

PENGARUH PENAMBAHAN KAIN SUTRA PADA FILTER ROKOK TERHADAP EMISI PARTIKEL ULTRAFINE PADA ASAP *MAINSTREAM* ROKOK

Ni'matus Sa'diyah; Arinto Y. P. Wardoyo; Firdy Yuana
Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Barwijaya – Malang, Indonesia
E-mail : (*Ub_diyah@yahoo.co.id*)

Abstrak

Asap *mainstream* rokok menghasilkan partikel ultrafine (UFP) yang diidentifikasi mengganggu kesehatan manusia. Oleh karena itu diperlukan bahan filter rokok untuk mengurangi jumlah partikel ultrafine. Pada penelitian ini, kain sutra digunakan untuk melapisi filter rokok. Tujuannya untuk mengetahui sejauh mana pengaruh kain sutra dapat mengurangi jumlah partikel ultrafine pada asap *mainstream* rokok dengan mengukur faktor emisinya. Faktor emisi UFP dihitung dari hasil pengukuran total konsentrasi UFP pada asap rokok dikalikan dengan debit asap. Konsentrasi UFP diukur pada chamber berukuran 0,75 x 0,75 x 0,75 m³ dengan menggunakan P-Track Model 8525. Hasil penelitian ini didapatkan bahwa kain sutra dapat mengurangi jumlah UFP pada asap *mainstream* rokok dengan penurunan sebesar 91,2%-26,4% % tergantung dari jenis kain sutra yang digunakan. Penurunan UFP pada asap *mainstream* rokok berbanding terbalik dengan jumlah lilitan dan mengikuti persamaan linear.

Kata Kunci : Kain Sutra, UFP, Faktor Emisi, *Mainstream*

PENDAHULUAN

Polutan dari aktivitas manusia yaitu salah satunya merokok [1]. Asap rokok merupakan salah satu bahan penyebab pencemaran udara terutama di dalam ruangan [2]. Rokok dibuat dari daun tembakau. Biasanya berbentuk silinder terdiri dari kertas yang berukuran panjang antara 70 hingga 120 mm (bervariasi tergantung negara) dengan diameter sekitar 10 mm, berwarna putih, coklat dan ada yang hitam [3]. Dimana asap dari rokok menimbulkan partikel-partikel yang membahayakan bagi kesehatan.

Pembakaran rokok menghasilkan suatu emisi sisa hasil pembakaran yaitu lebih dari 100.000 jenis zat kimia, 12000 diantaranya sudah diketahui dan 4000 dinyatakan zat yang berbahaya [4]. Asap rokok dibedakan menjadi dua macam yaitu asap utama (*mainstream*) dan asap sampingan (*sidestream*). Asap *mainstream* kombinasi dari asap yang dihirup dan asap yang dikeluarkan/dihembuskan didekat mulut oleh perokok sedangkan untuk asap *sidestream* merupakan merupakan asap yang diemisikan oleh ujung batang rokok yang terbakar / menyala [5].

Sumber utama partikel ini adalah berasal dari proses pembakaran bahan bakar, pembakaran vegetasi, peleburan dan pengolahan logam. Kapasitas partikel untuk menghasilkan efek kesehatan yang merugikan pada manusia tergantung pada deposisi. Karakteristik yang paling

penting yang mempengaruhi pengendapan partikel dalam sistem pernafasan adalah ukuran partikel aerodinamis [6]. Partikel ultrafine berukuran nanometer yang sangat sulit untuk dideteksi dan dapat dengan mudah masuk melalui saluran pernafasan. Sebagian besar UFP akan menumpuk di paru-paru dan mampu masuk ke bagian terdalam dari paru-paru sehingga tidak mudah dihilangkan [7].

Untuk mengurangi kandungan zat-zat dalam asap *mainstream* rokok digunakan sebuah filter. Rokok filter yaitu rokok yang bagian pangkalnya terdapat gabus. Rokok filter ini dibuat untuk menanggapi tuntutan rokok dengan hasil asap *sidestream* maupun *mainstream* yang rendah. Sebagian besar filter rokok dibuat dari mono – filament yang dicampur dengan selulosa asetat dan mampu mengurangi kadar tar dan nikotin sekitar 40-50 % jika dibandingkan dengan rokok jenis non filter [8] . Penambahan kepadatan serat sutra kedalam filter batang rokok yang telah dibakar ini mampu meyaring secara efisien *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon* (PAH) sesuai dengan kepadatan mengisi filter dalam rokok *mainstream* (MS) [9].

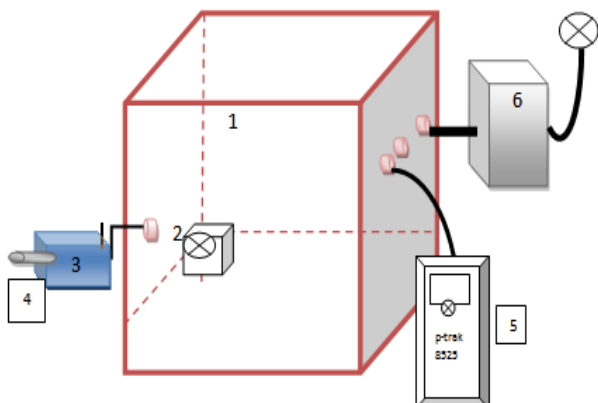
Oleh karena itu diperlukan adanya sebuah filter pada rokok dengan bahan tertentu untuk meminimalisir emisi partikel UFP. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kain sutra dapat mengurangi jumlah partikel ultrafine pada asap *mainstream* rokok dengan mengukur

faktor emisinya sebelum dan sesudah filter dilapisi kain sutra. Faktor emisi merupakan nilai suatu parameter dari sebuah pencemaran yang dihasilkan dari aktivitas pembakaran dalam kurun waktu tertentu. Pada penelitian ini menggunakan sampel 3 jenis kain sutra yang berada dipasaran sebagai bahan tambahan filter rokok dengan dililitkan dalam filter rokok.. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai informasi alternatif pembuatan filter rokok untuk mengurangi emisi partikel ultrafine pada asap *mainstream* rokok.

METODOLOGI

Dalam penelitian ini digunakan alat P-Track Model 8525 untuk mengukur konsentrasi partikel ultrafine dan Anemomaster Kanomax. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 1 merk rokok filter dan 3 jenis kain sutra yang umumnya berada dipasaran yaitu kain sutra sifon mempunyai kerapatan kain 0,31 gr/cm³, sutra cina 0,43 gr/cm³, dan sutra satin 0,61 gr/cm³. Nantinya kain sutra ini dipotong sesuai dengan lebar dan panjang filter rokok. Untuk 1 lilitan kain cukup dengan lebar 2 cm dan panjang 2,2 cm. Dilakukan sampai dengan 5 lilitan. Filter asli dilepas kemudian kain yang sudah disiapkan untuk satu lilitan digulung mengelilingi filter asli. Setelah filter sudah tertutup oleh kain, filter tersebut dimasukkan kembali kedalam filter rokok. Sebagai pembanding digunakan juga rokok dengan filter asli buatan pabrik.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya. Pertama-tama 1 batang rokok dibakar dan dihisap oleh pompa hisap dengan kecepatan sedang. Asap masuk kedalam chamber setelah itu jumlah konsentrasi partikel yang ada di dalam chamber dicacah oleh alat P-Track. Pengukuran ini membutuhkan waktu 50 - 60 menit untuk setiap satu pembakaran rokok. Berikut rangkaian alat pengambilan data.



- Keterangan : 1. Enviromental Chamber 6 Mesin Pompa
 2 Kipas Kecil
 3 Pompa Hisap
 4 Batang Rokok
 5 UPCP-trak model 8525

Menentukan Faktor Emisi Partikel Ultrafine

Dengan mengacu pada penelitian sebelumnya [10]. Nilai faktor emisi partikel ultrafine untuk setiap 1 btang rokok dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.1 :

$$E_i = A \cdot v \int_0^t C(t) dt \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

- E_i = Faktor Emisi (partikel/batang)
- A = Luas penampang pipa hisap (m²)
- v = Kecepatan hisap (m/s)
- C_t = Konsentrasi partikel hasil pembakaran (partikel/cm³)

Bentuk integral dari C_t merupakan luasan pada grafik yang telah dicari dalam software Origin 8.1. sebelum menentukan faktor emisi terlebih dahulu harus mengetahui kosentrasi partikel ultrafine dan dilakukan perhitungan total kosentrasi partikel ultrafine yang dihasilkan pada setiap batang rokoknya. Dan faktor emisi partikel ultrafine juga dipengaruhi oleh kecepatan pompa dan luas penampang pompa dengan mencari diameter selang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecepatan rata-rata pompa hisap dengan menggunakan Anemometer Kanomex didapatkan hasil kecepatan rata-rata sebesar (10,61± 0,22) m/s. Dengan perulangan 10 kali data untuk satu kali pengukuran dilakukan selama 60 detik. Dan diameter pompa (0,8 ± 0,5x10⁻²) cm.

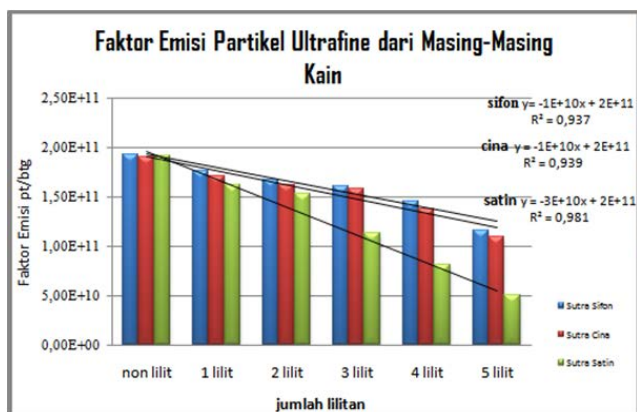
Dari persamaan 2.1 tersebut diketahui bahwa untuk menentukan faktor emisi partikel ultrafine per batang rokoknya harus dikalikan kecepatan hisap, total konsentrasi dan luas penampang selang pada pompa. Hasil presentase faktor emisi dihitung dari konsentrasi partikel saat filter dibagi dengan konsentrasipartikel. Pada filter yang tidak diberi lilitan dikalikan 100%. Hasil presentase faktor emisi dapt disajikan dalam persamaan:

$$\text{Presentase penurunan } E_f = \frac{C_s}{C_c} \times 100\%$$

C_s = konsentrasi setelah diberi lilitan

C_c = konsentrasi sebelum diberi lilitan

Hasil faktor emisi partikel ultrafine dari ketiga kain sutra yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.1.



Pembahasan

Hasil dari penelitian ini yaitu faktor emisi partikel ultrafine per batang rokok yang dihasilkan oleh asap *mainstream* rokok. Dari Gambar 3.1 menunjukkan emisi partikel ultrafine oleh asap *mainstream* rokok dengan menggunakan filter macam-macam kain sutra sebagai bahan tambahan filter pada rokok. Berdasarkan gambar 3.1 dapat dilihat bahwa penurunan faktor emisi partikel ultrafine terjadi seiring dengan penambahan jumlah lilitan dan kerapatan kain yang digunakan. Semakin besar kerapatan kain yang digunakan, ternyata mampu menyaring asap rokok lebih banyak.

Keseluruhan presentase penurunan faktor emisi partikel ultrafine asap *mainstream* rokok untuk 3 jenis kain sutra yang digunakan dengan penambahan jumlah lilitan kain penurunan yang dihasilkan sebesar 91,2%-26,4% dari filter asli buatan pabrik. Untuk sutra sifon presentase sebesar 91,2%-60,1%, sutra cina presentase penurunan sebesar 89,5%-52,6%, sutra jepang 87,9%-39,3% dan untuk sutra satin 84,5%-26,4%. Jenis kain sutra satin yang menunjukkan paling baik untuk penurunan faktor emisi yang dihasilkan. Hal tersebut dipengaruhi oleh kerapatan dari kain sutra satin lebih besar dari pada kain sutra yang lain.

Penurunan UFP pada asap *mainstream* rokok berbanding terbalik dengan jumlah lilitan dan mengikuti persamaan linear. Dari hasil yang didapatkan Sutra Satin mampu memberikan penurunan yang cukup baik dari ketiga jenis kain sutra yang digunakan hal ini juga bisa disebabkan kerapat dari kain satin ini cukup besar sehingga

mampu mengurangi jumlah emisi partikel ultrafine oleh asap *mainstream* rokok. Dari seluruh korelasi antara presentase faktor emisi partikel ultrafine terhadap kerapatan dari masing-masing kain menunjukkan fungsi linear dengan diperoleh nilai regresi yang hampir sama, sehingga dapat dikatakan tren penurunan dari ketiga kain sutra yang digunakan hampir sama.

Penggunaan filter dari serat sutra dengan komponen utama fibrin dan serisin yang kandungan terdiri dari asam amino hidrofobik dan asam amino hidrofilik mampu memblokir dan meyaring secara efisien PAH asap *mainstream* rokok sesuai dengan kepadatan mengisi filter. Penelitian baru-baru juga telah menunjukkan bahwa serat sutra mampu dengan baik mengurangi isi aldehida asap *mainstream* rokok [10]. Serat-serat dari sutra ini bisa dipintal menjadi benang dan jenis-jenis kain. Kandungan serat sutra dalam kain sehingga memungkinkan untuk mengurangi emisi partikel ultrafine pada asap *mainstream* rokok.

SIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kain sutra yang digunakan untuk dilapiskan pada filter rokok dapat mengurangi jumlah UFP pada asap *mainstream* rokok dari filter asli buatan pabrik. Banyaknya jumlah lilitan juga mempengaruhi pengurangan jumlah UFP pada asap *mainstream* rokok. Dengan menggunakan penambahan macam-macam kain sutra yang berada dipasaran mampu mengurangi faktor emisi asap *mainstream* rokok sebesar 91,2%-26,4%. Untuk sutra sifon presentase sebesar 91,2%-60,1%, sutra cina presentase penurunan sebesar 89,5%-52,6%, sutra jepang 87,9%-39,3% dan untuk sutra satin 84,5%-26,4%.

Jenis kain sutra satin yang menunjukkan paling banyak untuk penurunan faktor emisi yang dihasilkan. Hal tersebut dapat dipengaruhi juga oleh karena kerapatan dari kain sutra satin lebih besar dari pada kain sutra yang lainnya. Penurunan UFP pada asap *mainstream* rokok berbanding terbalik dengan jumlah lilitan dan mengikuti persamaan linear.

SARAN

Dalam penelitian ini masih belum diketahui kandungan serat sutra dalam kain sutra

yang digunakan. Diharapkan untuk memaksimalkan penelitian ini digunakan 100% sutra.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Castro, S. M. dan dkk. 2011. Cigarette Smoke Suppresses Tlr-7 Stimulation In Response To Virus Infection In Plasmacytoid Dendritic Cell. (www.elsevier.com/locate/toxint) 25(11): 1106-1113.
- [2] Haswell.L.E dan dkk. 2010. Cigarette Smoke Total Particulate Matter Increases Mucous Secreting Cell Numbers In Vitro: A Potential. (www.elsevier.com/locate/toxint) . 44.
- [3] Fisher, P. 1999. Cigarette Manufacture Tobacco Blanding *tobacco, Productions, Chemistry, and Technology*. 52: 346
- [4] Morawska, L. dan J. J. Zhang. 2002. Combustion sources of particles. 1. Health relevance and source signatures. *Chemosphere*. 49: 1045-1058
- [5] Pandey, S., K-H.K. 2010. A Review of Environmental Tobacco Smoke and its Determination in Air.
- [6] Fierro, M. 2000. Particulate Matter. 1-11. (<http://www.airinfonow.or/pdfparticulatematter>). Diakses tanggal 15 April 2013
- [7] Haris, A. dan dkk. 2012. Asap Rokok sebagai Bahan Pencemar dalam Ruangan. *CDK-189*. 39(1): 16-18.
- [8] Borgerding, M. dan H. Klus. 2005. Analysis Of Complex Mixtures (Cigarette Smoke). *Experimental And Toxicologic Pathology*. (57): 43-73.
- [9] Tian, B. dan dkk. 2009. Blocking and Filtering Effect of Bombyx Mori Silkworm Silk Fiber Tips Against Mainstream Smoke of Cigarette. *Material and Design*.(30): 2289-2294.
- [10] Utomo, S. S. 2011. Pengaruh Kecepatan Hisap Pada Faktor Emisi Partikel Ultrafine Asap Rokok. Tugas Akhir S-1 Jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya Malang. Malang