

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia menempati peringkat ketiga penderita kusta terbanyak di dunia dengan jumlah kasus 17.723 pada tahun 2007 setelah India (137.685 kasus) dan Brazil (39.125 kasus). Sementara itu, jumlah penyebaran tertinggi terdapat di wilayah Manado, Sulawesi Utara. Berdasarkan data yang dimiliki Dinas Kesehatan Manado (2010), sedikitnya ditemukan 93 kasus penyakit Kusta dengan penyebaran di sembilan kecamatan.

Selama ini, pengobatan kusta di Indonesia yang telah dilakukan disesuaikan dengan rekomendasi WHO (1995). Tujuan pengobatan tersebut adalah untuk menyembuhkan pasien kusta (lepra), mencegah timbulnya cacat, dan memutuskan mata rantai penularan dari pasien. Salah satunya, melalui program Multi Drug Therapy (MDT). MDT merupakan metode pengobatan dengan melibatkan kombinasi obat medikamentosa utama yang terdiri dari Rifampisin, Klofazimin (Lamprene) dan DDS (Dapson/4,4-diamino-difenil-sulfon) yang telah diterapkan sejak tahun 1981. Cara tersebut diharapkan dapat mengatasi resistensi Dapson yang semakin meningkat, mengurangi ketidaktaatan pasien, menurunkan angka putus obat, mengefektifkan waktu pengobatan dan mengeliminasi persistensi kuman kusta dalam jaringan (Prasemara 2009).

Bagaimanapun, tindakan pencegahan (preventif) yang dilakukan merupakan cara yang paling efektif dalam menurunkan angka kejadian penularan penyakit kusta di masyarakat. Pencegahan dapat dilakukan melalui peningkatan kekebalan tubuh sehingga terdapat pertahanan diri saat terinfeksi oleh bakteri *Mycobacterium Lepae*. Pada kasus penyakit kusta, sistem pertahanan tubuh pasien melemah karena adanya proses fagositosis oleh sel granulosit. Dengan demikian, terjadi peningkatan radikal bebas dalam tubuh pasien yang dikenal dengan istilah Reactive Oxygen Species (ROS). Jumlah ROS yang berlebihan di dalam tubuh menyebabkan antioksidan yang tersedia tidak mampu menetralisasi tubuh sehingga dapat memicu kerusakan jaringan tubuh (Agustin *et al* tahun). Oleh karenanya, pencegahan penyakit kusta dapat dilakukan dengan pemberian asupan antioksidan bagi masyarakat demi mempertahankan sistem kekebalan tubuhnya.

Ikan cakalang asap khas Sulawesi Utara merupakan salah satu jenis pangan lokal yang dapat dijadikan sebagai sumber alternatif antioksidan. Masyarakat Sulawesi Utara umumnya memanfaatkan teknologi proses pengolahan dengan cara pengasapan untuk mengawetkan ikan cakalang. Ikan tersebut digantung di langit-langit dapur sehingga terkena kepulan asap tungku pembakaran. Akibatnya, protein yang terkandung di dalam ikan cakalang mengalami pemanasan dan membentuk struktur yang keras sehingga dikenal pula istilah ikan kayu. Bagian permukaan ikan kayu tersebut bila disimpan dalam waktu yang lama akan ditumbuhi oleh jamur yang berfungsi menguraikan protein menjadi senyawa hidrolisat. Yamada *et al.* (tahun) mengungkapkan bahwa fenol yang merupakan hidrolisat protein yang dihasilkan oleh fermentasi kapang pada pengolahan ikan asap memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi.

Ikan kayu atau yang dikenal dengan istilah cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di daerah Sulawesi Utara termasuk salah satu sumber daya alam perikanan yang potensial di Indonesia. Data Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi

Utara (2007) mengungkapkan bahwa potensi sumberdaya ikan ekonomis penting, seperti tuna, cakalang dan tongkol di sekitar perairan Sulawesi Utara setiap tahunnya mencapai 459.800 ton dengan potensi ikan tangkap sekitar 1,8 juta ton. Kondisi geografis Sulawesi utara yang terletak di daerah Indonesia bagian timur dinilai sangat strategis karena berhubungan langsung dengan samudra pasifik bagian barat dan perairan Filipina. Karakteristik ikan cakalang yang bergerak cepat dan bermigrasi jauh menyebabkan kemungkinan penyebarannya sebagian besar terdapat di perairan Indonesia bagian timur, samudra Pasifik bagian barat, dan perairan Filipina.

Oleh karena itu, perlu dilakukan optimalisasi produk ikan cakalang asap khas tradisional sebagai pangan potensial untuk memberikan alternatif baru dalam mengurangi potensi penyebaran penyakit kusta melalui pencegahn sejak dini. Dengan demikian, peranan potensi lokal yang terdapat di daerah Sulawesi Utara dapat membantu mengatasi permasalahan penyakit kusta yang masih merupakan jumlah penyebaran tertinggi di Indonesia.

Tujuan

Karya tulis ini bertujuan mempelajari alternatif pencegahan penyakit kusta melalui peningkatan konsumsi antioksidan hasil proses fermentasi pangan lokal tradisional ikan cakalang asap khas Sulawesi Utara.

Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan karya tulis ini adalah:

1. Memberikan saran dalam usaha mengurangi angka penderita kusta di Indonesia melalui upaya pencegahan dengan peningkatan konsumsi pangan lokal khas daerah yang memiliki nilai fungsional tinggi.
2. Memberikan informasi mengenai nilai prospektif ikan cakalang asap sebagai bahan pangan lokal kaya antioksidan untuk pencegahan penularan penyakit kusta (lepra).
3. Meningkatkan nilai produk ikan cakalang asap yang merupakan pangan khas Sulawesi Utara sekaligus sebagai sumber antioksidan.

GAGASAN

Penyakit Kusta dan Pencegahannya di Indonesia

Kusta (lepra) termasuk tipe penyakit menular menahun yang disebabkan oleh *Mycobacterium leprae* (Lavania *et al.* 2007). Pada awal infeksi, bakteri tersebut menyerang saraf tepi, dan selanjutnya dapat menyerang kulit, mukosa mulut, saluran nafas bagian atas, sistem retikuloendotelial, mata, otot, tulang dan juga testis, kecuali susunan saraf pusat. Oleh karenanya, bila tidak tertangani maka kusta berisiko menyebabkan kerusakan pada kulit, saraf-saraf, anggota gerak, dan mata (Pediatri 2009).

Kusta dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu kusta pausibasilar (PB) atau kusta tipe kering dan kusta multibasilar (MB) atau kusta tipe basah (Sjamsoe 2003). Pada kusta pausibasilar (PB), tanda-tandanya meliputi bercak putih seperti panu yang mati rasa, permukaan bercak kering, kasar, dan tidak berkeringat, sera batas (pinggir) bercak terlihat jelas dan sering ada bintil-bintil kecil. Kusta tipe

kering tersebut kurang/tidak menular, tetapi apabila tidak segera diobati akan menyebabkan cacat. Sementara itu, kusta multibasilar (MB) dapat diketahui dengan beberapa tandanya adalah bercak putih kemerahan yang tersebar satu-satu atau merata diseluruh kulit badan, terjadi penebalan dan pembengkakan pada bercak, pada permukaan bercak sering terdapat rasa bila disentuh dengan kapas, pada permulaan tanda dari tipe kusta basah sering terdapat pada cuping telinga dan muka. Kusta tipe basah dapat menular melalui kontak secara langsung dan lama.

Penyakit kusta yang tidak segera tertangani dapat menyebabkan cacat fisik. Jenis cacat pada penyakit kusta dapat dikelompokkan menjadi cacat primer dan sekunder. Kelompok pada cacat primer adalah kelompok cacat yang disebabkan langsung oleh aktivitas penyakit, terutama kerusakan akibat respons jaringan terhadap kuman Kusta. Sedangkan kelompok cacat sekunder terjadi akibat cacat primer, terutama akibat adanya kerusakan saraf (sensorik, motorik, otonom). Kelumpuhan motorik menyebabkan kontraktur sehingga dapat menimbulkan gangguan mengenggam atau berjalan, juga memudahkan terjadinya luka. Kelumpuhan saraf otonom menyebabkan kulit kering dan elastisitas berkurang. Akibatnya kulit mudah retak-retak dan dapat terjadi infeksi sekunder (Sjamsoe 2003).

Menurut Zulkifli (2003), Penularan penyakit kusta hingga saat ini dimungkinkan melalui kontak dengan selaput lendir hidung atau kulit penderita. Namun demikian, hanya terdapat sedikit kasus orang yang tertular penyakit kusta secara kontak kulit. Penularan penyakit kusta terutama dipengaruhi oleh faktor jumlah atau keganasan *Microbakterium leprae* dan daya tahan tubuh penderita. Disamping itu, faktor lainnya yang berperan dalam penularan meliputi usia, jenis kelamin, ras, lingkungan, dan kesadaran sosial.

Penyebaran penyakit kusta cenderung didominasi daerah Indonesia Timur yang jauh dari jangkauan dan daerah berpenduduk padat. Sebanyak 14 propinsi di Indonesia yang rawan penyakit kusta meliputi, Papua Barat, Papua, Jawa Tengah, Jawa Timur, Jawa Barat, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Barat, Sulawesi Utara, Maluku, Maluku Utara, Nusa Tenggara Timur (NTT), Nusa Tenggara Barat (NTB), Aceh dan DKI Jakarta (Maga 2009). Rusmini di dalam Maga (2009) menyebutkan bahwa jumlah penderita penyakit kusta di daerah-daerah tersebut mencapai sedikitnya 10.000 orang.

Dampak yang ditimbulkan oleh adanya penyakit kusta tidak hanya ditinjau dari segi medis saja, tetapi juga mencakup segi sosial. Pada umumnya penderita kusta merasa rendah diri, merasa tekan batin, takut terhadap penyakitnya dan terjadinya kecacatan, takut menghadapi keluarga dan masyarakat karena sikap penerimaan mereka yang kurang wajar. Di lingkungan keluarga maupun masyarakat, tidak jarang para penderita kusta dikucilkan.

Selama ini telah dilakukan upaya untuk menanggulangi penyakit kusta. Tujuan utamanya adalah memutus mata rantai penularan untuk menurunkan insiden penyakit, mengobati, dan menyembuhkan penderita, serta mencegah timbulnya cacat. Diantaranya menggunakan metode pemberantasan dan pengobatan, metode rehabilitasi yang terdiri dari rehabilitasi medis, rehabilitasi sosial, rehabilitasi karya serta metode pemasyarakatan yang merupakan tujuan akhir dari rehabilitasi.

Penanggulangan penyakit kusta juga dilakukan melalui program *Multi Drug Therapy* (MDT). Program MDT telah dimulai pada tahun 1981, yaitu ketika Kelompok Studi Kemoterapi WHO secara resmi mengeluarkan rekomendasi pengobatan Kusta dengan rejimen kombinasi yang selanjutnya dikenal sebagai rejimen MDT-WHO. Rejimen tersebut terdiri atas kombinasi obat-obat dapson, rifampisin, dan klofazimin. Selain untuk mengatasi resistensi dapson yang semakin meningkat, penggunaan MDT dimaksudkan juga untuk mengurangi ketidaktaatan penderita dan menurunkan angka putus-obat (drop-out rate) yang cukup tinggi pada masa monoterapi dapson. Di samping itu diharapkan juga MDT dapat mengeliminasi persistensi kuman Kusta dalam jaringan. Namun dalam pelaksanaan program MDT-WHO ada beberapa masalah yang timbul, yaitu adanya persisten, resistensi rifampisin dan lamanya pengobatan terutama untuk kusta MB (Sofianty 2009).

Siregar (2005) menuturkan dosis pemberian obat untuk pasien kusta tipe PB dan MB berbeda. Pengobatan MDT untuk kusta tipe PB dilakukan dalam 6 dosis minimal yang diselesaikan dalam 6-9 bulan. Setelah itu, barulah pasien dinyatakan RFT (*Released from Treatment*) yang berarti tidak perlu pengobatan lagi meskipun secara klinis lesinya masih aktif. Sementara itu, pengobatan MDT untuk kusta tipe MB dilakukan dalam 24 dosis yang diselesaikan dalam waktu maksimal 36 bulan. Setelah itu, pasien dinyatakan RFT meskipun secara klinis lesinya masih aktif dan pemeriksaan bakteri BTA positif.

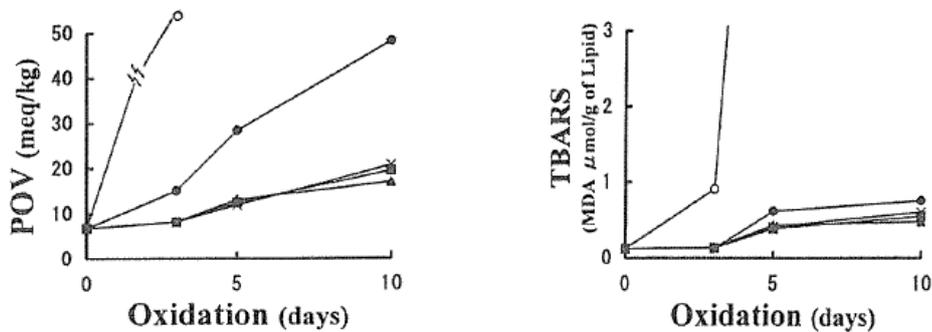
Pencegahan Penularan Penyakit Kusta melalui Konsumsi Ikan Cakalang Asap Khas Tradisional sebagai Sumber Antioksidan

Hingga kini masih belum diketahui pasti cara penularan kuman kusta. Kusta tergolong penyakit menahun yang lambat penularannya. Berdasarkan hasil penelitian diketahui terdapat 95% manusia memiliki kekebalan (resisten) terhadap penyakit kusta. Meskipun demikian, secara teoritis diketahui bahwa seseorang terinfeksi kuman kusta karena pernah melakukan kontak langsung dalam jangka yang sangat lama dengan penderita kusta melalui saluran pernapasan bagian atas. Penelitian medis mengenai penularan penyakit kusta dapat disebabkan oleh kondisi tubuh seseorang. Individu yang memiliki tingkat imunitas (kekebalan) tinggi terhadap kuman kusta akan cenderung resisten terhadap kuman kusta. Individu yang memiliki kekebalan rendah terhadap kuman kusta berkemungkinan dapat terinfeksi kuman kusta namun akan sembuh dengan sendirinya. Sementara itu, individu yang tidak memiliki kekebalan terhadap penyakit kusta beresiko terinfeksi kuman kusta bila melakukan kontak langsung dengan penderita kusta dalam jangka waktu yang lama (Permata 2009).

Sistem pertahanan kekebalan tubuh dapat merespon terbentuknya radikal bebas yang digunakan untuk membunuh senyawa potensial penyebab infeksi. Pada kasus penyakit kusta, infeksi *M. leprae* dihambat oleh sel darah putih khusus menggunakan radikal bebas yang diperoleh dari oksigen. Kegiatan tersebut adalah proses fagositosis oleh sel granulosit pada pasien kusta yang menyebabkan peningkatan radikal bebas, terutama radikal superoksida. Namun demikian, radikal bebas yang semakin banyak terbentuk akan menurunkan kondisi tubuh seiring dengan penurunan status antioksidan. Penanganan penyakit kusta yang terlambat menyebabkan jumlah reaktif oxygen species (ROS) akan diproduksi secara berlebihan oleh penderita kusta. Dengan demikian, kemampuan

antioksidan untuk menetralkan tidak mencukupi sehingga mengakibatkan stres oksidatif yang dapat merusak jaringan tubuh (Agustin *et al.* tahun).

Pencegahan penularan penyakit kusta dapat dilakukan dengan cara penambahan suplemen antioksidan sehingga dapat membantu meningkatkan kekebalan tubuh agar resisten terhadap infeksi *M. leprae*. Antioksidan tersebut memiliki kemampuan dalam memberikan elektron, mengikat dan mengakhiri reaksi berantai radikal bebas yang mematikan (Rohdiana tahun). Sumber antioksidan dapat diperoleh melalui konsumsi ikan cakalang asap atau yang dikenal sebagai ikan fufu khas Sulawesi Utara (Prommool *et al.* 2008; Je *et al.* 2009). Ikan cakalang asap khas Sulawesi Utara tersebut merupakan pangan lokal yang diolah lebih lanjut dengan cara pengapangan. Fermentasi protein pada ikan cakalang asap oleh kapang itulah yang akan menghasilkan senyawa antioksidan. Pada Gambar 1 diperlihatkan bahwa senyawa antioksidan pada pengapangan ikan cakalang asap semakin berkorelasi positif dengan lama fermentasi yang diukur menggunakan nilai POV (*peroxide value*) dan TBARS (*tribarbituric acid reactive substances*).



Gambar 1 Aktivitas produksi antioksidan pada pengapangan ikan cakalang asap (Kaminishi *et al.* 1999)

Munculnya kapang pada produk ikan cakalang asap merupakan proses fermentasi yang membantu terbentuknya hidrolisat protein. Hidrolisat protein ikan merupakan produk yang dihasilkan dari peruraian protein ikan menjadi senyawa-senyawa berantai pendek karena adanya proses hidrolisis baik oleh enzim, asam maupun basa. Hidrolisat yang sempurna akan menghasilkan 18-20 jenis asam amino. Proses pembuatan hidrolisat protein ikan yang paling efisien adalah secara enzimatik karena enzim menghasilkan peptida yang tinggi dan kurang kompleks serta mudah dipecah-pecah (Je *et al.* 2009; Kaminishi *et al.* 1999). Di samping itu, hidrolisis menggunakan enzim dapat menghasilkan hidrolisat yang terhindar dari perubahan dan penghancuran produk secara hidrolitik karena pada proses hidrolisis dengan asam maupun basa dapat merusak sebagian asam amino dan juga menghasilkan senyawa beracun seperti lysino-alanin (Lahl dan Braun 1994).

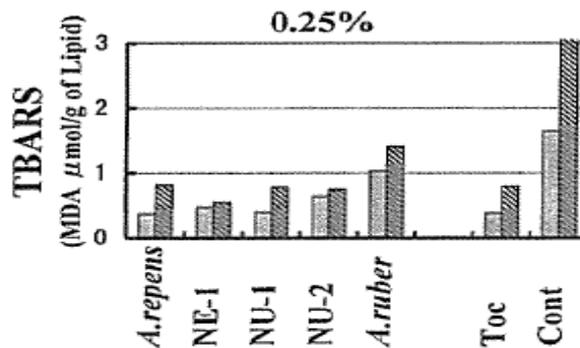
Proses hidrolisat protein pada proses pengapangan akan menghasilkan senyawa fenolik yang dikenal sebagai sumber antioksidan (Yamada *et al.* tahun). Tabel 1 menunjukkan jumlah fenol yang dihasilkan dari proses pengapangan ikan asap (Karebushi) lebih tinggi dibandingkan ikan asap tanpa pengapangan (Arabushi).

Tabel 1 Perbandingan Kandungan Fenol pada Pengapangan Ikan Cakalang Asap (Karebushi) dan Ikan Cakalang Asap Tanpa Pengapangan (Arebushi)

	Area Kromatografi Gas			Aktivitas	
	RAS	Arabushi-dashi	Karebushi-dashi	Arabushi-dashi	Karebushi-dashi
Fenol, 2-metoksi	85.7%	3526657	-	3022345	0
Fenol, 2-metoksi-4-metil	85.50%	1972338	1578555	1686349	1349663
Fenol, 2-metoksi	18.7%	2250234	1233339	420793.8	2306344
Fenol, 4-etil-2-metoksi	83.40%	10223450	377827	8526375	315107.7
Fenol, 4-metil	15.3%	4865844	1452018	744474.1	222158.8
Fenol, 2,6-dimetoksi	78.3%	31917967	8685197	24991768	6800509
Aktivitas Rata-rata				39392087	8918075
Rasio Relatif				4.4	1

Sumber: Yamada *et al.* (tahun)

Pengapangan ikan cakalang asap melibatkan cendawan jenis *Aspergillus* yang berfungsi menguraikan kandungan protein dalam ikan kayu menjadi senyawa berantai pendek. *Aspergillus* merupakan mikroba penghasil enzim protease yang membantu terjadinya hidrolisis protein secara enzimatis pada ikan kayu (Mizuno 2004). Beberapa cendawan *Aspergillus* memiliki kemampuan yang berbeda untuk menghidrolisat protein ikan cakalang asap. Pada Gambar 2 diperlihatkan bahwa *A. ruber* paling baik dalam menghasilkan senyawa antioksidan dibandingkan *A. repens*. Sementara itu, kondisi optimum proses pengapangan oleh *Aspergillus* pada ikan cakalang asap ditunjukkan pada Tabel 2.



Gambar 2 Perbandingan aktivitas antioksidan *A. repens* dan *A. ruber* (Kaminishi *et al.* 1999).

Tabel 2 Perbandingan Aktivitas Enzim Protease Pada Spesies Ikan Cakalang

Spesies Tuna	Optimu m pH	Protease		Lipase	
		Aktivitas (Unit ml ⁻¹)	Aktivitas Spesifik (Unit mg ⁻¹)	Aktivitas (Unit ml ⁻¹)	Aktivitas Spesifik (Unit ml ⁻¹)
Yellowfin (<i>Thunnus albacares</i>)	10	72.17±0.05	3.089±0.03	1.258±0.011	0.0538±0.0007
Skipjak (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	9	48.53±0.08	2.304±0.05	0.527±0.008	0.0221±0.0004
Tonggol (<i>Thunnus tonggol</i>)	10	60.35±0.06	2.399±0.02	0.855±0.008	0.0738±0.0003

Sumber: Prasertsan dan Prachumratana (2008)

Menggali Inovasi Baru dan Nilai Tambah Ikan Cakalang Asap Khas Tradisional Sebagai Pangan Fungsional dan Obat-Obatan Masyarakat

Ikan cakalang (*Katsuwonus palemis*) merupakan komoditi unggulan Sulawesi Utara (DKP 2008). Kadar protein tersebut bervariasi menurut waktu penangkapan (Tabel 3) dan jenis dagingnya (Tabel 4). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Bykov (1986) bahwa komposisi kimia ikan dipengaruhi oleh umur, jenis kelamin, musim, dan tempat penangkapan, jenis daging, serta bagian tubuh ikan.

Pengasapan cakalang merupakan salah satu teknik pengolahan ikan dari keseluruhan total 49.9% pemanfaatan ikan tradisional (DKP 2008) yang dilestarikan menjadi budaya daerah di Sulawesi Utara. Produk ikan cakalang fufu yang telah diasap lebih dikenal sebagai ikan kayu dengan struktur dagingnya yang keras. Oleh karena itu, daging ikan kayu perlu diparut terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Adanya pengerasan daging ikan kayu tersebut dikarenakan terjadinya denaturasi protein (Motohiro 1989).

Umumnya, masyarakat Sulawesi Utara menggantungkan ikan cakalang mentah yang ingin diawetkan di langit-langit atas dapur. Tepat di bawah gantungan ikan-ikan, terdapat tungku untuk memasak sehingga asap yang dihasilkan dari kegiatan tersebut berfungsi untuk mengasapkan ikan cakalang. Pengasapan yang terus menerus menyebabkan struktur ikan menjadi keras akibat denaturasi protein (Adawwyah 2007) dan lembab sehingga ditumbuhi cendawan. Proses pengasapan ikan tersebut akan menghasilkan produk beraroma yang dipengaruhi oleh senyawa volatil (Varlet *et al.* 2007) seperti diperlihatkan pada Tabel 6. Sementara itu, kombinasi teknologi pengasapan dan pengapangan pada penawetan ikan cakalang di Sumatra Utara menghasilkan produk yang memiliki cita rasa lebih baik (Giyatmi *et al.* 2000). Pada Gambar 3, 4, dan 5 diperlihatkan grafik peningkatan aspek penerimaan sensorik panelis terhadap penampakan visual, aroma, dan kadar asam glutamat ikan kayu.

Tabel 3 Komposisi kimia ikan cakalang berdasarkan tempat dan waktu penangkapan

Penangkapan		Komposisi			
Tempat	Bulan	Air	Protein	Lemak	Abu
Samudra Hindia	Januari	71.1	25.9	0.6	1.4
Atlantik Selatan	November	71.8	26.0	1.0	1.2
Atlantik Tengah	November	71.7	26.8	0.01	1.4
Pasifik	Februari, April, Juni	71.4	25.7	1.5	1.4
	Agustus, September, Desember	68.2	22.8	7.7	1.3

Sumber: Bykov (1986)

Tabel 4 Komposisi gizi ikan cakalang berdasarkan jenis daging

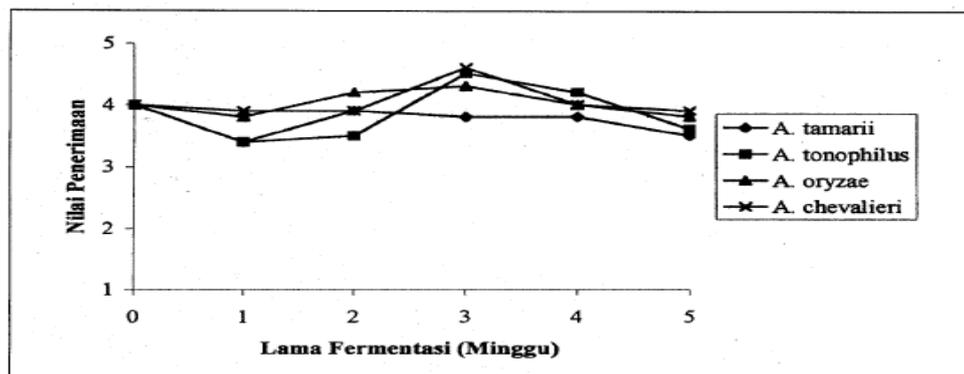
Jenis daging	Komposisi (%)			
	Air	Protein	Lemak	Abu
Daging putih	68.7	23.2	6.4	1.3
Daging merah	68.3	22.9	7.0	1.5

Sumber: Bykov (1986)

Tabel 5 Komponen Aldehid Volatile Pada Ikan Asap

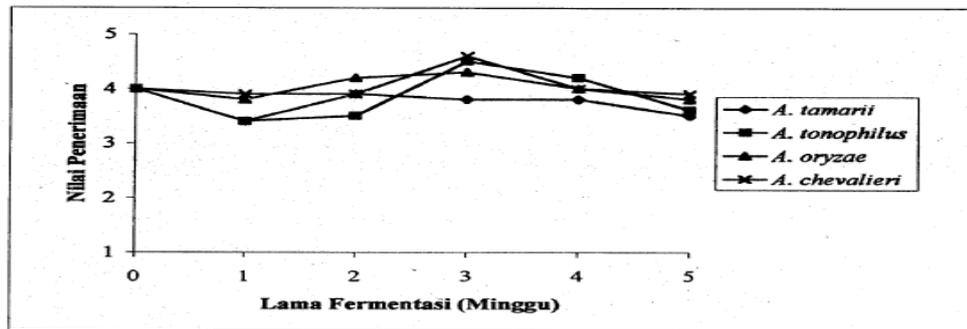
Aldehida	Ikan Asap				
	Trout	Bream	Salmon	Cod	Swordfish
Etanol	X ⁽⁶⁾				
Butanal			X ⁽⁵⁾		
3-Metilbutanal			X ⁽²⁾		
2-Metilbutanal			X ⁽⁴⁾		
2-Butenal			X ⁽²⁾		
2-Metil-2-butenal			X ⁽⁵⁾		
Pentanal			X ^(2,3,5)		
2-Pentanal			X ^(5,7)		
Furfural			X ⁽²⁾	X ⁽¹⁾	
Benzaldehid	X ⁽⁶⁾	X ⁽⁶⁾	X ⁽⁷⁾	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾
4-Metilbenzaldehyd	X ⁽⁶⁾	X ⁽⁶⁾	X ^(2,3,4)	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾
Heksanal	X ⁽⁶⁾	X ⁽⁶⁾	X ⁽⁵⁾		
4-Hidroksi-2-heksanal			X ^(2,7)		
2-Heptanal	X ⁽⁶⁾	X ⁽⁶⁾			
Oktanal			X ⁽²⁾		
Nonanal	X ⁽⁶⁾	X ⁽⁶⁾	X ^(2,7)		
Dekanal	X ⁽⁶⁾	X ⁽⁶⁾	X ^(2,4)		
2,4-Heksadienal			X ⁽⁷⁾	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾
2,4-Heptadienal			X ⁽⁷⁾		
2,4-Heksadienal		X ⁽⁶⁾			
2-Dekanal	X ⁽⁶⁾		X ^(2,4,7)	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾

Sumber: Varlet *et al.* (2007)



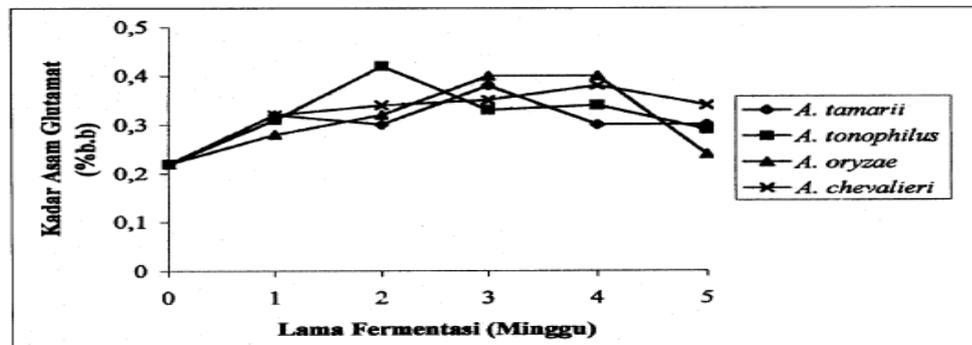
Keterangan: (1) tidak suka, (2) agak tidak suka, (3) netral, (4) agak suka, (5) suka

Gambar 3 Peningkatan penerimaan panelis terhadap penampakan visual ikan kayu yang difermentasi (Giyatmi *et al.* 2000)



Keterangan: (1) tidak suka, (2) agak tidak suka, (3) netral, (4) agak suka, (5) suka

Gambar 4 Peningkatan penerimaan panelis terhadap aroma ikan kayu yang difermentasi (Giyatmi *et al.* 2000)



Gambar 5 Peningkatan kadar asam glutamate pada ikan kayu yang difermentasi (Giyatmi *et al.* 2000)

Optimasi teknologi pengolahan ikan kayu yang melibatkan kombinasi perlakuan pengasapan dan pengapangan diharapkan dapat menjadi nilai tambah produk. Terlebih lagi, ikan kayu tergolong aman dikonsumsi secara teratur karena tidak berpotensi menimbulkan kanker (Varlet *et al.* 2007) seperti yang dikhawatirkan selama ini. Senyawa-senyawa aldehid yang banyak ditemukan sebagai kandungan dalam ikan asap diduga dapat menyebabkan kanker. Senyawa tersebut tergolong *polycyclic hydrocarbon aromatic* (PAH). Misalnya saja 4-Hydroxy-2-(E)-hexenal yang ditemukan dalam ikan salmon asap (Munasinghe *et al.* 2003). Komponen itu merupakan lipid peroksida dari senyawa asam lemak n-3 polyunsaturated (β -unsaturated aldehyde) dan dapat memicu karsinogen (Chung *et al.* 1986; Witz, 1989). Kandungan aldehid yang bersifat karsinogen dapat diminimalkan melalui teknologi pengasapan modern. Hal itu dilakukan dengan mengontrol suhu pembakaran, derajat pengasapan, dan generator asap (Moret *et al.* 1997). Dengan demikian, cara tersebut dapat meminimalkan terbentuknya kontaminasi PAH. Tabel 7 menunjukkan kandungan PAH yang terdapat dalam berbagai produk asap.

Tabel 7 Kandungan PAH (mg/kg) dalam berbagai jenis produk asap

Produk	Jumlah Sampel	Konsentrasi PAH (n=3)					Rata-rata dari PAH
		B(a)P	B(a)A	B(a)P	B(k)F	I(cd)P	
Ikan Segar							
Herring	8	n.d. ^a	n.d.	n.d.		n.d.	n.d.
Silver Hake	3	n.d.	n.d.	n.d.		n.d.	n.d.
Cold-Smoke fish							
Mackarel	6	n.d.	n.d.	n.d.		n.d.	n.d.
Salmon	3	0.40	0.94	n.d.		n.d.	1.34
Herring	4	n.d.	n.d.	n.d.		n.d.	n.d.
Hot-smoked							
Mackarel	10	0.70	2.64	0.60		0.40	0.30
Herring	4	0.72	3.41	0.63		0.40	0.30

Sumber: Yurchenko dan Molder (2005)

Berdasarkan uraian di atas, jelas bahwa ikan cakalang asap layak untuk dikembangkan menjadi tradisi lokal yang memiliki manfaat bagi kesehatan. Salah satunya adalah penyedia antioksidan yang terutama digunakan untuk pencegahan penularan kusta yang juga banyak terdapat di Sumatra Utara. Dengan demikian, diharapkan dapat tercapai pemberdayaan kekayaan alam, misalnya kuliner lokal, yang memiliki nilai tambah tinggi.

KESIMPULAN

Indonesia merupakan negara dengan endemi kusta tertinggi ketiga di dunia dengan sentra penyebaran terletak di Sulawesi Utara. Upaya pencegahan penyakit kusta dapat dilakukan dengan peningkatan konsumsi pangan lokal khas daerah tersebut yaitu ikan cakalang asap yang mengandung senyawa antioksidan. Antioksidan tersebut diperoleh melalui fermentasi ikan cakalang asap oleh *Aspergillus* yang menghasilkan senyawa hidrolisat protein berantai pendek berupa komponen fenol. Dengan demikian, diharapkan adanya potensi lokal ikan cakalang asap yang merupakan warisan budaya Sulawesi Utara dapat sekaligus berperan dalam penurunan angka penderita kusta.

DAFTAR PUSTAKA

Adawyah R. 2007. Pengolahan dan Pengawetan Ikan. Jakarta. Bumi Aksara.
 Agustin T, Sugito TL, Sudharmono A. Tahun. Perbandingan Aktivitas Superoksid Dismutase dalam Eritrosit Antara Pasien Kusta Multibasilar dan Pausibasilar yang Belum Mendapat *Multidrug Therapy* WHO Dengan Individu Sehat. Jakarta. Departemen IK Kulit dan Kelamin FK Universitas Indonesia.

- Boyke. 2010. Indonesia Peringkat Empat Dunia untuk Penyakit Kusta. www.solusisehat.net [22 Maret 2010]
- Chung F, Tanaka T, & Hecht SS. 1986. Induction Of Liver Tumors In F344 Rats By Crotonaldehyde. *Cancer Research*, 46, 1285–1289.
- Dinas Kesehatan Manado. 2010. Profil Kesehatan Sulawesi Utara. Sulawesi Utara. Departemen Kesehatan Sulawesi Utara.
- Dinas Kelautan dan Perikanan. 2008. Bantuan Teknis Untuk Industri Ikan dan Udang Skala Kecil Dan Menengah di Indonesia. Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Giyatmi, Basmal J, Wijaya CH, Fardiaz S. 2000. Pengaruh Jenis Kapang dan Lama Fermentasi terhadap Mutu Ikan Kayu (Katsubushi) Cakalang. *Jurnal Industri Pangan*. Vol XI. No. 2 Hal 10-20.
- Je YJ, Lee KH, Lee MH, Ahn CB. 2009. Antioxidant And Antihypertensive Protein Hydrolysates Produced From Tuna Liver By Enzymatic Hydrolysis. *Journal Food Research International* 42: 1266–1272.
- Kompas. 9 November 2009. Buka Tutup Ekspor Cakalang www.cetak.kompas.com [20 Maret 2010]
- Kristanti EY, Adiati HF. 2009. ASEAN: Penderita Kusta juga Manusia. www.vivanews.com [20 Maret 2010]
- Maga JA. 1988. *Smoke in Food Processing*. Florida. CRC Press.
- Mizuno S, Nishimura S, Matsuura K, Gotou T, Yamamoto N. 2004. Release of Short and Proline-Rich Antihypertensive Peptides from Casein Hydrolysate with an *Aspergillus oryzae* Protease. *J. Dairy Sci.* 87:3183–3188.
- Moret S, Conte L, Dean D. 1999. Assessment Of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Content Of Smoked Fish by Means Of A Fast HPLC/HPLC Method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47, 1367–1371.
- Motohiro T. 1989. Effect of Drying and Smoking on The Nutritive Value of Fish: A Review of Japanese Studies. Di dalam: JR Burt (ed). *Fish Smoking and Drying: The Effect of Smoking and Drying on The Nutritional Properties of Fish*. Hal 19. Elsevier Applied Science. Netherlands.
- Munasinghe DMS, Ichimaru KI, Ryuno M, Ueki N, Matsui T, Sugamoto K. 2003. Lipid Peroxidation-Derived Hepatotoxic Aldehydes 4-Hydroxy-2E-Hexenal In Smoked Fish Meat Products. *Fisheries Science*, 69, 189–194.
- Permata. 2009. *Penyakit Kusta*. Surabaya. Perhimpunan Mandiri Kusta Indonesia.
- Posko Manado. 18 February 2010. Ekspor Cakalang-Malalugis Mulai Diberlakukan. www.poskomanado.com [20 Maret 2010]
- Prasemara. 2009. *Penatalaksanaan Kusta di Indonesia*.
- Prasertsan P, Prachumratana T. 2008. Comparison And Selection Of Protease And Lipase Sources From Visceral Organs Of Three Tuna Species. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 30 (Suppl.1), 73-76.
- Rohdiana. Tahun. *Teh dan Antioksidan*. Pusat Penelitian Teh dan Kina.
- Sari D. 2008. Jumlah Penderita Kusta di Indonesia terbesar ketiga di dunia. *Tempo Interaktif*.
- Sjamsoe SE. 2003. *Kusta*. Jakarta. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Sofianty D. 2009. Kusta Dapat Disembuhkan. *Artikel Kesehatan*.

- Varlet V, Prost C, Serot T. 2007. Volatile Aldehydes In Smoked Fish: Analysis Methods, Occurrence And Mechanisms Of Formation. *J. Food Chemistry* 105:1536–1556.
- Kaminishi Y, Egusa J, Kunimoto M. 1999. Antioxidant Production from Several Xerophilus Fungi Used in “Katsuobushi” Molding. *Journal of National Fisheries University* 47 (3) 113-120.
- Witz G. 1989. Biological Interactions of α,β -Unsaturated Aldehydes. *Free Radical Biology and Medicine*, 7, 333–349.
- Yamada J, Akahori Y, Matsuda H. tahun. Antioxidant Activity of Japanese Traditional Seasoning-Dried Bonito Stock (Katsuo-dashi). Japan. Yaizu Suisankagaku Industry Co. Ltd.
- Yurchenko S, Molder U. 2005. The Determination Of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons In Smoked Fish By Gas Chromatography Mass Spectrometry With Positive-Ion Chemical Ionization. *Journal of Food Composition and Analysis* 18:857–869.
- Zulkifli. 2003. Penyakit Kusta dan Masalah yang Ditimbulkannya. Sumatra Utara. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatera Utara.