

TOTAL POLISIKLIK AROMATIK HIDROKARBON (PAH) PADA DENDENG SAPI YANG DIBERI ASAP CAIR TEMPURUNG KELAPA DENGAN KONSENTRASI YANG BERBEDA

Yessy Tamu Ina¹

¹ Program Studi Peternakan (Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Kristen Wira Wacana Sumba), Jl. R. Suprpto No. 35, Waingapu, Prailiu, Kabupaten Sumba Timur, NTT, 87113, Indonesia.

*Email korespondensi: yessytamuina@unkriswina.ac.id

ABSTRAK - Senyawa PAH merupakan senyawa yang sifatnya karsinogen bagi masyarakat yang suka mengonsumsi berbagai produk yang di asapi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cemaran PAH (*Napthalene, Acenaphthene, Phenanthrene, Pyrene, Benzoantracene, Benzo (a) pyrene*) Pada dendeng sapi asap dan untuk memberikan informasi bagi kepada masyarakat tentang pangan yang aman dan sehat. Penelitian ini telah dilaksanakan pada Januari 2018 sampai dengan Juni 2018 di Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro Semarang. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) Universitas Gadjah Mada. Metode Penelitian ini, menggunakan Rancangan Acak Lengkap terdiri dari 3 perlakuan yaitu P1= Perendaman daging dengan konsentrasi asap cair 3%; P2= Perendaman daging dengan konsentrasi asap cair 6%; P3= Perendaman daging dengan konsentrasi asap cair 9% dan masing –masing perlakuan mendapatkan 5 kali ulangan sehingga terdapat 15 unit sampel. Variabel pengamatan yaitu: Menganalisis kadar PAH pada asap cair tempurung kelapa dan Kadar PAH (*Napthalene, Acenaphthene, Phenanthrene, Pyrene, Benzoantracene, Benzo (a) pyrene*) pada dendeng asap. Data yang dihasilkan di uji secara deskriptif. Hasil Penelitian ini adalah asap cair tempurung kelapa mendapatkan kadar *Napthalen, acenaphthene dan benzo (a) pyrene* yang tertinggi akan tetapi ketika pengaplikasian pada dendeng yang di asapi dengan konsentrasi 3% sampai 9% mendapatkan kadar PAH yang rendah. Senyawa PAH yang dihasilkan pada dendeng sapi tidak melebihi Standar Word Health Organisation (WHO), sehingga perlakuan ini dapat dijadikan referensi bagi industri dalam melakukan pengolahan daging yang awet dengan pertimbangan mutu dan nilai gizi yang baik.

Kata kunci: Tempurung Kelapa, Asap Cair, Kadar PAH, Dendeng Asap

Abstrak - PAH compounds are carcinogenic compounds for people who like to consume various smoked products. The purpose of this study was to determine PAH (*Napthalene, Acenaphthene, Phenanthrene, Pyrene, Benzoantracene, Benzo (a) pyrene*) contamination in smoked beef jerky and to provide information to the public about safe and healthy food. This research was conducted from January 2018 to June 2018 at the Laboratory of Chemistry and Food Nutrition, Faculty of Animal Husbandry and Agriculture, Diponegoro University, Semarang. Sample testing was conducted at the Integrated Research and Testing Laboratory (LPPT) Universitas Gadjah Mada. This research method used a completely randomized design consisting of 3 treatments, namely P1 = soaking meat with a concentration of 3% liquid smoke; P2= Meat soaking with 6% liquid smoke concentration; P3 = Meat immersion with 9% liquid smoke concentration and each treatment got 5 replications so there were 15 sample units. The observation variables were: Analyzing PAH levels in coconut shell liquid smoke and PAH levels (*Napthalene, Acenaphthene, Phenanthrene, Pyrene, Benzoantracene, Benzo (a) pyrene*) in smoked beef jerky. The resulting data is tested descriptively. The results of this study were coconut shell liquid smoke obtained the highest levels of *Napthalen, acenaphthene and benzo (a) pyrene*, but when applied to smoked beef jerky with a concentration of 3% to 9%, the PAH levels were low. The PAH compounds produced in beef jerky do not exceed the World Health Organization (WHO) Standards, so this treatment can be used as a reference for the industry in processing meat that is durable with consideration of quality and good nutritional value.

Keywords: Coconut Shell, Liquid Smoke, PAH Content, Smoked Jerky

PENDAHULUAN

Daging adalah salah satu sumber makanan yang memenuhi kebutuhan hidup manusia baik untuk pertumbuhan dan perkembangan. Daging memiliki komposisi nutrisi yang cukup lengkap, namun komposisi nutrisi ini dapat digunakan oleh mikroba untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Masalah ini perlu dilakukan penanganan, agar mutu daging dapat dipertahankan. Tempurung kelapa merupakan salah satu bahan pengasap biasanya digunakan dalam proses pengasapan pangan, contohnya; pengolahan sate, dendeng dan telur (AssidiQ *et al.*, 2018). Proses pengasapan ini dilakukan untuk mempertahankan mutu dan meningkatkan kualitas dari pada daging karena dalam tempurung kelapa mengandung beberapa senyawa antioksidan, antibakteri yang manfaatnya sebagai pengawet (Muratore *et al.* 2007).

Stolyhwo & Sikorski (2005) menyatakan, bahwa khasiat dari tempurung kelapa adalah alternatif sebagai bahan pengawet alamiah karena mengandung antimikroba dan antioksidan seperti *aldehid*, *asam karboksilat* dan fenol yang aman digunakan untuk pengolahan produk

pangan. Akan Tetapi, kebiasaan masyarakat selama ini adalah melakukan pengasapan tradisional dan kebiasaan seperti ini berdampak pada masalah kesehatan bagi masyarakat yang terbiasa mengkonsumsi daging asap. Menurut (Chen *et al.*, 1996) daging yang mendapatkan pengasapan konvensional memiliki senyawa PAH yang sifatnya karsinogen bagi masyarakat, sehingga tindakan yang dilakukan untuk mengantisipasi masalah kesehatan bagi masyarakat adalah dilakukan pengasapan modern dengan menggunakan asap cair. Menurut (Budijianto 2008) menyatakan, bahwa asap cair lebih aman digunakan, karena dapat mengurangi senyawa PAH yang mengganggu kesehatan pada masyarakat seperti penyakit kanker. Menurut Dheko *et al.*, 2017 dalam hasil penelitiannya memanfaatkan asap cair tempurung kelapa 2%- 10% menghasilkan total mikroba daging 3.0×10^3 - 6.2×10^6 . Selanjutnya pemanfaatan Asap cair tempurung kelapa dalam pengolahan daging asap dan dengan kadar PAH yang dihasilkan berupa, *Naphthalene* 77,04µg/L *Acenaphthylene*, 58,68µg/L *Acenaphthene* 19,04µg/L, dan *Fluorene* berpengaruh pada menurunnya mikroorganisme. Semakin

tinggi konsentrasi asap cair maka semakin rendah total mikroba pada daging asap yang dihasilkan. Berdasarkan permasalahan tersebut diatas maka telah dilakukan penelitian dengan judul Total Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) Pada Dendeng Sapi Yang Diberi Asap Cair Tempurung Kelapa Dengan Konsentrasi Yang Berbeda. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui cemaran PAH (*Napthalene, Acenaphthene, Phenanthrene, Pyrene, Benzoantracene, Benzo (a) pyrene*) Pada dendeng sapi dan untuk memberikan informasi bagi konsumen tentang pengolahan produk daging asap yang aman dan sehat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Januari 2018 sampai dengan Juni 2018 di Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro Semarang. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) Universitas Gadjah Mada.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daging segar sapi jantan peranakan ongole yaitu daging diambil pada bagian *bottom round* yang di peroleh dari rumah potong hewan (RPH) Penggaron Kota Semarang, Madu

diperoleh dari Pulau Timor, Provinsi Nusa Tenggara Timur, Asap cair tempurung kelapa diperoleh dari hasil pengolahan sendiri oleh peneliti di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah timbangan analitik untuk menimbang sampel daging, lalu menggunakan pisau untuk menghilangkan lemak eksternal pada daging yang telah diiris tipis, menempatkan daging pada *beaker glass* 250 ml yang sudah berisi asap cair, dan menggunakan batang pengaduk untuk menghomogenkan daging dan asap cair dan selanjutnya dilakukan perendaman daging selama 8 jam. Daging yang telah melewati proses marinasi di tempatkan pada Loyang yang telah dialasi dengan tusuk sate untuk dilakukan pengovenan selama 4 jam. Daging yang telah kering di isi pada zipperbag untuk dilakukan analisis sampel.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan dan 5 ulangan sehingga terdapat 15 unit sampel.

Prosedur penelitian

a) *Pengolahan Asap Cair (mengikuti Prosedur Yunus, 2011) dengan di modifikasi*

- *Persiapan Bahan dan Peralatan*

Bahan-bahan yang digunakan adalah: tempurung kelapa. Alat yang digunakan adalah: tabung pembakaran (*drum stainless* berbentuk kerucut), pipa kecil, selang tahan panas, tangki *kondensator*, pompa air, bak penampung air, *erlenmeyer*, es blok (Gambar alat pengolah asap cair dapat dilihat dibawah ini).



Gambar 1. Alat Pengolah Asap Cair Tempurung Kelapa

Keterangan: Alat Pengolahan Asap Cair dan merupakan desain pribadi oleh penulis
Prosedur Kerja

Sebanyak 48 kg tempurung kelapa dimasukkan ke dalam tabung berbahan *stainless stell*. Tabung berdiameter dasar 20 cm, tinggi 30 cm, dan kapasitas 5 kg. Tabung ditutup rapat sehingga tidak ada udara yang masuk atau keluar. Tempurung dibakar sampai memanas dan mengeluarkan asap. Lama-kelamaan asap

dalam tabung semakin tebal. Akibatnya, asap terdorong ke pipa kecil yang menghubungkan dengan *kondensator*. Panjang pipa 80 cm dengan diameter 1,25 cm. Asap terus mengalir menuju tangki *kondensator*. Di dalamnya, terdapat pipa untuk mengalirkan asap yang panas. Asap masuk melalui pipa itu dan berubah wujud menjadi cairan. Cairan itu, dialirkan ke *erlenmeyer* sebagai penampung. Cairan itulah yang disebut *liquid smoke* atau asap cair. Asap cair yang dihasilkan grade ketiga: warna kuning kecoklatan pekat dan beraroma kuat. Uap cair masih berwarna gelap dan mengandung tar, sehingga asap cair disaring. Satu kali penyaringan, asap cair berubah menjadi kuning bening. Aromanya mulai berkurang sehingga asap grade II itu diorientasikan untuk pengawetan bahan makanan mentah seperti daging, ayam, dan ikan.

b) *Pembuatan dendeng dan pemberian perlakuan*

Pembuatan dendeng didahului dengan menghilangkan lemak eksternal pada daging dan tahap selanjutnya daging diiris secara melintang dengan ketebalan 3 mm. Potongan daging hasil irisan selanjutnya dibagi sesuai ulangan perlakuan dan melakukan perendaman

dengan asap cair, larutan gula kelapa 7,5% dan madu timor 22,5%. Selanjutnya dilakukan pengeringan dengan suhu 55°C dan dengan lama waktu masing-masing 4 jam. Dendeng sapi yang dihasilkan diuji total PAH.

Variabel Pengamatan

Pengujian PAH Pada Asap Cair Tempurung Kelapa dan Dendeng Hasil Olahan

Pengujian terhadap Kadar PAH menggunakan kromatografi gas *Shimadzu* tipe GC 2010. Tahapan pengujian yaitu asap cair 5 ml dan daging dicincang dan di timbang sekitar 50 g, dicampur dengan 30mL KOH 50%. dimasukkan di *waterbath* air 700c selama 30 menit dengan sering digoyang-goyangkan. Campuran diekstraksi dengan 30 ml CHCL₂ dan ditampung. Ekstraksi lagi dengan 20 ml CHCL₂. Ekstrak jadikan satu, diuapkan sampai 5 ml dengan rotary evaporator. Sep-Pak diaktifkan dengan metanol. Konsentrat dichloromethane dituangkan ke dalam *catridge Sep-Pak*

florisil. 10 ml alikuot metanol digunakan untuk eluet bahan kimia dan eluat itu dikumpulkan. Evaporasi sampai kering dengan N₂. Encerkan dengan *Dichloromethan*.

Analisis Data

Data kadar PAH (*Naphtalen, Acenaphten, Phenantrene, Pyrene, Benzoantracene, Benzo@pyrene*) dari asap cair tempurung kelapa dan data PAH (*Naphtalen, Acenaphten, Phenantrene, Pyrene, Benzoantracene, Benzo@pyrene*) pada dendeng asap yang dihasilkan dilakukan pengujian secara *deskriptif*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar PAH Tempurung Kelapa

Pengukuran PAH pada asap cair yang diolah, ditemukan beberapa senyawa yang dihasilkan yaitu *Naphtalen, Acenaphten, Phenantrene, Pyrene, Benzoantracene, Benzo@pyrene*. Hasil penelitian ini dapat dilihat sebagaimana pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan PAH Asap Cair Tempurung Kelapa

Nomor	Parameter Uji	Hasil	Referensi	
			Asap cair	Asap non cair
------(mg/L)-----				
1	Naphtalen	77,31	77.04	395,90
2	Acenaphten	60,44	50.68	588,76
3	Phenantrene	0,96	<10	24,85
4	Pyrene	2,01	<0.7	3,39

5	Benzoantracene	4,83	<0.25	20,95
6	Benzo@pyrene	9,95	<0,25	48,42

Keterangan: Referensi berdasarkan penelitian Murdani et al., 2016; Dheko et al., 2017; Leki et al., 2017

Tabel 1 terlihat bahwa asap cair tempurung kelapa yang diolah mendapatkan kadar PAH berupa *Naptalen*, *acenaphten*, *phenantrene*, *pyrene*, *benzoantracenen*, *benzo@pyrene*. Kadar Naptalen merupakan senyawa dengan hasil yang tertinggi pada asap cair dengan 77,31 mg/L dan diikuti dengan acenaphten 60,44, benzo@pyrene 9,95 dan yang terendah *phenantrene* 0,96.

Tabel 1 terlihat bahwa asap cair yang dihasilkan berpengaruh pada aktifitas kandungan PAH. Hasil penelitian proses pengolahan asap cair tempurung kelapa mendapatkan total naphtalene yaitu 77,31 mg/l. Terbentuknya naphtalen pada asap cair olahan karena terjadinya *dekomposisi* secara termokimia dari bahan-bahan organik saat proses pembakaran tempurung kelapa dan dalam mekanisme kerjanya, produk asap cair secara kuat membentuk partikel-partikel karbon dan membentuk gas (Virosa et al., 2014). senyawa ini dapat ditemukan hampir pada seluruh bahan makanan yang di asapi, sehingga diperlukan pemanfaatan asap cair dengan konsentrasi tertentu untuk mendapatkan

aktivitas naphtalene yang sedikit dalam bahan pangan dan perlunya mengurangi residu masyarakat dalam mengkonsumsi produk-produk yang di asapi.

Hasil penelitian, kandungan phenanthrene yang didapatkan yaitu 0,96 mg/l. Phenanthrene merupakan senyawa PAH *trisiklik* dan memiliki tiga *cincin benzena* (Supaka et al., 2001). Phenanthrene memiliki rumus molekul C₁₄H₁₀ dengan massa molar 17.2 g mol⁻¹ (Rochdiana, 2011). Badan Perlindungan Lingkungan Amerika menyatakan, bahwa *phenanthrene* dapat menjadi polusi apabila tidak diperhatikan pada produk yang terpapar *phenanthrene* (Hong et al., 2010). Selanjutnya (Sidabalok, 2017) menyatakan, bahwa produk yang di asapi dapat terpapar *phenanthrene* apabila menggunakan konsentrasi asap dalam jumlah yang berlebihan dan tearkumulasi melalui daging yang di asapi dan apabila dikonsumsi organ tubuh yang terpapar dari senyawa ini adalah organ pernafasan, pencernaan. Pemanfaatan asap cair dalam produk pangan perlu diteliti agar masyarakat aman dari residu mengkonsumsi produk makanan yang di asapi. Mekanisme kerja dari phenanthrene yaitu melalui tar yang melekat pada

daging dan ketika dikonsumsi masuk melalui organ pernapasan di salurkan ke paru-paru.

Lukitaningsih dan Sudarmanto (2010) menyatakan bahwa, senyawa hidrokarbon aromatik polisiklik berpotensi sekali untuk menyebar luas melalui makanan dan bersifat karsinogenik. Menurut Darmadji (2006), proses pembakaran akan menghasilkan asap dengan cemaran benzo(a)piren yang tinggi. WHO (1987) menyatakan bahwa batas maksimum *benzo(a)piren* ditetapkan pada jenis makanan yaitu 10

mg/kg. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa kandungan senyawa *benzo(a)piren* dalam asap cair tempurung kelapa adalah 9,95mg/L masih layak untuk diaplikasikan kedaging

Kadar PAH Pada Dendeng Asap

PAH dinilai berbahaya karena bersifat *karsinogenik*. Senyawa PAH dapat terserap ke dalam tubuh melalui makanan yang di asapi. Akumulasi jumlah PAH dalam tubuh dapat membahayakan bagi kesehatan. Hasil penelitian dendeng asap disajikan sebagaimana pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Senyawa PAH Dendeng Asap dengan konsentrasi Asap Cair Berbeda

Parameter uji	Konsentrasi Asap (%)			Referensi
	3	6	9	
Naphthalene	<0,61	<0,61	<1,58	< 0,1
Acenaphthene	<0,53	<0,53	<2,07	< 0,1
Phenanthrene	<0,38	<0,38	<0,38	2,08
Pyrene	<4,37	<4,37	<4,37	5,06
Benzo@antacene	<9,08	<9,08	<9,08	3,40
Benzo (a) pyrene	<0,51	<0,51	<0,51	10

Referensi: Aloysius (2017)

Naphthalene

Tabel 2 terlihat bahwa konsentrasi asap cair yang berbeda berpengaruh pada total naphthalene yang dihasilkan. Senyawa PAH menghasilkan lebih dari 100 berbagai jenis senyawa kimia berbeda-beda yang terbentuk (Ahmad, 2012). Salah satu struktur molekul dari senyawa PAH antara lain naphthalene (Wahyuni, 2016). Senyawa ini memiliki risiko berbahaya bagi kesehatan manusia, karena

senyawa tersebut memiliki sifat karsinogen dan menyebabkan kanker (Toledo *et al.*, 2006). Keracunan *naftalene* dapat memicu terjadinya anemia *haemolitik* dan *nefrotoksisitas* pada manusia. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu metoda ramah lingkungan untuk menghilangkan senyawa ini. Hasil penelitian terlihat, bahwa pemanfaatan konsentrasi asap yang berbeda berpengaruh dalam aktivitas *naphthalene*

menjadi berbeda yaitu perendaman daging dengan konsentrasi asap cair 3%, 6% mendapatkan aktifitas *naphthalene* yang rendah yaitu <0,61mg/kg. Hal ini diduga karena rendahnya konsentrasi asap cair sehingga aktivitas *naphthalene* yang menempel pada daging menjadi sedikit dan disisi lain, *naphthalene* merupakan senyawa yang berbentuk padat dan bersifat volatil atau mudah menguap ketika proses pemanasan dan pemanggangan daging.

Perendaman daging dengan konsentrasi asap cair yang tinggi yaitu 9% mendapatkan aktifitas *naphthalene* menjadi meningkat. Hal ini diduga karena pada saat perendaman tingginya konsentrasi asap yang diberikan sehingga tingginya aktivitas *naphthalene* yang menempel pada daging menjadi meningkat dan berpengaruh pada proses penguapan menjadi lama. Senyawa *naphthalene* dapat berbahaya dalam takaran 2000 ppm (mg/kg) dan Senyawa ini perlu mendapat perhatian khusus dalam pengolahan makanan yang di asapi (Kilbane II, 1998; Meyer & Ilans, 2001). Penelitian yang dihasilkan, perendaman daging dengan asap cair pada konsentrasi 3% sampai 6% masih layak dikonsumsi karena aktivitas *naphthalene* masih tergolong rendah.

Acenaphthene

Tabel 2 terlihat, bahwa konsentrasi pengasapan yang berbeda berpengaruh terhadap aktivitas *acenaphthene* pada

dendeng yang dihasilkan. Hasil penelitian perendaman daging dengan tempurung kelapa pada konsentrasi 3% - 6% menghasilkan total *acenaphthene* <0,53mg/kg namun pada konsentrasi pengasapan 9%, total *acenaphthene* menjadi meningkat <2,07. Rendahnya kadar *acenaphthene* pada dendeng yang di asapi di duga karena tempurung kelapa dengan konsentrasi yang rendah mampu menghambat terbentuknya senyawa *acenaphthene* pada daging dendeng. Peningkatan total *acenaphthene* pada dendeng yang direndam dengan konsentrasi yang tinggi di duga karena tinggi konsentrasi perendaman daging asap cair tempurung kelapa.

Menurut Darmadji (2006) menyatakan bahwa, senyawa hidrokarbon aromatik polisiklik berpotensi sekali untuk menyebar luas melalui makanan dan bersifat karsinogenik. proses pembakaran akan menghasilkan asap dengan cemaran benzo (a) piren yang tinggi. WHO (1987) menyatakan bahwa batas maksimum *benzo(a)piren* ditetapkan pada jenis makanan yaitu 10 mg/kg.

Phenanthrene

Tabel 2 terlihat bahwa konsentrasi pengasapan yang berbeda berpengaruh pada kandungan *phenanthrene* dendeng. (Supriyati, 2009) menyatakan, bahwa *phenanthrene* merupakan salah satu jenis

dari senyawa PAH yang memiliki susunan dari gabungan antara tiga cincin *benzena*. Struktur dari *phenanthrene* merupakan gabungan dari senyawa *alkil phenanthrene* dan *anthracene* yang memiliki empat gugus karbon (tetrametil, dietil, metilpropil). Hasil penelitian terlihat, bahwa kandungan *phenanthrene* pada daging yang mendapatkan perlakuan pengasapan dengan konsentrasi yang berbeda menunjukkan tidak adanya perbedaan yaitu $<0,38$ mg/kg. Hal ini diduga karena konsentrasi pengasapan masih sedikit sehingga berpengaruh pada *phenanthrene* yang dihasilkan menjadi rendah.

Penelitian membuktikan bahwa *phenanthrene* yang semulanya melekat pada asap cair tempurung kelapa yaitu 0,96 mg/l namun ketika di aplikasikan pada daging dengan metode perendaman, kandungan *phenanthrene* menjadi rendah yaitu $<0,38$ mg/kg. *phenanthrene* menjadi rendah diduga karena proses kimiawi seperti *adsorpsi* dengan suhu yang tinggi atau terjadi karena proses *fitoremediasi* atau *bioremediasi*. *Bioremediasi* merupakan proses pemanfaatan mikroorganisme dalam *mendegradasi* bakteri yang bersifat patogen dan bersifat *karsinogen* (Fretes *et al.*, 2019). Di sisi lain Senyawa *phenanthrene* dapat terdegradasi oleh bakteri apabila di dukung dengan faktor lingkungan berupa pH, suhu,

oksigen, dan sumber *nutrien* yang lainnya (Yetti *et al.*, 2016).

Pyrene

Tabel 2. Terlihat bahwa konsentrasi asap cair yang berbeda berpengaruh pada adanya aktifitas *Pyrene* pada dendeng asap olahan. Hasil penelitian aktifitas *pyrene* pada daging menjadi sama antara seluruh perlakuan yaitu $<4,37$. Tidak adanya perbedaan aktifitas *pyrene* pada seluruh perlakuan diduga karena konsentrasi asap cair yang diberikan tergolong sedikit dan sebagian TAR sudah terjadi pengendapan selama proses penyimpanan asap cair dan ketika pengaplikasian pada daging kadar *Pyrene* menjadi sedikit dan cenderung sama antara seluruh perlakuan. PAH dapat terbentuk melalui proses *dekomposisi* secara termokimia dengan bahan-bahan organik melalui proses tanpa pemanasan atau menggunakan sedikit oksigen atau peraksi senyawa kimia lainnya. PAH yang telah terbentuk akan terserap secara kuat, kemudian membentuk partikel-partikel karbon dan juga membentuk gas (Virosa *et al.*, 2014).

Benzo@antacene

Tabel 2 terlihat bahwa konsentrasi pengasapan yang berbeda berpengaruh pada aktifitas *benzo@antacene* dendeng. *Benzo@antacene* merupakan senyawa molekul tinggi yang memiliki 4 cincin *benzene* dan *anthracene* dikenal sebagai

senyawa yang sifatnya karsinogen apabila terakumulasi dalam tubuh. Hasil penelitian terlihat, bahwa perlakuan pengasapan pada dendeng dengan konsentrasi 3%, 6% dan 9% mendapatkan total senyawa *anthracene* yang tidak jauh berbeda yaitu <9,08mg/l. Hal ini diduga bahwa jumlah asap tempurung kelapa yang digunakan masih tergolong sedikit sehingga *benzo@antacene* yang melekat pada dendeng menjadi sama.

Honda *et al.*, 2020 menyatakan, bahwa *anthracene* sebagai senyawa yang diduga bersifat karsinogen pada manusia sehingga perlu pencegahan agar kadar *anthracene* tidak melebihi batas konsumsi. *anthracene* dengan dosis yang tinggi pada produk makanan berpengaruh dalam menurunkan sistem imun tubuh dengan mengurangi kadar serum *immunoglobulin* (Mais, 2008) . Menurut Badan Pengawasan Olahan Makanan (BPOM) 2018 adalah batas konsumsi PAH pada umumnya adalah 2,5 pg/g lemak, sehingga hasil penelitian ini perlakuan pengasapan pada dendeng masih dibawah standar konsumsi.

Benzo (a) pyrene

Tabel 2 terlihat bahwa konsentrasi pengasapan yang berbeda berpengaruh pada aktifitas benzo (a) pyrene pada dendeng. Benzo (a) pyrene merupakan senyawa PAH yang memiliki molekul tinggi. Benzo ini didapatkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna dan jenis

bahan pengasap yang digunakan. Benzo (a) Pyrene dapat ditemukan dalam produk yang di asapi dan benzo (a) pyrene terakumulasi dalam makanan tergantung pada metode dan konsentrasi pengasapan yang digunakan. Hasil penelitian terlihat, bahwa pengasapan daging dengan konsentrasi 3%, 6% dan 9% mendapatkan total Benzo (a) Pyrene <0,51mg/kg. Terlihat bahwa asap cair yang dihasilkan sebelum pengaplikasian pada daging mendapatkan total Benzo (a) Pyrene yaitu 9,95 mg/L. Penelitian membuktikan bahwa dengan pengaplikasian asap cair pada konsentrasi 3% sampai dengan 6% , kadar Benzo (a) Pyrene pada produk dendeng yang dihasilkan menjadi menurun dengan rata-rata total Benzo (a) Pyrene yaitu <0,51mg/kg. Ikenaka *et al.*, 2013; EPA, 2017 menyatakan bahwa Benzo (a) pyrene merupakan senyawa yang bersifat karsinogen atau beracun terhadap masyarakat apabila tidak diperhatikan pada setiap produk makanan yang mendapatkan metode pengasapan.

Mekanisme kerja Benzo (a) Pyrene masuk melalui produk makanan yang di asap adalah asap yang terpapar pada proses pembakaran melekat pada daging dan kemudian dalam metabolisme di salurkan pada sel-sel daging dan ketika daging yang di asapi dikonsumsi oleh Manusia maka secara inhlasi masuk melalui rongga mulut dan terabsorpsi terdistribusi dalam jaringan dan kemudian termetabolisme menjadi

senyawa aktif yang sifatnya karsinogen dalam tubuh misalnya pada paru-paru, hati, dan berikatan dengan DNA, RNA dan protein. Proses monitoring senyawa benzo (a) Pyrene pada dendeng yang diasapi perlu dilakukan untuk mengetahui kemananan pada suatu produk yang mendapatkan perlakuan dengan metode pengasapan.

MOE menggunakan beberapa titik maksimum standar paparan yaitu 0,0033 g/m³ (Alberta,2004). Peraturan batas dosis paparan per hari benzo [a] pyrene di China adalah 10 ng/m³ untuk peraturan batas dosis paparan per hari (EPA, 1998; Ma,2010). Hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan konsentrasi pengasapan 3%, 6% dan 9% masih aman, karena paparan Benzo (a) Pyrene pada dendeng yang dihasilkan masih aman dan tidak melebihi standar SNI yaitu 10ppb (WHO (1987; Mais, 2008) .

KESIMPULAN

Penelitian yang dihasilkan adalah asap cair tempurung kelapa mendapatkan kadar *Naptalen, acenaphten dan benzo@pyrene* yang tertinggi akan tetapi ketika pengaplikasian pada dendeng yang di asapi dengan konsentrasi 3%-9% mendapatkan kadar PAH yang rendah. Senyawa PAH yang dihasilkan pada dendeng sapi tidak melebihi WHO sehingga perlakuan ini dapat dijadikan referensi bagi industri daging dalam

melakukan pengolahan daging yang awet dengan pertimbangan mutu dan nilai gizi yang baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Universitas Kristen Wira Wacana Sumba yang telah mendanai penulis dalam melakukan penelitian sampai publikasi artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad F. 2012. Kandungan Senyawa Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) di Teluk Jakarta. Ilmu Kelaut. 17 (4): 199–208.
- Badan Pengawasan Obat Dan Makanan Republik Indonesia. 2018. Peraturan Badan Pengawasan Obat dan Makanan Nomor 8 Tahun 2018 Tentang Batas Maksimum Cemar Kimia Dalam Pangan Olahan. <https://jdih.pom.go.id/download/product/817/8/2018>. Di unduh pada 18 Agustus 2022. Waingapu.
- Darmadji P, Triyudiana H. 2006. Proses pemurnian asap cair dan simulasi akumulasi kadar benzo (a) pirene pada proses perendaman ikan. Agritech, 26: 19-22.
- Edward. 2021. Pengamatan Kadar Senyawa Polisiklik Aromatik Hidrocarbon (PAH): Benzo (a) pirene, Benzo (a) anthracene, Benzo (a) Fluoranthene, DiBenzo (a,h) anthracene, dan Benzo (g,h,i) perylene Dalam Air Laut Diteluk Jakarta. Jurnal Pro-Life. 8 (1):82-98.
- EPA. (1998). Locating and Estimating Air Emission from Sources of Polycyclic Aromatic Matter. United States Environmental Agency 454/R-98-014.



- Fittrahuddin AssidiQ, Tina Dewi Rosahdi, BaiQ Vera El Viera. 2018. Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa Dalam Pengawetan Daging Sapi. *al-Kimiya*. 5 (1): 34-41.
- Fretes, C.E. de, Sutiknowati, L.I., Falahudin, D., 2019. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Toleran Logam Berat dari Sedimen Mangrove di Pengudang dan Tanjung Uban, Pulau Bintan, Indonesia. *Oceanologi Dan Limnol. Indones*. 4 (2): 71-77.
- Honda M, Suzuki N. 2020. Toxicities of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons for Aquatic Animals. *International Journal of Environment Research and Public Health*, 17, 363; doi:10.3390/ijerph17041363: 1-23.
- Hong PX, Hua ZX, Suo LY, Xiang ZL. 2010. Effects of a Biosurfactant and a Synthetic Surfactant on Phenanthrene Degradation by a Sphingomonas Strain. *Pedosphere*. 20 (6): 771-779.
- Kilbane II, J.J. 1998. Extractability and Subsequent Biodegradation of PAHs from Contaminated Soil. *Water, Air and Soil Pollution* 104:285-304.
- L. K. Dheko, D. Darmakusuma, P. R. Kale. Aplikasi Asap Cair Tempurung Kelapa Rendah Benzo[a] Pyrene untuk Meningkatkan Kualitas Se'i Sapi Bali. *Sains Peternakan*. 15 (1): 8-15.
- Ma WL, Li YF, Qi H, Sun DZ, Liu LY, Wang DG. 2010. Seasonal variations of sources of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) to a northeastern urban city, China. *Chemosphere*, 79 (4): 441-447.
- Mais D. 2008. Studi Benzo (a) Pyrene-Hemaglobin Adduct Pada Polisi Lalu Lintas Dan Pasien Kanker Paru-paru yang terpapar Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH). Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia. Depok.
- Meyer S, Hans S. 2001. Fate of PAHs and Hetero-PAHs during Biodegradation in a model Soil/Compost-System: Formation of Extractable metabolites. *Water, Air and Soil Pollution*. 132:215-231.
- Rochdiana L. 2011. Perubahan Struktur Fenantrena Selama Proses Biodegradasi oleh Bakteri *Bacillus altitudinis*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- S Budijianto *et al.* 2008. Identifikasi dan Uji Keamanan Asap Cair Tempurung Kelapa untuk Produk Pangan. *Jurnal Pascapanen*, vol. 5, pp. 32-40
- Sikorski ZE. 1990. *Seafood: Resources, Nutritional Composition, and Preservation*. CRC Press.
- Supaka N, Pinphanichakam P, Pattaragulwanit K, Thaniyanarn S, Omori T, Juntongjin K. 2001. Isolation and Characterization of a Phenanthrene-Degrading *Sphingomonas* sp. Strain P2 and its Ability to Degrade Fluoranthene and Pyrene via Cometabolism. *Sci. Asia*. 27: 21-28.
- Supriyati D. 2009. Biodegradasi Phenantrene oleh Mikroba Laut M5 (*Alcanivorax borkumensis*) yang Diisolasi dari Teluk Jakarta. *J. Biol. Indones*. 6(1): 143-151.
- Toledo FL, Calvo C, Rodelas B, Gozales-Lopez J. 2006. Selection and Identification of Bacteria Isolated from Waste Crude Oil with Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Removal Capacities. *Syst. Appl. Microbiol*. 29: 244-252.
- Virosa AV, Rahman MF, Wardoyo AYP. 2014. Identifikasi Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) dalam Emisi Kendaraan Bermotor dengan Menggunakan Whatman Filter Paper PM 2,5. *Kim. Stud. J*. 2 (2): 499-505.
- Wahyuni YAD. 2016. Profil Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) pada Perairan dan Sedimen Hutan Mangrove Kota bandar Lampung. Skripsi. Universitas Lampung. Lampung.



Yetti E, Thontowi A, Yopi. 2016. Penapisan dan Optimasi Pertumbuhan Bakteri Laut yang Berpotensi sebagai Hidrokarbonoklastik PAH Fenotiazin (Screening and Growth Optimization of Potential Marine Bacteria as Hydrocarbonoclastic of Phenothiazine PAH). *JPB Kelaut. Dan Perikan.* 11(2): 127–138.

Muratore G, Mazzaglia A, Lanza C, Licciardello F. 2007. Effect of process variables on the quality of swordfish fillets flavored with smoke condensate. *Journal of Food Processing and Preservation*, 31(2), 167-177.