

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PENCEMARAN NITRAT (NO₃) PADA AIR SUMUR GALI DI KAWASAN PERTANIAN DESA TUMPUKAN KECAMATAN KARANGDOWO KABUPATEN KLATEN

Sinta Nugraheni Dewi, Tri Joko, Nikie Astorina Yunita Dewanti
Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro
Email: sintand@gmail.com

Abstract : *In amount of 67.69% Tumpukan village is an agricultural area where has been contribute nitrate in the groundwater through fertilization activity. The use of urea fertilizer in Indonesia 400-600 kg urea / ha, it exceeds the government's recommendation (200-260 kg urea / ha). The aims of this research is to determine the risk level of exposure nitrate in Tumpukan Village. The research uses a descriptive observational with design study cross sectional and field study ARKL approach. The analysis of data use ARKL method (hazard identification, dose-response analysis, exposure analysis and risk characteristics). The object of population is all wells in the Tumpukan village and the subjects of population are people who use wells for drinking water . The sample object of research is 16 wells were used as sources of drinking water with a distance <50 meters from the area of agriculture and the sample subjects were 89 respondents who use the sample object as sources of drinking water. The results showed an average weight, rate, nitrate's concentration is 52.59 kg and 1.89 liter, 21,26 mg/L. There are nine respondents (10.1%) which have RQ> 1. The conclusion is the risk of nitrate exposure in Tumpukan village is quite low (10.1% of research subjects who are at risk of health problems noncarcinogenic), the risk will appear in the next 10 years for children and 52 years for Adult. The suggestions are farmers can fertilize with organic and inorganic N fertilizer in a balanced way and conducted with the dose and the right time.*

Key words : *Environmental Health Risk Assesment, Agricultural, Nitrate*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara agraris dimana kegiatan pertanian dapat memberikan dukungan perekonomian. Selain itu ternyata kegiatan pertanian dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan. Beberapa polutan dihasilkan dari kegiatan pertanian salah satunya polutan nitrat. *Non point sources* nitrat yang berasal dari kegiatan pertanian yaitu pupuk kimia, pupuk kandang, dan tanaman polongan.⁽¹⁾

Pemakaian pupuk secara intensif mengakibatkan peningkatan nitrat dalam tanah dan air.⁽²⁾ Dari data Pupuk Indonesia diketahui bahwa tonase penjualan tertinggi pupuk bersubsidi dari tahun 2010 hingga 2013 adalah pupuk urea, mengalahkan penjualan pupuk jenis ZA, SP-36, NPK, dan organik dengan jumlah penjualan sebesar 4.279.000 ton pada tahun 2010, 4.585.000 ton pada tahun 2011, 4.156.000 ton pada tahun 2012, dan 3.893.000 ton pada tahun 2013.⁽³⁾ Dosis pemberian pupuk yang cukup tinggi di petani saat ini ada yang mencapai 400–600 kg urea/ha di atas rekomendasi pemerintah sebesar 200–260 kg urea/ha.⁽⁴⁾

Salah satu faktor kontaminasi nitrat dalam sumur yaitu jarak sumur dengan sawah. Jarak antara sumur sebagai penyedia air bersih dan sawah yang direkomendasikan minimum sekitar 50 m, radius nitrat yang terbawa aliran air tanah mencapai 10 sampai 150 m tergantung jumlah konsentrasi nitrat yang mencemari, jenis dan prositasi tanah.⁽⁵⁾

Nitrat dapat menyebabkan sindrom bayi biru atau *methemoglobinemia* pada bayi. Penyakit *methemoglobinemia* mempengaruhi kemampuan sel

darah untuk membawa oksigen ke tubuh. Selain itu, paparan nitrat yang rendah selama bertahun-tahun bisa menyebabkan jenis kanker tertentu seperti kanker sistem pencernaan, lambung, kerongkongan, paru-paru, usus, kandung kemih, indung telur, testis, saluran urogenital dan *non hodgkins lymphoma*.⁽⁶⁾

Desa Tumpukan merupakan salah satu desa di Kecamatan Karangdowo Kabupaten Klaten yang sebesar 67,69% wilayahnya berupa lahan pertanian. Hasil uji penelitian mengenai pencemaran limbah domestik dan pertanian terhadap air tanah bebas di Kabupaten Bandung menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat tertinggi berada wilayah Pangalengan yang merupakan daerah pertanian yaitu di titik KB-08 dan KB-09, masing-masing sebesar 38,07 mg/L dan 40,57 mg/L.⁽⁷⁾ Data monografi tahun 2015 menunjukkan bahwa wilayah Desa Tumpukan memiliki 108 sumur dan sebanyak 421 kepala keluarga yang menggunakan air sumur gali sebagai air bersih.

Analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) dapat digunakan untuk menilai tingkat risiko paparan nitrat terhadap kesehatan. ARKL merupakan pendekatan yang digunakan untuk melakukan penilaian risiko kesehatan di lingkungan dengan *output* adalah karakterisasi risiko (dinyatakan sebagai tingkat risiko) yang menjelaskan apakah agen risiko/parameter lingkungan berisiko terhadap kesehatan masyarakat atau tidak.⁽⁸⁾

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui analisis risiko kesehatan lingkungan pencemaran nitrat (NO₃) pada air sumur gali di Kawasan Pertanian Desa Tumpukan Kecamatan Karangdowo Kabupaten Klaten.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian obeservasional deskriptif dengan desain *cross sectional* dan metode *field study* pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *Purposive sampling* atau pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan.

Populasi Objek dalam penelitian ini adalah seluruh sumur gali di Desa Tumpukan sebanyak 108 sumur gali. Populasi subjek dalam penelitian ini adalah masyarakat Desa Tumpukan yang menggunakan air sumur gali sebagai sumber air bersih sebanyak 421 KK.

Sampel objek dalam penelitian ini yaitu 16 sumur gali yang berjarak >50 meter dengan kawasan pertanian dan digunakan sebagai sumber air minum. Sedangkan sampel subjek penelitian yaitu 89 orang yang menggunakan sampel objek sebagai sumber air minum.

Analisis yang dilakukan dalam penelitian adalah analisis univariat yang digunakan untuk mendeskripsikan variabel dengan menyajikan tabel distribusi frekuensi. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan dilakukan melalui 4 tahap yaitu Identifikasi bahaya untuk mengidentifikasi bahaya yang *risk agent* NO₃. Tahap kedua adalah analisis dosis respon yaitu menentukan dosis referensi dari NO₃. Tahap selanjutnya analisis pajanan dengan menghitung asupan dimana perolehan hasil asupan non karsinogenik adalah dengan membandingkan antara Konsentrasi NO₃ (C), laju asupan (R), frekuensi pajanan tahunan (fE), durasi pajanan (Dt) dengan berat badan pekerja (Wb) serta periode waktu terpapar (t_{avg}). Tahap terakhir adalah karakteristik risiko dengan

membandingkan antara hasil perhitungan asupan kimia dengan dosis referensi (RfD).⁽⁸⁾

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Umur Subjek Penelitian

Tabel 1 Distribusi Umur Subjek Penelitian

| Umur (Tahun) | Frekuensi (Orang) | Persentase (%) |
|---------------|-------------------|----------------|
| Anak-anak ≤16 | 20 | 22,5 |
| Dewasa >16 | 69 | 77,5 |
| Total | 89 | 100 |

Penggolongan umur digunakan dalam perhitungan *intake* dimana golongan anak-anak menggunakan durasi pajanan *lifetime* 6 tahun dan untuk golongan dewasa menggunakan durasi pajanan *lifetime* 30 tahun.

Umur mempengaruhi daya tahan tubuh terhadap penyakit maupun pajanan toksik/ bahan kimia. Berdasarkan kurva kematian pada golongan-golongan umur di Indonesia, seperti huruf U yang artinya kematian terbanyak terdapat pada golongan bayi dan anak kemudian lanjut usia (golongan masyarakat yang paling rentan penyakit).⁽⁹⁾ Rata-rata umur subjek penelitian sebesar 35,92 tahun bukan termasuk dalam golongan umur yang rentan penyakit. Namun pada nilai minimum dan maksimum umur subyek yaitu 2 tahun dan 70 tahun merupakan umur yang paling rentan atau berisiko terhadap pajanan nitrat.

B. Konsentrasi NO₂

Tabel 2. Konsentrasi NO₂

| Sampel | Konsentrasi Nitrat (mg/L) | Jarak Sumur (m) |
|--------|---------------------------|-----------------|
| S1 | 21,3 | 20,70 |
| S2 | 10,5 | 36,62 |
| S3 | 27,6 | 7,39 |
| S4 | 19,9 | 12,24 |

| Sampel | Konsentrasi Nitrat (mg/L) | Jarak Sumur (m) |
|--------|---------------------------|-----------------|
| S5 | 13,8 | 22,22 |
| S6 | 26,9 | 6,54 |
| S7 | 31,5 | 10,24 |
| S8 | 20,3 | 12,45 |
| S9 | 54,7 | 19,30 |
| S10 | 23,5 | 13,92 |
| S11 | 19,3 | 11,64 |
| S12 | 23,9 | 18,76 |
| S13 | 5,2 | 16,54 |
| S14 | 6,8 | 15,46 |
| S15 | 21,8 | 11,90 |
| S16 | 13,2 | 12,61 |

Rata-rata konsentrasi nitrat yaitu 21,26 mg/L dan nilai maksimum konsentrasi nitrat yaitu 54,7 mg/L. Rata-rata konsentrasi nitrat tidak setinggi seperti penelitian Nur Sehadijaya tahun 2013 yaitu pada sumur di jarak < 50 meter dari pertanian diperoleh kandungan nitrat berkisar antara 36,2 mg/L–47,2 mg/L.⁽³¹⁾ Namun untuk nilai maksimum hasil pengukuran konsentrasi nitrat melebihi ambang batas Permenkes nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 yaitu 50 mg/L.

Perbedaan konsentrasi nitrat dapat disebabkan karena adanya kegiatan selain dari pertanian yang menghasilkan sumber nitrat. Sumber-sumber nitrat dalam air dari aktivitas manusia antara lain pupuk, produksi pakan ternak hewan, sistem septik, *lagoon* pengolahan air limbah, limbah hewan, limbah industri, dan limbah pengolahan makanan.⁽¹⁰⁾ Untuk besarnya konsentrasi nitrat dapat dipengaruhi oleh umur sumur gali yang rata-rata sudah berusia tua sehingga terjadi akumulasi nitrat dari pemupukan sepanjang tahun. Sesuai penelitian I Wayan Jana dkk tahun 2014 bahwa pemupukan sepanjang tahun dapat menyebabkan terjadinya akumulasi

daripada unsur-unsur kimia yang terkandung dalam pupuk yang digunakan oleh petani. Akumulasi dapat terjadi pada tanah dan air irigasi tersebut.⁽¹¹⁾

Pada penelitian ini subjek penelitian yang mengonsumsi air sumur gali dengan konsentrasi nitrat di atas ambang batas (>50 mg/L) berisiko terhadap dampak kesehatan pajanan nitrat. Hal ini ditunjukkan dari hasil perhitungan RQ yaitu semua subjek penelitian yang menggunakan sumur dengan hasil konsentrasi maksimum (54,7 mg/L) memiliki risiko dengan $RQ > 1$

C. Pola Pajanan dan Antropometri Subjek Penelitian

Nilai variabel berat badan orang dewasa dan anak-anak dalam estimasi risiko yaitu 58,51 kg dan 31,15 kg. Nilai berat badan orang dewasa dan anak-anak tersebut lebih besar dari berat badan orang dewasa Asia dan anak-anak menurut EPA yaitu 55 kg dan 15 kg. Namun nilai berat badan penelitian ini lebih kecil daripada nilai berat badan yang digunakan pada penelitian Su Xiosi dkk tahun 2013 yaitu 59 kg untuk orang dewasa di pedesaan dan 34 kg untuk anak-anak.⁽¹²⁾

Untuk laju asupan terdapat 15 (21,7%) subjek dewasa dan 10 (50%) subjek anak memiliki laju asupan yang lebih besar dari dari EPA yaitu rata-rata laju asupan dewasa setiap harinya sebesar 2 liter dan rata-rata laju asupan anak-anak 1 liter.⁽⁸⁾ Nilai variabel laju asupan dalam estimasi risiko untuk orang dewasa dan untuk anak-anak yaitu 2,06 liter/hari dan 1,3 liter/hari. Nilai tersebut lebih kecil daripada nilai laju asupan yang digunakan pada penelitian Su Xiosi dkk tahun 2013 yaitu 2,3 liter/hari untuk orang dewasa dan 1,5 liter/hari untuk anak-

anak.⁽¹²⁾ Besar dan perbedaan laju asupan pada setiap subjek penelitian dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu aktivitas atau pekerjaan, umur dan temperatur. Penelitian bening tahun 2007 menunjukkan bahwa kebutuhan cairan berbanding lurus dengan aktivitas tubuh, semakin berat aktivitas yang dikerjakan, semakin banyak pula kebutuhan cairannya.⁽¹³⁾ Penelitian Bellisle tahun 2010 membandingkan *intake* cairan antara anak-anak, remaja, dewasa dan lansia menunjukkan bahwa total *intake* cairan pada kelompok anak, remaja dan dewasa mengalami peningkatan dan menurun kembali pada kelompok lansia namun peningkatan tersebut tidak terlalu signifikan.⁽¹⁴⁾ Temperatur berubah-ubah sesuai perubahan musim mempengaruhi besar laju asupan setiap orang. Lingkungan panas dapat meningkatkan konsumsi air karena temperatur lingkungan dan kelembaban akan mempengaruhi pengeluaran panas tubuh.⁽¹⁵⁾ Pada umumnya kebutuhan air seseorang yaitu sebanyak 8 gelas sebanding dengan 2400 ml air dimana jumlah tersebut dirasa paling mendekati jumlah air yang hilang dari tubuh setiap harinya.⁽¹⁶⁾

Pada penelitian ini frekuensi pajanan menggunakan nilai *default* dari EPA yaitu 350 hari/tahun. Angka ini telah diasumsikan ketika penduduk berpergian ke tempat lain seperti mengunjungi kerabat, pulang kampung, dan lain-lain, sehingga tidak terus menerus mengonsumsi air minum dari air sumur tersebut.⁽⁸⁾

Durasi pajanan *realtime* merupakan lamanya waktu yang telah digunakan untuk mengonsumsi air minum dari air sumur gali dalam satuan tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proporsi durasi pajanan *realtime* terbanyak pada

umur 11-20 tahun yaitu 37 orang (41,57%) dan proporsi durasi pajanan *realtime* terendah pada umur 31-40 tahun yaitu 4 orang (4,49%). Terdapat 4,49% subjek penelitian memiliki durasi pajanan *realtime* umur 31-40 tahun melebihi durasi pajanan *lifetime* untuk dewasa dari EPA yaitu 30 tahun.

D. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan

1. Identifikasi Bahaya

Terkontaminasinya sumber air di pedesaan memberikan petunjuk untuk menemukan sumber nitrat. Nitrat menumpuk di pertanian dimana petani menyebar anorganik pupuk dan pupuk kandang di lahan pertanian. Nitrogen yang tidak diambil oleh tanaman dapat larut melalui tanah ke air tanah dan kemudian mengalir untuk mengisi sumur.⁽¹⁷⁾

Terlalu banyak nitrat dalam air minum menimbulkan risiko untuk bayi di bawah usia enam bulan. Jika bayi air makan atau susu formula dibuat dengan air yang tinggi nitrat, kondisi yang disebut "biru sindrom bayi" (*methemoglobinemia*) dapat berkembang. Bakteri yang hadir dalam perut bayi dapat mengkonversi nitrat menjadi nitrit (NO_2), suatu bahan kimia yang dapat mengganggu kemampuan darah bayi untuk membawa oksigen. Ketika kondisi memburuk, kulit bayi ternyata warna kebiruan, terutama di sekitar mata dan mulut. Jika kadar nitrat dalam air cukup tinggi dan medis tidak mendeteksi dengan cepat, kematian dapat terjadi.⁽¹⁸⁾

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa nitrat mungkin berperan dalam keguguran spontan, gangguan tiroid, cacat lahir, dan dalam pengembangan beberapa jenis kanker pada orang dewasa. Yang paling mungkin mekanisme

untuk kanker manusia terkait dengan nitrat adalah pembentukan tubuh senyawa N-nitroso, yang telah terbukti menyebabkan tumor pada situs organ multiple dalam setiap spesies hewan yang diuji, termasuk kanker sistem saraf berikut paparan transplasenta. Nitrit merupakan bentuk tereduksi nitrat, bereaksi di perut asam untuk membentuk agen nitrosasi yang kemudian bereaksi dengan senyawa tertentu dari protein atau sumber lain seperti obat-obatan untuk membentuk NOC. Pada manusia *nitrosamine* dan NOC diduga sebagai pusat karsinogenik otak dan sistem saraf. Namun diperlukan studi epidemiologi dan penelitian tambahan untuk memperkuat penelitian ini dan mengidentifikasi risiko terkait kanker nitrat potensial lainnya.⁽¹⁹⁾

2. Analisis Dosis Respon

Pajanan NO₃ masuk dalam tubuh melalui minuman atau ingesti dan menyebabkan risiko non karsinogenik maka digunakan data sekunder dosis referensi (RfD) yang ditetapkan oleh IRIS dari US-EPA yaitu sebesar 1,6 mg/kg/hari.⁽⁸⁾

3. Analisis Paparan

Berikut ini adalah rumus perhitungan *intake* untuk jalur paparan ingesti:

$$I = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

Konsentrasi (C), laju asupan (R), frekuensi paparan (Fe) dan durasi paparan (Dt) berbanding lurus dengan *intake* sedangkan berat badan (W_b) dan periode rata-rata waktu (t_{avg}) berbanding terbalik.

Tabel 3. Distribusi Nilai *Intake*

| Variabel | Min | Max | Rata-rata | SD |
|--------------------------------------|------|------|-----------|------|
| <i>Intake real time</i> (mg/kg/hari) | 0,01 | 1,21 | 0,43 | 0,31 |

Intake life time 0,17 2,52 0,75 0,44 (mg/kg/hari)

Nilai rata-rata asupan (*intake*) pada durasi paparan *realtime* dan *lifetime* pada 89 subjek penelitian secara berturut-turut adalah 0,43 mg/kg.hari dan 0,75 mg/kg.hari. Dari hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa durasi paparan berpengaruh terhadap nilai *intake* dimana semakin lama konsumsi air minum (durasi paparan) maka nilai *intake* akan semakin besar dan risiko untuk mendapatkan efek yang merugikan kesehatan semakin besar pula.

4. Karakteristik Risiko atau Risk Quotion (RQ)

Berikut ini adalah rumus perhitungan RQ untuk jalur paparan ingesti dan efek nonkarsinogenik:

$$RQ = \frac{I}{RfD}$$

RQ berbanding lurus dengan *intake* dan RQ berbanding terbalik dengan dosis respon (RfD).

Tabel 4. Distribusi Frekuensi RQ

| Pajanan | RQ | Frekuensi (orang) | Persentase (%) |
|-----------------|--------|-------------------|----------------|
| <i>realtime</i> | RQ ≤ 1 | 89 | 100 |
| | RQ > 1 | - | - |
| <i>lifetime</i> | RQ ≤ 1 | 80 | 89,9 |
| | RQ > 1 | 9 | 10,1 |

Dari hasil perhitungan tingkat risiko efek nonkarsinogenik, didapat nilai RQ pada masing-masing subjek penelitian yaitu pada paparan *realtime* belum terdapat subjek yang memiliki nilai RQ > 1, sedangkan pada paparan *lifetime* sebesar 10,1 % atau 9 orang memiliki nilai RQ > 1 yang terdiri dari 4 subjek anak-anak dan 5 subjek dewasa. Sehingga dari penelitian ini terdapat 4 subjek penelitian pada 6 tahun mendatang dan 5 subjek penelitian pada 30

tahun mendatang yang berisiko terhadap efek nitrat nonkarsinogenik.

Sebanyak 5 subjek yang terdiri dari orang dewasa yang berisiko terhadap pajanan nitrat yang mengonsumsi konsentrasi nitrat yang melebihi ambang batas atau konsentrasi tinggi. Sedangkan 4 subjek yang lain merupakan subjek penelitian yang masih dalam usia muda (anak-anak). Sehingga tingkat risiko pajanan nitrat dalam penelitian ini dipengaruhi oleh nilai konsentrasi nitrat dimana konsentrasi yang melebihi ambang batas akan sangat berisiko dan umur subjek dimana anak-anak lebih berisiko daripada orang dewasa. Hal ini sesuai pada penelitian Su Xiosi tahun 2013 menunjukkan bahwa untuk risiko kesehatan anak-anak secara signifikan lebih tinggi dari orang dewasa dan memiliki risiko pada daerah irigasi limbah pertanian.⁽¹²⁾ Selain faktor nilai konsentrasi dan umur, hal lain yang menyebabkan hanya 10,1% responden yang berisiko terhadap nitrat padahal konsentrasi nitrat dalam air sumur gali tidak terlalu rendah yaitu karena nitrat memiliki nilai dosis respon (RFD) yang cukup tinggi sehingga toksisitas nonkarsinogenik terhadap tubuh manusia rendah.

5. Estimasi Risiko

Tabel 5. Estimasi Risiko Subjek Anak-anak

| Variabel | Realtime | Dt+5 | Dt+10 |
|----------|----------------|----------------|----------|
| Intake | 0,52 | 1,17 | 1,82 |
| RQ | 0,33 | 0,73 | 1,14 |
| Ket | Tidak Berisiko | Tidak Berisiko | Berisiko |

Pada estimasi tingkat risiko nitrat subjek anak-anak masih perlu diperhatikan karena memiliki kemungkinan di beberapa tahun kedepan pajanan nitrat dapat berisiko. Hal ini dapat ditunjukkan

dengan nilai estimasi risiko anak-anak yaitu pada 10 tahun yang akan datang setelah dilaksanakannya penelitian ini dengan persyaratan pada kondisi lingkungan yang sama pada saat penelitian akan berisiko terhadap pajanan nitrat dan apabila nilai konsentrasi nitrat meningkat diiringi dengan aktivitas penggunaan pupuk pada pertanian yang meningkat bisa saja kurang dari 10 tahun populasi anak-anak akan berisiko non karsinogenik.

Tabel 6. Estimasi Risiko Dewasa

| Variabel | Realtime | Dt+30 | Dt+45 | Dt+52 |
|----------|----------------|----------------|----------------|----------|
| Intake | 0,40 | 1,15 | 1,53 | 1,63 |
| RQ | 0,25 | 0,72 | 0,96 | 1,02 |
| Ket | Tidak Berisiko | Tidak Berisiko | Tidak Berisiko | Berisiko |

Untuk estimasi risiko subjek dewasa yaitu pada 52 tahun yang akan datang setelah dilaksanakannya penelitian ini dengan persyaratan pada kondisi lingkungan yang sama pada saat penelitian akan berisiko terhadap pajanan nitrat. Estimasi tersebut cukup lama sehingga hal ini membuktikan bahwa durasi pajanan tidak terlalu mempengaruhi nilai RQ pada populasi dewasa dan yang mempengaruhi nilai RQ pada populasi dewasa adalah nilai konsentrasi nitrat pada perhitungan asupan. Hal ini sesuai dengan studi *World Health Organization and the National Academy of Sciences* mengungkapkan bahwa konsumsi nitrat pada air minum tidak merupakan risiko kesehatan yang signifikan untuk populasi orang dewasa.⁽¹⁷⁾

KESIMPULAN

1. Konsentrasi nitrat pada air sumur gali rata-rata memiliki konsentrasi 21,57 mg/L. Konsentrasi tertinggi nitrat 54,7 mg/L, melebihi nilai ambang batas kualitas air minum

- Permenkes nomor 492/Menkes/Per/2010.
2. Tidak terdapat subjek penelitian yang berisiko terhadap pajanan nitrat dengan *intake realtime*, namun terdapat 9 subjek penelitian (10,1%) yang berisiko terhadap pajanan nitrat dengan *intake lifetime*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sunitha V. *Nitrates in Groundwater: Health Hazards and Remedial Measures*. Indian Journal of Advances in Chemical Science. Yogi Vemana University. 2013
2. Sastrawijaya A T. *Pencemaran Lingkungan*. Rineka Cipta: Jakarta. 2009
3. Pupuk Indonesia Holding Company. *Data Pemasaran*. 2013. (Online) (<http://pupuk-indonesia.com/id/pemasaran/data-pemasaran/pupuk>, diakses tanggal 3 Februari 2016)
4. Triadiati, Pratama A.A, Sarlan A. *Pertumbuhan dan Efisiensi Penggunaan Nitrogen pada Padi (Oryza sativa L.) dengan Pemberian Pupuk Urea yang Berbeda*. Buletin Anatomi dan Fisiologi. Institut Pertanian Bogor. 2012
5. Sunarti R. *Sebaran Konsentrasi Nitrat Pada Airtanah Dangkal di Dataran Rendah Bekasi*. Skripsi. Depok: Program Studi Geografi Universitas Indonesia. 2009
6. Jamaludin N, Shahrudin M.S., Sharifah N.S.I. *Health Risk Assessment Of Nitrate Exposure In Well Water Of Residents In Intensive Agriculture Area*. American Journal of Applied Sciences. 2013 (Online) (<http://www.thescipub.com/ajias.toc>, diakses tanggal 3 Februari 2016)
7. Rusydi A.F, Wilda N, Hilda L. *Pencemaran Limbah Domestik dan Pertanian terhadap Airtanah Bebas di kabupaten Bandung*. Riset Geologi Tambang. Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI. 2015
8. Kementerian Kesehatan. *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)*. Jakarta. 2012.
9. Darmojo. *Buku Ajar Geriatri Ilmu Kesehatan Usia Lanjut*. Jakarta: FKUI; 2010.
10. Daniels B, Nancy M. *Drinking Water Fact Nitrat*. Water Quality Extension Utah State University. 2010. (Online) (<http://extension.usu.edu/waterquality>, diakses tanggal 1 Agustus 2016)
11. Jana I Wayan, I Gede Sudarmanto, Ni Kutut Rusminingsih. *Pengaruh Aktivitas Pertanian Terhadap Kualitas Air Irigasi Di Subak Tegalampit Payangan Gianyar*. Jurnal Skala Husada. 2014.
12. Xiosi Su, Wang H, Zhang Y. *Health Risk Assessment of Nitrate Contamination in Groundwater: A Case Study of an Agricultural Area in Northeast China*. Water Resour Management. 2013
13. Jaqualine B. *Perpective in Nutrition*. New York: Mc Grave-Hill. 2007.
14. Bellisle F. *A Study of Fluid Intake from Beverage in a Sample of Healthy French Children, Adolescents and Adults*. Europe Journal Clinical Nutrition. 2010
15. Safitri W. *Kandungan Nitrat Pada Air Tanah di Sekitar Lahan Pertanian Padi, Palawija, Dan Tembakau (Studi di Desa Tanjungrejo kecamatan Wuluhan kabupaten Jember)*.

- Skripsi. Universitas Jember. 2015.
16. Rinzler C.A. *Nutrition for Dummies, 4th Edition*. Indiana: Wiley Publishing Inc. 2006.
 17. Pen State Extention. *Nitrates Drinking Water*. Pennsylvania State University. 2014 (Online) (<http://extension.psu.edu/diakse> pada tanggal 1 Agustus)
 18. Well Management Section. *Nitrate in Well Water*. Minnesota Departement Health. 2015. (Online) (<http://www.deq.state.or.us>. diakses tanggal 1 Agustus 2016)
 19. Water Quality Division Drinking Water Ptotection Program. *Nitrate in Drinking Water*. State Oregon Departement Environmental Quality. 2015 (Online) (<http://www.deq.state.or.us>. diakses tanggal 1 Agustus 2016)

