***Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*** *p-ISSN 2656-5021*
*Volume 9 Nomor 2 Halama 254-265 April 2024* *e-ISSN 2657-1579*

# *RISK ASESSMENT* BORAKS PADA MAKANAN JAJANAN PENTOL YANG BEREDAR DI SEKITAR SMK DARUSSALAM MARTAPURA

Laily Khairiyati, Agung Waskito[a], Lenie Marlinae[a], Anugerah Nur Rahmat[a], Ammara Ulfa Azizah[a], Salsabila[a], Tri Ahdiat Akbar[a]

[a]Departemen Kesehatan Lingkungan, Program Studi kesehatan Masyarakat Fakultas kedokteran Universitas Lambung Mangkurat

*Email korespondensi: lailykhairiyati@ulm.ac.id*

## ABSTRAK

*Pentol merupakan salah satu pangan jajanan yang sering dijumpai di lingkungan sekolah di Kalimantan Selatan. Terdapat indikasi cemaran Boraks untuk mengawetkan makanan. Kondisi demikian justru memembuat siswa mengkonsumsi pangan yang tidak sehat. Penggunaan boraks hanya diperkenankan sebagai bahan pembuat deterjen dan antiseptik. Paparan boraks dapat mengakibatkan efek pada susunan syaraf pusat, ginjal, dan hati. Mengingat pentingnya telaah risiko zat berbahaya ini terhadap kesehatan, maka diperlukan penilaian risiko (risk asessment) Boraks. Metode ini merupakan cara untuk memprediksi dampak kesehatan yang terjadi dari paparan zat berbahaya. Dampak yang dimaksud adalah perkiraan besarnya risiko non karsinogenik dan risiko karsinogenik yang dinyatakan dengan RQ (Risk Quotient) dan ECR (Excess Cancer Risk). Sampel penelitian terdiri dari sampel pentol yang dicuplik dari 4 (empat) lokasi pedagang di sekitar sekolah. Responden penelitian yaitu siswa-siswi SMK Darussalam Martapura kelas X dan XI dengan teknik pengambilan Purposive Sampling dengan kriteria inklusi. Instrumen penelitian terdiri dari alat pemeriksaan boraks, spektrofotometer UV vis, alat ukur antropometri dan lembar isian wawancara. Diperoleh hasil konsentrasi Boraks rata-rata pada pentol sebesar 0,0875 mg/g. Nilai intake efek non karsinogenik masih dibawah nilai dosis referensi (RfD<0,2 mg/kg/hari), demikian juga nilai intake efek karsinogenik masih dibawah nilai NOAEL (<0,113 (mg/kg/day)[1]). Tingkat risiko non karsinogenik dikategorikan aman (RQ≤1), namun tingkat risiko karsinogenik (ECR) nilainya >1/10.000 artinya tingkat risiko tidak aman sehingga dapat menimbulkan efek karsinogenik. Diperlukan manajemen risiko melalui penurunan konsentrasi pajanan dan membatasi jumlah konsumsi agar siswa terhindar dari efek kesehatan yang ditimbulkan. Saran dari penelitian ini menitikberatkan pada perlunya pengawasan, pembinaan dan kebijakan yang mencegah munculnya isu-isu negatif keamanan pangan.*

***Kata Kunci:*** Intake, tingkat risiko, non karsinogen, karsinogen, pengelolaan risiko.

## PENDAHULUAN

*Risk assesment* merupakan pendekatan untuk mengetahui dan memperkirakan risiko kesehatan pada manusia. Metode ini dilakukan melalui lima tahap antara lain identifikasi bahaya, karakterisasi bahaya (analisis dosis respon), analisis pemajanan, karakterisasi risiko dan manajemen risiko. Langkah-langkah ini disebut juga dengan penilaian risiko atau Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) (Dirjen PP dan PL Kemenkes, 2012). Di Indonesia, ARKL masih belum banyak dikenal dan digunakan sebagai metode kajian dampak lingkungan terhadap kesehatan. Beberapa negara Uni Eropa,

Amerika, dan Australia metode ini telah menjadi proses *centra idea legislasi* dan regulasi pengendalian dampak lingkungan (Basri, 2014).

*Risk asessment* atau penilaian risiko menjadi penting dilakukan dalam rangka memprediksi dampak akibat paparan bahan tertentu yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan pada masyarakat yang terpapar atau mengkonsumsi bahan tersebut. Salah satu bahan makanan jajanan yang sangat familiar di kalangan masyarakat Kalimantan Selatan adalah pentol. Jajanan ini lezat, gurih, dan menjadi makanan favorit. Pentol terbuat dari olahan daging sapi, ayam, maupun ikan, tepung tapioka dan rempah yang dibulatkan kemudian direbus, dikukus kemudian ditusuk menggunakan lidi dan dicelupkan ke dalam saus cabai atau tomat. Pentol merupakan salah satu pangan atau makanan jajanan yang sering dijumpai di lingkungan sekolah dan sering dikonsumsi oleh sebagian besar anak usia sekolah.

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Darussalam Martapura merupakan salah satu sekolah kejuruan swasta yang lokasinya cukup strategis karena berada pada pusat pendidikan di Kota Martapura. Letak sekolah di tepi jalan raya memudahkan para pedagang berjualan makanan jajanan di sekitar sekolah sehingga siswa dapat dengan mudah mengaksesnya. Faktor pendorong siswa sekolah ini membeli makanan jajanan adalah karena kebutuhan tubuh akan nutrisi untuk pertumbuhan masa remaja, rasanya enak, sajian instan, dan harga terjangkau. Di sisi lain terdapat kekhawatiran isu keamanan pangan akan kandungan bahan tambahan pangan berbahaya pada pangan jajanan anak sekolah. Ketidaktahuan siswa terhadap dampak negatif terpapar bahan tambahan berbahaya pada pangan jajanan ini membuat anak sekolah justru berperilaku konsumsi pangan jajanan yang tidak aman.

Keamanan pangan merupakan salah satu masalah yang harus mendapatkan perhatian terutama di negara berkembang seperti Indonesia, karena bisa berdampak negatif terhadap kesehatan. Penyebabnya adalah masih rendahnya pengetahuan, keterampilan, dan tanggung jawab produsen pangan terhadap mutu dan keamanan makanan terutama pada industri kecil atau industri rumah tangga. Untuk mendapatkan makanan seperti yang diinginkan, maka sering pada proses pembuatannya ditambahkan bahan tambahan yang lebih dikenal dengan sebutan Bahan Tambahan Pangan (BTP) atau *food additive* (Safitri *et al.*, 2019).

Penambahan BTP sebenarnya diperbolehkan, selagi masih diizinkan dan kadarnya masih dalam batas aman dan tidak membahayakan kesehatan konsumen. Namun, banyak produsen ataupun penjual tidak memahami dan tidak memperhatikan hal tersebut, dan dengan sengaja menambahkan bahan-bahan kimia berbahaya yang justru digunakan sebagai bahan tambahan pangan padahal tidak ditujukan untuk makanan contohnya adalah boraks (Rohmawati, 2017).

Boraks adalah senyawa berbentuk kristal putih tidak berbau dan stabil pada suhu ruangan dan mengandung mineral Boron. Boraks merupakan senyawa kimia dengan nama natrium tetraborat ($(NaB_4O_7)10H_2O$). Jika larut dalam air akan menjadi hidroksida dan asam borat ($H_3BO_3$) (Subiyakto, 1991). Boraks atau asam boraks biasanya digunakan untuk bahan pembuat deterjen dan antiseptik (Tubagus, 2013). Mengkonsumsi makanan yang mengandung boraks tidak berakibat buruk secara langsung, tetapi boraks akan menumpuk sedikit demi sedikit karena diserap dalam tubuh konsumen secara kumulatif. Larangan penggunaan boraks juga diperkuat dengan adanya Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2012, tentang bahan tambahan makanan, bahwa Natrium Tetraborat yang lebih dikenal dengan nama Boraks digolongkan dalam bahan tambahan yang dilarang digunakan dalam makanan. Boraks masih ditemukan dipasar tradisional dengan produk yang bernama garam bleng atau pijer. Bahan ini termasuk kategori Bahan Tambahan Pangan (BTP) yang berbahaya dan dilarang oleh pemerintah untuk dimasukkan ke dalam makanan. Namun, akibat ketidaktahuan seringkali pengolah makanan menambahkan bahan berbahaya tersebut.

Boraks sering disalahgunakan sebagai pengenyal, pengawet serta memperbaiki penampilan dalam pembuatan bakso (Junianto, 2013). Apabila sering terpapar karena mengkonsumsi boraks maka akan menyebabkan gangguan otak, hati, lemak, dan ginjal. Dalam jumlah banyak, boraks yang dikonsumsi menyebabkan demam, anuria, koma merangsang sistem saraf pusat, menimbulkan depresi, apatis, sianosis, hipotensi, kerusakan ginjal, kanker, pingsan bahkan kematian.

Hasil penelitian yang menunjukkan bahwa terdapat boraks pada makanan jajanan telah ditemukan sebanyak 138 sampel makanan berupa bakso positif mengandung boraks di Pasar Sponyono dan Pasar Jagir Surabaya (Yulianto, 2013). Pada tahun 2014 terdapat 3 (tiga) Kejadian Luar Biasa (KLB) keracunan kuliner di Kota Banjarbaru. Keracunan ini dialami oleh anak usia sekolah yang sebagian besar diperkirakan memakan jajanan olahan daging seperti pentol, sosis, nugget, empek-empek, otak-otak, siomay, dan lain-lain (Dinkes Kota Banjarbaru, 2015).

Efek kesehatan yang diakibatkan oleh paparan bahan berbahaya boraks dapat diperkirakan melalui penilaian risiko kesehatan melalui metode analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL). Beberapa hasil penelitian mengenai risiko kesehatan manusia akibat boron menyebutkan bahwa sumber boron ditemukan pada sumber air tanah dan golongan usia anak-anak dan remaja menjadi kelompok yang paling berisiko ((Rahman *et al.*, 2021). Penelitian lainnya bahwa kandungan boron ditemukan pada jaringan ikan *Tilapia nilotica*, air dan sedimen Danau Edku, Mesir. Hasil analisis risiko kesehatan diperoleh bahwa konsumsi ikan nila dari danau tersebut tidak menimbulkan risiko karena tingkat risiko masih di bawah satu (RQ<1). Analisis statistik dan penilaian risiko kesehatan manusia terhadap boron di air danau menunjukkan dampak yang lebih besar pada anak-anak dibandingkan pada orang dewasa (Abeer *et al.*, 2012).

Hasil penelitian Li (2022) mengenai penilaian risiko kesehatan kandungan boron di pegunungan Tibet Selatan memaparkan bahwa penyebab tingginya konsentrasi boron berasal dari sumber air panas dan dipergunakan sebagai air minum di sekitar Tibet. Kandungan boron dalam air panas bumi di wilayah studi mencapai 42,36 mg/L, jauh melebihi batas air minum yang ditetapkan Organisasi Kesehatan Dunia (0,5 mg/L). Penilaian risiko kesehatan terhadap air minum di wilayah studi menunjukkan bahwa indeks bahaya (HI) air minum di wilayah campuran lebih tinggi dari 1 yang menunjukkan bahwa anak-anak berada pada risiko kesehatan yang tinggi daripada orang dewasa (Li *et al.*, 2022).

Penilaian risiko kesehatan kontaminasi boron pada air tanah geologi basaltik wilayah semi-kering Maharashtra menyebutkan bahwa kandungan B dalam air minum berada di atas ambang batas WHO. Disebutkan bahwa anak-anak memiliki risiko non-karsinogenik yang lebih tinggi dibandingkan orang dewasa dan bayi (Ajaykumar *et al.,* 2020).

Adanya temuan dan konsentrasi boron secara alamiah di alam beserta penilaian risiko kesehatan pada anak-anak, remaja dewasa dan anak-anak telah banyak diteliti. Di Indonesia, temuan boraks justru ditambahkan pada bahan pangan jajanan. Balai Besar Penawasan Obat dan Makanan (BPOM) di Banjarmasin pada tahun 2021 telah melakukan pengawasan terhadap pangan sebanyak 103 sampel. Hasil pengujian diperoleh sebanyak 17 sampel tidak memenuhi syarat karena mengandung Rhodamin B (5 sampel), Boraks (2 sampel), Formalin (3 sampel), TMS Na siklamat (2 sampel) dan TMS mikrobiologi (4 sampel) (BPOM Banjarmasin, 2021). Pentol merupakan salah satu jenis Pangan Jajanan Anak Sekolah (PJAS) yang berpotensi besar terdapat kandungan boraks yang dapat membuat pangan jajanan ini lebih kenyal dan tidak cepat basi. Hal ini umum didapati pada sekolah-sekolah dimana para pedagang pentol menjajakan dagangannya kepada para siswa termasuk siswa SMK Darussalam Martapura.

Mengingat pentingnya telaah efek kesehatan akibat paparan boraks terhadap kesehatan pada remaja dalam penelitian ini maka perlu dilakukan penilaian risiko kesehatan melalui Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Langkah ini dilakukan sebagai dasar untuk memperkiraan besarnya *intake, risk quotient* dan *excess cancer risk* pada siswa SMK Darussalam Martapura.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) yang merupakan metode untuk menghitung perkiraan tingkat risiko akibat pajanan boraks pada populasi berisiko dengan mempertimbangkan karakteristik bahan dan populasi. Langkah-langkahnya antara lain identifikasi bahaya, analisis dosis respon, analisis pemajanan, karakteristik risiko, dan manajemen risiko. Penelitian dilakukan pada bulan Juli–Agustus 2023. Sejumlah pentol dicuplik dari 4 (empat) titik lokasi pedagang pentol berjualan disekitar sekolah SMK Darussalam Martapura dengan jumlah

16 jenis sampel pentol. Teknik *purposive sampling* diterapkan dalam penelitian ini sehingga diperoleh sebanyak 102 orang siswa bersedia menjadi responden dan memenuhi kriteria inklusi penelitian antara lain pernah mengkonsumsi pentol paling tidak 1 kali per minggu. Instrumen penelitian terdiri dari Boraks test kit, spektrofotometer UV vis, alat ukur antropometri, dan lembar isian wawancara. Data yang terkumpul terlebih dahulu akan diuji normalitas data kemudian dilakukan analisis secara deskriptif yaitu penjelasan data dalam bentuk tabulasi jumlah dan persentase sebaran data yang diperoleh secara katagorik (jenis kelamin). Selain itu akan di berikan sebaran data min-max, mean, median, standar deviasi, dan kenormalan distribusi untuk data yang bersifat numerik (berat badan, tinggi badan, konsentrasi boraks, laju ingesti, durasi pajanan, frekuensi pajanan dan lama pajanan). Untuk perhitungan intake menggunakan formula sebagai berikut:

$$\text{Intake (I)} = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

Keterangan:

I : Intake boraks (mg/kg/hari)

C : Konsentrasi boraks pada pentol (mg/L)

R : Laju ingesti (g/hari)

$f_E$ : Frekuensi pajanan (hari/ tahun)

$D_t$ : Durasi pajanan (tahun)

$W_b$ : Berat badan (kg)

$t_{avg}$ : Periode waktu rata-rata yaitu 30 tahun x 365 hari/tahun = 10.950 hari untuk risiko non karsinogenik dan 70 tahun x 365 hari/ tahun = 25.550 hari untuk risiko karsinogenik.

Tingkat risiko non karsinogenik dihitung menggunakan persamaan berikut ini:

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

Keterangan:

RQ : Tingkat risiko boraks (Efek non karsinogenik)

I : Intake non karsinogenik (mg/kg/hari)

RfD : Dosis referensi boraks adalah 0,2 mg/kg/hari (mg/kg/hari)

Jika hasilnya nilai RQ>1 maka harus dilakukan pengelolaan risiko

Sedangkan tingkat risiko karsinogenik menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{ECR} = I \times SF$$

Keterangan:

ECR : Tingkat risiko boraks (Efek Karsinogenik)

I : Intake Rhodamin B (mg/kg/hari)

SF : Slope Factor (Nilai efisiensi agen risiko dengan efek karsinogenik)

Nilai SF dari boraks tidak tersedia, namun dapat digunakan perhitungan dosis eksperimental lain yaitu NOAEL (*No Observed Effect Level*). Nilai NOAEL boraks yaitu 8,8 mg/kg/hari atau setara dengan 0,113 $(mg/kg/day)^{-1}$(EPA, 2006).

Manajemen risiko diperlukan untuk memperkecil dampak pajanan suatu agen risiko melalui penentuan konsentrasi dan jumlah batas aman.

Penentuan konsentrasi batas aman non karsinogenik yaitu:

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

Sedangkan penentuan konsentrasi aman karsinogenik antara lain:

$$C_{nk} \text{ aman (ingesti)} = \frac{(0{,}0001) \times W_b \times 70 \times 365}{R \times f_E \times D_t}$$

Perhitungan jumlah konsumsi aman risiko non karsinogenik yaitu:

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

dan perhitungan jumlah konsumsi aman risiko karsinogenik sebagai berikut:

$$R_{nk} \text{ aman (ingesti)} = \frac{(0{,}0001) \times W_b \times 70 \times 365}{C \times f_E \times D_t}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara keseluruhan, data karakteristik responden dalam penelitian ini sebagian besar perempuan sebanyak 53 orang dari 102 orang, berusia paling rendah 15 tahun dan paling tinggi 19 tahun. Berat badan terendah 33 kg dan tertinggi 90 kg. Tinggi badan berkisar antara 147 cm sampai dengan 180 cm. Rincian distribusi data karakteristik responden kelas X dan kelas XI SMK Darussalam disajikan pada Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1** Distribusi frekuensi karakteristik responden

| No | Karakteristik responden | Kelas X (N= 57; Laki-laki= 32, Perempuan= 25) | | | | | Kelas XI (N= 45; Laki-laki= 17, Perempuan= 28) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Mean | Median | SD | Min | Max | Mean | Median | SD | Min | Max |
| 1 | Usia (tahun) | 16,2 | 16 | 0,90 | 15 | 19 | 17 | 17 | 0,79 | 16 | 19 |
| 2 | Berat Badan (kg) | 51,73 | 48,8 | 13,72 | 33 | 90 | 51,75 | 49 | 13,01 | 34 | 85 |
| 3 | Tinggi Badan (cm) | 161,94 | 161 | 8,52 | 149 | 180 | 160.90 | 160 | 8.16 | 147 | 179 |

*Sumber: Data primer*

Dari hasil pemeriksaan sampel makanan sebanyak 16 jenis pentol diperoleh konsentrasi boraks rata-rata sebesar 0,0875 mg/g. Jika dihubungkan dengan pola aktivitas responden diperoleh

gambaran bahwa pada kelas X rata-rata laju asupan adalah 6,4 buah/hari. Berat rata-rata 1 (satu) buah pentol sebesar 35 g maka laju asupan 224 g/hari, lama pajanan 1 tahun dengan frekuensi pajanan sebanyak 120,24 hari/tahun. Sedangkan di kelas XI rata-rata laju asupan sebanyak 6,7 buah/hari atau 234,5 g/hari dengan durasi pajanan 2 tahun dan frekuensi pajanan 155,31 hari/tahun. Pada Tabel 2 berikut ditampilan detail hasil pola aktivitas responden.

**Tabel 2** Distribusi frekuensi pola aktivitas responden

| No. | Pola Aktivitas | Kelas X (N= 57; Laki-laki= 32, Perempuan= 25) | | | | | Kelas XI (N= 45; Laki-laki= 17, Perempuan= 28) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Mean | Median | SD | Min | Max | Mean | Median | SD | Min | Max |
| 1 | Laju asupan (buah/hari) | 6,4 | 5 | 3,8 | 1 | 20 | 6,7 | 5 | 3,5 | 1 | 10 |
| 2 | Durasi pajanan (tahun) | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 |
| 3 | Frekuensi pajanan (hari/tahun) | 120,24 | 100,2 | 70,14 | 50,1 | 350,7 | 155,31 | 150,3 | 95,19 | 50,1 | 501 |

*Sumber: Data primer*

Perkiraan risiko kesehatan akibat paparan boraks pada pentol dilakukan melalui langkah-langkah Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Analisis pemajanan dilakukan dengan menghitung Intake (asupan) dari agen berisiko didalam tubuh. *Intake* dalam penelitian ini adalah konsentrasi boraks yang diperkirakan masuk ke dalam tubuh siswa berdasarkan kelas disekolah. Suatu pajanan (Intake) *realtime* atau lamanya siswa mengkonsumsi pentol yang mengandung boraks di wilayah penelitian sampai dengan selesai dapat diperkirakan.

Tingkat risiko efek non karsinogenik dinyatakan dalam *Risk Quotient* (RQ) yaitu nilai intake dibagi dengan dosis referensi. Untuk tingkat risiko efek karsinogenik dinyatakan dalam *Excess Cancer Risk* (ECR). ECR diperoleh dari hasil pengalian intake dengan *Slope Factor* (SF). Manajemen risiko dilakukan melalui penentuan konsentrasi aman dan jumlah konsumsi aman (Dirjen PP dan PL Kemenkes RI, 2012). Adapun data komponen ARKL disajikan pada Tabel 3 berikut ini.

**Tabel 3** Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) zat boraks

| No | Komponen ARKL | Kelas X | | Kelas XI | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Efek non karsinogenik | Efek karsinogenik | Efek non karsinogenik | Efek karsinogenik |
| 1 | Intake (I) | 0,004 mg/kg/hari | 0,001 mg/kg/hari | 0,01 mg/kg/hari | 0,004 mg/kg/hari |
| 2 | Tingkat risiko non karsinogenik (RQ) | 0,02 | - | 0,05 | - |
| 3 | Tingkat risiko karsinogenik (ECR) | - | 0,0002 | - | 0,0005 |
| 4 | Penentuan konsentrasi aman (C) | 4,20 mg/g | 0,04 mg/g | 1,55 mg/g | 0,016 mg/g |
| 5 | Penentuan jumlah konsumsi aman (R) | 10,75 g/hari | 0,11 g/hari | 4,16 g/hari | 0,04 g/hari |

*Sumber: Data primer*

Berdasar Tabel 3 diatas diperolah hasil bahwa nilai intake *realtime* non karsinogenik pada kelas X maupun kelas XI masih berada dibawah nilai RfD (<0,2 mg/kg/hari), dan nilai intake *realtime* karsinogenik pada kelas X dan XI masih berada dibawah nilai NOAEL yaitu <0,113 $(mg/kg/hari)^{-1}$ atau <8,8 mg/kg/hari. Untuk nilai RQ ≤1 artinya tingkat risiko masih aman untuk kelas X maupun kelas XI. Sedangkan nilai ECR pada kelas X dan kelas XI menunjukkan hasil >0,0001 yang artinya tingkat risiko tidak aman sehingga dapat menimbulkan efek karsinogenik.

Sejalan dengan penelitian yang menyebutkan bahwa pada kelompok anak-anak dan remaja mempunyai tingkat risiko tinggi menerima efek kesehatan akibat paparan boron. Namun demikian sekitar 90–95% sampel yang diteliti bebas dari kontaminasi boron karena memiliki nilai HQ<1 (Rahman *et al.*, 2021). Hasil analisis statistik dan penilaian risiko kesehatan manusia terhadap boron juga telah dilakukan di lokasi Danau Edku, Mesir. Penelitian ini menunjukkan bahwa dampak yang lebih besar ada pada kelompok anak-anak dibandingkan pada orang dewasa. Deteksi adanya konsentrasi boron juga terdapat pada jaringan ikan *Tilapia nilotica*, air dan sedimen danau. Konsumsi ikan dari danau oleh manusia tidak menimbulkan risiko apa pun, namun indeks bahaya untuk dagingnya masih di bawah satu (RQ<1). Sementara itu, tidak ada efek buruk yang terdeteksi pada kontak kulit dengan sedimen yang diteliti baik pada anak-anak maupun orang dewasa, namun boron menunjukkan efek jangka panjang pada kesehatan manusia (Abeer *et al*., 2012).

Hasil penelitian Li (2022) mengenai penilaian risiko kesehatan kandungan boron di pegunungan Tibet Selatan memaparkan bahwa kandungan boron dalam air panas bumi di wilayah studi mencapai 42,36 mg/L, jauh melebihi batas air minum yang ditetapkan Organisasi Kesehatan Dunia (0,5 mg/L). Penilaian risiko kesehatan terhadap air minum di wilayah studi menunjukkan bahwa indeks bahaya (HI) air minum di wilayah campuran lebih tinggi dari 1 (dengan rata-rata 1,594 untuk anak-anak dan 1,366 untuk orang dewasa), yang menunjukkan bahwa anak-anak berada pada risiko kesehatan yang tinggi. risiko kesehatan yang lebih tinggi dibandingkan orang dewasa (Li *et al.,* 2022).

Perhitungan intake non karsinogenik dan intake karsinogenik terbagi menjadi intake *realtime* dan intake *lifetime.* Pada intake *realtime* non karsinogenik maupun karsinogenik melihat paparan yang telah terjadi pada saat dilakukannya penelitian. Intake *lifetime* non karsinogenik melihat proyeksi paparan selama 5 tahun, 10 tahun, 15 tahun, 20 tahun, 25 tahun dan 30 tahun. Sedangkan intake *lifetime* karsinogenik melihat proyeksi paparan selama 10 tahun, 20 tahun, 30 tahun, 40 tahun, 50 tahun, 60 tahun dan 70 tahun. Setelah dilakukan perhitungan intake, lalu dihitung nilai risiko. Pada Tabel 4 dibawah ini disajikan data proyeksi intake dan tingkat risiko efek non karsinogenik jangka 30 tahun mendatang.

**Tabel 4** Proyeksi intake dan tingkat risiko efek non karsinogenik 30 tahun mendatang

| No | Proyeksi | Intake non karsinogenik (mg/kg/hari) | | Tingkat risiko efek non karsinogenik (RQ) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Kelas X | Kelas XI | Kelas X | Kelas XI |
| 1 | 5 Tahun | 0,02 | 0,02 | 0,10 | 0,14 |
| 2 | 10 Tahun | 0,04 | 0,05 | 0,20 | 0,28 |
| 3 | 15 Tahun | 0,06 | 0,08 | 0,31 | 0,42 |
| 4 | 20 Tahun | 0,08 | 0,11 | 0,41 | 0,56 |
| 5 | 25 tahun | 0,10 | 0,14 | 0,52 | 0,70 |
| 6 | 30 Tahun | 0,12 | 0,16 | 062 | 0,84 |

*Sumber: Data primer*

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan hasil bahwa terjadi tren peningkatan nilai intake mulai dari proyeksi 5 tahun hingga proyeksi 30 tahun. Intake non karsinogenik terendah ada pada kelas X maupun kelas XI sebesar 0,02 mg/kg/hari pada proyeksi 5 tahun. Sedangkan intake non karsinogenik tertinggi terdapat pada proyeksi 30 tahun dengan nilai 0,12 mg/kg/hari untuk kelas X, dan 0,16 mg/kg/hari untuk kelas XI. Dengan demikian baik kelas X maupun kelas XI nilai intake non karsinogenik masih dibawah nilai RfD (<0,2 mg/kg/hari). Sedangkan nilai RQ proyeksi tingkat risiko 30 tahun mendatang masih dikategorikan aman (RQ≤1) sehingga siswa SMK Darussalam tidak berisiko terhadap penyakit non karsinogenik.

Proyeksi besarnya intake karsinogenik diperkirakan sampai dengan 70 tahun mendatang. Pada Tabel 5 di bawah disajikan hasil proyeksi intake dan tingkat risiko efek karsinogenik (ECR) dalam jangka 70 tahun mendatang.

**Tabel 5** Proyeksi intake dan tingkat risiko efek karsinogenik (ECR) 70 tahun mendatang

| No | Proyeksi | Intake karsinogenik (mg/kg/hari) | | Proyeksi tingkat risiko efek karsinogenik (ECR) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Kelas X | Kelas XI | Kelas X | Kelas XI |
| 1 | 10 Tahun | 0,01 | 0,02 | 0,002* | 0,002* |
| 2 | 20 Tahun | 0,03 | 0,04 | 0,004* | 0,005* |
| 3 | 35 Tahun | 0,05 | 0,07 | 0,006* | 0,008* |
| 4 | 40 Tahun | 0,07 | 0,09 | 0,008* | 0,010* |
| 5 | 50 tahun | 0,08 | 0,12* | 0,010* | 0,013* |
| 6 | 60 Tahun | 0,10 | 0,14* | 0,012* | 0,016* |
| 7 | 70 Tahun | 0,12* | 0,16* | 0,014* | 0,019* |

*Sumber: Data primer*

Dari tabel di atas diketahui bahwa siswa kelas X memiliki nilai intake karsinogenik sebesar 0,12 mg/kg/hari pada tahun ke 70 yang artinya diatas nilai NOAEL (>0,113 $(mg/kg/hari)^{-1}$). Demikian

juga untuk siswa kelas XI, nilai intake karsinogenik proyeksi 50 tahun, 0 tahun dan 70 tahun berturut-turut sebesar 0,12; 0,14 dan 0,16 mg/kg/hari yang nilainya >NOAEL boraks. Pada perhitungan nilai ECR proyeksi 10 tahun sampai dengan 70 tahun diperoleh nilai >1/10.000 atau ECR >0,0001. Dengan demikian semua runtutan jangka waktu tersebut seluruhnya memiliki kategori tingkat risiko tidak aman sehingga berisiko terhadap kanker.

Manajemen risiko dilakukan jika ditemukan nilai RQ>1 dan nilai ECR>1/10.000. Manajemen risiko dilakukan dengan cara menghitung konsentrasi aman (C) dan jumlah konsumsi aman (R). Pada Tabel 6 dibawah ini disajikan manajemen risiko dari boraks.

**Tabel 6** Manajemen risiko boraks

| No | Manajemen risiko / Efek | Konsentrasi aman (mg/g) | | Jumlah konsumsi aman (g/hari) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Kelas X | Kelas XI | Kelas X | Kelas XI |
| 1 | Non karsinogenik | 4,20 | 1,55 | 10,76 | 4,16 |
| 2 | Karsinogenik | 0,04 | 0,016 | 0,11 | 0,04 |

*Sumber: Data primer*

Berdasarkan perhitungan risiko sebelumnya didapatkan bahwa ECR *realtime* maupun *lifetime* memiliki nilai >1/10.000 sehinga diperlukan manajemen risiko terutama untuk menghindari efek karsinogenik. Dari Tabel 6 di atas diketahui bahwa nilai konsentrasi aman efek karsinogenik siswa kelas X sebesar 0,04 mg/g dan 0,016 mg/g untuk siswa kelas XI. Untuk jumlah konsumsi aman efek karsinogenik nilai terendah dalah pada siswa kelas XI sebesar 4,16 g/hari dan untuk efek karsinogenik sebesar 0,04 g/hari. Dengan demikian pengelolaan risiko yang dilakukan adalah dengan menurunkan laju asupan atau banyaknya jumlah konsumsi menjadi ≤0,04 g/hari. Pada prinsipnya pengelolaan risiko melalui pertimbangkan nilai terendah konsentrasi dan jumlah konsumsi pajanan untuk menghindari efek samping yang terjadi.

Selanjutnya manajemen risiko dapat dilakukan dengan mengurangi jumlah konsumsi makanan yang mengandung boraks antara lain tidak mengkonsumsi pentol terutama yang dijual dipinggir jalan melebihi batas jumlah konsumsi aman agar terhindar dari gangguan penyakit akibat zat yang bersifat karsinogenik.

## KESIMPULAN

Tingkat risiko non karsinogenik realtime (RQ) untuk siswa kelas X dan kelas XI masih aman (RQ ≤1), sedangkan nilai tingkat risiko karsinogenik *realtime* (ECR) pada siswa kelas X dan kelas XI adalah >0,0001 yang artinya tingkat risiko tidak aman sehingga dapat menimbulkan efek kesehatan berupa munculnya kanker (efek karsinogenik). Oleh karena itu diperlukan manajemen risiko dengan menurunkan konsentrasi melalui pengurangan jumlah konsumsi bahkan menghindari konsumsi pentol.

Penurunan nilai konsentrasi dan jumlah konsumsi ini bertujuan untuk menghindarkan siswa dari efek kesehatan yang ditimbulkan.

Upaya komunikasi, informasi, dan edukasi mesti terus dilaksanakan sehingga masyarakat dan pengolah makanan teredukasi dan berperilaku kesehatan yang baik agar terhindar dari efek yang tidak diinginkan. Upaya-upaya yang dapat dilakukan oleh sekolah antara lain melakukan pengawasan pangan jajanan di lingkungan sekolah termasuk membuat kebijakan kantin sehat atau membawa bekal. Upaya pembinaan kepada pedagang makanan jajanan oleh Dinas Kesehatan, pemantauan peredaran bahan tambahan pangan berbahaya di pasar melalui inspeksi garam bleng (garam yang mengandung boron) atau pijer dapat dilakukan oleh Balai POM serta untuk peneliti selanjutnya dapat melakukan riset lain yang sejenis mengenai asessmen zat berbahaya seperti formalin, pewarna pada pangan jajanan lainnya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Lambung Mangkurat dan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Darussalam, Martapura.

## DAFTAR PUSTAKA

Abeer, A.M., Manal, M.E., Ghada, F.E., & Ahmed A.R., 2012. Boron Human Health Risk Assessment Relative to the Environmental Pollution of Lake Edku, Egypt. *JKAU: Mar. Sci*., *23*(2), p.41-55. DOI: 10.4197/Mar. 23-2.3

Ajaykumar, K., Vasant, W., Bhavana, U., & Rabindranath, S., 2020. An Implication of Boron and Fluoride Contamination and Its Exposure Risk in Groundwater Resources in Semi-Arid Region, Western India, Environment, Development and Sustainability: A Multidisciplinary Approach to the Theory and Practice of Sustainable Development. *Springer*, *22*(7), p.7033-7056.

Balai Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM), 2021. *Laporan Tahunan 2021*. BPOM di Banjarmasin.

Basri, S *et al.,* 2014. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (Model Pengukuran Risiko Pencemaran Udara terhadap Kesehatan). *Jurnal Kesehatan*, *VII*(2).

Dinas Kesehatan Kota Banjarbaru, 2015. *Laporan Tahunan Pelaksanaan Program Seksi Kesehatan Lingkungan dan Wabah/ Bencana Tahun 2014.* Pemerintah Kota Banjarbaru.

Dirjen PP & PL Kemenkes RI, 2012. *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).* Kementerian Kesehatan.

Environmental Protection Agency (EPA), 2004. *Toxicological Review of Boron and Compounds: In Support of Summary Information on The Integrated Risk Information System (IRIS).* U.S. Enviromental Protection Agency.

Junianto, C., 2013. Analisis boraks pada bakso daging sapi A dan B yang dijual di daerah kenjeran surabaya menggunakan spektrofotometri. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya, 2*(2), p.2-3.

Li, L., Wang, Y., Gu, H., Lu, L., Li, L., Pang, J., & Chen, F., 2022. The Genesis Mechanism and Health Risk Assessment of High Boron Water in the Zhaxikang Geothermal Area, South Tibet. *Water*, *14*(20), P.3243. https://doi.org/10.3390/w14203243

Kementerian Kesehatan RI, 2012. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2012 Tentang Bahan Tambahan Pangan.* Jakarta.

Rahman, M., Tushar, M.A., Zahid, A *et al.,* 2021. Spatiotemporal Distribution of Boron in The Groundwater and Human Health Risk Assessment from The Coastal Region of Bangladesh. *Environ Sci Pollut Res, 28*, 21964–21977. https://doi.org/10.1007/s11356-020-11682-3

Rohmawati, W., 2017. *Analisis Formalin pada Mie Basah Secara Spektrofotometri UvVis.* Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.

Safitri, J.M., Tiwow, G.A.R., Untu, S.D., & Kanter, J.B., 2019. Identifikasi Boraks Pada Mie Basah yang Beredar di Supermarket dan Pasar Tradisional di Kota Bitung. *Biofarmasetikal Tropis (The Tropical Journal of Biopharmaceutical), 2*(1), p.36-42.

Subiyakto,M.G., 1991. *Bakso, Boraks dan Bleng.* PT Gramedia.

Tubagus, I., 2013. Identifikasi dan Penetapan Kadar Boraks Dalam Bakso Jajanan di Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Farmasi, 2*(4), p.142-148.

Yulianto, D., 2013. Analisis Boraks dalam Sampel Bakso Sapi I, II, III, IV, V, VI, VII dan VIII yang Beredar di Pasar Soponyono dan Pasar Jagir. *Calyprta, 2*(2).