

# JURNAL PROMOTIF PREVENTIF

## Filtrasi dengan Arang Sekam Padi dalam menurunkan Kadar Besi (Fe) Air Sumur

### *Filtration with Rice Husk Charcoal in reducing Iron (Fe) Level of Well Water*

Idayani Sangadjisowohy<sup>1</sup>, Rafiqa Imran<sup>1</sup>, Fikran Kahar<sup>1</sup>, Mustafa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Ternate

<sup>2</sup>Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Palu

#### Article Info

##### Article History

Received: 29 Mar 2024

Revised: 05 Apr 2024

Accepted: 18 Apr 2024

#### ABSTRACT / ABSTRAK

*The problem of clean water from dug wells often contains iron (Fe) levels that disturb human health. This study aims to determine the effectiveness of rice husk charcoal as a medium in reducing iron (Fe) levels. This research is an experimental research with pretest-posttest design with control group. The sampling location was in the Sangadji neighbourhood of Ternate City and the testing of rice husk charcoal at the Campus B Laboratory of the Poltekkes Kemenkes Ternate, Department of Environmental Health. The research sample was taken randomly as many as 30 samples. This study used the Atomic Absorption Spectrophotometer (SSA) method. The results of the study of 30 well water examined there is only one well that contains iron (Fe) which is 2 mg / l and after filtering there is a decrease in iron cadence below 1 mg / l. The results of this study indicate that the husk charcoal charcoal is the most effective way to reduce iron content. The results of this study indicate that rice husk charcoal is able to reduce iron (Fe) levels in this study.*

**Keywords:** Rice husk charcoal, well water, iron

Permasalahan air bersih yang berasal dari sumur gali sering kali mengandung kadar besi (Fe) yang mengganggu kesehatan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas arang sekam padi sebagai media dalam menurunkan kadar besi (Fe). Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan *pretest-posttest with control group*. Lokasi pengambilan sampel yaitu di kelurahan Sangadji Kota Ternate dan percobaan pengujian arang sekam padi di Laboratorium Kampus B Poltekkes Kemenkes Ternate Jurusan Kesehatan Lingkungan. Sampel penelitian diambil secara acak sebanyak 30 sampel. Penelitian ini menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian dari 30 air sumur yang diperiksa hanya terdapat satu sumur yang mengandung besi (Fe) yaitu 2 mg/l dan setelah dilakukan penyaringan terjadi penurunan kadungan besi dibawah 1 mg/l. Hasil penelitian ini menunjukkan arang sekam padi mampu menurunkan kadar besi (Fe) pada penelitian ini.

**Kata kunci:** Aram sekam padi, air sumur, besi

#### Corresponding Author:

Name : Idayani Sangadjisowohy

Affiliate : Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Ternate

Address : Jl. Cempaka, Tanah Tinggi Bar., Kec. Ternate Sel., Kota Ternate, Maluku Utara 97711

Email : sangadjisowhyidayani@gmail.com

## PENDAHULUAN

Air adalah zat penting bagi semua makhluk hidup di Bumi. Tidak ada zat lain yang dapat menggantikan fungsi air dalam kehidupan. Fungsi utama dan paling penting dari air adalah sebagai air minum (Chairunnisa et al., 2022). Air minum diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air dalam tubuh manusia. Menurut Notoadmodjo, sekitar 55-60% berat badan orang dewasa terdiri dari air. Untuk anak-anak, persentasenya sekitar 65%, dan untuk bayi sekitar 80% (Notoatmodjo, S, 2012). Selain itu Penggunaan air oleh manusia sangatlah beragam, meliputi kebutuhan rumah tangga, industri, pertanian, perikanan, dan berbagai keperluan lainnya (Akbar et al., 2015). Dengan begitu banyaknya dan pentingnya air bagi kehidupan makhluk hidup maka salahsatu yang perlu diperhatikan dalam kandungan air adalah ada tidaknya zat kima berbahaya yang terkandung didalamnya seperti alumunium, barium, klorium, mangan, tembaga, fluorida, timbal, kromium, kadmium, besi dan lain-lain.

Besi merupakan unsur logam yang sangat penting dan berlimpah di bumi. Berada di posisi kedua sebagai logam paling banyak ditemukan, besi juga merupakan logam berat yang paling melimpah di kerak bumi, dengan proporsi lebih dari 85%. Kandungan besinya pun tidak merata, dan berbeda-beda tergantung kedalamannya (Bolm, 2009; Dmitry, 2019; Swain et al., 2022).

Kadar besi (Fe) dalam air sumur merupakan salah satu parameter yang penting dalam menentukan kualitas air. Meskipun besi adalah logam yang berlimpah dan memiliki banyak manfaat, ia memiliki kelemahan yaitu mudah berkarat. Karat merupakan kerusakan pada material yang diakibatkan oleh faktor lingkungan, seperti lingkungan asam, embun, air tawar, air laut, air danau, air sungai, dan air tanah (Mastiani et al., 2018). Kadar besi yang tinggi dalam air sumur dapat menyebabkan kesehatan buruk bagi masyarakat yang menggunakan air tersebut. Peningkatan kandungan zat besi dalam air memiliki efek yang merugikan bagi penggunaan air di perkotaan, mesin industri, pertanian, dan kesehatan manusia (Hossain et al., 2023).

Dibandingkan dengan orang dewasa, anak-anak dan bayi baru lahir lebih rentan terhadap efek kontaminan (Wu and Sun, 2016). Paparan zat besi yang berlebihan dapat meningkatkan risiko terkena penyakit termasuk Parkinson, Huntington, penyakit kardiovaskular, hiperkeratosis, diabetes mellitus, perubahan pigmentasi, Alzheimer, serta masalah ginjal, hati, pernapasan, dan saraf (Ghosh et al., 2020). Selain itu, konsumsi zat besi yang tidak diinginkan juga dikaitkan dengan kelelahan, penurunan berat badan, nyeri sendi, kesulitan kognitif, dan efek pada organ seks, dan pada akhirnya dapat berdampak pada hati dan jantung, menyebabkan kerusakan pankreas, dan mengakibatkan diabetes (Berthold, 2018).

Salah satu metode untuk menurunkan kadar besi dalam air adalah filtrasi dengan arang sekam padi, terutama pada air sumur yang sampai saat ini air sumur masih banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Sekam padi memiliki nilai dan potensi tinggi sebagai sumber silika biogenik untuk aplikasi biomedis. Hal ini dikarenakan sekam padi merupakan bahan biomassa pertanian yang berlimpah dan murah dibandingkan sumber silika lainnya (Athinarayanan et al., 2015; Omatola and Onojah, 2012). Sekam padi, dengan karakteristik keras dan abrasif, memiliki kemampuan penyerapan yang lebih tinggi dibandingkan material lain. Kandungan lignin yang tinggi dan 87%-95% silikon dioksida (SiO<sub>2</sub>) pada sekam padi menjadi faktor utama kemampuannya dalam menyerap zat (Fatah and

Umardani, 2021; Kalapathy et al., 2000; Suryani et al., 2022; Wollschlager, n.d.). Selain itu Sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai media penyaringan air karena memiliki luas permukaan eksternal yang besar. Luas permukaan ini memungkinkan sekam padi untuk menjebak hingga 95% kekeruhan dan bakteri yang terdapat dalam air (Anjitha.A, 2016).

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas arang sekam pada dalam menurunkan kadungan besi (Fe) dalam air sumur. Penelitian ini berpotensi menjadi solusi untuk membersihkan dan mengelola air yang tercemar besi. Selain itu, penelitian ini juga dapat membantu melindungi kesehatan masyarakat dan mendorong pembuatan kebijakan yang berdasarkan bukti ilmiah dan hemat biaya.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan *pretest-posttest with control group*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kampus B Politeknik Kesehatan Kemenkes Ternate Jurusan D-III Kesehatan Lingkungan. Populasi penelitian ini adalah air sumur di Kelurahan sangadji. Sampel penelitian diambil secara acak sebanyak 30 sampel. Data dikumpulkan dengan cara melakukan uji kadar Fe air sumur sebelum dan setelah filtrasi dengan arang sekam padi serta Pengamatan terhadap perubahan warna dan rasa air. Sampel yang mengandung zat besi akan dilakukan *system filtrasi* dengan arang sekam padi dengan 3 kali pengulangan. Kemudian data disajikan dalam bentuk tabel. Adapun alat dan bahan yang digunakan diantaranya, arang sekam padi, air sumur, alat ukur kadar Fe, tabung reaksi, pipet, beaker glass, Erlenmeyer, Spektrofotometer UV-Vis.

## HASIL

Hasil pemeriksaan kadungan besi (Fe) pada air sumur dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 1.** Hasil Pemeriksaan Kadar besi (Fe)

No	Sampel	Kadar Besi (Fe)	Keterangan
1	RT 1/RW 2	-	Negatif
2	RT 1/RW 2	-	Negatif
3	RT 2/RW 1	-	Negatif
4	RT 2/RW 1	-	Negatif
5	RT 2/RW 1	-	Negatif
6	RT 2/RW 1	-	Negatif
7	RT 2/RW 1	-	Negatif
8	RT 3/RW 1	-	Negatif
9	RT 3/RW 1	-	Negatif
10	RT 3/RW 1	-	Negatif
11	RT 3/RW 1	-	Negatif
12	RT 3/RW 1	-	Negatif
13	RT 3/RW 1	-	Negatif
14	RT 3/RW 1	-	Negatif
15	RT 3/RW 1	-	Negatif
16	RT 3/RW 1	-	Negatif
17	RT 3/RW 1	-	Negatif
18	RT 3/RW 1	-	Negatif
19	RT 3/RW 1	-	Negatif
20	RT 3/RW 1	-	Negatif
21	RT 3/RW 2	-	Negatif
22	RT 3/RW 2	-	Negatif
23	RT 3/RW 2	-	Negatif

24	RT 8/RW 1	-	Negatif
25	RT 8/RW 1	2 mg/l	Positif
26	RT 8/RW 1	-	Negatif
27	RT 8/RW 1	-	Negatif
28	RT 8/RW 1	-	Negatif
29	RT 8/RW 1	-	Negatif
30	RT 8/RW 1	-	Negatif

Sumber: Data Primer, 2024

Berdasarkan tabel 1 dari hasil pengujian sampel air yang sebelum dilakukan perlakuan filtrasi telah dilihat bahwa di Kelurahan Sangaji terdapat satu sumur yaitu RT8/RW1 sarana sumur gali mengandung kadar besi (Fe) tertinggi yang dihasilkan sebesar 2 mg/l, nilai tersebut termasuk nilai yang melebihi nilai ambang batas yaitu 1 mg/l berdasarkan Permenkes RI No 32 Tahun 2017 (Peraturan Menteri Kesehatan RI, 2017).

Hasil pemeriksaan kadungan besi (Fe) pada air sumur yang positif mengandung besi (Fe) sebelum dan sesudah dilakukan penyaringan dengan menggunakan arang sekam padi, dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.** Hasil Pemeriksaan Kadar besi (Fe) sebelum dan sesudah disaring

No	Sampel	Hasil (Fe Mg/l) sebelum diberi perlakuan (Filtrasi)	Hasil (Fe Mg/l) Sesudah diberi perlakuan (Filtrasi)
1	Pengulangan ke -1	2	0
2	Pengulangan ke -2	2	0
3	Pengulangan ke -3	2	0

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 2 dari 3 kali pengulangan sebelum dilakukan filtrasi, didapatkan kandungan besi (Fe) sebesar 2 Mg/l dan sedangkan setelah dilakukan filtrasi terjadi penurunan kandungan besi (Fe) menjadi 0 Mg/l.

## PEMBAHASAN

Penurunan kadar besi (Fe) menunjukkan bahwa arang sekam padi efektif dalam menurunkan kadar Fe dalam air sumur. Hal ini disebabkan oleh adanya pori-pori dan permukaan luas pada arang sekam padi yang dapat mengadsorpsi Fe melalui proses fisika dan kimia (Muntu and Alfajri, 2021). Penelitian (Riskawati et al., 2019) sejalan dengan penelitian ini. Dalam penelitian mereka, arang sekam padi digunakan untuk mengolah zat besi (Fe) pada air sumur bor. Penelitian tersebut menggunakan metode adsorpsi dengan variasi berat arang sekam padi. Hasilnya, kadar Fe dapat diturunkan hingga 82%. Penelitian ini menunjukkan hasil yang serupa dengan penelitian (Muntu and Alfajri, 2021) yang mendapatkan hasil dari penggunaan arang sekam padi terbukti efektif dalam menurunkan kadar zat besi (Fe) pada air sumur gali. Rata-rata penurunan kadar Fe mencapai 100%, menunjukkan bahwa arang sekam padi mampu menghilangkan seluruh kandungan Fe dalam air. Penelitian ini berbeda dengan penelitian (Aini et al., 2020; Roni and Yuliwati, 2020) yang menemukan tidak ada perbedaan bermakna pada penggunaan arang sekam padi dalam menurunkan kadar besi (Fe) pada air.

Penggunaan arang sekam padi terbukti efektif dalam menurunkan kadar zat besi (Fe) pada air sumur gali hingga mencapai 0 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa arang sekam padi efektif dalam menurunkan kadar Fe sehingga air sumur gali yang difiltrasi dengan arang sekam padi memenuhi standar baku mutu air bersih sesuai Permenkes No. 32 Tahun 2017, di mana

kadar Fe yang diizinkan pada air bersih maksimal 1,0 mg/L. Hal ini disebabkan oleh komposisi arang sekam padi yang kaya akan silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan karbon (zat arang). Kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang tinggi (15-20%) dan abu (17-20%) dengan 90-98% silika, serta karbon (zat arang) 1,33%, berperan penting dalam proses adsorpsi zat besi dari air sumur gali (Hadiutomo, 2019).

Kandungan besi dalam air yang melebihi ambang batas dapat menimbulkan dampak negatif seperti menimbulkan bau, warna kuning kuning pada air, pengendapan pada pipa, dan menimbulkan penyakit (Siahaan, 2019).

Pada air permukaan, kandungan besi yang lebih besar dari 1 mg/L jarang ditemukan, namun pada air tanah kandungan besi dapat ditemukan dengan kandungan yang tinggi. Kandungan besi yang tinggi dapat dilihat pada peralatan dapur dan dan kain yang bernoda bercak-bercak besi berwarna merah kecoklatan (Munthe et al., 2018). Zat besi yang terdapat dalam air sumur dapat menyebabkan iritasi kulit, kolera, diare, penyakit saluran cerna, bahkan hingga nekrosis hemoragik dan pengelupasan area mukosa di perut dengan perluasan ke submukosa jika terkena atau diminum, selain itu, zat besi dapat menyebabkan gangguan sistem pernapasan seperti seperti batuk, lemas, sesak napas, edema paru, bronkopneumonia dan methemoglobinaemia dan sianosis (Aruan, 2020).

Terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan tingginya kadar besi dalam air sumur. Salah satunya adalah rembesan air dari bekas pembuangan limbah industri di sekitar pemukiman yang mencemari tanah dan air tanah. Faktor lainnya adalah pencemaran air tanah dangkal akibat limpasan permukaan dan kualitas badan air di sekitarnya yang buruk (Fahmi and Evayanti, 2021; Rivai and N, 2019).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Air sumur gali di Kelurahan Sangaji umumnya memiliki kualitas yang baik, dengan kadar besi (Fe) yang memenuhi syarat Baku Mutu Air Minum (Permenkes No. 32 Tahun 2017). Hal ini terlihat dari 30 sampel yang diuji, hanya satu sampel yang memiliki kadar Fe melebihi ambang batas. Penggunaan penyaringan air dengan media arang sekam padi terbukti efektif dalam menurunkan kadar Fe air sumur gali. Penyaringan ini mampu menurunkan kadar Fe hingga di bawah 1 mg/l, sehingga air sumur gali aman untuk dikonsumsi. Penelitian ini menunjukkan bahwa penyaringan pasir cepat dengan media arang sekam padi dapat menjadi solusi yang tepat untuk meningkatkan kualitas air sumur gali di Kelurahan Sangaji.

Saran yang diberikan dari hasil penelitian yaitu penerapan penyaringan air dengan media arang sekam padi direkomendasikan untuk diterapkan di masyarakat Kelurahan Sangaji sebagai upaya meningkatkan kualitas air sumur gali. Pemantauan berkala terhadap kadar Fe dan kekeruhan air sumur gali perlu dilakukan untuk memastikan kualitas air tetap terjaga. Pemerintah dan pihak terkait perlu melakukan sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat tentang pentingnya menjaga kualitas air sumur gali dan cara-cara sederhana untuk meningkatkan kualitas air.

## DAFTAR PUSTAKA

Aini, S.N., Triyantoro, B., Abdullah, S., 2020. Pengaruh Variasi Berat Arang Sekam Padi Sebagai Media Adsorben Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Di Banyumas. *Kesling* 39, 31-39. <https://doi.org/10.31983/keslingmas.v39i1.4619>

- Akbar, A., Said, I., Diah, A.W.M., 2015. Efektifitas Biji Kelor (*Moringa Oleifera* Lamk) sebagai Koagulan Besi (Fe) dan Kalsium (Ca). *Jurnal Akademika Kimia* 4, 64-70.
- Anjitha.A, D.G., 2016. Comparative Study Using Rice Husk and Its Ash as Natural Coagulants in Waste Water Treatment 7.
- Aruan, D.G.R., 2020. Analisa Kadar Besi (Fe) Air Sumur Bor Di Jalan Bakti Luhur Kelurahan Dwikora Medan. *JURNAL ANALIS LABORATORIUM MEDIK* 5, 10-12.
- Athinarayanan, J., Periasamy, V.S., Alhazmi, M., Alatiah, K.A., Alshatwi, A.A., 2015. Synthesis of biogenic silica nanoparticles from rice husks for biomedical applications. *Ceramics International* 41, 275-281. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2014.08.069>
- Berthold, E., 2018. Iron overload: too much of a good thing [WWW Document]. Curious. URL <https://www.science.org.au/curious/people-medicine/iron-overload-too-much-good-thing> (accessed 3.29.24).
- Bolm, C., 2009. A new iron age [WWW Document]. URL <https://www.nature.com/articles/nchem.315> (accessed 3.29.24).
- Chairunnisa, Zulfikar, Aditama, W., PS, B.A., Khairunnisa, 2022. The Effect of Rice Husk Charcoal on the Reduction of Iron Levels (Total Fe) in Dug Well Water in Lhong Raya Village, Banda Raya District, Banda Aceh City 1.
- Dmitry, P., 2019. Iron and Its Compounds in the Earth's Core: New Data and Ideas. *Geochemistry International* 57, 941-955. <https://doi.org/10.1134/S0016702919090088>
- Fahmi, M.A., Evayanti, R., 2021. Analisis Laju Infiltrasi Tanah Dangkal pada Sub-DAS Pelangan kKbupaten Lombok Barat. *JURNAL HANDASAH* 1, 6-12.
- Fatah, R., Umardani, Y., 2021. Karakterisasi Abu Sekam Padi (Rice Husk Ash) Hasil Pembakaran Sekam Padi 9.
- Ghosh, G.C., Khan, Md.J.H., Chakraborty, T.K., Zaman, S., Kabir, A.H.M.E., Tanaka, H., 2020. Human health risk assessment of elevated and variable iron and manganese intake with arsenic-safe groundwater in Jashore, Bangladesh. *Scientific Reports* 10, 5206. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62187-5>
- Hadiutomo, K., 2019. Membangun Kawasan Persawahan Padi Modern. IPB Press.
- Hossain, M.A., Haque, M.I., Parvin, M.A., Islam, M.N., 2023. Evaluation of iron contamination in groundwater with its associated health risk and potentially suitable depth analysis in Kushtia Sadar Upazila of Bangladesh. *Groundwater for Sustainable Development* 21, 100946. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2023.100946>
- Kalapathy, U., Proctor, A., Shultz, J., 2000. A simple method for production of pure silica from rice hull ash. *Bioresource Technology* 73, 257-262. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(99\)00127-3](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(99)00127-3)
- Mastiani, N., Amalia, V., Rosahdi, T.D., 2018. Potensi Penggunaan Tempurung Kelapa sebagai Adsorben Ion Logam Fe(III). *al Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan* 5, 42-47. <https://doi.org/10.15575/ak.v5i1.3731>
- Munthe, S.A., Manurung, J., Marbun, R., 2018. Analisa Penurunan Kadar Besi (Fe) Dengan Metode Waterfall Aerator Dan Multiple Platform Aerator. *JURNAL MUTIARA KESEHATAN MASYARAKAT* 3, 125-135.
- Muntu, R., Alfajri, A.A., 2021. Pengaruh Arang Sekam Padi Dan Arang Tongkol Jagung Sebagai Media Adsorben Dalam Penurunan Zat Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali. Sulolipu: Media

- Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat 21, 291–301. <https://doi.org/10.32382/sulolipu.v21i2.2378>
- Notoatmodjo, S, 2012. *Health Research Methodology, Revised*. ed. Rineka Cipta Publisher, Jakarta.
- Omatola, K, Onojah, A., 2012. *Rice Husk As A Potential Source Of High Technological Raw Materials: A Review*.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI, 2017. *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum [WWW Document]*. Database Peraturan | JDIH BPK. URL <http://peraturan.bpk.go.id/Details/112092/permenkes-no-32-tahun-2017> (accessed 3.29.24).
- Riskawati, Amir, R., Herlina, 2019. Efektivitas Arang Sekam Padi Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Bor Di Desa Padangloang Kabupaten Pinrang. *Jurnal Ilmiah Manusia Dan Kesehatan* 2, 156–163. <https://doi.org/10.31850/makes.v2i1.132>
- Rivai, A., N, S., 2019. Hubungan Kandungan Nitrat (NO<sub>3</sub>) Dan Nitrit (NO<sub>2</sub>) Pada Air Lindi Dengan Kualitas Air Sumur Gali Di Kel.Bangkala Kec.Manggala Kota Makassar Tahun 2017. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat* 17, 1–10. <https://doi.org/10.32382/sulolipu.v17i2.791>
- Roni, K.A., Yuliwati, E., 2020. *Adsorption Analysis of Active Carbon From Rice Husk And Kepok Banana Peel To The Ogan River Water* 7.
- Siahaan, M.A., 2019. Analisis Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali Penduduk Wilayah Kompleks Rahayu Kelurahan Mabar Hilir Kecamatan Medan Deli Kota Medan. *Jurnal Kimia Saintek dan Pendidikan* 3, 19–22.
- Suryani, M.Y., Paramita, A., Susilo, H., Maharsih, I.K., 2022. Analisis Penentuan Kadar Besi (Fe) dalam Air Limbah Tambang Batu Bara Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. *Indonesian Journal of Laboratory* 5, 7–15. <https://doi.org/10.22146/ijl.v0i0.72451>
- Swain, S., Taloor, A.K., Dhal, L., Sahoo, S., Al-Ansari, N., 2022. Impact of climate change on groundwater hydrology: a comprehensive review and current status of the Indian hydrogeology. *Appl Water Sci* 12, 120. <https://doi.org/10.1007/s13201-022-01652-0>
- Wollschlager, J., n.d. *Reactive Molecular Beam Epitaxy of Iron Oxide Films: Strain, Order, and Interface Properties*. *Encyclopedia of Interfacial Chemistry: Surface Science and Electrochemistry* 1, 284–296. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409547-2.14173-3> Get rights and content
- Wu, J., Sun, Z., 2016. Evaluation of Shallow Groundwater Contamination and Associated Human Health Risk in an Alluvial Plain Impacted by Agricultural and Industrial Activities, Mid-West China. *Exposure and Health*, 8, 311-329. - References - Scientific Research Publishing. *Exposure and Health* 8, 311–329.