

Kandungan Kimia Tembakau dan Rokok

Samsuri Tirtosastro¹ dan A. S. Murdiyati²

¹ Universitas Tribuana Tunggaladewi, Malang

² Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat
Jl. Raya Karangploso km 4, Kotak Pos 199, Malang

E-mail: balittas@litbang.deptan.go.id

Diterima: 28 Oktober 2009

Disetujui: 2 Desember 2009

ABSTRAK

Kandungan kimia tembakau yang sudah teridentifikasi jumlahnya mencapai 2.500 komponen. Dari jumlah tersebut sekitar 1.100 komponen diturunkan menjadi komponen asap secara langsung dan 1.400 lainnya mengalami dekomposisi atau terpecah, bereaksi dengan komponen lain dan membentuk komponen baru. Di dalam asap sendiri terdapat 4.800 macam komponen kimia yang telah teridentifikasi. Telah diidentifikasi komponen kimia rokok yang berbahaya bagi kesehatan, yaitu: tar, nikotin, gas CO, dan NO yang berasal dari tembakau. Selain itu juga bahan-bahan berbahaya yang terbentuk saat penanaman, pengolahan, dan penyajian dalam perdagangan, yaitu residu pupuk dan pestisida, TSNA (*tobacco spesific nitrosamine*), B-a-P (*benzo-a-pyrene*), dan NTRM (*non-tobacco related material*). Pengendalian tar, nikotin, gas CO dan NO dapat dilakukan dalam proses pembuatan rokok dengan penggunaan filter, kertas rokok yang berpori-pori, dan lain-lain. Sedangkan residu pupuk dan pestisida, TSNA, B-a-P, dan NTRM dapat dikendalikan melalui sistem produksi tembakau yang benar yang mengacu pada usaha menekan bahan berbahaya.

Kata kunci: Tembakau, asap rokok, tar, nikotin

Chemical Compound of Tobacco and Cigarette

ABSTRACT

The amount of 2,500 of tobacco chemical compounds had been identified. From this amount, 1,100 compounds were directly derived to be smoke component, while the 1,400 compound would break into other compounds, react to other compound and built up new compounds. From the smoke, 4,800 compounds had been identified. The hazardous component of cigarette for human health had been identified, i.e. tar, nicotine, and CO and NO gases those come from tobacco. Besides, other hazardous component were built up along of tobacco planting, processing, and marketing, i.e. fertilizer and pesticide residues, TSNA (tobacco specific nitrosamine), B-a-P (benzo-a-pyrene), and NTRM (non-tobacco related material). To control tar, nicotine, and CO and NO gases could be done by using filter, porous cigarette's paper etc. While fertilizer and pesticide residues, TSNA, B-a-P, and NTRM could be controlled by good agricultural practices that concern to pressure the hazardous component.

Keywords: Tobacco, cigarettes smoke, tar, nicotine

PENDAHULUAN

IDENTIFIKASI komponen kimia tembakau telah dilakukan secara intensif selama lebih dari 50 tahun atau sejak pernyataan Kozak pada tahun 1954 dalam Adam, 2006 yang menyebutkan sekitar 100 komponen kimia ada

pada asap rokok, dan dinyatakan bahwa asap rokok mengandung bahan berbahaya bagi kesehatan. Dari hasil analisis terakhir, dinyatakan bahwa terdapat 2.500 komponen kimia pada tembakau yang siap dibuat rokok, yaitu tembakau yang telah selesai proses fermentasi (*aging*) selama 1–3 tahun. Dari jum-

lah tersebut 1.100 komponen diturunkan menjadi asap tanpa perubahan akibat pembakaran. Sebanyak 1.400 lainnya mengalami dekomposisi atau terpecah, bereaksi dengan komponen lain dan membentuk komponen baru yang seluruhnya terbentuk sekitar 4.800 komponen kimia di dalam asap (Rodgman dan Perfetti, 2006).

Merokok pada dasarnya adalah menikmati asap nikotin yang dibakar. Selain nikotin, di dalam rokok juga terdapat senyawa gula, bahan aditif, saus, pemberi rasa, aroma, dan lain-lain sehingga terbentuk rasa yang memenuhi selera konsumen (perokok). Satu batang rokok terdiri atas berbagai jenis tembakau agar rasa dan aroma yang diperoleh mempunyai kekhasan tersendiri. Bahan tambahan untuk rasa dan aroma yang lain berasal dari luar tembakau antara lain cengkeh dan mentol. Merokok tanpa nikotin, meskipun belum dibuktikan, nampaknya tidak akan terjadi. Apabila tujuannya adalah menekan bahan berbahaya bagi kesehatan, menghilangkan nikotin belum menyelesaikan masalah secara keseluruhan. Tar, gas CO (*carbon monoxide*), TSNA (*tobacco specific-nitrosamine*), B-a-P (*benzo-a-pyrene*), residu pestisida, dan lain-lain yang terkandung dalam asap rokok tidak kalah berbahayanya dibanding nikotin.

Usaha menekan bahan berbahaya, dapat dilakukan dengan menekan kandungan bahan berbahaya tersebut di dalam tembakau dan bahan campuran lainnya. Pada saat ini dengan teknologi modern, usaha menekan bahan berbahaya dapat dilakukan melalui sistem pabrikasi dalam industri rokok.

Makalah ini menguraikan komponen kimia yang terkandung dalam tembakau dan rokok, serta komponen kimia yang perlu dikontrol (dibatasi). Namun demikian, dengan terbatasnya informasi khususnya terbatasnya hasil-hasil penelitian yang dipublikasikan, serta jumlah komponen kimia yang ribuan dan analisis kimia yang rumit dan mahal, maka makalah ini hanya menyajikan uraian yang terbatas dan hanya memuat komponen-komponen kimia berbahaya yang penting dan ada peluang

untuk dianalisis dengan peralatan yang sudah tersedia di beberapa instansi.

KANDUNGAN KIMIA TEMBAKAU

Berlainan dengan tanaman lain, tanaman tembakau diusahakan terutama dimanfaatkan untuk dirokok. Asap yang dihasilkan diharapkan dapat memberikan kenikmatan bagi perokok. Dari 2.500 komponen kimia yang sudah teridentifikasi, beberapa komponen berpengaruh terhadap mutu asap. Tembakau yang bermutu tinggi adalah aromanya harum, rasa isapnya enteng, dan menyegarkan; dan tidak memiliki ciri-ciri negatif misalnya rasa pahit, pedas, dan menggigit. Zat-zat yang berpengaruh terhadap mutu tembakau dan asap antara lain (Hiroe *et al.*, 1975; Tso, 1999):

1. Persenyawaan nitrogen (nikotin, protein).
Nikotin (β -pyridil- α -N-methyl pyrrolidine) merupakan senyawa organik spesifik yang terkandung dalam daun tembakau. Apabila diisap senyawa ini akan menimbulkan rangsangan psikologis bagi perokok dan membuatnya menjadi ketagihan. Dalam asap, nikotin berpengaruh terhadap beratnya rasa isap. Semakin tinggi kadar nikotin rasa isapnya semakin berat, sebaliknya tembakau yang berkadar nikotin rendah rasanya enteng (hambar). Protein membuat rasa isap amat pedas dan menggigit, sehingga selama prosesing (*curing*) senyawa ini harus dirombak menjadi senyawa lain seperti amida dan asam amino.
2. Senyawa karbohidrat (pati, pektin, selulose, gula).
Pati, pektin, dan selulose merupakan senyawa bertenaga tinggi yang merugikan aroma dan rasa isap, sehingga selama prosesing harus dirombak menjadi gula. Gula mempunyai peranan dalam meringankan rasa berat dalam pengisapan rokok, tetapi bila terlalu tinggi menyebabkan panas dan iritasi kerongkongan, dan menyebabkan tembakau mudah menyerap lengas (air) sehingga lembap. Dalam asap keseimbang-

an gula dan nikotin akan menentukan kenikmatan dalam merokok.

3. Resin dan minyak atsiri.
Getah daun yang berada dalam bulu-bulu daun mengandung resin dan minyak atsiri, dalam pembakaran akan menimbulkan bau harum pada asap rokok.
4. Asam organik.
Asam-asam organik seperti asam oksalat, asam sitrat, dan asam malat membantu daya pijar dan memberikan kesegaran dalam rasa isap.
5. Zat warna: klorofil (hijau), santofil (kuning), karotin (merah).
Apabila klorofil masih ada pada daun tembakau, maka dalam pijaran rokok akan menimbulkan bau tidak enak ("apek"), sedang santofil dan karotin tidak berpengaruh terhadap aroma dan rasa isap.

Sebelum digunakan untuk racikan rokok, tembakau kering hasil pengolahan petani yang berupa rajangan atau kerosok masih harus mengalami proses pengeringan ulang (*re-drying*) dan fermentasi (*aging*). Pengeringan ulang dilakukan agar tembakau mencapai kadar air ideal, yaitu 12–14%. Kadar air yang terlalu tinggi atau terlalu rendah sangat mengganggu proses fermentasi yang memerlukan waktu 1–3 tahun. Mesin-mesin pengering ulang modern seperti GLT (*green leaves thresher*), selain mengeringkan sekaligus juga dapat digunakan untuk menghilangkan gagang, membersihkan debu dan kotoran lain, memotong dan mencampur, sehingga dihasilkan racikan awal (*preblended*). Pada saat ini hampir semua jenis tembakau (rajangan, cerutu, dan pipa) mengalami proses menjadi *preblended* sebelum difermentasi, kecuali tembakau rajangan temanggung dan sejenisnya (muntalan, prambanan). Untuk jenis tembakau ini pembelian dilakukan dalam keranjang dan langsung disimpan untuk proses fermentasi. Selama proses pengeringan ulang dan fermentasi akan terjadi perubahan kimia akibat kegiatan fisiologi lanjutan yang dikatalisir oleh enzim-enzim tertentu yang masih aktif. Setelah sele-

sai proses fermentasi, maka tembakau menjadi siap pakai untuk pembuatan rokok.

Kandungan kimia tembakau siap pakai dibagi menjadi 10 kelompok seperti pada Tabel 1 (Geiss dan Kotzias, 2007). Bahan kimia tersebut sebagian mempunyai korelasi positif terhadap mutu rokok, khususnya rokok kretek. Kandungan gula diinginkan dalam jumlah tinggi. Gula yang dimaksud disini adalah gula yang terbentuk di dalam sel-sel tembakau, bukan gula yang ditambahkan. Untuk tembakau tertentu yaitu temanggung, papie, dan klodan, fermentasi dilakukan sampai warna menjadi cokelat, sehingga seluruh pati dan gula terdegradasi. Kandungan pati dan klorofil untuk semua jenis tembakau dikehendaki rendah karena menyebabkan iritasi pada tenggorokan saat dirokok. Gula yang ditambahkan pada saat perajangan daun tembakau mempunyai dampak negatif karena sangat mengganggu proses fermentasi, dan meningkatkan daya serap air (higroskopisitas). Tembakau mutu baik, umumnya mengandung kadar nikotin tinggi, juga asam-asam lemak, minyak atsiri, dan bahan organik lain yang berfungsi memberikan rasa dan aroma saat dibakar. Abu sisa pembakaran rokok yang baik berwarna putih dan tidak mudah putus, yang merupakan indikasi hasil pembakaran yang sempurna. Daya bakar yang baik disebabkan antara lain karena tembakau banyak mengandung garam kalium dan natrium.

Tabel 1. Kandungan kimia tembakau bahan rokok

Golongan	Kandungan (%)	Dampak terhadap mutu rokok
Selulose	7–16	+
Gula	0–22	+
Trigliserida	1	-
Protein	3,5–20	-
Nikotin	0,6–5,5	+
Pati	2–7	-
Abu (Ca, K)	9–25	+
Bahan organik	7–25	+/-
Lilin	2,5–8	+
Pektinat, polifenol, flavon, karotenoid, minyak atsiri, parafin, sterin, dll.	7–12	+/-

FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP KANDUNGAN KIMIA TEMBAKAU

Selama ini yang terjadi adalah tembakau mutu tinggi pada umumnya kandungan nikotin dan senyawa aromatisnya tinggi, terutama tembakau lokal (Tabel 2). Sebagai contoh pada tembakau temanggung, semakin ke atas posisi daun pada batang maka kadar nikotin dan senyawa aromatisnya semakin tinggi, demikian pula mutu dan harganya juga semakin tinggi (Tabel 3). Tembakau temanggung dan madura yang ditanam di lahan tegal kadar nikotin, mutu, dan harganya lebih tinggi dibanding yang ditanam di lahan sawah.

Tabel 2. Pengaruh posisi daun pada batang terhadap kadar nikotin

Tipe	Posisi daun	Nikotin (%)
<i>Flue-cured</i>	Bawah	1,87
	Tengah	2,65
	Atas	3,26
Burley	Bawah	2,14
	Tengah	3,00
	Atas	3,65

Sumber: Tso (1999)

Jenis Tembakau

Setiap jenis tembakau mempunyai kandungan kimia yang berbeda untuk menghasilkan karakter yang dikehendaki, sehingga perlakuan budi dayanya juga berbeda. Kandungan gula dan nikotin beberapa tipe tembakau dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada tembakau virginia FC dibudidayakan dengan pupuk N cukup dan air cukup, sehingga kandungan gula tinggi dan nikotin se-

dang. Tembakau temanggung dibudidayakan dengan pupuk kandang dan nitrogen tinggi, pangkasan awal, kurang air, sehingga nikotin tinggi. Tembakau madura dibudidayakan dengan pupuk N agak rendah, kurang air, pangkasan awal, sehingga kadar nikotinnya sedang, gula sedang, tetapi asam organik dan resin tinggi sehingga sangat aromatis. Tembakau cerutu dikehendaki daun tipis, kuat, dan elastis, sehingga dipupuk N rendah, tidak dipangkas, dan dipanen musim penghujan. Kandungan nikotin tembakau cerutu rendah. Tembakau lumajang VO ditanam pada tanah berpasir, musim hujan, dosis pupuk N rendah, tidak dipangkas sehingga kadar nikotin rendah.

Tabel 4. Kandungan gula dan nikotin beberapa jenis tembakau

Jenis Tembakau	Gula total (%)	Nikotin (%)
Virginia FC	12-25	1,5-3,5
Virginia rajangan	5-20	1,0-2,5
Temanggung	0,5-7	3,0-8,0
Madura	10-15	1,0-3,5
Weleri	1-11	1,0-3,0
Cerutu	-	0,9-2,68
Lumajang VO	0,75-1,75	0,5-0,7

Sumber: Murdiyati *et al.* (1991)

Jarak Tanam

Jarak tanam yang sempit akan menghasilkan daun tembakau yang tipis, sempit, dan kadar nikotin rendah. Sebaliknya jarak tanam yang lebar akan menghasilkan daun yang tebal, luas, dan kadar nikotin lebih tinggi (Tabel 5).

Tabel 3. Kadar gula, nikotin, dan mutu daun tembakau temanggung berdasar posisi daun (panen)

Panen	Nikotin (%)	Gula (%)	Mutu	Klas mutu	Organoleptik
I	2,33	2,19	A	R	Hijau-kekuningan, tidak ada aroma
II	2,16	2,70	B	C	Kuning-kehijauan, sedikit aroma
III	2,38	8,24	C	B	Kuning, aroma, minyak, berat
III-IV	5,42	4,73	D	B	Cokelat, aroma bagus, berminyak, berat
IV-V	4,58	4,60	E	SB	Cokelat, aroma bagus, berminyak, berat
V-VII	6,97	1,16	F	TB	Hitam, sangat aromatis, srintil

Sumber: Wiroatmodjo (1980)

Tabel 5. Pengaruh populasi tanaman dan jumlah daun yang disisakan terhadap kadar nikotin dan gula tembakau

Senyawa	Populasi tanaman/ha			Jumlah daun/tanaman		
	12 000	16 000	20 000	12	16	20
Nikotin (%)	2,51	2,19	2,04	2,71	2,30	1,72
Gula (%)	18,6	20,1	20,8	18,0	20,0	21,6

Sumber: Tso (1999)

Pemupukan

Dosis pupuk nitrogen rendah akan menghasilkan daun yang sempit dengan kadar nikotin rendah, sebaliknya dosis N tinggi akan menghasilkan tembakau yang tebal, berat, dan kadar nikotin tinggi (Tabel 6). Akan tetapi bila terlalu tinggi daun yang dihasilkan justru keros.

Tabel 6. Pengaruh dosis pupuk N, jenis lahan, dan posisi daun terhadap kadar nikotin tembakau madura

Dosis pupuk N (kg/ha)	Kadar nikotin (%)			
	Sawah		Tegal	
	Panen-1	Panen-2	Panen-1	Panen-2
41	1,48	1,05	3,28	4,06
61,5	1,69	1,31	3,71	4,52
82	1,90	1,57	3,09	5,00

Sumber: Rachman (2003)

Pemangkasan

Pemangkasan bunga akan meningkatkan kadar nikotin, pemangkasan disertai penghilangan tunas ketiak daun akan meningkatkan kadar nikotin dan nilai tembakau (Tabel 7). Pemangkasan yang lebih awal dengan menyisakan daun yang lebih sedikit akan menghasilkan daun yang tebal, lebar, dan kadar nikotin tinggi. Sebaliknya pemangkasan yang lebih lambat yaitu menunggu setelah bunga keluar dengan menyisakan daun yang lebih banyak akan menghasilkan daun yang lebih tipis, sempit dengan kadar nikotin lebih rendah (Tabel 8). Tembakau cerutu dan lumajang VO yang tidak dipangkas kadar nikotinnya sangat rendah (<1%).

Tabel 7. Pengaruh pemangkasan dan pengendalian tunas terhadap hasil, nilai, dan kandungan kimia daun tembakau

Perlakuan	Hasil (kg/ha)	Harga \$/kg	Nilai \$/ha	Alkaloid (nikotin) (%)	Gula reduksi (%)
Tanpa dipangkas	1 390	63,99	890	1,76	13,30
Dipangkas tanpa <i>wiwi</i>	1 487	64,99	966	2,36	17,30
Dipangkas dan <i>diwiwi</i>	1 806	65,65	1 186	2,80	18,20

Sumber: Collins dan Hawks (1993)

Tabel 8. Pengaruh saat pemangkasan terhadap hasil, harga, dan kandungan kimia daun tembakau

Saat pemangkasan	Hasil (kg/ha)	Harga \$/kg	Jumlah tunas per pohon	Berat tunas (g/pohon)	Alkaloid (nikotin) (%)	Gula Red. (%)	Nikotin (%)
Bonggol ^{*)}	1 910	56,49	15,0	124	2,59	21,8	2,0
Awal mekar	1 890	57,39	12,2	68	2,02	22,8	1,9
Mekar penuh	1 774	54,41	6,4	32	1,86	21,8	1,9
Akhir	1 676	54,43	6,0	10	1,95	20,0	1,9

Keterangan: ^{*)} Antarfase pembungaan berbeda 7 hari

Sumber: Collins dan Hawks (1993)

Dari uraian di atas diketahui bahwa penurunan kadar nikotin dengan cara budi daya seperti mengurangi dosis pupuk N, menunda pemangkasan, mempersempit jarak tanam atau meningkatkan populasi tanaman per hektar akan berpengaruh terhadap produksi, karakter mutu, dan nilai tembakau yang diperoleh. Dengan demikian usaha penurunan kadar nikotin perlu dilakukan dengan hati-hati dan bijaksana.

Menurut Tso (1972) kadar tar berkorelasi positif dengan ketebalan daun tembakau, kandungan N total, pH, dan polifenol; sebaliknya berkorelasi negatif dengan kadar selulose, gula, kalium, asam malat, asam oksalat, residu lipid, dan phytosterol. Dengan demikian untuk mencegah kadar tar tinggi antara lain: pemupukan N tidak boleh berlebihan, serta pemangkasan jangan terlalu awal sehingga daun menjadi terlalu tebal.

Menurut Legg dan Collins (1971) dan Schumacher (1989), kadar nikotin dikendalikan oleh 2 gen utama dan sejumlah gen minor. Tanaman dengan gen AABB berkadar nikotin tinggi sedangkan tanaman dengan gen aabb berkadar nikotin rendah. Dengan demikian persilangan antara varietas berkadar nikotin tinggi dengan varietas berkadar nikotin rendah akan menghasilkan individu-individu yang berkadar nikotin rendah sampai tinggi. Menurut Leffingwell (1999), kadar nikotin tembakau dapat berkisar antara 0,5 dan 8%. Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kadar nikotin antara lain tipe tanah, ketinggian tempat, kerapatan populasi tanaman, dan jenis lahan. Pada tanah berat kadar nikotin akan lebih rendah dibanding tanah lempung, kadar nikotin cenderung meningkat pada tempat yang lebih tinggi.

KANDUNGAN KIMIA ASAP ROKOK

Seperti diuraikan di depan, jumlah komponen kimia pada asap rokok yang telah diidentifikasi mencapai 4.800 macam. Suhu perokokan atau proses distilasi kering (*pyrolysis*)

mencapai 884°C saat diisap dan turun menjadi 835°C atau kurang jika lama tidak diisap (Geiss dan Kotzias, 2007). Kesempurnaan pembakaran, terutama tingginya suhu, akan mempengaruhi produksi komponen kimia asap, sehingga komponen kimia yang dihasilkan juga beragam. Beberapa penyebab keragaman suhu perokokan adalah sebagai berikut:

- Kepadatan massa tembakau dan ukuran atau diameter rokok. Massa yang padat dan tebal akan sulit diisap atau terbakar.
- Kandungan garam kalium atau natrium di dalam racikan rokok dapat memperbaiki pembakaran.
- Adanya bahan-bahan yang menghambat pembakaran seperti klor (Cl) atau gula, terutama gula sukrose, atau yang lain. Klor mempunyai pengaruh menghambat pembakaran paling besar.
- Kelembapan tembakau yang tinggi akan menghambat pembakaran.
- Filter yang rapat akan menghambat kelancaran pembakaran.
- Pori-pori kertas rokok terletak pada pangkal batang rokok dan berfungsi memasukkan udara pada saat pengisapan rokok. Penggunaan kertas rokok berpori akan mengencerkan asap yang masuk ke mulut perokok, sehingga menurunkan konsentrasi komponen kimia yang terkandung di dalamnya.

Aliran asap rokok dibagi menjadi dua, yaitu aliran asap pada saat rokok diisap (*mainstream*), dan aliran asap pada saat tidak diisap (*sidestream*). Untuk menganalisa kandungan kimia asap dilakukan dengan *smoking machine*, yang dilengkapi filter Cambridge untuk menangkap kondensat asap. Massa asap dibagi menjadi dua sebagai berikut:

- Asap yang tertangkap filter Cambridge pada saat rokok diisap *smoking machine* sebagai kondensat asap. Kondensat asap ini disebut TPM (*total particulate matter*) yang komponen utamanya adalah air, nikotin, dan tar. Kondensat kering, adalah TPM setelah dikurangi air, sedangkan tar adalah TPM setelah dikurangi air dan nikotin. Kan-

dungan kimia tar terdiri atas bermacam-macam senyawa. Hasil analisis kandungan kimia kondensat asap tercantum pada Tabel 9.

- b. Asap yang lolos dari filter Cambridge pada saat rokok diisap *smoking machine* dan asap yang keluar saat tidak diisap atau asap samping (*sidestream*). Kandungan kimia dari massa asap ini tercantum pada Tabel 10. Selain itu di dalam asap ini juga terkandung B-a-P (*benzo-a-pyrene*) dan TSNA (*tobacco specific nitrosamine*).

Hasil analisis kadar gula dan nikotin campuran tembakau, cengkeh, dan bahan-ba-

han lain dari berbagai merek rokok di Indonesia yang dianalisa di laboratorium Balittas disajikan pada Tabel 11. Senyawa gula diperlukan untuk memberikan rasa lunak, sehingga dapat mengurangi dampak negatif hasil pembakaran nikotin dan senyawa nitrogen lain yang memberikan rasa berat. Jumlah gula dan nikotin dalam asap yang diisap perokok juga dipengaruhi oleh filter, porositas kertas, dan lain-lain. Demikian juga kandungan tar dalam asap dan komponen kimia lainnya dipengaruhi oleh filter, porositas kertas, dan lain-lain. Pengukuran kandungan bahan berbahaya sebaiknya dilakukan langsung terhadap asap rokok.

Tabel 9. Hasil analisis komponen kimia utama asap yang tertangkap filter Cambridge

Senyawa	µg/batang rokok	Senyawa	µg/batang rokok
Nikotin	100–3 000	<i>Scopoletin</i>	15–30
Nornikotin	5–150	Polifenol lain	
Anatabin	5–15	<i>Cyclotenes</i>	40–70
Anabasin	5–12	<i>Quiñónes</i>	0,5
Alkaloid tembakau yang lain	-	<i>Solanesol</i>	600–1 000
<i>Bipyridils</i>	10–30	<i>Neophytadienes</i>	200–350
n-Hentriacontane	100	<i>Limonene</i>	30–60
Total nonvolatil HC	300–400	<i>Terpenes</i> lain	
Naftalena	2–4	Asam asetat	100–150
Naftalena lain	3–6	Asam stearat	50–75
<i>Penanthrene</i>	0,2–0,4	Asam oleat	40–110
<i>Anthracenes</i>	0,05–0,10	Asam linoleat	150–250
<i>Fluorenes</i>	0,6–1,0	Asam linolenat	150–250
<i>Pyrenes</i>	0,3–0,5	Asam laktat	60–80
<i>Fluoranthenes</i>	0,3–0,45	Indol	10–15
Karsinogen PAH	0,1–0,25	<i>Skatole</i>	12–16
Fenol	80–160	Indol lain	
Fenol lain	60–180	<i>Quinolines</i>	2–4
<i>Catechol</i>	200–400	<i>Aza-arenes</i> lain	
<i>Catechols</i> lain	100–200	<i>Benzofuranes</i>	200–300
<i>Dihydroxybenzenes</i> lain	200–400		

Tabel 10. Hasil analisis komponen kimia utama asap yang lolos filter Cambridge

Senyawa	Konsentrasi/batang rokok (% aliran asap total)	Senyawa	Konsentrasi/batang rokok (% aliran asap total)
Nitrogen	280–120 mg (56–64%)	<i>Methyl-formate</i>	20–30 µg
Oksigen	50–70 mg (11–14%)	Asam volatil lain	5–10 µg
Karbon dioksida	45–65 mg (9–13%)	Formaldehida	20–100 µg
Karbon monoksida	14–23 mg (2–5%)	Asetaldehida	400–1 400 µg
Air	7–12 mg (1,5–2,5%)	<i>Acrolein</i>	60–140 µg
Argon	5 mg (1%)	Aldehida volatil lain	80–140 µg
Hidrogen	0,5–1,0 mg	Aseton	100–650 µg
Amonia	10–130 µg	Keton volatil lain	50–100 µg
Nitrogen oksida Nox	100–680 µg	<i>Methanol</i>	80–100 µg
Hidrogen sianida	400–500 µg	Alkohol volatil lain	10–30 µg
Hidrogen sulfida	20–90 µg	<i>Acetonitrile</i>	100–150 µg
Metana	1,0–2,0 mg	<i>Volatile Nitriles</i> lain	50–80 µg
<i>Volatile alkene</i>	0,4–0,5 mg	<i>Furan</i>	20–40 µg
<i>Volatile alkenes</i> lain	1,0–1,6 mg	<i>Volatile Furanes</i> lain	45–125 µg
<i>Isoprene</i>	0,2–0,4 mg	<i>Pyridine</i>	20–200 µg
Butadiena	25–40 µg	<i>Picolines</i>	15–80 µg
Asetilena	20–35 µg	<i>3-Vinylpyridine</i>	7–30 µg
Benzena	6–70 µg	<i>Volatile Pyridines</i> lain	20–60 µg
Toluena	5–90 µg	<i>Pyrrole</i>	0,1–10 µg
<i>Syrene</i>	10 µg	<i>Pyrrolidine</i>	10–18 µg
Hidrokarbon aromatik lain	15–35 µg	<i>N-Methyl pyrrolidine</i>	2,0–3,0 µg
Asam format	200–600 µg	<i>Volatile Pyrazines</i>	3,0–8,0 µg
Asam asetat	300–1 700 µg	Metil amina	4–10 µg
Asam propionat	100–300 µg	<i>Amines aliphatic</i> lain	3–10 µg

Tabel 11. Kadar gula dan nikotin rokok keretek

No	Jenis rokok keretek	Di dalam massa tembakau dan cengkeh		Di dalam asap (mg/batang)	
		Gula (%)	Nikotin (%)	Tar	Nikotin
1	SKT: Gol. I	11,13	2,56	38	2,2
2	SKT: Gol. I	9,09	2,14	32	2,0
3	SKM: Gol. I	5,62	1,80	32	1,8
4	SKM: Gol. I	4,57	2,03	30	1,8
5	SKM: Mild	4,52	1,32	14	1,0
6	SKM: Mild	4,95	1,59	14	1,0
7	SKT: Gol. III	8,68	2,13	32	1,9

Hasil analisis Laboratorium Balittas, Malang (2009, belum dipublikasikan)

Penurunan kadar tar dan nikotin selain dilakukan dengan cara budi daya juga dapat dilakukan dengan cara pabrikasi, yaitu dengan mengurangi berat jumlah tembakau per batang rokok, penggunaan filter dan kertas rokok yang berpori-pori. Panjang dan kerapatan filter berpengaruh menurunkan kandungan tar dan nikotin asap yang diisap perokok. Dari Tabel 12 terlihat bahwa desain rokok semakin diperbaiki, sehingga kadar tar dan nikotin asap dapat ditekan.

Tabel 12. Perbandingan antara filter yang digunakan pada tahun 1955 dan 1990

Karakteristik	1955	1990
Panjang rokok (mm)	85	84
Panjang filter (mm)	15	21
Panjang tembakau dalam rokok (mm)	70	63
Berat tembakau (g)	1,0	0,8
Permeabilitas kertas (CU)	15	24
Ventilasi filter (%)	Tidak ada	17
Tar (mg/batang)	34	16
Nikotin (mg/batang)	2,7	1,1
Jumlah isapan	15	8

Sumber: Norman (1999)

KOMPONEN KIMIA ROKOK YANG BERBAHAYA BAGI KESEHATAN

Komponen kimia rokok yang berbahaya bagi kesehatan berasal dari lima sumber sebagai berikut:

1. Terkandung dalam tanaman tembakau dan diwariskan secara genetik, yaitu senyawa alkaloid. Nikotin, salah satu jenis alkaloid yang penting, meningkat jumlahnya karena pemupukan nitrogen, pemangkasan tanaman awal yang diikuti pembuangan tunas ketiak secara intensif, daerah tumbuh, dan lain-lain (Collins dan Hawks, 1993). Nikotin dapat mengakibatkan ketagihan dan gangguan pada jantung serta paru-paru (Asmino dan Sudoko, 1987; Voges, 2000).
2. Terkandung dalam daun tembakau dalam jumlah kecil tetapi akan meningkat akibat pengovenan terlalu lama. Misalnya TSNA, yang dapat meningkat akibat kegiatan mikroba tertentu yang banyak menghasilkan senyawa nitrit (Maksimoviez, 2001; Universal, 2000; Morin *et al.*, 2004). TSNA merupakan bahan karsinogenik, yang juga banyak terdapat pada makanan yang diolah dengan pengasapan atau pembakaran.
3. Residu bahan bakar pada pengovenan dengan pemanasan langsung. Sisa pembakaran juga membawa senyawa nitrit selain residu B-a-P (Voges, 2000; Reid, 2007). Seperti TSNA, B-a-P juga bersifat karsinogenik.
4. Residu pupuk dan pestisida seperti klor, *cadmium*, *sipermetrin*, *provenofos*, dan lain-lain.
5. Bahan asing terutama bahan plastik seperti tali, pembungkus, dan lain-lain yang dikriteriakan sebagai bahan lain terbawa tembakau (NTRM = *nontobacco related-material*).

Meskipun komponen kimia yang berbahaya bagi kesehatan telah banyak diketahui, namun demikian untuk memasukkan komponen kimia tersebut sebagai alat kontrol belum seluruhnya memungkinkan. Komponen-komponen kimia berbahaya seperti NTRM, B-a-P, residu pestisida, dan lain-lain memerlukan analisis yang rumit serta biaya untuk peralatan dan bahan kimia yang mahal. Pada saat ini yang dapat dilakukan adalah sistem pengendalian bahan berbahaya sebagai berikut:

- a. Tar dan nikotin asap dapat dianalisis dengan mesin perokok (*smoking machine*), sehingga jumlahnya dalam setiap batang rokok dapat diatur dengan filter, kertas rokok yang berpori-pori, dan sebagainya. Standardisasi mesin perokok telah dilakukan oleh CORESTA (*Cooperation Centre for Scientific Research Relative to Tobacco*), dan bahan untuk keperluan tersebut meskipun memerlukan standardisasi yang tinggi telah tersedia. Filter untuk menangkap

tar, yang diikuti analisis tar itu sendiri dan nikotin asap di dalamnya telah dibakukan.

- b. Gas CO dan NO hanya dianalisa jika diperlukan.
- c. Sumber komponen kimia berbahaya lainnya seperti NTRM, B-a-P, residu pestisida, residu pupuk, dan lain-lain dikendalikan di lapangan; antara lain dengan menggunakan bahan baku tembakau, cengkeh, komponen pembawa rasa dan aroma dari bahan-bahan yang jelas sistem produksinya. Dalam memproduksi tembakau mulai dari budi daya sampai pascapanen menghindari perlakuan yang mendorong munculnya TSNA, B-a-P, residu pestisida, dan NTRM.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Kandungan kimia tembakau yang sudah teridentifikasi jumlahnya mencapai 2.500 komponen, sedangkan dalam asap terdapat 4.800 macam komponen. Dari komponen kimia ini telah diidentifikasi yang membahayakan kesehatan adalah tar, nikotin, gas CO, dan NO yang dihasilkan oleh tanaman tembakau, dan beberapa bahan-bahan residu yang terbentuk saat penanaman, pengolahan, dan penyajian dalam perdagangan yaitu residu pupuk dan pestisida, TSNA (*tobacco spesific nitrosamine*), B-a-P (*benzo-a-pyrene*), dan NTRM (*non-tobacco related material*).
2. Kadar nikotin tembakau dipengaruhi oleh varietas, budi daya, dan lingkungan. Usaha penurunan nikotin secara budi daya harus dilakukan secara hati-hati dan bijaksana agar tembakau yang dihasilkan tetap mempunyai karakter yang dikehendaki pabrik rokok. Penurunan kadar nikotin juga dapat dilakukan dengan pemuliaan tanaman untuk merakit varietas-varietas dengan kadar nikotin rendah tetapi karakter mutu masih dapat diterima pabrik rokok. Secara pabrikasi penurunan kadar nikotin dan tar asap rokok dapat dilakukan dengan penggunaan filter dan kertas rokok yang berpori-pori.

3. Pengukuran tar dan nikotin mutlak diperlukan sebagai parameter bahan berbahaya pada rokok atau produk tembakau yang lain.
4. Bahan berbahaya yang lain, seperti TSNA, B-a-P, residu pestisida dan pupuk, dan NTRM, lebih mudah dikendalikan melalui sistem produksi tembakau yang benar dan mengacu pada usaha menekan bahan berbahaya.

Saran

1. Seyogyanya *smoking machine* dimiliki oleh pemerintah daerah dalam jumlah cukup, sehingga semua rokok dan produk tembakau dapat diketahui kandungannya sebelum dipasarkan.
2. *Smoking machine* memerlukan tingkat presisi yang tinggi, sehingga semua laboratorium yang mengoperasikan harus menyiapkan sumber daya manusia yang memadai selain alat tersebut harus sudah dalam keadaan terakreditasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, T. 2006. Investigation of tobacco pyrolysis gases and puff-by-puff resolved cigarette smoked by single photon ionization (SPI)-time-of-flight mass spectrometry (TOFMS). Disertasi Technischen Universitat, Munchen.
- Asmino dan R. Soedoko. 1987. Dampak merokok terhadap kesehatan dan kehidupan. Disampaikan pada Lokakarya Program Nasional Penelitian Tembakau, 17-19 Maret 1987 di Malang.
- Collins, W.K. and S.N. Hawks. 1993. Principles of flue-cured tobacco production. N.C. State University, Raleigh, NC.
- Geiss, O and D. Kotzias. 2007. Tobacco, cigarettes, and cigarette smoke. Overview. Institute for Health and Consumer Protection. European Commission, London.
- Hiroe, S., S. Fujita, dan T. Gunji. 1975. Buku penuntun tentang tata cara pengeringan (*curing*) tembakau virginia. The Japan Tobacco & Salt Public Corporation (JTS), Jakarta.

- Legg, P.D. and G.B. Collins. 1971. Inheritance of percent total alkaloid in *Nicotiana tabacum* L. II. Genetic effect of two loci in Burley 21 X L8 burley population. Can. J. Genet. Cytol. 13: 287–291.
- Leffingwell, J.C. 1999. Basic chemical constituents to tobacco leaf and differences among tobacco types. In Davis, D.L. and M.T. Nielsen (eds) Tobacco, production, chemistry, and technology. University Press, Cambridge.
- Maksimoviez. B. 2001. Tobacco specific nitrosamines. An overview. University of Kentucky, Kentucky.
- Morin, A., A. Porter, A. Rataficus, and J. Joly. 2004. Evolution of tobacco nitrosamines and microbial populations during flue-curing. Beiträge zur Tabakforschung 21(1):40–46.
- Murdiyati, A.S., Joko-Hartono, S.H. Isdijoso, dan Suwarso. 1991. Upaya penelitian tembakau voor-oogst dalam mengantisipasi penerapan ketentuan kandungan nikotin dan tar. Makalah disampaikan dalam Rapat Teknis Perkebunan di Solo Jawa Tengah, tanggal 4–5 November 1991. Balittas, Malang.
- Norman, A. 1999. Cigarette design and materials. In Davis D.L. and M.T. Nielsen (eds) Tobacco, production, chemistry, and technology. University Press, Cambridge.
- Rachman, A. 2003. Sifat kimia tembakau madura yang ditanam di lahan tegal dan sawah pada berbagai takaran penyiraman dan pemupukan nitrogen. Ilmu Pertanian 10(1):43–56. Fakultas Pertanian, UGM, Yogyakarta.
- Reid, T.D. 2007. Curing tobacco – Flue-cured tobacco production guide. Cooperative Production Guide Publ. Virginia State Univ., Virginia.
- Rodgman, A. and T.A. Perfetti. 2006. The composition of cigarette smoke; A catalogue of the polycyclic hydrocarbons. Beiträge zur Tabakforschung 22(1):13–69.
- Schumacher, A. 1989. Improvement of inherent quality of tobacco. TJI 1:26–30.
- Tso, T.C. 1972. Physiology and biochemistry of tobacco plants. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. Stroudsburg. Pa.
- Tso, T.C. 1999. Seed to smoke. Tobacco: Production, chemistry, and technology. D.L. Davis and M.T. Nielsen eds. Nlackwell Sci. p. 1–31.
- Universal. 2000. Tobacco specific nitrosamines (Confidential). ULT Agronomy Conference. January 17–18, 2000. Richmond, Virginia.
- Voges, E. 2000. Tobacco encyclopedia. Tabac Journal International, Mainz, Germany. 279p.
- Wiroatmodjo, J. 1980. The native tobacco in Indonesia, its prospect and problem. FAO/DANIDA Regional Seminar of the Improvement of Small Scale Cash Crops Farming. In Malang, Indonesia, June 16–29, 1980.