

EFEKTIFITAS KARBON AKTIF TONGKOL JAGUNG TERHADAP KADAR pH, TSS DAN TDS PADA LIMBAH CAIR PT PERTAMA SAMTAN GAS

EFFECTIVENESS OF CORN COB ACTIVE CARBON ON PH, TSS AND TDS LEVELS IN LIQUID WASTE PT PERTAMA SAMTAN GAS

Amiliza Miarti¹⁾, Reva Sari Anike²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Analisis Laboratorium Migas Politeknik Akamigas Palembang, 30257, Indonesia
 Corresponding Author E-mail: mia@pap.ac.id

Abstract: Corn (*Zea mays*) is one of the most important carbohydrate-producing food crops in the world besides wheat and rice. Corn produces solid waste in the form of corn leaves and corn cobs. Corn cobs can be used as an ingredient for making activated carbon to increase the economic value of corn cobs. Corn cobs contain 41% cellulose and 36% hemicellulose. This study aims to determine the process of making activated carbon as well as the activation process and effectiveness of corncob activated carbon to manage liquid waste of PT Perta Samtan Gas on pH, TSS, and TDS levels. The manufacture of activated carbon has three processes, namely the process of dehydration, carbonization, and activation. The chemical used for the activation of activated carbon is H_2SO_4 1 M, in the carbonization process at a temperature of 500°C for 30 minutes. Activated carbon was tested for characteristics such as moisture content, ash content, volatile matter content, and iodine content. The activated carbon was then tested with PT Perta Samtan Gas liquid waste using a variation of 0.5 g; 1.0 g; 1.5 g and the variation of immersion contact time was 30 minutes and 60 minutes. Optimal results were obtained at a mass variation of 1.5 g of activated carbon and an immersion time of 60 minutes. The effectiveness that can be generated from the liquid waste testing is a pH of 13.46%, a change in pH from 5.2 to 5.9, a TSS value of 82.45%, a decrease from 718 mg/L to 126 mg/l and a TDS value by 87.33%, which is a decrease from 884 mg/l to 112 mg/l. The results of this study indicate that activated carbon made from corn cobs is effectively used in wastewater treatment with a decrease in pH, TSS and TDS values.

Keywords: Activated Carbon, Liquid Waste, Corn Cobs.

Abstrak: Jagung (*Zea mays*) merupakan salah satu tanaman pangan penghasil karbohidrat yang terpenting di dunia selain gandum dan padi. Jagung menghasilkan limbah padat berupa daun jagung dan tongkol jagung. Pada tongkol jagung dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan karbon aktif untuk meningkatkan nilai ekonomis dari tongkol jagung. Pada tongkol jagung terdapat kandungan selulosa 41% dan hemiselulosa 36%. Pada Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pembuatan karbon aktif serta proses aktivasi dan efektifitas karbon aktif tongkol jagung untuk mengelola limbah cair PT Perta Samtan Gas terhadap kadar pH, TSS, dan TDS. Pembuatan karbon aktif mempunyai tiga proses yaitu proses dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi. Bahan kimia yang digunakan untuk aktivasi karbon aktif yaitu H_2SO_4 1 M, pada proses karbonisasi pada suhu 500°C selama 30 menit. Karbon aktif diuji karakteristiknya seperti kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, dan kadar iodin. Karbon aktif kemudian diuji dengan limbah cair PT Perta Samtan Gas menggunakan variasi sebanyak 0,5 g; 1,0 g; 1,5 g dan variasi waktu kontak perendaman 30 menit dan 60 menit. Hasil yang optimal diperoleh pada variasi massa karbon aktif 1.5 gr dan waktu perendaman 60 menit. Efektifitas yang mampu dihasilkan dari pengujian limbah cair tersebut adalah pH sebesar 13,46% terjadi perubahan pH dari 5,2 menjadi 5,9, Nilai TSS sebesar 82,45% yaitu penurunan dari 718 mg/L menjadi 126 mg/l dan Nilai TDS sebesar 87,33%, yaitu penurunan dari 884 mg/l menjadi 112 mg/l. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karbon aktif yang dibuat dari tongkol jagung efektif digunakan pada pengolahan limbah cair dengan adanya penurunan nilai pH, TSS dan TDS.

Kata kunci: Karbon Aktif, Limbah Cair, Tongkol Jagung.

1. PENDAHULUAN

Tanaman jagung merupakan tanaman pangan yang kontribusinya pada pertumbuhan ekonomi nasional cukup besar. Di Lubuk Linggau Desa Marga Mulya terdapat lahan perkebunan yang sangat luas dan pabrik yang

mengelola hasil panen kebun tersebut. Tanaman jagung ini menghasilkan limbah padat berupa daun jagung dan tongkol jagung. Dimana saat jagung yang sudah siap dipanen kemudian diolah menjadi makanan burung dan ayam serta sebagian diolah menjadi bahan makanan

seperti bubur jagung. Bagian dari jagung yang tidak digunakan seperti tongkol jagung dan daun jagung biasanya hanya dibuang begitu saja sehingga menumpuk dalam jumlah banyak dan hanya dijadikan bahan bakar. Melihat kondisi potensi produksi limbah tongkol jagung tersebut, perlu dilakukan analisa untuk mengetahui manfaat yang dihasilkan dari limbah tongkol tersebut. Jika tongkol jagung digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif untuk mengetahui daya adsorpsi akan meningkatkan nilai ekonomis dari limbah tongkol tersebut. Setiap satu kali panen pada suatu lahan perkebunan didapat sekitar satu ton jagung dan akan menghasilkan limbah padat tongkol jagung.

Tongkol jagung merupakan salah satu limbah padat yang dihasilkan pada proses pembuatan pakan burung. Limbah tongkol jagung biasanya hanya dibuang begitu saja sehingga menumpuk dalam jumlah banyak dan sebagian dijadikan bahan bakar oleh masyarakat setempat. Padahal limbah tongkol jagung dapat diolah menjadi karbon aktif yang selanjutnya diaplikasikan sebagai adsorben. Limbah tongkol jagung mengandung 41% selulosa dan 36% hemiselulosa dengan kadar air 9,60% (Lorenz dan Kulp, 1991). Di Indonesia limbah tongkol jagung dihasilkan sekitar 2,29 juta ton/tahun (Suciyanto et.al., 2006). Limbah merupakan buangan yang kehadirannya tidak dikehendaki di lingkungan karena tidak mempunyai nilai ekonomi. Limbah berupa limbah padat, limbah cair dan limbah gas. Limbah yang berasal dari industri pabrik mengandung bahan beracun dan berbahaya melalui ekosistem alam yakni udara, air dan tanah.

2. TEORI DASAR

2.1 Jagung

Jagung memiliki nama latin *Zea mays*, merupakan salah satu tanaman pangan penghasil karbohidrat yang terpenting di dunia, selain gandum dan padi. Tanaman jagung tumbuh optimal pada tanah yang gembur, *drainase* baik, dengan kelembaban tanah cukup, dan akan layu bila kelembaban tanah kurang dari 40% kapasitas lapang, atau bila batangnya terendam air. Pada dataran

rendah, umur jagung berkisar antara 3-4 bulan, tetapi di dataran tinggi di atas 1000 m dpl berumur 4-5 bulan. Umur panen jagung sangat dipengaruhi oleh suhu, setiap kenaikan tinggi tempat 50 m dari permukaan laut, umur panen jagung akan mundur satu hari (Hyene, 1987).

2.2 Tongkol Jagung

Tongkol jagung merupakan tempat lembaga dan sebagai gudang penyimpanan makanan untuk pertumbuhan biji, modifikasi cabang dan berkembang pada ruas-ruas batang (Koswara, 1991). Tongkol jagung bagian dari jagung yang telah diambil bijinya merupakan limbah padat karena tongkol jagung tidak dikonsumsi.

2.3 Komposisi Tongkol Jagung

Komposisi tongkol jagung dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi Tongkol Jagung

No.	Senyawa	Jumlah dalam persen (%)
1	Selulosa	40
2	Hemiselulosa	36
3	Lignin	16

2.4 Limbah

Limbah adalah residu atau sisa dari suatu proses aktivitas manusia yang dapat menjadi bahan pencemar di suatu lingkungan (Karmana, 2007). Limbah juga merupakan buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis dan menjadi penyebab pencemaran lingkungan yang membawa dampak buruk bagi kesehatan masyarakat. Limbah cair adalah bahan-bahan pencemar berbentuk cair. Air limbah adalah air yang membawa sampah (limbah) dari rumah tinggal, bisnis, dan industry, yaitu campuran air dan padatan terlarut atau tersuspensi merupakan air buangan dari hasil proses yang dibuang ke dalam lingkungan.

2.5 Karbon Aktif

Karbon aktif atau arang aktif merupakan senyawa *amorf* dari bahan yang

mengandung karbon untuk menghasilkan daya adsorpsi yang besar. Dimana karbon aktif mempunyai daya serap yang besar, yaitu 25–100 % (Darmawan, 2008). Pemilihan bahan baku dari karbon aktif ditentukan berdasarkan besarnya kandungan karbon pada bahan tersebut. Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300–3500 m²/gram berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif bersifat sebagai adsorben.

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 akan mempunyai daya serap yang besar pada bahan yang berfase cair atau gas (Sembiring, dkk., 2003).

Karbon aktif mempunyai banyak pori berukuran nano hingga mikrometer. Sedemikian banyaknya pori sehingga dalam satu gram arang aktif bila semua dinding pori direntangkan, luas permukaannya dapat mencapai ribuan meter persegi (Syauqiah, 2011). Kapasitas adsorpsi arang aktif bergantung pada karakteristik arang aktifnya, seperti tekstur (luas permukaan dan distribusi ukuran pori), kimia permukaan (gugus fungsi dan permukaan) dan kadar abu, selain itu juga bergantung pada karakteristik adsorpsi (Villa Carias, 2005).

Tabel 2.2 Standar Mutu Karbon Aktif

No.	Uraian	Satuan	Persyaratan	
			Butiran	Serbuk
1	Bagian yang Pemanasan 950 °C	%	Max 15	Max 25
2	Kadar air	%	Max 4,5	Max 15
3	Kadar abu	%	Max 2,5	Max 10
4	Bagian yang tidak mengarang	-	Tidak nyata	Tidak nyata
5	Daya serap terhadap larutan I ₂	mg/g	Min 750	Min 750

6	Karbon aktif murni	%	Min 80	Min 65
---	--------------------	---	--------	--------

2.6 Pembuatan Karbon Aktif

Pembuatan karbon aktif terdiri atas tiga tahap, yaitu (Marsh and Francisco, 2006):

1. Proses dehidrasi

Bahan baku untuk pembuatan karbon aktif yaitu tempurung tongkol jagung yang telah bersih dijemur hingga kering atau hilang kadar airnya.

2. Proses karbonisasi

Karbonisasi atau pengarangan adalah suatu proses pemanasan pada suhu tertentu dari bahan-bahan organik dengan jumlah oksigen sangat terbatas, biasanya dilakukan dalam tanur. Bertujuan untuk menghilangkan zat-zat yang mudah menguap (*volatile matter*) yang terkandung pada bahan dasar.

3. 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.

2.7 Karakterisasi Karbon

Penentuan sifat-sifat karbon aktif yang diperoleh melalui karbonisasi dan aktivasi kimia, maka perlu dilakukan karakterisasi. Karakterisasi dalam penelitian ini meliputi penentuan kadar air, kadar zat menguap, kadar abu, kadar karbon terikat, dan kadar daya serap yodium.

1. Kadar Air

Adalah persentase kandungan air pada suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (*wet basis*) atau berat kering (*dry basis*) (Anonim, 2010).

2. Kadar abu

Abu merupakan zat anorganik sisa hasil pembakaran dari suatu bahan organik. Kadar abu merupakan campuran dari komponen anorganik atau mineral yang terdapat pada suatu bahan pangan. Bahan pangan terdiri dari

96% bahan anorganik dan air, sedangkan sisanya merupakan unsur-unsur mineral.

3. Kadar zat menguap

Zat mudah menguap adalah zat selain air, yaitu karbon terikat dan abu yang terdapat di dalam arang, yang terdiri atas cairan dan sisa yang tidak habis dalam proses karbonisasi.

4. Kadar karbon

Kadar karbon terikat adalah fraksi C dalam arang nomor atom 6 pada tabel periodik. Karbon merupakan unsur non-logam dan bervalensi 4 (*tetravalen*) yang berarti bahwa terdapat empat elektron untuk membentuk ikatan kovalen.

5. Kadar daya serap yodium

Adsorpsi iodine dilakukan untuk menentukan kapasitas adsorpsi karbon aktif. Untuk mengetahui kemampuan karbon aktif menyerap larutan berwarna. Angka iodine didefinisikan sebagai jumlah miligram iodine yang diadsorpsi oleh satu gram karbon aktif.

2.8 Adsorpsi

Adsorpsi adalah fenomena fisik yang terjadi saat molekul gas atau cair dikontakkan dengan suatu permukaan padatan dan sebagian dari molekul-molekul tadi mengembun pada permukaan padatan tersebut. Hal ini terjadi karena adanya ketidakseimbangan gaya-gaya molekul pada zat padat cenderung menarik molekul lain yang bersentuhan pada permukaannya (Kuntoro, 2011). Adsorpsi diartikan sebagai peristiwa pengambilan zat terbentuk gas, uap, dan cairan oleh permukaan tanpa penetrasi

2.9 Adsorben

Adsorben adalah zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida. Adsorben adalah zat penyerap dan adsorbat adalah zat yang diserap (Giyatmi, 2008). Adsorben biasanya menggunakan bahan-bahan yang memiliki pori-pori sehingga proses adsorpsi terjadi di pori-pori atau pada letak-letak tertentu di dalam partikel.

Pori-pori pada adsorben umumnya sangat kecil, sehingga luas permukaan dalam menjadi lebih besar daripada permukaan luar. Pemisahan terjadi karena perbedaan bobot molekul disebabkan adanya perbedaan polaritas sehingga sebagian molekul melekat

pada permukaan tersebut lebih erat dari molekul lainnya (Saragih, 2008).

2.10 Jenis Adsorben

Adsorben dibagi menjadi dua, yaitu kelompok polar dan non polar diantaranya:

1. Adsorben polar (*hydrophilic*)

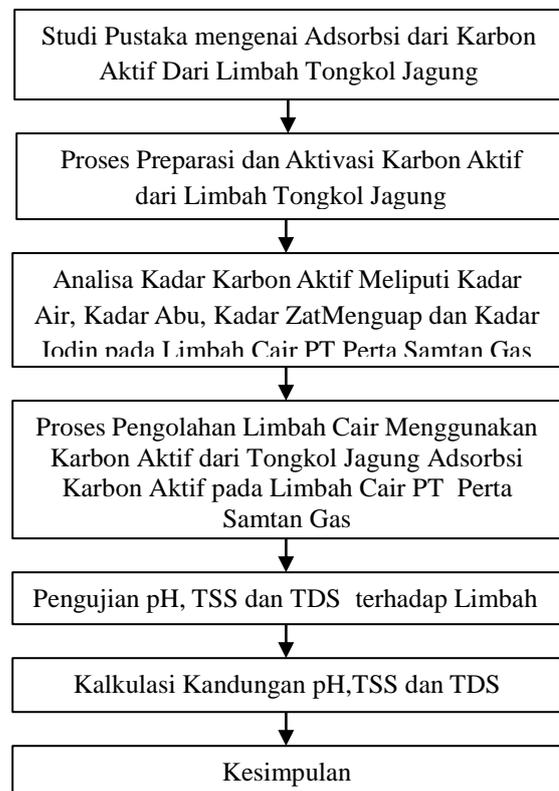
Adsorben yang dapat menyerap air berupa kelompok silika gel, alumina aktif, zeolit, dll.

2. Adsorben non polar (*hydrophobic*)

Adsorben ini menyerap adsorbat selain air berupa kelompok polimer adsorben dan karbon aktif (Saragih, 2008).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Bagan alir proses penelitian dapat terlihat seperti pada Gambar 3.1.

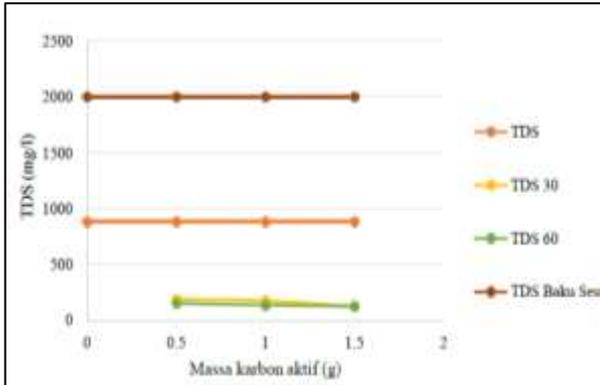


Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa TDS

Total dissolved solids atau TDS merupakan parameter fisik yang diperlukan untuk pengelolaan air. Dimana tingginya kandungan zat terlarut dalam air dapat menimbulkan efek pencemaran air dan kematian terhadap organisme air.



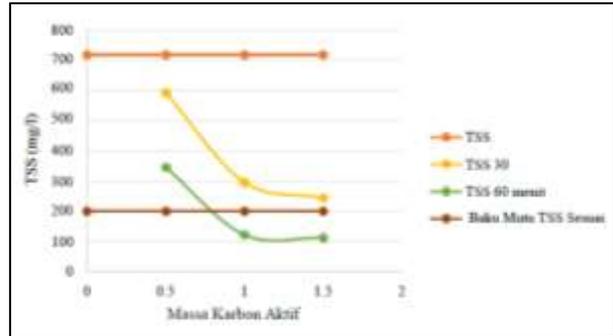
Gambar 4.1 Pengaruh TDS Terhadap Waktu Rendam

Berdasarkan gambar 4.1 dapat dilihat bahwa air limbah cair PT Perta Samtan Gas memiliki nilai *total dissolved solids* (TDS) sebesar 884 mg/l, setelah diadsorpsi menggunakan karbon aktif nilai TDS mengalami penurunan. Menurunnya nilai TDS dalam air menunjukkan bahwa mineral dan bahan organik lainnya sudah terserap pada permukaan pori-pori karbon aktif. Pada karbon aktif bisa menurunkan nilai TDS karena karbon aktif mempunyai sifat lunak dan bila dikontakkan dengan air limbah maka permukaan karbon aktif akan lebih mudah menyerap bahan yang akan dihilangkan sehingga mencapai kondisi yang optimal.

Nilai penurunan TDS pada penelitian ini yang optimal ditunjukkan pada massa karbon aktif sebesar 1,5 g dengan waktu rendam 30 menit dan 60 menit mengalami penurunan sebesar 87,33% dari nilai awal 884 mg/l menjadi 124 mg/l dan 126 mg/l. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu kontak perendaman dan semakin banyak jumlah massa karbon aktif yang digunakan saat perendaman dengan sampel limbah cair, maka penurunan nilai TDS yang didapatkan akan semakin baik.

4.2 Analisa TSS

Total suspended solids atau TSS adalah jumlah padatan tersuspensi yang terdapat pada larutan. Semakin tinggi nilai TSS, maka air akan semakin keruh. Keekeruhan ini disebabkan oleh bahan organik dan anorganik seperti bakteri, jamur, lumpur, oksida logam, serta silfida yang terlarut dan terlarut.



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh TSS Terhadap Waktu Rendam

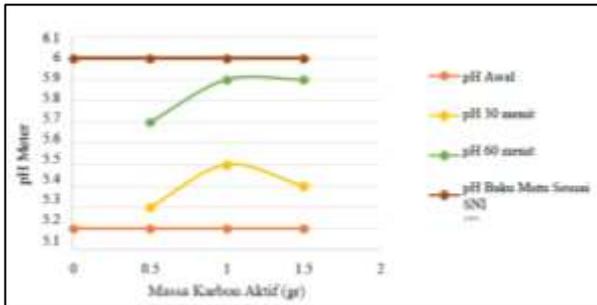
Berdasarkan grafik pada gambar 4.2 dapat dilihat adanya penurunan terhadap kadar nilai TSS. Dimana dengan adanya jumlah TSS dalam jumlah berlebihan merupakan salah satu faktor yang menyebabkan kekeruhan pada air limbah, padatan ini tidak terlarut dan tidak dapat mengendap secara langsung berupa partikel-partikel yang ukuran dan beratnya lebih kecil dari sedimen. Penyebab cukup tingginya konsentrasi TSS pada air limbah ini dapat disebabkan oleh tingginya kadar bahan organik yang terdapat di air limbah. Hasil Analisa nilai TSS menggunakan variasi massa arang dan waktu rendam. Diketahui bahwa nilai TSS akan menurun dengan semakin lama waktu rendam dan jumlah massa karbon aktif. Penurunan maksimal analisa TSS pada proses pengolahan limbah cair ditunjukkan pada waktu 60 menit dengan massa karbon aktif sebanyak 1,5 g. Pada kondisi ini terjadi penurunan sebesar 82,45% dengan nilai TSS awal sebesar 718 mg/l menjadi 112 mg/l dari nilai TSS awal 718 mg/l. Dari nilai ini bisa disimpulkan bahwa proses ini bisa menurunkan nilai TSS dari limbah cair PT Perta Samtan Gas sehingga proses ini dapat dikatakan baik untuk pengolahan limbah cair.

4.3 Analisa pH (Derajat Keasaman)

pH atau derajat keasaman adalah parameter kimia yang penting untuk dilakukan pengukuran dalam pengelolaan air. Kondisi awal pH air limbah cair adalah 5,2 setelah terjadinya adsorpsi mengalami perubahan pada nilai pH limbah cair.

Berdasarkan grafik 4.3 dapat dilihat bahwa air limbah cair PT Perta Samtan Gas memiliki nilai pH 5,2 dan setelah dilakukan perendaman dengan

karbon aktif sebelum mengalami perubahan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa karbon aktif mampu meningkatkan nilai pH. Peningkatan pH disebabkan karena adanya kation dalam karbon aktif yang terlarut dalam air (Idrus, dkk., 2013). Dengan adanya ion H^+ dan ion OH^- yang seimbang menyebabkan nilai pH stabil (netral) dan jika kandungan ion H^+ semakin banyak di dalam air, maka pH asam (Prasetyo, dkk., 2015).



Gambar 4.3 Grafik Pengaruh pH Terhadap Waktu

Adsorpsi dipengaruhi oleh derajat keasaman (pH) karena menentukan tingkat ionisasi larutan sehingga mempengaruhi adsorpsi senyawa organik. Terjadinya peningkatan nilai pH karena adanya netralisasi muatan negatif karbon oleh ion hidrogen yang menyebabkan permukaan karbon aktif lebih baik untuk mengadsorpsi pencemar (Nurmajah dkk, 2014). Nilai derajat keasaman sebelum dilakukan perendaman dengan karbon aktif, yaitu sebesar 5,2. Setelah dilakukan penelitian diperoleh kenaikan nilai pH yang optimal pada waktu 60 menit dengan massa karbon aktif 1,5 g dengan perubahan nilai pH menjadi 5,9 dengan perubahan nilai pH sebesar 13,46%. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah massa karbon aktif dan semakin lama waktu perendaman, maka hasil perubahan nilai pH yang diperoleh akan semakin baik.

Penurunan nilai TSS dan TDS serta perubahan nilai pH disebabkan karena adanya proses adsorpsi oleh karbon aktif. Selama perendaman karbon aktif bersinggungan dengan senyawa yang akan diserap sehingga semakin lama waktu kontak perendaman, maka daya adsorpsi yang dihasilkan akan meningkat. Adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif ini merupakan jenis adsorpsi secara fisika yang melibatkan pori dan gaya tarik menarik antara molekul adsorben dan adsorbat. Terdapat pori yang luas pada karbon aktif juga mempengaruhi besarnya molekul adsorbat yang terserap. Secara garis besar dapat

disimpulkan bahwa karbon aktif yang berasal dari tongkol jagung dapat dikatakan efektif untuk pengolahan limbah cair PT Perta Samtan Gas.

5. KESIMPULAN

Dari pembahasan tersebut, maka kesimpulan dari penelitian ini, yaitu:

1. Proses pembuatan karbon aktif
 - a. Proses dehidrasi, pada proses ini tongkol jagung dipotong kecil-kecil kemudian dijemur dibawah matahari selama dua hari.
 - b. Proses karbonisasi, pada proses ini tongkol jagung yang telah dijemur selama dua hari kemudian dimasukkan ke *furnace* suhu $500^{\circ}C$ selama 30 menit.
 - c. Proses *grinding*, arang yang di hasilkan dari proses karbonisasi di *grinding* atau dihaluskan dengan alung atau mortar kemudian di ayak *mesh* 100.
2. Proses aktivasi karbon, tongkol jagung yang selesai di ayak menggunakan *mesh* 100 aktivasi dengan larutan H_2SO_4 1 M selama 24 jam dalam posisi tertutup di *beaker glass* 500 ml. Setelah 24 jam terjadi pemisahan antara karbon dengan residu yang akan mengapung diatas, buang lapisan residu tersebut dan karbon yang terdapat di bawah diambil dengan cara disaring. Karbon yang disaring dibilas dengan *aquadest* berulang kali sampai pH netral kemudian dikeringkan di *oven* $105^{\circ}C$ selama 5 jam dan masukkan ke desikator selama 30 menit, terakhir timbang dengan neraca analitik.
3. Karbon aktif yang berasal dari tongkol jagung dapat dikatakan efektif untuk pengolahan limbah cair PT Perta Samtan Gas karena dapat dilihat dari hasil penurunan kadar pH, TSS dan TDS yang diaplikasikan dengan limbah cair massa karbon aktif 0,5 g; 1,0 g; 1,5 g dan waktu kontak perendaman 30 menit dan 60 menit. Pada analisa pH meter, TSS dan TDS terhadap limbah cair mendapatkan hasil yang optimal, yaitu pada massa karbon aktif sebesar 1,5 g dan waktu kontak perendaman 60 menit. Untuk analisa pH meter terjadi kenaikan nilai pH sebesar 13,46%, yaitu nilai pH dari 5,2 menjadi 5,9. Nilai TSS mengalami penurunan sebesar 82,45%, yaitu dari 718 mg/l menjadi 126 mg/l dan Nilai TDS mengalami penurunan sebesar 87,33% ,yaitu dari 884 mg/l menjadi 112 mg/l.

DAFTAR PUSTAKA

Hidayat, Pratikno. 2008. *Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas Sebagai Bahan Baku Tekstil*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

Idrus, R., Lapanporo, B.P., dan Putra, Y.G. 2013. *Pengaruh Suhu Aktivasi terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa*. Jurnal Prisma Fisika. Vol. 1. Hal. 50-55.

Laos, Landiana Etni dan Selan, Arkilaus. 2016. *Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif*. Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika. Vol 1 (1). Hal.32-36. p-ISSN: 2477-5959 e-ISSN: 2477-8451

Lyliana H, Yola. 2013. *Pemanfaatan Arang Aktif sebagai Absorban Logam Berat dalam Air Lindi di TPA Pakusari Jember*. Skripsi. Jawa Timur: Program Sarjana Universitas Jember.

Mujizah, Siti. 2010. *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Biji Kelor (Moringa Oleifera. Lamk) dengan NaCl sebagai Bahan Pengaktif*. Skripsi. Malang: Program Sarjana Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim.

Rohmah, Putri Miftahul dan Redjeki, Athiek Sri. 2014. *Pengaruh Waktu Karbonisasi pada Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Sekam Padi dengan Aktivator KOH*. Konversi, Vol. 3. Hal. 19-27

Sahara, Emmy., Sulihingtyas. Wahyu Dwijani., Surya Mahardika., I Putu Adi. 2017. *Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tanaman Gumitir (Tagetes Erecta) yang Diaktivasi dengan H₃PO₄*. Jurnal Kimia. Vol 11 (1). ISSN 1907-9850

Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995

Setiawan, Ari., Shofiyani, Anis., Syahbanu, Intan. 2017. *Pemanfaatan Limbah Daun*

Nanas (Ananas comosus) sebagai Bahan Dasar Arang Aktif untuk Adsorpsi Fe (II). JKK. 2017. Vol.6(3). Hal.66-74

Verayana., Paputungan, Mardjan., Iyabu, Hendri. 2018. *Pengaruh Aktivator HCl dan H₃PO₄ terhadap Karakteristik (Morfologi Pori) Arang Aktif Tempurung Kelapa serta Uji Adsorpsi pada Logam Timbal (Pb)*. Jurnal Entropi. Gorontalo State University. Vol.13(1). Hal.67-75.