lalu diberikan penambahan larutan NaCl dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15% selama 5 jam (posisi tertutup). Setelah itu cuci hingga pH netral dan keringkan.

d. Analisa Karbon Aktif

Karbon yang telah diberi perlakuan lalu dianalisa sesuai SNI 06-3730-1995 yang meliputi kadar air dan kadar abu.

e. Pengujian Karbon pada Air Limbah

Uji karbon pada air limbah dengan parameter pH, DO, Klor, TSS dan TDS menggunakan SNI 6989.27.2019.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data Hasil Penyusutan Air pada Ampas Tebu

Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Presentase Penyusutan (%)
10.000	2.500	75

Massa ampas tebu yang masih basah sebelum diolah sebanyak 10.000 gram dan setelah dibersihkan dan dikeringkan dengan matahari maka didapatkan hasil sebanyak 2.500 gram dan dikarbonisasi didapatkan hasil sebanyak 219,5 gram. Sehingga ampas tebu mengalami penyusutan sebesar 75%.

Data Hasil Uji Karakteristik Karbon Aktif

Karakteristik karbon diuji melalui pengujian kadar air dan kadar abu.

Tabel 2. Data Hasil Uji Karakteristik Kadar Air Sebelum di Aktivasi

Kondisi Karbon Aktif	Berat Karbon Awal (gr)	Cawan + Karbon Awal (gr)	Cawan + Karbon Akhir (gr)	Kadar Air (%)
Sebelum di aktivasi	2.000	35,43	34,31	0,47%

Tabel 3. Data Hasil Uji Karakteristik Kadar Air Sesudah di Aktivasi

Konsentrasi NaCl	Berat Karbon Awal (gr)	Cawan + Karbon Awal (gr)	Cawan + Karbon Akhir (gr)	Kadar Air (%)
5%	2.000	37,50	36,13	0,59%
10%	2.000	36,74	35,23	0,65%
15%	2.000	41,72	39,72	0,97%

Kadar air pada karbon yang telah diberi perlakuan sesuai dengan standar kualitas karbon aktif yaitu maksimal 4,5% pada butiran dan maksimal 15% pada karbon aktif serbuk (Laos, LE 2016). Namun, data pada tabel 2 dan 3 diatas menunjukkan adanya kenaikan persentase kadar air setelah diberikan penambahan NaCl. Kadar air adalah perbedaan antara berat bahan sebelum dan sesudah dilakukan pemanasan.

Tabel 4. Data Hasil Uji Karakteristik Kadar Abu Sebelum di Aktivasi

Kondisi Karbon Aktif	Berat Karbon Awal (gr)	Cawan + Karbon Awal (gr)	Cawan + Karbon Akhir (gr)	Kadar Abu (%)
Sebelum di aktivasi	2.000	44,47	42,16	0,95 %

Tabel 5. Data Hasil Uji Karakteristik Kadar Abu Sesudah di Aktivasi

Konsentrasi NaCl	Berat Karbon Awal (gr)	Cawan + Karbon Awal (gr)	Cawan + Karbon Akhir (gr)	Kadar Abu (%)
5%	2.000	40,60	39,54	1,02 %
10%	2.000	43,11	42,23	1,02 %
15%	2.000	42,78	42,68	1,04 %

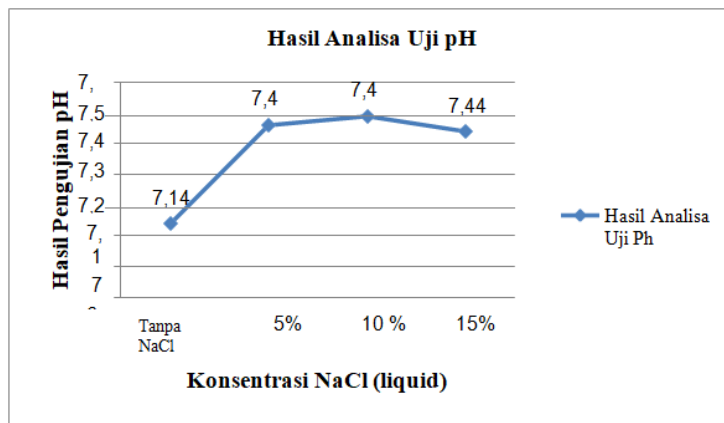
Kadar abu pada karbon yang telah diberi perlakuan sesuai dengan standar kualitas karbon aktif yaitu maksimal 2,5% pada butiran dan maksimal 10% pada karbon aktif serbuk (Laos, LE 2016). Namun, ada kenaikan kadar abu pada karbon yang telah diberikan NaCl, semakin tinggi konsentrasi NaCl maka semakin tinggi kadar abu yang dikandung. Tujuan pengujian karakteristik kadar abu dilakukan untuk menentukan kandungan oksida dalam logam dalam karbon aktif.

Data Hasil Pengujian pada Pengolahan Limbah Cair

Tabel 6. Data Hasil analisa pH

Sampel	pH Awal	pH Akhir	Baku Mutu*
Limbah Air Buangan	7,14	-	6 - 9
Larutan NaCl 5%		7,46	
Larutan NaCl 10%		7,49	
Larutan NaCl 15%		7,44	

Catatan * : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No.P.68/Menlhk-Setjen/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik



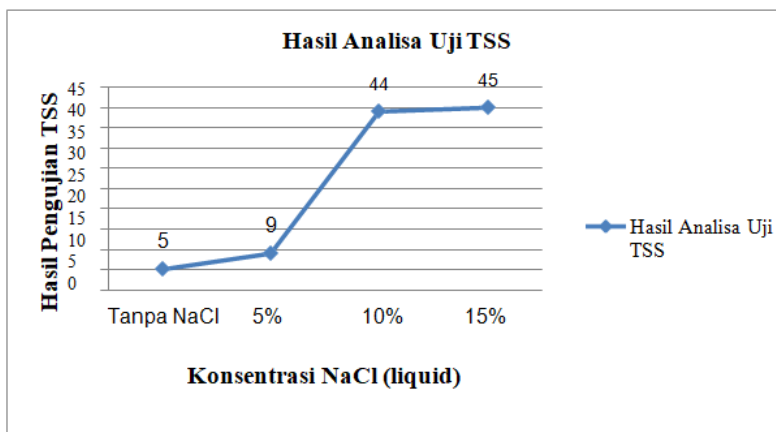
Gambar 1. Grafik Hasil Uji pH

Hasil uji pH pada tabel 6 dan gambar 1 menunjukkan bahwa terjadinya kenaikan pH pada penambahan berbagai konsentrasi NaCl pada karbon, namun demikian pH masih sesuai dengan baku mutu yaitu 6-9.

Tabel 7. Hasil Analisa Parameter TSS

Sampel	Berat Cawan Sesudah (mL)	Berat Cawan Sebelum (mL)	Kadar TSS (mg/L)	Baku Mutu*
Limbah Air Buangan	0,2335	0,2330	5	30 mg/L
Larutan NaCl 5%	0,2381	0,2372	9	
Larutan NaCl 10%	0,2387	0,2343	44	
Larutan NaCl 15%	0,2385	0,2340	45	

Catatan * : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No.P.68/Menlhk-Setjen/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik



Gambar 2. Grafik Hasil Uji TSS

Total Suspended Solid (TSS) adalah padatan yang terdapat pada larutan namun tidak larut, dapat menyebabkan larutan menjadi keruh dan tidak dapat langsung mengendap pada dasar larutan. Tingginya nilai TSS dapat menyebabkan air semakin keruh, kekeruhan ini disebabkan oleh bahan organik dan anorganik (Agustina, 2021).

Berdasarkan tabel 7 di atas dapat dilihat bahwa kadar TSS air limbah domestik sebelum diberi perlakuan karbon aktif yaitu 5 mg/L. Sedangkan pada air limbah yang diberikan NaCl terjadi nya kenaikan nilai TSS, bahkan pada penambahan karbon aktif yang mengandung 10% (44 mg/L) dan 15% (45 mg/L), TSS nya melebihi baku mutu air yaitu 30 mg/L. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan NaCl pada karbon tidak dapat mengaktivasi karbon aktif dan tidak mampu mengikat ion-ion yang ada di dalam air limbah, bahkan penambahan senyawa tersebut menyebabkan pori-pori karbon menjadi tertutup dengan adanya penumpukan garam NaCl.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat bahwa ampas tebu berpotensi menjadi karbon aktif tetapi tidak efektif untuk pengolahan limbah air buangan domestik dengan tingkat polutan yang rendah. Selain itu, senyawa yang bersifat garam tidak dapat dijadikan sebagai aktivator karena tidak dapat membuka pori-pori yang ada pada karbon aktif dan tidak ada penurunan dari hasil pengujian parameter pH dan TSS. Pada semua sample terjadi kenaikan nilai pada hasil pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Nur Wahyuni. 2021. Kadar Zat Pada Tersuspensi (TSS), Zat Padat Terlarut (TDS) dan Kesadahan Pada Air Sumur Resapan Tadah Hujan Di Desa Kayulemah Kecamatan Sumberrejo Kabupaten Bojonegoro. Karya Tulis Ilmiah. Jurusan Teknologi Laboratorium Medis. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Insan Cendikia Jombang.
- Anike, R.S, 2020 efektivitas karbon aktif tongkol jagung terhadap kadar pH, TSS DAN TDS pada limbah cair pt. Pertasamtan GasSetiati, R., Wahyuningrum, D., Siregar, S., & Marhaendrajana, T. (2016). *Optimasi pemisahan lignin ampas tebu dengan menggunakan natrium hidroksida*. Ethos (Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat), 4(2), 257-264.
- Aryani, B. (2020). "Karakter Morfologi Pada Tanaman Tebu (*Saccharum Officinarum*) Terhadap Frekuensi Penyiangan Dan Pengendalian Hama Pada Sistem Pertanaman Tumpangsari Tebu-Kedelai". (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Jember).
- Dewi, T. K., Nurrahman, A., dan Permana, E. 2009. Pembuatan Karbon Aktif Dari Kuli Ubi Kayu (*Mannihot Esculenta*). Jurnal Teknik Kimia. Vol.16. No.1
- Erni, Misran. 2015. Industri Tebu Menuju Zero Waste Industry. Jurnal Teknologi Proses. Vol. 4 No. 2.
- Hasibuan, Rosmidah. 2016. Analisis Dampak Limbah Sampah Rumah Tangga terhadap Pencemaran Lingkungan Hidup. Jurnal Ilmiah Advokasi. Vol.4. No. 1.

- Idrus, Rosita., dkk. 2013. Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa. *Jurnal PRISMA FISIKA*, Vol. 1, No. 1. Pontianak.
- Laos, L.E. 2016. Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*. No.1. Vo.1. Hal. 32-36.
- Nurhayati, I., Sutrisno, J., dan Zainudin, M., 2018. Pengaruh Konsentrasi Dan Waktu Aktivasi Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Ampas Tebu Dan Fungsinya Sebagai Adsorben Pada Limbah Cair Laboratorium. *Jurnal Teknik WAKTU*. Vol. 16, No. 1.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No.P.68/Menlhk-Setjen/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik
- Pujiyanto. 2010. Pembuatan Karbon Aktif Super Dari Batubara Dan Tempurung Kelapa. Tesis. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia, 2010. Depok
- Silva, K. 2016. "Pembuatan Karbon Aktif dari Ampas Tebu dengan Aktivator Asam Sulfat". Tesis. Universitas Brawijaya.
- Syuaqiah, I., Amalia, M., dan Kartini, H. A. 2011. Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif. *Jurnal INFO TEKNIK*. Vol. 12, No. 1.
- Tarmidzi, F.M. dkk. 2021. Pengaruh Aktivator Asam Sulfat dan Natrium Klorida pada Karbon Aktif Batang Semu Pisang untuk Adsorpsi Fe. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*. Vol. 5. No.1. Hal.17-21
- Wardani, S, Rosa,E dan Mirdayanti, R. 2020. Pengolahan Limbah Tulang Kambing sebagai Produk Arang Aktif Menggunakan Proses Aktivasi Kimia dan Fisika. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vo.18 No.1 Hal. 67-72.
- Wirani,S. 2020 Pembuatankarbon aktif dari kulit singkong dengan aktivasi fisika dan kimia untuk proses pengolahan limbah cair terhadap penurunan nilai pH dan TDS
- Yoseva, P. L., Muchtar, A., dan Sophia H. 2015. Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Sebagai Adsorben Untuk Peningkatan Kualitas Air Gambut. *JOM FMIPA*. Vol. 2 No. 1. Pekanbaru