



Teknologi

Pengasapan

Reza Fadhillah, S. TP, M. Si

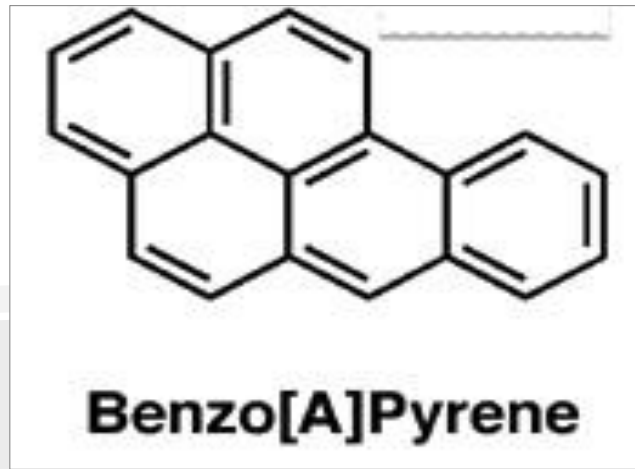
Deskripsi

- Pengasapan → suatu proses penarikan air dan pengendapan berbagai senyawa kimia pengawet asal asap
- Tujuan: 1) pengawetan pangan, ↑ daya simpan, penetrasi asap ke dalam bahan mencegah aktivitas bakteri, enzim. 2) menghasilkan aroma khas produk pangan
- Jenis pangan hasil pengasapan: seafood/ikan, daging, buah-buahan
- Densitas asap ↑, makin cepat dan luas penetrasi asap, makin cepat aliran asap (ruang pengasapan) makin banyak penempelan asap di bahan
- Penetrasi asap ke dalam bahan daging dipengaruhi:
 - ✓ Densitas asap
 - ✓ Kecepatan aliran asap
 - ✓ Sirkulasi ruang pengasapan
 - ✓ RH ruang pengasapan
 - ✓ Luas permukaan produk



Prinsip Pengasapan & Karsinogen

- Pengasapan → cara pengolahan/pengawetan dengan teknik penggaraman, pengeringan dan senyawa kimia alami hasil pembakaran bahan alam
- Uap dan partikel pembakaran kayu masuk ke bahan → menguapnya sebagian kadar air
- Senyawa asap menempel pada ikan/daging, difusi melalui air permukaan pada kulit ikan → membentuk cita rasa, aroma, warna coklat ke-emasan yang khas
- Hidrokarbon Aromatik Polisiklik: senyawa karsinogen hasil pengasapan/indikator kontaminasi pangan, → benzopirene (kanker kulit)
- Sifat Benzopirene: bubuk kristal, warna kuning, tak larut air, sedikit larut alkohol, larut benzen, toluen
- Kadar kontaminasi bervariasi (ppb), [European Commission]: kadar maksimum benzopyrene diijinkan 10 µg/kg (1 ppb)



Fenomena Pengasapan

Flavor & Aroma

- Flavor dihasilkan dari reaksi komponen asap (fenolik) dengan protein daging (Gugus SH dan Grup Amino)
- Pembentukan flavor tergantung kondisi pengasapan, asap yang sama dapat menghasilkan aroma berbeda terhadap jenis ikan/daging berbeda
- Komponen fenol pembentuk flavor: **4-metil guaikol** dan **2,6-dimetoksi fenol**
- Komponen fenol pembentuk aroma: **syringol**

Warna

- Pembentuk warna: reaksi gugus karbonil komponen asap dengan asam amino daging (mailard non-enzimatis).
- Intensitas warna dipengaruhi: konsentrasi pengasapan, suhu, kelembaban bahan
- 12–15% permukaan ikan/daging akan membentuk warna maksimal.
- Pengasapan menyebabkan air bahan menguap, kandungan gizi ↑

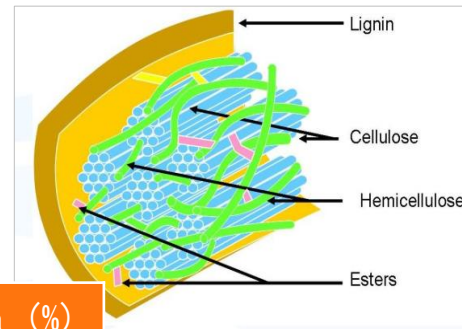
Karakteristik Asap

- Asap: suspensi partikel padat, cair dalam medium gas, dihasilkan dari **pembakaran tak sempurna**/dekomposisi konstituen polimer, melibatkan reaksi oksidasi, polimerisasi, kondensasi → menghasilkan senyawa organik
- Kandungan senyawa kimia asap:
 - ✓ Gas (CO_2 , CO , O_2 , N)
 - ✓ Hidrokarbon (termasuk polisiklik aromatik)
 - ✓ Karbonil (aldehid, keton)
 - ✓ Asam organik (fenol) dan basa organik
 - ✓ Alkohol
- Fungsi senyawa pembentuk:
 - ✓ Pengawet: fenol (antioksidan), formaldehid (bakteriostatik), asam-asam
 - ✓ Warna: karbonil (keton & aldehid)
 - ✓ Flavor: fenol dan karbonil
 - ✓ Tekstur: formaldehid



Bahan Pembuat Asap

- Jenis kayu keras (jati, mangium, tusam, sengon), sabut kelapa, dan tempurung kelapa
- Keunggulan tempurung tua dibanding kayu keras Jenis kayu keras: kadar airnya. Kadar air tempurung tua 6 – 9%, kayu 10 – 25%.
- Hemiselulosa terurai/pirolisis paling awal → furfural, furan, asam asetat
- Lignin terurai → senyawa antioksidan, antiseptik (fenol & quinol)
- Selulosa komponen terakhir terurai → senyawa pengawet (alkohol alifatik, aldehida, keton, fenolik)



Komposisi Kimia	Kayu Keras (%)	Tempurung Kelapa (%)
Selulosa	54,0 – 58,0	33,60
Lignin	26,0 – 29,0	36,51
Hemiselulosa:		
Pentosan	10,0 – 11,0	29,27
Heksosan	12,0 – 14,0	–
Resin	2,0 – 3,5	–
Protein	0,4 – 0,8	–
Abu	0,25	0,23

Asap Cair (Liquid Smoke)

- Asap cair: asam cuka (vinegar) diperoleh dengan distilasi kering bahan baku pengasap (kayu) diikuti dengan kondensasi asap dalam kondensor
- Asap cair berasal → komponen kayu: hemiselulosa, selulosa, lignin, kualitas dan kuantitas nya tergantung bahan bakunya (jati, mangium, tusam, sengon)
- Pemanfaatan asap cair: industri makanan (pengawet), kesehatan (antiseptik), pupuk, bioinsektisida, pestisida, desinfektan, herbisida
- Cara penggunaan asap cair pada makanan:
 - ✓ Mencampur secara langsung dalam emulsi daging/ikan
 - ✓ Pencelupan
 - ✓ Pemercikan cairan (Spraying)
 - ✓ Penyemprotan kabut asap cair ke dalam ruang pengasapan (Atomizing)
 - ✓ Penguapan: meletakkan asap cair di atas permukaan yang panas

Asap Cair



Komposisi Asap Cair

- Asam dan turunannya: format, asetat, butirat, propionat, metil ester
- Alkohol: metil, etil, propil, alkil, dan isobutil alkohol
- Aldehid: formaldehid, asetaldehid, furfural, dan metil furfural
- Hidrokarbon: silene, kumene, dan simene
- Keton: aseton, metil etil keton, metil propil keton, dan etil propil keton
- Fenol
- Piridin dan metil piridin



Komposisi Kimia Asap Cair	Kandungan (%)
Air	11 - 92
Fenol	0,2 - 2,9
Asam	2,8 - 4,5
Karbonil	2,6 - 4,6
Ter	1 - 17

Daya Antimikroba Asap Cair

- Ketahanan bakteri terhadap perlakuan asap cair berbeda-beda.
- Asap cair lebih efektif menghambat bakteri Gram positif daripada bakteri Gram negatif.
- Bakteri Gram positif: *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, dihambat dengan konsentrasi **0,6 - 0,8%**
- Bakteri Gram negatif: *Salmonella enteritidis*, *Lactobacillus plantarum*, *Aspergillus niger*, konsentrasi hambat antara: **1,5 - 2,0%**

Keuntungan Penggunaan Asap Cair

- Flavor dihasilkan seragam dengan konsentrasi tinggi dibanding tradisional
- Lebih intensif dalam pemberian flavor
- Kontrol hilangnya flavor lebih mudah
- Dapat diaplikasikan pada berbagai jenis bahan pangan
- Dapat digunakan oleh konsumen pada level komersial
- Lebih hemat dalam pemakaian kayu sebagai sumber asap
- Polusi lingkungan dapat diperkecil
- Dapat diaplikasikan ke dalam berbagai cara penyemprotan, pencelupan, atau dicampur langsung ke dalam makanan
- Kandungan asap cair tidak menunjukkan senyawa karsinogenik Hidrokarbon Aromatik Polisiklik (HAP) karena telah mengalami pemurnian

Pengawetan Asap Cair

- Ikan kembung direndam dalam asap cair konsentrasi 1,55 mg/100 g selama 30 detik dikombinasi rempah/bumbu, → meminimalkan histamin selama 20 hari penyimpanan pada dingin 4°C
- Asap cair konsentrasi 2% dalam pengukus fillet ikan Trout, selama 30 menit, mengawetkan ikan 25 hari, pada 4°C.
- Fillet Ikan dikombinasi asap cair, pengukusan 45 menit, mengawetkan ikan selama 48 hari, suhu 4°C.

Histamin

- Senyawa turunan asam amino histidin banyak terdapat pada ikan jenis '**scromboid poisoning**' seperti tongkol, tuna, dan sejenisnya.
- Histamin aman jika konsentrasinya 8 mg/100g ikan, keracunan pada 50 mg/100 g ikan
- Gejala keracunan (mirip alergi): muntah, berasa terbakar di tenggorokan, bibir bengkak, sakit kepala, kejang, mual, kulit kemerahan, gatal-gatal

Faktor Proses Pengasapan

Suhu Pengasapan, rH, Sirkulasi Udara Ruang Pengasapan, Jenis Kayu, Mutu & Volume Asap, Perlakuan Pra-Pengasapan

Suhu Pengasapan

- Ikan segar tinggi air, asap mudah menempel pada permukaan ikan
- Agar penempelan + pelarutan asap efektif suhu pengasapan awal harus rendah, jika suhu tinggi lapisan air di permukaan ikan jadi cepat menguap dan ikan cepat matang
- Kondisi cepat matang → menghambat penempelan asap, warna, aroma kurang baik
- Setelah warna dan aroma terbentuk sempurna, suhu pengasapan dapat dinaikkan perlahan untuk membantu proses pengeringan dan pematangan ikan



Kelembaban Udara (rH)

- rH ideal pengasapan: 60% – 70%, suhu 29°C, penguapan berjalan normal, kebusukan, ketengikan dapat dihambat
- Jika $rH \geq 70\%$, pengeringan selama pengasapan lambat, karena panas hasil pembakaran belum mampu mengurangi kelembaban
- Jika $RH \leq 60\%$, permukaan ikan cepat matang, air \uparrow dalam ikan
- Kondisi ruang pengasapan ideal: suhu awal \downarrow , rH \downarrow , volume asap \uparrow tapi ringan
- Suhu ruang pengasapan tinggi ($\geq 50^\circ\text{C}$) \rightarrow kerusakan permukaan/Case Hardening

Sirkulasi Udara Ruang Pengasapan

- Adanya sirkulasi, menjamin mutu ikan asap lebih baik
- Aliran asap berjalan lancar dan kontinu, penempelan partikel asap pada tubuh ikan makin banyak dan merata

Jenis Kayu

- Jenis kayu menentukan mutu asap yang dihasilkan dan mutu ikan asap
- Untuk pengasapan dingin sebaiknya menggunakan serbuk gergaji
- Untuk pengasapan panas menggunakan batang/potongan kayu keras dari jenis kayu jati, sengon, atau sejenisnya.
- Jenis kayu yang mengandung resin/damar (kayu pinus) kurang baik untuk pengasapan, karena ikan berasa pahit sehingga mutunya turun

Perlakuan Pra-Pengasapan

- Dikombinasi dengan penggaraman → menaikkan mutu pengasapan
- Penggaraman membantu proses pengeringan ikan
- Jika ikan yang akan diasap bermutu rendah, maka produk juga bermutu rendah



Tahapan Pengasapan



1. Penggaraman



2. Pengeringan



3. Penataan ikan



4. Pengasapan



5. Pengemasan



Pengaraman

- Dilakukan dengan menabur (dry salting)/merendam (wet salting). Jumlah garam sebaiknya sedikit
- Selama penggaraman terjadi penetrasi garam ke tubuh ikan dan mengeluarkan cairan karena perbedaan konsentrasi/plasmolisis sel mikroba
- Bertujuan mengurangi kadar air ikan secukupnya, agar bakteri tidak hidup dan berkembang (garam sebagai pengawet 8 - 10%)

Pengeringan

- Pengeringan dilakukan dengan menggantung ikan di atas rak pengering di udara terbuka/dryer pengering
- Reaksi protein ikan & garam selama pengeringan menghasilkan cairan lengket, menyebabkan permukaan ikan mengkilap (ikan mutu baik)
- Jika ikan segar langsung diasapi: kandungan air menguap karena destilasi, tetesan air yang jatuh akan menaikkan tar kayu menempel pada permukaan ikan, ikan coklat tua gelap (mutu rendah)



Penataan Ikan

- Penataan ikan diatur sedemikian rupa dalam ruang pengasapan
- Bertujuan untuk mendapatkan aliran asap dan panas yang merata, sehingga menentukan kualitas produk ikan asap.
- Untuk mendapatkan aliran asap dan panas yang merata dalam ruang pengasapan jarak antara ikan-ikan pada rak dan jarak masing-masing rak tidak boleh terlalu rapat.



Metode Pengasapan

Pengasapan Dingin (Cold Smoking), Pengasapan Hangat (Warm Smoking), Pengasapan Panas (Hot Smoking), Pengasapan Cair (Liquid Smoke), Pengasapan Listrik (Electric Smoking)

Pengasapan dingin (Cold Smoking)

- Jarak sumber asap dengan ikan cukup jauh, suhu asap 20–40°C, rH 60–70%, waktu pengasapan 1–3 minggu
- Selama pengasapan ikan menyerap banyak asap, jadi sangat kering karena kadar air terus menguap
- Ikan tahan lama (lebih dari satu bulan), karena kadar air 20–30%
- Produk pengasapan metode ini disebut produk ikan kayu

Pengasapan Hangat (Warm Smoking)

- Suhu asap 30°C, dinaikkan bertahap hingga 90°C
- Produk ikan asap mengandung kadar air relatif tinggi 50%, beresiko mudah rusak, kadar garam $\leq 5\%$.
- Metode pengasapan ini bertujuan untuk pembentukan aroma, cita rasa, tekstur lembut

Pengasapan Panas (Hot Smoking)

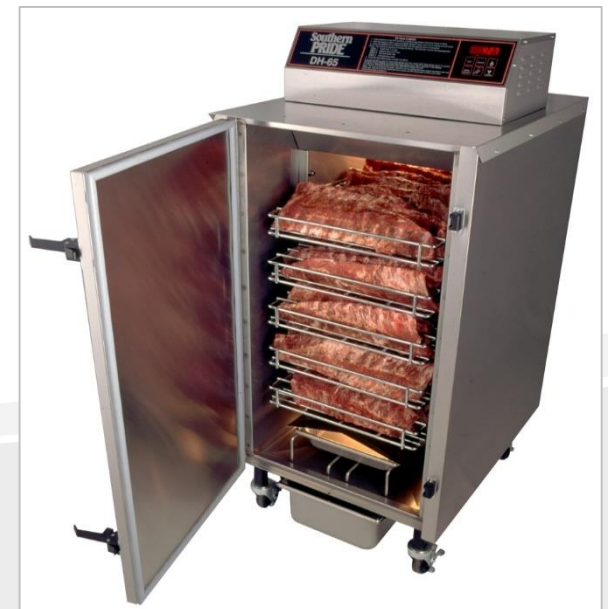
- Suhu asap 120–140°C, suhu tubuh ikan 60°C, waktu 2–4 jam
- Ikan jadi cepat matang, rasa ikan enak, daging lunak langsung dimakan, tapi ikan tidak tahan lama, karena kadar air tinggi ($> 65\%$).

Pengasapan cair (Liquid Smoking)

- Dalam pengasapan cair aroma asap di dapat melalui penambahan cairan/asap cair, tidak memerlukan tempat khusus
- Metode: penuangan langsung, pengasapan, pengolesan, penyemprotan.
- Selanjutnya ikan dikeringkan atau langsung diolah

Pengasapan listrik (Electric Smoking)

- Suhu asap 120–140°C, suhu tubuh ikan 60°C
- Metode: ikan diasapi dengan asap yang terkena pancaran gelombang listrik (elektromagnetik), dihasilkan dari tenaga listrik (asap bermuatan listrik)
- Asap bermuatan listrik mudah melekat ke permukaan ikan dibanding metode pengasapan panas/dingin



Electric meat smoker

Teknik Pengasapan

Pengasapan Tradisional (Gubug, Drum, Rumah), Modern (Listrik, Mekanik)

Teknik Tradisional

- Dilakukan dengan cara membakar kayu/serbuk gergaji dalam ruang pengasapan (Smoke house)
- Selama pembakaran terjadi pirolisis kayu (proses pemecahan komponen kayu).
- Kelemahan pengasapan tradisional:
 - ✓ Waktu persiapan lama
 - ✓ Tidak terkontrol kualitasnya
 - ✓ Cemar bau asap
 - ✓ Resiko kebakaran
 - ✓ Waktu optimum dan suhu pengasapan tidak dapat dipertahankan
 - ✓ Menghasilkan senyawa karsinogen seperti fenol, nitrosamin, benzopiren

Gubug Pengasapan

- Ukuran gubug pengasapan biasanya 10 x 5 m, digunakan nelayan, Ikan diserakkan di atas para-para, Sumber asap kayu kayu seru, tempurung/sabut

Drum Pengasapan

- Menggunakan drum bekas bersih dilengkapi cantelan ikan
- Di atas drum diberi tutup → pengatur ketebalan asap, bagian bawah tungku
- Kapasitas drum terbatas, tidak efisien pengasapan ikan jumlah besar

Rumah Pengasapan

- Konstruksi alat terdiri dari tiga bagian susunan terpisah: ruang pengasapan, tumpukan rak, tutup
- Tempat perapian digunakan drum diletakkan dalam ruang pengasapan, dilengkapi lubang menghadap ke atas untuk keluarnya panas dan asap.



Teknik modern

- Pengasapan dilakukan dengan fase gas atau asap cair
- Prinsip pengasapan asap cair: bahan direndam/dicelupkan dalam asap cair diikuti dengan pengeringan

Pengasapan Listrik

- Dalam ruang pengasapan dipasang sepasang kabel dialiri listrik langsung (direct current) atau tak langsung (indirect current)
- Tegangan listrik tinggi (10–20 ribu volt) menghasilkan pancaran gelombang elektromagnetik berbentuk korona
- Di dasar ruang pengasapan, kayu/serbuk gergaji dibakar seperti biasa.
- Asap yang terbentuk akan dialiri dengan listrik bermuatan (+) dan (-) menghasilkan pancaran elektromagnetik berbentuk korona
- Ikan digantung pada kabel listrik yang melintas di ruang pengasapan menggunakan kawat logam
- Ikan sebagai elektroda positif (+) dan negatif (-), dan asap bermuatan listrik positif (+) mengalir ke arah ikan bermuatan negatif (-), begitu juga sebaliknya

Pengasapan Mekanik

- Di negara maju telah dikembangkan berbagai unit pengasapan mekanik, dalam usaha memperbaiki teknik proses pengasapan.
- Dalam unit pengasapan mekanis dibuat perapian khusus (Smoke Generator) di luar ruang asap.
- Selanjutnya asap dialirkan ke dalam ruang asap melalui pipa.
- Suhu pengasapan dapat dijaga dan asap yang mengalir dapat dikontrol secara mekanis.

Electric meat smoker



Pengasapan Mekanik



Pengemasan

- Akhir proses pengasapan adalah pendinginan dan pengemasan.
- Produk disimpan dalam ruangan yang bersih dan dibiarkan sehingga mencapai suhu ruang, selanjutnya dilakukan pengemasan.
- Bahan kemasan menggunakan plastik polietilen
- Untuk memperpanjang masa simpan produk dilakukan pengemasan hampa udara.



EnD. .