Pemanfaatan Karbon Aktif dari Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona grandis L.f.*) untuk Menurunkan Kadar Amonia pada Air Umpan Tambak Udang

Faiqotul Ulya[1], Rizqi Rohmawati[2], Dian Yanuarita P.[3]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: faiqotul.u@gmail.com[1], rizqirohmawati98@gmail.com[2], dianyp@itats.ac.id

ABSTRACT

The cases number of shrimp mortality that occurred in Manyar, Gresik. It is due to the ammonia content of the water does not meet the standard. Alternatives to improve it with adsorption using activated carbon to absorb water solutes. Teak wood content is considered more effective than activated carbon to absorb water solutes. Teak wood content is considered more effective than activated carbon. So, this research update was the manufacture of activated carbon from teak wood sawdust using a combination of physical-chemical activation with microwave assistance and used to reduce the ammonia content of shrimp pond feed water. The method of making activated carbon was a dehydration process with a 110 °C oven for 2 hours. The carbonation process with the furnace was 450 °C for 40 minutes. Chemical activation was processed using 15% H_3PO_4 and physics using a microwave with N_2 gas for 20 minutes, washing, drying, and sieving mesh 60. the results of activated carbon testing included moisture content, ash content, and iodine number has met SNI 06-3730-1995. BET showed a high surface area. The application of activated carbon to shrimp pond feed water was carried out with variable flow rates of 5, 10, 15, 20, 25, 30, dan 35 mL/s with the highest percentage removal occuring at 25 mL/s such as 48%. the appropriate adsorption isotherm equation was the Freundlich isotherm.

Key Word: *Activated Carbon, Teak Wood, Pond Feedwater, Ammonia.*

ABSTRAK

Banyaknya kasus kematian udang di Kecamatan Manyar, Gresik terjadi karena kandungan amonia air tidak memenuhi standart. Alternatif untuk memperbaikinya dengan adsorpsi menggunakan karbon aktif untuk menyerap zat terlarut air. Kandungan kayu jati dianggap lebih efektif sebagai karbon aktif. Maka, pembaruan penelitan ini adalah pembuatan karbon aktif dari serbuk gergaji kayu jati menggunakan gabungan aktivasi kimia fisika dengan bantuan microwave dan digunakan untuk menurunkan kandungan amonia air umpan tambak udang. Metode pembuatan karbon aktif yakni proses dehidrasi dengan oven 110℃ 2 jam, proses karbonasi dengan furnace 450℃ 40 menit, proses aktivasi kimia menggunakan H_3PO_4 15% dan fisika menggunakan microwave beraliran gas N_2 20 menit, proses pencucian, pengeringan, dan pengayakan mesh 60. Hasil pengujian karbon aktif meliputi kadar air, kadar abu, dan bilangan iod telah memenuhi SNI 06-3730-1995, serta BET menunjukkan luas permukaan tinggi. Pengaplikasian karbon aktif terhadap air umpan tambak udang dilakukan dengan variabel laju alir 5, 10, 15, 20, 25, 30, dan 35 mL/s yang presentase *removal* tertinggi terjadi pada 25 mL/s yakni 48%. Persamaan isoterm adsorpsi yang sesuai adalah isoterm Freundlich.

Kata kunci: Karbon Aktif, Kayu Jati, Air Umpan Tambak, Amonia.

PENDAHULUAN

Kabupaten Gresik termasuk daerah budidaya ikan di Jawa Timur, salah satunya terletak di wilayah Manyar yang merupakan sentra tambak udang dan bandeng. Oleh karena itu, sebagian besar penduduknya menggantungkan hidupnya pada wilayah pesisir sebagai nelayan dan tambak. Namun adanya keberadaan industri berpengaruh terhadap kesehatan lingkungan di wilayah kepesisiran kecamatan Manyar khususnya untuk kesehatan biotik[1]. Berdasarkan kekhawatiran masyarakat terhadap tingginya angka kematian udang *Vaname* dan ancaman gagal panen maka masyarakat mulai mengganti rempah-rempah yang dianggap dapat meningkatkan kesehatan karena mengandung bahan aktif yang bermanfaat bagi kesehatan dan dapat ditambahkan ke dalam makanan, serta probiotik yang dianggap dapat meningkatkan mikroorganisme yang dianggap berbahaya dan masuk ke dalam kolam bisa membusukkan tubuh udang. Namun penggunaan pupuk sintetis dapat menimbulkan permasalahan yang harus dihindari [2].

Metode lain untuk memperbaiki kualitas air adalah dengan menggunakan proses adsorpsi. Teknik ini memakai karbon aktif arang yang berperan sebagai adsorben yang efektif untuk melarutkan zat organik dan anorganik dalam air [3]. Perbandingan hasil produksi karbon aktif dari kayu jati, nangka, dan mangga mengungkapkan bahwa karbon aktif yang paling memuaskan diperoleh dari kayu jati [4]. Di masyarakat,

serbuk gergaji tidak banyak dimanfaatkan, hanya digunakan sebagai bahan bakar kompor tradisional sehingga dapat menyebabkan pencemaran udara.
Karbon aktif yang berasal dari kayu jati (*Tectona grandis L.f.)* belum pernah diaktivasi dua kali dalam *microwave* dan hanya digunakan untuk mengolah air konsumsi serta air limbah industri dan domestik. Masyarakat selama ini telah berusaha mengatasi masalah gagal panen dengan menggunakan probiotik atau pupuk, namun hal ini menimbulkan dampak negatif yang harus diwaspadai. Oleh karena itu, inovasi penelitian ini adalah menghasilkan arang aktif dari serbuk gergaji kayu jati (*Tectona grandis L.f.)* melalui aktivasi fisika kimia dengan gelombang mikro yang kemudian digunakan untuk meningkatkan kualitas air udang *vaname*, untuk mengatasi permasalahan masyarakat,sehingga kita bisa kembali melakukan budidaya udang yang memiliki nilai ekonomi lebih signifikan.

TINJAUAN PUSTAKA

Kualitas Air Tambak Udang *Vaname*

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di kec. Manyar kab Gresik terhadap uji kualitas air tambak udang yang mengalami penurunan produksi sekitar 30%-50% [5]. Dari hasil penelitihan yang diambil di beberapa titik dilingkungan yang sama di dapatkan nilai pH 4-6, suhu 30°C - 31°C, Raksa (Hg) <0,00005 mg/L, Hidrogen sulfida H_2S 0,039-0,144 mg/L, Oksigen terlarut 5,33-8,12 mg/L Fosfat (PO_4) 2,25-82,75 mg /L, Nitrat 0,03-0,044 mg /L, Nitrit <0,0036 mg /L, Alkalinitas 57,13-283,68 mg/L, , Amonia 2,07-39,66 mg /L, Timbal <0,0012 mg/L, dan Kadmium <0,0002 mg/L. Hasil uji yakni Kadar Amonia tidak sesuai dengan Permen KPRI 75 Tahun 2016 Perihal Panduan Umum Pembesaran Udang Windu (*Penaeus Monodom)* dan Udang *Vaname (Litopennaeus Vannamei)* yang mana syarat maksimal kandungan Kadar Amonia adalah <0,01 mg/l .

Adsorpsi dengan Karbon Aktif

Proses penyerapan atau adsopsi adalah proses perubahan konsentrasi yang berlangsung di antarmuka antara dua fase, di mana suatu zat dari satu fase terkumpul pada fase lainnya. Fase yang menyerap adsorben, sedangkan zat yang dikumpulkan atau diadsorpsi di fase lain dinamakan adsorbat. Proses adsorpsi dijelaskan di mana molekul-molekul keluar dari larutan dan menempel pada permukaan adsorben karena karakteristik fisika dan kimianya [6]. Pemanfaatan limbah serbuk gergaji sebagai karbon aktif telah diteliti. Karbon aktif diproses secara fisik dan kimia serta telah mencapai standar Indonesia dan Amerika. Produksi arang aktif mencakup tiga langkah yaitu pengeringan, karbonisasi dan aktivasi. Komponen utamanya dijemur atau dioven untuk mempersingkat pengolahan. Tujuan dilakukan karbonisasi adalah untuk membentuk karbon. Karbonisasi biasanya dilakukan dengan cara di masukan ke dalam tempat dengan suhu lebih tinggi dari 400°C (*furnace)* atau dengan cara dibakar. Proses aktivasi meningkatkan mutu dan menghilangkan pengotor pada bagian pori karbon aktif, sehingga daya serapnya tinggi [7]. Salah satu faktor khusus yang diperlukan karbon aktif dalam penjernihan air adalah besarnya luas permukaan, kecepatan adsorpsi, serta besarnya pori dan stabil [8]

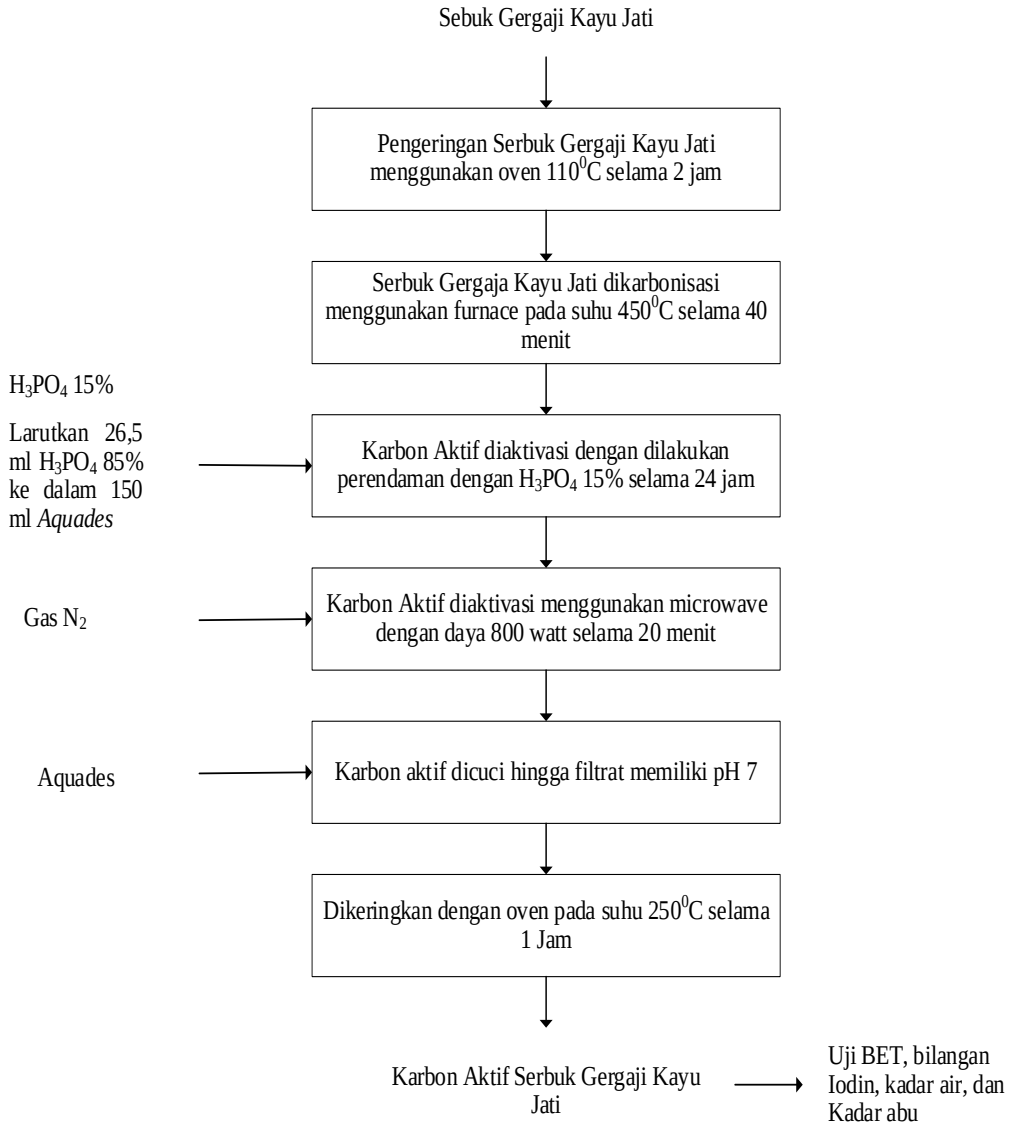
Aktivasi Gelombang Mikro

Karbon aktif dikembangkan dalam beberapa metode, seperti termal, kimia atau biologis. Pemrosesan kimia bermanfaat karena beberapa alasan, seperti suhu rendah, waktu pemrosesan singkat, efisiensi tinggi, dan pembentukan struktur pori halus. Saat ini, *microwave* juga bisa menjadi pilihan yang baik. Oven *microwave*, pemanas internal menawarkan keunggulan seperti pemanasan tinggi, waktu singkat, pemanasan selektif, tidak ada kontak antara panas dan peralatan panas, ukuran peralatan kecil dan lebih sedikit limbah. [9]. Waktu aktivasi mempunyai pengaruh yang besar terhadap pembentukan struktur pori [10]. Pada tahap awal, pori-pori mikro meningkat secara signifikan, namun seiring bertambahnya waktu aktivasi, pertumbuhan pori-pori mikro melambat bahkan menurun. Berkurangnya mikropori ini disebabkan oleh paparan radiasi gelombang mikro yang terlalu lama sehingga merusak mikropori. Selain itu, dengan metode aktivasi gelombang mikro ini juga dimungkinkan untuk membuat permukaan karbon aktif berpori bertambah luas permukaannya, dan akibatnya permukaan karbon aktif menjadi lebih berpori dibandingkan saat diaktifkan pemanasan konvensional. Proses aktivasi kimia dan fisika menggunakan gelombang mikro dapat membuka pori-pori pada permukaan karbon. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa waktu aktivasi optimal dalam microwave adalah 10 menit.

METODE

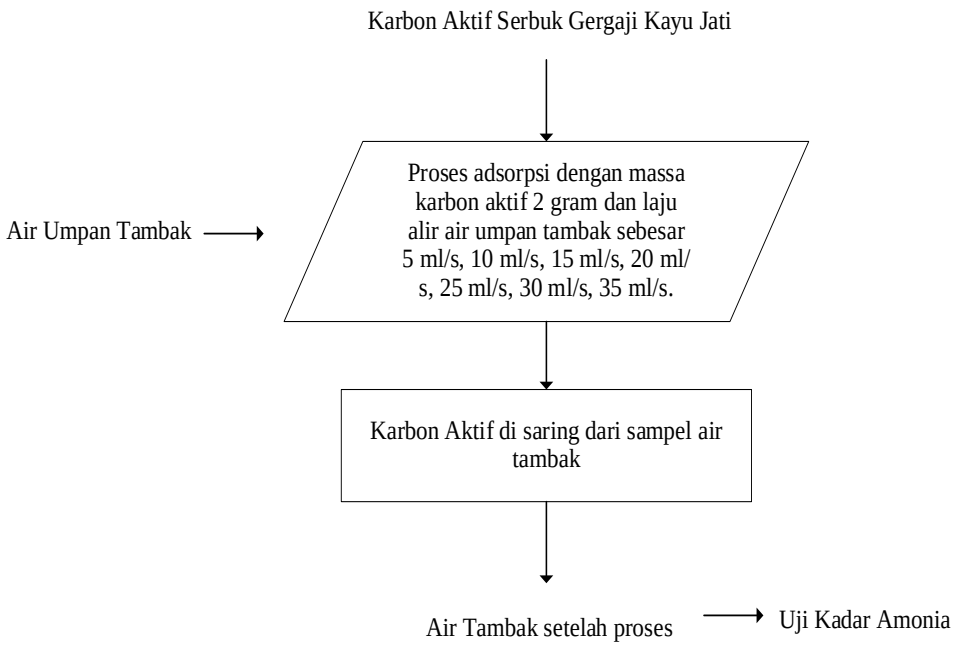
Rangkaian utama pada penelitian ini terbagi menjadi 2 proses, yakni proses pertama adalah proses produksi karbon aktif dari serbuk gergaji kayu jati yang mencakup dari 4 tahapan yakni dehidrasi, tahap kedua berupa karbonisasi, tahap ketiga yakni aktivasi, dan tahap keempat merupakan analisa uji karbon aktif. Pada proses kedua adalah proses aplikasi karbon aktif pada sampel air umpan tambak serta analisa uji air yang telah teradsorpsi.

Proses Produksi Karbon Aktif



Gambar 1. Alur Produksi Karbon Aktif dari Serbuk Gergaji Kayu Jati dengan Aktivasi Kimia dan Fisika

Proses Pengaplikasian Karbon Aktif



Gambar 2. Alur Pengaplikasian Karbon Aktif dari SerbulGergaji Kyu Jati Untuk Adsopsi Amonia pada Air Umpan Tambak Udang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian terkait kualitas produksi karbon aktif dari serbuk gergaji kayu jati melalui aktivasi kimia-fisika dengan H_3PO_4 dan gelombang mikro serta hasil pengujian air umpan tambak sebelum dan setelah diadsorpsi dengan karbon aktif dari serbuk gergaji kayu jati.

Hasil Analisa Karbon Aktif

Hasil pengujian bilangan iod menghasilkan hasil sebesar 952,06 mg/g dan memenuhi syarat minimal 750 mg/g sebagaimana tercantum dalam SNI 06-3730-1995. Kapasitas penyerapan iodin yang signifikan menandakan adanya area permukaan pori yang lebih besar, memungkinkan peningkatan kemampuan penyerapan gas atau cairan. Dapat diambil kesimpulan bahwa semakin besar luas permukaan maka semakin tinggi kemampuan pori menyerap gas atau cairan [11].

Hasil pengujian kadar air yang diperoleh dari 2 kali pengulangan oven adalah 0,3%. Maka parameter Kadar air memenuhi persyaratan SNI 06-3703- 1995 yang menetapkan nilai maksimum 15%. Berdasarkan penelitian menunjukkan bahwa semakin panjang waktu aktivasi, kadar air semakin menurun karena laju penguapan yang semakin tinggi. Sebaliknya, kadar air yang tinggi akan menurunkan kapasitas penyerapan karbon aktif baik cair maupun gas [12].

Hasil pengujian kadar abu sebesar 0,4%. Maka Kadar abu yang didapatkan mencapai persyaratan standar nasional Indonesia SNI 06-3703-1995 yang mana tidak melebihi 10%. Keberadaan abu secara signifikan dapat berdampak pada kualitas karbon aktif. Abu yang berlebih memenuhi pori-pori karbon aktif dan mengurangi luas permukaan aktif [12].

Hasil pengujian luas permukaan karbon aktif serbuk gergaji kayu jati adalah 2840 m^2/g. Karbon aktif mempunyai ukuran permukaan yang bervariasi antara 300 hingga 3500 m/g yang berkaitan dengan struktur pori internal dan memberikan sifat adsorpsi pada karbon aktif. Semakin luas permukaan pori-pori pada adsorben, semakin tinggi pula kapasitas adsorpsinya [13].

ISSN 2775-5630

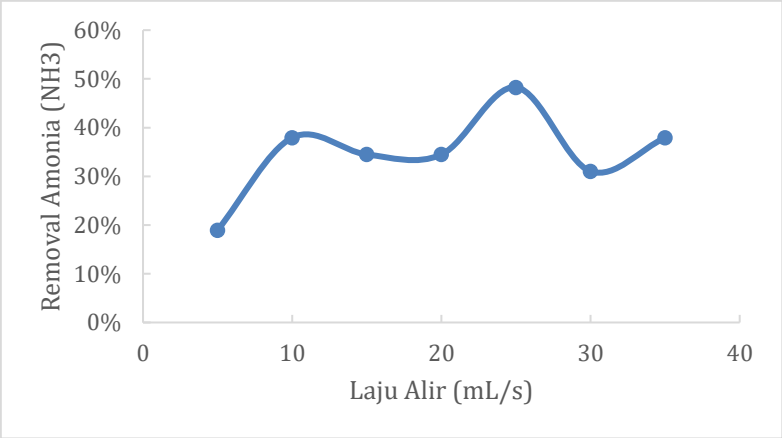
Hasil Analisa Air Umpan Tambak

Hasil uji pada air umpan tambak dengan variabel laju alir yang berbeda telah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data uji Kadar Amonia pada air umpan tambak

Data ke-	Variabel Laju Alir (mL/s)	Amonia (mg/L)
1	Sebelum adsorpsi	0.58
2	5	0.47
3	10	0.36
4	15	0.38
5	20	0.38
6	25	0.30
7	30	0.40
8	35	0.36

Hasil kadar Amonia (NH_3) dalam air dengan variabel laju alir yang berbeda-beda masih belum memenuhi Permen KPRI 75 Tahun 2016 yang mana batas maksimal Amonia dalam air tambak udang yakni 0.01 mg/L. Kecenderungan % *removal* kadar amonia (NH_3) pada air umpan tambak setelah diadsorpsi ditampilkan pada Gambar 3.



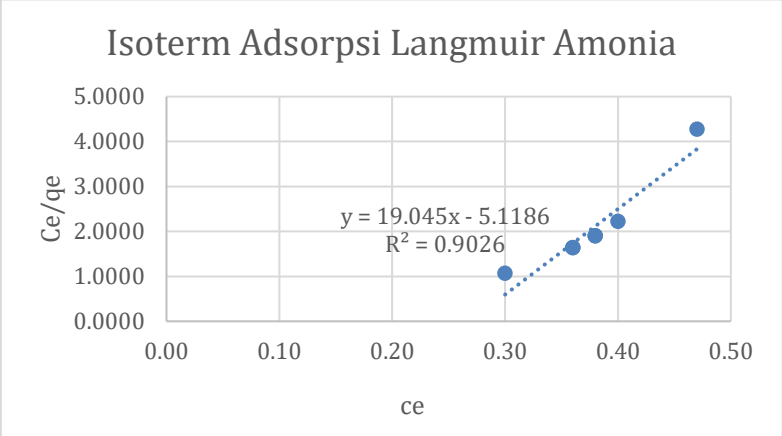
Gambar 3. Hubungan laju alir dengan % *Removal* Kadar Amonia (NH_3) pada air umpan tambak udang setelah adsorpsi dengan karbon aktif

Didapatkan bahwa presentase *removal* amonia (NH_3) paling tinggi terdapat pada variabel laju alir 25 mL/s yakni sebesar 48%. Disini dapat dikatakan bahwa laju alir sama dengan waktu kontak, dimana semakin rendah laju alir semakin panjang pula waktu kontak dengan karbon aktif. Namun dilihat dari grafik bahwa %*removal* Amonia cenderung fluktuatif, hal ini dapat dikatakan karena pada laju alir 35 mL/s terjadi peningkatan % *removal* kembali. Hasil persentase *removal* kandungan amonia yang tidak stabil terjadi dikarenakan beberapa faktor. Salah satunya yakni desorpsi juga terjadi selama proses adsorpsi, yaitu pelepasan partikel adsorbat dari permukaan adsorben.

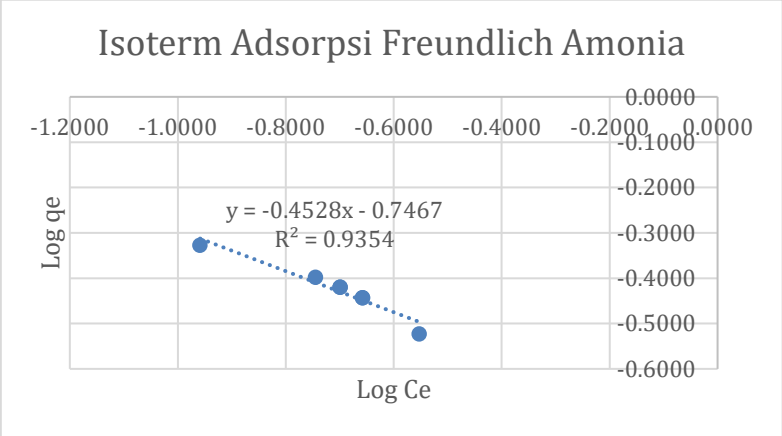
Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi digunakan untuk mengukur kapasitas adsorpsi suatu adsorben. Isoterm adsorpsi ditetapkan menggunakan kurva persamaan regresi isoterm langmuir dan isoterm freundich. Kurva Isoterm adsorpsi Langmuir yakni keterkaitan antara *Ce/qe* dan *Ce*, sementara kurva isoterm adsorpsi Freundlich yakni keterkaitan antara log *qe* dan log *Ce*. Model isoterm adsorpsi yang tepat untuk karbon aktif serbuk gergaji kayu jati ditentukan dari nilai regresi (R^2) yang mendekati angka 1. Grafik isoterm langmuir dan freundlich pada presentase *removal* ammonia (NH_3) telah disajikan pada Gambar 4 dan Gambar 5 yang menunjukkan bahwa linearitas kedua jenis isoterm adsorpsi yang mana isoterm Langmuir adalah 0,9026 dan isoterm Freundlich adalah 0,9354. Dari nilai linearitas kedua isoterm adsorpsi tersebut, maka disimpulkan bahwa adsorpsi amonia pada air umpan tambak udang dengan karbon aktif dari serbuk gergaji kayu jati merupakan tipe isoterm Freundlich dikarenakan nilai linearitasnya lebih mendekati 1.

ISSN 2775-5630



Gambar 4. Grafik adsorpsi Amonia Isoterm Langmuir pada air umpan tambak kecamatan Manyar setelah adsorpsi



Gambar 5. Grafik adsorpsi Amonia Isoterm Freundlich pada air umpan tambak kecamatan Manyar setelah adsorpsi

Hasil ini menunjukkan jenis isoterm adsorpsi untuk penyerapan amonia oleh karbon aktif serbuk kayu jati lebih mirip jenis isoterm Freundlich. Dengan menggunakan prinsip isoterm Freundlich dapat diidentifikasi bahwa karbon aktif serbuk gergaji kayu jati mempunyai permukaan yang heterogen dan mekanisme adsorpsinya terjadi secara Fisis (*Physisorption*) dan terbentuklah lapisan Multilayer [14].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan yaitu : Hasil Uji Karbon aktif serbuk gergaji kayu jati menunjukkan Kadar Air, Kadar Abu, dan Bilangan Iod telah memenuhi persyaratan (SNI) 06-3730-1995, serta hasil uji BET menunjukkan luas permukaan relatif besar. Presentase *removal* Amonia (NH_3) tertinggi terjadi pada variabel laju alir 25 mL/s yakni sebesar 48% pada amonias. Persamaan isoterm Freundlich merupakan persamaan isoterm adsorpsi yang sesuai untuk adsorpsi Amonia (NH_3) air umpan tambak oleh karbon aktif serbuk gergaji kayu jati. Penggunaan karbon aktif 2 gram untuk air umpan tambak 1 Liter dengan sistem pengaliran *current* masih belum memenuhi Permen KPRI 75 Tahun 2016.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Husna, R. (2018). Husna, 2018. In jurnal pencemaran lingkungan.
[2] Widowati, H., Sutanto, A., Sartika Sulistiani, W., Fitriana Dewi, A., & Biologi Pascasarjana, P. (2022). Menumbuhkan Budaya Mengelola Tambak Udang Ramah Lingkungan Melalui Pemberdayaan

Kecerdasan Kearifan Lokal Masyarakat Pasir Sakti. Jurnal Pengelolaan Tambak Udang, 4, 212–223. https://prosiding.ummetro.ac.id/index.php/snppm

[3] Nenohai, J. A., Minata, Z. S., Ronggopuro, B., Sanjaya, E. H., & Utomo, Y. (2023). Penggunaan Karbon Aktif dari Biji Kelor dan Berbagai Biomassa Lainnya dalam Mengatasi Pencemaran Air : Analisis Review. Jurnal Ilmu Lingkungan, 21(1), 29–35. https://doi.org/10.14710/jil.21.1.29-35

[4] Ratnani, R. D., Purbacaraka, F. H., Hartati, I., & Syafaat, I. (2019). *Actived carbon from teak wood, jackfruit wood, and mango wood pyrolysis process. Journal of Physics: Conference Series*, 1217(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1217/1/012055

[5] Astutik, E. P. (2020). Analisis Kualitas Air Tambak Udang Di Desa Sukomulyo Dan Desa Roomo Kecamatan Manyar Kabupaten Gresik. Geografi, 1–11.

[6] Nurlela. (2018). Pengolahan Air Limbah Pewarna Sintetis Dengan Metode Adsorpsi Dan Ultraviolet. 3(2).

[7] Sa'diyah, H., Afiati, N., & Purnomo, P. W. (2018). Kandungan Bahan Organik Sedimen Dan Kadar H_2S Air Di Dalam Dan Di Luar Tegakan Mangrove Desa Bedono, Kabupaten Demak. Journal of Maquares, 7(1), 78–85. https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/maquares

[8] Tobi, A. R., Dennis, J. O., Zaid, H. M., Adekoya, A. A., Yar, A., & Fahad, U. (2019). *Comparative analysis of physiochemical properties of physically activated carbon from palm bio-waste. Journal of Materials Research and Technology*, 8(5), 3688–3695. https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.06.015

[9] Pamungkas, R. B., Karimah, K., & Puspawiningtiyas, E. (2022). Aktivasi Karbon Menggunakan Asam Klorida Berbantu Microwave untuk Penjerapan Urea. *RiCE : Reasearch in Chemical Engineering*, 1(1). https://ejournal.ump.ac.id/index.php/rice

[10] Udyani, K., Yanuarita Purwaningsih, D., Setiawan, D. R., Yahya, K., Kimia-Institut, T., Adhi, T., & Surabaya, T. (2019). Jurnal Iptek Media Komunikasi Teknologi Pembuatan Karbon Aktif Dari Arang Bakau Menggunakan Gabungan Aktivasi Kimia dan Fisika Dengan Microwave. Jurnal IPTEK, 23(1). https://doi.org/10.31284/j.iptek.2019.v23i1

[11] Neneng Purnamawati. (2023). Uji Kualitas Sintesis Karbon Aktif Dari Pelepah Aren Teraktivasi Asam Fosfat. *Journal of Research and Education Chemistry*, 5(2), 120. https://doi.org/10.25299/jrec.2023.vol5(2).15225

[12] Wahyuni, I., & Fathoni, R. (2019). Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Variasi Waktu Aktivasi. Jurnal Chemurgy, 03(1), 11–14.

[13] Dewi, R., Dan, A., & Nofriadi, I. (2020). Jurnal Teknologi Kimia Unimal Jurnal Teknologi Kimia Unimal Aktivasi Karbon Dari Kulit Pinang Dengan Menggunakan Aktivator Kimia KOH. In Jurnal Teknologi Kimia Unimal (Vol. 9, Issue 2). www.ft.unimal.ac.id/jurnal_teknik_kimia

[14] Suhendi, A. F., Amalia, V., & Mulyana, A. S. (2023). Karbon Aktif Limbah Serbuk Kayu Jati Termodifikasi Kitosan sebagai Adsorben Ion Logam Kadmium(II). Seminar Nasional Kimia.