

Optimasi Kombinasi Kulit Sukun (*Activated Carbon*) dengan Zeolit Alam Sebagai Adsorben Kemasan Celup dalam Mereduksi Konsentrasi Logam Besi (Fe) Dan Nikel (Ni) Sampel Air Sumur

Edi Ilmu^{*1}, Budirman Giawa², Alimuddin³, Dian Permana⁴, Surya Ningsih⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Sembilanbelas November Kolaka

E-mail: ediilimu_chem@usn.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan penelitian karbon aktif kulit buah sukun yang dikombinasikan dengan zeolit alam sebagai adsorben kemasan celup untuk mereduksi konsentrasi logam besi (Fe) dan nikel (Ni) dalam air sumur. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kemampuan adsorben arang aktif kulit buah sukun yang dioptimalkan dengan zeolit alam dalam mereduksi konsentrasi logam Fe dan Ni. Percobaan dilakukan dalam skala laboratorium dengan menggunakan metode variasi konsentrasi karbon aktif yang dianalisis menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Pada adsorpsi logam Fe, activated carbon celup dengan konsentrasi $x : y$, $2x : y$, $5x : y$, x, y secara berturut-turut mampu mengadsorpsi logam Fe sebesar 0,5844, 0,5679, 0,6092, 0,5431, 0,5761 ppm dengan daya adsorpsi setiap 1 gram adsorben selama 60 menit secara berturut-turut 0,0974, 0,0946, 0,1015, 0,1810, 0,1929. Kondisi optimum daya serap adsorben karbon aktif celup dalam mereduksi konsentrasi Fe terjadi pada komposisi $5x:y$ sebesar 0,6092 ppm dan daya serap setiap 1 g adsorben dengan lama perendaman 60 menit sebesar 0,1015 mg/g. Sedangkan adsorpsi logam Ni, activated carbon celup dengan konsentrasi $x : y$, $2x : y$, $5x : y$, x, y secara berturut-turut mampu mengadsorpsi logam Ni sebesar 0,9290, 0,7070, 0,7799, 0,9290, 0,9290 ppm dengan daya adsorpsi karbon aktif celup pada komposisi $2x : y$, $5x : y$, yaitu 0,1178, 0,1299 ppm.

Kata Kunci – Optimasi, Kulit Buah Sukun, Zeolit alam, Logam Berat, SSA

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat dibutuhkan dalam memenuhi kepentingan semua makhluk hidup yang fungsinya tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Air minum yang aman seharusnya tidak terkontaminasi dengan logam berat dan memberikan resiko yang signifikan bagi kesehatan manusia seperti menyebabkan keracunan akut, kronis dan dalam jangka yang panjang menyebabkan kerusakan sistem syaraf pada anak, kerusakan jaringan selular akibat radikal bebas dan bahkan dapat menyebabkan kematian (Barry, *et al*, 2010) (Karim, *et al*, 2017). Oleh karena itu, sangat penting mengetahui kualitas air yang bebas dari kontaminasi logam berat demi keberlangsungan hidup sehat generasi sekarang dan yang akan datang.

Daerah Kolaka merupakan salah satu daerah di Sulawesi Tenggara penghasil tambang, khususnya pemuaian biji nikel (Ni). Beberapa keluhan masyarakat terkait dengan kualitas air sumur yang menurut mereka tidak layak dikonsumsi bagi yang bertempat tinggal di sekitar daerah tambang seperti: berbau, berwarna kuning, dan berminyak. Hasil kontaminasi logam berat seperti besi (Fe) dan nikel (Ni) terhadap air dapat diidentifikasi secara kasat mata misalnya warna kulit yang berwarna pucat keabuan (Singh, *et al*, 2011). Munculnya indikasi tersebut menjadi parameter dan dibutuhkan upaya mengurangi kadar logam berat sehingga memperbaiki kelayakan kualitas air melalui teknik sederhana dan berbasis bahan alami yang tersedia. Misalnya, pemanfaatan limbah yang banyak ditemukan di daerah Kolaka namun dapat dimanfaatkan sebagai adsorben, misalnya kulit sukun.

Tanaman sukun merupakan tanaman serba guna yang dapat dimanfaatkan oleh manusia, mulai dari buahnya yang dapat dimanfaatkan oleh manusia sebagai bahan pangan, daunnya untuk mengatasi berbagai macam penyakit, bunganya dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan (Estalansa *et al.*, 201). Penyebaran

tanaman sukun begitu meluas di Indonesia mulai dari Aceh sampai Papua. Sukun merupakan tumbuhan yang hidup di daerah tropis dan sangat banyak dijumpai di Indonesia khususnya di Pulau Sulawesi. Produksi buah sukun dalam setahun cukup tinggi yaitu sebanyak 400 buah pada umur 5-6 tahun dan 700-800 buah pada umur 8 tahun dengan berat 1-2 kg/buah dan jumlah buah sekali panen ± 50 buah/pohon (Sukriya, 2018). Hal ini mengakibatkan peningkatan terhadap produksi limbah kulit buah sukun tiap tahunnya semakin tinggi. Oleh karena itu, diperlukan kreativitas dalam pemanfaatan limbah kulit buah sukun salah satunya adalah sebagai arang aktif yang mencakup dua proses tahapan utama, yakni proses karbonisasi bahan baku dan proses aktivasi.

Karbon aktif merupakan adsorben yang berasal dari bahan-bahan yang mengandung karbon, yang dapat menyerap ion-ion bebas di dalam air. Bahan tersebut diperlakukan dengan proses aktivasi seperti tekanan dan suhu tinggi sehingga diperoleh karbon aktif yang memiliki permukaan yang luas. Bentuk karbon aktif biasanya berupa butiran kristal dan tepung berpori yang berfungsi menjernihkan dan menghilangkan bau tidak sedap sehingga air menjadi layak pakai dan juga menyerap logam. Selain itu, zeolit alam disebut juga sebagai *molecular sieve* atau *molecular mesh* (saringan molekul), memiliki pori-pori yang berukuran molekul sehingga mampu memisahkan atau menyaring molekul dengan ukuran tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan zeolit lebih dikhususkan pada peningkatan efektivitas dan efisiensi proses industri dan pencemaran lingkungan (Putri dan Sabani, 2018).

Daya serap karbon aktif merupakan proses terakumulasinya atau terkonsentrasinya komponen (adsorbat) di permukaan padatan (adsorben). Daya adsorpsi karbon aktif terhadap logam berat pada sampel air sumur memiliki luas korelasi dengan luas permukaan dari karbon aktif. Semakin besar angka konsentrasi logam yang teradsorpsi maka semakin besar kemampuan adsorben dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat terlarut.

Faktor-faktor yang mempengaruhi daya serap karbon aktif, antara lain: luas permukaan pori, kadar air dan kadar abu, waktu dan suhu pada saat karbonisasi, keberadaan adsorbat lain yang tidak diketahui dalam sampel, jenis aktivator yang digunakan dalam aktivasi bahan, waktu perendaman dan pengadukan serta tinggi rendahnya konsentrasi adsorbat berbanding lurus dengan massa adsorben/karbon aktif (Utama, 2015).

Adapun syarat mutu karbon aktif yang dibutuhkan berdasarkan persyaratan (SNI) 06-37300-1995 pada Table 1.

Tabel 1. Syarat mutu karbon aktif

Uraian	Persyaratan Kualitas	
	Butiran	Serbuk
Kadar air %	Maks. 4,5	Maks. 15
Kadar abu %	Maks. 2,5	Maks. 10
Daya serap terhadap iodium mg/g	Min. 750	Min. 750

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui keadaan optimum dari hasil kombinasi karbon aktif dari limbah kulit buah sukun dengan zeolit alam aktivasi menjadi adsorben kemasan celup yang bernilai ekonomis. Hasil penelitian ini diharapkan mendatangkan beberapa manfaat, diantaranya limbah kulit buah sukun sebagai karbon aktif yang dikombinasikan dengan zeolit alam dapat dijadikan sebagai pendapatan tambahan yang bernilai jual tinggi bagi pengusaha kecil dan menengah sekaligus sebagai bentuk upaya dalam mengurangi limbah rumah tangga.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Desain Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian analisis kualitatif dengan rancangan eksperimen Laboratorium. Untuk menganalisa konsentrasi zat besi (Fe) dan nikel (Ni) dalam air sumur sebelum dan sesudah diberi perlakuan menggunakan *Activated Carbon* Celup Kulit Sukun-Zeolit Alam.

2.2 Instrumen Penelitian

Alat yang digunakan antara lain, tanur, oven, spektrofotometer serapan atom (SSA), kantong teh celup, stirrer, magnetic stirrer, gelas kimia, batang pengaduk, spatula, pH meter, erlenmeyer, pipet ukur, pipet gondok, labu ukur, cawan porselin, cawan petri, botol semprot, kertas saring, pipet mikro, aluminium foil, lemari asam, pulpen, label, pisau, gelas ukur, botol semprot, loyang oven, lumpang, ayakan 150 mesh, ayakan 100 mesh, corong, desikator.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: kulit buah sukun, zeolite, air sumur, HNO₃, H₂SO₄, HCl, larutan induk Fe 1000 ppm, larutan induk Ni 1000 ppm, etanol, dan aquadest.

Pembuatan karbon aktif kulit buah sukun dibagi menjadi tiga tahapan sebagai berikut: 1) *Dehidrasi*, kulit buah sukun yang telah dibersihkan kemudian dipotong-potong lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam. 2) *Karbonisasi*, kulit buah sukun dimasukan ke dalam tanur selama dua jam pada suhu 400°C sampai kulit buah sukun menjadi arang. Arang yang diperoleh kemudian didinginkan, selanjutnya arang dihaluskan menggunakan lumpang dan diayak menggunakan ayakan berukuran max 100 mesh. 3) *Aktivasi*, sebanyak 50 gram arang dimasukkan kedalam gelas kimia 500 mL, kemudian ditambahkan 200 mL larutan H₂SO₄ 1 M dan direndam selama 24 jam. Selanjutnya, arang disaring dan dicuci dengan aquades hingga mencapai pH netral kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 100°C selama 2 jam.

Zeolit alam yang berbentuk granular dan berwarna hijau kebiruan ditumbuk dengan mortar, kemudian diayak menggunakan alat penyaring untuk mendapatkan zeolit alam dengan ukuran max 150 mesh. Zeolit bubuk selanjutnya dimasukkan ke dalam cawan porselin, kemudian dipanaskan dalam tanur pada suhu 150°C selama 60 menit, didiamkan dalam tanur sampai suhu kamar dan ditampung dalam wadah tertutup rapat. Zeolit hasil pengaktifan fisika ini dikeringkan pada suhu udara, setelah kering diayak kembali untuk memastikan zeolit hasil pengaktifan fisika ukuran konstan max butir 150 mesh.

Zeolit ukuran butir max 150 mesh sebanyak 250 gram dimasukkan kedalam gelas beaker volume 1000 mL yang telah berisi larutan HCl 5 M pada suhu kamar sampai seluruh butiran zeolit terendam. Selanjutnya diaduk pada kecepatan pengadukan 50 rpm selama 30 menit menggunakan perangkat magnetik stirrer. Hasilnya disaring menggunakan kertas saring, kemudian padatan dalam kertas saring dimasukkan ke dalam gelas beaker 1000 mL dan dicuci dengan aquadest sambil diaduk dengan kecepatan 50 rpm selama 10 menit. Proses pencucian dilakukan beberapa kali sampai diperoleh pH filtratnya mencapai pH netral. Selanjutnya zeolit alam dicuci dengan 500 mL etanol dan diaduk (30 rpm) selama 60 menit, dan kemudian disaring. Padatan pada kertas saring dipindahkan ke dalam cawan porselin, dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 100°C sampai diperoleh berat padatan yang tetap. Padatan zeolit hasil pengaktifan diayak dengan ayakan ukuran 150 mesh.

Hasil akhir dari kulit sukun-zeolit alam akan dikemas menjadi kemasan *activated carbon* celup dengan menggunakan kantong celup. Pengemasan dilakukan dengan komposisi x : y, x : y, 5x : y, x, y (x = kulit sukun, y = zeolit alam).

Sampel tidak dapat segera dianalisa, maka dilakukan pengawetan dengan penambahan asam nitrat (HNO₃) pekat. Sebelum penambahan HNO₃, terlebih dahulu diukur pH sampel air sumur. Kemudian ditambahkan HNO₃ pekat sampai pH kurang dari 2. Sebanyak 1000 mL sampel dikocok sampai homogen dan dimasukkan dalam erlenmeyer. Kemudian tambahkan 10 mL HNO₃ pekat. Dilakukan kembali pengukuran pH untuk memastikan sampel air sumur yang telah ditambahkan HNO₃ pekat dengan pH kurang dari 2.

Pembuatan larutan standar Fe dilakukan dengan mengambil 10 mL larutan induk Fe 1000 ppm dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL lalu diencerkan sampai tanda batas (larutan Fe 100 ppm). Sebanyak 5 mL larutan Fe 100 ppm dimasukan kedalam labu ukur 50 mL (larutan Fe 10 ppm). Pembuatan larutan standar Fe dengan konsentrasi secara berturut-turut yaitu: 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1 ppm dilakukan dengan cara mengambil 1, mL, 2 mL, 3 mL, 4 mL dan 5 mL larutan Fe 10 ppm dan dimasukan ke dalam masing-masing labu ukur 50 mL, ditambahkan aquades sampai tanda batas. Diulangi cara yang sama untuk pembuatan larutan standar Ni. Nilai absorbansinya diukur dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

2.3 Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, ada beberapa pengujian yang dilakukan, meliputi uji kadar air, uji kadar abu, dan uji daya serap terhadap iodium dan analisis konsentrasi logam besi (Fe) dan nikel (Ni) sebelum dan sesudah penambahan *activated carbon* celup. Kadar air ditentukan dengan cara pengeringan di dalam oven. Sebanyak 2 gram karbon aktif di tempatkan di dalam cawan petri yang telah diketahui bobotnya, kemudian dikeringkan

dalam oven pada suhu 105°C selama 15 menit. Selanjutnya didinginkan didalam desikator sebelum ditimbang massanya. Pengeringan dilakukan berulang kali hingga diperoleh berat karbon aktif yang konstan. Kadar air dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\% \text{ kadar air} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana: a = massa awal karbon aktif (g)
b = massa akhir karbon aktif (g)

Uji kadar abu dapat dilakukan dengan menimbang sebanyak 2 gram arang aktif, kemudian dimasukan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui massanya. Kemudian di *furnace* pada suhu 400°C sehingga seluruh sampel menjadi abu. Sampel didinginkan didalam desikator hingga diperoleh berat yang konstan lalu ditimbang. Kadar abu karbon dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ kadar abu} = \frac{b}{a} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana: a = massa awal karbon aktif (g)
b = massa akhir karbon aktif (g)

Pengujian terhadap daya serap iodium dilakukan dengan menimbang karbon aktif sebanyak 5 gram dan dicampurkan dengan 100 mL larutan iodium 0,1 N. Dikocok dengan menggunakan magnetik stirrer selama 15 menit setelah itu didiamkan sampai karbon aktif turun. Kemudian dipipet 10 mL larutan iodium dan dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N. Jika warna kuning pada larutan mulai samar, ditambahkan larutan amilum 1 % sebagai indikator sehingga diperoleh warna larutan biru tua. Dititrasi kembali hingga larutan berubah menjadi bening. Daya serap iodium dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{daya serap iod} = \frac{A \frac{B \times N (\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{N(\text{iodin})} 126,93 fp}{\alpha} \quad (3)$$

Dimana:
A = Volume larutan iodin (mL)
B = Volume Na₂S₂O₃ yang terpakai (mL)
fp = faktor pengenceran
α = bobot karbon aktif (g)
N(Na₂S₂O₃) = konsentrasi Na₂S₂O₃ (N)
N (iodin) = konsentrasi iodin (N)
126,93 = jumlah iodin sesuai 1 mL larutan Na₂S₂O₃

Analisis konsentrasi besi (Fe) dan nikel (Ni) sebelum perlakuan berupa penambahan *activated carbon* celup bertujuan untuk mengetahui konsentrasi awal dari parameter uji. Selanjutnya, disiapkan 10 buah gelas beaker 250 mL, masing-masing diberi label Fe (x:y, 2x:y, 5x:y, x, y) dan Ni (x:y, 2x:y, 5x:y, x, y) dan diisi dengan 250 mL sampel. Gelas beaker dengan label Fe (x:y, 2x:y, 5x:y, x, y) masing-masing ditambahkan *activated carbon* celup (x:y, 2x:y, 5x:y, x, y) sesuai dengan komposisi dan konsentrasinya. Langkah yang sama dilakukan pada sampel Ni. Kemudian didiamkan selama 60 menit. Setelah 60 menit masing-masing kemasan *activated carbon* celup diangkat dan sampel disaring kembali. Sampel yang sudah di sharing, kemudian dianalisis nilai absorpsinya dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Kadar Air, Kadar Abu, dan Daya Serap Terhadap Iodium

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut

Tabel 2. Hasil uji karakteristik karbon aktif

Jenis uji	Hasil uji
Kadar air %	5,12
Kadar abu %	12,28
Daya serap terhadap iodium mg/g	3.807,90

Berdasarkan Tabel 2 di atas, diketahui bahwa kadar air karbon aktif sebesar 5,12%. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas karbon aktif yang dihasilkan dalam penelitian ini cukup baik. Perhitungan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopik dari karbon aktif, dimana umumnya karbon aktif memiliki sifat afinitas yang sangat besar terhadap air. Sifat higroskopis menyebabkan arang aktif pada kondisi dan kelembaban tertentu akan mencapai kesetimbangan kadar air yang merupakan sebuah ukuran higroskopisitas. Sifat yang sangat higroskopis inilah yang mengakibatkan karbon aktif digunakan sebagai adsorben. Secara teoritis, temperatur dan lamanya waktu karbonisasi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap air yang dapat diserap. Menurut Hendaway (2003) kadar air sangat dipengaruhi oleh jumlah uap air di udara, lama proses pendinginan di dalam desikator, dan sifat higroskopis dari arang tersebut. Terikatnya molekul air yang ada pada karbon aktif oleh aktivator menyebabkan pori-pori pada karbon aktif semakin besar. Semakin besar pori-pori maka luas permukaan karbon aktif semakin bertambah. Hal ini mengakibatkan meningkatnya adsorpsi dari karbon aktif.

Kadar abu merupakan banyaknya kandungan oksida logam yang terdiri dari mineral-mineral dalam suatu bahan yang tidak dapat menguap pada proses pengabuan. Arang aktif yang dibuat dari bahan alam tidak hanya mengandung senyawa karbon saja, namun juga mengandung beberapa mineral. Kadar abu tersebut akan menunjukkan kandungan mineral yang terkandung dalam arang aktif (Jankowska *et al.*, 1991). Berdasarkan Tabel 3, menunjukkan bahwa kadar abu karbon aktif yaitu 12,28%. Kadar abu karbon aktif yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan ketidaksesuaian dengan SNI 06-3703-1995. Tingginya kadar abu disebabkan oleh sisa mineral yang tertinggal pada saat dibakar, karena sebagian bahan dasar pembuatan karbon aktif tidak hanya mengandung senyawa karbon tetapi juga mengandung beberapa mineral, dimana sebagian dari mineral ini telah hilang pada saat karbonisasi dan aktivasi, sebagian lagi diasumsikan masih tertinggal dalam karbon aktif. Kadar abu sangat berpengaruh terhadap kualitas karbon aktif. Keberadaan kadar abu yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori karbon aktif, sehingga luas permukaan menjadi berkurang. Peningkatan kadar abu pada karbon aktif juga dipengaruhi oleh tingginya suhu pada saat karbonisasi bahan baku. Tingginya suhu karbonisasi yang memicu teroksidasinya sebagian besar zat volatil termasuk pula karbon. Sedangkan abu tidak ikut karena bukan merupakan zat volatil. Semakin meningkatnya kadar abu pada karbon aktif dengan penambahan bahan kimia maka akan terjadi proses oksidasi lebih lanjut terutama dari partikel halus (Laos dan Arkilaus, 2016).

Penentuan daya serap terhadap iodium bertujuan untuk menentukan kapasitas adsorpsi arang aktif (Jankowska *et al.*, 1991). Daya adsorpsi karbon aktif terhadap iod memiliki hubungan antara luas permukaan dari karbon aktif. Semakin besar daya adsorpsi karbon aktif terhadap iod maka semakin besar pula kemampuannya dalam mengadsorpsi adsorbat. Penambahan larutan iod berfungsi sebagai adsorbat yang akan diserap oleh karbon aktif sebagai adsorbennya. Terabsorpsinya larutan iod ditunjukkan dengan adanya pengurangan konsentrasi larutan iod. Dari hasil penelitian daya serap karbon aktif terhadap iodin adalah sebesar 3.807,90 mg/g. Hal ini telah memenuhi SNI 06-3703-1995 yaitu minimal 750 mg/g. Peningkatan bilangan iod disebabkan oleh terlepasnya pengotor dari permukaan pori-pori karbon aktif, sehingga mengaktifkan pori-pori baru yang tertutupi oleh pengotor dan memperluas permukaan karbon aktif.

3.2 Uji Adsorpsi Adsorben Terhadap Logam Besi (Fe) dan Nikel (Ni)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil uji daya serap adsorben terhadap logam Fe dan Ni sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil uji adsorpsi *activated carbon* celup

Parameter	Konsentrasi Awal (ppm)	Massa Adsorben (g)	X:Y	Volume Larutan (mL)	Konsentrasi Akhir (ppm)	Konsentrasi yang Teradsorpsi (ppm)	Daya Serap Setiap 1 gr Adsorben selama 60 menit (mg/g)
Fe	0,61	6	x:y	250	0,0256	0,5844	0,0974
			2x:y		0,0421	0,5679	0,0946
			5x:y		0,0008	0,6092	0,1015
		3	X	125	0,0669	0,5431	0,1810
			Y		0,0339	0,5761	0,1920
Ni	0,929	6	x:y	250	0,0000	0,9290	-
			2x:y		0,2220	0,7070	0,1178
			5x:y		0,1491	0,7799	0,1299
		3	X	125	0,0000	0,9290	-
			Y		0,0000	0,9290	-

Adsorpsi merupakan terakumulasinya zat (adsorb) pada permukaan padatan (adsorben). Daya adsorpsi *activated carbon* terhadap sampel air sumur memiliki luas korelasi dengan luas permukaan dari karbon aktif. Semakin besar angka konsentrasi logam yang teradsorpsi maka smki besar kemampuan adsorben dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat tertentu. Luas permukaan pori merupakan faktor yang sangat penting dan berpengaruh dalam mengadsorpsi adsorbat. Pori-pori yang besar didapatkan melalui aktivasi berupa penambahan zat kimia tertentu. Aktivasi kimia dilakukan tidak hanya untuk menghilangkan zat pengotor berupa air dan senyawa volatil tetapi juga untuk mengurangi kandungan abu dan untuk mengaktifkan pori yang tertutup oleh pengotor sehingga luas permukaan internal menjadi semakin besar. Pori-pori yang baru terbentuk inilah yang kemudian akan memperbesar luas permukaan karbon aktif sehingga dapat meningkatkan kemampuan daya serap adsorben terhadap adsorbat atau zat tertentu.

Berdasarkan data di atas, menunjukkan bahwa konsentrasi logam besi (Fe) sebelum diberikan perlakuan sebesar 0.61 ppm. Setelah diberi perlakuan dengan perendaman *activated carbon* celup selama 60 menit menunjukkan terjadinya perubahan konsentrasi pada logam Fe dalam sampel. *Activated carbon* celup dengan konsentrasi x:y mampu mereduksi logam Fe sebesar 0,5844 ppm dengan kemampuan daya adsorpsi setiap 1 g adsorben sebesar 0,0974 ppm, dengan konsentrasi akhir 0,0256 ppm. *Activated carbon* celup dengan konsentrasi 2x:y mampu mereduksi logam Fe sebesar 0,5679 ppm dengan kemampuan daya adsorpsi setiap 1 g adsorben sebesar 0,0946 g, dengan konsentrasi akhir 0,0421 ppm. *Activated carbon* celup dengan konsentrasi 5x:y mampu mereduksi logam Fe sebesar 0,6092 ppm dengan kemampuan daya adsorpsi setiap 1 g adsorben sebesar 0,1015 ppm, dengan konsentrasi akhir 0,0008 ppm. Karbon aktif murni kulit buah sukun mampu mereduksi logam Fe sebesar 0,5431 ppm dengan kemampuan daya adsorpsi setiap 1 g karbon aktif sebesar 0,1810 ppm, dengan konsentrasi akhir sebesar 0,0669 ppm. Sedangkan zeolit alam mampu mereduksi logam Fe sebesar 0,5761 ppm dengan kemampuan daya adsorpsi setiap 1 g karbon aktif sebesar 0,1920 ppm dengan konsentrasi akhir sebesar 0,0339 ppm. Daya adsorpsi optimum terjadi pada konsentrasi 5x:y. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak massa karbon aktif kulit buah sukun yang digunakan, maka semakin besar efisiensi penyerapannya terhadap ion logam. Jika massa adsorben dinaikkan, maka terjadi peningkatan sisi aktif sehingga akan meningkatkan penyebaran adsorbat sehingga semakin banyak ion logam yang teradsorpsi dan sebaliknya, efisiensi adsorpsi akan menurun.

Berdasarkan Tabel 3 di atas, menunjukkan bahwa konsentrasi logam nikel (Ni) sebelum diberikan perlakuan sebesar 0,929 ppm. Setelah diberi perlakuan dengan perendaman *activated carbon* celup selama 60 menit menunjukkan terjadinya perubahan konsentrasi pada logam Fe dalam sampel. *Activated carbon* celup dengan konsentrasi x:y mampu mereduksi logam Ni sebesar 0,9290 ppm dengan kemampuan daya adsorpsi

setiap 1 g adsorben sebesar 0,1548 ppm, dengan konsentrasi akhir 0,0000 ppm. *Activated carbon* celup dengan konsentrasi 2x:y mampu mereduksi logam Ni sebesar 0,7070 ppm dengan kemampuan daya adsorpsi setiap 1 g adsorben sebesar 0,1178 ppm, dengan konsentrasi akhir 0,2220 ppm. *Activated carbon* celup dengan konsentrasi 5x:y mampu mereduksi logam Ni sebesar 0,7799 ppm dengan kemampuan daya adsorpsi setiap 1 g adsorben sebesar 0,1299 ppm, dengan konsentrasi akhir 0,1491 ppm. Karbon aktif murni kulit buah sukun mampu mereduksi logam Ni sebesar 0,9290 ppm dengan kemampuan daya adsorpsi setiap 1 g karbon aktif sebesar 0,3096 ppm, dengan konsentrasi akhir sebesar 0,0000. Sedangkan zeolit alam mampu mereduksi logam Ni sebesar 0,9290 ppm dengan kemampuan daya adsorpsi setiap 1 g karbon aktif sebesar 0,3096 ppm dengan konsentrasi akhir sebesar 0,0000 ppm. Daya adsorpsi optimum terjadi pada konsentrasi x:y, x, y. Berdasarkan data hasil analisis dengan menggunakan SSA karbon aktif dengan konsentrasi x:y, x, y menunjukkan nilai limit deteksi (LoD). LoD merupakan konsentrasi atau jumlah terkecil atau terendah dari analit dalam sampel yang dapat terdeteksi tetapi tidak perlu terkuantisasi. LoD merupakan parameter uji batas terkecil yang dimiliki oleh suatu alat/instrument. Limit kuantisasi (LoQ) adalah konsentrasi atau jumlah terkecil dari analit yang masih dapat ditentukan dan memenuhi kriteria akurasi dan presisi. Limit kuantisasi biasanya disebut dengan limit pelaporan (*limit of reporting*).

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, kemampuan *activated carbon* celup dalam mengadsorpsi adsorbat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: luas permukaan pori, kadar air dan kadar abu, waktu dan suhu pada saat karbonisasi, keberadaan adsorbat lain yang tidak diketahui dalam sampel, jenis aktivator yang digunakan dalam aktivasi bahan, waktu perendaman dan pengadukan serta tinggi rendahnya konsentrasi adsorbat berbanding lurus dengan massa adsorben/karbon aktif. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa karbon aktif dari kulit buah sukun dan zeolit alam dapat dimanfaatkan sebagai adsorben dalam mereduksi konsentrasi logam besi (Fe) dan nikel (Ni). Tetapi penggunaan keduanya (optimasi kombinasi) sebagai adsorben dapat meningkatkan kemampuan daya adsorpsi *activated carbon* celup dalam mereduksi logam berat pada air sumur.

4. KESIMPULAN

Kemampuan daya adsorpsi *activate carbon* celup dalam mereduksi konsentrasi logam berat akan meningkat seiring dengan bertambahnya massa karbon aktif yang digunakan sampai dalam kondisi jenuh. Pada adsorpsi logam Fe, *activated carbon* celup dengan konsentrasi x : y, 2x : y, 5x : y, x, y secara berturut-turut mampu mengadsorpsi logam Fe sebesar 0,5844, 0,5679, 0,6092, 0,5431, 0,5761 ppm. Sedangkan adsorpsi logam Ni, *activated carbon* celup dengan konsentrasi x : y, 2x : y, 5x : y, x, y secara berturut-turut mampu mengadsorpsi logam Ni sebesar 0,9290, 0,7070, 0,7799, 0,9290, 0,9290 ppm. Dapat ditarik kesimpulan bahwa *activated carbon* celup dari kulit buah sukun dan zeolit alam dapat dimanfaatkan sebagai adsorben dalam mereduksi konsentrasi logam besi (Fe) dan nikel (Ni). Tetapi penggunaan keduanya (optimasi kombinasi) sebagai adsorben dapat meningkatkan kemampuan daya adsorpsi *activated carbon* celup dalam mereduksi logam berat pada air sumur.

DAFTAR PUSTAKA

- Barry, M., Popkin, D.K. E., Rosenberg, I.H. (2010). Woter, Hydration, and Health. *Nutrition Reviews Journal*, 68(8): 439.
- Estalansa, H., Yuniastuti, E., dan Hartati, S. (2018). The Diversity of Breadfruit Plants (*Artocarpus altilis*) Based on Morphological Characters. *Journal Agrotech Res.* 2(2): 80-85.
- Hendaway, A. (2003). Influence of HNO₃ Oxidation on the Structure and Adsorptive Properties of Corncob-based Activated Carbon. *Elsevier Carbon.* 41.
- Jankowska, H., Swiatkowski, A.. dan Chorna, J. (1991). *Active Carbon*. Horwood. London

- Karim, M.A., Juniar, H., dan Ambarsari, M.F.P. 2017. Adsorpsi Ion Logam Fe dalam Limbah Tekstil Sintetis dengan Menggunakan Metode *Batch*. *Distilasi*, 2(2): 68.
- Laos, L.E., Arkilaus, S. (2016). Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*. Vol. 1(1)
- Putri, W.K., dan Sabani. (2018). Aktivasi Zeolit Alam sebagai Adsorben Logam Berat Mg, Al, dan ZnO Menggunakan Larutan NaOH. *Jurnal Einstein*, 6(3): 23.
- Singh, R., Gautam, N., Mishra, A., dan Gupta, R., (2011). Heavy Metals and Living Systems: An Overview. *Indian Journal of Pharmacology*. 43(3).
- SNI. (1995). *Arang Aktif Teknis*. Standar Nasional Indonesia. Sni 06-3730 1995. Badan Standar Nasional. Jakarta.
- Sukriya, A. (2009). *Mengolah Sukun*. Bandung: PT. Sarana Ilmu Pustaka.
- Utama, T.T. (2015). Biosorpsi Krom Heksavalen Menggunakan Mikroalga Amobil dalam Sistem Kontinyu. *Tesis*. Institut Teknologi Bandung.