



Pemanfaatan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Untuk Pemenuhan Baku Mutu Air Tanah Untuk pH, Mn Dan Fe di Muara Badak, Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur

Shalaho Dina Devy, Virgita Miranda, Windhu Nugroho, Henny Magdalena, Harjuni Hasan

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

Alamat Koresponding, Email: shalaho.d2@ft.unmul.ac.id

Dikirim: 13 Maret 2024

Direvisi: 23 Maret 2024

Diterima: 1 April 2024

Academic Editor: Alamsyah, Ph.D

Catatan Penerbit: Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Mulawarman tetap netral sehubungan dengan klaim yurisdiksi dalam gambar ataupun rancangan yang diterbitkan pada jurnal ini.



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

ABSTRACT: Acidic groundwater is commonly found in Muara Badak area. This acidic water is due to the content of sulfide minerals contained in groundwater aquifers, especially in sandstone lithology. Based on Per. Men. Kes. RI No. 2/2023, groundwater pH between 6.5 and 8.5, Fe < 0.2 mg/L and Mn 0.1 mg/L for hygiene and sanitation purposes. The initial condition of groundwater pH at the research location was < 4.5, Fe > 1.2 mg/L and Mn 1.1 mg/L. Coconut shell activated carbon is one of the adsorption media that can be used in acid water treatment. In this study, activated carbon from coconut shell was mixed. The optimum dose of activated coconut shell carbon is 4 grams, groundwater volume is 500 mL with a contact time of 30 minutes. The results showed that the use of coconut shell activated carbon as an adsorption medium is very effective for acid water treatment. At the use of an adsorbate dose of 4 grams with a contact time of 30 minutes, the water quality will increase pH > 65%, decrease Fe > 90% and Mn > 91%.

KEYWORDS: Groundwater, Activated Carbon, Coconut Shell, Adsorption.

ABSTRAK: Air tanah asam banyak dijumpai di daerah Muara Badak. Air asam ini disebabkan kandungan mineral sulfida yang terkandung dalam akuifer air tanah, khususnya pada litologi batupasir. Berdasarkan Per. Men. Kes. RI No. 2/2023, pH air tanah antara 6,5 dan 8,5, Fe < 0,2 mg/L dan Mn 0,1 mg/L untuk keperluan higiene dan sanitasi. Kondisi awal pH air tanah lokasi penelitian < 4,5, Fe > 1,2 mg/L dan Mn 1,1 mg/L. Karbon aktif tempurung kelapa merupakan salah satu media adsorpsi yang dapat digunakan dalam pengolahan air asam. Pada penelitian ini dilakukan pencampuran karbon aktif dari tempurung kelapa. Dosis optimum hasil aktivasi karbon tempurung kelapa sebanyak 4 gr, volume air tanah 500 mL dengan waktu kontak selama 30 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan karbon aktif tempurung kelapa sebagai media adsorpsi sangat efektif untuk pengolahan air asam. Pada saat penggunaan dosis adsorbat sebanyak 4 gram dan waktu kontak 30 menit menghasilkan peningkatan pH > 65%, penurunan Fe > 90% dan Mn > 91%.

Kata Kunci: Air tanah, Karbon Aktif, Tempurung Kelapa, Adsorpsi

1. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar yang wajib terpenuhi dalam kehidupan manusia. Pemanfaatan air, khususnya air tanah, peruntukannya sangat dipengaruhi oleh kualitasnya. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan, terdapat 13 Parameter Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi. Berdasarkan regulasi tersebut menjelaskan, air untuk keperluan higiene dan sanitasi adalah air yang digunakan untuk keperluan higiene perumahan dan/atau rumah tangga yang mengakses secara mandiri atau memiliki sumber air sendiri untuk keperluan sehari-hari.

Air tanah khususnya yang berada dalam batas hidrogeologi DAS Karang Mumus (Devy, 2018), mempunyai kualitas yang kurang baik atau kurang memenuhi syarat berdasarkan Per. Men. Kes. RI, No. 2/2023. Sehingga, diperlukan penelitian untuk pengelolaan air tanah agar sesuai dengan regulasi. Bahan baku untuk

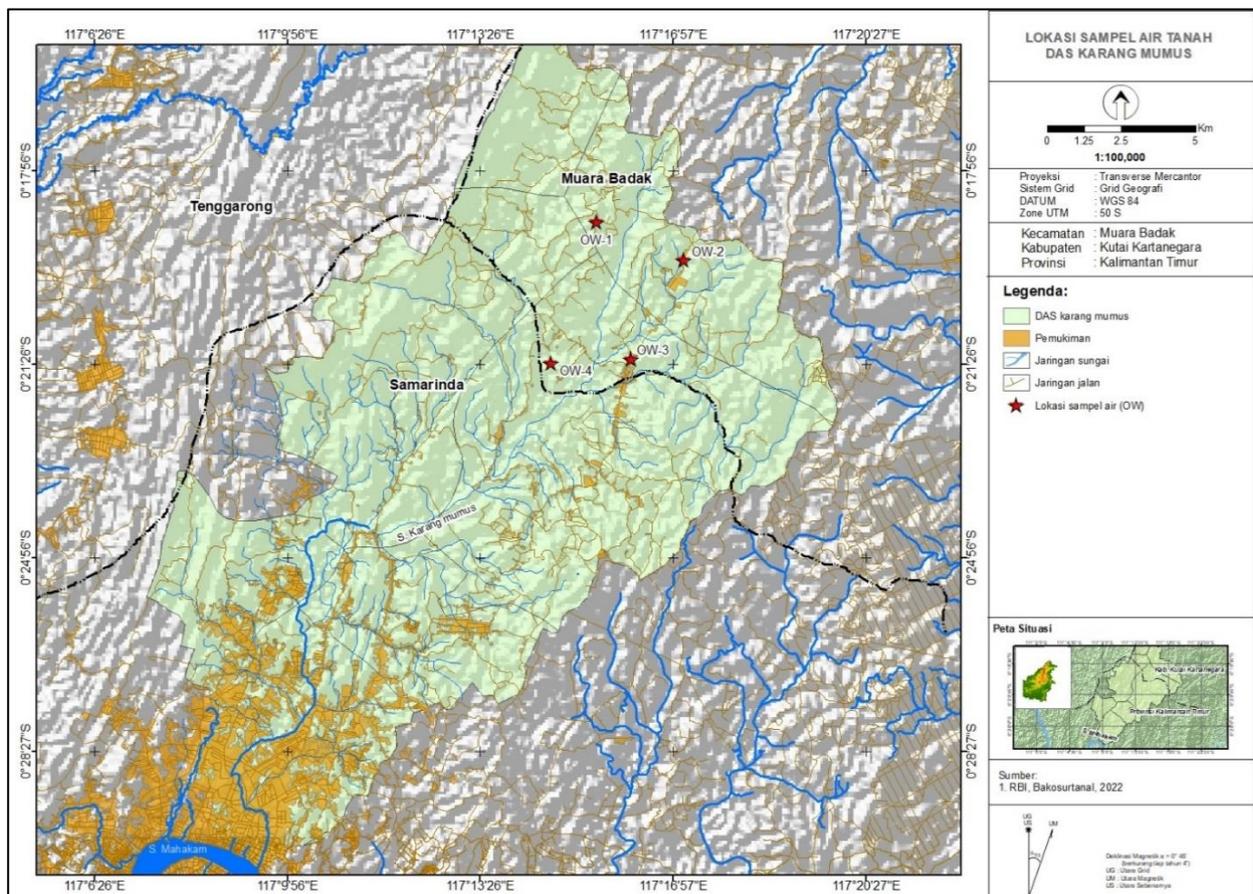
Cara mensitasi artikel ini: Devy SD, Miranda V, Nugroho W, Magdalena H, Hasan H. Pemanfaatan karbon aktif tempurung kelapa untuk pemenuhan baku mutu air tanah untuk pH, Mn dan Fe di Muara Badak, Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. ANDIL Mulawarman J Comm Eng. 2024; 1(2): 30-34.

pengelolaan air tanah menggunakan tempurung kepala yang dijadikan karbon aktif sehingga dapat meningkatkan pH dan menurunkan kadar Fe dan Mn. Penentuan tiga parameter tersebut disebabkan ketiganya merupakan parameter kunci dalam penentuan kualitas air tanah, khususnya di lokasi akuifer dengan dominasi mineral-mineral sulfida yang dekat lokasi penambangan batubara (Maulida & Purwanti, 2023 dan Putro & Parwatiningsy, 2019).

Lokasi penelitian, di Kecamatan Muara Badak Kabupaten Kutai Kartanegara. Pemilihan lokasi tersebut disebabkan jenis akuifer yang berada di lokasi penelitian merupakan akuifer semi tertekan dan ditemukan sumur bor dan sumur gali dari warga yang dapat dijadikan sebagai sampel uji. Berdasarkan analisis laboratorium kualitas air tanah, daerah penelitian mempunyai kandungan pH < 5, Fe > 1 mg/L dan Mn > 1 mg/L. Sementara itu, persyaratan kualitas air tanah berdasarkan Per. Men. Kes. RI, No. 2/2023 untuk nilai pH 6,5 – 8,5; Fe 0,2 mg/L dan Mn 0,1 mg/L. Sehingga air tanah lokasi penelitian masuk dalam kategori air asam. Terbentuknya air tanah asam ini disebabkan adanya pertukaran ion (*ion exchange*) akibat interaksi antara air dengan batuan yang mengandung mineral penyusun akuifer, khususnya mineral sulfida (Lesmana dkk, 2021).

Penggunaan karbon aktif tempurung kelapa merupakan alternatif lain yang dapat digunakan dalam pengelolaan air tanah asam, di mana penerapannya dilakukan dengan penambahan karbon aktif dalam air tanah untuk menetralkan keasaman air tanah. Karbon aktif atau arang aktif merupakan bahan padat berpori yang mengandung 85% - 95% karbon dan 5% - 15% berupa deposit. Arang aktif ini mengalami aktivasi secara kimia dan fisika. Proses aktivasi menyebabkan pori dan permukaan menjadi lebih besar (Ekawati, 2023). Tempurung kelapa merupakan bahan pembuatan karbon aktif yang baik dikarenakan tempurung kelapa 74,3% mengandung unsur karbon, selain itu tempurung kelapa cukup terjangkau untuk diperoleh yang mana sudah menjadi limbah terbuang (Miranda dkk, 2024).

Oleh karena itu, dilakukan penelitian penggunaan karbon aktif dari tempurung kelapa sebagai media adsorpsi kandungan besi (Fe), mangan (Mn) dan peningkatan pH dalam pengolahan air asam, serta dapat mengetahui dosis yang optimal dalam pengolahan air tanah asam agar layak untuk dijadikan air baku yang diprasyaratkan oleh regulasi.

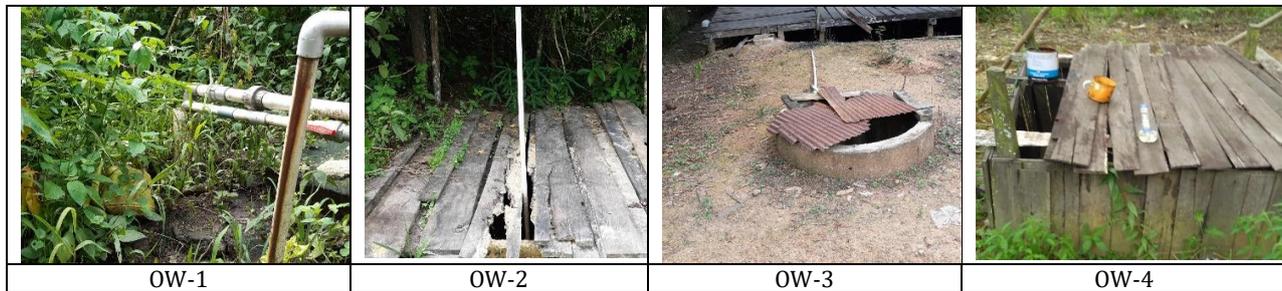


Gambar 1. Peta lokasi sampel air tanah

Tabel 1. Data kualitas air tanah lokasi penelitian

| Lokasi | Bujur Timur | Lintang Selatan | pH | Fe | Mn |
|-----------------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------|------------|
| OW-1 | 117° 15' 32.66" E | 0° 18' 50.67" S | 4,35 | 1,3 | 1,1 |
| OW-2 | 117° 17' 08.33" E | 0° 19' 32.68" S | 4,01 | 1,6 | 1,5 |
| OW-3 | 117° 16' 10.26" E | 0° 21' 20.55" S | 4,87 | 1,8 | 2,1 |
| OW-4 | 117° 14' 16.89" E | 0° 21' 54.72" S | 4,41 | 1,2 | 2,3 |
| Baku mutu regulasi * | | | 6,5 – 8,5 | 0,2 | 0,1 |

Keterangan: *) Per. Men. Kes. RI, N. 2/2023



Gambar 2. Lokasi sampel air tanah dari sumur bor dan sumur gali warga

2. METODE DAN PELAKSANAAN KEGIATAN

Penelitian ini merupakan penelitian induktif dengan pendekatan analitik, yaitu mengkorelasikan kondisi lokasi penelitian dengan kondisi geologi, hidrogeologi dan kualitas air tanah. Pendekatan ini didasarkan pada data-data yang terkait akuifer air tanah, data kualitas air tanah dan pengelolaan air tanah dengan karbon aktif dari tempurung kelapa.

Daerah penelitian berada batas hidrologi DAS Karang Mumus bagian utara yang berada pada akuifer semi tertekan dengan dominasi litologi batupasir. Kualitas air tanah lokasi penelitian dipengaruhi oleh mineral-mineral pembentuk batuan yang didominasi mineral sulfida dan alkali (Tom dkk, 2020). Sehingga secara geogenik (Fetter, 1989), kualitas air tanah lokasi penelitian mempunyai kecenderungan asam.

Metode pembuatan karbon tempurung kelapa dilakukan di Laboratorium Teknologi Mineral dan Batubara Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Mulawarman. Tahapan dalam pembuatan karbon tempurung kelapa antara lain:

1. Tahap preparasi, yang meliputi pembersihan tempurung kelapa dan dilanjutkan dengan penjemuran di bawah sinar matahari.
2. Tahap kedua, pembuatan karbon tempurung kelapa dengan langkah sebagai berikut:
 - a. tempurung yang telah kering dimasukkan dalam oven pada suhu 150 °C selama 1 jam yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan air dan bermanfaat untuk mempermudah proses karbonasi.
 - b. Proses karbonasi yaitu dengan cara memasukkan tempurung kelapa ke dalam *furnace* dengan suhu 600 °C selama 2 jam. Tujuan proses ini yaitu mengubah tempurung kelapa menjadi karbon/arang.
 - c. Proses pengayakan karbon. Karbon arang tempurung kelapa hasil karbonasi selanjutnya didinginkan dan kemudian dihaluskan dan diayak dengan ukuran saringan nomor 80 dan 40.
 - d. Aktivasi kimia. Aktivasi kimia dilakukan dengan cara merendam karbon aktif dengan 500 mL larutan yang dicampur dengan asam fosfat (H₃PO₄) 1 M. Asam fosfat berfungsi sebagai aktivator yang mempengaruhi luas permukaan pori akibat pengangkatan senyawa hidrokarbon atau zat pengotor pada pori-pori (Diharyo dkk, 2020). Karbon dan larutan diaduk yang selanjutnya ditutup dengan aluminium foil selama 24 jam.
 - e. Aktivasi Fisika. Aktivasi fisika yaitu karbon yang telah diaktivasi kimia dengan dipanaskan dalam *furnace* bersuhu 900 °C dalam waktu 2 jam. Tujuan proses ini agar rongga pori karbon terbuka. Langkah berikutnya karbon dimasukkan dalam desikator sampai suhu ruang.
3. Tahap terakhir, yaitu tahap adsorpsi karbon aktif dengan air tanah. Air tanah sebanyak 500 mL ditambahkan karbon aktif yang selanjutnya dilakukan uji *jar test* dengan kecepatan 100 rpm selama 30 menit (Trimulyani, 2020). Setelah pengadukan, dilakukan penyaringan untuk memisahkan air dengan karbon aktif. Air hasil penyaringan tersebut kemudian dilakukan analisis kualitasnya khususnya untuk pH, Fe dan Mn.



Gambar 3. Sampel analisis karbon aktivasi dari tempurung kelapa

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian diharapkan dapat meningkatkan pH, menurunkan kadar Fe dan Mn sehingga sesuai dengan Per. Men. Kes. No. 2/2023. Dosis yang digunakan dalam percobaan ini adalah karbon aktif sebanyak 2 gr dan 4 gr dengan air tanah sebanyak 500 mL dan waktu kontak selama 30 menit. Setelah dilakukan analisis, peningkatan berat karbon aktif akan menyebabkan peningkatan pH, penurunan kadar Fe dan Mn. Berat karbon 2 gr rata-rata peningkatan pH tidak lebih dari 60%, penurunan Fe dan Mn kurang dari 80%, sehingga dilakukan peningkatan berat karbon menjadi 4 gr. Hasil pencampuran air tanah dengan karbon 4 gr menghasilkan parameter yang sesuai dengan regulasi, yaitu pH 6,5 hingga 8,5, Fe < 0,2 mg/L dan Mn < 0,1 mg/L. Hasil penambahan karbon sebanyak 4 gr dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Pencampuran Air Tanah dengan berat Karbon 4 gr

| Lokasi | pH | | Fe (mg/L) | | Mn (mg/L) | |
|--------|------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | Awal | Akhir | Awal | Akhir | Awal | Akhir |
| OW-1 | 4,35 | 7,2 | 1,3 | 0,1 | 1,1 | 0,1 |
| OW-2 | 4,01 | 6,7 | 1,6 | 0,1 | 1,5 | 0,1 |
| OW-3 | 4,87 | 7,1 | 1,8 | 0,11 | 2,1 | 0,1 |
| OW-4 | 4,41 | 7,2 | 1,2 | 0,1 | 2,3 | 0,1 |

Pada tabel 2, merupakan perubahan pH, kadar Fe dan Mn awal dan akhir setelah air tanah asam volume 500 mL dicampur dengan karbon hasil aktivasi seberat 4 gr. Secara umum hasil akhir dari kenaikan pH mendapatkan hasil sesuai dengan regulasi yaitu antara 6,5 dan 8,5. Demikian juga kadar Fe dan Mn, hasil akhir keseluruhan di bawah baku mutu air tanah, yaitu 0,2 mg/L untuk kadar Fe dan 0,1 mg/L untuk Mn.

Tabel 3. Persentase perubahan pH, Fe dan Mn air tanah dengan berat karbon 4 gr

| Lokasi | pH | Fe (mg/L) | Mn (mg/L) |
|--------|----|-----------|-----------|
| | %* | %** | %** |
| OW-1 | 65 | 90 | 91 |
| OW-2 | 67 | 94 | 94 |
| OW-3 | 69 | 94 | 96 |
| OW-4 | 64 | 92 | 96 |

Keterangan: *) persen kenaikan; **) persen removal/tersisihkan

Hasil perhitungan persentase kenaikan pH dapat dilihat bahwa kenaikan pH antara 64% hingga 69 % (Tabel 3). Nilai kenaikan ini bisa lebih besar apabila jumlah berat dari karbon hasil aktivasi diperbesar beratnya atau 4 gr dengan volume air tanah asam tetap (500 mL). Persentase removal atau kandungan Fe dan Mn yang tersisihkan rata-rata di atas 90%. Hal ini mengindikasikan bahwa karbon hasil aktivasi sangat efektif untuk penurunan kadar Fe dan Mn.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dari air tanah pada DAS karang Mumus bagian utara yang berada di Kecamatan Muara badak dapat disimpulkan, bahwa air tanah akan mengalami peningkatan pH > 65%, penurunan Fe > 90% dan Mn > 91%. Penambahan karbon aktif optimum sebanyak 4 gr dengan air tanah sebanyak 500 mL. Makin banyak karbon aktif yang digunakan akan menambah persentase kenaikan pH, dan penurunan Fe dan Mn.

Ucapan Terima Kasih: Terima kasih kepada warga Muara Badak Ulu atas izin untuk sampel air tanah

Kontribusi Penulis: Konsep – Shalaho Dina Devy; **Desain** – Virgita Miranda; **Supervisi** – Shalaho Dina Devy, **Sumber** – Shalaho Dina Devy, Windhu Nugroho, Henny Magdalena, Harjuni Hasan, **Analisis dan/atau interpretasi** – Shalaho Dina Devy; **Pencarian Literatur** – Shalaho Dina Devy, Virgita Miranda; **Penulisan** – Shalaho Dina Devy, Virgita Miranda, **Ulasan Kritis** - Shalaho Dina Devy, Windhu Nugroho, Henny Magdalena, Harjuni Hasan.

Sumber Pendanaan: -

Konflik Kepentingan: Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan

REFERENSI

- Devy, S.D., (2018). Hydrogeology of Karang Mumus Watershed in Samarinda, East Kalimantan Province, Indonesia, *Jurnal Forum Geografi*. 32, No. 1. ISSN: 0852-0682. EISSN: 2460-3945.
<https://doi.org/10.23917/forgeo.v31i2.5229>
- Diharyo, Salampak, Damanik, Z., & Gumiri, S. (2020). Pengaruh Lama Aktifasi Dengan H₃PO₄ dan Ukuran Butir Arang Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Ukuran Pori dan Luas Permukaan Butir Arang Aktif. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 5 No.1. p-ISSN 2623-1611. e-ISSN 2623-1980
- Ekawati, C. (2023). Alternatif Bahan Baku Arang Aktif. Renata Cipta Mandiri, Malang. ISBN: 978-623-543-178-9.
- Fetter, C.W., (1988). *Applied Hydrogeology (fourth edition): Prentice-Hall, Inc., New Jersey. USA*
- Lesmana, A., Yoseph, B., Iskandarsyah, Y. W. M., (2021). Karakteristik Hidrokimia Air Tanah Pada Bagian Timur Cekungan Air Tanah Bandung – Soreang : Studi Kasus Sebagian Kecamatan Cicalengka Dan Kecamatan Cimanggung, Provinsi Jawa Barat. *Padjajaran Geoscience Journal*. Vol. 5, No. 6. i-ISSN: 2597-4033
- Maulida, A.A dab Purwanti, I.F., (2023). Kajian Pengolahan Air Asam Tambang Industri Pertambangan Batu Bara dengan Constructed Wetland, *Jurnal Teknik ITS*. Vol, 12. No. 1. ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)
- Miranda, V., Nugroho, W., Magdalena, H., Devy, S.D., Hasan, H., (2024). Efektivitas adsorpsi karbon aktif Tempurung Kelapa Terhadap Kandungan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Serta pH Pada Pengelolaan Air Asam Tambang Batubara. *Jurnal Inovasi Global*. Vol. 2. No. 2. P-ISSN: 3032-2723, E-ISSN: 3031-0512
- Putro, B.W., dan Purwaningtyas, D., (2019), Identifikasi Potensi Pembentukan Air Asam Tambang Batubara (PAF /NAF) Dengan Menggunakan Metode Uji NAPP (Net Acid Producing Potential), *Jurnal SGTRING*. Vol. 4, No. 1, e-ISSN: 2549 – 2837
- Tom, I.N, Adnyano, A.A, Sumarjono, E., (2020). Kajian Teknis Pencegahan dan Penanganan Air Asam Tambang pada Penambangan Abtubara PT kayan Putra Utama Coal-Site Separi, *Mining Insight Journal*. Vol. 01. No. 02.ISSN: 2622-268X, pp. 203-2020
- Trimulyani, R. (2020). Adsorpsi Ion Besi (II) dan Kromium Total Pada Limbah Cair Laboratorium Menggunakan Biocharcoal Kulit Pisang Ambon (Musa Paradisiaca). Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda. *Skripsi*. tidak dipublikasikan

This is an open access article which is publicly available on our journal's website under Institutional Repository at
<https://e-journals2.unmul.ac.id/index.php/ANDIL/index>