

Mereduksi Logam Berat Nikel (Ni) Pada Air Baku dengan Zeolit Alam Sulawesi Selatan

Sukmasari Antaria⁽¹⁾, Mary Selintung⁽²⁾, Muh. Saleh Pallu⁽³⁾, Mukhsan Putra Hatta⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Program Studi Doktor, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin Makassar.

⁽²⁾ Program Studi Doktor, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin Makassar.

⁽³⁾ Program Studi Doktor, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin Makassar.

⁽⁴⁾ Program Studi Doktor, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin Makassar.

Abstrak

Kualitas lingkungan perairan banyak mengalami penurunan akibat pencemaran, umumnya berasal dari proses alami yaitu, hasil dari; pelapukan batuan mineral, limbah aktivitas manusia serta buangan limbah industri. Akibatnya air yang dikonsumsi untuk keperluan sehari-hari tidak sesuai lagi dengan peruntukannya. Sebagian besar, air bersih/air minum yang dimanfaatkan oleh masyarakat perkotaan tidak memenuhi syarat kesehatan, bahkan dibeberapa tempat sudah tidak layak untuk diminum. Air tersebut, mengandung bahan toksik yang berbahaya (logam berat). Pengikatan unsur toksik dan logam berat yang terkandung dalam air baku, memerlukan sarana peralatan dan bahan yang mahal. Namun, di Dusun Sangkaropi dan Dusun Kasinggiran di Desa Sangkaropi, Toao dan Mendilla Kecamatan Sa' dang Balusu di Kabupaten Toraja Utara dan Luwu Sulawesi Selatan, ditemukan mineral zeolit. Tujuan penelitian adalah mengetahui karakterisasi zeolit alam Sulawesi Selatan dan kemampuan zeolit sebagai media filter dan adsorben untuk mereduksi logam berat Nikel (Ni) pada air baku. Zeolit dikarakterisasi dengan XRay dan SEM, kemudian diaktivasi dengan pemanasan 100^o C, 200^o C, 300^o C, dan 400^o C. Zeolit dihaluskan dengan ukuran 170 mesh (3 mm), berat 50 gram, dimasukkan ke dalam model pengolahan air, kemudian uji zeolit sebagai media filter dan adsorben. Model analisis yang digunakan adalah metode Langmuir dan Freudlich. Hasil yang diharapkan dapat memberikan informasi baru tentang karakteristik zeolit alam Sulawesi Selatan serta model pengolahan air yang murah.

Kata-Kunci: Zeolit Alam Sulawesi Selatan, Model Pengolahan Air, Logam Berat Nikel (Ni), Air Baku;

I. Pendahuluan

Ketersediaan air bersih atau cakupan pelayanan air bersih, di Indonesia masih rendah. Perusahaan penyedia air bersih PAM (Perusahaan Air Minum) atau PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) hanya mampu memasok kebutuhan di kota-kota saja dengan kuantitas yang juga masih kecil. Sebagian besar masyarakat yang tidak terjangkau oleh pelayanan air bersih umumnya menggunakan air tanah atau air permukaan untuk keperluan hidupnya sehari-hari. Air yang dikonsumsi masyarakat sebagian besar mengandung bahan toksik (logam berat), sehingga belum memenuhi syarat untuk diminum, sesuai dengan Peraturan Menteri Kese-

hatan Republik Indonesia. Untuk mengikat bahan toksik atau logam berat yang terkandung dalam air baku, memerlukan sarana peralatan dan bahan yang mahal. Namun, dalam Dusun Sangkaropi dan Kasinggiran, dan Desa Sangkaropi, Toao dan Mendilla, Kecamatan Sa'dang Balusu, di Kabupaten Toraja Utara dan Luwu, Sulawesi Selatan, ditemukan mineral zeolit, sebagai penukar ion alami yang murah dan mudah didapat. Kemampuan zeolit oleh banyak peneliti, dijadikan sebagai mineral serba guna meliputi; dehidrasi, sebagai adsorben dan penyaring molekul sebagai katalisator dan penukar ion (ion exchanger).

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, tujuan dari penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kemampuan Zeolit alam Sulawesi Selatan sebagai media filter dan adsorben logam berat Nikel (Ni) pada air baku.
2. Bagaimana hasil uji model pengolahan model air.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji kemampuan Zeolit alam Sulawesi Selatan sebagai media filter dan adsorben logam berat Nikel (Ni) pada air baku dan melakukan uji model pengolahan air.

Menurut Sennang (1995), pada tahun 2020 penduduk Indonesia diperkirakan akan bertambah dan mencapai kl 262.409.000 jiwa atau Sulawesi Selatan diperkirakan akan mencapai 9.800.000 kl jiwa atau lebih dan tentunya seiring dengan penyediaan air yang memadai. Kebutuhan air setiap harinya akan terus meningkat baik dari segi kuantitas maupun kualitas dan jenis pemakaiannya. Terpenuhinya kebutuhan air untuk masyarakat akan semakin bergantung pada kualitas Daerah Aliran Sungai (DAS) bagian hulu sebagai penangkap, penyimpan dan pengatur air. Hasil dari pusat penelitian Sumber Daya Air, mengenai kualitas air Waduk di Indonesia, bahwa untuk periode 1996-2010, termasuk salah satunya adalah waduk Bili-bili di Sulawesi Selatan yang mengalami tingkat sedimentasi yang tinggi. Bendungan mengalami kekeruhan air mulai dari 29.000 - 152.000, melebihi ambang batas, yaitu 6000 NTU (Nephelometric Turbidity Unit). (Jurnal SEPLH dalam Hamzah, 2010).

Menurut Rahman dan Hartono (2004), bahwa air tawar bersih yang layak minum, untuk di konsumsi masyarakat semakin langka di perkotaan. Penyaringan konvensional yang selama ini digunakan hanyalah proses disinfeksi saja dan langsung dialirkan ke konsumen. Air permukaan atau air tanah yang digunakan untuk kehidupan sehari-hari, sering mengandung toksik atau unsur logam berat.

Menurut Nusa dan Satmoko (2008), bahwa permasalahan utama yang masih dihadapi dalam penyediaan air bersih di Indonesia adalah :

1. Tingkat pelayanan yang masih rendah
2. Fluktuatif debit air baku pada musim hujan dan musim kemarau
3. Teknologi yang digunakan untuk proses pengolahan kurang sesuai dengan kondisi air baku yang kualitasnya cenderung makin menurun.

Adapun air yang layak diminum, mempunyai standar persyaratan tertentu yakni persyaratan fisis, kimiawi dan bakteriologis, yang mana syarat tersebut merupakan satu kesatuan. Jika ada satu saja parameter yang tidak memenuhi syarat maka air tersebut tidak layak untuk diminum. Sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (Nomor : 492/MenKes/Per/IV/2010).

Menurut Joko (2010), ada 2 (dua) macam proses pengolahan air yang biasa digunakan selama ini, yaitu :

1. Pengolahan Lengkap; disini air baku mengalami pengolahan lengkap yaitu; pengolahan fisik, kimiawi dan bakteriologis. Pengolahan ini dilakukan untuk air baku dari sungai yang keruh/kotor.
2. Pengolahan sebagian; air baku hanya mengalami proses pengolahan kimia dan/ atau pengolahan bakteriologis.

Pada proses pengolahan lengkap terdapat 3 (tiga) tingkat pengolahan, yaitu :

1. Pengolahan fisik; untuk mengurangi/menghilangkan kotoran-kotoran kasar, penyisihan lumpur dan pasir, mengurangi zat-zat organik yang ada pada air yang akan diolah. Proses pengolahan secara fisik dilakukan tanpa tambahan zat kimia.
2. Pengolahan kimia; tujuan membantu proses pengolahan selanjutnya, misalnya pembubuhan tawas supaya mengurangi kekeruhan yang ada.
3. Pengolahan biologi; tujuan membunuh/memusnahkan bakteri-bakteri terutama bakteri penyebab penyakit yang terkandung dalam air misal; bakteri coliform yang menyebabkan sakit perut. Salah satu proses pengolahannya adalah dengan penambahan desinfektan (tawas).

Menurut, Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Propinsi Sulawesi Selatan (2001), bahwa zeolit dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang, yaitu :

1. Sebagai pupuk untuk pertanian
2. Sebagai imbuah ("additive") makanan ternak;
3. Sebagai bahan penyerap ("adsorpsi") ammonium dan racun lainnya dalam tanah, atau remediasi lahan bekas tambang, serta sebagai "penyaring" unsur-unsur pengotor pada sistem instalasi pengolahan air.

Material

Zeolit alam merupakan mineral yang mempunyai sifat sebagai penjerap yaitu mampu menjerap ion-ion logam yang terkandung pada air baku (Srihapsari, 2006). Lebih lanjut Sujarwadi dalam Sinly (2007), bahwa secara umum, rumus molekul zeolit adalah $M_{x/n}(AlO_2)_x(SiO_2)_y \cdot x H_2O$. Pemanfaatan zeolit untuk berbagai aplikasi, terutama yang diarahkan pada aspek peningkatan produktivitas industri dan masalah pencemaran lingkungan.



Gambar 1 (a) Zeolit Sangkaropi



Gambar 1 (b). Zeolit Kasinggiran

Menurut Rosdiana (2006), aktivasi merupakan proses untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi, sehingga diperoleh sifat yang diinginkan sesuai dengan penggunaannya. Tujuan aktivasi zeolit adalah untuk menghasilkan permukaan yang lebih luas melalui pembentukan struktur berpori dan juga untuk menghilangkan senyawa polutan. Aktivasi zeolit dilakukan dengan pemanasan, penambahan asam, dan basa tambahan. Asam yang biasanya digunakan adalah asam sulfat (H2SO4) dan asam klorida (HCL). Sementara NaOH digunakan sebagai basis. Variasi Aktivasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Proses Aktivasi

Nomor	Aktivasi
	Pemanasan
1	100° C
2	200° C
3	300° C
4	400° C

Sampel Air Baku

Penelitian ini menggunakan sampel air dari satu lokasi yaitu: air dari Sungai Jeneberang. Pemeriksaan laboratorium dilakukan untuk menguji logam berat Nikel (Ni). Sampel air baku diambil dan uji laboratorium dengan alat uji Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) Tipe Shimadzu AA-7000 dari hasil uji alat ini, diperoleh nilai penurunan konsentrasi dan absorbansi yang aktual.

Tabel 2. Sampel Air Sungai Jeneberang Uji kandungan Logam Berat Nikel (Ni)

Sungai Jeneberang Bendungan Bili-bili	Hasil tes sampel air dengan alat AAS untuk Logam Berat Ni (Konsentrasi Aktual)	pH	DO	DHL	BOD ₅	COD
1 Air yang masuk ke bendungan	+0,000 ppm	5,8	9,2	114,4	1,76	2,46
2 Air ditengah bendungan	+0,001 ppm	6	10,8	103,9	1,36	2,10
3 Air yang keluar dari bendungan	+0,001 ppm	5,5	9,8	128,2	1,76	3,20

Model Pengolahan Air Baku

Percobaan laboratorium untuk menguji model dengan pengolahan air baku zeolite alam Sulawesi Selatan dan penyerap logam tembaga alami. Model ini terdiri dari 4 tabung, dimana yang terisi sampel zeolit hanya pada tabung 2, 3, dan 4.

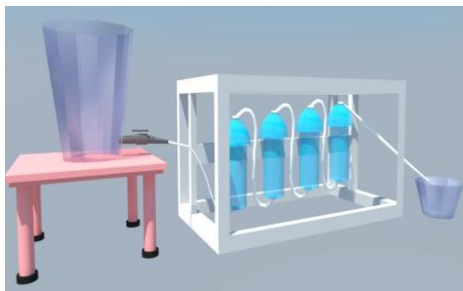
Prosedur kerja adalah sebagai berikut:

1. Reservoir diisi dengan 8 liter air yang telah disuntik dengan logam berat sebanyak 5 ppm nikel (Ni).
2. Sebagai single media, model pengolahan air tersebut diisi dengan sampel zeolit seberat

50 gram yang sudah di aktivasi dengan pemanasan, masing-masing; 100 ° C, 200 ° C, 300 ° C, 400 ° C. Sampel zeolit diisi pada tabung 2,3, dan 4.

3. Selanjutnya air baku dialirkan atau di running ke dalam model, terhitung mulai waktu kontak sampai menghasilkan 1 liter air bersih.
4. Air hasil olahan diuji dengan menggunakan alat uji AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) Tipe Shimadzu AA-7000 dari hasil uji alat ini, diperoleh nilai penurunan konsentrasi dan absorbansi yang aktual.

Percobaan laboratorium untuk menguji kemampuan zeolit untuk menjerap kandungan logam berat Nikel (Ni) dalam air baku dilakukan dengan menggunakan model pengolahan air terdiri dari 4 (empat) buah tabung dan di running dengan air baku yang sudah disuntik dengan 5 ppm logam berat nikel (Ni).



Gambar 2. Model Pengolahan Air

Metode

Kegiatan penelitian ini meliputi beberapa tahap, yaitu uji sampel air baku, sifat fisik, kimia, dan tes biologis. Kemudian zeolit Alam dibersihkan dan di aktivasi dengan pemanasan . Selanjutnya, uji model pengolahan kualitas air dengan media filter dan adsorben logam berat Nikel (Ni).

1. Persiapan Penelitian

Pada tahap persiapan ini dan mengumpulkan bahan pengamatan yang dilakukan seperti pengambilan sampel air baku, sample Zeolit Alam Kabupaten Toraja Utara, maka peralatan laboratorium disiapkan.

2. Pelaksanaan Penelitian

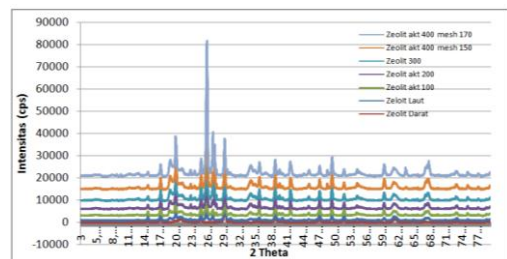
Uji Sampel Air Baku

Sebelum air baku diolah dengan zeolit, uji laboratorium sebelumnya dilakukan untuk menentukan kualitas air baku yang akan diolah.

Karakterisas

- a.Sampel zeolit dicuci, dibersihkan dan dikeringkan diudara terbuka.
- b. Kemudian zeolit dihaluskan dengan ukuran 170 Mesh atau ukuran 3mm.
- c. Sampel zeoli diaktivasi dengan pemanasan (T);100°C,200°C,300°Cdan 400°C.
- d. Selanjutnya sampel zeolit dipreparasi dan dimasukkan ke alat XRay difraction jenis Rigaku Miniflex II danScanning Electron Microscope - Energi dispersif Spektroskopi (SEM-EDX) jenis Tescan 3 VEGA.
- e. Sampel zeolit yang telah diaktivasi, ditimbang dengan berat 50 gram lalu dimasukkan ke model pengolahan air pada tabung 2, 3 dan 4 kemudian dirunning .
- f Hitung waktu kontak sampai menghasilkan 1 liter air bersih.
- g. Air hasil olahan di uji dengan alat uji AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) Tipe Shimadzu AA-7000 dari hasil uji alat ini, diperoleh nilai penurunan konsentrasi dan absorbansi yang aktual.

Hasil dan Pembahasan



Gambar 3. Karakteristik dengan Difraksi X-Ray tipe Rigaku Miniflex II

Zeolite 100 ° C

Phase name	Content(%)
Quartz, <i>syn</i>	90(30)
Potassium Chloride	3.9(12)
Zeolite P, (Na)	5.7(18)

Zeolite 200° C

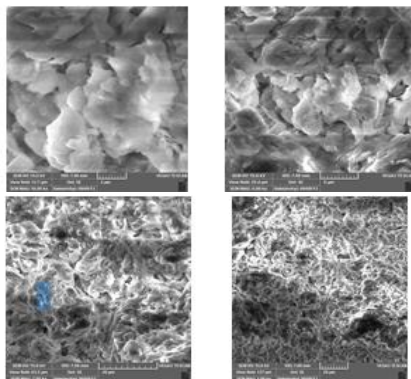
Phase name	Content(%)
quartz low HP, <i>syn</i>	2.98(11)
Muscovite-2M1	71.1(10)
Zeolite P, (Na)	25.9(4)

Zeolite 300° C

Phase name	Content(%)
Quartz low, <i>syn</i>	66.1(15)
Muscovite-2M1	20(2)
Zeolite F (Na), Pentasodium tecto-pentaalumopentasilicate nonahydrate	13.9(6)

Zeolite 400 ° C

Phase name	Content(%)
Quartz, <i>syn</i>	45(10)
Albite, ordered	26(5)
potassium tecto-alumotrisilicate	9(3)
Zeolite Nu-6(2), Silicon dioxide	2.5(5)
Muscovite-2M1	14(5)
Sodalite	3.1(7)



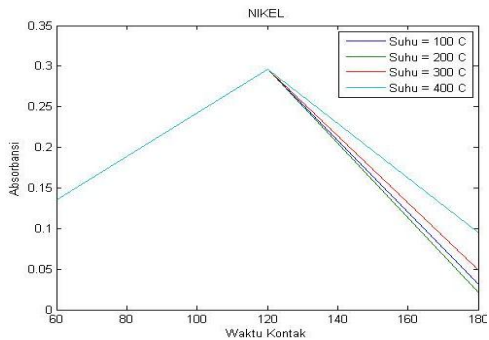
Gambar 4. Scanning Electron Microscope - Energi dispersif Spektroskopi (SEM-EDX) Jenis Tescan 3 VEGA Zeolit Alam Sulawesi Selatan Aktivasi (100°C, 200°C, 300°C dan 400°C).

Dari hasil gambar seperti tersebut di atas terlihat jelas ukuran pori permukaan zeolit alam Sulawesi Selatan bahwa ukuran pori masih baik pada aktivasi pemanasan 100 C dan 200 C, untuk menyerap logam berat sangat efektif dibanding ukuran pori pada pemanasan 300 C dan 400 C

Tabel 3. Absorbansi dan Penurunan Konsentrasi Aktual

Variasi Aktivasi	Konsentrasi Aktual	Penurunan Waktu (dt)
100°C	0,0688	180
200°C	-0,1112	180
300°C	0,3978	180
400°C	1,2471	180

Dengan melihat hasil pada tabel di atas bahwa pemanasan 200 ° C, penurunan konsentrasi yang paling efektif adalah - 0,1112 dengan waktu 180 detik.



Gambar 5. Hubungan Absorbansi dan Penurunan Konsentrasi Aktual dengan Waktu Kontak.

Kesimpulan

Serapan maksimum dan penurunan konsentrasi aktual dari logam berat Nikel (Ni) dengan zeolite alam Sulawesi Selatan sebagai media filter dalam air baku melalui uji laboratorium diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Zeolit Alam Sulawesi Selatan sebagai media filter dan adsorben pada air baku dapat menyerap logam berat Nikel (Ni), yang paling efektif pada aktivasi dengan pemanasan 200 C yaitu nilai penurunan konsentrasi dan absorbansi yang aktual adalah - 0,1112
2. Menghasilkan model pengolahan air yang murah dengan sumber daya alam yang tersedia dan dapat digunakan di daerah-daerah yang sulit mendapatkan air bersih.

Referensi

Hamzah.Y.et al, 2010. *Publication of Scientific and Research Plan*, Doctoral Program in Civil Engineering Graduate Program Hasanuddin University Volume 1, page 1- 12.

- Joko, T. (2010). *Production Unit in Water Supply System*. Yogyakarta, Graha Science.
- Nusa.I. S and Satmoko. Y. 2008. *Issues and Strategies in Indonesian Water Supply*.
[http://www.kelair.bppt.go.id/publications /books of drinking water.html](http://www.kelair.bppt.go.id/publications/books_of_drinking_water.html)).
- Rahman, A and Hartono, B, 2004. *Water Filtration With Natural Zeolite To Lower Levels of Iron and Manganese*. Makara Journal, Health, Volume 8 No.1 (<http://www.journal.ui.ac.id/upload/artikel/01-filtration-water-ARahman.pdf>).
- Report of Pre-Feasibility Study, 2001. *Factory Development of Zeolite in North Toraja and Luwu Regency*. Department of Energy and Mineral Resources of South Sulawesi.
- Rosdiana, T, 2006. *Characterization and catalytic activity test of Natural Zeolites has Activation*. Faculty of Mathematics and Natural Sciences. IPB, Bogor.
- Sennang. S. 1995. *Availability Issues and Challenges the Municipality Water of Ujung Pandang In 2020*. HATHI Ujung Pandang Branch.
- Sinle.E.P, 2007. *Zeolites As Multipurpose Minerals*.
[http://www.chem-is-try.org/artikel - Chemistry/chemistry -material/zeolite - multy-fungsi-Decision Matter of Health of the Republic of Indonesia No 907/ Health Minister/SK/VII/2002 Terms of Safeguarding Drinking Water Quality](http://www.chem-is-try.org/artikel-Chemistry/chemistry-material/zeolite-multy-fungsi-Decision%20Matter%20of%20Health%20of%20the%20Republic%20of%20Indonesia%20No%20907/Health%20Minister/SK/VII/2002%20Terms%20of%20Safeguarding%20Drinking%20Water%20Quality).
- Srihapsari, D. 2006. *Use of Natural Zeolite that has been activated with HCl solution to Absorb Metals Causes of Water Hardness*. chemical thesis, State University of Semarang.
- Sujarwadi, 1997. *Overview About Zeolites*, Development Center of Mineral Technology in Bandung.