

Penurunan Kadar Nitrit dalam Air Menggunakan Arang Aktif Biji Kelor

Reduction Nitrite Value in Water Using Activated Charcoal Moringa Seeds

Rusda Abja, Ana Hidayati Mukaromah*, dan Fandhi Adi Wardoyo

Universitas Muhammadiyah Semarang, Jalan Kedungmundu Nomor 18, Semarang, 50273, Indonesia

Artikel histori :

Diterima 14 Maret 2020
Diterima dalam revisi 15 Maret 2020
Diterima 30 Maret 2020
Online 31 Maret 2020

ABSTRAK: Nitrit (NO_2^-) merupakan senyawa yang dapat mengakibatkan terganggunya proses pengikatan oksigen oleh haemoglobin darah sehingga tubuh menjadi lemas, penglihatan berkurang, mudah lelah, dan terasa kantuk. Salah satu cara untuk menurunkan kadar nitrit dalam air adalah dengan menggunakan arang aktif biji kelor, karena biji kelor mempunyai zat aktif *4-alfa-L-rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi arang aktif biji kelor dengan variasi lama perendaman terhadap penurunan ion nitrit dalam air. Objek penelitian adalah larutan nitrit dengan konsentrasi 10 ppm, kemudian dilakukan perendaman menggunakan arang aktif biji kelor dengan variasi konsentrasi 9; 12; dan 15%^{b/v} dengan variasi lama perendaman 10; 20; dan 30 menit. Penetapan kadar nitrit dilakukan dengan metode spektrofotometri dengan pereaksi gries. Dari hasil penelitian didapatkan panjang gelombang optimum ialah 540 nm dan waktu kestabilan 10 menit dengan kadar nitrit awal 4,7794 ppm. Penurunan kadar nitrit dalam air yang terendah pada konsentrasi 9%^{b/v} dimenit 10 dimana hasilnya yaitu 3,1816 ppm dan kadar nitrit tertinggi pada konsentrasi 15%^{b/v} yaitu 1,1862 ppm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh variasi konsentrasi arang aktif biji kelor dengan variasi lama perendaman terhadap penurunan ion nitrit dalam air.

Kata Kunci: nitrit; arang aktif biji kelor; variasi konsentrasi; variasi lama perendaman

ABSTRACT: Nitrite (NO_2^-) is a compound that can disrupting oxyhaemoglobin process and causes body weakness, fatigue, and sannolen. Either to reduce nitrite value in the water is to use activated charcoal moringa seeds, because it countains *4-alfa-L-rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate* substances. This research aims to find out influence of activated charcoal concentrate and immersion time variant to the reduction of nitrites ion in the water. Research object was nitrite ion in 10 ppm concentrate, the immersion with activated charcoal moringa seeds with concentrate variant 9 ; 12 ; and 15%^{w/v}, with 10 ; 20 ; and 30 minutes immersion time. Nitrite assay performed with specfotometry methods with gries reagent. From the research results, optimum wave length is 540 nm and time stability of initial nitrite value 10 minutes with initial 4,7794 ppm. Reduction lowest nitrite value in the water is 9%^{w/v} concentrate in 10 minutes time, with the result 3,1816 ppm and highest nitrite value is 15%^{w/v} concentrate (1,1862 ppm). So that, can be conclude there is reaction activated charcoal moringa seeds variant concentration and immersion time to reducing nitrite ions in the water.

Keywords: nitrite; activated charcoal moringa seeds; concentrate variant; immersion time variant

1. Pendahuluan

Indonesia adalah salah satu negara di Asia Tenggara dengan perkembangan yang cukup maju. Jumlah penduduk semakin tahun meningkat, maka kebutuhan air bersih juga semakin meningkat. Air merupakan hal pokok bagi konsumsi dan sanitasi, produksi barang industri, serta untuk produksi makanan. Pencemaran air dari sisa limbah industri mengandung senyawa organik maupun anorganik, misalnya senyawa logam berat, sulfur, sulfat, ammonia, nitrat, dan nitrit. Nitrit (NO_2^-) merupakan ion-ion anorganik

alami, yang merupakan bagian dari siklus nitrogen yang hanya sebagian teroksidasi, tahap intermediet (transisi) dalam dekomposisi biologis senyawa organik yang mengandung nitrogen (Hord, 2009).

Industri dibidang makanan khususnya industri sosis. Sosis digunakan pengawet nitrit berpotensi menghasilkan limbah nitrit. Pengelolaan limbah nitrit jika tidak dikelola dengan benar maka akan mencemari perairan. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI maksimum yaitu 3 mg/L

*Corresponding Author: +628-212521381
Email: ana_hidayati@unimus.ac.id

untuk air minum dan air Bersih (PERMENKES No. 492 /MENKES /PER /IV/2010).

Sisa-sisa produk pada industri sosis akan terakumulasi hingga melebihi kadar maksimum dan terlarut pada air. Kandungan nitrit pada air bila melebihi batas ditentukan dapat menyebabkan kerugian yang bersifat langsung yaitu keracunan maupun yang bersifat tidak langsung yaitu karsinogenik. Oleh karena itu perlu penurunan kadar nitrit terhadap air. Salah satu cara untuk menurunkan kadar nitrit dalam air adalah dengan menggunakan arang aktif biji kelor. Biji kelor mengandung polielektrolit kationik dan flokulan alami dengan komposisi kimia berbaris polipeptida yang mempunyai BM dari 6000 – 16000 Dalton, mengandung asam amino (seperti asam glutamat, metionin, dan arginin) yang merupakan bagian dari struktur protein dan bersifat penting (Narasiah et al, 2002 dalam Rambe, 2009).

Arang aktif merupakan senyawa karbon yang dapat dihasilkan dari bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas dan dilakukan aktivasi. Arang biji kelor diaktivasi dengan Na_2CO_3 untuk menaikkan pH menjadi basa sehingga pembentukan koagulan lebih cepat. Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300-3500 m^2/g dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif mempunyai sifat sebagai adsorben (Siboro, 2013). Zat aktif *4-alfa-L-rhamnosyloxy-benzil-isothio-cyanate* adalah protein kationik yang larut dalam air yang memiliki potensial zeta + 6 mv (Ndabigengsere et al, 1995) dalam Rambe, 2009). Yang berarti larutan biji kelor didominasi oleh tegangan positif dan potensial zeta air sintetik -46 mV. Hal ini menunjukkan bahwa partikel-partikel bermuatan negatif seperti nitrit, akibatnya koagulasi partikel tersuspensi dengan biji kelor dipengaruhi oleh proses destabilisasi tegangan negatif koloid oleh polielektrolit kationik. Mekanisme yang terjadi dalam proses koagulasi adalah adsorpsi dan netralisasi tegangan atau adsorpsi dan ikatan antar protein BM rendah partikel yang tidak stabil (Sutherland, 1994 dalam Rambe, 2009).

Penelitian yang dilakukan oleh Pratama (2017), menyatakan bahwa konsentrasi arang aktif tempurung kelapa yang optimum untuk menurunkan kadar nitrit adalah 9% b_v dengan waktu kestabilan optimum 10 menit. Dari kadar nitrit awal 9,5541 ppm menjadi 0,9607 ppm (persentase penurunan nitrit 89,95%). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Irmanto dan Suyata (2009), menyatakan bahwa waktu kontak optimum 30 menit dan pH optimum 7, arang aktif ampas kopi dengan ukuran partikel 100 mesh dapat menurunkan kadar nitrit dari konsentrasi awal 7,6811 mg/L menjadi 3,7056 mg/L (persentase penurunan nitrit 52,35%). Penelitian Yusrin, dkk (2015), menyatakan bahwa dengan adanya penambahan 6 biji kelor selama perendaman 30 menit efektif dapat mendregadasi ion Fe(II) sebanyak 43,28%. Sehubungan dengan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai penurunan kadar nitrit dalam air dengan penambahan serbuk arang aktif biji kelor yang

teraktivasi Na_2CO_3 dengan konsentrasi 9; 12; dan 15% b_v selama perendaman 10; 20; dan 30 menit.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen. Objek penelitian adalah larutan baku nitrit dengan konsentrasi 10 ppm. Bahan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk arang aktif biji kelor dengan konsentrasi 9; 12; dan 15% b_v .

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, oven, spektrofotometer UV-Vis, kuvet, buret dan statif, corong, labu ukur 50 mL, pipet volume, dan penyaring 100 mesh. Bahan yang digunakan adalah biji kelor, Na_2CO_3 , reagen gries, NaNO_2 , aquades, dan penyaring whatman.

Biji kelor yang sudah bersih dihaluskan. Kemudian dibakar sampai menjadi arang dan diayak sampai lolos 100 mesh. Kemudian diaktifkan dengan larutan Na_2CO_3 5% selama 15 menit, saring dan keringkan.

Tahap dalam prosedur penelitian ini, yaitu:

1. Optimasi Panjang Gelombang dan Waktu Optimum Spektrofotometer Untuk Prosedur Kerja Nitrit Baku seri nitrit 0,1; 0,5; dan 1,0 ppm (0,5; 2,5; 5,0 nitrit 10 mg/L) ditambahkan aquades dan reagen gries di diamkan 10 menit dan dibaca pada panjang gelombang 500; 520; 540; 560 dan 580 nm. Diulang prosedur untuk waktu inkubasi (5; 10; dan 15 menit) pada panjang gelombang optimum.
2. Pembuatan Baku Nitrit 0,1 – 1,0 ppm Baku nitrit 10 ppm (0,5 - 5,0 ppm dengan interval 0,5 ppm) ditambahkan aquades dan reagen gries, didiamkan selama 10 menit dibaca absorbansi pada panjang gelombang dan waktu kestabilan optimum.
3. Perendaman Sampel Nitrit Menggunakan Arang Aktif Biji Kelor (9; 12; dan 15% b_v dengan Lama Perendaman 10; 20; dan 30 menit) Larutan sampel nitrit artifisial (10 ppm) ditambahkan serbuk arang aktif biji kelor dengan variasi konsentrasi 9; 12; dan 15% b_v . Masing-masing direndam selama 10; 20; dan 30 menit kemudian disaring, hasil saringan digunakan untuk analisis kuantitatif.
4. Penetapan Kadar Nitrit Awal dan Setelah Perendaman Sampel awal/hasil saringan 5,0 mL ditambahkan aquades dan reagen gries, didiamkan selama 10 menit. Absorbansi dibaca pada spektrofotometer dengan panjang gelombang dan waktu kestabilan optimum.
5. Rumus Perhitungan

Perhitungan Berdasarkan Persamaan Garis Lurus

$$y = ax + b, \text{ sehingga } x = \frac{y - b}{a} \times fp$$

Keterangan :

y = absorbansi

a = konstanta

x = konsentrasi sampel sebelum/sesudah

b = intercept

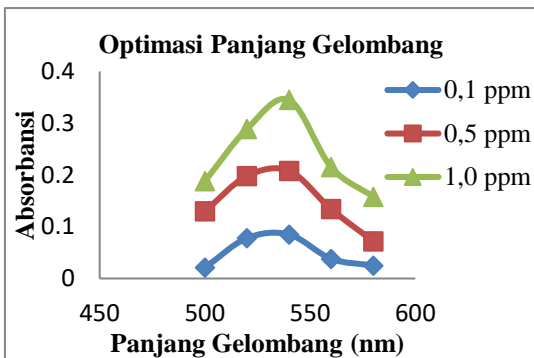
fp = pengenceran sampel

Persentase (%) Penurunan Kadar Nitrit

$$\left| \frac{\text{Konsentrasi nitrit awal} - \text{Konsentrasi nitrit akhir}}{\text{Konsentrasi nitrit awal}} \right| \times 100\%$$

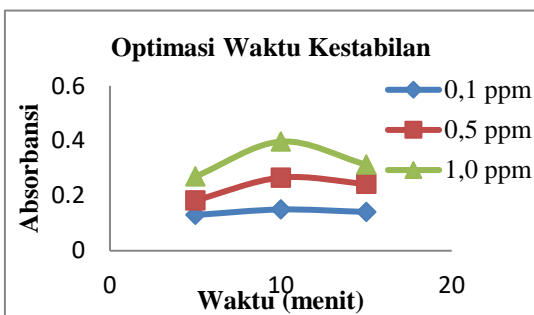
3. Hasil

Optimasi panjang gelombang dilakukan dengan baku seri nitrit 0,1; 0,5; dan 1,0 ppm dengan panjang gelombang 500-580 nm tertera pada hasil absorbansi panjang gelombang pada Gambar 1.



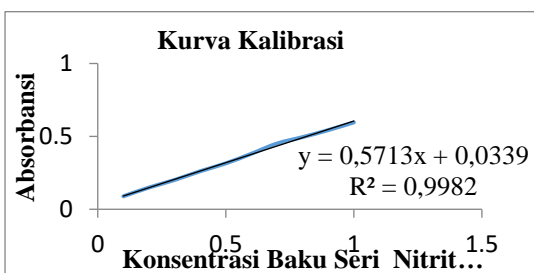
Gambar 1. Grafik Optimasi Panjang Gelombang Larutan Baku Seri Nitrit pada Spektrofotometer

Gambar 1. dapat diketahui panjang gelombang optimum pada 540 nm. Dan waktu kestabilan baku seri nitrit 0,1; 0,5; dan 1,0 ppm tertera pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Optimasi Waktu Kestabilan Larutan Baku Seri Nitrit Metode Spektrofotometer

Gambar 2. dapat diketahui waktu kestabilan dilakukan dengan baku seri nitrit 0,1; 0,5; dan 1,0 ppm didapatkan hasil waktu kestabilan optimum adalah 10 menit.



Gambar 3. Kurva Kalibrasi Larutan Baku Seri Nitrit 0,1 – 1,0 ppm

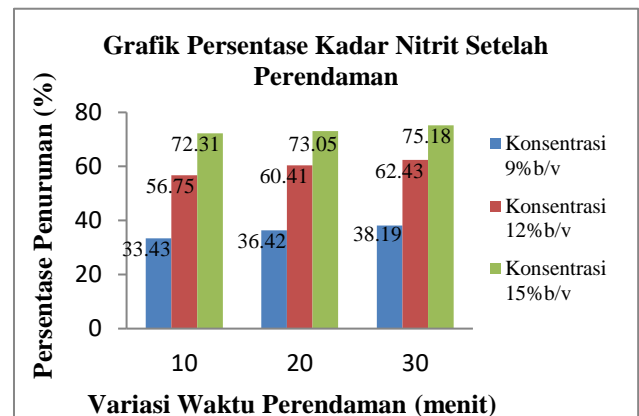
Berdasarkan Gambar 3. kurva kalibrasi larutan baku seri nitrit diperoleh persamaan garis linier $y = 0,5713x + 0,0339$ dengan $R^2=0,9982$. Penetapan kadar nitrit awal pada Tabel 1. dan persentase kadar nitrit setelah perendaman pada Tabel 2 dan Gambar 4.

Tabel 1. Penetapan Kadar Nitrit Awal

Pengulangan	Kadar Nitrit (ppm)	Rata-rata Kadar Nitrit (ppm)
I	4,8057	4,78±0,01
II	4,7882	
III	4,7707	

Tabel 2. Persentase Penurunan Kadar Nitrit Setelah Perendaman

Variasi Konsentrasi (% b/v)	Variasi Waktu (menit)		
	10	20	30
9	33,43 %	56,75 %	72,31 %
12	36,42 %	60,41 %	73,05 %
15	38,19 %	62,43 %	75,18 %



Gambar 4. Grafik persentase kadar nitrit setelah perendaman

4. Pembahasan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penurunan kadar nitrit dalam air dengan penambahan arang aktif biji kelor dengan variasi konsentrasi 9; 12; dan 15% b/v dan lama perendaman 10; 20; dan 30 menit. Hasil kadar nitrit awal 4,78 ppm. Persentase penurunan kadar nitrit setelah perendaman, yang tertinggi diperoleh dengan penambahan konsentrasi serbuk arang aktif biji kelor 15% b/v selama perendaman 30 menit yaitu 75,18%.

Berdasarkan Tabel 2 dan grafik pada Gambar 4, semakin tinggi konsentrasi arang aktif maka persentase penurunan kadar nitrit semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi arang aktif serbuk biji kelor maka jumlah serbuk arang biji kelor semakin banyak,

sehingga luas permukaan juga semakin besar serta deposit hidrokarbon dan pori-porinya telah terbuka sehingga mampu mengadsorpsi nitrit lebih cepat. Selain itu, dalam serbuk biji kelor terdapat protein yang larut dalam air yaitu zat aktif *4-alfa-L-rhamnosyloxy-benzil-isothio-cyanate* (Ndabigengsere, et al, 1995) dalam Rambe, (2009). Biji kelor dalam bentuk larutan menghasilkan muatan-muatan positif dalam jumlah banyak yang bereaksi dengan nitrit yang bermuatan negatif (sebagai zat koagulan polimer alamiah) (Sutherland, 1994) dalam Rambe, (2009).

Peristiwa adsorpsi pada arang aktif terjadi karena adanya tarik-menarik intermolekuler antara molekul padatan dengan solut yang diadsorpsi lebih besar daripada gaya tarik-menarik sesama solut didalam larutan, maka solut akan terkonsentrasi pada permukaan padatan (Lempang, 2014). Arang biji kelor yang diaktivasi dengan Na_2CO_3 5% dapat menaikkan pH sehingga pembentukan koagulan lebih cepat dan persentase penurunan kadar nitrit semakin besar (Davis dan Cornwell, 1991) dalam Rambe, (2009)

Waktu perendaman (10; 20; dan 30 menit) yang semakin lama maka persentase penurunan kadar nitrit semakin besar. Hal ini disebabkan semakin lama waktu perendaman, berarti waktu kontak antara arang aktif biji kelor dengan larutan sampel nitrit juga semakin lama sehingga menjadikan kadar nitrit dalam larutan turun. Larutan biji kelor menghasilkan muatan-muatan positif dalam jumlah banyak dan bereaksi sebagai koagulan koagulan polimer alamiah bersifat positif (Sutherland, 1994) dalam Rambe, (2009).

Hal ini sesuai juga dengan penelitian Yasril (2018) yang mengaplikasikan arang biji kelor untuk mengurangi kadar timbal (Pb) pada air limbah. Kadar logam timbal sebelum penambahan arang biji kelor adalah 6,253 ppm. Setelah dilakukan penambahan arang aktif biji kelor 20 g dengan aktivator $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 1% didapatkan hasil 5,9103 ppm (penurunan timbal 94,52%).

Uji statistik dengan uji Shapiro-Wilk atau uji Normalitas didapatkan hasil signifikan 0,131 artinya data berdistribusi normal karena $\alpha > 0,05$. Karena data berdistribusi normal maka dilakukan uji Anova adalah adanya perbedaan antara variasi konsentrasi arang aktif 9; 12; dan 15%^{b/v}, sehingga dilakukan uji Post-hoc Tukey. Hasilnya signifikan 0,960 berarti $\alpha > 0,05$ artinya H_0 ditolak sehingga H_a diterima, ada pengaruh variasi konsentrasi arang aktif biji kelor dalam penurunan kadar nitrit dalam air.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian kadar nitrit dalam air yang dilakukan penambahan arang aktif biji kelor teraktivasi Na_2CO_3 dengan variasi konsentrasi 9; 12; dan 15%^{b/v} dengan lama perendaman 10; 20; dan 30 menit, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Panjang gelombang optimum untuk penetapan kadar nitrit diperoleh 540 nm dan waktu kestabilan optimum adalah 10menit.
2. Kadar nitrit awal adalah $4,7794 \pm 0,01 \text{ mg/L}$.

3. Kadar nitrit setelah dilakukan perendaman menggunakan arang aktif biji kelor dengan konsentrasi 9; 12; dan 15%^{b/v} dan waktu 10; 20; dan 30 menit mengalami penurunan. Semakin lama waktu perendaman, kadar nitrit semakin menurun dan semakin tinggi konsentrasi arang aktif biji kelor persentase penurunan kadar nitrit juga semakin besar.
4. Persentase penurunan kadar nitrit tertinggi adalah dengan penambahan arang aktif biji kelor teraktivasi Na_2CO_3 15%^{b/v} dengan lama kontak perendaman 30 menit adalah 75,18%.

Ucapan Terima kasih

Atas selesainya tugas akhir ini saya selaku peneliti mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ana Hidayati Mukromah, M.Si dan Fandhi Adi Wardoyo, M.Sc yang telah memberikan bimbingan dan bantuannya selama penelitian dan terima kasih juga saya sampaikan untuk kedua orang yang selalu memberi semangat dan selalu mendo'akan saya.

Daftar Pustaka

- Asmadi, K.H.S.K., 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Yogyakarta: Penerbit Gowsyen Publishing.
- Badan Standardisasi Nasional. 2004. *Air dan air limbah – Bagian 9: Cara uji nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) secara spektrofotometri*. SNI 06-6989.9-2004. Standar Nasional Indonesia
- Bangun, A.R., Siti, A., Rudi, A.H., M. Yusuf, R., 2013, Pengaruh kadar air, dosis, dan lama pengendapan koagulan serbuk biji kelor sebagai alternatif pengolahan limbah cair industri tahu, *Jurnal Teknik Kimia USU, Vol 2. No.1 (2013)*, 7-13
- Dahlan, M.H., Siregar, H.P., Yusra, M., 2013. Penggunaan karbon aktif dari biji kelor dapat memurnikan minyak jelantah. *Jurnal Teknik Kimia. Vol 19. No 3, Agustus: 44-53*
- Departemen Kesehatan RI, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 1168/Menkes/Per/X/1999 Tentang Bahan Tambahan Makanan, Departemen Kesehatan RI, Jakarta.
- Efendi, H., 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius Yogyakarta.
- Fahey, J.W., 2005, Moringa oleifera: a review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic and prophylactic properties, *Trees for Life Journal*, 1-5.
- Fauziah, N, 2009, *Pembuatan Arang Aktif Secara Langsung dari Kulit Acacia Mangium Wild dengan Aktivasi Fisika dan Aplikasinya sebagai Adsorben*, Skripsi, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Goyal, B.R. & Agrawal, B.B. & Goyal, R.K. & Mehta, A.A., 2007, Phyto-pharmacology of moringa oleifera lam. - An overview, *Natural Product Radiance, Vol 6. 347-353*.
- Hanafiah, K.A. 2005. *Rancangan Percobaan Aplikatif*. Jakarta: PT Raja Grafindo.

- Hawab, H. M. 2003. *Pengantar Biokimia*. Malang: Bayumedia..
- Hendra, D., 2007, Pembuatan arang aktif dari limbah pembalakan kayu puspa dengan teknologi produksi skala semi pilot. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 25 (2): 93-107.
- Hendra D., dan S. Darmawan. 2007, Sifat arang aktif dari tempurung kemiri. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, Vol. 25 No.4, pp.291–302.
- Hidayat, Saleh., 2006, Pemberdayaan masyarakat bantaran sungai lematang dalam menurunkan kekeruhan air dengan biji kelor (*moringa oleifera* lam) sebagai upaya pengembangan proses penjernihan air, Disertasi tidak diterbitkan. Malang: Program Studi Setara Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang.
- Hord, NG., Tang, Y., Bryan, N.S., 2009, Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 90 No. 1, 1-10, Bethesda. USA.
- Irmanto, Suyata., 2009, Penurunan kadar amonia, nitrit, dan nitrat limbah cair industri tahu menggunakan arang aktif dari ampas kopi. *Jurnal Molekul*, Vol. 4 No. 2, 105 - 114, Jatyaraga.
- Krisnadi, A.D., 2015, *Kelor Super Nutrisi*. Pusat Informasi dan Pengembangan Tanaman Kelor Indonesia (LSM-MEPELING), Kunduran, Blora, Jawa tengah.
- Kurniasih, 2016. *Khasiat & Manfaat Daun Kelor*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Lempang, Mody. 2014, Pembuatan dan kegunaan arang aktif, *Info Tekni EBONI*, Vol. 11 No. 2, Desember : 65-80.
- Manocha, S., 2003, Porous carbon, *Sadhana*, Vol 28, pp.335-348.
- Moore, J. 2007. *Kimia For Dummies*. Cetakan Pertama Bandung: Pakar Raya.
- Muchtadi, *Aspek Biokimia dan Gizi Dalam Keamanan Pangan*, Hal. 131-137, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor, Bogor.1989.
- Muharto, Kuswyatari ND, Anurohim. 2007. *Biji kelor (Moringa oleifera) sebagai bahan penyerap untuk menurunkan kadar detergen logam berat serta bakteri dalam air jernih*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Surabaya: Institut Teknologi Surabaya.
- Nasir, S., D.F. Soraya dan P. Dewi., 2010, Pemanfaatan ekstrak biji kelor (*moringa oleifera*) untuk pembuatan bahan bakar nabati, *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 17 No.3, Agustus : 29-34.
- Nugrahayu, Q., & Purnomo, A., 2013, Penurunan kandungan zat kapur dalam air tanah dengan menggunakan filter media zeolit alam dan pasir aktif menjadi air bersih, *Jurnal Teknik POMITS*, Vol. 2 No.2, Agustus : 122-126.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 722/MenKes/Per/IX/88. *Bahan Tambahan Makanan*.
- Peraturan Menteri Negara Republik Indonesia Nomor 492-MENKES-PER-IV. (2010). *Persyaratan Kualitas Air Minum*.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82. 2001. *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Baku Mutu Air Tawar. Perikanan dan Peternakan*. [http://www.blh.sumutprov.go.id/files/pdf/11 PP RI No.82 Tahun 2001 Pengelolaan Kualitas Air dan pe.pdf](http://www.blh.sumutprov.go.id/files/pdf/11%20PP%20RI%20No.82%20Tahun%202001%20Pengelolaan%20Kualitas%20Air%20dan%20pe.pdf)
- Pratama, KP., 2017, Penurunan kadar nitrit (NO_2) dalam air dengan variasi konsentrasi arang aktif tempurung kelapa, Skripsi Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan, Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Rambe, AM. 2009. Pemanfaatan biji kelor (*moringa oleifera*) sebagai koagulan alternatif dalam proses penjernihan limbah air industri tekstil, Tesis Pascasarjana Teknik Kimia, Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Cetakan Pertama Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Rosita, Nita., 2014, Analisis kualitas air minum isi ulang beberapa depot air minum isi ulang (damiu) di Tangerang Selatan, *Jurnal Kimia Valensi*, Vol. 4 No.2, November : 134-141.
- Sembiring, M. T. dan T. S. Sinaga., 2003, Arang aktif (pengenalan dan proses pembuatannya). <http://library.usu.ac.id/download/ft/industrimeilita.pdf>.
- Sembiring, R.P., 2018, Penentuan kadar nitrit (NO_2) pada air minum dalam kemasan (AMDK) dengan metode spektrofotometri visible di PT. Tirta Sibayakindo Berastagi. Sumatra Utara: Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan.
- Siboro, P.A., 2013, Arang aktif penyembuh berbagai penyakit. Jateng: PT Sibernetika Indonesia.
- Sofiana, Rosi. 2018. Pengaruh konsentrasi natrium karbonat (Na_2CO_3) sebagai aktivator arang aktif sekam padi terhadap penurunan kadar ion Cr (VI). Semarang : Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Sugiyono. 2016. Metodologi penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R & D. Bandung: Alfabeta.
- Susana, T., 2003, Air sebagai sumber kehidupan, *Oseana*, Vol. 28 No. 3:17-15.
- Sutrisno, C.T., 2006. Teknologi penyediaan air bersih. cetakan keenam. Jakarta: Rineka Cipta.
- Widayat, W. Suprihatin, dan A. Herlambang., 2010, *Penyisihan Amonia dalam Upaya Meningkatkan Kualitas air baku PDAM-IPA Bojong Renged dengan proses biofiltrasi menggunakan media plastik tipe sarang tawon*. *BPPT. JAI*, Vol. 6 No.1: 64-76
- Winarno, F.G., 2002. *Kimia pangan dan gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Yasril, A.I., 2018, Perbedaan arang biji kelor dan arang biji salak dalam penurunan kadar timbal (Pb) pada air limbah. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Media Husada*, Vol. 7 No. 1, Maret: 11 - 24
- Yusrin, Mukaromah, A.H. dan Maharani, ETW., 2015, Penurunan kadar Fe dalam air dengan biji kelor, *Prosiding Seminar Nasional dan Internasional, The²ⁿ University Research Coloquium ISSN 24079189*, hlm. 654-658

