

Keanekaragaman Bakteri Serta Kandungan Unsur Mikro dan Logam yang Dianalisis Secara Teknik Nuklir pada Beberapa Makanan Olahan Asap

Microbial Diversity, Trace Elements and Metals Content Which Analyzed by Nuclear Technique in Smoked Processed Foods

Harsojo dan Made Sumarti Kardha

Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49 Jakarta Selatan 12440
Email : apu.harsojo@yahoo.com

Diterima 30-06-2014; Diterima dengan revisi 18-07-2014; Disetujui 08-09-2014

ABSTRAK

Keanekaragaman Bakteri Serta Kandungan Unsur Mikro dan Logam yang Dianalisis Secara Teknik Nuklir pada Beberapa Makanan Olahan Asap. Makanan tradisional seperti daging ayam dan dendeng sapi asap kemungkinan dapat tercemar bakteri dan mengandung unsur mikro serta logam yang melebihi ambang batas Standar Nasional Indonesia (SNI: 7388:2009). Telah diteliti keanekaragaman bakteri serta kandungan unsur mikro dan logam yang terdapat dalam makanan olahan asap berupa daging ayam dan dendeng sapi. Analisis bakteri menggunakan metode Angka Lempeng Total sedang untuk analisis *Salmonella* dilakukan menggunakan media perbenihan. Analisis unsur mikro dan logam dilakukan dengan menggunakan Analisis Aktivasi Neutron. Parameter yang diukur adalah jumlah total bakteri aerob, bakteri koli, *Staphylococcus* spp, *Salmonella*, dan kandungan unsur mikro serta logam. Iradiasi dilakukan dengan sinar gamma (Co^{60}) pada dosis 3 kGy dengan laju dosis 1,140 kGy/jam dan kontrol sampel tanpa iradiasi. Penyimpanan dilakukan pada suhu lemari es ($6^{\circ}C$) dengan interval waktu pengamatan 0, 1 dan 2 minggu. Hasil penelitian menunjukkan keanekaragaman jenis bakteri pada makanan olahan asap terdiri dari bakteri aerob, koli dan *Staphylococcus* spp. Pada dosis 3 kGy tidak ditemukan adanya bakteri aerob, koli dan *Staphylococcus* spp. pada daging ayam asap. Akan tetapi, pada dendeng sapi asap dengan dosis 3 kGy bakteri aerob dan koli terjadi penurunan masing-masing sebesar 2 dan 1 desimal. Kandungan bakteri *Staphylococcus* spp pada dendeng sapi asap dengan dosis 3 kGy tidak ditemukan lagi. Kandungan seng pada daging ayam dan dendeng sapi asap masing-masing adalah 261,734 dan 206,058 ppm yang telah melebihi ambang batas SNI. Pada semua sampel yang diteliti tidak ditemukan adanya *Salmonella*. Ditemukan beberapa unsur mikro dan logam dalam makanan olahan asap. Teknik nuklir membantu analisis kandungan unsur mikro dan logam serta dapat menghambat pertumbuhan bakteri pada daging ayam asap dan dendeng sapi asap yang diteliti.

Kata kunci : makanan tradisional, SNI, bakteri koli, *Staphylococcus*, iradiasi, AAN, ALT

ABSTRACT

Microbial Diversity, Trace Elements and Metals Content Which Analyzed by Nuclear Technique in Smoked Processed Foods. Traditional foods, such as smoked chicken meat and smoked beef jerky are probable contaminated by some bacteria and also contain some trace elements and metals which exceeded the threshold of Indonesia National Standart (No: 7388:2009). The purpose of this research is to study the biodiversity of microbes, trace elements and metals content on smoked chicken and smoked beef jerky. The parameters observed were the initial contamination of aerobic bacteria, total amount of coliform, *Staphylococcus* spp, *Salmonella* contamination, trace elements and metal contents. The total number of bacteria were analyzed using Total Plate Count while for *Salmonella* enrichment

medium was used. The trace elements and metals were analyzed using Neutron Activation Analysis. The irradiation was done with dose of 3 kGy at a Multipurpose Panoramic Batch Irradiator (IRPASENA) and the dose rate was 1.140 kGy/h. The result shows that the microbial diversity in smoked foods consist of aerob bacteria, coliform and *Staphylococcus* spp. At a dose of 3 kGy no aerob bacteria, coliform and *Staphylococcus* spp found in smoked chicken meat. On the otherhand, at a dose of 3 kGy the total number of aerob bacteria and coliforms declined 2 and 1 decimals, respectively. Some trace elements and metal were found in smoked foods. The zink content in smoked chicken and smoked beef jerky were 261.734 and 206.058 ppm, respectively. The zink content in both samples exceeded the normal level. No *Salmonella* was detected in all samples observed. Nuclear technique is very helpful to analysis the trace elements, heavy metal and could inhibit the bacterial growth in those samples.

Keywords : traditional food, SNI, coliform bacteria, *Staphylococcus*, irradiation, NAA, TPC

PENDAHULUAN

Gaya hidup masyarakat beberapa tahun terakhir telah berubah dibandingkan dengan sebelumnya. Saat ini kesibukan setiap orang telah menyita waktu untuk mempersiapkan makanan yang akan disantap. Akhir-akhir ini banyak dijual makanan yang siap disantap seperti makanan olahan berasal dari daging ayam maupun sapi seperti dendeng, abon, daging asap dan lain-lain, jenis makanan ini mulai diminati masyarakat. Sebab utama mengapa makanan ini mulai populer adalah perubahan gaya hidup karena kembali sehari-hari yang menyita waktu. Selanjutnya ini menyebabkan tidak tersedianya usaha untuk memasak makanan secara tradisional. Walaupun makanan olahan mudah disiapkan dan didapatkan harus tetap diperhatikan adanya kemungkinan keracunan.

Di Indonesia kasus diare sering terjadi dan ini merupakan indikasi yang jelas akan adanya ketidakberesan makanan seperti keracunan ini. Menurut ANIES [1] lebih dari 80% keracunan makanan disebabkan oleh bakteri patogen seperti *Staphylococcus*, *Salmonella* dan lain-lain. Salah satu penyebab terjadinya keracunan makanan adalah cemaran silang yang dapat terjadi melalui peralatan atau karena salah meletakkan makanan yang pada awalnya belum tercemar [2]. Makanan yang dikonsumsi manusia merupakan substrat yang cocok untuk tumbuh dan berkembang

biaknya bakteri. Suhu dan kelembaban yang tinggi di Indonesia merupakan kondisi yang optimum untuk tumbuh dan berkembangnya bakteri. Walaupun demikian tidak semua bakteri dapat tumbuh dengan subur dalam makanan karena adanya seleksi alamiah.

Hasil penelitian HARSOJO [3] menunjukkan bahwa pada makanan olahan asal ayam seperti rolade dan kornet telah ditemukan berbagai macam bakteri seperti bakteri aerob, koli dan lain-lain dengan jumlah yang sangat bervariasi dan sering hasil tersebut telah melebihi ambang batas Standar Nasional Indonesia [4]. Hasil penelitian DWILOKA dkk [5] dan ARIFIN dkk [6] menunjukkan bahwa dalam daging maupun jeroan mengandung logam berat yang diteliti telah melebihi ambang batas yang ditentukan. Berdasarkan data dari mereka [5, 6] itu tidak tertutup kemungkinan bahwa dalam makanan olahan yang berbahan dasar daging akan dapat mengandung logam berat. Kandungan logam dan bakteri yang diizinkan di dalam bahan telah ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) [7]. Salah satu cara analisis unsur mikro dan logam pada penelitian ini menggunakan Teknik Analisis Nuklir (TAN). Disamping itu TAN dapat menganalisis multiunsur, *non destructive*, selektif serta memiliki kepekaan yang tinggi, sehingga pada penelitian ini digunakan TAN karena keunggulan metode TAN tersebut [8]. Pengemas juga memegang peran penting untuk menjaga pangan olahan tersebut aman

untuk dikonsumsi. Publikasi pemanfaatan pengemas belum banyak diketahui/dimanfaatkan oleh produsen sehingga umumnya mereka menggunakan pengemas yang murah dan mudah diperoleh untuk mengurangi biaya produksi.

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari keanekaragaman bakteri dan kandungan unsur mikro serta logam yang terdapat dalam makanan olahan asap berupa daging ayam dan dendeng sapi asap. Metode nuklir menjadi harapan untuk masa sekarang hingga ke depan untuk mengurangi jumlah bakteri maupun mengeliminasi bakteri patogen serta menganalisis kandungan unsur mikro dan logam berat agar persyaratan SNI dapat terpenuhi.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2012. Semua preparasi sampel seperti persiapan untuk iradiasi dan lain-lain dilakukan di Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PAIR), Pasar Jumat, Jakarta Selatan.

Bahan

Bahan penelitian berupa daging ayam asap dan dendeng sapi asap diperoleh dari salah satu toko penjual makanan khas/tradisional yang berada di sekitar Kelapa Gading, Jakarta Utara. Digunakan ulangan sebanyak 3 kali.

Prosedur kerja

Perlakuan iradiasi

Iradiasi dilakukan di Irpasena dengan dosis 3 kGy pada laju dosis 1,140 kGy/jam. Setelah selesai diiradiasi sampel dianalisis untuk jumlah total bakteri dan sisanya disimpan pada suhu lemari es (6° C) dan dilakukan pengamatan dengan interval waktu nol, satu dan dua minggu dalam keadaan dikemas.

Uji cemaran bakteri aerob

Pada uji cemaran bakteri dilakukan dengan cara memotong-motong sampel

kemudian ditimbang sebanyak 25 g dan selanjutnya dicampur dengan 225 ml air pepton steril 0,1%. Pengenceran bertingkat dilakukan untuk selanjutnya ditanam sebanyak 0,1 ml larutan suspensi pada medium agar Nutrien (Oxoid) dan diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 30° C [9]. Metode yang digunakan dalam penentuan jumlah bakteri aerob adalah menggunakan metode permukaan Angka Lempeng Total (cfu/g). Total sampel yang diteliti setiap kali pengambilan contoh adalah sebanyak 3 kali.

Penentuan jumlah bakteri koli dan *Staphylococcus* spp

Penentuan jumlah bakteri koli dilakukan seperti pada uji jumlah bakteri aerob kecuali media pertumbuhan yang digunakan adalah agar Mac Conkey (Oxoid) dan yang telah dilakukan oleh HARSOJO dan CHAIRUL [9]. Pada penentuan jumlah bakteri *Staphylococcus* spp dilakukan seperti penentuan bakteri koli akan tetapi media yang digunakan adalah *Baird Parker Medium* (Oxoid). Pengeraman dilakukan pada suhu 37° C selama 24-48 jam.

Penentuan *Salmonella*

Penentuan *Salmonella* dilakukan seperti yang digunakan HARSOJO dan MELLAWATI [10].

Analisis unsur mikro dan logam

Analisis unsur mikro dan logam masing-masing dilakukan dengan menggunakan metode Analisis aktivasi Neutron, yaitu sampel sebanyak 10 g dikeringkan hingga mencapai bobot tetap diaktifasi menggunakan neutron termal yang mempunyai fluks neutron 10^{13} n/cm²/detik di reaktor G.A. Siwabessy, PRSG Serpong. Analisis logam berat dengan metode AAN dilakukan seperti pada penelitian DWILOKA dkk. [5].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini perlu dilakukan sehingga bila ada negara lain yang akan

mempatenkan makanan olahan yang berasal dari Indonesia, dapat diajukan banding dengan adanya hasil-hasil penelitian makanan olahan. Daging ayam umumnya diolah sesuai dengan selera konsumen seperti dibuat abon, sate dan lain-lain, pada penelitian ini daging ayam tersebut telah diolah menjadi daging ayam asap yang merupakan makanan tradisional dari daerah Bali-Nusa Tenggara Barat. Dendeng sapi yang digunakan sebagai pembanding juga merupakan daging olahan yang berasal dari Bali-Nusa Tenggara Barat. Makanan tradisional tersebut belum banyak dikenal masyarakat umum secara luas, kecuali kemungkinan di kalangan tertentu saja.

Hasil penelitian ini menunjukkan keanekaragaman bakteri pada makanan olahan asap ini terdiri dari bakteri aerob, koli dan *Staphylococcus* spp. Pada keanekaragaman ini tidak ditemukan *Salmonella* dalam makanan olahan asap yang diteliti.

Jumlah bakteri aerob pada daging ayam dan dendeng sapi asap disajikan pada Tabel 1. Hasil yang diperoleh merupakan rata-rata tiga kali ulangan dan menunjukkan hasil yang hampir sama walaupun penelitian ini berhubungan dengan mikroorganisme. Pada Tabel 1 terlihat bahwa pada minggu ke nol (kontrol) tidak ditemukan adanya bakteri aerob pada daging ayam asap, sedangkan pada dendeng sapi terlihat adanya bakteri aerob sebesar $5,0 \times 10^4$ cfu/g. Hal ini mungkin disebabkan pada daging ayam (kontrol) telah dilakukan Sistem Manajemen Keamanan Mutu yang baik dan benar sedang pada pembuatan dendeng sapi

Sistem Manajemen Keamanan Mutu kurang diperhatikan oleh pembuatnya. Tampaknya pembuatan makanan olahan ini masih skala rumah tangga yang belum mengenal seluk beluk perizinan saat itu. Pada dosis iradiasi 3 kGy terlihat jumlah bakteri aerob pada daging ayam asap dandendeng sapi asap (kontrol) tidak ditemukan adanya pertumbuhan bakteri aerob demikian juga pada penyimpanan sampai dengan dua minggu untuk daging ayam asap. Pada dendeng sapi asap pada dosis 3 kGy dengan penyimpanan 2 minggu tidak ditemukan adanya bakteri aerob. Pada penelitian ini penyimpanan dilakukan paling lama 2 minggu karena menurut penjual perputaran pangan paling lama 7 hari telah habis. Sedangkan pada dendeng sapi asap terlihat adanya penurunan sebesar dua desimal menjadi $3,6 \times 10^2$ cfu/g. Bila mengacu pada SNI [4] maka terlihat bahwa jumlah bakteri aerob pada daging ayam asap maupun dendeng sapi asap masih memenuhi persyaratan yang diizinkan ($1,0 \times 10^5$ cfu/g). Pada dendeng sapi asap yang tidak diiradiasi setelah penyimpanan satu minggu terjadi penurunan jumlah bakteri aerob dan kemudian pada penyimpanan duaminggu ada kecenderungan jumlah bakteri aerob naik kembali. Hal ini kemungkinan disebabkan bakteri tersebut mengalami *shock* setelah pengemas dibuka, dan selanjutnya melakukan adaptasi dengan situasi baru dan kemudian mulai berkembang biak selama nutrisi di dalam bahan masih ada. Pada dendeng sapi asap setelah diiradiasi dan disimpan selama 1 minggu terjadi kenaikan jumlah bakteri

Tabel 1. Jumlah bakteri aerob pada daging ayam asap vs dendeng sapi asap (cfu/g)

Dosis iradiasi (kGy)	Penyimpanan (minggu)	Daging ayam asap	Dendeng sapi asap	SNI [4]
0	0	-	$5,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^5$
	1	$1,0 \times 10^2$	$1,8 \times 10^3$	
	2	$6,0 \times 10$	$7,7 \times 10^3$	
3	0	-	$3,6 \times 10^2$	$1,0 \times 10^5$
	1	-	$3,0 \times 10^3$	
	2	-	-	

Keterangan : - = tidak tumbuh

aerob dan pada penyimpanan minggu ke dua tidak didapatkan bakteri aerob. Hal ini disebabkan telah terjadi pemotongan rantai DNA akibat iradiasi dan pada penyimpanan selanjutnya ternyata bakteri aerob tersebut tidak dapat beradaptasi dengan substrat yang ada sehingga terjadi kematian. Kemungkinan lainnya adalah perbaikan sel yang rusak akibat iradiasi tidak sempurna sehingga menyebabkan kematian [11]. Hal ini juga terjadi pada sampel daging ayam asap. Substrat tempat bakteri berada sangat berperan pada kemampuan pertumbuhan bakteri.

Tabel 2 menyajikan jumlah bakteri koli pada daging ayam dan dendeng sapi asap. Bakteri koli merupakan bakteri indikator yang penggunaannya sangat penting pada pangan karena mempunyai banyak manfaat seperti lebih tahan pada proses pengolahan dan selama penyimpanan pada suhu dingin 6° C [12,13]. Bakteri koli sangat tidak diharapkan keberadaannya dalam pangan karena kemungkinan bahan tersebut telah tercemar oleh bakteri patogen yang dapat berasal dari tinja manusia maupun hewan berdarah panas lainnya. Pendeteksian bakteri tersebut dalam pangan perlu dilakukan untuk mengetahui kelayakan dikonsumsi. Hasil penelitian HARSOJO [3,10] sebelumnya pada pangan sering ditemukan bakteri koli sehingga pada setiap kali pengambilan sampel pangan

tetapi pada penyimpanan satu minggu terlihat jumlah bakteri koli sebesar 3,0 x 10² cfu/g. Ternyata bakteri koli tersebut tidak mampu berkembang karena pada penyimpanan dua minggu tidak terlihat adanya pertumbuhan bakteri koli. Tidak adanya bakteri koli pada penyimpanan nol minggu diperkirakan bakteri koli belum sempat untuk tumbuh dan berkembang. Hal ini terlihat setelah satu minggu penyimpanan bakteri koli mulai tumbuh. Pada penyimpanan dua minggu tidak terlihat pertumbuhan, keadaan ini mungkin disebabkan nutrisi yang diperlukan terbatas untuk pertumbuhannya sehingga bakteri koli tidak mempunyai kesempatan tumbuh dan berkembang dan adanya persaingan hidup diantara sesama bakteri koli akan berpengaruh terhadap kelangsungan kehidupannya [14]. Pada dendeng sapi asap terlihat cemaran awal bakteri koli adalah sebesar 9,0 x 10³ cfu/g dan setelah disimpan selama satu minggu terjadi penurunan satu desimal. Pada penyimpanan dua minggu tanpa diiradiasi (kontrol) tidak ditemukan adanya bakteri koli. Pada perlakuan iradiasi 3 kGy dengan penyimpanan nol minggu bila dibandingkan dengan yang tidak diiradiasi (kontrol) terlihat terjadi penurunan satu desimal (9,0 x 10³ vs 2,6 x 10² cfu/g). Pada penyimpanan dua minggu setelah diiradiasi dengan dosis 3 kGy tidak terlihat pertumbuhan bakteri koli.

Tabel 2. Jumlah bakteri koli pada daging ayam asap vs dendeng sapi asap (cfu/g)

Dosis iradiasi (kGy)	Penyimpanan (minggu)	Daging ayam asap	Dendeng sapi asap
0	0	-	9,0 x 10 ³
1	3,0 x 10	5,3 x 10 ²	
2	-	-	
3	0	-	2,6 x 10 ²
	1	-	2,3 x 10 ²
	2	-	-

Keterangan : - = tidak tumbuh

perlu dilakukan pengujian adanya cemaran bakteri koli tersebut. Pada Tabel 2 terlihat bahwa pada kontrol untuk daging ayam asap tidak ditemukan adanya bakteri koli akan

Jumlah bakteri *Staphylococcus* spp pada daging ayam dan dendeng sapi asap disajikan pada Tabel 3. Bakteri *Staphylococcus*spp digolongkan ke dalam

Tabel 3. Jumlah bakteri *Staphylococcus* spp pada daging ayam vs dendeng sapi asap (cfu/g)

Dosis iradiasi (kGy)	Penyimpanan (minggu)	Daging ayam asap	Dendeng sapi asap	SNI [4]
0	0	-	$4,0 \times 10^2$	1,0 x 10 ²
	1	$6,0 \times 10$	-	
	2	$1,3 \times 10^2$	-	
3	0	-	-	
	1	-	-	
	2	-	-	

Keterangan : - = tidak tumbuh

bakteri patogen karena memproduksi toksin, walaupun demikian oleh SNI [4] masih mengizinkan untuk ada dalam jumlah maksimum sebesar $1,0 \times 10^2$ cfu/g. Bila dibandingkan patogenitas *Salmonella* maka *Staphylococcus* spp tingkat patogenitasnya masih di bawah. Di Amerika Serikat pernah dilaporkan kasus keracunan makanan yang disebabkan oleh *Staphylococcus* spp. Bakteri ini sering ditemukan dalam makanan dan kemungkinan berasal saat penanganan makanan tersebut. Disamping itu hasil-hasil penelitian sebelumnya [3, 15] sering ditemukan adanya bakteri tersebut. Pada Tabel 3 terlihat bahwa pada minggu ke nol (kontrol) untuk daging ayam asap tidak ditemukan adanya bakteri *Staphylococcus* spp akan tetapi dengan makin lamanya penyimpanan terlihat adanya kecenderungan peningkatan pertumbuhan bakteri *Staphylococcus* spp. Hal ini kemungkinan disebabkan bakteri yang semula dorman kemudian dengan dilakukannya penyimpanan maka terjadi pertumbuhan bakteri tersebut sehingga melebihi ambang batas yang diizinkan SNI [4] sebesar $1,0 \times 10^2$ cfu/g. Pertumbuhan bakteri sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungannya. Pada saat kondisinya mulai sesuai dengan kebutuhan kehidupannya maka bakteri tersebut akan mulai hidup dan tumbuh. Pada perlakuan iradiasi tampaknya mempunyai pengaruh yang sangat baik yaitu tidak terlihat adanya pertumbuhan bakteri *Staphylococcus* spp. Pada dendeng sapi asap terlihat adanya bakteri *Staphylococcus* spp sebesar $4,0 \times 10^2$ cfu/g. Jumlah bakteri tersebut telah melebihi ambang batas SNI

[4], akan tetapi bila diiradiasi dengan dosis 3 kGy tidak terlihat pertumbuhan bakteri tersebut. Iradiasi memiliki keunggulan yang baik untuk mengeliminasi bakteri pada pangan sehingga aman untuk konsumen. Adanya bakteri aerob, koli dan *Staphylococcus* spp pada dendeng sapi asap kemungkinan disebabkan adanya cemaran silang yaitu yang tadinya tidak mengandung bakteri kemudian karena perlakuan yang kurang higienis maka terjadi perpindahan cemaran ke tempat lain.

Pada penelitian ini tidak ditemukan adanya *Salmonella* pada semua sampel. Walaupun demikian belum berarti bawa daging ayam asap maupun dendeng sapi asap aman dikonsumsi disebabkan jumlah bakteri *Staphylococcus* spp berada di atas ambang yang diizinkan oleh SNI [4]. Kasus keracunan makanan yang sering terjadi tidak pernah terungkap penyebabnya apakah oleh *Salmonella* maupun oleh *Staphylococcus*. Menurut SPARRINGA dan HARIYADI [16,17], di Indonesia belum banyak dilaporkan kejadian keracunan makanan sehingga suatu saat dapat merupakan gunung es karena pangan dikonsumsi setiap hari.

Salmonella merupakan salah satu bakteri yang dapat disebar luaskan lewat makanan dan bakteri *Salmonella* merupakan bakteri yang paling patogen dibandingkan dengan bakteri lainnya [12].

Pada Tabel 4 tersaji kandungan unsur renik dan logam yang terdeteksi pada makanan olahan tersebut.

Pada Tabel 4 tersaji bahwa pada semua sampel setelah dianalisis dengan

Tabel 4. Kandungan unsur mikro dan logam dalam daging ayam asap vs dendeng sapi asap

Unsur mikro/logam (ppm)	Sampel (ppm)		SNI [7] (ppm)
	Daging ayam asap	Dendeng sapi asap	
Rb	45,363	24,343	
Br	11,386	9,810	
Zn	261,734	206,058	40
Na	30.932,800	16.776,900	
La	0,002	0,013	

menggunakan metoda Analisis Aktivasi Netron (AAN) didapatkan bermacam-macam unsur mikro dan logam. Diantara unsur mikro dan logam-logam tersebut terlihat logam seng dan natrium yang dikategorikan sebagai unsur yang esensial diperlukan oleh tubuh. Unsur mikro lainnya juga diperlukan oleh tubuh akan tetapi hingga sekarang masih belum diketahui kepentingannya sehingga belum ada standar yang menetapkan batas maksimum yang diizinkan [7]. Seng ditemukan hampir dalam setiap jaringan hewan. Logam ini mempunyai kecenderungan terakumulasi dalam tulang daripada dalam hati. Disamping itu seng juga dapat bertindak sebagai pengaktif beberapa sistem enzim [18].

Pada Tabel 4 tersaji kandungan seng pada sampel berupa daging ayam asap maupun dendeng sapi masing-masing sebesar 261,734 dan 206,058 ppm. Hal ini telah melampaui ambang batas yang diizinkan oleh SNI [7]. Tingginya kandungan seng tersebut kemungkinan karena pengaruh pencemaran lingkungan oleh logam berat seperti misalnya penggunaan logam sebagai pembasmi hama (pestisida), berasal dari sumber pakan ternak selama pemeliharaan, penggunaan peralatan logam saat pengolahan, penyembelihan serta pengolahan daging. Seng adalah logam yang sering ditemukan dalam makanan dan berbahaya jika dikonsumsi secara berlebihan [19].

Natrium termasuk mineral yang bersifat sebagai elektrokimiawi dan dapat menjaga keseimbangan asam, basa dan tekanan osmosis untuk mengontrol distribusi air dalam tubuh. Natrium

mempunyai peranan sangat penting sebagai kation di luar sel yaitu dalam cairan jaringan. Di samping itu natrium mempunyai peran aktif dalam impulse saraf serta absorpsi gula dan asam amino dalam saluran pencernaan [20]. Pada Tabel 4 terlihat kandungan logam natrium dalam daging ayam asap maupun pada dendeng sapi masing-masing sebesar 30.932,800 dan 16.776,900 ppm. Mineral tersebut juga dibutuhkan oleh tubuh manusia sehingga tidak memerlukan penambahan natrium dari luar misalnya vitamin karena dalam daging sudah tersedia walaupun belum diatur oleh SNI [7]. Pada daging ayam asap kandungan logam berat seng maupun mineral natrium lebih tinggi dibandingkan dengan pada dendeng sapi. Hal ini disebabkan pada pakan ayam yang diberikan kemungkinan mengandung logam berat yang lebih besar dari pada pakan sapi. Untuk itu perlu diteliti kandungan logam berat maupun mineral yang terkandung dalam pakan tersebut serta air yang digunakan oleh peternak. Hasil penelitian ARIFIN dkk [6] menunjukkan dalam daging sapi potong ditemukan kandungan logam berat sehingga tidak menutup kemungkinan bila daging tersebut diolah akan tetap tercemar oleh logam berat. Begitu pula hasil penelitian DWILOKA dkk [21] menunjukan adanya kandungan logam berat yang berada di atas ambang batas pada dada ayam segar yang berasal dari ayam broiler di pasar tradisional kota Semarang. TAN mempunyai kelebihan lainnya yaitu dalam satu satuan waktu dapat menganalisis jumlah sampel yang relatif banyak. Kandungan unsur mikro dan logam dalam makanan segar

maupun olahan belum banyak diteliti maupun dipublikasi. Hal ini sangat berbeda dengan polusi lingkungan yang berkaitan dengan logam berat akhir-akhir ini telah mulai menjadi bahan diskusi ilmiah. Teknik ini mempunyai keunggulan untuk menganalisis sampel yang dapat dicapai dalam orde nanogram (10^{-9} gram) bahkan pikogram (10^{-12} gram).

KESIMPULAN

Keanekaragaman jenis bakteri pada makanan olahan asap yang diteliti terdiri dari bakteri aerob, bakteri koli dan *Staphylococcus* spp. Iradiasi 3 kGy merupakan dosis iradiasi optimal yang dapat mengeliminasi bakteri sebesar 1-2 desimal sehingga memenuhi persyaratan SNI. Substrat pangan berperan terhadap kemampuan bakteri untuk tumbuh dan berkembang biak. Ditemukan beberapa unsur mikro dan logam dalam makanan olahan asap. Kandungan seng padake dua macam sampel telah melebihi ambang batas SNI. Cemaran bakteri *Staphylococcus* spp pada dendeng sapi asap telah melebihi ambang batas SNI. *Salmonella* tidak ditemukan pada semua sampel yang diteliti.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada sdr Armanu, Bonang, Ripto dkk yang telah membantu penelitian ini sehingga dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

1. ANIES, *Mewapadai makanan beracun*, Harian KOMPAS, Juni 15 (2003).
2. KEERATIPIBUL, S., *Implementation of HACCP in Food Industries*, Seminar Sehari Mikrobiologi Pangan, Jakarta 6 Juni (2005).
3. HARSOJO, *The Effect of Irradiation and Storage on Chicken Processed Food, Life Improvement through Food Technology*, Proceeding International Food Conference, Surabaya, 28th-29th 2011, 195-20 (2011).
4. BADAN STANDARISASI NASIONAL, *Batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan*, SNI 7388:2009 (2009).
5. DWILOKA, B., RASANE'e, D.L.M.R. dan RIANTO, E., *Kandungan Logam Berat Pada Hati dan Usus Sapi yang Dipelihara Di TPA Jatibarang Semarang Setelah Direbus Dengan Daun Kumis Kucing (*Orthosiphonstamineus Benth*)*, Risalah Seminar Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi, Jakarta 12 Desember 2006, 137-144 (2007).
6. ARIFIN, M., DWILOKA, B., dan PATRIANI, D.E., *Penurunan Kualitas Daging Sapi yang Terjadi Selama Proses Pemotongan dan Distribusi di Kota Semarang*, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner, Bogor 11-12 November 2008, 99-110 (2009).
7. BADAN STANDARISASI NASIONAL, *Batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan*, SNI 7387:2009 (2009).
8. MUHAYATUN, *Teknik Analisis Nuklir Dalam Peningkatan Kemampuan Identifikasi Sumber Pencemar Udara di Indonesia*, Bahan Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Ilmu-Ilmu Kimia lainnya (2013).
9. HARSOJO dan CHAIRUL, S.M., *Kandungan mikroba, residu insektisida organofosfat dan logam*

- berat dalam sayuran, *Jurnal Kualitas Lingkungan Hidup*, **5** (2), 88-95 (2011).
10. HARSOJO dan MELLAWATI, J., Determination of mineral contain and bacteria contaminant on organic and nonorganic fresh vegetables, *Indo. J. Chem.* **2**, 226-230 (2009).
 11. UENO, A.M., GOLDIN, E.M., COX, A.B., and LETT, J.T., Deficient repair and degradation of DNA in L 5178Y S/S cells after low doses of X-ray, Abstracts of Tweenty-First-Annual Meeting of the Japan Radiation Research Society, Sapporo, September 15-17, 1978, *J. Radiation Research*, **20** (1), 41 (1979).
 12. PIERSON, M.D. and SMOOT, M.C., Indicator Microorganisms and Microbiological Criteria, *Food Microbiology, Fundamentals and Frontiers*, 2nd edition (Doyle, M., Beuchat, L.R., and Montville, T.J. editor), Press Washington, DC, 80 (2001).
 13. SURIAWIRIA, U., *Mikrobiologi air dan dasar-dasar pengolahan buangan secara biologis*, cet ke 3 Penerbit Alumni, Bandung (2003).
 14. ANDINI, L.S., HARSOJO, dan WISROWATI, E., Dekontaminasi radiasi pada suhu yang berbeda terhadap *Salmonella* spp. pada daging ayam, Dibawakan pada Seminar Mikrobiologi (PERMI cab. Semarang), 27-28 Agustus 2004 (2004).
 15. HARSOJO dan DARSONO, Studi mengenai kandungan logam berat dengan analisis aktivasi neutron dan mikroba pada jeroan serta daging sapi, *J. AIR*, **9** (2) 129-137 (2013).
 16. SPARRINGA, R.A., Investigasi Kejadian Luar Biasa (KLB) keracunan pangan di Indonesia: Masalah dan saran pemecahannya, Dibawakan pada Pertemuan Ilmiah Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia (2006).
 17. HARIYADI, R.D., Keracunan Pangan Tak Hanya Sebabkan Diare, *Harian KOMPAS* Desember 32 (2002).
 18. DARMONO, Logam dalam sistem Biologi makhluk hidup, Penerbit Universitas Indonesia, cet. pertama (1995).
 19. WAHYU, W., ASTINA, S. dan RAYMOND, J., Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran, Penerbit Andi (2008).
 20. ANONIM, Penjelasan fungsi vitamin dan mineral, <http://www.materisma.com/2014/03/penjelasan-fungsi-vitamin-dan-mineral.html>.
 21. DWILOKA, B., ZIA-UTHAG, WAHYUNDARI, J.D. dan MIRANDA, R., Kandungan Logam Berat Pada Daging dan Hati Ayam Broiler yang Dijual Di Pasar Tradisional Kota Semarang Setelah Direbus dan Dibakar, Risalah Seminar Ilmiah aplikasi Isotop dan Radiasi, PATIR, Jakarta 12 Desember 2006, 33-42 (2007).

