



PENGARUH SUHU DAN JENIS AKTIVATOR PADA KARBON AKTIF LIMBAH DAUN NANAS TERHADAP KADAR BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) AIR SUMUR

Shelly Talia Sibarani*, Budi Nining Widarti, Ika Meichayanti

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Mulawarman
Jalan Sambaliung No. 9 Kampus Gunung Kelua Samarinda 75119

*Korespondensi penulis: shellytalia25@gmail.com

ABSTRAK

Limbah daun nanas dapat dijadikan teknologi dalam penjernihan air sehingga menjadi salah satu alternatif untuk pengolahan air bersih. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu karbonisasi dan jenis aktivator pada karbon aktif limbah daun nanas terhadap efisiensi proses adsorpsi kadar Fe dan Mn pada air sumur, serta mengetahui karakteristik adsorpsi dengan persamaan isoterm *Langmuir* dan *Freundlich*. Pengolahan daun nanas menjadi adsorben dapat dilakukan dengan cara karbonisasi dan aktivasi. Proses karbonisasi daun nanas dengan variasi suhu 250°C, 300°C, dan 400°C selama 30 menit dan diaktivasi menggunakan larutan NaOH dan H₂SO₄ 2 N selama 24 jam. Karbon aktif kemudian dikontakan dengan air sumur sebanyak 250 mL dan massa adsorben yang digunakan yaitu 3 gram dengan kecepatan pengadukan 100 rpm selama 60 menit. Hasil adsorpsi air sumur menggunakan arang aktif daun nanas dengan aktivasi NaOH mampu menjerap logam Fe hingga 99,05% dan logam Mn hingga 99,79% pada suhu terbaik 400°C. Adapun penggunaan aktivasi H₂SO₄ mampu menjerap logam Fe hingga 99,05% dan logam Mn hingga 65,1% pada suhu 250°C. Dari hasil analisis isoterm kesetimbangan adsorpsi logam Fe dan Mn menggunakan persamaan *Langmuir* dan *Freundlich*, diperoleh kapasitas adsorpsi Fe sebesar 2.0093×10^{49} mg/g pada suhu 400°C dan kapasitas adsorpsi Mn sebesar 2.2855×10^{128} mg/g pada suhu 400°C.

Kata Kunci: Adsorpsi, Air Sumur, Daun Nanas, Karbon Aktif

1. Pendahuluan

Air adalah salah satu kebutuhan manusia yang sangat penting di samping sandang, pangan, dan papan. Air yang cukup sehat dapat membantu program penyehatan masyarakat. Beberapa sumber air untuk kebutuhan sehari-hari antara lain sumur dangkal, sumur dalam, mata air, air permukaan dan penampung air hujan. Air mudah sekali terkontaminasi oleh bahan-bahan pencemar sehingga dapat mengganggu kesehatan makhluk hidup. Maka dari itu, pemerintah melalui Kementerian Kesehatan mengeluarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017 yang mengatur tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum [1].

Karbon aktif merupakan salah satu bahan alternatif yang digunakan untuk mengurangi kadar logam besi dan mangan pada air. Karbon aktif biasa dibuat dari tongkol jagung, ampas penggilingan, tebu, ampas pembuatan kertas, tempurung kelapa, sabut kelapa, sekam padi, serbuk gergaji, kayu keras, dan batu bara [2]. Daun nanas merupakan salah satu bagian tanaman yang memiliki kandungan selulosa tinggi. Di dalam serat daun nanas mengandung 70-80 % selulosa. Kandungan selulosa yang tinggi pada daun nanas dapat dijadikan sebagai adsorben logam berat karena struktur selulosa dapat mengadsorpsi logam berat. Kriteria pemilihan adsorben antara lain: kemampuan ketersediaan bahan dasar, harganya tidak mahal, memiliki kandungan karbon yang tinggi serta memiliki unsur anorganik (seperti abu) yang rendah [3].

Adsorpsi merupakan suatu gejala permukaan dimana terjadi penarikan molekul-molekul gas atau cairan pada permukaan adsorben. Pada proses adsorpsi, adsorben merupakan zat yang mempunyai sifat mengikat



molekul pada permukaannya yang disebabkan oleh gaya valensi atau gaya tarik menarik dari atom atau molekul pada lapisan paling luar dari zat padat tersebut [4].

Adsorpsi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu adsorpsi fisika disebabkan oleh gaya Van Der Waals (penyebab terjadinya kondensasi gas untuk membentuk cairan) yang ada pada permukaan adsorben dan adsorpsi kimia (terjadi reaksi antara zat yang diserap dengan adsorben, banyaknya zat yang teradsorpsi tergantung pada sifat khas zat padatnya yang merupakan fungsi tekanan dan suhu) [5].

Pengolahan daun nanas menjadi adsorben dapat dilakukan dengan cara karbonisasi dan aktivasi. Pada penelitian ini akan dilakukan variasi temperatur yaitu dari 250°C, 300°C dan 400°C. Suhu karbonisasi merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan kondisi karbonisasi yang sesuai, sehingga memungkinkan kita untuk memperoleh karbon aktif dengan kualitas yang bagus dan sesuai dengan standar yang telah ditentukan yaitu SNI 06-3730-1995 [6].

Aktivasi pada karbon dapat dilakukan dengan menggunakan cara yaitu aktivasi secara fisika dan secara kimia [7]. Untuk mengaktifkan karbon, biasanya digunakan larutan kimia dari garam logam alkali dan alkali tanah seperti pada penelitian kali ini yaitu menggunakan NaOH dan H₂SO₄. Berdasarkan latar belakang di atas untuk mengatasi masalah lingkungan terutama pada air sumur, pada penelitian ini digunakan dalam pembuatan karbon aktif dari bahan dasar limbah daun nanas. Pemanfaatan limbah daun nanas sebagai biomaterial penjerap ion logam berat Fe dan Mn yang masih belum banyak orang ketahui akan kandungan yang terdapat di dalamnya, karena itu perlu ada kajian serta penelitian tentang hal ini. Limbah daun nanas dapat dijadikan teknologi dalam penjernihan air dengan demikian limbah daun nanas dapat dijadikan salah satu alternatif untuk pengolahan air bersih dan sangat menarik untuk dikembangkan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan limbah daun nanas sebagai karbon aktif untuk mengetahui efektivitas penyisihan kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) yang terkandung dalam air sumur, serta mengidentifikasi karakteristik adsorpsi arang karbon daun nanas dengan analisis persamaan isotherm *Langmuir* dan *Freundlich*.

2. Metode Penelitian

Penelitian pengumpulan data dilakukan di UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Balikpapan, Laboratorium Kualitas Air Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman, Laboratorium Kimia Analitik Politeknik Pertanian Negeri Samarinda Jurusan Perkebunan, Laboratorium Teknik Lingkungan Fakultas Teknologi Lingkungan Universitas Mulawarman dan Laboratorium Kimia Dasar Fakultas Teknik Universitas Mulawarman.

Alat dan Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini, peralatan yang digunakan adalah FP4 *portable jarrest*, oven *memmert* UN 55, loyang, neraca analitik CL *series*, desikator, ayakan CU *class A* ukuran 100 mesh, *beaker glass* 1000 mL dan 500 mL, labu *erlenmeyer* 100 ml, pipet volume 50 ml, *rubber bulb* D&N, spektrofotometer serapan atom (SSA), pompa vakum laboratorium DOA-P504 BN, corong *bouchner*, cawan krusibel 50 mL, mortar dan alu, spatula *stainless steel*, corong kaca, kertas saring *whatman* No. 42, dan PH-016 pH meter. Untuk bahan yang digunakan adalah limbah daun nanas dengan berat 9 kg, sampel air sumur dari Perumahan Manggar Balikpapan sebanyak 10 liter, larutan H₂SO₄ 2 N, larutan NaOH 2 N, kertas saring, dan *aquadest*.

Pembuatan Arang Aktif Daun Nanas

Mula-mula, limbah daun nanas dicuci hingga bersih, dipotong menjadi potongan kecil, dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105°C. Kemudian, dilakukan secara bertahap proses karbonisasi, proses aktivasi, proses pengujian karakteristik dan proses adsorpsi.

a. Proses karbonisasi

Sebanyak 9 kg limbah daun nanas dikarbonisasi ke dalam *furnace* pada variasi suhu 250°C, 300°C, dan 400°C masing-masing selama 1 jam. Setelah itu, limbah didinginkan ke dalam desikator. Kemudian, limbah dihaluskan dengan mortar dan diayak dengan ayakan berukuran 100 mesh serta ditimbang.

b. Proses aktivasi



Larutan H_2SO_4 dan $NaOH$ 2 N dimasukkan sebanyak masing-masing 500 mL ke dalam gelas ukur, dimasukkan arang aktif daun nanas yang telah dikarbonisasi sebelumnya dengan variasi suhu. Kemudian, campuran didiamkan selama 24 jam. Setelah itu, arang ditiriskan, disaring, dan dicuci dengan *aquadest*. Arang aktif daun nanas yang telah dicuci dikeringkan kembali menggunakan oven pada suhu $105^\circ C$ dan didiamkan dalam desikator, kemudian ditimbang kembali.

c. Proses uji karakteristik

Sebelum diadsorpsi, arang aktif di uji karakteristiknya terlebih dahulu menggunakan uji proksimat yang meliputi pengujian kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, karbon aktif terikat serta daya serap iodium berdasarkan SNI 06–3730–1995 [8].

4. Proses adsorpsi

Air sumur sebanyak 250 ml dimasukkan ke dalam *beaker glass* ukuran 500 mL, kemudian ditambahkan 3 gram adsorben daun nanas berukuran 100 mesh. Kemudian sampel diaduk menggunakan *jar test* dengan kecepatan 100 rpm selama 60 menit. Selanjutnya, sampel larutan diambil menggunakan pipet dan disaring menggunakan kertas saring untuk diambil filtratnya. Setelah itu, dianalisa kandungan logam Fe dan Mn.

Analisis Data

Analisa data yang digunakan pada penelitian ini yaitu analisis karakteristik arang, analisis efektivitas penurunan (adsorpsi) dan analisis isoterm kapasitas adsorpsi arang aktif. Analisis karakteristik arang aktif daun nanas (analisis proksimat) dilakukan untuk menentukan kadar air, kadar abu, zat mudah menguap (*volatile matter*), dan karbon terikat (*fixed carbon*) dari arang aktif [3]. Metode uji kualitas arang aktif dibandingkan dengan baku mutu SNI 06–3730–1995.

Analisis adsorpsi dilakukan dengan melakukan pengujian logam berat Fe dan Mn yang terdapat pada air sumur, baik sebelum diadsorpsi dan sesudah adsorpsi dengan arang karbon daun nanas. Analisa kandungan logam dilakukan dengan menggunakan SSA. Berdasarkan perlakuan yang dilakukan, dapat diperoleh data berupa konsentrasi logam Fe dan Mn sebelum dan setelah adsorpsi. Kemudian, diperoleh nilai persentase penurunan dengan menggunakan rumus efisiensi sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Penurunan (\%)} = \frac{\text{konsentrasi logam awal} - \text{konsentrasi logam akhir}}{\text{konsentrasi logam awal}} \times 100\% \quad (1)$$

Analisis isoterm dilakukan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi arang aktif dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

a. Persamaan isoterm *Freundlich* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\frac{x}{m} = k \cdot C_n^1 \quad (2)$$

dimana x/m adalah konsentrasi maksimum adsorbat dalam adsorben dalam keadaan setimbang (gram/gram); k , n adalah konstan; C adalah konsentrasi zat pelarut pada saat setimbang (mg/L)

b. Persamaan isoterm *Langmuir* dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$\frac{x}{m} = \frac{qm \cdot b \cdot C}{1 + b \cdot C} \quad (3)$$

dimana x/m adalah konsentrasi adsorbat yang terjerap (massa adsorbat/massa adsorben), qm adalah kapasitas maksimum adsorben, b adalah konstanta *Langmuir* dan C adalah konsentrasi zat pelarut pada saat setimbang (mg/L).



3. Hasil dan Pembahasan

Uji Karakteristik Awal Air Sumur

Air Sumur yang digunakan pada penelitian ini berasal dari sumur bor yang terdapat di Kelurahan Manggar Balikpapan. Sebelum diuji cobakan dengan menggunakan arang karbon, terlebih dahulu air sumur dilakukan pengujian karakteristik awal dengan hasil pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Awal Air Sumur Balikpapan

No	Parameter	Satuan	Air Sampel	Baku Mutu*
1.	Besi (Fe)	mg/L	2,11	1
2.	Mangan (Mn)	mg/L	0,96	0,5

Berdasarkan Tabel 1, melalui hasil pengujian *sample* air sumur diketahui bahwa kadar logam berat besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada air sumur melebihi baku mutu Permenkes RI No.32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, nilai maksimum yaitu besi (Fe) sebesar 1 mg/L dan mangan (Mn) sebesar 0,5 mg/L.

Karakteristik Adsorben Arang Aktif Daun Nanas

Setelah terbentuk arang aktif daun nanas, kemudian arang tersebut dilakukan pengujian. Proses pengujian kualitas arang aktif daun nanas dilakukan untuk mengetahui kualitas karbon aktif daun nanas sebagai adsorben berdasarkan SNI 06 – 3730 – 1995. Pengujian kualitas daun nanas yang dilakukan yaitu uji proksimat yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar zat terbang (*volatile matter*), karbon terikat (*fixed carbon*), dan daya serap terhadap iodium. Mutu permukaan arang aktif yang dihasilkan sangat bergantung pada bahan baku, bahan pengaktif, suhu, dan cara pengaktifannya. Berikut hasil uji kualitas arang aktif dari daun nanas pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Rendemen Arang Karbon Daun Nanas

No.	Parameter	Satuan	Suhu Karbonisasi		
			250°C	300 °C	400°C
1.	Rendemen	%	41,76	35,75	22,01

Rendemen adalah persentase rasio kehilangan massa bahan baku yang terjadi selama proses berlangsung sampai diperoleh produk akhir. Semakin tinggi kadar air maka rendemen juga semakin tinggi [9]. Menurut Mufrodi [10] berkurangnya persentase rendemen karbon aktif disebabkan oleh pemanasan suhu tinggi yang menyebabkan zat volatil dalam bahan banyak yang hilang dan senyawa fosfat yang terdapat dalam bahan juga ikut menghilang. Hal ini terbukti dari hasil perhitungan peneliti pada Tabel 2, dimana semakin tinggi suhu, maka rendemen yang diperoleh semakin rendah. Dari hasil penelitian, rendemen pada masing-masing suhu yaitu suhu 250°C sebesar 41,76, suhu 300°C sebesar 35,75 dan suhu 400°C sebesar 22,01.

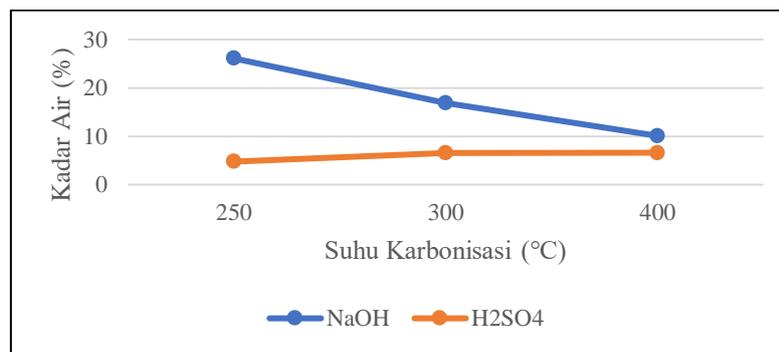
Tabel 3. Hasil Uji Kualitas Arang Karbon Daun Nanas

No	Parameter	Satuan	SNI (06-3730-1995)	Hasil Aktivator dengan NaOH			Hasil Aktivator dengan H ₂ SO ₄		
				250 °C	300 °C	400°C	250°C	300 °C	400°C
1.	Kadar Air	%	Mak 15%	26,09	16,92	10,09	4,76	6,57	6,60
2.	Kadar Abu	%	Mak 10%	16,78	13,97	14,21	2,73	5,21	4,60



3.	Kadar Volatile	%	Mak 25%	47,61	56,23	47,71	70,04	56,31	39,80
4.	Fixed Carbon	%	Min 65%	9,52	12,88	27,99	22,47	31,91	49,00

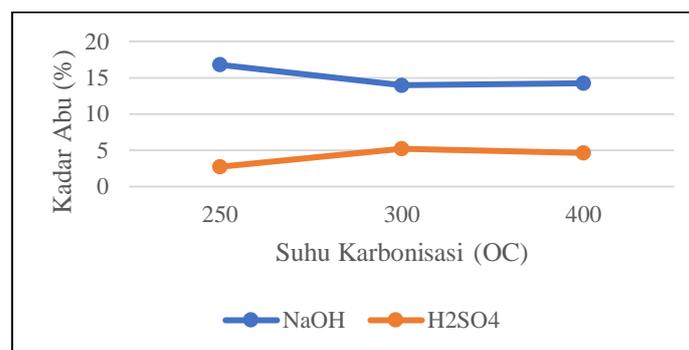
Menurut Veptiyan [11], semakin besar kadar air yang terdapat pada bahan bakar padat maka nilai kalornya semakin kecil, begitu juga sebaliknya. Pengaruh suhu dan aktivasi terhadap kadar air pada arang daun nanas dapat dilihat dari data Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Pengaruh Suhu dan Jenis Aktivator terhadap Kadar Air Arang Daun Nanas

Dari hasil penelitian, nilai kadar air pada masing-masing suhu dengan aktivasi menggunakan NaOH suhu 250°C ialah 26,09%, suhu 300°C ialah 16,92% dan suhu 400°C ialah 10,09%. Adapun dengan aktivasi menggunakan H₂SO₄ diperoleh hasil kadar air suhu 250 °C ialah 4,76%, suhu 300 °C ialah 6,57% dan suhu 400 °C ialah 6,60%.

Kadar abu merupakan kotoran yang tidak terbakar dan sudah tidak memiliki unsur karbon yang dihasilkan dari pembakaran sempurna suatu bahan organik. Semakin banyak oksidasi, maka kadar abu karbon semakin tinggi [3]. Pengaruh suhu dan aktivasi terhadap kadar abu pada arang daun nanas dapat dilihat dari data Gambar 2.



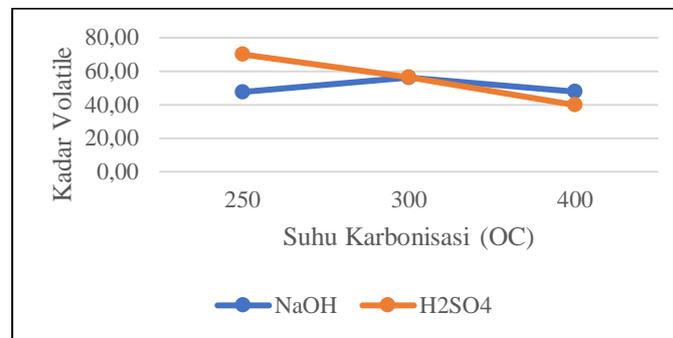
Gambar 2. Grafik Pengaruh Suhu dan Jenis Aktivator terhadap Kadar Abu Arang Daun Nanas

Dari hasil penelitian, nilai kadar abu pada masing-masing suhu dengan aktivasi menggunakan NaOH suhu 250°C ialah 16,78%, suhu 300 °C ialah 13,97% dan suhu 400°C ialah 14,21%. Adapun dengan aktivasi menggunakan H₂SO₄ diperoleh hasil kadar abu suhu 250 °C ialah 2,73%, suhu 300 °C ialah 5,21% dan suhu 400 °C ialah 4,60%.

Volatile metter merupakan kandungan senyawa yang belum menguap pada proses karbonisasi, sehingga dapat diketahui besarnya kandungan zat selain karbon yang terdapat pada permukaan arang. Kadar *volatile*



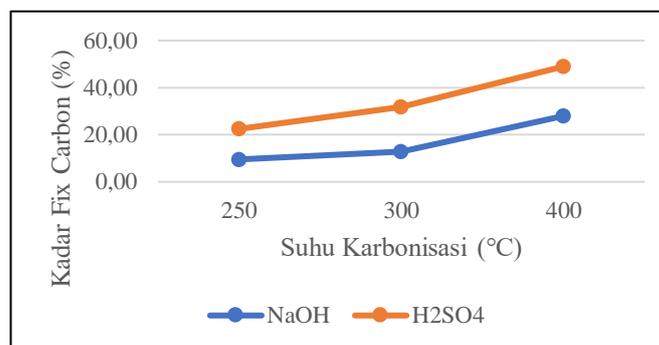
matter atau kadar zat terbang akan mempengaruhi kemampuan adsorpsi karena adanya senyawa non karbon yang menempel pada permukaan arang aktif, senyawa ini merupakan pengotor yang menutupi pori-pori arang aktif sehingga efektifitas adsorpsinya berkurang [6]. Pengaruh suhu dan aktivasi terhadap *volatile metter* pada arang daun nanas dapat dilihat dari data Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Suhu dan Jenis Aktivator terhadap *Volatile metter* Arang Daun Nanas

Dari hasil penelitian, nilai kadar *volatile metter* pada masing-masing suhu dengan aktivasi menggunakan NaOH suhu 250°C ialah 47,61%, suhu 300 °C ialah 56,23% dan suhu 400°C ialah 47,71%. Adapun dengan aktivasi menggunakan H₂SO₄, diperoleh hasil kadar *volatile metter* suhu 250 °C ialah 70,04%, suhu 300 °C ialah 56,31% dan suhu 400 °C ialah 39,80%

Kadar karbon tetap (FC) adalah fraksi karbon yang terdapat dalam arang yang berupa zat padat/karbon yang tertinggal sesudah penentuan kadar air, abu dan kadar zat terbang (VM). Analisis kadar karbon terikat dilakukan untuk mengetahui tingkat kemurnian karbon dari arang, sehingga dari nilai kadar karbon terikat dapat diketahui potensi untuk dijadikan arang aktif [6]. Pengkarbonan yang sempurna menyebabkan Karbon yang dihasilkan memiliki kadar karbon yang lebih tinggi. Besar kecilnya kadar karbon terikat pada karbon aktif (*fixed karbon*) yang dihasilkan dipengaruhi oleh kadar abu dan kadar zat mudah menguap [9]. Pengaruh suhu dan aktivasi terhadap kadar abu pada arang daun nanas dapat dilihat dari data Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Suhu dan Jenis Aktivator terhadap *fix carbon* Arang Daun Nanas

Dari hasil penelitian, nilai kadar karbon terikat (*Fixed Carbon*) pada masing-masing suhu dengan aktivasi menggunakan NaOH suhu 250°C ialah 9,52%, suhu 300 °C ialah 12,88% dan suhu 400°C ialah 27,99%. Sedangkan dengan aktivasi menggunakan H₂SO₄ diperoleh hasil kadar karbon terikat (*Fixed Carbon*) suhu 250 °C ialah 22,47%, suhu 300 °C ialah 31,91% dan suhu 400 °C ialah 49%.

Kualitas dari karbon aktif daun nanas ini diuji dengan kemampuannya dalam menyerap iodine. Pengujian kualitas daya serap terhadap iodium pada karbon aktif bertujuan untuk mengetahui kemampuan karbon aktif



dalam menyerap molekul-molekul kecil dan zat dalam fase cair. semakin optimal atau semakin baik proses aktivasi maka akan semakin tinggi daya serap arang aktif karena tingginya pori-pori yang terbuka [9]. Dari hasil penelitian, nilai kadar Iodine pada masing-masing suhu dengan aktivasi menggunakan NaOH suhu 250°C ialah 779,63 mg/g, suhu 300 °C ialah 822,27 mg/g dan suhu 400°C ialah 853,42 mg/g. Sedangkan dengan aktivasi menggunakan H₂SO₄ diperoleh hasil kadar iodine suhu 250 °C ialah 561,18 mg/g, suhu 300 °C ialah 816,31 mg/g dan suhu 400 °C ialah 832,31 mg/g.

Analisis Air Sumur Setelah Adsorpsi

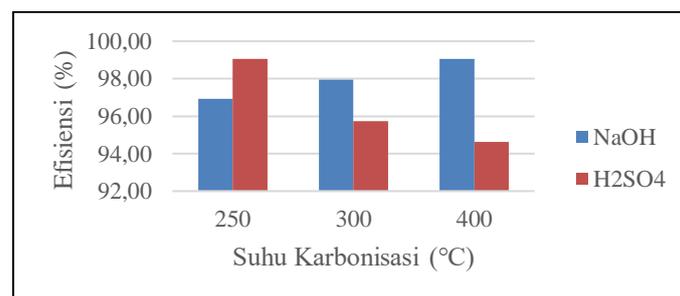
Pada penelitian ini dilakukan pengontakan adsorben arang aktif daun nanas terhadap air sumur yang telah disiapkan. Pada tahap ini, arang aktif yang telah dikarbonisasi dengan variasi suhu 250°C, 300°C dan 400°C sebanyak 3 gram dimasukkan ke dalam gelas *bekker* yang berisi air sumur sebanyak 250 mL. Kemudian sampel air sumur diaduk menggunakan *jartest* dengan kecepatan pengadukan 100 rpm selama 60 menit. Setelah pengadukan, sampel larutan diambil menggunakan pipet dan disaring menggunakan kertas saring untuk mengambil filtratnya. Sampel air yang telah diambil dan disaring dilakukan uji kadar terhadap kandungan logam Fe dan Mn pada air sumur setelah diolah dengan arang daun nanas.

Pengaruh kadar besi (Fe) pada air sumur setelah dilakukan pengelolaan menggunakan arang aktif daun nanas dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Uji kadar Besi (Fe) pada Air Sumur Setelah Diolah

Awal (mg/L)	Jenis Aktivator	Suhu (°C)	Akhir (mg/L)	Baku Mutu* (mg/L)	Persen Removal (%)
2,11	NaOH	250	0,065	1,00	96,92
		300	0,043		97,92
		400	0,020		99,05
	H ₂ SO ₄	250	0,020		99,05
		300	0,090		95,73
		400	0,113		94,64

Konsentrasi awal Fe pada air sumur adalah 2,11 mg/L dan melebihi baku mutu. Setelah diolah dengan arang daun nanas, konsentrasi Fe pada air sumur berkurang hingga mencapai nilai di bawah baku mutu (> 1 mg/L). Jika di analisis berdasarkan efisiensi penurunannya, maka pengaruh suhu dan aktivator terhadap kualitas arang aktif daun nanas dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Pengaruh Suhu dan Jenis Aktivator terhadap Efisiensi Penurunan Fe dengan Arang aktif Daun Nanas

Pada percobaan ini, suhu terbaik yang mampu memberikan penurunan paling tinggi terhadap kadar besi (Fe) yang terdapat pada air sumur adalah pada suhu 400°C menggunakan aktivator NaOH dengan konsentrasi akhir adalah sebesar 0,020 mg/L dengan persen removal sebesar 99,05%

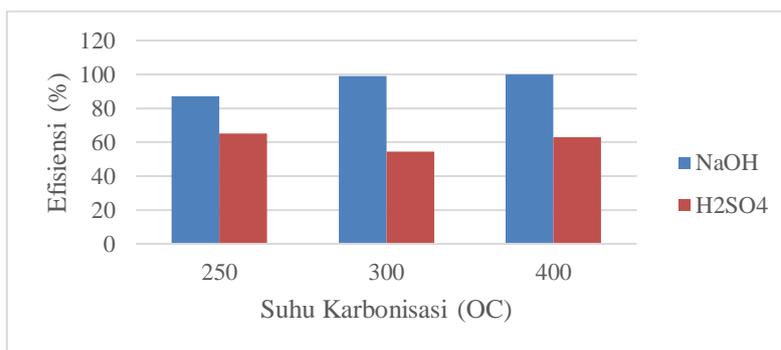


Pengaruh kadar mangan (Mn) pada air sumur setelah dilakukan pengelolaan menggunakan arang aktif daun nanas dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji kadar Mangan (Mn) pada air sumur setelah diolah

Awal (mg/L)	Jenis Activator	Suhu (°C)	Akhir (mg/L)	Baku Mutu* (mg/L)	Persen Removal (%)
0,96	NaOH	250	0,124	0,50	87,08
		300	0,009		99,06
		400	0,002		99,79
	H ₂ SO ₄	250	0,335		65,1
		300	0,437		54,48
		400	0,355		63,02

Konsentrasi awal Mn pada air sumur adalah 0,96 mg/L dan melebihi baku mutu. Setelah diolah dengan arang daun nanas, konsentrasi Mn pada air sumur berkurang hingga mencapai nilai di bawah baku mutu (> 0,5 mg/L). Apabila dianalisis berdasarkan efisiensi penurunannya, maka pengaruh suhu dan aktivator terhadap kualitas arang aktif daun nanas dapat dilihat pada Gambar 6.

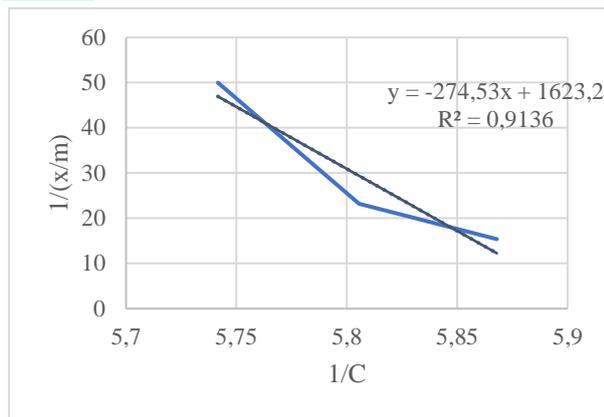


Gambar 6. Grafik Pengaruh Suhu dan Jenis Aktivator terhadap Efisiensi Penurunan Mn dengan Arang aktif Daun Nanas

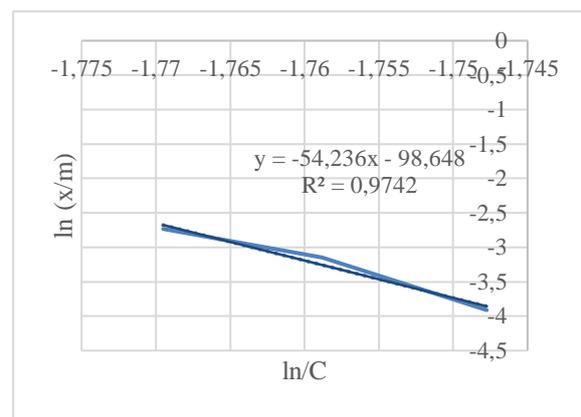
Pada percobaan ini, suhu terbaik yang mampu memberikan penurunan paling tinggi terhadap kadar mangan (Mn) yang terdapat pada air umur adalah pada suhu 400OC menggunakan aktivator NaOH dengan konsentrasi akhir adalah sebesar 0,002 mg/L dengan persen removal sebesar 99,79%. Kandungan abu sangat berpengaruh pada kualitas karbon aktif. Keberadaan abu yang berlebihan akan menyumbat pori-pori sehingga luas permukaan karbon menjadi berkurang [2]

Analisis Isoterm Adsorpsi

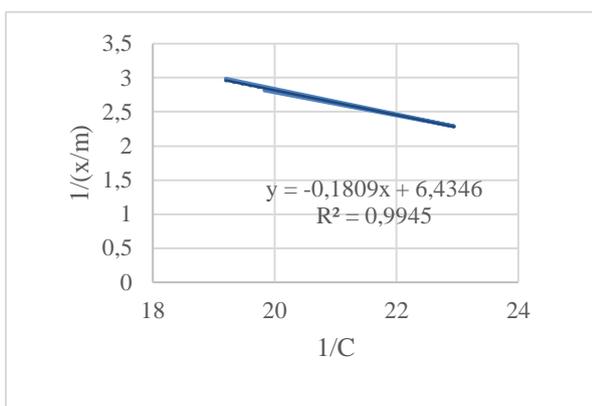
Isoterm adsorpsi menggambarkan hubungan antara zat yang teradsorpsi oleh adsorben dengan tekanan atau konsentrasi pada kesetimbangan dan temperature tetap. Menurut Tanasale, isoterm adsorpsi merupakan suatu gambaran tentang kondisi kesetimbangan yang terjadi pada suatu larutan sehingga tidak terjadi perubahan konsentrasi adsorbat pada permukaan adsorben [12]. Isoterm adsorpsi yang umum digunakan adalah isoterm *Freundlich* dan isoterm *Langmuir*. Penentuan isoterm adsorpsi dilakukan dengan menganalisis linearitas kurva hubungan sesuai dengan persamaan isoterm *Freudlich* dan *Langmuir*. Langkah pertama dalam penentuan isoterm adsorpsi adalah dengan merubah persamaan *Langmuir* dan *Freundlich* menjadi persamaan garis lurus [12]. Untuk kurva persamaan *Langmuir* dan *Freundlich* untuk Fe dan Mn dapat dilihat pada Gambar 7.



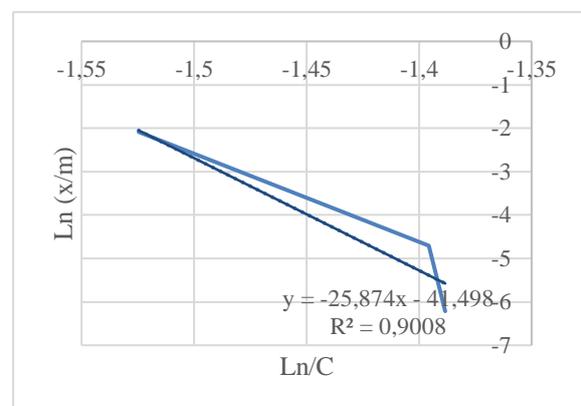
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 7. Kurva Persamaan (a) Persamaan *Freundlich* Langmuir Fe aktivasi NaOH, (b) Persamaan *Freundlich* Fe aktivasi NaOH, (c) Persamaan Langmuir Mn aktivasi H₂SO₄ dan (d) Persamaan *Freundlich* Mn aktivasi NaOH

Berdasarkan Gambar 7, melalui persamaan kurva tersebut, diperoleh hasil perhitungan yang menunjukkan bahwa kapasitas maksimum logam Fe yaitu sebesar $2,0093 \times 10^{49}$ mg/g dengan menggunakan aktivator NaOH pada suhu 400°C. Hal ini juga sesuai dengan hasil perhitungan effisiensinya yaitu sebesar 99,05%. sedangkan pada logam Mn, kapasitas maksimum yaitu sebesar $2,286 \times 10^{128}$ mg/g dengan menggunakan activator NaOH pada suhu 400°C. hal ini sesuai dengan hasil perhitungan effisiensinya yaitu sebesar 99,97%.

Jika dilihat dari nilai R^2 yang ditampilkan pada gambar7, nilai R^2 mendekati nilai 1. Oleh karena itu, persamaan *Freundlich* dan *Langmuir* dapat digunakan dengan arang aktif daun nanas sebagai adsorben, dimana serapan molekul adsorpsi terjadi secara isotherm freundelich maupun secara isotherm *Langmuir*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, kesimpulan yang dapat diambil ialah bahwa meningkatnya suhu yang diberikan mempengaruhi kualitas arang aktif daun nanas. Kualitas karbon terbaik pada arang daun nanas terdapat pada suhu 400°C dengan menggunakan aktivator NaOH dan H₂SO₄. Pada penelitian ini, aktivator dengan menggunakan NaOH lebih baik dari pada menggunakan H₂SO₄ dalam penurunan kadar besi dan mangan pada air sumur dengan suhu 400°C dengan efisiensi Fe sebesar 99,05% dan Mn sebesar 99,79%.



Karakteristik adsorpsi logam berat Fe dan Mn menggunakan persamaan *Langmuir* dan *Freundlich* menghasilkan nilai regresi (R^2) yang mendekati nilai 1. Hal ini menandakan bahwa ikatan yang terjadi pada saat proses adsorpsi logam Fe dan Mn terjadi secara fisika dengan banyak lapisan (*multilayer*).

Referensi

- [1] Kementerian Kesehatan RI, *Peraturan Menteri Kesehatan RI Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum*, 32. [Online]. Tersedia: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/112092/permenkes-no-32-tahun-2017>
- [2] N. Prabarini dan D. G. Okayadnya, "Penyisihan Logam Besi (Fe) Pada Air Sumur Dengan Karbon Aktif Dari Tempurung Kemiri," *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, vol. 5, no. 2, 2013. [Online]. Tersedia: http://eprints.upnjatim.ac.id/6367/1/3_Nunik_dan_Oka.pdf
- [3] A. W. Handayani, "Penggunaan Selulosa Daun Nanas sebagai Adsorben Logam Berat Cd (II)," Undergraduate Thesis, Jurusan Kimia, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia, 2010.
- [4] Danaryanto, dkk., *Manajemen Air Tanah Berbasis Cekungan Air Tanah atau Dengan Menggunakan Sumur Pada Pengolahan Air Tanah*, Yogyakarta, Indonesia: Pustaka Pelajar, 2008.
- [5] E. K. Artati, A. Effendi, dan T. Haryanto, "Pengaruh Konsentrasi Larutan Pemasak pada Proses Delignifikasi Eceng Gondok dengan Proses Organosolv," *Ekuilibrum*, vol. 8, no. 1, pp. 25–28, 2009. [Online]. Tersedia: <https://jurnal.uns.ac.id/ekuilibrum/article/view/49543/30463>
- [6] Hasrianti dan Nurasia, "Analisis Warna, Suhu, pH dan Salinitas Air Sumur Bor di Kota Palopo. Universitas Cokroaminoto Palopo," dalam *Prosiding Seminar Nasional Universitas Cokroaminoto Palopo*, 2016. [Online]. Tersedia: <https://journal.uncp.ac.id/index.php/proceeding/article/view/520>
- [7] Sutiyono, "Pembuatan Briket Arang dari Tempurung Kelapa dengan Bahan Pengikat Tetes Tebu dan Tapioka," *Jurnal Kimia dan Teknologi*, 2002.
- [8] Arang Aktif Teknis, SNI 06-3730-1995, 1995.
- [9] P. H. Siregar, "Pemanfaatan Mahkota Nanas (*Ananas Comosus* (L.) Merr) Sebagai Karbon Aktif Sebagai Sumber Belajar Pembelajaran Koloid di Sekeloha Menengah Kejuruan Negeri 2 Pekanbaru," Undergraduate Thesis, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN SUSKA Riau, Pekanbaru, Indonesia, 2017.
- [10] Z. Mufrodi, N. Widiastuti, dan R. C. Kardika, "Adsorpsi Zat Warna Tekstil dengan Menggunakan Abu Terbang (*Fly Ash*) untuk Variasi Massa Adsorben dan Suhu Operasi," dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknoin Universitas Ahmad Dahlan*, 2008. [Online]. Tersedia: <https://journal.uui.ac.id/Teknoin/article/view/2082/1890>
- [11] E. D. Veptiyan, "Delignifikasi Selulosa Daun Nanas (*Ananas Comosus*) dan Jerami (*Oryza Sativa*) Sebagai Adsorben Logam Berat Cu," Diploma Thesis, Politeknik Perkapalan Surabaya, Surabaya, Indonesia, 2019.
- [12] M. F. J. D. P. Tanasale, A. Killay, dan M. S. Laratmase, "Kitosan dari Limbah Kulit Kepiting Rajungan (*Portunus sanguinolentus* L.) sebagai Adsorben Zat Warna Biru Metilena," *Jurnal Natur Indonesia*, vol. 14, no. 1, 2012. [Online]. Tersedia: <https://natur.ejournal.unri.ac.id/index.php/JN/article/view/216>