

Pengolahan Air Limbah Industri Pengolahan Rumput Laut Menggunakan Nano Adsorben Tersuspensi

Henita Indah Sulistiyowati dan Prayitno

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
henitaindah@gmail.com, [prayitno_polmal@yahoo.com]

ABSTRAK

Pengolahan limbah pada suatu industri pengolahan rumput laut dilakukan secara fisik-biologi-kimia, dimana pengolahan secara kimia menggunakan proses adsorpsi dalam bentuk granular karbon aktif. Namun dalam penggunaan granular karbon aktif dinilai kurang efektif karena membutuhkan lahan dan kolom adsorpsi yang cukup besar. Pada sisi lain, proses adsorpsi menggunakan nano adsorben memberikan efektifitas tinggi dalam menurunkan polutan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi nano karbon aktif terhadap penurunan COD, BOD, pH, dan kekeruhan pada air limbah industri pengolahan rumput laut. Percobaan dilakukan dalam keadaan tersuspensi dengan menggunakan nano adsorben karbon aktif berbentuk *powder*. Variabel yang digunakan adalah konsentrasi nano karbon aktif sebesar 200 ppm; 600 ppm; dan 1000 ppm dengan lama adsorpsi yaitu 8 jam; 13 jam; dan 18 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi nano karbon aktif 1000 ppm dengan lama adsorpsi 13 jam dapat menurunkan secara maksimal konsentrasi COD sebesar 36%, BOD sebesar 88% dan pH 6%, sedangkan kekeruhan sebesar 41% pada konsentrasi nano karbon aktif 200 ppm dengan lama adsorpsi 8 jam.

Kata kunci: limbah rumput laut, adsorpsi, nano karbon aktif

ABSTRACT

Waste treatment in a seaweed processing industry is carried out physically-biological-chemically, where chemical processing uses an adsorption process in the form of granular activated carbon. However, the use of granular activated carbon is considered less effective because it requires a large area and adsorption column. On the other hand, the adsorption process using nano adsorbents provides high effectiveness in reducing pollutants. The purpose of this study was to determine the effect of activated carbon nano concentration on the reduction of COD, BOD, pH, and turbidity in seaweed processing industrial wastewater. The experiment was carried out in a suspended state using activated carbon nano adsorbent in the form of powder. The variables used were the concentration of nano activated carbon of 200 ppm; 600 ppm; and 1000 ppm with adsorption time of 8 hours; 13 hours; and 18 hours. The results showed that the concentration of nano activated carbon of 1000 ppm with an adsorption time of 13 hours could reduce the maximum concentration of COD by 36%, BOD by 88% and pH 6%, while turbidity by 41% at a concentration of nano activated carbon 200 ppm with an adsorption time of 8 hour.

Keywords: seaweed waste, adsorption, nano activated carbon

1. PENDAHULUAN

Keberhasilan produksi budidaya rumput laut di Indonesia, telah mendorong tumbuhnya industri rumput laut yang saat ini berkembang dengan sangat pesat [1]. Pengolahan rumput laut menjadi *Alkali Treated Cottonii Chips* (ATTC), ATTC adalah suatu senyawa hidrokoloid yang dihasilkan oleh rumput laut jenis *Euchema Cottonii*. Salah satu proses utama dalam pengolahan rumput laut tersebut adalah proses pemasakan dengan

kapasitas proses mencapai 800 kg dimana rumput laut akan direndam dalam larutan KOH selama 2 jam dengan suhu 75 – 85 ° C [2]. Sehingga limbah yang ditimbulkan memiliki pH, kandungan organik dan padatan terlarut yang tinggi [3]. Salah satu limbah utama dalam pengembangan industri rumput laut adalah limbah air cucian rumput laut yang bersifat alkali [4].

Pengolahan limbah rumput laut dalam IPAL dengan pengolahan meliputi metode secara fisik-biologi-kimia, dimana dalam pengolahan secara kimia menggunakan proses adsorpsi dengan adsorben berupa karbon aktif berbentuk granular. Namun dalam penggunaan granular karbon aktif tersebut kurang efektif dikarenakan membutuhkan lahan dan kolom adsorpsi yang cukup besar. Pada sisi lain, pengolahan air limbah menggunakan teknologi nano telah banyak dikembangkan, dimana nano material memiliki kelebihan utama diantaranya mempunyai luas spesifik yang besar, reaktivitasnya tinggi, kinetika dan afinitas spesifiknya tinggi untuk berbagai macam kontaminan. Menurut Zhang, dkk (2016) dalam Choerudin (2017), Kekurangan adsorben konvensional adalah rendahnya kapasitas dan selektivitas adsorpsi [5] [6]. Beberapa penelitian yang menggunakan nano material sebagai proses adsorpsi menunjukkan hasil cukup efektif. Menurut Yulianis, dkk (2017), menyebutkan hasil penelitian pada adsorpsi ion logam tembaga menggunakan nano zeolit alam yang diaktivasi menunjukkan adsorpsi optimum pada konsentrasi awal 40 mg/L, berat adsorben 1 gram, pH 6 selama waktu kontak 120 menit dengan persen ion logam Cu²⁺ yang terserap sebesar 99,86% dan kapasitas adsorpsi sebesar 7,789 mg/g [7]. Menurut Cahyaningrum, dkk (2011), dalam penelitiannya menggunakan kitosan nano adsorben memiliki Laju adsorpsi ion logam Zn(II) dan Cu(II) pada kitosan *bead* secara signifikan lebih cepat dibanding pada kitosan serbuk [8].

Menurut Munandar, dkk (2016), dalam hasil penelitiannya menunjukkan bahwa Hasil penyisihan COD di dalam sampel limbah cair PMKS untuk nano karbon aktif lebih baik dibandingkan nano zeolite, dengan hasil penyerapan selama 8 jam nano karbon aktif mampu menyisihkan COD sebesar 93,15%, sementara nano zeolit hanya mampu menyisihkan COD sebesar 85,11% . Luas permukaan yang besar, distribusi ukuran pori yang luas serta permukaan yang bersifat hidrofobik menguntungkan bagi karbon aktif dalam menyerap polutan organik [9]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi nano karbon aktif dalam menurunkan kadar COD, BOD, kekeruhan dan pH pada limbah cair industri pengolahan rumput laut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Limbah yang digunakan pada penelitian ini diambil dari limbah hasil pengolahan rumput laut pada industri PT X. Proses pengolahan limbah rumput laut pada industri tersebut diawali dengan proses *flokulasi - sedimentasi* dan dilanjutkan dengan proses biologi menggunakan *aerasi* dan tahap terakhir menggunakan proses adsorpsi menggunakan karbon aktif sebagai adsorben. Pada penelitian ini dilakukan percobaan dengan mengganti adsorben yang digunakan menggunakan nano karbon aktif, limbah yang diambil adalah limbah hasil proses *aerasi* yang akan memasuki kolom adsorpsi.

Percobaan dilakukan dengan menggunakan nano adsorben karbon aktif dalam bentuk *powder* (bubuk) tersuspensi. Pada penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium menggunakan proses *batch*, dengan cara menggunakan adsorben berbentuk *powder*

(bubuk) yang ditaburkan kedalam air limbah. Dengan variabel yang digunakan yaitu konsentrasi nano karbon aktif sebanyak 200 ppm; 600 ppm; dan 1000 ppm. Sampel diambil sebelum dan sesudah proses adsorpsi yaitu, 8 jam; 13 jam; 18 jam. Pengambilan data didapatkan dengan analisis COD, BOD, kekeruhan dan uji pH. Nano karbon aktif yang digunakan dalam bentuk sediaan *powder*, berukuran nano sehingga mempunyai luas permukaan yang besar.

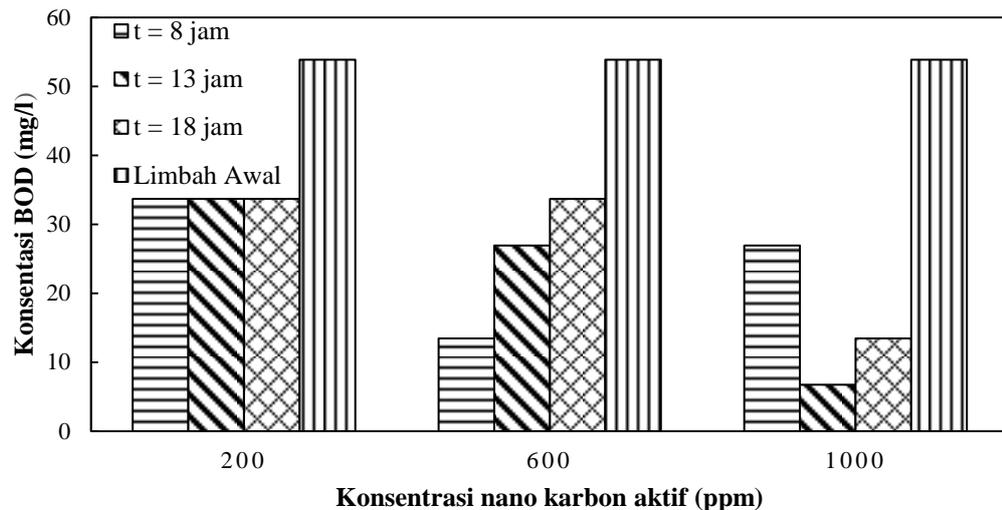
Air limbah rumput laut dilakukan analisis awal berupa analisis, COD, BOD, Kekeruhan Dan uji pH. Pengolahan adsorpsi dilakukan secara *batch*, dengan cara mengontakkan nano karbon aktif dalam 1000 ml air limbah dan dilakukan pengadukan selama 2 menit. selanjutnya dilakukan pengambilan sampel sesuai lama adsorpsi, dengan beberapa variabel lama adsorpsi yaitu 8 jam; 13 jam; 18 jam. Sampel yang telah diambil kemudian dilakukan proses penyaringan secara *batch* menggunakan corong kaca dan kertas saring, proses penyaringan bertujuan untuk memisahkan nano karbon aktif yang masih terbawa didalam sampel. Untuk kemudian sampel yang didapat akan dilakukan analisis COD, BOD, Kekeruhan dan uji pH.

Sampel limbah yang telah diolah akan dilakukan uji COD, BOD, pH dan kekeruhan. Untuk uji parameter COD analisis dilakukan dengan metode reflux terbuka, dan analisis BOD dilakukan menggunakan metode botol *winkler*. Analisis dilanjutkan dengan uji nilai pH menggunakan pH meter. Untuk uji analisis kekeruhan atau biasa dikenal dengan analisis *turbidity* dilakukan menggunakan alat *turbidimeter*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengaruh Konsentrasi Nano Karbon Aktif Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD

Limbah awal memiliki bau cukup menyengat dengan karakteristik limbah awal memiliki konsentrasi BOD sebesar 53,88 mg/l, dengan nilai kekeruhan yaitu 8,58 NTU dan memiliki nilai pH sebesar 8,5. Proses adsorpsi dilakukan secara *batch* dengan menggunakan nano adsorben karbon aktif berbentuk *powder* yang tersuspensi. Parameter BOD merupakan salah satu parameter yang diuji pada penelitian ini dengan variabel konsentrasi nano karbon aktif yang digunakan yaitu 200 ppm; 600 ppm; dan 1000 ppm dan lama adsorpsi untuk pengambilan sampel dilakukan pada waktu ke 8 jam; 13 jam; dan 18 jam. Analisis BOD dilakukan pada sampel awal limbah dan sampel setelah pengolahan dengan menggunakan metode botol *winkler*, Oksigen terlarut diukur sebelum dan sesudah inkubasi selama 5 hari dengan suhu 20 °C. Hasil analisis BOD ditunjukkan pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi nano karbon aktif terhadap kadar BOD

Dari gambar di atas menunjukkan pada konsentrasi nano karbon aktif variabel 200 ppm nilai konsentrasi BOD berada pada titik yang sama dengan nilai konsentrasi BOD sebesar 33,68 mg/l, menunjukkan bahwa pada konsentrasi 200 ppm tersebut nano karbon aktif telah mengalami kejenuhan. Pada variabel lain dengan konsentrasi nano karbon aktif 600 ppm, terlihat penurunan konsentrasi BOD pada lama adsorpsi 8 jam dengan nilai 13,47 mg/l dan pada lama adsorpsi 13 jam dengan nilai 26,94 mg/l. Sementara pada lama adsorpsi 18 jam nilai konsentrasi BOD menunjukkan nilai yang sama yaitu 33,68 mg/l. Untuk konsentrasi 1000 ppm nano karbon aktif, penurunan konsentrasi BOD paling optimal terjadi pada lama adsorpsi 13 jam. Sementara terjadi kenaikan konsentrasi BOD pada lama adsorpsi 18 jam hal ini dapat disebabkan masuknya material lain selama proses penelitian dan pembacaan titik akhir yang salah.

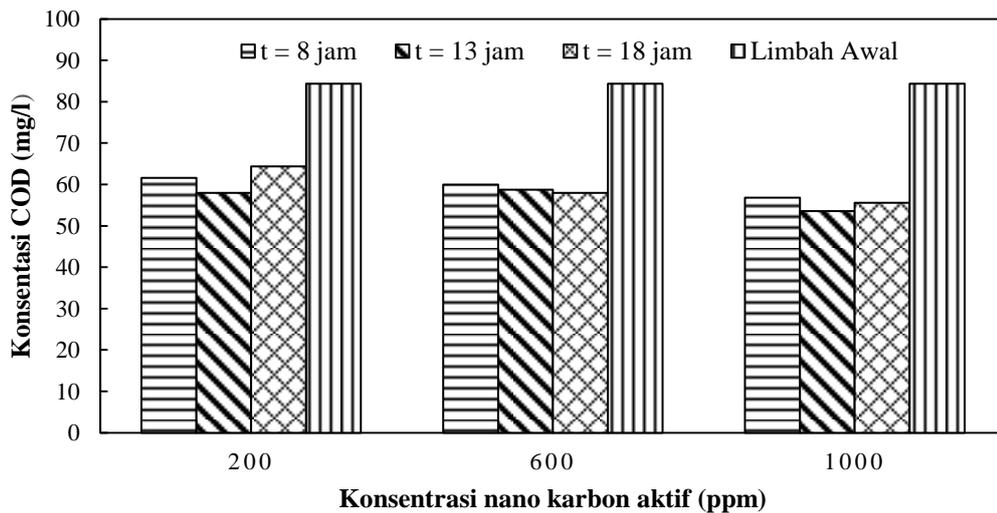
Nano karbon aktif sangat efektif digunakan sebagai adsorben, dari penelitian menunjukkan dengan penggunaan nano karbon aktif sebanyak 1000 ppm dalam 1 liter air limbah dapat menurunkan konsentrasi BOD hingga 6,73 mg/l dengan persen penurunan 88%. Penggunaan nano karbon aktif juga memperlama lama adsorpsi, pada penelitian yang dilakukan nano karbon aktif mengalami kejenuhan pada lama adsorpsi 18 jam dengan konsentrasi nano karbon aktif yang digunakan sebanyak 200 ppm dalam 1 liter air limbah. Konsentrasi nano karbon aktif mempunyai pengaruh penting dalam menurunkan kadar BOD pada air limbah, kontaminan dan kandungan organik yang terkandung dalam air limbah akan diikat dan menempel pada adsorben nano karbon aktif. Karbon aktif dikenal dengan material penyerap yang efektif, hal tersebut juga didukung dengan ukuran nano dan memiliki luas permukaan besar membuat nano karbon aktif mempunyai lama adsorpsi yang panjang. Karakteristik hasil adsorpsi dipengaruhi oleh waktu kontak, konsentrasi awal sampel, dosis adsorben, ukuran partikel adsorben, serta jenis adsorben yang digunakan [9].

Data diatas menunjukkan penurunan konsentrasi BOD berbanding lurus dengan konsentrasi nano karbon aktif yang digunakan. Semakin banyak adsorben yang digunakan akan mengakibatkan penurunan pada konsentrasi BOD yang didapat. Tetapi hal tersebut harus diikuti dengan lama lama adsorpsi yang dipilih, dari penelitian yang telah dilakukan penurunan konsentrasi BOD paling tinggi terjadi pada konsentrasi 1000 ppm dan lama lama adsorpsi yaitu 13 jam dengan persen penurunan sebesar 88%. Semakin besar

konsentrasi karbon aktif dan semakin lama waktu kontak antara karbon aktif dan limbah maka penurunan BOD semakin besar [10].

3.2. Pengaruh Konsentrasi Nano Karbon Aktif Terhadap Penurunan Kadar COD

Penelitian penurunan konsentrasi polutan pada air limbah rumput laut dengan menggunakan beberapa konsentrasi nano karbon aktif, untuk parameter uji COD didapatkan data yang ditunjukkan pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi nano karbon aktif terhadap kadar COD

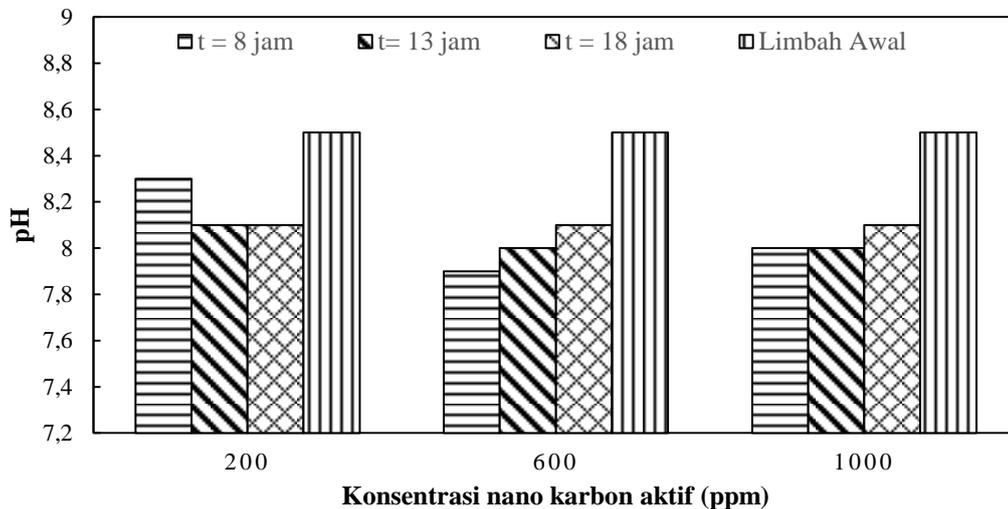
Hasil analisis awal pada air limbah didapatkan konsentrasi COD sebesar 84,4 mg/l, dari analisis awal tersebut akan didapatkan hasil pengaruh penggunaan nano karbon aktif terhadap penurunan kontaminan pada parameter COD. Menurut hasil uji sampel yang ditunjukkan pada gambar penerunan konsentrasi COD menunjukkan penurunan kontaminan yang berbanding lurus dengan penggunaan konsentrasi adsorben. Penurunan konsentrasi paling baik terjadi pada konsentrasi nano karbon aktif 1000 ppm dan lama adsorpsi. 13 jam, dengan nilai sebesar 53,6 mg/l didapatkan persen penurunan hingga mencapai 36%.

Dari data yang diperoleh penurunan kontaminan paling baik yang terjadi pada analisis COD dan BOD terjadi pada titik sampel yang sama, yaitu pada konsentrasi 1000 ppm dengan lama adsorpsi 13 jam. Hal ini dapat terjadi karena pada lama adsorpsi 13 jam tersebut merupakan lama adsorpsi optimum dengan konsentrasi adsorben yang dipakai sebanyak 1000 ppm. Sehingga pada lama adsorpsi 18 jam perlu dilakukan penambahan adsorben agar terjadi penurunan kembali. Hal ini sesuai dengan penelitian Wirosoedarmo dkk, (2016), semakin besar konsentrasi karbon aktif dan semakin lama waktu kontak antara karbon aktif dan limbah domestik maka penurunan BOD, COD limbah domestik semakin besar. Penurunan BOD, COD yang paling baik pada pengolahan limbah domestik menggunakan karbon aktif yaitu dengan konsentrasi karbon aktif yang paling besar yaitu 3g/100ml dan waktu kontak yang paling lama yaitu 6 jam [10].

3.3. Pengaruh Konsentrasi Nano Karbon Aktif Terhadap Penurunan Nilai pH

Limbah cair rumput laut memiliki karakteristik pH yang tinggi, pada penelitian sebelumnya menyebutkan pH yang dimiliki limbah rumput laut mencapai nilai 9,92 -

11.76 [3]. Hal ini dikarenakan pengolahan rumput laut melibatkan larutan KOH pada proses pemasakannya, sehingga nilai pH pada limbah harus dikendalikan untuk menanggulangi pencemaran pada lingkungan sekitar. Pada penelitian ini limbah yang diolah merupakan limbah yang telah mengalami pengolahan biologi sehingga nilai pH awal sebelum pengolahan sebesar 8,5. Hasil analisis pH ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi nano karbon aktif terhadap kadar pH

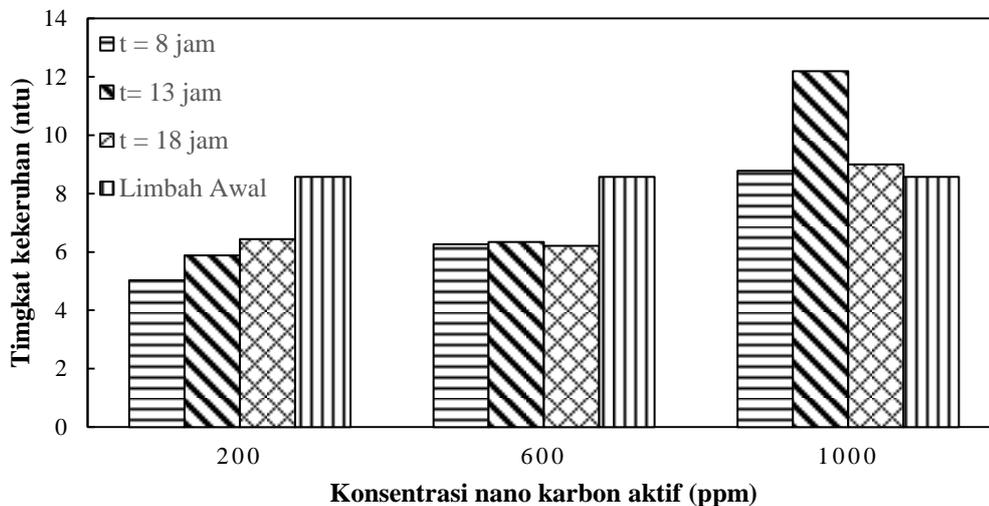
Pada konsentrasi nano karbon aktif 200 ppm terjadi penurunan pH hingga nilai 8,1 pada lama adsorpsi 13 jam dan nilai pH tidak menunjukkan penurunan kembali hingga lama adsorpsi 18 jam yang diakibatkan karena lamanya lama adsorpsi yang mengakibatkan nano karbon aktif mengalami kejenuhan. Pada variabel nano karbon aktif 600 ppm terjadi penurunan nilai pH hingga 7,9 pada lama adsorpsi 8 jam dengan persen penurunan sebesar 7%. Pada lama adsorpsi 18 jam nilai pH konstan pada nilai 8,1 baik pada variabel 200 ppm; 600 ppm; dan 1000 ppm. Hal ini menunjukkan pada lama adsorpsi 18 jam nano karbon aktif telah mengalami kejenuhan hingga penambahan adsorben sebanyak 1000 ppm.

Penggunaan nano karbon aktif dinilai cukup efektif karena mempunyai lama waktu adsorpsi cukup panjang. Dari data yang diperoleh menunjukkan adsorben menunjukkan kejenuhan pada lama adsorpsi 13 jam dengan penggunaan adsorben paling banyak adalah 1000 ppm. Hal ini dapat disebabkan karena nano karbon aktif mempunyai luas permukaan yang besar hingga dapat memperlama waktu adsorpsi. Konsentrasi nano karbon aktif dapat menurunkan nilai pH dikarenakan karbon aktif merupakan material penyerap yang efektif dan pengikat ion-ion dalam larutan, akan terjadi interaksi ion-ion dalam larutan dengan ion dalam karbon aktif dan terjadi pertukaran dengan gugus fungsi asam yang ada di permukaan karbon aktif [11]. Hal tersebut juga didukung dengan ukuran nano karbon aktif yang memiliki luas permukaan besar.

3.4. Pengaruh Konsentrasi Nano Karbon Aktif Terhadap Penurunan *Turbidity* (Tingkat Kekeruhan)

Analisis kekeruhan merupakan analisis terakhir yang dilakukan selain analisis konsentrasi BOD dan pH. Tingkat kekeruhan awal pada limbah sebelum dilakukan proses

pengolahan telah menunjukkan hasil cukup baik yaitu dengan nilai sebesar 8,58 NTU. Hasil tingkat kekeruhan limbah setelah dilakukan pengolahan menggunakan nano karbon aktif ditunjukkan oleh Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi nano karbon aktif terhadap kekeruhan

Hasil yang terlihat pada gambar menunjukkan pada analisis kekeruhan nilai yang didapatkan berbanding terbalik dengan konsentrasi nano karbon aktif yang digunakan. Semakin bertambahnya penggunaan adsorben maka nilai kekeruhan semakin meningkat, hal ini dikarenakan masih terbawanya material nano karbon aktif setelah percobaan. Nilai kekeruhan paling rendah terjadi pada variabel 200 ppm dan lama adsorpsi 8 jam dengan nilai yaitu 5,03 NTU dengan persen penurunan sebesar 41%, untuk nilai kekeruhan tertinggi terjadi pada variabel 1000 ppm dan lama adsorpsi 13 jam dengan nilai sebesar 12,2 NTU dengan persen penurunan sebesar -42%. Pada data yang diperoleh dengan konsentrasi 1000 ppm nano karbon aktif, memiliki nilai kekeruhan paling tinggi hingga melampaui nilai kekeruhan awal. Menurut Hamzani, dkk (2010), pada penelitiannya penggunaan karbon aktif sangat efektif dengan hasil yang diperoleh sesudah pengolahan air sumur dengan karbon aktif yaitu tingkat kekeruhan sebesar 2 NTU (efisiensi penurunan 95,6%) dan warna 10 TCU (efisiensi penurunan 88,9%) [12].

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi nano karbon aktif yang digunakan memiliki pengaruh dalam menurunkan konsentrasi BOD dan nilai pH pada limbah cair rumput laut. Di mana pada konsentrasi nano karbon aktif 1000 ppm dengan lama adsorpsi 13 jam menyebabkan penurunan maksimal pada konsentrasi BOD sebesar 88% dan penurunan pH hingga 6%. Sedangkan untuk penurunan maksimal pada kekeruhan sebesar 41% pada variabel 200 ppm dengan lama adsorpsi 8 jam.

REFERENSI

- [1] Yustin, D., Angelia, D., Hala, Y., and Taba, P., 2020, *Analisis Potensi Limbah Cair Hasil Pengolahan Rumput Laut Sebagai Pupuk Buatan*, Nov.
- [2] Nugraha, A. Z., Mulyawan, A., Arjuna, D. W., and Habiburahman, R., 2010, *Pemanfaatan Limbah Sampah Organik Pasar Untuk Pembuatan Nano Karbon Sebagai*

Material Serbaguna.

- [3] Ariani, N. M., Cahyono, H. B., Yuliasuti, R., 2015, *Pemanfaatan Limbah Alkali Industri Rumput Laut Dan Limbah Pickling Industri Pelapisan Logam Sebagai Pupuk Anorganik*, *Jurnal Riset Industri (Journal of Industrial Research)*, Vol. 9, No. 1, pp. 39–48, April.
- [4] Utami, L. I., Wahyusi, K. N., Utari, Y. K., and Wafiyah, K., 2019, *Pengolahan Limbah Cair Rumput Laut Secara Biologi Aerob Proses Batch*, *J. Tek. Kim.*, vol. 13, no. 2, pp. 39–43, April.
- [5] Yanyang Zhang, B. P., Bing Wu, Hui Xu, Hui Liu, Minglu Wang, Yixuan He, 2016, *Nanomaterials-enabled water and wastewater treatment*, *NanoImpact*, vol. 3–4, pp. 22–39.
- [6] Choerudin, 2017, *Peran Nanomaterial dalam Pengolahan Air dan Air Limbah*, *Tek. Kim. Inst. Teknol. Bandung*, no. January.
- [7] Yulianis, Y., Mahidin, M., and Muhammad, S., 2017, *Adsorpsi Ion Logam Tembaga Menggunakan Nano Zeolit Alam yang Diaktivasi*, *J. Litbang Ind.*, vol. 7, no. 1, p. 61, Juni.
- [8] Cahyaningrum, S. E., Santoso, S. J., and Agustini, R., 2011, *Adsorpsi Ion Logam Zn (li) Dan Cu (li) Pada Kitosan Nano Bead Dari Cangkang Udang Windu*, *Jurusan Kimia FMIPA-Universitas Negeri Sura*, vol. 18, no. 3, pp. 200–205, Oktober.
- [9] Munandar, A., Muhammad, S., and Mulyati, S., 2016, *Penyisihan COD Dari Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Nano Karbon Aktif*, *J. Rekayasa Kim. Lingkung.*, vol. 11, no. 1, p. 24, Juni.
- [10] Wirosedarmo, R., Haji, A. T. S., and Hidayati, E. A., 2016, *Pengaruh Konsentrasi Dan Waktu Kontak Pada Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Karbon Aktif Tongkol Jagung Untuk Menurunkan BOD dan COD*, *J. Sumberd. Alam dan Lingkung.*, vol. 3, no. 2, pp. 31–38.
- [11] Heriyani, O., and Mugisidi, D., 2016, *Pengaruh Karbon Aktif dan Zeolit pada pH Hasil Filtrasi Air Banjir*, *Pros. Semin. Nas. Teknol. Kualitas dan Apl. Fak. Tek. UHAMKA*, , pp. 199–202, January.
- [12] Hamzani, S., Suhenry, S., dan Pramudyo, I., 2012, *Upaya Penurunan Kekeruhan Dan Warna Air Sumur Gali Menggunakan Koagulan Biji Kelor Dan Filtrasi Karbon Aktif*, *Jurusan Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan Yogyakarta*, Vol. 13, No. 1, P: 50-57, Juli.