

PENGARUH PENGGUNAAN FILTER DARI SERABUT KELAPA TERHADAP EMISI PARTIKEL UTRAFINE ASAP *MAINSTREAM* ROKOK

Ferdian Faslah; Arinto Y. P. Wardoyo; Chomsin S. Widodo

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Brawijaya - Malang, Indonesia

Email:ferdianfaslah@gmail.com.

Abstrak

Partikel ultrafine (UFP) yang dihasilkan oleh asap *mainstream* rokok dapat menyebabkan gangguan terhadap kesehatan manusia. Untuk mengurangi jumlah partikel ultrafine maka digunakan sebuah filter rokok. Dalam penelitian ini dibuat sebuah jenis filter yaitu filter dari serabut kelapa dengan variasi densitas filter untuk mengetahui pengaruhnya terhadap faktor emisi partikel ultrafine.

Penelitian dilakukan dengan metode *chamber*. Asap *mainstream* rokok dimasukkan dengan pompa penghisap ke dalam *chamber*. Konsentrasi partikel ultrafine di dalam *chamber* kemudian diukur menggunakan P-TRAK UPC. Total partikel ultrafine ini digunakan untuk menentukan nilai faktor emisi ultrafine yaitu partikel ultrafine yang dihasilkan per batang rokok yang dibakar. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan filter rokok yang dari sabut kelapa dengan beberapa densitas filter akan menghasilkan faktor emisi partikel ultrafine yang berbeda. Faktor emisi partikel ultrafine asap *mainstream* rokok berkurang seiring dengan besarnya densitas filter yang digunakan. Penurunan faktor emisi partikel ultrafine antara 10% sampai dengan 90% tergantung dari densitas filter serabut kelapa yang digunakan. Semakin besar densitas filter yang digunakan maka akan semakin padat filernya dan semakin banyak partikel ultrafine yang dapat disaring sehingga faktor emisi yang dihasilkan semakin kecil.

Kata Kunci : Rokok filter, partikel ultrafine, faktor emisi, serabut kelapa

PENDAHULUAN

Polusi udara merupakan keberadaan substansi kimia, partikel maupun material biologi yang membahayakan atau menimbulkan ketidaknyamanan pada manusia atau organisme hidup yang lain, atau menimbulkan kerusakan pada lingkungan dan atmosfer [3]. Salah satu bahan pencemar udara adalah partikel yang mempunyai ukuran yang bervariasi. Salah satu partikel yang memiliki dampak terhadap kesehatan manusia adalah partikel ultrafine yaitu partikel dengan diameter $0,1 \mu\text{m}$ [8]. Kapasitas partikel untuk menghasilkan efek kesehatan yang merugikan pada manusia tergantung pada deposisi dalam saluran pernafasan. Ukuran partikel, bentuk dan kepadatan mempengaruhi tingkat deposisi. Karakteristik yang paling penting yang mempengaruhi pengendapan partikel dalam sistem pernafasan adalah ukuran partikel dan aerodinamis [6]. Partikel ultrafine ini merupakan penyebab dari buruknya kondisi paru-paru manusia yaitu berupa radang paru-paru [7], asma dan juga komplikasi pada paru-paru [5].

Proses pembakaran rokok akan menghasilkan berbagai jenis zat yang berbahaya terhadap kesehatan manusia baik dalam bentuk gas maupun partikel. Ketika rokok dibakar akan dihasilkan lebih dari 100.000 jenis zat, 12.000 diantaranya sudah diketahui dan 4.000 diantaranya dinyatakan sebagai zat yang berbahaya [11]. Salah satu kandungan dari

asap rokok yaitu partikel ultrafine. Ada dua macam asap rokok yaitu asap utama (*mainstream*) dan asap sampingan (*sidestream*). Asap *mainstream* merupakan asap yang muncul dari ujung rokok yang dekat dengan mulut sedangkan asap *sidestream* adalah asap yang menyebar ke lingkungan yang berasal dari ujung rokok yang menyala [2].

Untuk mengurangi kandungan zat-zat yang berbahaya dalam asap *mainstream* rokok biasanya digunakan filter rokok. Rokok yang di ujung pangkalnya terdapat gabus disebut dengan rokok filter. Rokok filter dibuat untuk menanggapi tuntutan rokok dengan hasil asap *sidestream* maupun asap *mainstream* yang rendah. [2]. Modifikasi filter dan mengontrol efek dari modifikasi filter terhadap kandungan nikotin dan tar yang ada dalam asap *mainstream* rokok, diketahui bahwa total penurunan PAH karsinogenik pada asap *mainstream* rokok sekitar 44,5 % dan 42,3 %. Hal ini menunjukkan bahwa filter ini sangat efektif untuk mengurangi PAH dalam asap *mainstream* rokok [9]. Dengan aktivasi arang filter kandungan *p-benzosemiquinone*, tar dan nikotin dalam asap *mainstream* rokok juga berkurang [4]. Sebagian besar filter rokok dibuat dari bahan mono-filamen yang dicampur dengan selulosa asetat dan mampu mengurangi kadar tar dan nikotin sekitar 40-50% jika dibandingkan dengan rokok jenis non-filter [2]. Dalam penelitian ini dikembangkan sebuah jenis filter yaitu filter yang terbuat dari serabut kelapa. Serabut kelapa mengandung 43,44 %

selulosa [1]. Dengan menggunakan filter dari serabut kelapa diharapkan emisi partikel ultrafine yang ada dalam asap *mainstream* rokok dapat berkurang.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 3 jenis rokok filter dan serabut kelapa yang akan dijadikan sebagai pengganti filter rokok. Serabut kelapa yang akan dijadikan filter dipipihkan sampai ketebalan 1 mm kemudian ditimbang dengan massa 0,2 gram sampai dengan 0,4 gram dengan selang 0,225 gram. Filter asli rokok dilepas kemudian digantikan dengan filter yang sudah dibuat dari serabut kelapa. Sebagai pembanding digunakan juga rokok dengan filter asli sebagai pembanding.

Pompa hisap rokok digunakan sebagai pengganti manusia dimana alat ini dirancang seperti halnya manusi menghisap rokok. Pada alat ini dapat diatur kecepatan hisapnya. Pada penelitian ini digunakan kecepatan hisap 1,58 m/s dimana kecepatan hisap ini merupakan kecepatan hisap orang merokok pada umumnya.

Faktor Emisi Partikel Ultrafine

Pengukuran Faktor emisi dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar emisi partikel ultrafine yang dihasilkan untuk setiap batang rokok yang dibakar. Mengacu pada penelitian sebelumnya [12] nilai dari faktor emisi partikel ultrafine pada asap rokok dalam satu batang rokok dapat ditentukan dengan persamaan 1 sebagai berikut :

$$E_f = A \cdot v \int_0^t C(t) dt \quad (1)$$

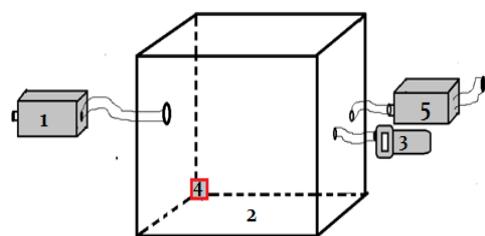
Keterangan :

E_f = Faktor Emisi (partikel/batang rokok)
 A = Luas penampang pompa (m^2)
 V = Kecepatan pompa (m/s)
 C_t = Konsentrasi partikel hasil pembakaran (partikel/ cm^3)

Dari persamaan 1 dapat dilihat bahwa selain dipengaruhi oleh konsentrasi partikel ultrafine, faktor emisi juga dipengaruhi oleh kecepatan pompa dan luas penampang pompa. Oleh karena itu dilakukan juga pengukuran diameter pompa dan kecepatan pompa.

Rokok ditempatkan di pompa hisap kemudian dibakar dengan kecepatan hisap yang telah ditentukan yaitu 1,58 m/s. Kemudian asap

,*mainstream* rokok akan masuk ke dalam *chamber* melalui selang penghubung. Dalam *chamber* ini, asap rokok akan ditampung. Di dalam *chamber* ini terdapat sebuah kipas kecil yang fungsinya supaya asap rokok ini merata di dalamnya. Kemudian P-Track Particle Counter akan mengukur jumlah partikel ultrafine yang ada di dalam sebuah *chamber* dengan ukuran 0,75 m x 0,75 m x 0,75m. Pengukuran dilakukan dengan P-Track yaitu dimulai ketika *chamber* masih belum terisi asap rokok kemudian sampai terisi asap rokok dan diakhiri sampai nilai yang terbaca pada P-Track sama seperti pada saat *chamber* sebelum terisi asap rokok yang artinya partikel yang terkandung dalam asap rokok di dalam *chamber* sudah habis. P-track akan secara otomatis merekam data yang ada setiap sepuluh detik sekali.



Keterangan:

- 1 = Pompa Hisap
- 2 = *Environmental Chamber*
- 3 = P-Track Particle Counter Model 8525
- 4 = Kipas

Gambar 1. Setup Eksperimen

Data yang diperoleh dari pengukuran kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik. Dari grafik ini akan diketahui luas area grafik yaitu dengan konsep integral. Luas area grafik ini merupakan total konsentrasi partikel yang dihasilkan. Dengan menggunakan persamaan 1 dapat diketahui faktor emisi yang dihasilkan.

Luas penampang pompa dapat diketahui setelah dilakukan pengukuran diamtere pompa. Dari penelitian ini, diketahui diameter pompa $(0,75 \pm 0,02)$ cm dengan kecepatan pompa $(7,2 \pm 0,1)$ m/s.

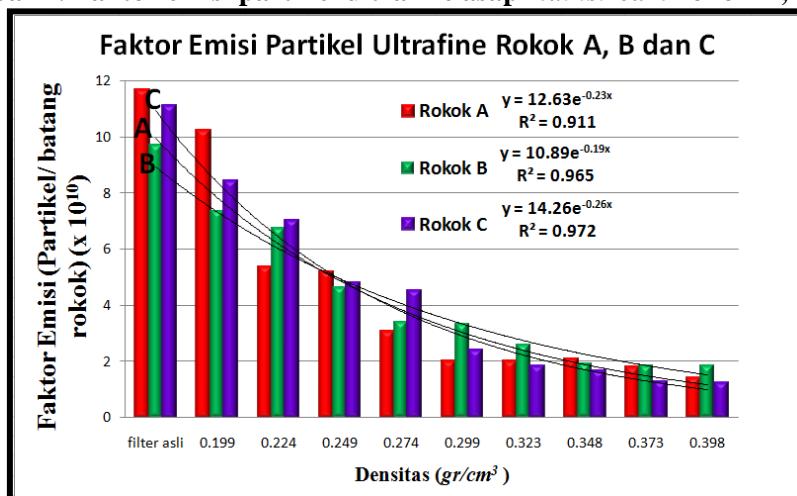
HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor emisi ini merupakan jumlah partikel ultrafine yang dihasilkan per batang rokok yang dihasilkan. Gambar 1 menunjukkan emisi partikel yang dihasilkan dari rokok dengan menggunakan filter dari yang terbuat serabut kelapa. Dari gambar ini dapat dilihat

bahwa terjadi penurunan faktor emisi partikel ultrafine untuk rokok dengan filter dibuat dari serabut kelapa dengan beberapa macam densitas filter. Faktor emisi partikel ultrafine menurun seiring dengan besarnya densitas filter yang digunakan. Hal ini karena semakin besar densitas filter yang digunakan maka akan semakin padat filternya. Apabila filter yang

digunakan semakin padat, maka emisi partikel ultrafine yang ada dalam asap *mainstream* rokok juga akan banyak yang disaring oleh filter itu sehingga faktor emisi yang dihasilkan rendah. Penurunan ini terjadi karena penggunaan filter yang berbeda dan densitas filter yang berbeda pula.

Gambar 1. Faktor emisi partikel ultrafine asap *mainstream* rokok A, B dan C



Penurunan faktor emisi partikel ultrafine berbeda untuk tiga jenis rokok filter yang digunakan. Pada Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa penurunan yang terjadi secara eksponensial yang tentunya memiliki nilai regresi. Nilai regresi dari ketiga rokok ini hampir sama yaitu mendekati satu. Jika nilai regresi mendekati 1 maka model regresi yang dihasilkan semakin baik. Sehingga untuk pengukuran ini, ketiga rokok memiliki regresi yang baik. Dengan demikian dapat dikatakan pula bahwa ketiga jenis rokok memiliki trend penurunan faktor emisi yang hampir sama.

Prosentase penurunan faktor emisi partikel ultrafine asap *mainstream* rokok dapat dilihat pada Gambar 4.5. dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar densitas filter yang digunakan maka semakin besar pula penurunan faktor emisi partikel ultrafine yang terjadi. Dari gambar ini dapat dilihat bahwa semakin besar massa filter yang digunakan maka semakin kecil faktor emisi partikel ultrafine yang dihasilkan karena semakin besar desnitasnya maka filternya akan semakin padat. Apabila filter yang digunakan semakin padat, maka kandungan partikel ultrafine asap *mainstream* rokok juga akan banyak diserap oleh filter sehingga faktor emisi partikel ultrafine asap *mainstream* rokok yang dihasilkan juga berkurang.

Emisi yang dihasilkan oleh asap rokok dapat berupa partikel maupun gas. Emisi yang dihasilkan antara lain PAH, VOC, Radikal bebas, dan lainnya. Setiap rokok memiliki komposisi penyusun yang berbeda-beda sesuai dengan mereknya. Tembakau yang digunakan dan saus yang digunakan dalam rokok berbeda untuk setiap merek rokok. Pada penelitian ini digunakan 3 sampel rokok yang sudah beredar dipasaran. Dari ketiga sampel ini tidak diketahui secara pasti tembakau dan saus jenis apa yang digunakan karena di dalam kemasan rokok tidak dijelaskan. Perbedaan penurunan emisi partikel ultrafine asap *mainstream* dari ketiga rokok ini kemungkinan juga disebabkan perbedaan komposisi rokok.

Penggunaan filter rokok yang terbuat dari serabut kelapa dapat dijadikan sebagai alternatif untuk menggantikan filter rokok yang terbuat dari gabus. Menurut Dey dkk (2010) sebagian besar rokok yang ada di pasar dunia merupakan rokok dengan filter selulosa asetat yang meskipun tidak bisa menyerap sebagian besar racun yang ada di dalam asap *mainstream* rokok, tetapi dia sangat efektif mengurangi sedikit kandungan tar yang ada dalam asap rokok. Kandungan selulosa yang ada dalam serabut kelapa sebesar 43,44 % (Amelia, 2009) sehingga memungkinkan filter dari serabut

kelapa dapat mengurangi jumlah partikel ultrafine dari asap *mainstream* rokok.

Partikel ultrafine (diameter *aerodynamic* $\leq 0,1 \mu\text{m}$), dapat dengan mudah masuk ke daerah alveolus dalam paru-paru dan dalam jumlah yang sangat banyak dapat berpotensi negatif terhadap kesehatan (Brinkman dkk., 2010). Karena ukurannya yang kecil, partikel berukuran $\leq 10 \mu\text{m}$ ini akan melayang-layang selama beberapa waktu di udara dan terhirup tanpa mampu disaring oleh bulu-bulu halus hidung dan selanjutnya diteruskan ke organ-organ pernafasan bagian dalam dan akhirnya mengendap di permukaan paru-paru. Endapan ini akan menyebabkan flek yang secara kronis akan menimbulkan bronchitis, asma dan kanker paru-paru (Mediastika, 2002). Salah satu sumber dari partikel ultrafine adalah asap *mainstream* rokok. Apabila faktor emisi partikel ultrafine yang dihasilkan asap *mainstream* rokok berkurang maka efek buruk yang ditimbulkan terhadap kesehatan juga akan berkurang. Faktor emisi partikel ultrafine asap *mainstream* rokok dapat berkurang apabila

densitas filter rokok yang terbuat dari serabut kelapa semakin besar.

KESIMPULAN

Penggunaan filter rokok yang terbuat dari sabut kelapa dengan beberapa perbedaan densitas filter akan menghasilkan faktor emisi partikel ultrafine yang berbeda. Faktor emisi partikel ultrafine asap *mainstream* rokok berkurang seiring dengan besarnya densitas filter yang digunakan. Penurunan faktor emisi partikel ultrafine dengan densitas filter antara $0,199 \text{ gr/cm}^3$ sampai dengan densitas $0,398 \text{ gr/cm}^3$ adalah antara 10% sampai dengan 90%. Faktor emisi partikel ultrafine asap *mainstream* rokok yang dihasilkan berbanding terbalik dengan densitas filter dari serabut kelapa yang digunakan. Semakin besar densitas filter yang digunakan maka akan semakin padat filernya sehingga semakin banyak partikel ultrafine yang dapat disaring. Apabila jumlah partikel ultrafine yang dihasilkan berkurang maka faktor emisinya akan semakin kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amelia, S. 2009. Pengaruh Perendaman Panas dan Dingin Sabut Kelapa terhadap Kualitas Papan Partikel Yang Dihasilkannya. 47. Akses 14 September, 2012 dari <http://repository.ipb.ac.id>
- [2] Borgerding, M. dan H. Klus. 2005. Analysis of complex mixtures – Cigarette smoke. *Experimental and Toxicologic Pathology* 57 (2005): 43–73.
- [3] BPLHD. (2011). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Akses 23 Mei 2011 dari http://bplhd.jakarta.go.id/PERATURAN/PP/1999/PP_NO_41_TH_1999.htm.
- [4] Dey, N., A. Das, A. Ghosh dan I. B. Chatterjee. 2010. Activated charcoal filter effectively reduces p-benzosemiquinone from the mainstream cigarette smoke and prevents emphysema. *J. Biosci* 35(2): 217–230.
- [5] Diaz, S. D. 1997. The role of diesel exhaust particles and their associated polycyclic aromatic hydrocarbons in the McAuley et al. 306 induction of allergic airway disease, *Allergy*,. 52: 52–56.
- [6] Fierro, M. (2000). Particulate Matter. 1-11.
- [7] Ghio, A. J., C. Kim dan R. B. Devlin. 2000. Concentrated ambient air particles induce mild pulmonary inflammation in healthy human volunteers. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 162: 981–988.
- [8] Gindo, A. dan H. Budi. 2012. Pengukuran Partikel Udara Ambien (TSP, PM10, PM2,5) di Sekitar Calon Lokasi PLTN Semenanjung Lemahabang. *Pusat Teknologi Limbah Radioaktif BATAN*.
- [9] Lodovici, M., V. Akpan, S. Caldini, B. Akanju dan P. Dolara. 2007. DNA solution in cigarette filters reduces polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) levels in mainstream tobacco smoke. *Food and Chemical Toxicology* 45: 1752–1756.
- [10] Mediastika, C. E. 2002. Memanfaatkan tanaman untuk mengurangi polusi partikulate matter ke dalam bangunan. *Dimensi Teknik Arsitektur*. 30: 159-166.
- [11] Pappas, R. S., G. M. P. L. Zhang, C. H. Watson, D. C. Paschal dan D. L. Ashley. 2005. Cadmium, lead, and thallium in mainstream tobacco smoke particulate. *Food and Chemical Toxicology*. 44: 714-723.
- [12] Shodiq, M. 2011. Pengaruh Kecepatan Hisap Pada Faktor Emisi Partikel Ultrafine Asap Rokok. Jurusan Fisika, Universitas Brawijaya, Malang.