



Pemanfaatan Karbon Aktif Kulit Kacang Tanah untuk Menurunkan Kadar Ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam Air

[Utilization Peanut Shell Activated Carbon to Reduce Levels of Ca^{2+} and Mg^{2+} in Water]

Wilda Yanti[✉], Husain Sosidi, Indriani, Prismawiryanti, Dwi Juli Puspitasari, Moh. Mirzan, Erwin Abdul Rahim, Nov Irmawati Inda

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tadulako

Abstract. Peanut shell has a high cellulose content as a carbon source which can be used as a basic ingredient for making activated charcoal. Research on peanut shells used as activated charcoal aims to determine the effect of contact time and pH on reducing levels of metal ions Ca^{2+} and Mg^{2+} in water. The research was conducted using contact time variables (30, 60, 90, 120, and 150 minutes) and pH (4, 5, 6, 7, and 8). Measurement of adsorbed metal levels was determined by using an Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The research results obtained showed that variations in contact time could reduce Ca^{2+} levels by 77.46%-84.89% and Mg^{2+} by 86.88%-88.91%. Adsorbents with variations in pH can reduce Ca^{2+} levels by 63.48%-88.74% and Mg^{2+} by 90.35%-94.49%. The best conditions for the absorption of Ca^{2+} and Mg^{2+} ions were a contact time of 60 minutes and pH 4. The adsorbent was applied to reduce Ca^{2+} and Mg^{2+} levels in water with different hardness levels. The results of the analysis of water samples from two different locations had Ca^{2+} levels of 94.180 mg/L and 210.20 mg/L, while Mg^{2+} levels were 13.536 mg/L and 17.420 mg/L. The percentages of Ca^{2+} adsorption for the two samples were 96.19% and 77.08%, and the percentages of Mg^{2+} adsorption for the two samples were 21.16% and 10.63%. Carbon from peanut shells activated with sodium acetate has the potential to be used to reduce hardness in water.

Keywords: *Peanut shell, adsorbent, water hardness, calcium, magnesium.*

Abstrak. Kulit kacang tanah memiliki kandungan selulosa yang tinggi sebagai sumber karbon yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan arang aktif. Penelitian tentang kulit kacang tanah yang dijadikan arang aktif bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu kontak dan pH untuk menurunkan kadar ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam air. Penelitian dilakukan dengan menggunakan variabel waktu kontak (30, 60, 90, 120 dan 150 menit) dan pH (4, 5, 6, 7 dan 8). Pengukuran kadar logam yang terserap ditentukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa variasi waktu kontak dapat menurunkan kadar Ca^{2+} sebesar 77,46%-84,89% dan Mg^{2+} sebesar 86,88%-88,91%. Adsorben dengan variasi pH dapat menurunkan kadar Ca^{2+} sebesar 63,48%-88,74% dan Mg^{2+} sebesar 90,35%-94,49%. Kondisi terbaik untuk penyerapan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} adalah pada waktu kontak 60 menit dan pH 4. Adsorben di aplikasikan untuk menurunkan kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam air dengan tingkat kesadahan yang berbeda. Hasil analisis sampel air dari 2 lokasi yang berbeda memiliki kadar Ca^{2+} sebesar 94,180 mg/L dan 210,200 mg/L, sedangkan kadar Mg^{2+} sebesar 13,536 mg/L dan 17,420 mg/L. Persentase penyerapan Ca^{2+} untuk masing-masing sampel sebesar 96,19% dan 77,08%, serta persentase penyerapan Mg^{2+} untuk masing-masing sampel sebesar 21,16% dan 10,63%. Karbon aktif dari kulit kacang tanah yang diaktivasi dengan natrium asetat sangat potensial digunakan untuk menurunkan kesadahan dalam air.

Kata kunci: *Kulit kacang tanah, adsorben, kesadahan air, kalsium, magnesium.*

Diterima: 8 Juni 2023, Disetujui: 10 Agustus 2023

Sitasi: Yanti, W., Sosidi, H., Indriani., Prismawiryanti., Puspitasari, D.J., Mirzan., Rahim, E.A., dan Inda, N.I. (2023). Pemanfaatan Karbon Aktif Kulit Kacang Tanah Untuk Menurunkan Kadar Ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam Air. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 9(2): 157-163.

✉ Corresponding author

E-mail: ywilda31@gmail.com

<https://doi.org/10.22487/kovalen.2023.v9.i2.16397>



LATAR BELAKANG

Keberlangsungan hidup manusia sangat membutuhkan air yang digunakan dalam semua aktivitas manusia, seperti memasak, mandi, mencuci dan kebutuhan lainnya. Namun demikian, tidak semua air dapat digunakan atau dikonsumsi langsung oleh manusia karena kondisi tertentu air baku terlebih dahulu harus diproses menjadi air bersih yang sesuai dengan standar kesehatan (Nugroho & Said, 2011). Menurut PERMENKES RI 2017, standar maksimum kesadahan yang dianjurkan, yaitu 500 mg/L. Kehadiran logam kalsium dan magnesium dalam jumlah tinggi dapat menyebabkan kesadahan air (Nismawati & Lalundo, 2020). Logam-logam tersebut dapat dihilangkan dengan menggunakan adsorben, seperti arang aktif.

Kulit kacang tanah dapat diubah dalam bentuk arang aktif untuk menurunkan kadar logam pada air karena kulit kacang tanah memiliki kandungan selulosa yang tinggi, yaitu 59,58% (Ischak dkk., 2021). Selulosa merupakan polimer alam yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan adsorben. Struktur selulosa dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif karena memiliki unsur karbon yang melimpah.

Pada penelitian ini digunakan proses aktivasi kimia dengan aktivator garam natrium asetat. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Tolunoe dkk. (2015), bahwa arang kulit kacang tanah dapat digunakan sebagai adsorben ion besi pada air sumur di desa Pendolo dengan waktu kontak terbaik adalah 120 menit dan kadar Fe yang terjerap hingga 1,34 mg/L. Jumiati dkk. (2022) telah menerapkan karbon aktif dari kulit kacang tanah untuk menurunkan kesadahan air Sungai hulu Bangko. Pada penelitian lainnya, karbon

kulit kacang tanah teraktivasi asam sulfat mampu menyerap ion kalsium hingga 85,3% (Anandra & Sayekti, 2019).

Efisiensi adsorpsi dapat dipengaruhi oleh waktu kontak. Pada waktu tertentu akan terjadi interaksi yang optimum antara adsorben dengan adsorbat. Selain itu, besarnya tingkat keasaman juga mempengaruhi proses adsorpsi. Tingkat keasaman akan mempengaruhi muatan permukaan adsorben dan spesi yang terjerap selama proses adsorpsi (Riapanitra dkk., 2006; Wijaya & Ulfin, 2015). Arang aktif dari kulit kacang tanah sebelumnya telah dilaporkan mampu menyerap ion logam besi pada pH optimum 5 dengan penyerapan hingga 0,85 mg/L (Ischak dkk., 2021).

Berdasarkan uraian di atas, maka penggunaan kulit kacang tanah sebagai adsorben untuk menurunkan kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam air sangat berpotensi untuk dilakukan. Penggunaan karbon kulit kacang tanah teraktivasi natrium asetat untuk penanggulangan kesadahan air menjadi kajian terbaru dengan menggunakan variabel waktu kontak dan pH.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain kulit kacang tanah, akuades, CH_3COONa , kertas saring, HCl p.a (Merck), NaOH p.a (Merck), $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ p.a (Merck), $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (p.a Merck), dan kertas saring Whatman No. 42.

Peralatan yang digunakan, yaitu tanur Nabertherm, neraca analitik Adventures, pH meter, ayakan 100 mesh, *shaker* gerhardt, oven, desikator, Spektrofotometer Serapan

Atom GBC 932 AA, dan Scanning Electron Microscope (SEM) HITACHI FLEXSEM 100.

Prosedur Penelitian

Pembuatan arang aktif

Kulit kacang tanah dicuci bersih, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari. Kulit kacang kering dikarbonisasi pada suhu 350°C selama 60 menit, kemudian dihaluskan dan diayak dengan ukuran 100 mesh. Sampel arang sebanyak 100 g diaktivasi dengan 500 mL CH_3COONa 1 N dengan cara direndam selama 24 jam (Gambar 1). Hasil aktivasi disaring dengan kertas saring Whattman No.42 dan dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 3 jam, selanjutnya arang dianalisis morfologinya dengan SEM.

Penentuan waktu kontak optimum

Adsorben ditimbang 1gram dan dimasukan ke dalam 5 erlenmeyer 250 mL untuk masing-masing ion logam, kemudian ditambahkan masing-masing 100 mL larutan Ca^{2+} dan Mg^{2+} masing-masing 20 mg/L. Campuran diaduk dengan kecepatan 180 rpm selama 30, 60, 90, 120 dan 150 menit, kemudian disaring dan filtrat yang diperoleh diaukur konsentrasinya menggunakan SSA (Tolunoe dkk., 2015).

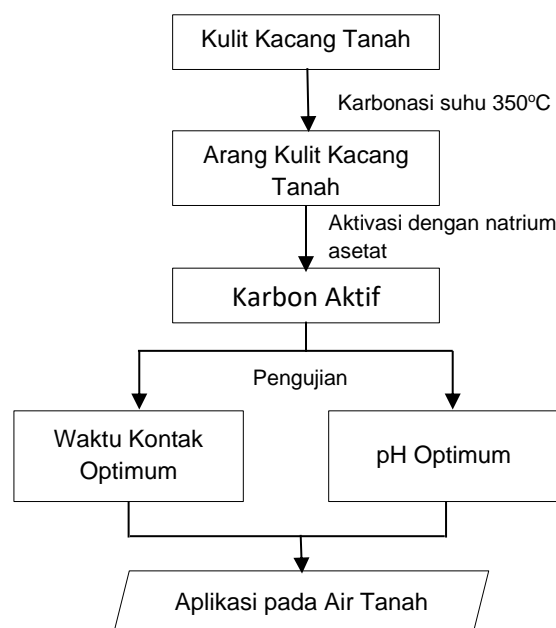
Penentuan pH optimum

Waktu kontak optimum digunakan pada penentuan pH optimum. Campuran adsorben dan larutan Ca^{2+} dan Mg^{2+} diatur pada pH 4, 5, 6, 7 dan 8. pH diatur menggunakan larutan HCl 0,1 M dan larutan NaOH 0,1 M. Selanjutnya dilakukan pengadukan dengan kecepatan 180 rpm selama 60 menit. Jumlah yang teradsorbsi ditentukan menggunakan SSA.

Penggunaan adsorben pada air tanah

Air tanah diambil dari tiga sumber yang berbeda yang diberi kode masing-masing I dan

II. Kadar kalsium dan magnesium dianalisis konsentrasinya dengan SSA. Adsorben 1gram dimasukkan ke dalam 3 buah erlenmeyer yang masing-masing berisi 100 mL larutan sampel pada pH 4. Campuran dishaker dengan kecepatan 180 rpm selama 60 menit dan selanjutnya disaring. Filtrat yang diperoleh dianalisis konsentrasi Ca^{2+} dan Mg^{2+} dengan menggunakan SSA.



Gambar 1 Tahapan penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

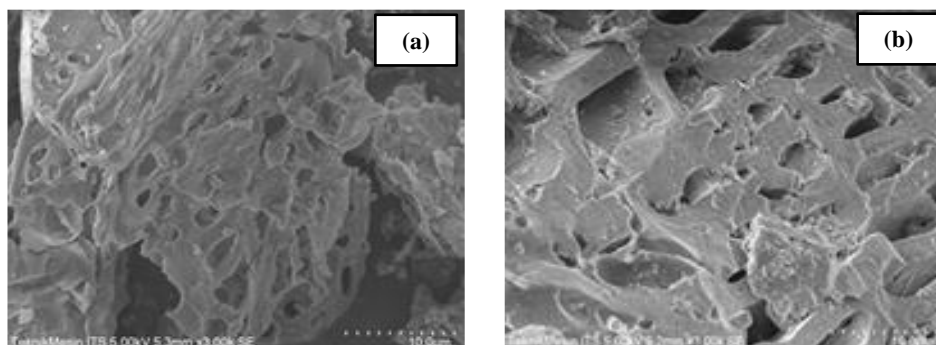
Morfologi Karbon Aktif

Arang aktif yang dihasilkan, dianalisis menggunakan SEM untuk melihat topografi permukaan arang sebelum dan sesudah aktivasi.

Hasil analisis pada Gambar 2(a) dapat dilihat bahwa adsorben tersebut telah memiliki pori-pori akan tetapi permukaan pori tidak terlalu luas karena masih tertutup zat pengotor. Pada Gambar 2(b) dapat dilihat bahwa adsorben telah memiliki pori-pori yang terbuka dan luas karena proses aktivasi menggunakan CH_3COONa dapat menghilangkan zat pengotor. Penggunaan jenis aktivator garam

karena memiliki pasangan elektron bebas sehingga dapat mengikat logam, seperti Ca

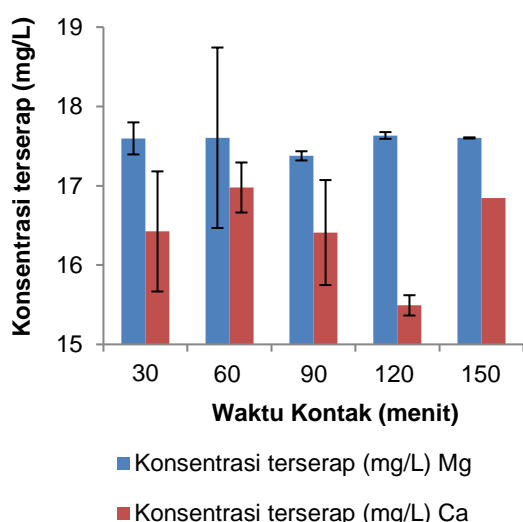
dan Mg pada permukaan arang aktif (Sopiah & Prasetyo, 2017).



Gambar 2 Morfologi permukaan adsorben (a) sebelum dan (b) setelah aktivasi

Waktu Kontak Optimum

Hasil analisis Ca²⁺/Mg²⁺ yang terjerap pada adsorben arang aktif dapat dilihat kurva pada Gambar 3.



Gambar 3 Hubungan waktu kontak terhadap daya serap Ca²⁺ dan Mg²⁺

Kurva pada Gambar 3 menunjukkan bahwa adsorben yang digunakan mampu menurunkan kadar Ca²⁺ sebesar 15,492-16,987 mg/L dengan efisiensi penyerapan 77,46%-84,89% dan Mg²⁺ sebesar 17,337-17,634 mg/L dengan efisiensi penyerapan 86,88%-88,91%. Berdasarkan hasil penelitian pada waktu kontak 30 menit penyerapan kecil, ini dimungkinkan karena belum optimalnya waktu kontak antara adsorben dan adsorbat

(Maulana dkk., 2017). Pada waktu kontak 90 menit sampai 120 menit adsorpsi Ca²⁺ menurun dan Mg²⁺ pada waktu kontak 90 menit mengalami penurunan adsorpsi (Fitriani, dkk., 2017).

Menurut penelitian Sari (2020), hubungan waktu kontak dan nilai kapasitas adsorpsi oleh tongkol jagung, diketahui nilai optimum waktu kontak pada 90 menit dengan nilai penyerapan Ca²⁺ 28,070% dan Mg²⁺ 6,446%. Pada penelitian ini waktu kontak terbaik yaitu 60 menit dengan penyerapan Ca²⁺ yaitu sebesar 16,978 mg/L dengan efisiensi penyerapan 84,890% dan penyerapan Mg²⁺, yaitu sebesar 17,605 mg/L dengan efisiensi penyerapan 88,025%.

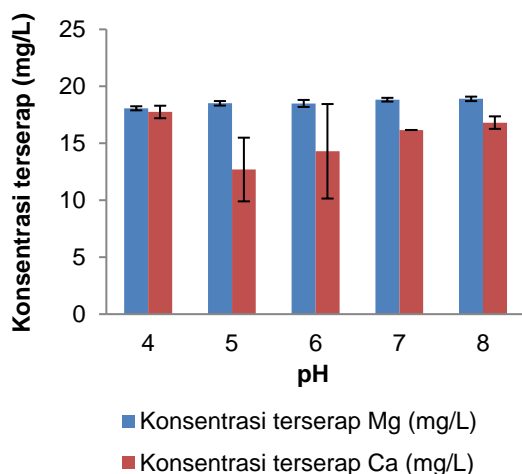
Pada waktu kontak 150 menit penyerapan Ca²⁺ kembali naik dan penyerapan Mg²⁺ pada waktu kontak 120 menit juga mengalami kenaikan dan pada waktu kontak 150 menit kembali mengalami penurunan. Hal ini disebabkan pada waktu kontak yang lama, maka semakin banyak interaksi antaraksi adsorben dan ion logam sehingga kemampuan adsorben dalam menyerap ion logam juga semakin besar. Namun pada waktu optimum, permukaan adsorben telah berikatan secara optimal dengan ion logam dan telah terjadi

kesetimbangan sehingga adsorben tidak mampu menyerap ion logam lagi (Aminin dkk., 2021).

Berdasarkan hasil uji ANOVA untuk pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi Ca^{2+} dan Mg^{2+} dengan nilai signifikan $> 0,05$ (taraf kepercayaan 95%) yang menunjukkan bahwa variasi waktu kontak berpengaruh tidak nyata terhadap daya serap Ca^{2+} dan Mg^{2+} .

pH Optimum

Pengaruh pH pada adsorpsi ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dapat kita lihat kurva pada Gambar 4.



Gambar 4 Pengaruh pH terhadap Daya Serap ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+}

Kurva pada Gambar 4 di atas dapat dilihat bahwa adsorben mampu menurunkan kadar Ca^{2+} sebesar 12,696-17,748 mg/L dan efisiensi penyerapan yaitu 63,48%-88,74% dan Mg^{2+} sebesar 18,070-18,899 mg/L dengan nilai efisiensi penyerapan 90,35%-94,49%.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian pH, penyerapan tertinggi ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} yaitu pada pH 4 dengan penyerapan masing-masing sebesar 17,748 mg/L dan 18,070 mg/L, meskipun untuk penyerapan Mg^{2+} pH 4 tidak berbeda jauh penyerapannya dengan pH lainnya. Pada proses penyerapan ion pH asam rendah. Karena pada permukaan adsorben dikelilingi

ion H^+ sehingga terjadi tolakan permukaan adsorben dan ion logam (Pratomo dkk., 2017). Namun pada penelitian ini penyerapan tertinggi terjadi pada pH asam karena ion logam lebih dahulu reaktif terhadap arang aktif dibandingkan ion H^+ yang berada pada larutan yang bersifat asam. Pada pH 5 terjadi penurunan daya serap adsorpsi pada ion Ca^{2+} dan peningkatan daya serap adsorpsi pada ion Mg^{2+} . Pada saat pH mendekati netral, ion logam akan mengalami reaksi hidrolisis, sehingga proses penyerapan ion logam menurun dan efisiensi juga menurun. Pada pH 6-8 penyerapan ion logam kembali mengalami peningkatan daya adsorpsi. Pada pH netral jumlah proton kecil sehingga peluang pengikatan ion logam dengan gugus aktif semakin besar. Tetapi nilai efisiensi adsorpsi sulit untuk ditentukan karena ion logam dapat membentuk endapan hidroksida (Bernard, 2013).

Menurut hasil penelitian Sari (2020), hubungan pH dan nilai kapasitas adsorpsi oleh biosorben tongkol jagung, diketahui nilai pH optimum adalah pH 8 dengan nilai penyerapan Ca^{2+} dan Mg^{2+} masing-masing sebesar 5,469 mg/L dan 5,710 mg/L. Pada pH yang terlalu tinggi dapat menyebabkan ion-ion logam kalsium ataupun magnesium membentuk endapan hidroksida sehingga kapasitas adsorbsinya menurun (Maulana dkk., 2017).

Berdasarkan hasil uji ANOVA untuk pengaruh pH terhadap adsorpsi Ca^{2+} dan Mg^{2+} dengan nilai signifikan $> \alpha$ (0,05) (taraf kepercayaan 95%) yang menunjukkan pengaruh pH tidak signifikan pada penyerapan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} .

Penggunaan Adsorben pada Air Tanah

Penggunaan adsorben pada air tanah untuk menurunkan kadar $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ dengan

menggunakan waktu kontak dan pH yang telah diketahui sebelumnya. Sampel masing-masing diukur pada pH 4 dan adsorpsi dilakukan selama 60 menit. Pada tabel 1 dan 2 dibawah ini dapat dilihat penyerapan adsorben untuk logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} .

Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan Ca^{2+} paling besar terdapat pada sampel II yaitu sebesar 210,200 mg/L. Setelah dilakukan adsorpsi pada sampel air kadar Ca^{2+} mengalami penurunan persentase sebesar 77,07%. Dengan demikian adsorben dinilai sangat baik untuk menurunkan kadar Ca^{2+} pada air tanah.

Tabel 1 Hasil pengukuran daya serap Ca^{2+} pada air

Kode Sampel	C Awal (mg/L)	C Akhir (mg/L)	C Terserap (mg/L)	Ter-serap (%)
I	94,180	3,585	90,596	96,19
II	210,200	48,184	162,016	77,07

Tabel 2 Hasil pengukuran daya serap Mg^{2+} pada air

Kode Sampel	C Awal (mg/L)	C Akhir (mg/L)	C Terserap (mg/L)	Ter-serap (%)
I	13,536	10,672	2,864	21,15
II	17,420	15,568	1,852	10,63

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa kandungan Mg^{2+} paling besar terdapat pada sampel II yaitu sebesar 17,420 mg/L. Adsorben memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar Mg^{2+} dengan persentase 10,63%. Walaupun kadar Mg^{2+} terbilang kecil dibandingkan dengan kadar Ca^{2+} , akan tetapi sampel tersebut dinyatakan sebagai air sangat sadah karena kesadahan air diukur sebagai CaCO_3 yang mana kadar Ca^{2+} berada pada konsentrasi > 200 mg/L.

KESIMPULAN

Waktu kontak terbaik untuk menurunkan kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} terjadi pada waktu 60 menit yaitu penyerapan Ca^{2+} sebesar 84,890% dan penyerapan Mg^{2+} sebesar 88,025%. pH optimum untuk menurunkan kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} terjadi pada pH 4 yaitu penyerapan Ca^{2+} sebesar 88,740% dan penyerapan Mg^{2+} sebesar 90,350%. Pengaplikasian adsorben pada air tanah dilakukan pada dua lokasi dengan hasil pengukuran persentasi kadar Ca^{2+} masing-masing sebesar 96,19% dan 77,07%, sedangkan persentasi kadar Mg^{2+} masing-masing sebesar 21,15% dan 10,63%. Karbon aktif dari kulit kacang tanah yang teraktivasi natrium asetat sangat potensial digunakan untuk menurunkan kesadahan dalam air.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminin, D., Oktasari, A., dan Wijayanti, F. (2021). Pemanfaatan Cangkang Buah Karet (*Hevea brasiliensis*) sebagai Adsorben Logam Berat Timbal (Pb). *Cakra Kimia*, 9(1), 10-17.
- Anandra, F.R., dan Sayekti, A.P. (2019). Pemanfaatan Karbon Aktif Kulit Kacang Tanah Diaktivasi H_2SO_4 Sebagai Adsorben Ion Kalsium. [Skripsi], Universitas Brawijaya, Malang.
- Bernard, E., Jimoh A. and Odigure J.O., 2013, Heavy Metals Removal from Industrial Wastewater by Activated Carbon Prepared from Coconut Shell. *J. of Chem. Sci*, 3(8), 3-9.
- Fitriani, T. Kurniati, dan Hambali, (2017). Penyerapan Ion Logam Pb (II) dari Larutan Menggunakan Serbuk Daun Puring, *J. Pendidik. Matematika dan IPA*, 8(1), 34-42.
- Ischak, N.I., Fazriani, D., dan Botutihe, D.D. (2021). Ekstraksi dan Karakterisasi Selulosa dari Limbah Kulit Kacang Tanah (*Arachys hypogaea* L.) Sebagai Adsorben Ion Logam Besi. *Jamb.J.Chem.*, 3(1), 27-36.

- Jumiati, E., Daulay, A.H., dan Sari, P.I. (2022). Analisis Uji Kimia Kesadahan dan Besi Pada Air Sungai Hulu Bangko Dengan Media Filtrasi Karbon Aktif Kulit Kacang Tanah. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 19(3), 141-145.
- Maulana, I., Iryani, A., dan Nashrianto, H. (2017). Pemanfaatan Ampas The Sebagai Adsorben Ion Kalsium (Ca^{2+}) Dan Ion Magnesium (Mg^{2+}) dalam Air Sadah. FMIPA. (*Artikel Ilmiah*). Universitas Pakuan Bogor, Bogor, hlm. 1-7.
- Nisamawati., dan Lalundo, R.S. (2020). Analisis Kadar Kalsium (Ca) pada Air Minum Isi Ulang Yang Diperjualbelikan di Jalan Abdul Kadir Kota Makassar. *Jurnal Media Laboran*, 10(1), 1-4.
- Nugro, R., dan Said, N.I. (2011). Perbaikan Kualitas Air Baku Perusahaan Air Minum (PAM) dengan Biofiltrasi. *J. Tek. Ling.*, 12(2), 121-129.
- PERMENKES RI. (2017). Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32, Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum. Kementerian Kesehatan RI, Jakarta.
- Pratomo, S.W., Mahatmanti, F.W., dan Sulistyaningsih, T. (2017). Pemanfaatan Zeolit Alam Teraktivasi H_3PO_4 sebagai Adsorben Ion Logam Cd(II) dalam Larutan. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(2), 161-167.
- Riapanitra, A., Setyaningtyas, T., dan Riyani, K. (2006). Penentuan Waktu Kontak Dan pH Optimum Penyerapan Metilen Biru Menggunakan Abu Sekam Padi. *Molekul*, 1(1), 41-44.
- Sari, W.G (2020). Penggunaan Biosorben Tongkol Jagung (*Zea Mays*) Teraktivasi Hcl Untuk Menurunkan Kadar Ca^{2+} Dan Mg^{2+} Dalam Air. [*Skripsi*]. Universitas Tadulako, Palu.
- Sopiah., N., dan Prasetyo, D. (2017). Pengaruh Aktivasi Karbon Aktif Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Adsorpsi Kadmium Terlarut. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 892, 55-66.
- Talunoe, O., Nurhaeni., dan Mirzan, M. (2015). Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Kacang Tanah Sebagai Adsorben Besi (Fe) pada Air Sumur di Desa Pendolo, Kec Pamona Selatan, Kab Poso. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*. 1(1): 7-12.
- Wijaya, V.C., dan Ulfir, I. (2015). Pengaruh pH pada Adsorpsi Ion Cd^{2+} dalam Larutan Menggunakan Karbon Aktif dari Biji Trembesi (*Samanea saman*). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2), 86-89.