

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 359/Kesehatan Lingkungan

LAPORAN AKHIR



**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN MANGAN
PADA AIR BERSIH DI MASYARAKAT DESA SUPUL
KECAMATAN KUATNANA KABUPATEN
TIMOR TENGAH SELATAN
TAHUN 2015**

Ketua
Lidia Br Tarigan, SKM.,M.Si
NIP 197201061996032001

KEMENTERIAN KESEHATAN RI
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENTERIAN KESEHATAN KUPANG
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
KUPANG NOPEMBER 2015

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Mangan Pada Air Bersih Di Masyarakat Desa Supul Kecamatan Kuantana Kabupaten Timor Tengah Selatan Tahun 2015

Peneliti Utama
Nama Lengkap : Lidia Br Tarigan, SKM.,M.Si
NIP : 197201061996032001
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Kesehatan Lingkungan
Nomor HP : 081339262700
Alamat Surel (e-mail) : Lidia.tarigan@gmail.com
Anggota (1) : -
Nama Lengkap : -
NIP : -
Program Studi : -
Anggota (2) : -
Nama Lengkap : -
NIP : -
Program Studi : -
Institusi Mitra : -
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung jawab : -
Tahun Pelaksanaan : 1 tahun
Biaya Penelitian : Rp.9.000.000,-

Kupang, Nopember 2015

Mengetahui,
Ka Unit Litbang

Ni Nyoman Yuliani, S.Si, S.Farm, Apt, M.Si
NIP. 19760712199603001

Ketua

Lidia Br Tarigan, SKM.,M.Si
NIP. 197201061996032001

Mengesahkan
Direktur

Drs Jeffrin Sambara, Apt.,M.Si
NIP.196306121995031001

ABSTRAK

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Mangan Pada Air Bersih Di Masyarakat Desa Supul Kecamatan Kuantana Kabupaten Timor Tengah Selatan Tahun 2015

Lidia Br Tarigan

Mangan adalah logam esensial yang dibutuhkan oleh tubuh untuk membantu kinerja liver dan kinerja otak. Kelebihan Mangan dapat menimbulkan penyakit "*manganism*" yaitu sejenis penyakit parkinson, gangguan tulang, osteoporosis, gangguan kardiovaskuler, hati, reproduksi dan perkembangan mental dan menyebabkan epilepsi. Tujuan penelitian untuk mengetahui risiko kesehatan lingkungan mangan pada air bersih di masyarakat Desa Supul Kecamatan Kuantana Kabupaten Timor Tengah Selatan.

Jenis penelitian ini deskriptif, dengan metode survei. Populasi penelitian adalah semua masyarakat yang menggunakan sumur gali dan mata dan air sebagai sumber air bersih. Sampel penelitian adalah 84 orang masyarakat dan 9 sarana air bersih. Data dianalisis dengan menggunakan analisis risiko kesehatan lingkungan.

Rata-rata kadar mangan pada air bersih di Desa Supul 1,7741 mg/l. Paparan mangan pada orang dewasa dengan dengan berat badan 11 kg sampai 76 kg, pada konsentrasi minimal antara 0.032795 sampai 0.005178 mg/kg/hari, pada konsentrasi maksimal 2.131484 sampai 0.336550 mg/kg/hari dan pada konsentrasi rata-rata 0.283534 sampai 0.044768 mg/kg/hari. Paparan mangan pada anak-anak dengan dengan berat badan 11 sampai 40 kg, pada konsentrasi minimal 0.017888 sampai 0.004919 mg/kg/hari, pada konsentrasi maksimal 1.162628 sampai 0.319723 mg/kg/hari dan pada konsentrasi rata-rata 0.154655 sampai 0.042530 mg/kg/hari. Karakteristik risiko paparan mangan pada orang dewasa dengan konsentrasi minimal dengan berat badan 12 sampai 76 kg dinyatakan aman. Karakteristik risiko mangan pada konsentrasi maksimal terdapat 56 responden tidak aman, dan pada konsentrasi rata-rata terdapat 1 responden dengan karakteristik risiko tidak aman. Karakteristik risiko paparan mangan pada anak-anak dengan dengan berat badan 11 sampai 40 kg pada konsentrasi minimal dinyatakan aman, pada konsentrasi maksimal dinyatakan tidak aman, pada konsentrasi rata-rata terdapat satu responden dengan karakteristik tidak aman.

Karakteristik risiko paparan mangan pada orang dewasa dengan konsentrasi minimal dinyatakan aman, pada konsentrasi maksimal 56 responden tidak aman, pada konsentrasi rata-rata 1 responden tidak aman. Karakteristik risiko paparan mangan pada anak-anak pada konsentrasi minimal aman, pada konsentrasi maksimal tidak aman, pada konsentrasi rata-rata satu responden tidak aman. Disarankan masyarakat untuk tidak mengonsumsi air bersih yang berasal dari sarana yang mengandung kadar mangan lebih dari standar. Jika tetap mengonsumsi maka disarankan agar air tersebut terlebih dahulu dilakukan pengolahan untuk menurunkan kadar mangan, salah satunya dengan menggunakan saringan pasir lambat.

Kata Kunci : Analisis risiko kesehatan lingkungan, mangan

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, karena berkat kasihNYA maka pelaksanaan Penelitian dengan Judul **“Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Mangan Pada Air Bersih Di Masyarakat Desa Supul Kecamatan Kuatnana Kabupaten Timor Tengah Selatan Tahun 2015”** dapat terlaksana dengan baik. Penelitian ini telah ini telah menghasilkan gambaran yang cukup jelas tentang faktor risiko mangan bagi masyarakat yang mengkonsumsi air bersih di Desa Supul Kecamatan Kuatnana Kabupaten Timor Tengah Selatan

Kami mengucapkan limpah terima kasih kepada pemerintah Desa Supul dan masyarakat memberikan ijin dan menjadi responden dalam penelitian ini. Poltekkes Kemenkes Kupang yang telah memberikan dana guna pelaksanaan penelitian ini kami ucapkan terima kasih. Kiranya Tuhan Yang Maha Esa yang melimpahkan rahmatNYA.

Akhirnya semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat untuk semua pihak.

Kupang, Nopember 2015

Peneliti

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAM PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	ii
PRAKATA	
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan	4
B. Manajemen Risiko.....	13
C. Mangan	17
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	
A. Tujuan	20
B. Manfaat	20
BAB IV METODE PENELITIAN	
A. Jenis Penelitian	21
B. Populasi dan Sampel Penelitian	21
C. Variabel Penelitian dan Defenisi Operasional	21
D. Prosedur Penelitian	22
E. Analisa Data	22
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Gambaran Umum Lokasi	24
B. Hasil Penelitian	25
C. Pembahasan	30
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	39
B. Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1	Distribusi Jumlah Penduduk menurut Tingkat Pendidikan di Desa Supul Tahun 2014	
Tabel 2	Distribusi Jumlah Penduduk menurut Mata Pencaharian Pokok di Desa Supul Tahun 2014	
Tabel 3	Distribusi Jumlah Sarana Air Bersih di Desa Supul Tahun 2014	
Tabel 4	Kadar mangan pada air bersih di Desa Supul Kecamatan Kuatnana Kabupaten Timor Tengah Selatan Tahun 2015	
Tabel 5	Pajanan mangan pada orang dewasa berdasarkan variasi konsentrasi dan berat badan di Desa Supul Kecamatan Kuatnana Kabupaten Timor Tengah Selatan tahun 2015	
Tabel 6	Pajanan mangan pada anak-anak berdasarkan variasi konsentrasi dan berat badan di Desa Supul Kecamatan Kuatnana Kabupaten Timor Tengah Selatan tahun 2015	
Tabel 7	Karakteristik risiko mangan pada orang dewasa di Desa Supul Kecamatan Kuatnana Kabupaten Timor Tengah Selatan Tahun 2015	
Tabel 8	Karakteristik risiko mangan pada anak-anak di Desa Supul Kecamatan Kuatnana Kabupaten Timor Tengah Selatan Tahun 2015	
Tabel 9	Konsentrasi aman Mangan pada kelompok orang dewasa	
Tabel 10	Konsentrasi aman mangan pada anak-anak	
Tabel 11	Asupan (intake) aman Mangan pada kelompok dewasa	
Tabel 12	Asupan (intake) aman Mangan pada anak-anak	

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Master Tabel Data
Lampiran 2	Hasil Pemeriksaan Laboratorium
Lampiran 3	Instrumen Penelitian
Lampiran 4	Surat Keterangan Selesai Penelitian
Lampiran 5	Surat Ijin Penelitian
Lampiran 6	Dokumentasi

BAB I

PENDAHULUAN

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Mangan (Mn) adalah logam berwarna abu – abu keperakan yang merupakan unsur pertama logam golongan VIIB, dengan berat atom 54.94 g.mol⁻¹, nomor atom 25, berat jenis 7.43g.cm⁻³, dan mempunyai valensi 2, 4, dan 7 (selain 1, 3, 5, dan 6). Mangan digunakan dalam campuran baja, industri pigmen, las, pupuk, pestisida, keramik, elektronik, dan *alloy* (campuran beberapa logam dan bukan logam, terutama karbon), industri baterai, cat, dan zat tambahan pada makanan. Di alam jarang sekali berada dalam keadaan unsur. Umumnya berada dalam keadaan senyawa dengan berbagai macam valensi. Di dalam hubungannya dengan kualitas air yang sering dijumpai adalah senyawa mangan dengan valensi 2, valensi 4, valensi 6.

Konsentrasi mangan di dalam sistem air alami umumnya kurang dari 0.1 mg/l, jika konsentrasi melebihi 1 mg/l maka dengan cara pengolahan biasa sangat sulit untuk menurunkan konsentrasi sampai derajat yang diijinkan sebagai air minum. Oleh karena itu perlu cara pengolahan yang khusus. Pada tahun 1961 WHO menetapkan konsentrasi mangan dalam air minum di Eropa maksimum sebesar 0.1 mg/l, tetapi selanjutnya diperbaharui menjadi 0.05 mg/L. Di Amerika Serikat (U.S. EPA) sejak awal menetapkan konsentrasi mangan di dalam air minum maksimum 0.05 mg/l. Jepang menetapkan total konsentrasi besi dan mangan di dalam air minum maksimum 0.3 mg/l. Indonesia berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No. 907 tahun 2002 menetapkan kadar Mangan di dalam air minum maksimum sebesar 0.1 mg/l. (*Eaton Et.al, 2005 dan Said, 2003*).

Unsur Mn mempunyai sifat – sifat yang sangat mirip dengan besi sehingga pengaruhnya juga hampir sama sesuai uraian II.1.3. Mangan termasuk logam esensial yang dibutuhkan oleh tubuh sebagaimana zat besi. Tubuh manusia mengandung Mn sekitar 10 mg dan banyak ditemukan di liver, tulang, dan ginjal. Mn dapat membantu kinerja liver

dalam memproduksi urea, *superoxide dismutase*, karboksilase piruvat, dan enzim glikoneogenesis serta membantu kinerja otak bersama enzim glutamine sintetase. Kelebihan Mn dapat menimbulkan racun yang lebih kuat dibanding besi. Toksisitas Mn hampir sama dengan nikel dan tembaga. Mangan bervalensi 2 terutama dalam bentuk permanganat merupakan oksidator kuat yang dapat mengganggu membran *mucous*, menyebabkan gangguan kerongkongan, timbulnya penyakit "*manganism*" yaitu sejenis penyakit parkinson, gangguan tulang, osteoporosis, penyakit Perthe's, gangguan kardiovaskuler, hati, reproduksi dan perkembangan mental, hipertensi, hepatitis, *posthepatic cirrhosis*, perubahan warna rambut, kegemukan, masalah kulit, kolesterol, *neurological symptoms* dan menyebabkan epilepsi. (**Janelle, 2004;**)

Desa Supul adalah sebuah desa yang terletak di Kabupaten Timor Tengah Selatan Kecamatan Kuatnana dengan luas wilayah 4.200 Ha. Sebahagian wilayah merupakan area pertambangan Mangan (eksplorasi). Dalam proses penambangan terdapat tahapan pencucian batu mangan. Pencucian batu mangan menghasilkan air sisa cucian yang di buang ke sekitar area tempat pencucian.

Masyarakat di Desa Supul menggunakan sumur gali sebagai sarana air bersih. Jumlah sumur gali sebanyak 94 buah tetapi yang digunakan sebagai sumber air bersih sebanyak 21 buah. Selain sumur gali terdapat mata air sebanyak 3 buah. Desa Supul terbagi 4 Dusun yang terdiri dari Dusun A, B, C dan D. Daerah eksplorasi Mangan di Dusun B (kantor) dan penyimpanan D. Lokasi pencucian (eksplorasi) di dusun C merupakan dusun yang paling dekat dengan lokasi pencucian mangan yaitu 744 meter. Dari hasil survey awal ditemukan di Dusun C, kebiasaan masyarakat mengkonsumsi air bersih dan air minum berasal dari sumber mata air yang ada di sekitar aliran sungai Oefenu, sedangkan lokasi pencucian Mangan berada di hulu sungai Oefenu yang berada di Dusun C, sehingga masyarakat di Dusun C mendapat dampak langsung dari hasil pencucian Mangan tersebut.

Hasil wawancara dengan Kepala Desa masyarakat di Dusun C yang sering menggunakan mata air di sekitar sungai Oefenu tersebut banyak yang mengeluh sakit seperti nyeri sendi pada pergelangan kaki

dan tangan, gatal-gatal pada kulit, pusing dan gangguan saluran pencernaan. Jika Mangan terdapat pada air yang dikonsumsi terus menerus maka dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti insomnia dan kerusakan hati, hal ini terjadi antara lain karena terdapatnya logam-logam yang berat seperti Mangan yang banyak bersifat toksik (racun) dan pengendapan pada ginjal. Sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh Permenkes no 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air yakni 0,5 mg/l dan Peraturan Menteri Kesehatan R.I No : 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air menentukan kadar Mangan pada air bersih yakni 0,1 mg/l. dan pada air minum 0,4 mg/l sesuai dengan Permenkes no 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum.

Melihat uraian latar belakang pada alinea sebelumnya menunjukkan bahwa air bersih yang digunakan masyarakat dapat memiliki risiko kesehatan. Sehingga penulis ingin mengetahui bagaimana risiko kesehatan lingkungan Mangan di air sumur gali pada masyarakat Desa Supul Kecamatan Kuantana Kabupaten Timor Tengah Selatan.

B. PERUMUSAN MASALAH

Bagaimana risiko kesehatan lingkungan Mangan pada air bersih di masyarakat Desa Supul Kecamatan Kuantana Kabupaten Timor Tengah Selatan ?

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) merupakan suatu pendekatan untuk mencermati potensi besarnya risiko yang dimulai dengan mendeskripsikan masalah lingkungan yang telah dikenal dan melibatkan penetapan risiko pada kesehatan manusia yang berkaitan dengan masalah lingkungan yang bersangkutan. Analisis risiko kesehatan biasanya berhubungan dengan masalah lingkungan saat ini atau di masa lalu (misalnya: lokasi tercemar).

Risiko didefinisikan sebagai kebolehjadian (probabilitas) suatu dampak merugikan kesehatan pada suatu organisme, sistem, atau (sub)populasi yang disebabkan oleh pajanan suatu agen dalam jumlah dan dengan jalur pajanan tertentu (IPCS,2004). Risiko juga didefinisikan sebagai kebolehjadian kerusakan kesehatan seseorang yang disebabkan oleh pemajanan atau serangkaian pemajanan bahaya lingkungan (EPA, 1990).

Analisis adalah pengujian terperinci dari sesuatu yang kompleks (rumit) dengan maksud untuk memahami sifat dasarnya dan untuk menentukan komponen/ciri-ciri dan sifat pentingnya. Analisis risiko adalah sebuah proses untuk mengendalikan situasi atau keadaan dimana organisme, sistim, atau sub/populasi mungkin terpajan bahaya.

Analisis Risiko juga merupakan proses menghitung/memprakirakan risiko pada suatu organisme, sistem, atau (sub)populasi sasaran, termasuk segala ketidakpastian yang menyertainya, setelah terpajan oleh agent tertentu, dengan memperhatikan karakteristik agent yang menjadi perhatian dan karakteristik sistem sasaran yang spesifik (IPCS, 2004). Manfaat analisis risiko adalah untuk melindungi manusia dari kemungkinan efek yang merugikan dari suatu bahan berbahaya. Tujuan analisis risiko adalah untuk memperkirakan risiko yang mungkin dapat terjadi. Jika studi Epidemiologi kesehatan lingkungan (EKL) menyelidiki kejadian dan distribusi penyakit, cedera atau kematian menurut orang, tempat dan waktu (Griffith et.al,1993). Analisis risiko bertujuan untuk menilai dan memperkirakan risiko kesehatan manusia yang disebabkan oleh pajanan dari agen risiko di lingkungan.

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) adalah sebuah proses yang dimaksudkan untuk menghitung atau memprakirakan risiko pada kesehatan manusia, termasuk juga identifikasi terhadap keberadaan faktor ketidakpastian, penelusuran pada paparan tertentu, memperhitungkan karakteristik yang melekat pada agen yang menjadi perhatian dan karakteristik dari sasaran yang spesifik. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) adalah kajian kilas depan dengan meramalkan risiko kesehatan yang bisa menimpa orang-orang pada suatu waktu. ARKL dilakukan dengan maksud untuk mengidentifikasi bahaya apa saja yang membahayakan, memahami hubungan antara dosis agen risiko dan respon tubuh yang diketahui dari berbagai penelitian, mengukur seberapa besar paparan agen risiko tersebut, dan menetapkan tingkat risiko dan efeknya pada populasi. ARKL dilakukan melalui empat langkah, yaitu identifikasi bahaya, analisis dosis respon (dalam literatur lainnya disebut juga karakterisasi bahaya), analisis paparan, dan karakterisasi risiko.

1. Identifikasi bahaya (*hazard identification*)

Identifikasi bahaya (*hazard identification*) adalah identifikasi terhadap jenis dan sifat serta kemampuan yang melekat pada suatu agen risiko yang dapat menyebabkan dampak buruk organisme, sistem, atau sub/populasi. Identifikasi bahaya merupakan langkah pertama dalam ARKL yang digunakan untuk mengetahui secara spesifik agen risiko apa yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan bila tubuh terpajan. Sebagai pelengkap dalam identifikasi bahaya dapat ditambahkan gejala-gejala gangguan kesehatan apa yang terkait erat dengan agen risiko yang akan dianalisis. Tahapan ini harus menjawab pertanyaan agen risiko spesifik apa yang berbahaya, di media lingkungan yang mana agen risiko eksisting, seberapa besar kandungan/konsentrasi agen risiko di media lingkungan, gejala kesehatan apa yang potensial. Uraian dalam identifikasi bahaya adalah sebagai berikut :

a. Agen risiko spesifik apa yang berbahaya

Agen risiko bahan kimia jelaskan spesi atau senyawa kimia apa yang berbahaya secara jelas. Contoh: Merkuri (Hg) jelaskan apakah agen risiko berupa elemental mercury, anorganic mercury, atau

organic mercury (*methyl mercury*). Agen risiko biologi jelaskan spesiesnya.

b. Di media lingkungan yang mana agen risiko eksisting

Jelaskan media lingkungan dimana agen risiko eksisting ; apakah di udara ambien, air, tanah, sludge, biota, hewan, dll. Contoh : jika merkuri sebagai agen risiko, maka media lingkungan yang terkontaminasi antara lain air bersih, sludge (jika pada pertambangan emas rakyat), ataupun di hewan (ikan yang dikonsumsi).

c. Seberapa besar kandungan/konsentrasi agen risiko di media lingkungan. Jelaskan konsentrasi hasil pengukurannya di media lingkungan.

d. Gejala kesehatan apa yang potensial

Uraikan gejala kesehatan / gangguan kesehatan apa yang dapat terkait dengan agen risiko. Contoh : jika merkuri sebagai agen risiko maka gejala/gangguan kesehatan yang mungkin timbul antara lain, tremor, gemeteran pada saat berdiri, pusing pada saat berdiri, rasa nyeri pada tangan dan kaki, dan gangguan pada susunan saraf pusat

2. Analisis dosis - respon (*dose-response assessment*)

Analisis dosis respon (*dose-response assessment*) adalah analisis hubungan antara jumlah total suatu agen yang diberikan, diterima, atau diserap oleh suatu organisme, sistem, atau sub/populasi dengan perubahan yang terjadi pada suatu organisme, sistem, atau sub/populasi.

Analisis dosis- respons yaitu mencari nilai RfD (*Reference Dose*), dan/atau RfC (*Reference Concentration*), dan/atau SF(*Slope Factor*) dari agen risiko yang menjadi fokus ARKL, serta memahami efek apa saja yang mungkin ditimbulkan oleh agen risiko tersebut pada tubuh manusia. Analisis dosis – respon ini tidak harus dengan melakukan penelitian percobaan sendiri namun cukup dengan merujuk pada literature yang tersedia. Langkah analisis dosis respon ini dimaksudkan untuk :

a. mengetahui jalur pajanan (*pathways*) dari suatu agen risiko masuk ke dalam tubuh manusia.

- b. memahami perubahan gejala atau efek kesehatan yang terjadi akibat peningkatan konsentrasi atau dosis agen risiko yang masuk ke dalam tubuh.
- c. mengetahui dosis referensi (*RfD*) atau konsentrasi referensi (*RfC*) atau *slope factor* (*SF*) dari agen risiko tersebut.

Analisis dosis – respon dipelajari dari berbagai *toxicological reviews*, jurnal ilmiah, atau artikel terkait lainnya yang merupakan hasil dari penelitian eksperimental. Untuk memudahkan, analisis dosis – respon dapat dipelajari pada situs : www.epa.gov/iris.

Uraian tentang dosis referensi (*RfD*), konsentrasi referensi (*RfC*), dan *slope factor* (*SF*) adalah sebagai berikut :

- a. Dosis referensi dan konsentrasi yang selanjutnya disebut *RfD* dan *RfC* adalah nilai yang dijadikan referensi untuk nilai yang aman pada efek non karsinogenik suatu agen risiko, sedangkan *SF* (*slope factor*) adalah referensi untuk nilai yang aman pada efek karsinogenik.
- b. Nilai *RfD*, *RfC*, dan *SF* merupakan hasil penelitian (*experimental study*) dari berbagai sumber baik yang dilakukan langsung pada obyek manusia maupun merupakan ekstrapolasi dari hewan percobaan ke manusia.
- c. Untuk mengetahui *RfC*, *RfD*, dan *SF* suatu agen risiko dapat dilihat pada *Integrated Risk Information System (IRIS)* yang bisa diakses di situs www.epa.gov/iris.
- d. Jika tidak ada *RfD*, *RfC*, dan *SF* maka nilai dapat diturunkan dari dosis eksperimental yang lain seperti *NOAEL* (*No Observed Adverse Effect Level*), *LOAEL* (*Lowest Observed Adverse Effect Level*), *MRL* (*Minimum Risk Level*), baku mutu udara ambien pada *NAAQS* (*National Ambient Air Quality Standard*) dengan catatan dosis eksperimental tersebut mencantumkan faktor antropometri yang jelas (*Wb*, *tE*, *fE*, dan *Dt*).

Satuan dosis referensi (*RfD*) dinyatakan sebagai milligram (mg) zat per kilogram (Kg) berat badan perhari, disingkat mg/kg/hari. Dalam literatur terkadang ditulis mg/kgxhari, mg/kg.hari, dan mg/kg-hari. Satuan konsentrasi referensi (*RfC*) dinyatakan sebagai milligram (mg) zat per meter kubik (m³) udara, disingkat mg/m³. Konsentrasi referensi ini

dinormalisasikan menjadi satuan mg/kg/hari dengan cara memasukkan laju inhalasi dan berat badan yang bersangkutan.

3. Analisis pajanan (*exposure assessment*)

Pajanan adalah konsentrasi atau jumlah kuantitatif agen risiko yang sampai, dan memajani organisme target, sistem, atau (sub)populasi dengan frekuensi dan durasi pajanan yang tertentu (IPCS, 2004). Pemajanan adalah proses yang menyebabkan organisme kontak dengan bahaya. Pemajanan ini dapat terjadi karena *risk agent* terhirup dalam udara, tertelan bersama air atau makanan, terserap melalui kulit atau kontak langsung (Kolluru, 1996). Analisis pemajanan dilakukan untuk mengevaluasi konsentrasi, jumlah, atau intensitas suatu agen risiko di dalam media lingkungan tertentu sehingga dapat mencapai sasaran atau reseptor.

Analisis pajanan (*exposure assessment*) adalah evaluasi pajanan agen dan turunannya pada organisme, sistim, atau sub/populasi. Analisis pemajanan yaitu dengan mengukur atau menghitung intake/ asupan dari agen risiko. Data yang digunakan untuk melakukan perhitungan dapat berupa data primer (hasil pengukuran konsentrasi agen risiko pada media lingkungan yang dilakukan sendiri) atau data sekunder (pengukuran konsentrasi agen risiko pada media lingkungan yang dilakukan oleh pihak lain yang dipercaya seperti BLH, Dinas Kesehatan, LSM, dll), dan asumsi yang didasarkan pertimbangan yang logis atau menggunakan nilai default yang tersedia.

Analisis risiko dilakukan untuk intake non karsinogenik dan intake karsinogenik. Intake non karsinogenik (Ink) adalah banyaknya suatu materi (bahan) atau agen risiko yang memiliki efek non kanker (tidak menyebabkan kanker) pada sebuah media lingkungan, yang masuk ke dalam tubuh manusia setiap harinya yang dinyatakan dalam satuan mg/kg/hari. Intake karsinogenik (Ik) adalah banyaknya suatu materi (bahan) atau agen risiko yang memiliki efek kanker (terbukti dapat menyebabkan kanker) pada sebuah media lingkungan, yang masuk ke dalam tubuh manusia setiap harinya yang dinyatakan dalam satuan mg/kg/hari. Rumus perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut :

a. Intake non karsinogenik

1) Inhalasi

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

- I_k = asupan (*intake*), mg/kgxhari
 C = konsentrasi debu (*risk agent*), mg/m³
 R = Laju asupan atau konsumsi, 0,83 m³/jam untuk inhalasi dewasa
 t_E = Waktu pajanan, jam/hari
 f_E = Frekuensi pajanan, hari/tahun
 D_t = Durasi pajanan, tahun (*real time* atau proyeksi, 30 tahun untuk nilai *default* residensial)
 W_b = Berat badan, kg
 t_{avg} = Periode waktu rata-rata ($D_t \times 365$ hari/tahun untuk zat non karsinogen)

2) Ingesti

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

- I_k = Jumlah konsentrasi agen risiko (mg) yang masuk ke dalam tubuh manusia dengan berat badan tertentu (kg)
 Satuan : (mg/kg x hari)
 C = Konsentrasi agen risiko pada air bersih /minum atau pada makanan
 Satuan :- mg/l (air)
 - mg/kg (makanan)
 R = Laju konsumsi atau banyaknya volume airatau jumlah berat makanan yang masuk *setiap* jamnya liter/hari (air) -gram/hari(makanan) :
 Air Minum
 - Dewasa (pemukiman) : 2 liter/hari
 - Anak – anak (pemukiman) : 1 liter/hari
 - Dewasa (lingkungan kerja) : 1 liter/hari
 Makanan
 - Buah-buahan : 42gram/hari
 - Sayuran : 80 gram/hari
 - Ikan tangkapan :54 gram/hari
 f_E = *Lamanya* atau jumlah hari terjadinya pajanan setiap tahunnya (Hari/tahun)
 Pajanan pada pemukiman : 350 hari/tahun;
 Pajanan pada lingkungan kerja : 250 hari/tahun

- D_t = Durasi pajanan, tahun (*real time* atau proyeksi, 30 tahun untuk nilai *default* residensial)
 W_b = Berat badan, kg
 t_{avg} = Periode waktu rata-rata ($D_t \times 365$ hari/tahun untuk zat non karsinogen)

b. Intake karsinogenik

1) Inhalasi

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

- I_k = Jumlah konsentrasi agen risiko (mg) yang masuk ke dalam tubuh manusia dengan berat badan tertentu (kg) setiap harinya
 Satuan : mg/kg x har
- C = Konsentrasi agen risiko pada media udara (udara ambien)
 Satuan: mg/m³
- R = Laju inhalasi atau banyaknya volume udara yang masuk setiap jamnya
 Satuan : m³/jam
 Dewasa : 0,83 m³/jam
 Anak-anak (6 – 12 tahun) : 0,5 m³/jam
- t_E = Lamanya atau jumlah jam terjadinya pajanan setiap harinya
 Satuan : Jam/hari
 - Pajanan pada pemukiman : 24 jam/hari
 - Pajanan pada lingkungan kerja : 8 jam/hari
 - Pajanan pada sekolah dasar : 6 jam/hari
- f_E = Frekuensi pajanan
 Satuan : Hari/tahun
 - Pajanan pada pemukiman : 350 hari/tahun
 - Pajanan pada lingkungan kerja : 250 hari/tahun
- D_t = Lamanya atau jumlah tahun terjadinya pajanan
 Satuan : tahun
 Residensial (pemukiman)/pajanan seumur hidup : 30 tahun
- W_b = Berat badan, kg
 - Dewasa asia / Indonesia : 55 Kg
 - Anak – anak : 15 Kg
- t_{avg} = Periode waktu rata-rata untuk efek karsinogenik
 70 tahun x 365 hari/tahun = 25.550 hari

2) Ingesti

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

- I_k = Jumlah konsentrasi agen risiko (mg) yang masuk ke dalam tubuh manusia dengan berat badan tertentu (kg) setiap harinya
Satuan : (mg/kg x hari)
- C = Konsentrasi agen risiko pada air bersih /minum atau pada makanan
Satuan :- mg/l (air)
- mg/kg (makanan)
- R = Laju konsumsi atau banyaknya volume air atau jumlah berat makanan yang masuk *setiap* jamnya
liter/hari (air) -gram/hari(makanan) :
Air Minum
- Dewasa (pemukiman) : 2 liter/hari
- Anak – anak (pemukiman) : 1 liter/hari
- Dewasa (lingkungan kerja) : 1 liter/hari
Makanan
- Buah-buahan : 42gram/hari
- Sayuran : 80 gram/hari
- Ikan tangkapan :54 gram/hari
- f_E = *Lamanya* atau jumlah hari terjadinya pajanan setiap tahunnya (Hari/tahun)
Pajanan pada pemukiman : 350 hari/tahun;
Pajanan pada lingkungan kerja : 250 hari/tahun
- D_t = Durasi pajanan, tahun (*real time* atau proyeksi, 30 tahun untuk nilai *default* residensial)
- W_b = Berat badan
Satuan : kg
- Dewasa asia / Indonesia : 55 Kg
- Anak – anak : 15 Kg
- t_{avg} = Periode waktu rata-rata untuk efek karsinogenik
Satuan : Hari
70 tahun x 365 hari/tahun = 25.550 hari

4. Karakterisasi risiko (*risk characterization*).

Karakterisasi risiko (*risk characterization*) adalah perhitungan kualitatif, jika memungkinkan secara kuantitatif, meliputi probabilitas terjadinya potensi dampak buruk suatu agen pada organisme, sistem, atau sub/populasi, beserta faktor ketidakpastiannya.

Karakterisasi risiko dilakukan untuk menetapkan tingkat risiko atau menentukan apakah agen risiko pada konsentrasi tertentu yang dianalisis

pada ARKL berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat atau tidak (dengan karakteristik seperti berat badan, laju inhalasi/konsumsi, waktu, frekuensi, durasi pajanan yang tertentu).

Tingkat risiko (*risk quotient [RQ]*) adalah besarnya risiko yang dinyatakan dalam angka tanpa satuan yang merupakan perhitungan perbandingan antara intake dengan dosis / konsentrasi referensi dari suatu agen risiko non karsinogenik serta dapat juga diinterpretasikan sebagai aman/tidak amannya suatu agen risiko terhadap organisme, sistim, atau sub/populasi.

Karakteristik risiko dilakukan dengan membandingkan / membagi *intake* dengan dosis / konsentrasi agen risiko tersebut. Variabel yang digunakan untuk menghitung tingkat risiko adalah *intake* (yang didapatkan dari analisis pemajanan) dan dosis referensi (*RfD*) / konsentrasi referensi (*RfC*).

a. Karakterisasi risiko pada efek non karsinogenik

1) Perhitungan tingkat risiko non karsinogenik

Tingkat risiko untuk efek non karsinogenik dinyatakan dalam notasi *Risk Quotien (RQ)*. Untuk melakukan karakterisasi risiko untuk efek non karsinogenik dilakukan perhitungan dengan membandingkan / membagi *intake* dengan *RfC* atau *RfD*. Rumus untuk menentukan *RQ* adalah sebagai berikut :

a) Inhalasi

$$\frac{I}{RfC}$$

I (intake) : Intake yang telah dihitung
RfC (reference concentration) : Nilai referensi agen risiko pada pemajanan inhalasi, didapat dari situs www.epa.gov/iris.

b) Ingesti

$$\frac{I}{RfD}$$

I (intake) : Intake yang telah dihitung

RfD (reference dose) : Nilai referensi agen risiko pada pemajanan ingesti.

Interpretasi tingkat risiko non karsinogenik di sebut Tingkat Risiko yang dinyatakan dalam angka atau bilangan desimal tanpa satuan. Tingkat risiko dikatakan AMAN bilamana $intake \leq RfD$ atau $RfCnya$ atau dinyatakan dengan $RQ \leq 1$. Tingkat risiko dikatakan TIDAK AMAN bilamana $intake > RfD$ atau $RfCnya$ atau dinyatakan dengan $RQ > 1$. Tingkat risiko yang diperoleh pada ARKL merupakan konsumsi pakar ataupun praktisi, sehingga perlu disederhanakan atau dipilih bahasa yang lebih sederhana agar dapat diterima oleh khalayak atau publik.

2) Perhitungan tingkat risiko karsinogenik

Tingkat risiko untuk efek karsinogenik dinyatakan dalam notasi *Excess Cancer Risk (ECR)*. Untuk melakukan karakterisasi risiko untuk efek karsinogenik dilakukan perhitungan dengan mengkali *intake* dengan *SF*. Rumus untuk menentukan *ECR* adalah sebagai berikut :

$$ECR = I \times SF$$

I (intake) : Intake yang telah dihitung

SF (slope factor) : Nilai referensi agen risiko dengan efek karsinogenik, didapat dari situs www.epa.gov/iris.

Interpretasi tingkat risiko karsinogenik

Tingkat risiko dinyatakan dalam bilangan exponen tanpa satuan (cth. $1,3E-4$). Tingkat risiko dikatakan *acceptable* atau aman bilamana $ECR \leq E-4$ (10^{-4}) atau dinyatakan dengan $ECR \leq 1/10.000$. Tingkat risiko dikatakan *unacceptable* atau tidak aman bilamana $ECR > E-4$ (10^{-4}) atau dinyatakan dengan $ECR > 1/10.000$.

B. MANAJEMEN RISIKO

Manajemen risiko adalah proses mengidentifikasi, evaluasi, penyeleksian, dan melakukan upaya untuk mengurangi risiko terhadap ekosistem dan kesehatan manusia (Omenn GS., et al, 1997). Setelah

melakukan keempat langkah ARKL di atas maka telah dapat diketahui apakah suatu agen risiko aman/dapat diterima atau tidak. Manajemen risiko bukan termasuk langkah ARKL melainkan tindak lanjut yang harus dilakukan bilamana hasil karakterisasi risiko menunjukkan tingkat risiko yang tidak aman ataupun *unacceptable*. Dalam melakukan manajemen risiko perlu dibedakan antara strategi manajemen risiko dengan cara manajemen risiko. Strategi manajemen risiko meliputi penentuan batas aman yaitu konsentrasi agen risiko (*C*), dan/atau jumlah konsumsi (*R*), dan/atau waktu pajanan (*tE*), dan/atau frekuensi pajanan (*fE*), dan/atau durasi pajanan (*Dt*).

1. Penentuan batas aman

Batas aman disini adalah batas atau nilai terendah yang menyebabkan tingkat risiko menjadi tidak aman (tidak dapat diterima). Oleh karenanya nilai yang aman adalah nilai di bawah batas amannya sedangkan nilai yang sama dengan batas aman tersebut akan menyebabkan tingkat risiko menjadi tidak aman. Sebagai contoh jika hasil perhitungan menunjukkan konsentrasi aman adalah 4,499 µg/m³ maka nilai konsentrasi yang benar – benar aman adalah di bawah 4,499 µg/m³ (<4,499 µg/m³) ≈ 4,498 µg/m³.

2. Penentuan konsentrasi aman (*C*)

Dalam penentuan konsentrasi aman semua variabel dan nilai yang digunakan sama dengan variabel dan nilai pada perhitungan intake. Akan tetapi nilai intake yang digunakan adalah *RfD* atau *RfC* agen risikonya. Sedangkan konsentrasi aman pada intake karsinogenik, perhitungan didasarkan pada nilai acceptable sebesar 10⁻⁴ dibagi nilai *SF* nya. Selain itu, variabel *tavg* disesuaikan dengan perhitungan karsinogenik yaitu (70 hari/tahun x 365 hari). Untuk menghitung konsentrasi aman digunakan rumus sebagai berikut :

a. Konsentrasi aman non karsinogenik

1) Konsentrasi aman non karsinogenik (inhalasi)

$$C_{nk} (aman) = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{R \times t_E \times f_E \times Dt}$$

2) Konsentrasi aman non karsinogenik (ingesti)

$$C_{nk} (aman) = \frac{RfD \times W_b \times t_{avg}}{R \times f_E \times Dt}$$

b. Konsentrasi aman karsinogenik

1) Konsentrasi aman karsinogenik (inhalasi)

$$C_{nk} (aman) = \frac{(0,0001/SF) \times W_b \times 70 \times 365}{R \times t_E \times f_E \times Dt}$$

2) Konsentrasi aman karsinogenik (ingesti)

$$C_{nk} (aman) = \frac{(0,0001/SF) \times W_b \times 70 \times 365}{R \times f_E \times Dt}$$

3. Penentuan jumlah konsumsi aman (R)

Laju asupan yang dapat dikelola hanyalah pada pada pajanan melalui makanan dan air minum (ingesti) karena masih banyak substitusi untuk setiap jenis makanan ataupun air minum. Untuk pajanan melalui udara (inhalasi) pembatasan laju inhalasi hampir tidak mungkin dilakukan. Untuk menghitung jumlah konsumsi aman digunakan rumus sebagai berikut :

a. Laju konsumsi aman non karsinogenik (ingesti)

$$R_{nk} (aman) = \frac{RfD \times W_b \times t_{avg}}{C \times f_E \times Dt}$$

b. Laju konsumsi aman karsinogenik (ingesti)

$$R_{nk} (aman) = \frac{(0,0001/SF) \times W_b \times 70 \times 365}{C \times f_E \times Dt}$$

4. Penentuan waktu pajanan aman (tE)

Waktu pajanan aman dapat dikelola bila pemajanan terjadi pada lingkungan kerja ataupun lingkungan pendidikan yang tidak permanen seperti pada lingkungan tempat tinggal (pemukiman). Pengelolaan waktu pajanan dilakukan dengan mengurangi jumlah jam terpapar setiap harinya, oleh karenanya hanya dapat dilakukan pada populasi

pekerja maupun siswa bukan pada populasi penduduk (masyarakat). Penerapannya dilakukan untuk pemajanan inhalasi, sedangkan untuk pemajanan ingesti (melalui makanan atau air minum) cukup dilakukan dengan pembatasan jumlah konsumsi saja. Untuk menghitung waktu pajanan aman digunakan rumus sebagai berikut :

$$t_{enk (aman)} = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{C \times R \times f_E \times D_t}$$

$$t_{enk (aman)} = \frac{(0,0001/SF) \times W_b \times 70 \times 365}{C \times R \times f_E \times D_t}$$

c. Penentuan frekuensi pajanan aman (fE)

Frekuensi pajanan aman dapat dikelola bila pemajanan terjadi pada lingkungan kerja ataupun lingkungan pendidikan yang tidak permanen seperti pada lingkungan tempat tinggal (pemukiman). Pengelolaan frekuensi pajanan dilakukan dengan mengurangi jumlah hari terpapar dalam satu tahun, oleh karenanya hanya dapat dilakukan pada populasi pekerja maupun siswa bukan pada populasi penduduk (masyarakat). Penerapannya dilakukan untuk pemajanan inhalasi, sedangkan untuk pemajanan ingesti (melalui makanan atau air minum) cukup dilakukan dengan pembatasan jumlah konsumsi saja. Untuk menghitung frekuensi pajanan aman digunakan rumus sebagai berikut:

$$f_{enk (aman)} = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{C \times R \times t_E \times D_t}$$

$$f_{enk (aman)} = \frac{(0,0001/SF) \times W_b \times 70 \times 365}{C \times R \times t_E \times D_t}$$

d. Penentuan durasi pajanan aman (Dt)

Durasi pajanan aman dikelola pada pemajanan inhalasi pada lingkungan yang permanen seperti pada lingkungan tempat tinggal

(pemukiman). Pengelolaan durasi pajanan dilakukan dengan membatasi lamanya tinggal (tahun) masyarakat pada suatu pemukiman dengan cara melakukan 'relokasi' pemukiman pada saat telah melewati batas durasi amannya. Penerapan strategi durasi pajanan aman untuk pemajanan ingesti (melalui makanan atau air minum) kurang tepat karena pada pemajanan ingesti manajemen risiko cukup dilakukan dengan pembatasan jumlah konsumsi saja. Untuk menghitung durasi pajanan aman digunakan rumus sebagai berikut :

$$Dt_{enk(aman)} = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{C \times R \times t_E \times f_E}$$

$$Dt_{enk(aman)} = \frac{(0,0001/SF) \times W_b \times 70 \times 365}{C \times R \times t_E \times f_E}$$

C. MANGAN

1. Tinjauan umum Mangan

Mangan adalah logam dengan nomor atom: 25 ; Massa atom: 54,9380 g/mol; Elektronegativitas menurut Pauling: 1,5; Densitas: 7.43 g/cm³ pada 20 °C; Titik lebur: 1247 °C; Titik didih: 2061 °C; Radius Vanderwaals: 0,126 nm; Radius ionik: 0,08 nm (+2) ; 0.046 nm (+7); Isotop: 7; Energi ionisasi pertama: 716 kJ/mol; Energi ionisasi kedua: 1489 kJ/mol; Potensial standar: – 1,05 V (Mn²⁺ / Mn); Ditemukan: Johann Gahn tahun 1774

Mangan merupakan logam keras dan getas berwarna abu-abu merah muda. Logam ini sulit mencair, tapi mudah teroksidasi. Mangan murni bersifat amat reaktif dan dalam bentuk bubuk akan terbakar dengan oksigen, serta larut dalam asam encer. Mangan merupakan salah satu logam yang paling melimpah di tanah yang terutama berbentuk senyawa oksida dan hidroksida.

Mangan terjadi terutama sebagai pyrolusite (MnO₂), dan pada jumlah lebih rendah sebagai rhodochrosite (MnCO₃). Lebih dari 25 juta ton bijih mangan ditambang setiap tahun dengan daerah pertambangan utama meliputi Afrika Selatan, Rusia, Ukraina, Georgia, Gabon, dan

Australia. Mangan merupakan elemen penting untuk semua spesies makhluk hidup. Beberapa organisme seperti diatom, moluska, dan spons mengakumulasi mangan. Ikan dapat memiliki hingga 5 ppm dan mamalia hingga 3 ppm mangan dalam jaringan mereka, meskipun biasanya tidak melebihi sekitar 1 ppm.

Mangan sangat penting pada produksi besi dan baja. Industri baja tercacat menggunakan sekitar 85% sampai 90% total produksi mangan. Mangan merupakan komponen kunci dari stainless steel dan paduan aluminium tertentu. Mangan dioksida juga digunakan sebagai katalis. Mangan digunakan pula sebagai dekolorisasi kaca dan membuat kaca berwarna ungu. Kalium permanganat merupakan oksidator kuat dan digunakan sebagai desinfektan. Senyawa lain yang banyak dimanfaatkan adalah mangan dioksida (MnO) yang digunakan untuk pupuk dan keramik, serta mangan karbonat ($MnCO_3$) yang dimanfaatkan sebagai material awal untuk membuat senyawa mangan lainnya.

2. Dampak Mangan terhadap kesehatan

Mangan adalah senyawa yang sangat umum dan mudah ditemukan. Mangan merupakan salah satu dari tiga elemen penting namun beracun, yang berarti bahwa unsur ini diperlukan bagi manusia untuk bertahan hidup, tetapi juga beracun ketika konsentrasi terlalu tinggi hadir dalam tubuh manusia. Penyerapan mangan oleh manusia terutama terjadi melalui makanan, seperti bayam, teh, dan rempah-rempah.

Bahan makanan lain yang mengandung konsentrasi tinggi mangan adalah biji-bijian dan beras, kacang kedelai, telur, minyak zaitun, kacang hijau, dan tiram. Dalam tubuh, mangan akan diangkut melalui darah ke hati, ginjal, pankreas dan kelenjar endokrin. Efek kelebihan mangan terjadi terutama di saluran pernapasan dan di otak. Gejala keracunan mangan meliputi halusinasi, mudah lupa, dan kerusakan saraf.

Mangan juga dapat menyebabkan Parkinson, emboli paru, dan bronkitis. Pria yang terpapar mangan dalam jangka waktu lama berpotensi menjadi impoten. Namun, kekurangan asupan mangan juga bisa memicu berbagai masalah kesehatan. Berikut adalah diantaranya kegemukan, intoleransi glukosa, pembekuan darah, masalah kulit, gangguan rangka, janin lahir cacat, perubahan warna rambut, gejala

neurologis. Keracunan mangan kronis dapat terjadi akibat menghirup debu dan asap mangan dalam jangka panjang. Kejadian tinggi pneumonia dan infeksi saluran pernapasan atas lainnya ditemukan pada pekerja yang terkena debu atau asap senyawa mangan.

Senyawa mangan terdapat secara alami di lingkungan sebagai padatan dalam tanah, partikel kecil di dalam air, serta partikel debu di udara. Manusia meningkatkan konsentrasi mangan di udara oleh kegiatan industri dan melalui pembakaran bahan bakar fosil. Mangan yang berasal dari aktivitas manusia juga dapat meresap ke air permukaan, air tanah, dan air limbah.

Mangan merupakan komponen penting pada hewan dan menyusun tiga puluh enam enzim yang digunakan untuk metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak. Hewan yang kekurangan asupan mangan akan mengalami gangguan pertumbuhan, gangguan pembentukan tulang, dan gangguan reproduksi. Namun, dosis mangan yang terlalu tinggi bisa memicu masalah paru-paru, hati, gangguan pembuluh darah, penurunan tekanan darah, kegagalan perkembangan janin, dan kerusakan otak. Tes laboratorium pada hewan menunjukkan bahwa keracunan mangan parah dapat menyebabkan perkembangan tumor.

Mangan yang secara alami dapat ditemukan di air, tanah, dan udara adalah zat nutrisi esensial bagi manusia dan hewan. Asupan yang tidak mencukupi atau yang berlebihan dapat mengganggu kesehatan. Paparan kronik mangan pada dosis yang tinggi dapat mengakibatkan gangguan pada sistem saraf. Penelitian yang dilakukan terhadap masyarakat di wilayah sekitar TPA Rawakucing yang meliputi masyarakat yang bermukim di dalam kawasan dan di luar kawasan TPA, menunjukkan rata-rata konsentrasi mangan dalam air sumur di wilayah sekitar TPA Rawakucing (4.3 mg/l ; SD=2.8873 mg/l). Berbeda secara bermakna dengan di luar TPA Rawakucing (0.300 mg/l; SD=0.1888 mg/l). Rata-rata besaran risiko (RQ) gangguan kesehatan akibat mengonsumsi air yang mengandung mangan pada masyarakat yang tinggal di TPA Rawakucing (0.2347) dan yang tinggal di luar TPA Rawakucing (0.2955). Masyarakat yang tinggal di TPA berisiko gangguan kesehatan 8,12 kali lebih besar daripada yang tinggal di luar TPA (Ashar, 2007).

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

A. TUJUAN

1. Tujuan Umum

Mengetahui risiko kesehatan lingkungan Mangan pada air sumur gali di masyarakat Desa Supul Kecamatan Kuantnana Kabupaten Timor Tengah Selatan.

2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui kadar Mangan pada air bersih yang dikonsumsi masyarakat di Desa Supul Kecamatan Kuantnana Kabupaten Timor Tengah Selatan.
- b. Mengetahui pemajanan Mangan pada air bersih yang dikonsumsi masyarakat di Desa Supul Kecamatan Kuantnana Kabupaten Timor Tengah Selatan.
- c. Mengetahui karakteristik risiko Mangan di masyarakat yang mengkonsumsi air bersih di Desa Supul Kecamatan Kuantnana Kabupaten Timor Tengah Selatan.

B. MANFAAT

1. Masyarakat desa Supul

Hasil penelitian ini dapat menjadi informasi tentang kadar mangan pada air bersih yang dikonsumsi oleh masyarakat Desa Supul.

2. Pemerintah Desa Supul

Hasil penelitian ini dapat menjadi informasi dalam pengambilan kebijakan penyediaan air bersih yang berkualitas bagi masyarakat desa Supul.

3. Institusi Pendidikan

Hasil penelitian ini dapat memperkaya informasi tentang ilmu kesehatan lingkungan khususnya materi pada mata kuliah analisis dampak kesehatan lingkungan.

BAB IV METODE PENELITIAN

A. DESAIN DAN METODE PENELITIAN

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif, dengan menggunakan metode survey.

2. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah semua masyarakat yang menggunakan sumur gali dan mata air sebagai sumber air bersih yaitu 518 jiwa . Semua sarana air bersih yang di manfaatkan sebagai sumber air bersih oleh masyarakat di Desa Supul Kecamatan Kuantana Kabupaten Timor Tengah Selatan yaitu 21 sumur gali dan 3 mata air. Sampel penelitian adalah :

a. Sarana air bersih

Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan cara *purposive pampling* dengan kriteria-kriteria yaitu :

- 1) Posisi sumber air bersih
- 2) Lokasi sumber air bersih (sumur dan mata air)
- 3) Jarak sumur dengan lokasi pencucian

Jadi total sampel air bersih sebanyak 9 sampel dengan rincian 6 buah sumur gali dan 3 mata air.

b. Masyarakat

Masyarakat yang menjadi responden diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut :

$$n = \frac{N}{1 + N (d^2)}$$

Jumlah responden sebanyak 84 orang

3. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

a. Variabel Penelitian

- 2) Kadar Mangan
- 3) Pemajanan mangan
- 4) Karakteristik risiko

b. Definisi Operasional

- 1) Kadar mangan

Kadar mangan adalah kadar mangan yang terdapat dalam air bersih, yang diperoleh dengan melakukan uji laboratorium.

2) Pemajanan mangan

Pemajanan debu adalah banyaknya mangan yang terpajan pada masyarakat dengan mengukur atau menghitung intake/ asupan dari agen risiko mangan

3) Karakteristik risiko mangan

Karakteristik risiko adalah menetapkan tingkat risiko atau menentukan apakah mangan pada konsentrasi tertentu yang berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat. Karakteristik resiko dilihat dari berat badan, konsumsi, waktu, frekuensi, durasi pajanan.

4. Prosedur penelitian

a. Pengukuran kadar mangan

Pengukuran kadar mangan dilaksanakan dengan melakukan uji laboratorium.

b. Pemajanan mangan

Analisis pemajanan yaitu dengan mengukur atau menghitung intake/ asupan dari agen risiko mangan non karsinogenik.

5. Analisa Data

Data dianalisis dengan menggunakan analisis risiko kesehatan lingkungan dengan rumus sebagai berikut :

a. Pemajanan mangan

Intake non karsinogenik pada jalur pemajanan ingesti

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times fE \times Dt}{W_b \times t_{avg}}$$

I_k = Jumlah konsentrasi agen risiko (mg) yang masuk ke dalam tubuh manusia dengan berat badan tertentu (kg), Satuan : (mg/kg x hari)

C = Konsentrasi agen risiko pada air bersih /minum atau pada makanan
Satuan : mg/l

R = Laju konsumsi atau banyaknya volume airatau jumlah berat makanan yang masuk *setiap* jamnya
Satuan : liter/hari (air)
Nilai untuk air minum untuk pemukiman yaitu dewasa : 2 liter/hari dan anak – anak: 1 liter/hari

- fE = *Lamanya* atau jumlah hari terjadinya pajanan setiap tahunnya (hari/tahun)
 Pajanan pada pemukiman : 350 hari/tahun;
 Dt = Durasi pajanan, tahun (*real time* atau proyeksi, 30 tahun untuk nilai *default* residensial)
 Wb = Berat badan, kg
 $tavg$ = Periode waktu rata-rata ($Dt \times 365$ hari/tahun untuk zat non karsinogen)

b. Karakteristik risiko mangan

Karakteristik risiko pada efek non karsinogenik (RQ)

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

RQ = bilangan risiko

RfD = konsentrasi referensi untuk mangan (0,14mg/l/hari)

I = Intake debu

Tingkat risiko dinyatakan dalam angka atau bilangan desimal tanpa satuan. Tingkat risiko dikatakan AMAN bilamana intake $\leq RfD$ nya atau dinyatakan dengan $RQ \leq 1$. Tingkat risiko dikatakan TIDAK AMAN bilamana *intake* $> RfD$ nya atau dinyatakan dengan $RQ > 1$.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

A. GAMBARAN UMUM LOKASI

Desa Supul adalah bagian dari Pemerintahan Kecamatan Kuantana, Kabupaten Timor Tengah Selatan, Propinsi Nusa Tenggara Timur yang batas-batasnya yaitu :

- 1) Sebelah Utara berbatasan dengan : Desa Tetaf
- 2) Sebelah Selatan berbatasan dengan: Desa Tubmonas
- 3) Sebelah Timur berbatasan dengan : Desa Noebesa
- 4) Sebelah Barat berbatasan dengan : Desa Lakat.

Luas wilayah Desa Supul 4.200 Ha dengan keadaan tanah Humus dan tipologi Desa berbukit. Desa Supul meliputi 4 Dusun yaitu Dusun A, Dusun B, Dusun C dan Dusun D dengan jumlah penduduk 2.076 jiwa yaitu laki-laki 1.074 jiwa dan perempuan 1.002 jiwa.

a. Tingkat Pendidikan Penduduk

Tingkat pendidikan penduduk di Desa Supul dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1
Distribusi Jumlah Penduduk menurut Tingkat Pendidikan di Desa Supul Tahun 2014

No	Tingkat Pendidikan	Jumlah	%
1	Tamat SD/ sederajat	216	40
2	Tamat SMP/ sederajat	86	16
3	Tamat SMA/ sederajat	182	34
4	Tamat D-1/ sederajat	23	4
5	Tamat D-3/ sederajat	12	2
6	Tamat S-1/ sederajat	22	4
	Jumlah	541	100

Sumber: Data Sekunder Tahun 2014.

Berdasarkan tingkat pendidikan seperti pada tabel 1 di atas menunjukkan angka tertinggi untuk lulusan SD sebanyak 40 %, sedangkan angka terendah untuk lulusan D-3 sebanyak 2 %.

b. Mata Pencaharian Penduduk

Mata pencaharian penduduk di Desa Supul dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

Tabel 2
Distribusi Jumlah Penduduk menurut Mata Pencaharian Pokok di
Desa Supul Tahun 2014

No	Jenis Pekerjaan	Jumlah	(%)
1	Petani	467	93
2	Pegawai Negeri Sipil	33	7
	Jumlah	500	100

Sumber: Data Sekunder Tahun 2014.

Berdasarkan mata pencaharian seperti pada tabel 2 di atas menunjukkan angka tertinggi untuk mata pencaharian petani sebanyak 93 %.

c. Sarana Air Bersih

Sarana Air Bersih yang digunakan oleh penduduk di Desa Supul sebagai air minum dan air bersih. Dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3
Distribusi Jumlah Sarana Air Bersih di Desa Supul Tahun 2014

No	Jenis Sarana	Jumlah (unit)
1.	Sumur Gali	21
2.	Hidran Umum	1
3.	PAH	1
4.	Mata Air	2
	Jumlah	25 unit

Sumber: Data Sekunder Tahun 2014.

Berdasarkan jumlah sarana air bersih seperti pada tabel 7 di atas menunjukkan sarana air bersih yang digunakan oleh penduduk adalah sumur gali sebanyak 21 unit dan mata air sebanyak 2 unit.

B. HASIL PENELITIAN

1. Kadar Mangan

Hasil pengukuran kadar mangan di sembilan sarana air bersih di Desa Supul dapat di lihat pada tabel 4 berikut ini.

Tabel 4.
Kadar mangan pada air bersih di Desa Supul Kecamatan Kuantana
Kabupaten Timor Tengah Selatan Tahun 2015

No	Titik Sampling	Kadar (mg/l)
1	A1	0,5583
2	A2	0,2052
3	A3	0,2170
4	A4	0,2525
5	C1	0,4262
6	C2	0,4538
7	C3	13,3370
8	D1	0,2802
9	D2	0,2368
Rata – rata		1,7741

Rata-rata kadar mangan pada air bersih di Desa Supul sebesar 1,7741 mg/l. Tabel 4 menunjukkan bahwa 5 sampel tidak sesuai dengan kadar Mangan pada air bersih yang ditetapkan di Permenkes 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang standar kualitas air bersih yaitu adalah 0,4 mg/l.

2. Paparan Mangan

Paparan mangan diperoleh dengan menghitung intake non karsinogenik lewat ingesti. Nilai berat badan (*Wb*) merupakan nilai yang didapatkan hasil penimbangan langsung terhadap responden. Hasil penimbangan terhadap responden dewasa dengan berat badan terendah 12 kg dan berat badan tertinggi 76 kg. Berat badan responden anak-anak terendah 11 kg dan berat badan tertinggi 40 kg. Nilai frekuensi paparan (*fE*) digunakan waktu paparan di pemukiman yaitu 350 hari. Sedangkan durasi paparan (*Dt*) nilai yang telah ditetapkan yaitu 30 tahun untuk pemukiman. Hasil perhitungan sebagai berikut :

a. Paparan mangan untuk orang dewasa

Paparan mangan (asupan) mangan yang diperkirakan diterima oleh orang dewasa di Desa Supul melalui air bersih dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini :

Tabel 5
 Pajanan mangan pada orang dewasa berdasarkan variasi konsentrasi
 dan berat badan di Desa Supul Kecamatan Kuantana Kabupaten
 Timor Tengah Selatan tahun 2015

Intake Mangan pada kelompok dewasa (mg/kgxhari)			
Berat badan (dewasa)	Konsentrasi mangan		
	Minimal	Maksimal	Rata-rata
12 kg	0.032795	2.131484	0.283534
30 kg	0.013118	0.852594	0.113413
31 kg	0.012695	0.825091	0.109755
34 kg	0.011575	0.752288	0.100071
37 kg	0.010636	0.691292	0.091957
40 kg	0.009838	0.639445	0.085060
44 kg	0.008944	0.581314	0.077327
45 kg	0.008745	0.568396	0.075609
46 kg	0.008555	0.556039	0.073965
47 kg	0.008373	0.544209	0.072392
48 kg	0.008199	0.532871	0.070883
49 kg	0.008031	0.521996	0.069437
50 kg	0.007871	0.511556	0.068048
51 kg	0.007716	0.501526	0.066714
53 kg	0.007425	0.482600	0.064196
54 kg	0.007288	0.473663	0.063007
55 kg	0.007155	0.465051	0.061862
56 kg	0.007027	0.456747	0.060757
57 kg	0.006904	0.448733	0.059691
58 kg	0.006785	0.433522	0.058662
59 kg	0.006670	0.426297	0.057668
60 kg	0.006559	0.412545	0.056707
62 kg	0.006347	0.412545	0.054877
63 kg	0.006247	0.405997	0.054006
65 kg	0.006054	0.393505	0.052345
67 kg	0.005874	0.381758	0.050782
69 kg	0.005703	0.370693	0.049310
72 kg	0.005466	0.355247	0.047256
73 kg	0.005391	0.350381	0.046608
76 kg	0.005178	0.336550	0.044768

Tabel 5 menunjukkan bahwa intake mangan pada orang dewasa dengan dengan berat badan antara 11 kg sampai 76 kg, pada konsentrasi minimal antara 0.032795 mg/kg/hari sampai 0.005178 mg/kg/hari, pada konsentrasi maksimal antara 2.131484 mg/kg/hari sampai 0.336550 mg/kg/hari dan pada konsentrasi rata-rata antara 0.283534 mg/kg/hari sampai 0.044768 mg/kg/hari.

b. Papanan mangan pada anak-anak

Papanan (asupan) mangan yang diperkirakan diterima oleh anak-anak di Desa Supul melalui air bersih dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini :

Tabel 6
Papanan mangan pada anak-anak berdasarkan variasi konsentrasi dan berat badan di Desa Supul Kecamatan Kuatnana Kabupaten Timor Tengah Selatan tahun 2015

Berat badan (anak-anak)	Intake Mangan pada kelompok anak-anak (mg/kgxhari)		
	Konsentrasi mangan		
	Minimal	Maksimal	Rata-rata
11 kg	0.017888	1.162628	0.154655
18 kg	0.010932	0.710495	0.094511
19 kg	0.010356	0.673100	0.089537
20 kg	0.009838	0.639445	0.085060
21 kg	0.009370	0.608995	0.081010
25 kg	0.007871	0.511556	0.068048
26 kg	0.007568	0.491881	0.065431
27 kg	0.007288	0.473663	0.063007
29 kg	0.006785	0.440997	0.058662
33 kg	0.005963	0.387543	0.051552
35 kg	0.005622	0.365397	0.048606
40 kg	0.004919	0.319723	0.042530

Tabel 6 menunjukkan bahwa intake mangan pada anak-anak dengan dengan berat badan antara 11 kg sampai 40 kg, pada konsentrasi minimal antara 0.017888 mg/kg/hari sampai 0.004919 mg/kg/hari, pada konsentrasi maksimal antara 1.162628 mg/kg/hari sampai 0.319723 mg/kg/hari dan pada konsentrasi rata-rata antara 0.154655 mg/kg/hari sampai 0.042530 mg/kg/hari.

3. Karakteristik Risiko Mangan

Karakteristik risiko mangan yang diperoleh dengan menghitung nilai *RQ* untuk papanan (ingesti) pada orang dewasa dan anak-anak di desa Supul. Konsentrasi referensi (*RfD*) mangan adalah 0,14 mg/m³/hari. *RQ* (karakteristik risiko) dinyatakan aman apabila kurang dari satu dan tidak aman jika sama dengan atau lebih dari 1. Hasil perhitungan dan interpretasi karakteristik risiko dapat di lihat pada tabel 7 dan tabel 8.

a. Karateristik risiko mangan pada orang dewasa

Rincian karakteristik risiko pada orang dewasa dapat dilihat pada tabel 7 berikut ini.

Tabel 7
 Karakteristik risiko mangan pada orang dewasa di Desa Supul
 Kecamatan Kuanana Kabupaten Timor Tengah Selatan Tahun 2015

Berat badan (dewasa)	RQ Mangan pada kelompok dewasa		
	Konsentrasi mangan		
	Minimal	Maksimal	Rata-rata
12 kg	0.234247	15.224886	2.025241
30 kg	0.093699	6.089954	0.810096
31 kg	0.090676	5.893504	0.783964
34 kg	0.082675	5.373489	0.714791
37 kg	0.075972	4.937801	0.656835
40 kg	0.070274	4.567466	0.607572
44 kg	0.063885	4.152242	0.552338
45 kg	0.062466	4.059970	0.540064
46 kg	0.061108	3.971709	0.528324
47 kg	0.059808	3.887205	0.517083
48 kg	0.058562	3.806221	0.506310
49 kg	0.057367	3.728543	0.495977
50 kg	0.056219	3.653973	0.486058
51 kg	0.055117	3.582326	0.476527
53 kg	0.053037	3.447144	0.458545
54 kg	0.052055	3.383308	0.450054
55 kg	0.051108	3.321793	0.441871
56 kg	0.001697	0.110325	0.014676
57 kg	0.000848	0.055127	0.007333
58 kg	0.000742	0.048249	0.006418
59 kg	0.000549	0.030659	0.004078
60 kg	0.000383	0.028157	0.003745
62 kg	0.000350	0.022742	0.003025
63 kg	0.000326	0.021212	0.002822
65 kg	0.000301	0.019538	0.002599
67 kg	0.000265	0.017243	0.002294
69 kg	0.000246	0.016020	0.002131
72 kg	0.000226	0.014716	0.001958
73 kg	0.000214	0.013937	0.001854
76 kg	0.000198	0.012875	0.001713

Tabel 7 menunjukkan bahwa karakteristik risiko pajanan mangan pada orang dewasa dengan konsentrasi minimal (0,2052 mg/l/hari) dengan berat badan 12 kg sampai 76 kg dinyatakan aman. Karakteristik risiko mangan pada konsentrasi maksimal (13.337 mg/l/hari) terdapat 56 responden tidak aman dengan berat badan antara 11 kg sampai 54 kg. Pada konsentrasi rata-rata (1.774 mg/l/hari) terdapat 1 responden dengan karakteristik risiko tidak aman dengan berat badan 12 kg.

b. Anak- anak

Karakteristik risiko pada anak-anak dapat dilihat pada tabel 8 berikut ini.

Tabel 8
 Karakteristik risiko mangan pada anak-anak di Desa Supul Kecamatan
 Kuantana Kabupaten Timor Tengah Selatan Tahun 2015

Berat badan (anak-anak)	RQ Mangan pada kelompok anak-anak		
	<i>Konsentrasi mangan</i>		
	Minimal	Maksimal	Rata-rata
11 kg	0.127771	8.304483	1.104677
18 kg	0.078082	5.074962	0.675080
19 kg	0.073973	4.807859	0.639550
20 kg	0.070274	4.567466	0.607572
21 kg	0.066928	4.349967	0.578640
25 kg	0.056219	3.653973	0.486058
26 kg	0.054057	3.513435	0.467363
27 kg	0.052055	3.383308	0.450054
29 kg	0.048465	3.149976	0.419015
33 kg	0.042590	2.768161	0.368226
35 kg	0.040157	2.609980	0.347184
40 kg	0.035137	2.283733	0.303786

Tabel 8 menunjukkan, karakteristik risiko pajanan mangan pada anak-anak dengan dengan berat badan 11 kg sampai 40 kg pada konsentrasi minimal (0,2052 mg/l/hari) dinyatakan aman, pajanan pada konsentrasi maksimal (13.337 mg/l/hari) dinyatakan tidak aman. Karakteristik risiko mangan pada konsentrasi rata-rata (1.774 mg/l/hari) terdapat satu responden dengan karakteristik tidak aman dengan berat badan 11 kg.

C. PEMBAHASAN

1. Konsentrasi Mangan

Hasil pengukuran konsentrasi mangan di sembilan sarana air bersih di Desa Supul rata-rata 1,7741 mg/l. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 416/MENKES/SK/IX/90 tentang Persyaratan kualitas Air Bersih menyebutkan bahwa konsentrasi mangan maksimal adalah 0,5 mg/l. Berdasarkan Permenkes ini, maka dari sembilan sarana air bersih, terdapat 7 sarana yang konsentrasi mangannya masih di bawah kadar maksimal yang diperbolehkan, sedangkan 2 sarana konsentrasi mangannya melebihi kadar yang diperbolehkan dengan konsentrasi tertinggi mencapai 13,337 mg/l (Tabel 4).

Mangan dapat ditemui pada hampir setiap lapisan geologis dan semua badan air seperti zat-zat lainnya dalam air minum misalnya Ca, Mg, Fe, unsur Mangan sebagian besar juga berasal dari kontaknya

dengan tanah dan pembentukan batuan. Menurut Setiyono (2014) kandungan Mn pada tanah di daerah tambang mangan member kontribusi meningkatnya kadar mangan pada air sumur gali selain jarak pembuangan limbah pencucian Mn yang berdekatan dengan sumur gali.

Mangan merupakan mikronutrien esensial bagi semua makhluk hidup. Mangan bersifat esensial bagi komponen lebih dari 36 jenis enzim untuk metabolisme karbohidrat, protein, dan lipid, sebagai kofaktor beberapa kelompok enzim oksidoreduktase, transferase, hidrolase, liase, isomerase, ligase, lektin, dan integrin. Kofaktor reaksi enzimatik meliputi reaksi fosforilasi, sintesa kolesterol, dan sintesa asam lemak. Piruvat karboksilase berperan dalam metabolisme karbohidrat, lipid, dan dalam proses produksi energi. Enzim lain yang berkaitan dengan mangan adalah enzim yang berperan dalam sintesa ureum, pembentukan jaringan ikat dan tulang, serta enzim yang mencegah peroksidasi lipid oleh radikal bebas (Widowati, 2008). Mangan memegang peranan penting sebagai bagian dari enzim antioksidan alamiah yaitu superoksida dimustase, yang berfungsi menghancurkan radikal bebas. Mangan juga berfungsi dalam metabolisme tiroid dan kontrol gula darah (Freeland, 1987).

Jumlah mangan yang dibutuhkan oleh tubuh adalah 3,5 – 7 mg/hari bagi orang dewasa, merupakan asupan diet harian yang adekuat dan aman (Freeland-Graves, 1987). Namun berdasarkan kajian diet pada orang dewasa, WHO merekomendasikan asupan diet harian yang adekuat adalah 2 – 3 mg/hari, dan dosis 8 – 9 mg/hari masih cukup aman untuk dikonsumsi (WHO, 1981).

Terdapat beberapa dampak dari kekurangan mangan, walaupun sangat jarang dilaporkan kasus-kasus kekurangan mangan. Gejala dari kekurangan mangan adalah timbulnya kemerahan kulit yang bersifat sementara (Anonymous, 2010), penurunan berat badan, iritasi kulit, perubahan warna rambut, dan pertumbuhan rambut yang lambat (Sela, 2010). Di samping itu, orang yang kekurangan mangan juga dilaporkan lebih berisiko terkena diabetes, osteoporosis, rematik, dan kolesterol tinggi (Anonymous, 2009).

Terdapat beberapa dampak dari kelebihan mangan terhadap kesehatan. Kelebihan mangan menimbulkan gejala-gejala yang

melibatkan gangguan pada sistem saraf seperti insomnia, kemudian lemah pada kaki dan otot muka sehingga ekspresi muka menjadi beku dan muka tampak seperti topeng. Bila pemaparan berlanjut, maka bicara jadi melambat dan monoton, berjalan terpatah-patah. Gejala-gejala yang timbul tersebut mirip dengan gejala pada penderita Parkinson (Slamet, 2009). Mangan juga menyebabkan kadar besi dalam tubuh menurun sehingga menimbulkan risiko terkena anemia, gangguan kulit, jantung, hati, pembuluh darah dan kerusakan otak. Selain itu, mangan yang berlebihan dapat mencegah penyerapan zat tembaga oleh tubuh (Sela, 2010).

Konsentrasi Mn yang lebih besar dari 0,5 mg/l dapat menyebabkan rasa yang aneh pada minuman dan meninggalkan warna coklat-coklatan pada pakaian cucian, menyebabkan kerusakan hati dan berdampak langsung pada saluran pernapasan dan otak. Adapun gejala keracunan mangan adalah halusinasi, pelupa dan kerusakan saraf. Ketika orang-orang yang terkena Mangan untuk jangka waktu lama mereka menjadi impoten, suatu sindrom yang disebabkan oleh mangan memiliki gejala seperti skizofrenia, kebodohan, lemah otot, sakit kepala dan insomnia.

Kadar Mangan (Mn) di lingkungan meningkat sejalan dengan meningkatnya aktivitas manusia dan industri, Mangan yang bersumber dari aktivitas manusia dapat masuk ke lingkungan air, tanah, udara dan lingkungan.

Menurut penelitian Nisaul Makhmudah dan Suprihanto Notodarmojo dengan menggunakan metode penyaringan pasir lambat dua tingkat untuk penurunan kadar Mangan pada aliran air sungai di daerah Cikapundung. Kadar Mangan pada air baku sebelum diolah, berkisar antara 0,14 – 1,6 mg/L Mangan. Setelah mengalami pengolahan menggunakan saringan pasir lambat, kadar Mangan pada air mengalami penurunan, yaitu berkisar antara 0,012-0,228 mg/l Mangan.

Efisiensi penyisihan Mangan oleh reaktor berkisar antara 89,3 %. Mangan dalam air dapat di temukan dalam bentuk Mn^{2+} (bivalent mangan) dan Mn^{4+} (quadrivalent mangan). Mangan dengan bervalensi tinggi sukar larut dalam air, sedangkan Mangan bervalensi dua

mempunyai sifat mudah larut dalam air dan tidak stabil bila bertemu dengan oksigen (mudah teroksidasi).

Jadi disarankan untuk masyarakat untuk melakukan pengolahan air secara sederhana dengan menggunakan salah satu metode yaitu saringan pasir lambat, khususnya air pada mata air di Dusun C serta sumur gali yang berkaitan dengan warna, rasa, bau dan kadar Mangan.

2. Paparan Mangan

Intake mangan pada orang dewasa dengan dengan berat badan antara 11 kg sampai 76 kg, pada konsentrasi minimal antara 0.032795 mg/kg/hari sampai 0.005178 mg/kg/hari, pada konsentrasi maksimal antara 2.131484 mg/kg/hari sampai 0.336550 mg/kg/hari dan pada konsentrasi rata-rata antara 0.283534 mg/kg/hari sampai 0.044768 mg/kg/hari (tabel 5). Intake mangan pada anak-anak dengan dengan berat badan antara 11 kg sampai 40 kg, pada konsentrasi minimal antara 0.017888 mg/kg/hari sampai 0.004919 mg/kg/hari, pada konsentrasi maksimal antara 1.162628 mg/kg/hari sampai 0.319723 mg/kg/hari dan pada konsentrasi rata-rata antara 0.154655 mg/kg/hari sampai 0.042530 mg/kg/hari (tabel 6).

Gangguan kesehatan yang dapat timbul akibat toksisitas mangan yang pernah diteliti adalah sebagai berikut:

- a. Bleich et al. (1999) mempublikasikan laporan kasus mengenai efek neurologi yang terjadi pada lelaki dewasa yang menelan sekitar 1,8 mg/kg-hari Kalium permanganat (0,62 mg Mn) selama 4 minggu dengan periode *follow ups* selama 14 tahun. Sebagian besar gejala yang dicatat adalah kekakuan pada otot, nyeri otot, *hypersomnia*, meningkatnya libido, berkeringat, *fatigue*, dan kecemasan.
- b. Intoksikasi mangan terjadi pada lelaki berusia 62 tahun yang menerima nutrisi parenteral total yang mengandung 2,2 mg setiap hari selama 23 bulan (Ejima et al., 1992). Konsentrasi ini sebanding dengan dosis 0,023 mg Mn/kg-hari untuk seorang dewasa yang berbobot 70 kg. Konsentrasi mangan dari hasil pemeriksaan darah penderita

meningkat. Penderita menunjukkan tanda-tanda disartria, kekakuan ringan, hipokinesia dengan gambaran 'muka topeng', gaya berjalan yang terpatah-patah (*haltinggait*), dan gangguan reflex-reflex postural yang parah, dan diagnosis untuk kelainan ini adalah Parkinson. Dengan asumsi rata-rata absorpsi sebesar 5% melalui pajanan oral, dosis 2,2 mg Mn/hari secara intravena akan ekuivalen dengan *intake* oral sebanyak 40 mg Mn/hari (US EPA, 1993).

- c. Gangguan kesehatan yang dilaporkan Kawamura et al. (1941) adalah *lethargy*, peningkatan tonus otot, tremor, dan gangguan mental diakibatkan oleh ingesti mangan yang mengkontaminasi air sumur. Sumber kontaminasi adalah *leachate* yang berasal dari sekitar 400 sel baterai kering yang dikubur dekat dengan sumur air minum. Dari 50 orang yang diperiksa, 15 orang memiliki gejala. Sebanyak 5 kasus dikategorikan sebagai kasus berat, 2 kasus sedang, dan 8 kasus ringan. Kebanyakan dari kasus berat terjadi pada mereka yang berusia lebih tua. Orang-orang yang berusia muda tidak begitu terpengaruh, dan gejalagejala intoksikasi tidak ditemukan pada anak-anak (usia 1 sampai 6 tahun). Terjadi 3 kematian, yang salah satunya adalah akibat bunuh diri. Dari hasil autopsi, konsentrasi mangan pada otak salah satu pasien yang meninggal ditemukan lebih tinggi 2 sampai 3 kali daripada konsentrasi yang diukur pada 2 kontrol autopsi lainnya. Perubahan makroskopik dan mikroskopik yang mencolok terlihat pada jaringan otak, khususnya di wilayah globus pallidus.
- d. Sebuah studi epidemiologi diidentifikasi untuk mencari kaitan antara pajanan tinggi mangan melalui oral dengan kejadian neurotoksisitas pada anak-anak. Efek samping neurologi yang ditandai dengan penurunan kemampuan belajar di sekolah dilaporkan terjadi pada anakanak berusia 11-13 tahun yang terpajan konsentrasi mangan yang berlebihan melalui ingesti air minum yang terkontaminasi dan mengonsumsi makanan yang terbuat dari tanaman gandum yang disirami dengan air kotor (Zhang et al., 1995).

3. Karakteristik risiko Mangan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik risiko pajanan mangan pada orang dewasa dengan konsentrasi minimal (0,2052 mg/l/hari) dengan berat badan 12 kg sampai 76 kg dinyatakan aman. Karakteristik risiko mangan pada konsentrasi maksimal (13.337 mg/l/hari) terdapat 56 responden tidak aman dengan berat badan antara 11 kg sampai 54 kg. Pada konsentrasi rata-rata (1.774 mg/l/hari) terdapat 1 responden dengan karakteristik risiko tidak aman dengan berat badan 12 kg (tabel 7). Karakteristik risiko pajanan mangan pada anak-anak dengan dengan berat badan 11 kg sampai 40 kg pada konsentrasi minimal (0,2052 mg/l/hari) dinyatakan aman, pajanan pada konsentrasi maksimal (13.337 mg/l/hari) dinyatakan tidak aman. Karakteristik risiko mangan pada konsentrasi rata-rata (1.774 mg/l/hari) terdapat satu responden dengan karakteristik tidak aman dengan berat badan 11 kg (tabel 8).

Dalam analisis risiko, berat badan akan mempengaruhi besarnya nilai risiko dan secara teoritis semakin berat badan seseorang maka semakin kecil kemungkinannya untuk berisiko mengalami gangguan kesehatan. Dari data terlihat bahwa hasil penelitian sesuai dengan perhitungan matematis besar RQ akan berbanding terbalik dengan berat badan, artinya semakin kecil berat badan seseorang maka besar risiko (RQ) individu tersebut akan semakin besar.

Karakteristik risiko pajanan mangan yang tidak aman maka perlu dilakukan manajemen risiko. Manajemen risiko dapat dilakukan dengan menentukan konsentrasi aman dan penentuan jumlah asupan yang aman. Kedua hal ini di diperoleh dengan melakukan perhitungan sebagai berikut :

a. Konsentrasi aman

Konsentrasi aman yang dapat dikonsumsi oleh responden dengan karakteristik tidak aman dapat dilihat pada tabel 9 dan 10.

1) Orang dewasa

Karakteristik risiko tidak aman terpajan mangan terjadi pada orang dewasa dengan berat badan 12 kg sampai 55 kg.

Tabel 9

Konsentrasi aman Mangan pada kelompok orang dewasa

Berat badan (dewasa)	Konsentrasi aman Mangan pada kelompok dewasa (mg/l)
12 kg	0.876000
30 kg	2.190000
31 kg	2.263000
34 kg	2.482000
37 kg	2.701000
40 kg	2.920000
44 kg	3.212000
45 kg	3.285000
46 kg	3.358000
47 kg	3.431000
48 kg	3.504000
49 kg	3.577000
50 kg	3.650000
51 kg	3.723000
53 kg	3.869000
54 kg	3.942000
55 kg	4.015000

Tabel 9 memberikan gambaran bahwa konsentrasi dapat semakin besar jika berat badan responden semakin besar.

2) Anak-anak

Karakteristik risiko tidak aman terpajan mangan terjadi pada orang dewasa dengan berat badan 11 kg sampai 40 kg

Tabel 10

Konsentrasi aman mangan pada anak-anak

Berat badan (anak-anak)	<i>Konsentrasi aman mangan (mg/l)</i>
11 kg	1.606000
18 kg	2.628000
19 kg	2.774000
20 kg	2.920000
21 kg	3.066000
25 kg	3.650000
26 kg	3.796000
27 kg	3.942000
29 kg	4.234000
33 kg	4.818000
35 kg	5.110000
40 kg	5.840000

Tabel 10 memberikan gambaran bahwa konsentrasi dapat semakin besar jika berat badan responden semakin besar

b. Asupan (intake) aman

1) Orang Dewasa

Asupan aman Mangan pada kelompok dewasa dapat dilihat pada tabel 11 berikut ini.

Tabel 11
Asupan (intake) aman Mangan pada kelompok dewasa

Berat badan (dewasa)	Asupan (intake) aman Mangan pada kelompok dewasa (mg/kg/hari)
12 kg	0.131364
30 kg	0.328410
31 kg	0.339357
34 kg	0.372198
37 kg	0.405039
40 kg	0.437880
44 kg	0.481668
45 kg	0.492615
46 kg	0.503562
47 kg	0.514509
48 kg	0.525455
49 kg	0.536402
50 kg	0.547349
51 kg	0.558296
53 kg	0.580190
54 kg	0.591137
55 kg	0.591137

Tabel 11 memberikan gambaran bahwa jumlah asupan dapat semakin besar jika berat badan responden semakin besar

2) Anak-anak

Asupan aman Mangan pada anak-anak dapat dilihat pada tabel 12 berikut ini.

Tabel 12
Asupan (intake) aman Mangan pada anak-anak

Berat badan (anak-anak)	Asupan (intake) aman mangan (mg/kg/hari)
11 kg	0.120417
18 kg	0.197046
19 kg	0.207993
20 kg	0.218940
21 kg	0.229887
25 kg	0.273675
26 kg	0.284622
27 kg	0.295569
29 kg	0.317463
33 kg	0.361251
35 kg	0.383145
40 kg	0.437880

Tabel 12 memberikan gambaran bahwa jumlah asupan dapat semakin besar jika berat badan responden semakin besar.

Konsentrasi mangan dapat diturunkan dengan melakukan pengolahan air bersih sebetulnya digunakan. Hasil penelitian dari Eko Hartini tahun 2012 Pada air sumur gali di Kelurahan Kumai Hilir Kalimantan Tengah, menunjukkan penggunaan *cascade aerator* memberikan hasil yang lebih baik dalam menurunkan kadar Mn air sumur gali dengan rata-rata 0,02 mg/l, telah sesuai dengan baku mutu dengan efektivitas sebesar 98,74%. *Bubble aerator* dapat menurunkan kadar Mn air sumur gali dengan rata-rata 0,43 mg/l, dan efektivitas 76,47%.

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

A. SIMPULAN

1. Rata-rata kadar mangan pada air bersih di Desa Supul sebesar 1,7741 mg/l. Terdapat 5 sampel lebih besar dari standar yang ditetapkan pada Permenkes 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang standar kualitas air bersih yaitu adalah 0,5 mg/l.
2. Paparan mangan pada orang dewasa dengan dengan berat badan antara 11 kg sampai 76 kg, pada konsentrasi minimal antara 0.032795 mg/kg/hari sampai 0.005178 mg/kg/hari, pada konsentrasi maksimal antara 2.131484 mg/kg/hari sampai 0.336550 mg/kg/hari dan pada konsentrasi rata-rata antara 0.283534 mg/kg/hari sampai 0.044768 mg/kg/hari.
3. Paparan mangan pada anak-anak dengan dengan berat badan antara 11 kg sampai 40 kg, pada konsentrasi minimal antara 0.017888 mg/kg/hari sampai 0.004919 mg/kg/hari, pada konsentrasi maksimal antara 1.162628 mg/kg/hari sampai 0.319723 mg/kg/hari dan pada konsentrasi rata-rata antara 0.154655 mg/kg/hari sampai 0.042530 mg/kg/hari
4. Karakteristik risiko paparan mangan pada orang dewasa dengan konsentrasi minimal (0,2052 mg/l/hari) dengan berat badan 12 kg sampai 76 kg dinyatakan aman. Karakteristik risiko mangan pada konsentrasi maksimal (13.337 mg/l/hari) terdapat 56 responden tidak aman dengan berat badan antara 11 kg sampai 54 kg. Pada konsentrasi rata-rata (1.774 mg/l/hari) terdapat 1 responden dengan karakteristik risiko tidak aman dengan berat badan 12 kg.
5. Karakteristik risiko paparan mangan pada anak-anak dengan dengan berat badan 11 kg sampai 40 kg pada konsentrasi minimal (0,2052 mg/l/hari) dinyatakan aman, paparan pada konsentrasi maksimal (13.337 mg/l/hari) dinyatakan tidak aman. Karakteristik risiko mangan pada konsentrasi rata-rata (1.774

mg/l/hari) terdapat satu responden dengan karakteristik tidak aman dengan berat badan 11 kg.

B. SARAN

1. Bagi masyarakat untuk tidak mengkonsumsi air bersih yang berasal dari sarana yang mengandung kadar mangan lebih dari standar yaitu sarana air bersih C3 di dusun C desa Supul. Jika tetap mengkonsumsi maka disarankan agar air tersebut terlebih dahulu dilakukan pengolahan untuk menurunkan kadar mangan, salah satunya dengan menggunakan saringan pasir lambat.
2. Bagi pemerintah Desa Supul agar dapat memberikan informasi tentang kondisi air dan dampak bagi masyarakat sehingga tercipta kesadaran dalam menggunakan air bersih yang memenuhi syarat kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashar Taufik, 2007, Analisis Risiko Asupan Oral Paparan Mangan dalam Air terhadap Kesehatan Masyarakat, Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional Vol. 2, No. 3, Desember 2007
- Bleich S. et al. 1999. Chronic manganese: Fourteen years follow-up. J. Neuropsych. Clin. Neuro. 11:117.
- Direktorat Jendral PP dan PL, 2011, Petunjuk Teknis Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan, Kementerian Kesehatan RI, Jakarta.
- Ejima, A. et al. 1992. Manganese intoxication during total parenteral nutrition [letter]. Lancet 339: 426.
- Eko Hartini, 2012, *Cascade Aerator Dan Bubble Aerator Dalam Menurunkan Kadar Mangan Air Sumur Gali*, Jurnal Kesehatan Masyarakat, Universitas Negeri Semarang, ISSN 1858-1196, <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/kemas>
- Kawamura et al. 1941. Intoxication by manganese in well water. Kitasato Arch. Exp. Med. 18:145-169.
- Kolluru, R. V., Bartel & Pitblado, R. 1996. *Risk Assessment and Management Handbook: for Environmental, Health, and Safety Professional*, McGraw-Hill, New York.
- Kondakis et al. 1989. Possible health effects of high manganese concentration in drinking water. Arch. Environ. Health 44(3):175-178.
- Leach, R.M., Harris. 1997. Manganese. Clinical Nutrition in Health and Disease, 2 Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements), 335-355.
- Purnama, Didi, 2012, Modul Pelatihan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan, BBTCLP2, Jakarta
- Purnama D, 2007, Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan terhadap Penimbunan Batu Bara, Buletin Nobell Vol 1 Juni 2007 – Media Informasi BBTCLP2M Jakarta, Jakarta
- Setiyono Andik, 2014, Studi Kadar Mangan (Mn) Pada Air Sumur Gali Di Desa Karangnunggal Kecamatan Karangnunggal Kabupaten Tasikmalaya , Jurnal Kesehatan Komunitas Indonesia Vol. 10. No. 1 Maret 2014, <http://lppm.unsil.ac.id/>
- Soemirat, J. 1999. *Kesehatan Lingkungan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Tharanit, T. 1992. The contamination of mercury, cadmium and manganese in leachate from solid waste disposal site of Bangkok Metropolitan Administration. Master's Thesis, Chulalongkorn University.
- United States. Environmental Protection Agency (EPA). (2013). *Particulate Matter (PM) –Basic Information*. www.epa.gov. Diakses pada tanggal 11 januari 2013.
- U.S. EPA. 1993. Drinking Water Criteria Document for Manganese. Final Draft. U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Criteria and Assessment Office, Office of Health and Environmental Assessment. ECAO- CIN-D008. Cincinnati, OH.
- US EPA. 2003. *Health Effects Support Document for Manganese*. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water. EPA. EPA-822-R-03-003. Washington, D.C.WHO. 2002. Environmental Health Criteria 228: Principles and methods for the assessment of risk from essential trace elements. World Health Organization: Geneva, Switzerland.
- Zhang, G., D. Liu, and P. He. 1995. Effects of manganese on learning abilities in school children. *Chung Hua Yu Fang I Hsueh Tsa Chih* 29:156-158 (Chinese).

LAMPIRAN 1**MASTER TABEL****DATA UMUM RESPONDEN**

“Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Mangan Pada Air Bersih Di Masyarakat Desa Supul Kecamatan Kuantana Kabupaten Timor Tengah Selatan Tahun 2015”

No	Nama	Tgl lahir/ Umur	Berat badan (Kg)	Alamat
1	Godel Kiridius	7 bulan	7 kg	Dusun C
2	Derry A. Banu	3 tahun	15 kg	Dusun C
3	Nova Faot	4 tahun	16 kg	Dusun C
4	Airra	6 tahun	18 kg	Dusun C
5	Onni Laufeto	6 tahun	21 kg	Dusun C
6	Lenci Beti	7 tahun	20 kg	Dusun C
7	Bisa Talan	7 tahun	25 kg	Dusun C
8	Metysianis Manafe	9 tahun	20 kg	Dusun C
9	Ivan Beti	9 tahun	20 kg	Dusun C
10	Desna Banu	10 tahun	26 kg	Dusun C
11	Fransina Beti	11 tahun	35 kg	Dusun C
12	Elfiana Asbanu	11 tahun	29 kg	Dusun C
13	Fivin Beti	12 tahun	40 kg	Dusun C
14	Arjun Misa	6 bulan	8 kg	Dusun D
15	Dedi Banu	2 tahun	8 kg	Dusun D
16	Alvin Kumanireng	3 tahun	13 kg	Dusun D
17	Putra Muhamad	4 tahun	13 kg	Dusun D
18	Yunaria Faot	5 tahun	11 kg	Dusun D
19	Septalisa Banu	5 tahun	11 kg	Dusun D
20	Novandi Banu	6 tahun	19 kg	Dusun D
21	Charles Tse	6 tahun	11 kg	Dusun D
22	Sity Rosalin	6 tahun	20 kg	Dusun D
23	Rindi Bulla	6 tahun	18 kg	Dusun D
24	Ningsi Djuma	8 tahun	19 kg	Dusun D
25	Willa Faot	8 tahun	20 kg	Dusun D
26	Risky Rahmadan	9 tahun	27 kg	Dusun D
27	Isak Tse	9 tahun	18 kg	Dusun D
28	Risky Bulla	9 tahun	33 kg	Dusun D
29	Noni Tabun	10 tahun	20 kg	Dusun D
30	Sonya Beti	11 tahun	26 kg	Dusun D
31	Diana Tse	12 tahun	40 kg	Dusun D
32	Atriana Beti	13 tahun	37 kg	Dusun C
33	Yanto Beti	14 tahun	49 kg	Dusun C
34	Yufra Beti	14 tahun	37 kg	Dusun C
35	Misilina Nenohaifeto	15 tahun	12 kg	Dusun C
36	Feki Beti	17 tahun	55 kg	Dusun C
37	Wempi Faot	17 tahun	40 kg	Dusun C
38	Yusti Beti	20 tahun	72 kg	Dusun C
39	Harti Nubatonis	24 tahun	63 kg	Dusun C
40	Jems Tabun	24 tahun	62 kg	Dusun C
41	Ibrahim Faot	25 tahun	50 kg	Dusun C
42	Mida Nomtanis	25 tahun	45 kg	Dusun C
43	Rabin Banamtuan	29 tahun	54 kg	Dusun C
44	Yefta Besi	31 tahun	60 kg	Dusun C
45	Sumiati Made	35 tahun	51 kg	Dusun C
46	Aksa Beti	35 tahun	53 kg	Dusun C
47	Indo Instrina Made	41 tahun	58 kg	Dusun C
48	Adriana Benu	41 tahun	47 kg	Dusun C

49	Immanuel Beti	41 tahun	47 kg	Dusun C
50	Felisita Banu	45 tahun	51 kg	Dusun C
51	Yehuda Beti	46 tahun	73 kg	Dusun C
52	Salmon Beti	46 tahun	65 kg	Dusun C
53	Anton Beti	47 tahun	50 kg	Dusun C
54	Pelipus Beti	47 tahun	59 kg	Dusun C
55	Ester Beti	50 tahun	40 kg	Dusun C
56	Yerobean Banu	50 tahun	55 kg	Dusun C
57	Daniel Faot	50 tahun	49 kg	Dusun C
58	Paulina Lobo Weo	51 tahun	56 kg	Dusun C
59	Yemima Banamtuan	51 tahun	51 kg	Dusun C
60	Dominice Beti	51 tahun	55 kg	Dusun C
61	Markus Beti	55 tahun	56 kg	Dusun C
62	Samuel Benu	57 tahun	55 kg	Dusun C
63	Zakarias Beti	57 tahun	54 kg	Dusun C
64	Yuanatan Koa	58 tahun	55 kg	Dusun C
65	Paulina Finmeta	59 tahun	46 kg	Dusun C
66	Sufia Faot	59 tahun	30 kg	Dusun C
67	Sutina	60 tahun	59 kg	Dusun C
68	Eflesina Bulla	60 tahun	45 kg	Dusun C
69	Oktifiani Nesimnasi	60 tahun	48 kg	Dusun C
70	Juliana Issu	68 tahun	53 kg	Dusun C
71	Tomas Benu	62 tahun	56 kg	Dusun C
72	Barnabas Beti	70 tahun	48 kg	Dusun C
73	Malawi Made	71 tahun	48 kg	Dusun C
74	Mikhal Tabun	80 tahun	47 kg	Dusun C
75	Allo Faot	13 tahun	31 kg	Dusun D
76	Rio Alunat	13 tahun	30 kg	Dusun D
77	Osias Nuban	14 tahun	30 kg	Dusun D
78	Serli Nomtani	16 tahun	44 kg	Dusun D
79	Ida Faot	26 tahun	47 kg	Dusun D
80	Albinus Faot	28 tahun	56 kg	Dusun D
81	Margarita Telnoni	30 tahun	58 kg	Dusun D
82	Sikom Djuma	34 tahun	60 kg	Dusun D
83	Edu Toto	34 tahun	67 kg	Dusun D
84	Ribka Bantaika	34 tahun	54 kg	Dusun D
85	Odi Missa	35 tahun	50 kg	Dusun D
86	Fetri Nurhayati	36 tahun	69 kg	Dusun D
87	Simon Tse	37 tahun	55 kg	Dusun D
88	Gasperina Djuma	37 tahun	50 kg	Dusun D
89	Maria Faot	45 tahun	44 kg	Dusun D
90	Yati No'at	50 tahun	65 kg	Dusun D
91	Naomi Tse	50 tahun	50 kg	Dusun D
92	Naomi Selan	50 tahun	45 kg	Dusun D
93	Yance Nesimnasi	51 tahun	60 kg	Dusun D
94	Frans Faot	54 tahun	57 kg	Dusun D
95	Ester Tabun	56 tahun	59 kg	Dusun D
96	Jusuf Djuma	58 tahun	76 kg	Dusun D
97	Marselina Tse	60 tahun	34 kg	Dusun D
98	Sarah Faot	60 tahun	53 kg	Dusun D
99	Bernadus Toto	61 tahun	58 kg	Dusun D
100	Aplonia	73 tahun	45 kg	Dusun D

LAMPIRAN 2

HASIL PEMERIKSAAN LABORATORIUM



PEMERINTAH PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR
BADAN LINGKUNGAN HIDUP DAERAH
UPT LABORATORIUM LINGKUNGAN
Jalan Alfonsus Nisoni Nomor 7, Telepon 0380 – 829922, Fax 0380-829922
KUPANG 85115

1. LAPORAN PENGUJIAN

Nomor : BLHD.667/201/DA/LAB/VI/2015

1.	Informasi Pelanggan	
1.1	Nama	: Lidia Br Tarigan, SKM., M.Si
1.2	Alamat	:
1.3	No. Telp/HP/Fax	: 081339262700
1.4	Personil Penghubung	: -

2.	Informasi Sampel	
2.1	Nama sampel	: Sampel Penelitian Parameter Mangan (Mn)
2.2	Tanggal diterima	: 10 Juni 2015
2.3	Tanggal pengujian	: 17 Juni 2015

3.	Informasi Hasil Pengujian		
	Nama Sampel	Absorbansi	Keterangan
	A1	0,5583	
	A2	0,2052	
	A3	0,2170	
	A4	0,2525	
	C1	0,4262	
	C2	0,4538	
	C3	1,3337	
	D1	0,2802	
	D2	0,2368	

Catatan :

1. Hasil yang ditampilkan hanya berhubungan dengan sampel yang diuji;
2. Laporan hasil pengujian tidak boleh digandakan;
3. Sampling dilakukan sendiri oleh konsumen.

Kupang, Juni 2015
Kasie Pengendalian Mutu Data Laboratorium Lingkungan
BLHD Provinsi Nusa Tenggara Timur,


AGUSTINA R. EMU, S.Si, M.Si
Pembina
NIP. 19740810 199903 2 009

LAMPIRAN 5



**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES KUPANG**

Direktorat : Jln. El Tari II Liliba – Kupang, Telp : (0380) 881880 ; 880880
Fax (0380) 8553418 ; email : poltekkeskupang@yahoo.com



Nomor : LB.01.03/1.1/ 4069 /2015 02 Oktober 2015
Lampiran : Satu Exsemplar
Perihal : Ijin Penelitian

Kepada
Kepala Kantor Pelayanan Perijinan Terpadu Satu Pintu (KPPTSP)
di –
Kupang

Dalam rangka pelaksanaan penelitian Risbinakes bagi Doen di Lingkup Poltekkes
Kemenkes Kupang, maka kami mohon kiranya diberi ijin untuk melakukan penelitian
bagi :

Nama : Lidia Br. Tarigan, SKM.,M.Si
NIP : 197201061996032001
Unit Kerja : Jurusan Kesehatan Lingkungan
Judul Penelitian : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Mangan Pada
Air Bersih di Masyarakat Desa Sapul Kecamatan
Kuatnana di Kabupaten Timor Tengah Selatan

Demikian surat permohonan kami, atas bantuan dan kerjasamanya disampaikan
terima kasih.



Direktur

[Handwritten Signature]
Drs. Jefrin Sambara, Apt. M.Si
NIP. 196306121995031001



PEMERINTAH PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR
KANTOR PELAYANAN PERIZINAN TERPADU SATU PINTU

Jalan Teratai No. 10 – Telp / Fax. (0380) 833213

Email : kpptspprovntt@yahoo.com; Website: www.kpptsp-provntt.org

Kupang, 13 Oktober 2015

Nomor : 070/3968/KPPTSP/2015
Sifat : Biasa
Lampiran : -
Hal : Izin Penelitian

Kepada
Yth. Bupati Timor Tengah Selatan
Cq. Kepala Badan Kesbangpol dan
Persandian Kabupaten Timor Tengah
Selatan
di -
SOE

Menindaklanjuti Surat Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan KEMENKES Kupang Nomor TU.05.02/1.04/588/2015 Tanggal 13 Oktober 2015, tentang Permohonan Izin Pelaksanaan Penelitian, dan setelah mempelajari rencana kegiatan/proposal yang diajukan, maka dapat diberikan Izin Penelitian kepada :

Nama : LIDIA BR TARIGAN., M.Si
Pekerjaan : Dosen
Kebangsaan : Indonesia

Untuk melakukan penelitian dengan judul :

**" ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN MANGAN PADA AIR BERSIH DI
MASYARAKAT DESA SUPUL KECAMATAN KUATNANA KABUPATEN TIMOR
TENGAH SELATAN TAHUN 2015 "**

Lokasi : Desa Supul Kecamatan Kuantana Kabupaten Timor Tengah Selatan
Pengikut : Yohanna Tri Wulandari dan Emilia Gaio
Lama Penelitian : 15 - 21 Oktober 2015
Penanggungjawab : Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan KEMENKES Kupang

Peneliti berkewajiban menghormati/mentaati peraturan dan tata tertib yang berlaku di daerah setempat dan melaporkan hasil penelitian kepada Gubernur Nusa Tenggara Timur Cq. Kepala Kantor Pelayanan Perizinan Terpadu Satu Pintu Provinsi Nusa Tenggara Timur dan Bupati Timor Tengah Selatan.

Demikian surat izin ini, atas perhatian disampaikan terima kasih.

Gubernur Nusa Tenggara Timur
Kepala KPPTSP Provinsi NTT

Drs. YOHAKIM KOTAN
Pembina Tk. I
NIP. 19620816 199302 1 001

Tembusan :

1. Gubernur Nusa Tenggara Timur di Kupang (sebagai laporan);
2. Wakil Gubernur Nusa Tenggara Timur di Kupang (sebagai laporan);
3. Sekretaris Daerah Propinsi Nusa Tenggara Timur di Kupang (sebagai laporan);
4. Kepala Badan Kesbangpol dan Linmas Provinsi NTT di Kupang;
5. Kepala Kantor Pelayanan Perizinan Terpadu Kabupaten Timor Tengah Selatan;
6. Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan KEMENKES Kupang di Kupang;
7. Yang bersangkutan ditempat;



PEMERINTAH KABUPATEN TIMOR TENGAH SELATAN
BADAN KESATUAN BANGSA POLITIK DAN PERSANDIAN
JALAN BASUKI RAHMAT NOMOR 1. SOE Telp (0388) 21001,21041,21176

Nomor : Kesbangpolsandi 18.02/1127/X/TTS/2015 Yth. SoE, 16 Oktober 2015
Kepada
Lampiran : - Camat Kumatnana
di-
Perihal : Ijin Penelitian Tempat

Menunjuk Surat Kepala Pelayanan Perizinan Terpadu Satu Pintu Nomor : 070/3968/KPPTSP/2015, Tanggal, 13 Oktober 2015 tentang Ijin Penelitian dan setelah mempelajari Rencana Penelitian/Design yang diajukan oleh peneliti, maka diberikan Surat Keterangan/Rekomendasi kepada :

Nama : **LIDIA BR TARIGAN M.SI**
Alamat : Jln Fatutuan Liliba Kupang
Pekerjaan : Dosen
Kebangsaan : Indonesia

Akan melaksanakan Kegiatan Penelitian dengan Judul :

**"ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN MANGAN PADA AIR BERSIH DI
MASYARAKAT DESA SUPUL KECAMATAN KUATNANA KABUPATEN TIMOR TENGAH
SELATAN TAHUN 2015 "**

Lokasi : Desa Supul ,Kec.Kuatnana, Kab. Timor Tengah Selatan
Pengikut : Yohanna Tri Wulandari dan Emilia Gaio
Lamanya : 15 – 21 Oktober 2015
Penanggung Jawab : Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan
KEMENKES Kupang

Peneliti berkewajiban menghormati/mentaati peraturan dan tata tertib yang berlaku di daerah setempat dan melaporkan hasil penelitiannya kepada Bupati Timor Tengah Selatan, Cq. Kepala Badan Kesatuan Bangsa Politik dan Persandian Kabupaten Timor Tengah Selatan.

Demikian untuk maklum dan atas kerja sama yang baik disampaikan terima kasih.

An. Kepala Badan Kesatuan Bangsa Politik dan Persandian
Kabupaten Timor Tengah Selatan
Sekretaris'



NIKANOR TALAEN SH,MSI

Pembina Tk.1

Nip. 19650213 198603 1 012

Tembusan:

1. Bupati Timor Tengah Selatan di SoE;
2. Wakil Bupati Timor Tengah Selatan di SoE;
3. Kepala KPPTSP Prop. NTT di Kupang;
4. Kejur Kesehatan Lingkungan Poltekes KEMENKES Kupang di Kupang;
5. Yang bersangkutan di Tempat;
6. Pertinggal.



DEMERINTAH KABUPATEN TIMOR TENGAH SELATAN
KANTOR CAMAT KUATNANA
JL. KONIS FACT - TETAFA

Tetafa, ¹⁶ 20 Oktober 2015

Nomor : Kec. 53.27.02/219/2015
Lampiran : --
Perihal : Ijin Penelitian

Kepada
Yth. Kepala Desa Supul
di-
Supul

Berdasarkan Surat Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Persandian Kabupaten Timor Tengah Selatan Nomor : Kesbangpolsandi 18.02/1127/X/TTS/2015 Tanggal 16 Oktober 2015 Perihal Ijin Penelitian, maka dengan ini diberikan Surat Keterangan/Rekomendasi kepada :

Nama : **LIDIA BR TARIGAN, M.Si**
Alamat : Jln. Fatutuan Liliba Kupang
Pekerjaan : Dosen
Kebangsaan : Indonesia


Akan melaksanakan Kegiatan Penelitian dengan Judul :

“ANALISA RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN MANGAN PADA AIR BERSIH DI MASYARAKAT DESA SUPUL KECAMATAN KUATNANA KABUPATEN TIMOR TENGAH SELATAN TAHUN 2015”

Lokasi : Desa Supul, Kecamatan Kuatnana, Kabupaten TTS
Pengikut : Yohana Tri Wulandari dan Emilia Gaio
Lamanya : 15 – 21 Oktober 2015
Penanggung Jawab : Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan KEMENKES Kupang

Peneliti berkewajiban menghormati/mentaati peraturan dan tata tertib yang berlaku di Daerah setempat dan melaporkan hasil penelitiannya kepada Bupati Timor Tengah Selatan, Cq. Kepala Badan Kesatuan Bangsa Politik dan Persandian Kabupaten Timor Tengah Selatan.

Demikian disampaikan untuk dilaksanakan dengan penuh rasa tanggung jawab.

f Camat Kuatnana, *R*

Yuliana Woy, Ba
YULIANA WOY, BA
PEMBINA
NIP. 19640707198603 2 023

- Tembusan :
1. Kepala Badan KesbangPol dan Persandian Kab. TTS di SoE;
 2. Kepala KPPTSP Prop. NTT di Kupang;
 3. Kejur Kesehatan Lingkungan Poltekkes KEMENKES Kupang di Kupang;
 4. Yang Bersangkutan di Tempat,

LAMPIRAN 6

DOKUMENTASI

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Mangan Pada Air Bersih Di Masyarakat Desa Supul Kecamatan Kuanana Kabupaten Timor Tengah Selatan Tahun 2015”



Pengambilan sampel air



Sumur Gali di Desa Supul



Mata air yang menjadi sumber air bersih masyarakat Desa Supul



Mata air yang berada di tepi aliran sungai di desa Supul



Penimbangan Berat badan Responden Dewasa



Penimbangan Berat badan Responden Anak-anak



Wawancara dengan responden



Wawancara dengan responden