



Pemanfaatan Alga Cokelat (*Sargassum sp*) sebagai Bioadsorben dalam Proses Penyerapan Logam Fe pada Air Sumur UPN "Veteran" Yogyakarta

Arief Firmansyah, Ardans Muhammad Riza, dan Mahreni*

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. Padjajaran 104 (Lingkar Utara), Condongcatur Yogyakarta 55283

*E-mail: mahreni@upnyk.ac.id

Abstract

*Being one of the dangerous substances found in household water. Metal Fe is an one of the dangerous substance can be found in household water, metal Fe needs to be removed in order to have clean waters. Among many methods available, this research will focus on adsorption. Bioadsorbent made from brown algae (*sargassum sp*) without chemical activation and with CaCl and HCl as activator will be used in this experiment. In order to have the bioadsorbent, brown algae will be burned using furnace an then some samples will be activated using CaCl₂ and HCl on various concentration (0.4 ; 0.6 ; 0.8 ; 1) mol/L. 10 gram of bioadsorbent will be used on 100 ml of untreated water and the process will take two hours. Bioadsorbent will adsorp metal Fe substance and will reduce metal Fe content level to 1 mg/L to qualify the criteria of clean water according to Peraturan Kementrian Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990. The best result from this experiment reduce metal Fe content from 2.5 mg/L to 0.004 mg/L which equal to 99.84% metal Fe substance adsorbed from bioadsorbent without chemical activation and also resulting in a colorless and odorless treated water. It can be concluded that this method could be an effective method for water treatment in UPN "Veteran" Yogyakarta.*

Keywords: Water, metal Fe, brown algae, bioadsorbent, adsorp.

Pendahuluan

Air merupakan zat yang paling penting dalam kehidupan setelah udara. Sekitar tiga per empat bagian dari tubuh kita terdiri dari air dan tidak seorang pun dapat bertahan hidup lebih dari 4 - 5 hari tanpa minum air. Ditinjau dari sudut ilmu kesehatan masyarakat, penyediaan air bersih harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat karena penyediaan air bersih yang terbatas memudahkan timbulnya penyakit di masyarakat. Dari data WHO (*World Health Organisation*) menunjukkan angka kematian sekitar 10 juta penduduk setiap tahun oleh berbagai penyakit yang berkaitan dengan pencemaran air (Andi dkk., 2015). Target dalam tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*) pada sektor lingkungan hidup adalah memastikan masyarakat mencapai akses universal air bersih dan sanitasi yang layak (Kemenkes., 2017: 249).

Pemenuh kebutuhan air bersih khususnya bagi masyarakat kampus UPN "Veteran" Yogyakarta adalah diperoleh dari air sumur. Berdasarkan pengamatan air sumur khususnya di area Fakultas Teknologi Mineral dirasa kualitasnya belum memenuhi kebutuhan air bersih untuk parameter kadar logam Fe yang diindikasikan masih tergolong tinggi (Anditta dkk., 2017).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416 Tahun 1990 yang mengatur tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air bersih yang menunjukkan suatu air bersih telah memenuhi persyaratan kesehatan, untuk logam Fe mempunyai standar baku mutu 1,0 mg/L. Tingginya kadar logam Fe pada air sumur harus diturunkan hingga mencapai ambang batas yang telah ditetapkan, sehingga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih.

Pada penelitian ini dilakukan proses penurunan kadar logam Fe pada air sumur dengan metode adsorpsi. Adsorpsi merupakan salah satu metode separasi antara suatu bahan dari pengotornya. Metode ini telah sering diterapkan pada berbagai macam proses pemurnian dikarenakan metode yang efisien dan menguntungkan karena rancangannya simpel dengan pengoperasian yang mudah dan murah (Fadhillah dkk, 2018).

Pemilihan adsorben yang sesuai menjadi salah satu parameter dalam proses adsorpsi, adsorben yang dipilih harus memiliki daya serap yang baik untuk logam Fe pada air sumur UPN "Veteran" Yogyakarta, serta ramah



lingkungan agar nantinya limbah adsorben tidak mencemari lingkungan. Dalam penelitian ini dipilih bioadsorben yang berasal dari limbah residu pembuatan alginat dari Alga Cokelat jenis *sargassum sp.*

Rumput laut jenis *sargassum sp* umumnya merupakan tanaman perairan yang mempunyai warna coklat, berukuran relatif besar, tumbuh dan berkembang pada substrat dasar yang kuat. Bagian atas tanaman menyerupai semak yang berbentuk simetris bilateral atau radial serta dilengkapi bagian sisi pertumbuhan. Umumnya rumput laut tumbuh secara liar dan masih belum dimanfaatkan secara baik (Maharani dan Widyayanti, 2010).

Alginat adalah salah satu kelompok polisakarida yang terdiri dari D-mannuronic acid dan L-guluronic acid yang terbentuk dalam dinding sel algae coklat, dengan kadar mencapai 40% dari total berat kering dan memegang peranan penting dalam mempertahankan struktur jaringan alga. Alginat diekstrak dari alga coklat (*Phaeophyceae*) salah satunya dari jenis *sargassum sp.* Alginat diperoleh dalam bentuk asam. Alginat biasanya dijumpai dalam bentuk garam dan ester seperti propilen glikol alginat. Asam alginat tidak larut dalam air baik dalam keadaan panas maupun dingin, mudah larut dalam basa dan membentuk gel dalam asam. Dalam bentuk garam kalsiumnya sangat sedikit larut dalam air, sedangkan garam natrium, kalium, ammonium dan ester propilennya larut dalam air panas dan air dingin. Dalam ekstraksi alginat dari alga coklat menghasilkan hasil samping berupa residu alginat. Alginat memiliki afinitas (daya ikat) yang tinggi terhadap logam berat dan unsur-unsur radioaktif. Oleh karena alginat tidak dapat dicerna, maka konsumsi alginat sangat membantu membersihkan polusi logam berat dan unsur radioaktif yang masuk ke dalam tubuh melalui makanan yang terkontaminasi (Abdullah Rasyid, 2003).

Berbagai cara untuk menurunkan kadar logam Fe pada air telah banyak dilakukan sebelumnya dengan berbagai metode seperti *Pneumatic System*, *Aerasi Conventional Cascade* dan *Aerasi Vertical Baffle Channel Cascade*. *Pneumatic system* yaitu menginjeksikan udara ke air supaya kandungan oksigen di dalam air meningkat. penurunan Fe dalam air dengan *Pneumatic System* tergantung pada lama waktu injeksi udara, lama waktu efektifnya adalah 20 menit dengan penurunan Fe sebesar 44,8 % (Hermin P., 2019). Sedangkan untuk *Aerasi Conventional Cascade* dan *Aerasi Vertical Baffle Channel Cascade* prinsipnya hampir sama dengan *pneumatic system* yaitu menginjeksikan oksigen dan yang membedakan dengan *pneumatic* yaitu di kedua aerasi ini ada variasi debit air. Pada *Aerasi Conventional Cascade* Variasi debit optimalnya pada 84 mL/s dengan efektivitas penurunan Fe sebesar 95,1 % dan pada *Aerasi Vertical Baffle Channel Cascade* Variasi debit optimalnya pada 56 mL/s dengan efektivitas penurunan Fe sebesar 94,29 % (Sri H., 2015). Kedua metode penurunan kadar logam Fe diatas menggunakan langkah yang rumit dengan biaya pengadaan yang juga cukup banyak. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan cara yang cukup mudah dengan bahan terjangkau sehingga tidak memerlukan waktu dan biaya yang cukup banyak.

Metode Penelitian

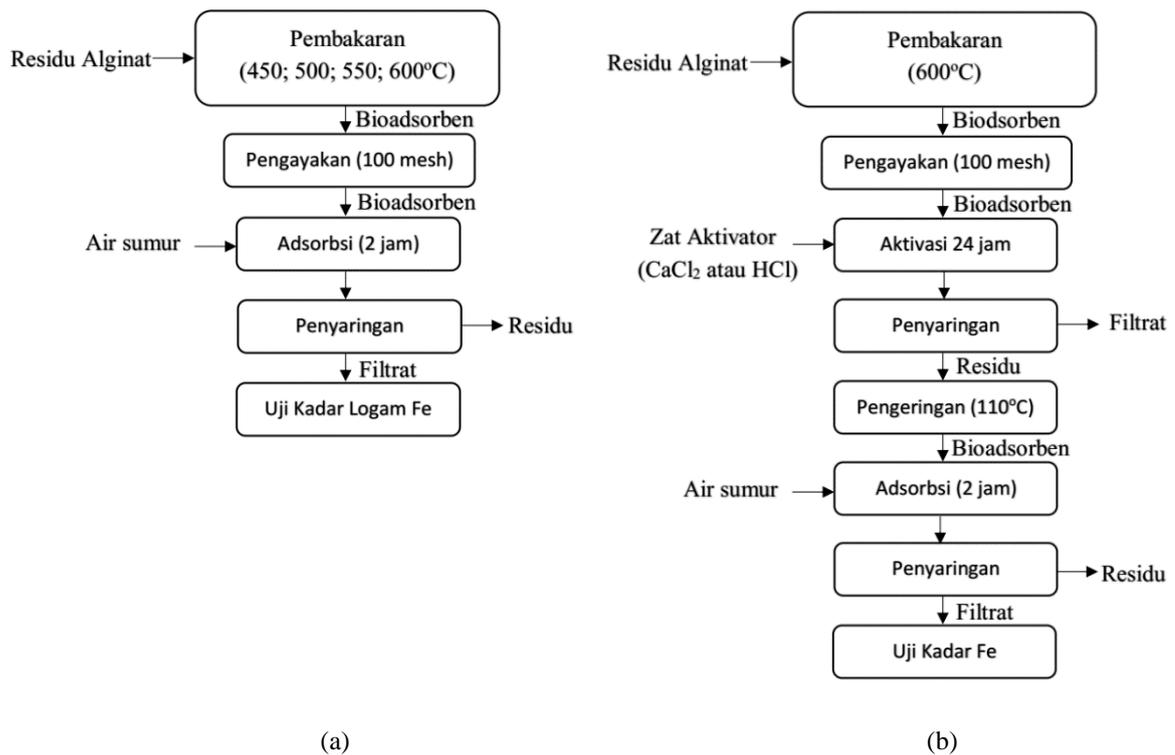
Bahan baku pada penelitian ini adalah alga coklat kering jenis *sargassum sp.*, air sumur UPN "Veteran" Yogyakarta dengan bahan pendukung kalsium klorida (CaCl_2), asam klorida (HCl), dan aquades.

Tahap Pengambilan Sampel

Alga coklat (*sargassum sp*) dikeringkan terlebih dahulu untuk dijadikan bioadsorben. Pada percobaan tanpa aktivator alga coklat (*sargassum sp*) kering dibakar menggunakan *furnace* dengan variasi suhu 450; 500; 550; 600°C tanpa penambahan aktivator setelahnya. Hasil pembakaran selanjutnya diayak hingga ukuran 100 mesh, lalu bioadsorben dari setiap suhu diambil 10 gram untuk dilakukan proses adsorpsi pada air sumur, dengan perbandingan (1:10) tanpa pengadukan selama 2 jam. Sedangkan pada percobaan menggunakan aktivator, alga coklat (*sargassum sp*) kering dibakar menggunakan *furnace* dengan suhu 600°C, hasil pembakaran selanjutnya diayak hingga ukuran 100 mesh, lalu diambil 15 gram untuk dilakukan perendaman pada aktivator (CaCl_2 dan HCl) yang telah divariasi konsentrasinya yaitu 0,4; 0,6; 0,8; 1 mol/L, dengan perbandingan (1:10) didiamkan selama 24 jam. Kemudian dilakukan penyaringan untuk memisahkan residu dan filtrat, residu hasil perendaman kemudian dikeringkan pada *oven* pada suhu 110°C. Bioadsorben diambil 10 gram untuk dilakukan proses adsorpsi pada air sumur, dengan perbandingan (1:10) tanpa pengadukan selama 2 jam.

Tahap Analisis Sampel

Pada tahap ini filtrat yang telah didapat saat setelah proses adsorpsi dilakukan pengujian kadar logam Fe menggunakan uji *Atomic Adsorption Spectroscopy* (AAS). Kemudian setelah didapat kadar logam Fe dalam satuan mg/L, dibuat grafik hubungan antara pengaruh suhu dengan persen kadar logam Fe terserap serta grafik hubungan antara konsentrasi zat aktivator dengan persen kadar logam Fe terserap.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Adsorpsi tanpa aktivator (a) Diagram Alir Proses Adsorpsi dengan aktivator (b)

Hasil dan Pembahasan



Gambar 2. Bioadsorben dari alga cokelat (*sargassum sp*)

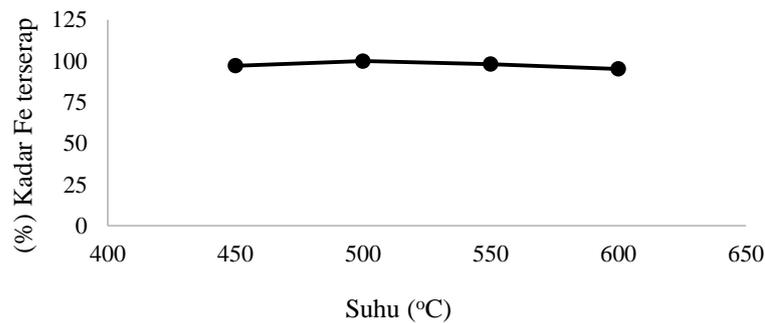
Dalam penelitian ini dibuat bioadsorben dari alga cokelat jenis *sargassum sp*. Alga cokelat (*sargassum sp*) yang telah kering dibakar pada alat pembakar (*furnace*) pada suhu tertentu. Pada percobaan tanpa aktivator, alga cokelat (*sargassum sp*) dibakar pada variasi suhu 450, 500, 550, 600°C dan didapat bioadsorben yang berwarna hitam keabuan tanpa tambahan bahan kimia sebagai aktivator. Perbedaan suhu bertujuan untuk mengetahui suhu optimum yang dicapai untuk menghasilkan bioadsorben tanpa aktivator dengan daya serap logam Fe paling baik.

Sedangkan percobaan dengan aktivator alga cokelat (*sargassum sp*) dibakar pada suhu 600°C dan didapat bioadsorben yang berwarna hitam keabuan kemudian ditambahkan zat kimia CaCl_2 dan HCl sebagai aktivator. Konsentrasi aktivator divariasikan yaitu 0.4; 0.6; 0.8; 1 mol/L tujuannya agar didapat konsentrasi optimum yang dicapai untuk menghasilkan bioadsorben dengan daya serap logam Fe paling baik. Dilakukannya proses aktivasi yaitu agar dapat membuka, menambah atau mengembangkan volume pori dan memperbesar diameter pori yang telah terbentuk pada proses pembakaran sebelumnya. Pemilihan suhu yaitu 600°C karena merupakan suhu maksimum pembakaran alga cokelat (*sargassum sp*), karena jika dilakukan pembakaran di atas suhu 600°C alga cokelat (*sargassum sp*) akan berubah menjadi kerak.

Daya Serap Logam Fe pada Adsorpsi tanpa Aktivator

Tabel 1. Pengaruh suhu pada daya serap bioadsorben tanpa aktivator pada logam Fe.

Suhu (°C)	Kadar Awal (mg/L)	Kadar Akhir (mg/L)	Persen Terserap (%)	Keterangan
450	2.5	0,074	97,04	Tidak berwarna dan tidak berbau
500	2.5	0,004	99,84	Tidak berwarna dan tidak berbau
550	2.5	0,05	98	Tidak berwarna dan tidak berbau
600	2.5	0,121	95,16	Tidak berwarna dan tidak berbau



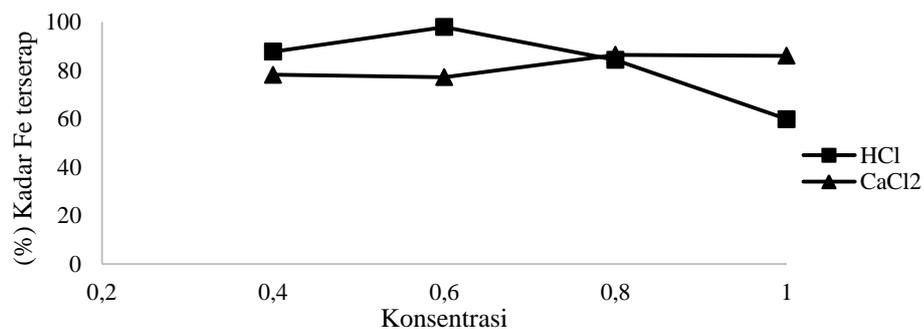
Gambar 3. Grafik hubungan antara suhu dengan persen logam Fe terserap.

Dari grafik diatas dapat dilihat jika suhu optimum diperoleh pada suhu 500°C dimana bioadsorben yang dihasilkan dapat menyerap logam Fe pada air sumur UPN "Veteran" Yogyakarta sebanyak 99.84% dari kadar awal logam Fe yaitu 2.5 mg/L menjadi 0.004 mg/L.

Daya Serap Logam Fe pada Adsorpsi dengan Aktivator

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi zat aktivator pada daya serap bioadsorben pada logam Fe.

Konsentrasi (mol/L)	Kadar Awal (mg/L)	Kadar Akhir (mg/L)		Persen Terserap (%)	
		CaCl ₂	HCl	CaCl ₂	HCl
0.2	2.5	0.533	0.228	78.68	90.88
0.4	2.5	0.544	0.305	78.24	87.8
0.6	2.5	0.570	0.051	77.2	97.96
0.8	2.5	0.339	0.391	86.44	84.36
1	2.5	0.348	1.004	86.08	59.84



Gambar 4. Grafik hubungan antara konsentrasi zat aktivator dengan persen logam Fe terserap.



Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa konsentrasi aktivator CaCl_2 terbaik pada 0.8 mol/L yaitu dapat menyerap logam Fe pada air sumur UPN "Veteran" Yogyakarta sebanyak 86.44% dari kadar awal logam Fe yaitu 2.5 mg/L menjadi 0.339 mg/L. Serta konsentrasi aktivator HCl terbaik pada 0.6 mol/L yaitu dapat menyerap logam Fe pada air sumur UPN "Veteran" Yogyakarta sebanyak 97.96% dari kadar awal logam Fe yaitu 2.5 mg/L menjadi 0.051 mg/L.

Dari percobaan yang dilakukan didapat hasil terbaik pada bioadsorben tanpa aktivasi dengan zat kimia pada suhu 500°C. Hal ini membuktikan bahwa proses aktivasi tidak seluruhnya dapat menghasilkan bioadsorben dengan daya serap yang lebih tinggi dibanding tanpa aktivasi. Asam alginat merupakan kandungan yang terdapat pada alga cokelat, yang mana asam alginat mengandung garam-garam yang sukar larut didalam air. Oleh karena itu, produk asam alginat sering ditambahkan kalsium atau natrium yang berfungsi untuk membuat viskositas asam alginat menjadi tinggi dan mudah larut didalam air. Ditambahkannya kalsium atau natrium didapat hasil akhir berupa Ca-Alginat atau Na-Alginat yang mudah larut didalam air namun juga disertai residu yang masih mengandung garam-garam yang sukar larut dalam air. Alga cokelat memiliki nilai afinitas (daya ikat) yang tinggi pada logam-logam berat serta zat radioaktif. Sehingga pada proses aktivasi tidak berlangsung secara sempurna karena saat dilakukannya pencucian setelah aktivasi, zat kimia aktivator yang telah terikat dengan garam pada alga cokelat (*sargassum sp*) tidak dapat larut dengan air secara sempurna. Hal ini juga terbukti pada aktivasi menggunakan garam CaCl_2 yang menunjukkan hasil paling rendah, dikarenakan garam yang telah terikat saat proses aktivasi tidak bisa larut dengan air saat proses pencucian sehingga pori bioadsorben menjadi tertutup yang mana proses adsorpsi menjadi tidak maksimal.

Kesimpulan

Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa bioadsorben tanpa aktivator pada suhu 500°C dapat menurunkan kadar logam Fe pada air sumur UPN "Veteran" Yogyakarta sebanyak 99.84% dari kadar awal logam Fe yaitu 2.5 mg/L menjadi 0.004 mg/L, dibandingkan pada bioadsorben dengan penambahan zat aktivator CaCl_2 maupun HCl. Hal ini membuktikan bahwa bioadsorben yang dihasilkan dari alga cokelat jenis *sargassum sp* dapat menurunkan kadar logam Fe pada air UPN "Veteran" Yogyakarta. Sehingga air dapat dikatakan lolos dalam parameter standar air bersih yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416 Tahun 1990 yaitu dengan kandungan Fe maksimum 1 mg/L.

Daftar Pustaka

- Abdul Rasyid. 2003. Algae Coklat (*Phaeopyta*) Sebagai Sumber Alginat. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI: Jakarta
- Andi Susilawati.,dkk. 2015. *Public Health Science Journal* : Peningkatan Kualitas Air Sumur Gali Berdasarkan Parameter Besi (Fe) dengan Pemanfaatan Kulit Pisang Kepok di Dusun Alekanrung Desa Kanrung Kabupaten Sinjai. Bagian Kesehatan Lingkungan Fakultas Ilmu Kesehatan UIN Alauddin Makassar: Makassar, Sulawesi Selatan
- Anditta Taviani.,dkk. 2017. Proposal Penelitian : Penurunan Kadar Fe (Besi) Pada Air Sumur UPN "Veteran" Yogyakarta Dengan Cara Adsorpsi Karbon Aktif Dan Zeolit. Prodi Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta : Yogyakarta
- Fadhilah, R.,dkk. 2018. Performa bio-adsorben dan karbon aktif dalam proses pemurnian minyak jelantah pada alat *prototype portable bio-adsorber* (Prosiding SNST ke-9). Jurusan Teknik Kimia, Program Studi Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Lhokseumawe: Aceh.
- Hermin, P, dkk. 2019. Penurunan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Secara *Pneumatic System*. Jurusan Teknik Lingkungan UNISSULA Semarang: Semarang
- Kemntrian Kesehatan RI. Profil Kesehatan Indonesia 2017. 2017: 249
- Maharani dan Widyayanti. 2010. Pembuatan Alginat dari Rumput Laut Untuk Menghasilkan Produk Dengan Rendemen Dan Viskositas Tinggi. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro: Semarang
- Peraturan Kementrian Kesehatan Nomor 416. 1990. Syarat-syarat Pengawasan Kualitas Air. Kementrian Kesehatan RI: Jakarta.
- Sri, H, dkk. 2015. Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Dengan Metode Aerasi *Conventional Cascade* Dan Aerasi *Vertical Baffle Channel Cascade*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Sains Terapan IST AKPRIND Yogyakarta: Yogyakarta



Lembar Tanya Jawab

Moderator : Yunus Tonapa Sarungu (Politeknik Negeri Bandung)
Notulen : Yusmardhany Yusuf (UPN "Veteran" Yogyakarta)

- 1 Penanya : Agah Khaerul Sanni (Teknik Kimia - UPN "Veteran" Yogyakarta)
Pertanyaan : Apakah alasan menggunakan aktivator CaCl_2 dan HCl ?
Jawaban : Karena baik alginat yang bereaksi dengan CaCl_2 dan Alginat + HCl , menghasilkan cairan kental yang dapat mengadsorpsi logam Fe pada air limbah sampel.
- 2 Penanya : Bambang Hari Prabowo (Teknik Kimia - Universitas Jenderal Ahmad Yani)
Pertanyaan : Jenis proses penyerapan pada penelitian ini disebut adsorpsi atau absorpsi ?
Jawaban : Adsorpsi (Penjerapan).
- 3 Penanya : Kurnia Kumala Dewi (Teknik Kimia - UPN "Veteran" Yogyakarta)
Pertanyaan : Dalam penelitian ini ada proses pembakaran, seperti apa spesifik deskripsi jenis pembakarannya ?
Jawaban : Jenis pembakaran dalam penelitian ini adalah proses karbonisasi dengan sedikit udara yang terlibat dalam pembakaran.
- 4 Penanya : Fanny Setya Ningrum (Teknik Kimia - UPN "Veteran" Yogyakarta)
Pertanyaan : Apa tujuan pengayakan yang dilakukan setelah proses pembakaran ?
Jawaban : Pengayakan yang dilakukan pada ukuran 100 mesh bertujuan untuk menyaring zat adsorbent, agar memudahkan jalannya proses adsorpsi.
- 5 Penanya : Novi Oktaviani Maghfiroh (Teknik Kimia - UPN "Veteran" Yogyakarta)
Pertanyaan : Kenapa pembakaran dilakukan pada suhu $600\text{ }^\circ\text{C}$?
Jawaban : Karena saat dilakukan pembakaran di atas suhu $600\text{ }^\circ\text{C}$ alga coklat menjadi mengeras.
- 6 Penanya : Dheanidya (Teknik Kimia - UPN "Veteran" Yogyakarta)
Pertanyaan : Mengapa yang diuji pada proses penjerapan adalah logam Fe ?
Jawaban : Karena fokus penelitian adalah pengurangan kadar Fe pada air sumur UPN "Veteran" Yogyakarta.