

# PENGUKURAN FAKTOR EMISI PARTIKEL ULTRAFINE DARI ASAP HASIL PEMANASAN MINYAK GORENG

Desy Itawati, Arinto Y.P.Wardoyo, Kusharto

Jurusan Fisika, F.MIPA, Universitas Brawijaya

## ABSTRAK

Dalam kehidupan sehari-hari manusia tidak lepas dari kegiatan memasak dan menggoreng. Kegiatan ini berhubungan dengan asap yang dikeluarkan dari proses pemanasan minyak goreng yang digunakan. Minyak goreng yang dipanaskan akan mengalami penguapan. Minyak yang menguap itu akan menimbulkan asap. Asap yang dihasilkan dari proses pemanasan ini terdiri dari berbagai partikel dengan ukuran yang berbeda salah satunya adalah partikel ultrafine yang mempunyai ukuran diameter  $<0,1 \mu\text{m}$ . Partikel ultrafine diidentifikasi mempunyai dampak yang serius bagi kesehatan manusia. Oleh sebab itu diperlukan suatu penelitian tentang pengukuran faktor emisi partikel ultrafine dari asap hasil pemanasan minyak goreng. Pada penelitian ini digunakan lima jenis minyak goreng nabati yang sering digunakan dalam proses memasak yaitu minyak kelapa, kelapa sawit, biji bunga matahari, jagung dan kedelai. Emisi faktor diperoleh dengan mengukur konsentrasi partikel ultrafine dari asap minyak goreng dengan menggunakan P-track Ultrafine Particle Counter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor emisi yang dihasilkan dari pemanasan minyak goreng dengan menggunakan api sedang adalah sebesar  $(1,6 \pm 0,24) \times 10^{12}$  partikel/L sampai  $(5,1 \pm 0,75) \times 10^{12}$  partikel/L. Hal tersebut tergantung dari jenis minyak goreng yang digunakan.

*Kata Kunci: pemanasan, asap, partikel ultrafine, p-track ultrafine particle counter, faktor emisi, minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak biji bunga matahari, minyak jagung, dan minyak kedelai.*

## I. PENDAHULUAN

Salah satu masalah yang dihadapi dalam era masa kini adalah polusi udara. Polusi udara dapat membahayakan bagi makhluk hidup dan lingkungan sekitar karena polusi udara dihasilkan dari asap yang ada di lingkungan sekitar baik itu asap kendaraan bermotor (L. Gong et al, 2009), asap sisa pembakaran dari pabrik-pabrik tertentu maupun asap dari proses pemanasan dengan menggunakan minyak goreng atau kegiatan masak-memasak lainnya (FP3, 2005).

Partikel berbahaya di udara ditimbulkan dari minyak yang dipanaskan sampai suhu yang dibutuhkan untuk memasak dan menumis (Fiona MacRae, 2006) salah satunya adalah partikel ultrafine. Minyak yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah minyak goreng nabati seperti: minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak biji bunga matahari minyak jagung dan minyak kedelai.

Partikel Ultrafine merupakan partikel yang berukuran kurang dari  $0,1 \mu\text{m}$  yang dihasilkan dari proses pembakaran (Fierro, 2000). Partikel ini dapat mudah masuk ke sistem pernapasan karena berukuran nanometer (Daher, dkk., 2009). Asap minyak goreng akan menghasilkan faktor emisi yang diukur melalui konsentrasi partikel ultrafine yang dihasilkan dari hasil pemanasan.

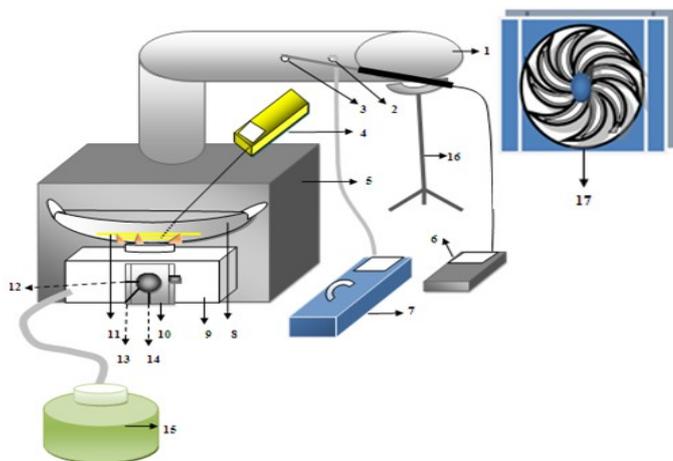
Faktor emisi merupakan nilai representatif yang menghubungkan kuantitas suatu polutan yang dilepaskan ke atmosfer dari suatu kegiatan yang terkait dengan sumber polutan (wicahyo, 2010).

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Volume minyak kelapa diukur sebanyak 100 ml dengan menggunakan gelas ukur. Setelah itu minyak goreng dipindahkan ke penggorengan (5). Cerobong (6) dipasang sampai menutupi kompor gas (9) dan penggorengan. Selanjutnya dilakukan pemasangan ketiga alat diantaranya P-track ultrafine particle counter model 8525 (7) untuk mengukur konsentrasi partikel ultrafine, Anemomaster kanomex A031 (6) untuk mengukur kecepatan angin (dalam percobaan ini yang diukur adalah asap dari pemanasan minyak goreng) dan suhu, dan Termometer (4) untuk mengukur suhu dari minyak goreng. Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu selama 2 menit untuk api kecil, api sedang dan api besar. Alat perekam gambar untuk memudahkan pengambilan data yang dipasang tepat pada layar Anemomaster Kanomax A031 dan Termometer. Kompor dihidupkan ke arah batas api sedang (13) dan pintu pada cerobong (10) ditutup sampai rapat agar udara luar tidak masuk ke dalam cerobong. Batas api yaitu api kecil (14), sedang (13) dan besar (12). Asap dari hasil pemanasan minyak goreng akan melewati cerobong dan selanjutnya akan dibuang ke blower (17). Dengan menghidupkan kompor gas maka dilakukan proses penyimpanan data yaitu dengan cara memilih mode log maka data dapat tersimpan secara otomatis setiap 10 detik. Jika nilai partikel ultrafine telah mendekati kondisi awal maka penyimpanan data untuk Kanomex dan Termometer juga dihentikan secara bersamaan.



Proses pengambilan data telah selesai dan dilanjutkan pengambilan data untuk jenis minyak lainnya.



Gambar 2.1 Rangkaian alat

Pengolahan data pertama adalah menghitung volume minyak yang menguap ( $V$ ) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V = V_1 - V_2 \quad (2.1)$$

Dimana:  $V$  = Volume minyak goreng yang telah menguap (ml),  $V_1$  = Volume awal (ml) dan  $V_2$  = Volume akhir (ml).

Pengolahan data untuk kecepatan asap (Kanomex) dan suhu minyak goreng (Termometer) dilakukan dengan cara: data pada alat perekam gambar dipindah ke buku dengan membuat tabel hubungan antara waktu tiap 10 detik dan kecepatan asap (m/s) artinya pencatatan kecepatan asap dilakukan tiap 10 detik sampai nilai dari konsentrasi partikel ultrafine telah kembali mendekati kondisi awal. Waktu kembalinya dibuat sama untuk api kecil, sedang dan besar yaitu 5 menit maka pencatatan untuk kecepatan asapnya juga selama 5 menit sehingga terdapat sebanyak 300 data untuk setiap percobaan. Pencatatan dibuat sama agar mempermudah dalam pengolahan data, selanjutnya data di plotting dalam bentuk grafik dengan bantuan software microsoft excel yang selanjutnya dicari nilai rata-ratanya dan deviasi rata-rata untuk kecepatan asap dan suhu minyak goreng. Rumusan untuk mencari nilai rata-rata dan deviasi standarnya tertera pada 3.2 dan 3.3.

Pengolahan data kedua adalah melakukan pengolahan data untuk konsentrasi partikel ultrafine. Data yang telah dicacah oleh UPC p-track dan tersimpan di dalam UPC p-track kemudian di download ke komputer. Data tersebut semula berupa file .tkp data tersebut kemudian di export ke Microsoft excel 2007. Setelah itu data di tulis ulang di Microsoft excel dalam tabel dan di plotkan hubungan antara waktu tiap sepuluh detik dengan jumlah partikel dalam satuan pt/cc dalam bentuk grafik. Nilai rata-ratanya dapat dicari dengan rumusan berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (2.2)$$

Dimana :  $\bar{x}$  adalah nilai rata-rata,  $x_i$  adalah hasil pengukuran ke- $i$  dan  $n$  adalah banyaknya pengulangan pengukuran

Deviasi standar rata-rata dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\delta \bar{x} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad (2.3)$$

Total konsentrasi partikel ultrafine ditentukan dengan menghitung luas area grafik menggunakan software Origin 8.1. Jumlah partikel yang dihasilkan diplot terhadap waktu tiap 10 detik. Setelah itu nilai luasan pada grafik tersebut dianalisis dengan perhitungan integral untuk mencari luasan secara otomatis.

Nilai dari faktor emisi partikel ultrafine pada asap pemanasan minyak goreng ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$EM = \frac{A \cdot v \int_0^t C(t) dt}{V} \quad (2.4)$$

Keterangan :

- EM = Faktor Emisi (partikel/L)
- A = Luas penampang cerobong asap ( $m^2$ )
- v = Kecepatan hisap (m/s)
- $C_t$  = Konsentrasi partikel hasil pembakaran (partikel/ $10^{-6} m^3$ )
- V = Volume yang telah menguap (L)

Sedangkan untuk mencari deviasi rata-rata faktor emisi menggunakan rumus:

$$\delta EM = \sqrt{\left(\frac{\delta EM}{A} \delta A\right)^2 + \left(\frac{\delta EM}{v} \delta v\right)^2 + \left(\frac{\delta EM}{C_t} \delta C_t\right)^2 + \left(\frac{\delta EM}{V} \delta V\right)^2} \quad (2.5)$$

Keterangan:

- $\delta EM$  = Deviasi rata-rata faktor emisi (partikel/L)
- $\delta A$  = Deviasi rata-rata luas permukaan cerobong ( $m^2$ )
- A = Luas permukaan cerobong ( $m^2$ )
- $\delta v$  = Deviasi rata-rata kecepatan asap (m/s)
- $\bar{v}$  = Kecepatan asap (m/s)
- $\delta C_t$  = Deviasi rata-rata konsentrasi partikel ultrafine (partikel/ $10^{-6} m^3$ )
- $C_t$  = Konsentrasi partikel ultrafine (partikel/ $10^{-6} m^3$ )
- $\delta V$  = Deviasi rata-rata volume minyak goreng (L)
- $\bar{V}$  = Volume minyak goreng (L)

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Penelitian

Faktor emisi partikel ultrafine minyak goreng menggunakan api sedang disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Saran yang dapat diberikan adalah untuk menjaga tubuh tetap sehat maka lebih sering menggunakan minyak biji bunga matahari dalam memasak atau menumis karena faktor emisi yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan minyak goreng lainnya.

Tabel 3.1 Faktor emisi minyak goreng

Jenis Minyak Goreng	Faktor Emisi Api Sedang (partikel/L)
Minyak kelapa	$(3,1 \pm 0,43) \times 10^{12}$
Minyak kelapa sawit	$(3,2 \pm 0,46) \times 10^{12}$
Minyak biji bunga matahari	$(1,6 \pm 0,24) \times 10^{12}$
Minyak kedelai	$(2,5 \pm 0,36) \times 10^{12}$
Minyak jagung	$(5,1 \pm 0,75) \times 10^{12}$

### 3.2 Pembahasan

Nilai Faktor emisi dari yang paling besar sampai terkecil yaitu dihasilkan dari minyak jagung, minyak kelapa sawit, minyak kelapa, minyak kedelai dan minyak biji bunga matahari. Faktor emisi yang paling besar dengan menggunakan api sedang dihasilkan dari pemanasan minyak jagung sebesar  $(5,1 \pm 0,75) \times 10^{12}$  partikel/L. Faktor emisi yang paling kecil dihasilkan dari pemanasan minyak biji bunga matahari sebesar  $(1,6 \pm 0,24) \times 10^{12}$  partikel/L.

Nilai faktor emisi tersebut dipengaruhi oleh nilai dari suhu minyak goreng yang menguap, kecepatan asap, luas cerobong, volume minyak yang menguap, konsentrasi partikel ultrafine, serta jenis minyak goreng yang digunakan.

Minyak goreng merupakan suatu bahan bakar yang apabila dilakukan pembakaran dengan gas O<sub>2</sub> maka akan menghasilkan emisi dan kalor. Bahan bakar tersebut tergantung dari kandungan biomassa pada minyak goreng, dimana biomassa terdiri dari selulosa, hemiselulosa, lignin, lignan, hidrokarbon dan simple sugar sehingga akan menghasilkan faktor emisi yang berbeda. Biomassa yang terkandung dalam minyak goreng memiliki zat polimer yang terdiri dari rantai panjang, apabila dipanaskan akan terurai menjadi monomer-monomer yang membentuk partikel ultrafine yang memiliki komposisi yang berbeda. Dari hasil komposisi yang berbeda ini maka faktor emisi yang dihasilkan akan berbeda pula untuk tiap jenis minyak goreng.

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Faktor emisi partikel ultrafine yang dihasilkan dari hasil pemanasan minyak goreng memiliki nilai yang berbeda, hal tersebut bergantung terhadap jenis minyak goreng yang digunakan.

Faktor emisi terbesar adalah minyak jagung sebesar  $(5,1 \pm 0,75) \times 10^{12}$  partikel/L sedangkan untuk hasil faktor emisi yang terkecil dihasilkan oleh minyak biji bunga matahari sebesar  $(1,6 \pm 0,24) \times 10^{12}$  partikel/L.

### 4.2 Saran

## REFERENSI

- Daher.N. R. S., Jaroudi.E, Sheheitli, H, , and M. A. R. Elizabeth Sepetdjian, Saliba.N, Alan Shihadeh (2009). Comparison of carcinogen, carbon monoxide, and ultrafine particle emissions from narghile waterpipe and cigarette smoking: Sidestream smoke measurements and assessment of second-hand smoke emission factors.
- Fierro, M. (2000). "Particulate Matter." 1-11.
- FP3.2005. *Fine Particle Pollution Program.* Page 2.
- Gong, L., Xu, B., and Zhu, Y. 2009. *Ultrafine Particles Deposition Inside Passenger Vehicles.* Texas A&M University-Kingsville, Kingsville, Texas. 43:544–553.
- MacRae, F. (2006). "Fry Can Improve Cancer Of Risk." Retrieved 28 juni, 2012 from <http://www.dailymail.co.uk/health/article-382571/Frying-increase-cancer-risk.html>.
- Wicahyo, Y. 2010. *Faktor Emisi.* Retrieved 7 juli, 2012, from <http://ultrawomen.wordpress.com/2010/02/28/faktor-emisi>.