

PENGARUH URBAN SPRAWL TERHADAP KUALITAS AIR TANAH DI DAERAH BAGIAN UTARA KOTA SEMARANG

Firza Syarif Zahra^{1*}, Miftachurahma Widanirmala¹, Joesron Alie Syahbana²

¹Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro Semarang,

²Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang

Jurnal Riptek

Volume 14 No. 1 (44 – 49)

Tersedia online di:

<http://ripteck.semarangkota.go.id>

Info Artikel:

Diterima: 19 Juni 2020

Direvisi: 18 Juli 2020

Disetujui: 2 Agustus 2020

Tersedia online: 16 Agustus 2020

Kata Kunci:

Urban Sprawl, Kualitas, Air tanah, Semarang

Korespondensi penulis:

firzasyarif@gmail.com*

Abstract.

Urban sprawl has become a problem for many rapidly developing regions whose population growth is out of control so that urban areas experience unplanned urbanization. Extensive development in the northern area of the city of Semarang will lead to high utilization of groundwater resources, which can reduce the quality of groundwater which is one of the sources of clean water in urban areas. Urban Sprawl needs to be controlled and one of the efforts in controlling it is by mapping its distribution and knowing how much influence it has on environmental quality, especially groundwater quality. The purpose of this paper is to determine the effect of urban sprawl on groundwater using a geographic information system approach. The method used in this study is the interpretation of satellite imagery using geographic information systems (GIS), the data used in this study are Landsat-7 Satellite Imagery for 2003 and Landsat-8 Satellite Imagery as well as pH and DHL measurement data on dug wells community in 2003 and 2019. From the interpretation, the results show that there has been a change in land due to the Urban Sprawl on the Built-Up Index map, which is the increase in the area of built land and vegetation land that experienced a shrinkage of 19.78% or 2,326.81 ha. Urban Sprawl does not affect groundwater quality on DHL parameters but does affect pH parameters.

Cara mengutip:

Zahra, F S; Widanirmala, M; Syahbana, J A. 2020. Pengaruh *Urban Sprawl Terhadap Kualitas Air Tanah di Daerah Bagian Utara Kota Semarang*. **Jurnal Riptek**. Vol. 14 (1): 44-49.

PENDAHULUAN

Tingginya pertumbuhan penduduk dan meningkatnya urbanisasi adalah akibat dari industrialisasi dan pembangunan ekonomi di suatu kota, hal ini ditunjukkan dengan semakin banyak kota dengan perubahan penggunaan lahan di sepanjang jalan raya dan lingkungan sekitar kota (Rai dan Saha, 2015). Perubahan penggunaan lahan yang paling jelas terlihat pada suatu kota adalah meningkatnya lahan terbangun di pinggiran kota tersebut, bertambahnya daerah yang menjadi lahan terbangun tanpa dikontrol akan menyebabkan penurunan kualitas lingkungan.

Fenomena *Urban sprawl* ditunjukkan dengan perluasan pemukiman dari daerah pusat perkotaan ke daerah dengan kepadatan rendah yang sebagian besar merupakan masyarakat yang bergantung pada kendaraan bermotor (Buzbee, 2000). Pada umumnya *urban sprawl* dapat diartikan sebagai tingkat kepadatan yang rendah, baik itu merupakan

kepadatan fisik suatu bangunan maupun kepadatan penduduknya. *Urban sprawl* merupakan salah satu bentuk dari pertumbuhan kota yang cenderung kearah negatif (Mujiandari, 2014).

Urban sprawl telah menjadi masalah bagi banyak daerah yang berkembang pesat mengacu pada pertumbuhan yang tidak terkendali dari daerah perkotaan akibat dari urbanisasi yang buruk atau sama sekali tidak terencana, ketidakmampuan untuk memvisualisasikan pertumbuhan dalam perencanaan, kebijakan dan dalam proses pengambilan keputusan yang telah mengakibatkan penyebaran yang tidak berkelanjutan dan tidak efisien (Noor dan Rosni, 2013).

Pengembangan yang intensif di daerah perkotaan akan menyebabkan tingginya pemanfaatan sumber daya air tanah, sehingga akan air tanah yang merupakan salah satu sumber daya air bersih memiliki risiko terkontaminasi (Aghazadeh dan

Mogaddam 2010; Esmaili dkk., 2015; Nematollahi dkk., 2016). Urbanisasi adalah proses geomorfik utama yang mempengaruhi sistem air permukaan dan airtanah (Sharp, 2010). Keberlanjutan pasokan air perkotaan adalah tantangan penting bagi lebih dari setengah populasi dunia yang berjumlah 7 miliar yang tinggal di daerah perkotaan (Howard, 2015).

Kota Semarang saat ini menghadapi banyak permasalahan lingkungan seperti degradasi kualitas air tanah, penurunan tanah, intrusi air laut, dan banjir, akibat dari eksploitasi berlebihan air tanah (Putranto dkk., 2017). Diprediksi bahwa pada tahun 2030, kota Semarang akan mengalami krisis air, ini dikarenakan kebutuhan akan air bersih oleh sektor industri pada tahun 2010 sekitar 90% air diambil dari air tanah (Susanto, 2010).

Penggunaan lahan dataran pantai dan dataran rendah di Kota Semarang didominasi oleh permukiman (Putranto, et al., 2017), dimana jumlah penduduk Kota Semarang pada tahun 2016 adalah sebesar 1.729.428 jiwa dengan pertumbuhan penduduk selama tahun 2016 sebesar 1,66% dibandingkan pada tahun 2014 yang hanya mencapai 1.572.188 jiwa (BPS Kota Semarang, 2018) ini menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan jumlah penduduk sebesar 157.240 jiwa mulai dari tahun 2016 hingga tahun 2014.

Faktor kualitas air tanah sangat penting, baik untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari tetapi juga penting untuk keperluan pertanian, industri dan sebagainya. Kualitas airtanah dipengaruhi oleh asal air tanah, pergerakan air tanah, dan lingkungan (Todd, 2005). Menurut Mahato (2018), sifat kimia airtanah yang menjadi pertimbangan dalam penentuan kualitas air tanah diantaranya adalah derajat keasaman (pH) dan daya hantar listrik (DHL).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *urban sprawl* terhadap air tanah dengan menggunakan pendekatan sistem informasi geografis dengan membandingkan citra landsat tahun 2003 dengan citra landsat tahun 2019. Fokus utama yang diamati terkait urban sprawl di Kota Semarang adalah lahan terbangun, karena lahan terbangun umumnya dianggap sebagai parameter untuk mengukur *urban sprawl* (Torrens dan Alberti, 2000; Barnes dkk., 2001; Epstein dkk., 2002).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah interpretasi Citra Satelit dengan menggunakan sistem informasi geografis (SIG), data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Citra Satelit Landsat-7

untuk tahun 2003 yang direkam pada tanggal 20 Mei 2003 dan Citra Satelit Landsat-8 untuk tahun 2019 yang direkam pada tanggal 19 November 2019, dan juga menggunakan data hasil pengukuran pH dan DHL pada sumur gali masyarakat di tahun 2003 dan tahun 2019.

Sebelum Interpretasi Citra Satelit dapat dilakukan, Citra Satelit yang telah didownload pada situs USGS kemudian dilakukan pengolahan terlebih dahulu, yaitu dengan menggunakan *Spatial Analyst Tools* pada aplikasi ArcGis 10.3. Untuk mengetahui sebaran *Urban Sprawl* di Bagian Utara Kota Semarang maka pengolahan yang dilakukan adalah dengan mengukur *Built-Up Index* pada Citra Satelit.

Untuk mendapatkan *Built-Up Index* pada Citra Satelit adalah dengan berdasarkan pendekatan *Normalized Difference Built-Up Index* (NDBI) yang dikembangkan oleh Zha dkk., (2003) dan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) (Rouse dkk., 1973). Untuk mendapatkan peta nilai dari NDBI dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

(untuk citra satelit Landsat-7)

$$NDBI = \frac{\text{band5} - \text{band4}}{\text{band5} + \text{band4}}$$

(untuk citra satelit Landsat-8)

$$NDBI = \frac{\text{band6} - \text{band5}}{\text{band6} + \text{band5}}$$

Sedangkan untuk mendapatkan peta nilai dari NDVI adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

(untuk citra satelit Landsat-7)

$$NDVI = \frac{\text{band4} - \text{band3}}{\text{band4} + \text{band3}}$$

(untuk citra satelit Landsat-8)

$$NDVI = \frac{\text{band5} - \text{band4}}{\text{band5} + \text{band4}}$$

Setelah semua peta nilai dari NDBI dan NDVI didapatkan, maka dapat dilakukan perhitungan *Built-Up Index* dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Built-Up Index} = NDBI - NDVI$$

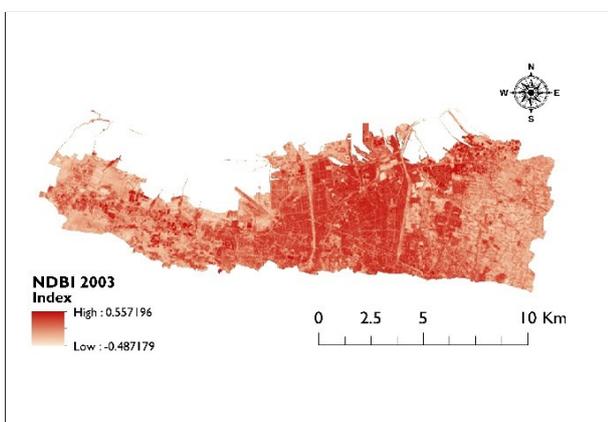
Dari peta nilai *Built-Up Index* maka kita dapat mengetahui sebaran dari *Urban Sprawl* pada wilayah utara Kota Semarang.

Pada parameter kualitas air tanah yang digunakan adalah parameter *Potential Hydrogen* (pH) dan Daya Hantar Listrik (DHL) yang telah diukur pada 30 sumur gali masyarakat yang tinggal di wilayah utara kota Semarang. Derajat keasaman air dinyatakan dengan pH. Apabila air banyak mengandung unsur H⁺ baik berasal dari kontaminan maupun dari zat terlarut maka nilai keasamannya akan semakin meningkat. Apabila air banyak mengandung unsur OH⁻ maka nilai keasamannya semakin menurun. Nilai keasaman dinyatakan dengan pH yang berkisar antara 1-14. Air yang mempunyai nilai pH <7 bersifat asam dan pH >7 bersifat basa (Suharyadi, 1984).

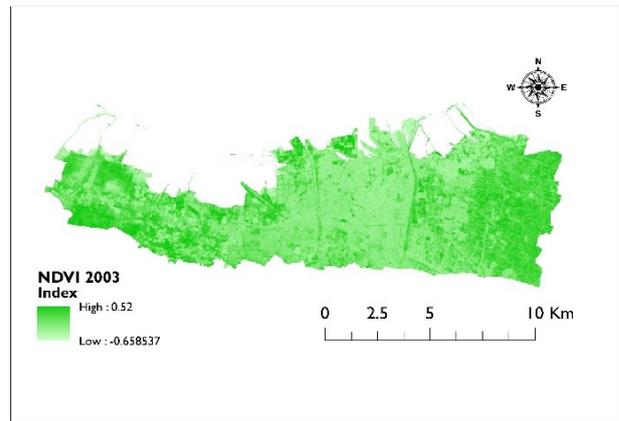
Standar derajat keasaman untuk air minum yang diperbolehkan menurut PERMENKES No. 492/MENKES/PER/IV/2010 dan WHO antara 6,5-8,5. Daya hantar listrik (DHL) merupakan kemampuan air untuk menghantarkan listrik. Garam yang terlarut dalam air akan mempengaruhi nilai daya hantar listrik. Semakin banyak garam yang terlarut, maka semakin tinggi nilai daya hantar listriknya (Suharyadi, 1984). Data pH dan DHL yang didapat kemudian diinterpretasikan kedalam suatu peta tematik yang pengolahan petanya didasarkan kepada kondisi lapangan dan hasil pengukuran kualitas air tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

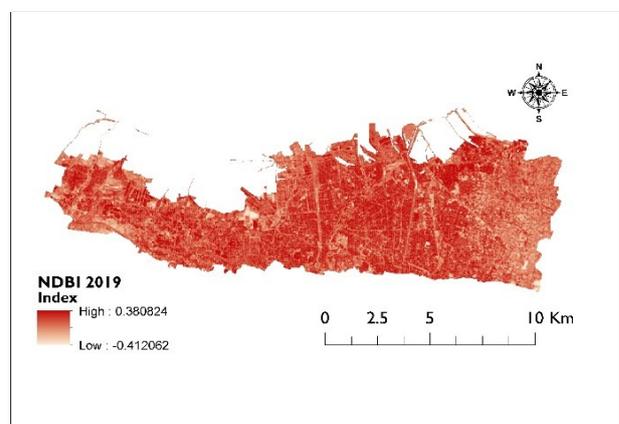
Pendekatan NDBI yang dikembangkan oleh Zha dkk. (2003) diimplementasikan sebagai kalkulasi dari band TM 3-5. Sedangkan NDVI merupakan pengembangan oleh Rouse dkk. (1973) dengan memanfaatkan band TM 4-6. Dari Pengolahan citra satelit didapatkan peta NDBI dan NDVI pada tahun 2003 dan tahun 2019 yang dapat dilihat pada gambar 1, 2, 3, dan 4.



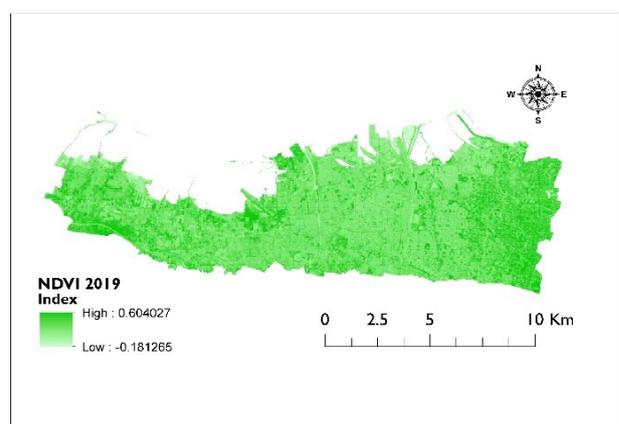
Gambar 1. Peta NDBI Tahun 2003



Gambar 2. Peta NDVI Tahun 2003



Gambar 3. Peta NDBI Tahun 2019



Gambar 4. Peta NDVI Tahun 2019

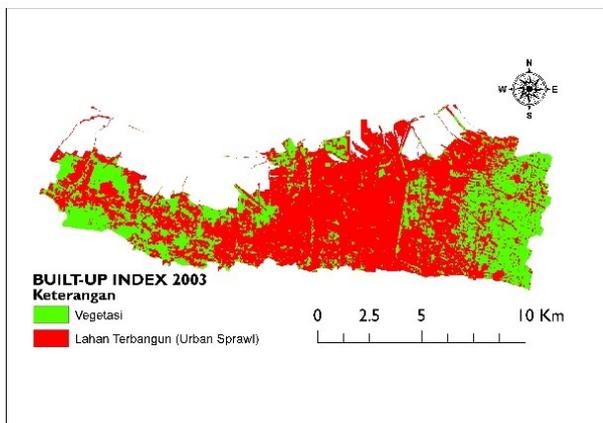
Dari hasil kalkulasi ini didapatkan hasil pada tahun 2003 NDBI yang didapat adalah -0.487179 sampai dengan 0.557196 dan tahun 2019 -0.412062 sampai dengan 0.380624, sedangkan pada peta NDVI hasil kalkulasi didapatkan pada tahun 2003 adalah -0.658537 sampai dengan 0.52 dan tahun 2019 -0.181265 sampai dengan 0.604027. Index yang dihasilkan dari kalkulasi diasumsikan bahwa nilai positif NDBI harus menunjukkan area yang dibangun

dan nilai positif NDVI adalah menunjukkan vegetasi.

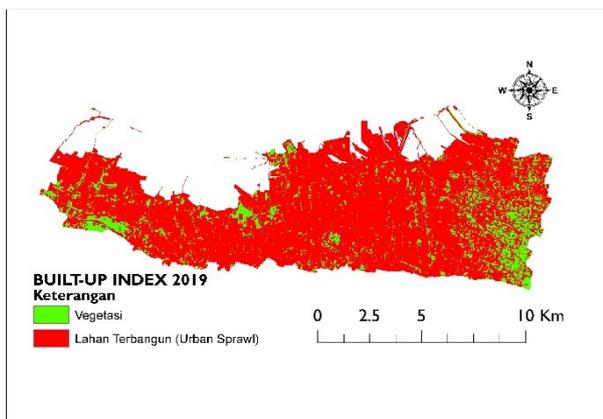
Perubahan lahan kota, disebut sebagai *urban sprawl*, memiliki efek bagi lingkungan (Bhatta dkk., 2010). Perubahan lahan yang jelas terlihat pada peta *Built-Up Index* adalah bertambahnya luasan dari lahan terbangun dan lahan vegetasi mengalami penyusutan sebesar 19,78% atau 2.326,81 ha dari tahun 2003 hingga pada tahun 2019 (lihat Tabel 1, Gambar 5 dan 6). Dapat diasumsikan bahwa kota Semarang mengalami *Urban Sprawl* sebesar 19,78% dalam jangka waktu 16 tahun.

Tabel 1. Perbandingan Luasan Tahun 2003 dan 2019

Jenis Lahan	Luasan (Ha)	Persentase
2003		
Vegetasi	3.973,02	33,78 %
Lahan Terbangun	7.789,49	66,22%
2019		
Vegetasi	1.646,21	14%
Lahan Terbangun	10.116,31	86%

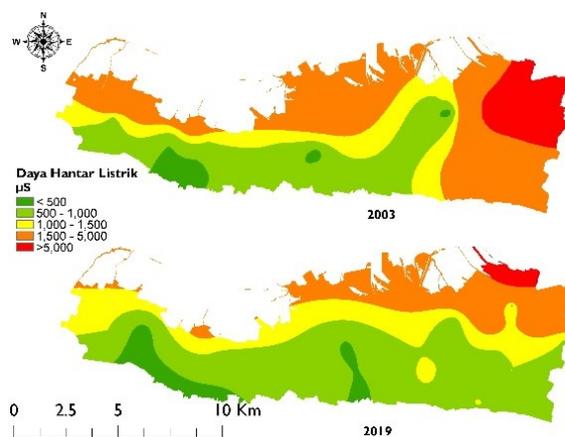


Gambar 5. Peta Built-Up Index 2003

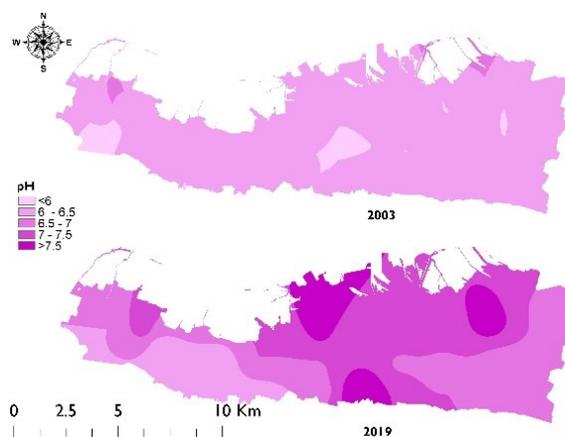


Gambar 6. Peta Built-Up Index 2019

Meskipun tidak secara kuantitatif, kita dapat melakukan penilaian (prakiraan) secara kualitatif apa yang akan terjadi pada suatu variabel jika variabel lain berubah nilainya (Solimun, 2010). Dari hasil *overlay* peta *Built-Up Index* dengan Peta Sebaran DHL dan pH, didapatkan hasil bahwa *Urban Sprawl* tidak berpengaruh terhadap kualitas air tanah yang diukur dengan DHL. Dari interpretasi peta didapatkan bahwa hasil pengukuran lapangan sebaran dan kualitas air tanah cenderung meningkat, hal ini dikarenakan faktor utama dari pengaruh tingginya DHL adalah bukan dari *Urban Sprawl* melainkan dari aktivitas pengambilan air tanah di Kota Semarang, sedangkan kualitas air tanah dengan parameter pH didapatkan pada tahun 2019 meninggi atau pH air tanah yang ada di kota Semarang semakin basa karena pH berasal dari setiap partikel atau material yang berasal dari setiap aktifitas industri atau rumah tangga serta perkebunan, sehingga dapat dikatakan *Urban Sprawl* telah mempengaruhi tingkat pH di daerah utara Kota Semarang selama 16 tahun. Peta sebaran DHL dan pH tahun 2003 dan 2019 dapat dilihat pada gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Peta Sebaran Daya Hantar Listrik (DHL) Tahun 2003 dan 2019



Gambar 8. Peta Sebaran Ph Tahun 2003 dan 2019

KESIMPULAN

Dari hasil kalkulasi ini didapatkan hasil NDBI pada tahun 2003 index yang didapat adalah -0.487179 sampai dengan 0.557196 dan tahun 2019 -0.412062 sampai dengan 0.380624, pada peta NDVI pada tahun 2003 adalah -0.658537 sampai dengan 0.52 dan tahun 2019 -0.181265 sampai dengan 0.604027. Index yang dihasilkan dari kalkulasi diasumsikan bahwa nilai positif NDBI harus menunjukkan area yang dibangun dan nilai positif NDVI adalah menunjukkan vegetasi.

Telah terjadi perubahan lahan akibat dari *Urban Sprawl* pada peta *Built-Up Index* yaitu bertambahnya luasan dari lahan terbangun dan lahan vegetasi yang mengalami penyusutan sebesar 19,78% atau 2.326,81 ha dari tahun 2003 hingga pada tahun 2019.

Urban Sprawl tidak berpengaruh terhadap kualitas airtanah pada parameter DHL namun berpengaruh pada parameter pH, karena pH merupakan hasil dari aktivitas manusia.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih yang sebesar-besarnya diucapkan kepada bapak Dr. Ir. Joesron Alie Syahbana, MSc. yang merupakan dosen pengampu mata kuliah Konservasi Sumber Daya Alam dan Lingkungan di Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro, dan makalah ini merupakan tugas mata kuliah sebagai syarat lulus mata kuliah Konservasi Sumber Daya Alam dan Lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aghazadeh, N. & Mogaddam, A. A. (2010) Investigation of hydrochemical characteristics of groundwater in the Harzandat aquifer Northwest of Iran. *Environ. Monit. Assess* 176, 183–195.
- Barnes K.B., Morgan III, J.M., Roberge, M.C., Lowe, S., (2001) *Sprawl Development: Its Patterns, Consequences, and Measurement*. Towson University, Towson.
- Bhatta, B., Saraswati, S. and Bandopadhyay, D. (2010). Urban Sprawl Measurement from Remote Sensing Data. *Applied Geography*, 30, 731-740.
- BPS Kota Semarang. (2018). Kota Semarang Dalam Angka Tahun 2018. Kota Semarang, Jawa Tengah.
- Buzbee, William W. (2000). *Sprawl's political-economy and the case for a Metropolitan Green Space Initiative*. *The Urban Lawyer*, 32 (3), 367–390.
- Epstein, J., Payne, K., Kramer, E., (2002). Techniques for mapping suburban sprawl. *Photogrammetr. Eng. Remote Sens.* 63 (9), 913–918.
- Esmaeili, V., Rasa, M., Amiri, V., Yazdi, M. & Pazand, K. (2015). Evaluation of groundwater quality and assessment of scaling potential and corrosiveness of water samples in Kadkan aquifer Khorasan-e Razavi Province Iran. *Environ. Monit. Assess* 187,53.
- Howard, K. W. F., (2015). Sustainable cities and the groundwater governance challenge. *Environ. Earth Sci.* 73, 2543–2554.
- Mahato S., Mahato A., Karna, Pankaj K., dan Balmik, N. (2018). Investigating aquifer contamination and groundwater quality in eastern Terai region of Nepal. *BMC Res Notes* (2018) 11:321.
- Mujiandari, R., (2014). Perkembangan Urban Sprawl Kota Semarang pada Wilayah Kabupaten Demak Tahun 2001-2012. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*. Volume 2(2). pp. 129-142.
- Nematollahi, M. J., Ebrahimi, P., Razmara, M. & Ghasemi, A. (2016). Hydrogeochemical investigations and groundwater quality assessment of Torbat-Zaveh plain, Khorasan Razavi, Iran. *Environ. Monit. Assess* 188, 2.
- Noor N. M., & Rosni N. A., 2013. Determination of Spatial Factors in Measuring Urban Sprawl in Kuantan Using Remote Sensing and GIS. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Volume 85, pp. 502-512.
- Putranto, T. T., Hidajat, W. K. dan Susanto, N. (2017). Developing groundwater conservation zone of unconfined aquifer in Semarang, Indonesia. in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, p. 12011.
- Rai, S.C. & Saha, A. K. (2015). Impact of urban sprawl on groundwater quality : a case study of Faridabad city, National Capital Region of Delhi. *Arab. J. Geosci.* 8, pp. 8039–8045.
- Rouse Jr, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W., (1973). Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation.
- Sharp, Jack. (2010). The impacts of urbanization on groundwater systems and recharge. *Aqua Mundi*. 1. 51-56. 10.4409/Am-004-10-0008.
- Solimun. (2010). Analisis Variabel Moderasi Dan Mediasi. Malang: Program Studi Statistika FMI-PA-UB.
- Sudaryanto dan Wibawa, S. 2013. Sejarah Perkembangan Kota Semarang (Jawa Tengah) di Masa Lalu dan Dampak Kehadiran Polutan Nitrat Pada Airtanah di Masa Kini, *Riset Geologi*

- dan Pertambangan, 23(1), pp. 25–36.
- Susanto, A. (2010). Strategi Konservasi Pemanfaatan Air Tanah Sebagai Sumber Air Bersih Di Kota Semarang Yang Berkelanjutan. Semnas Nasional FMIPA-UT. Semarang. pp. 1–11.
- Todd, D. K. (1985) Groundwater Hydrology. 3rd edn. Edited by L. W.Mays. Arizona: John Wiley & Sons Inc.
- Torrens, P.M., Alberti, M., (2000). Measuring sprawl. Working paper no. 27, Centre for Advanced Spatial Analysis, University College, London.
- Zha, Y., Gao, Y. and Ni, S., (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. International Journal of Remote Sensing, 24, pp.583–594.